

Dipl.-Ing.

Jakob Batt

Beratender Ingenieur

Staatlich anerkannter Sachverständiger
für Schall- und Wärmeschutz

Zertifizierter Passivhaus-Planer

GUTACHTEN

zur Realisierung einer optimalen Hörsamkeit in Räumen (Raumakustik)

Projekt-Nr.: 24-025

Objekt: Ehemaliges Rathausgebäude
Kamblickweg 27
45307 Essen

Vorhaben: Verbesserung der vorhandenen
Hörsamkeit in den einzelnen
Räumen innerhalb des Objektes

Auftraggeber: Stadt Essen
Immobilienwirtschaft
Lindenallee 59-67
45127 Essen

Verfasser: Dipl.-Ing. Jakob Batt

Datum: 25. Juni 2024

Inhaltsverzeichnis	Seiten
1. Aufgabenstellung	3
2. Vorhabenbeschreibung	3
3. Vorschriften zur Hörsamkeit in Räumen (Raumakustik).....	3
3.1 Raumakustische Anforderungen der ArbStättV bzw. ASR A3.7	3
3.1.1 <i>Raumakustische Anforderungen an Büroräume</i>	4
3.1.2 <i>Akustische Anforderungen an Räume in Bildungsstätten</i>	4
3.1.3 <i>Akustische Anforderungen an sonstige Räume mit Sprachkommunikation</i>	5
3.2 Raumakustische Anforderungen und Empfehlungen der DIN 18041	5
3.2.1 <i>Raumakustische Anforderungen an Räume der Raumgruppe A</i>	5
3.2.2 <i>Raumakustische Empfehlungen an Räume der Raumgruppe B</i>	7
4. Prüfung und Bewertung der vorhandenen Hörsamkeit in Räumen	8
4.1 Durchführung der messtechnischen Prüfung	8
4.2 Darstellung von Ergebnissen der messtechnischen Prüfung	8
4.3 Bewertung von Ergebnissen der messtechnischen Prüfung	8
5. Empfohlene Verbesserungsmaßnahmen.....	11
6. Allgemeine Planungs- und Ausführungshinweise	11
7. Nachweis einer optimalen Hörsamkeit in Räumen (Raumakustik).....	12
8. Zusammenfassung.....	15
 Anlage 1: Dokumentation der berücksichtigten Vorschriften.....	 2 Seiten
Anlage 2: Dokumentation der detaillierten Ergebnisse der messtechnischen Prüfung vom 28. Mai 2024.....	3 Seiten
Anlage 3: Dokumentation der Bewertung von Ergebnissen der durchgeführten messtechnischen Prüfung.....	3 Seiten
Anlage 4: Dokumentation der Ergebnisse der Nachhallzeitprognose mit empfohlenen Verbesserungsmaßnahmen	3 Seiten

1. Aufgabenstellung

Innerhalb des ehemaligen Rathausgebäudes, Kamblickweg 27 in 45307 Essen, soll die vorhandene Hörsamkeit (Raumakustik) in den einzelnen vom Auftraggeber vorgegebenen Räumen innerhalb des Objekt messtechnisch überprüft sowie die, zur Realisierung einer im Sinne der aktuell geltenden Vorschriften und ggf. gesonderten Vorgaben des Auftraggebers (z. B. Inklusionsanforderungen etc.) optimalen Hörsamkeit in Räumen (Raumakustik) erforderlichen, raumakustisch wirksamen Verbesserungsmaßnahmen (z. B. Wandpaneele etc.) aufgezeigt werden.

2. Vorhabenbeschreibung

Gemäß den Angaben des Auftraggebers soll, im Rahmen der geplanten Umgestaltung des Ratssaals, die vorhandene Hörsamkeit (Raumakustik) exemplarisch in dem Ratssaal und angrenzenden, durch eine mobile Trennwand mit dem Ratssaal verbundenen, Nebenraum im 1. OG des Objektes messtechnisch überprüft und bewertet werden. Des Weiteren sollen auf Grundlage der Ergebnisse der messtechnischen Prüfung die, zur Realisierung einer im Sinne der aktuell geltenden Vorschriften und ggf. gesonderten Vorgaben des Auftraggebers (z. B. Inklusion etc.) optimalen Hörsamkeit in den untersuchten Räumen (Raumakustik), erforderlichen raumakustisch wirksamen Verbesserungsmaßnahmen aufgezeigt werden.

3. Vorschriften zur Hörsamkeit in Räumen (Raumakustik)

Zur Realisierung einer optimalen Hörsamkeit in Räumen (Raumakustik) sind gemäß allgemein anerkannten Regeln der Technik die ArbStättV^[1] bzw. ASR A3.7^[2] in Verbindung mit weiteren Vorschriften (z. B. DIN 18041^[3], VDI etc.) zu beachten.

3.1 Raumakustische Anforderungen der ArbStättV bzw. ASR A3.7

Der Sicherheit und dem Schutz der Gesundheit der Beschäftigten beim Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten (z. B. Arbeitsräume oder andere Orte in den Gebäuden auf dem Gelände eines Betriebes, sofern sie zur Nutzung für Arbeitsplätze vorgesehen sind o. ä. R.) dient die Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)^[1].

Gemäß dem § 3a der ArbStättV^[1] **hat der Arbeitgeber dafür zu sorgen**, dass die Arbeitsstätten so eingerichtet und betrieben werden, dass die Gefährdungen für die Sicherheit und die Gesundheit der Beschäftigten möglichst vermieden und verbleibende Gefährdungen möglichst geringgehalten werden. Beim Einrichten und Betreiben der Arbeitsstätten hat der Arbeitgeber die Maßnahmen nach § 3 (Absatz 1) der ArbStättV^[1] durchzuführen und dabei den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene, die ergonomischen Anforderungen sowie insbesondere die vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales nach § 7 (Absatz 4) der ArbStättV^[1] bekannt gemachten Regeln und Erkenntnisse zu berücksichtigen.

Den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse im Sinne der ArbStättV^[1] für das Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten geben die Technischen Regeln für Arbeits-

stätten (ASR) wieder. Die ASR A3.7^[2] konkretisiert im Rahmen des Anwendungsbereiches die Anforderungen der Verordnung über Arbeitsstätten. Bei der Einhaltung der Technischen Regeln (ASR) kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der ArbStättV^[1] erfüllt sind. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, muss er damit mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

Wenn Arbeitsstätten eingerichtet oder wesentlich erweitert oder umgebaut oder die Arbeitsverfahren oder Arbeitsabläufe wesentlich umgestaltet werden, ist entsprechend dem Abschnitt 6 der ASR A3.7^[2] bereits bei der Planung zu berücksichtigen, dass die Beurteilungspegel für Tätigkeiten an Arbeitsplätzen in den Arbeitsräumen sowie die raumakustischen Anforderungen an Arbeitsräume gemäß dem Abschnitt 5 der ASR A3.7^[2] eingehalten werden. Hierbei sind insbesondere die Bauakustik, Raumakustik sowie Maßnahmen zum Lärmschutz etc. zu beachten.

3.1.1 Raumakustische Anforderungen an Büroräume

Gemäß Abschnitt 5.2.1 der ASR A3.7^[2] sollen in **Büroräumen** in Abhängigkeit der Nutzungsart im unbesetzten Raum die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Nachhallzeiten in Oktavbändern von 250 bis 2.000 Hz nicht überschritten werden.

Tabelle 1: Maximal zulässige Nachhallzeiten in Büroräumen gemäß ASR A3.7

Zeile	Tätigkeitskategorien	Maximal zulässige Nachhallzeiten $T_{250-2.000 \text{ Hz}}$
1	Callcenter (Büro für kommunikationsbasierte Dienstleistungen)	$\leq 0,5 \text{ s}$
2	Mehrpersonen- und Großraumbüro	$\leq 0,6 \text{ s}$
3	Ein- und Zweipersonenbüro	$\leq 0,8 \text{ s}$

Wichtiger Hinweis:

In der Regel besteht in Büroräumen (z. B. Callcenter bzw. Büro für kommunikationsbasierte Dienstleistungen, Mehrpersonen- und Großraumbüro, Ein- und Zweipersonenbüroräume etc.) der Bedarf einer guten Sprachverständlichkeit über geringe Entfernungen, bei der andere, nicht beteiligte Personen nicht gestört werden.

3.1.2 Akustische Anforderungen an Räume in Bildungsstätten

Gemäß dem Abschnitt 5.2.2 der ASR A3.7^[2] darf in **Bildungsstätten** (z. B. Kindertageseinrichtungen, Schulen etc.) in besetztem Zustand des Raumes für die Anforderung „Unterricht mit Personen ohne Bedürfnis nach erhöhter Sprachverständlichkeit“ die Nachhallzeit die mit nachfolgender Formel errechneten Werte in den Oktavbändern von 250 bis 2000 Hz nicht überschreiten. Dabei ist in den Oktavbändern von 250 bis 2000 Hz jeweils eine Toleranz von +/- 20 % zulässig.

$$T_{\text{soll}} = 0,32 \cdot \log(V / \text{m}^3) - 0,17 \quad [\text{s}]$$

mit

V Raumvolumen [m^3]

Wichtiger Hinweis:

Gemäß Bundesgleichstellungsgesetz und vgl. Landesregelungen sind öffentlich zugängliche Neubauten inklusiv zu errichten. Bei erhöhten Anforderungen an die Sprachverständlichkeit (z. B. bei Personen mit Hörminderung oder Fremdsprachenunterricht) kann es erforderlich sein, die Nachhallzeit weiter zu verringern. Gemäß der sachverständigen Einschätzung des Unterzeichners ist für Räume in Bildungsstätten (z. B. Kindertageseinrichtungen, Schulen etc.) grundsätzlich die Berücksichtigung der, für die inklusive Nutzung (z. B. Kommunikation mit Personen in einer Sprache, die nicht als Muttersprache gelernt wurde und Kommunikation mit Personen, die auf andere Weise einen Bedarf nach erhöhter Sprachverständlichkeit haben etc.), erhöhten Anforderungen der DIN 18041^[3] erforderlich.

3.1.3 Akustische Anforderungen an sonstige Räume mit Sprachkommunikation

Gemäß dem Abschnitt 5.2.3 der ASR A3.7^[2] sollen **alle sonstigen Arbeitsräume**, in denen Sprachkommunikation erforderlich ist und die nicht in den Abschnitten 5.2.1 (Büroräume) und 5.2.2 (Bildungsstätten) der ASR A3.7^[2] geregelt sind, durch raumakustische Maßnahmen so gestaltet werden, dass ein mittlerer Schallabsorptionsgrad von mindestens $\bar{\alpha} = 0,3$ bei dem eingerichteten Raum erreicht wird.

Anmerkungen:

Als anzusetzender Schallabsorptionsgrad α des jeweiligen Oberflächenmaterials ist der arithmetische Mittelwert der Absorptionsgrade in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen von 250 Hz bis 2.000 Hz zu nehmen. Alternativ ist in größeren Räumen mit $V > 1.000 \text{ m}^3$ im Abstandsbereich von 0,75 bis 6 Meter eine mittlere Schalldruckpegelabnahme in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen von 500 Hz bis 4.000 Hz je Abstandsverdopplung von mindestens 4 dB ausreichend.

3.2 Raumakustische Anforderungen und Empfehlungen der DIN 18041

Darüber hinaus ist bei der Planung von Räumen die DIN 18041^[3] zu beachten. Die DIN 18041^[3] legt akustische Anforderungen, Empfehlungen und Planungsrichtlinien zur Sicherung der optimalen Hörsamkeit in Räumen vorrangig für die Sprachkommunikation einschließlich der dazu erforderlichen Maßnahmen fest. In der DIN 18041^[3] werden zwei Anwendungen bzw. Raumarten unterschieden.

3.2.1 Raumakustische Anforderungen an Räume der Raumgruppe A

Bei der **Raumgruppe A** handelt es sich um Räume, in denen die Hörsamkeit über mittlere und große Entfernungen (z. B. Unterrichtsräume etc.) durch eine für die geplante Nutzung angepasste Nachhallzeit und Schalllenkung sichergestellt wird.

Die **Sollwerte** der Nachhallzeit für die, in dem Abschnitt 4.2.2 der DIN 18041^[3] genannten, fünf Nutzungsarten A1 bis A5 werden nach den, in dem Abschnitt 4.2.3 der DIN 18041^[3] genannten, Gleichungen (1) bis (6) wie folgt berechnet:

A1 „Musik“:

$$T_{\text{soll, A1}} = 0,45 \cdot \log(V / \text{m}^3) + 0,07 \quad [\text{s}] \quad 30 \text{ m}^3 \leq V < 1.000 \text{ m}^3$$

A2 „Sprache/Vortrag“:

$$T_{\text{soll, A2}} = 0,37 \cdot \log(V / \text{m}^3) - 0,14 \quad [\text{s}] \quad 50 \text{ m}^3 \leq V < 5.000 \text{ m}^3$$

A3 „Unterricht/Kommunikation“ sowie „Sprache/Vortrag inklusiv“:

$$T_{\text{soll, A3}} = 0,32 \cdot \log(V / \text{m}^3) - 0,17 \quad [\text{s}] \quad 30 \text{ m}^3 \leq V < 5.000 \text{ m}^3$$

A4 „Unterricht/Kommunikation inklusiv“:

$$T_{\text{soll, A4}} = 0,26 \cdot \log(V / \text{m}^3) - 0,14 \quad [\text{s}] \quad 30 \text{ m}^3 \leq V < 500 \text{ m}^3$$

A5 „Sport“:

$$T_{\text{soll, A5}} = 0,75 \cdot \log(V / \text{m}^3) - 1,00 \quad [\text{s}] \quad 200 \text{ m}^3 \leq V < 10.000 \text{ m}^3$$

$$T_{\text{soll, A5}} = 2,0 \text{ s} \quad V \geq 10.000 \text{ m}^3$$

Der **Toleranzbereich** der frequenzabhängigen Nachhallzeit T zwischen 125 und 4.000 Hz bezogen auf den Sollwert der Nachhallzeit T_{soll} bei den mittleren Frequenzen wird in der nachfolgenden Abbildung für die Nutzungsarten A1 bis A4 gezeigt. Für Frequenzen außerhalb des Toleranzbereiches von 125 bis 4.000 Hz sind in der nachfolgenden Abbildung Orientierungswerte mit Strichen dargestellt.

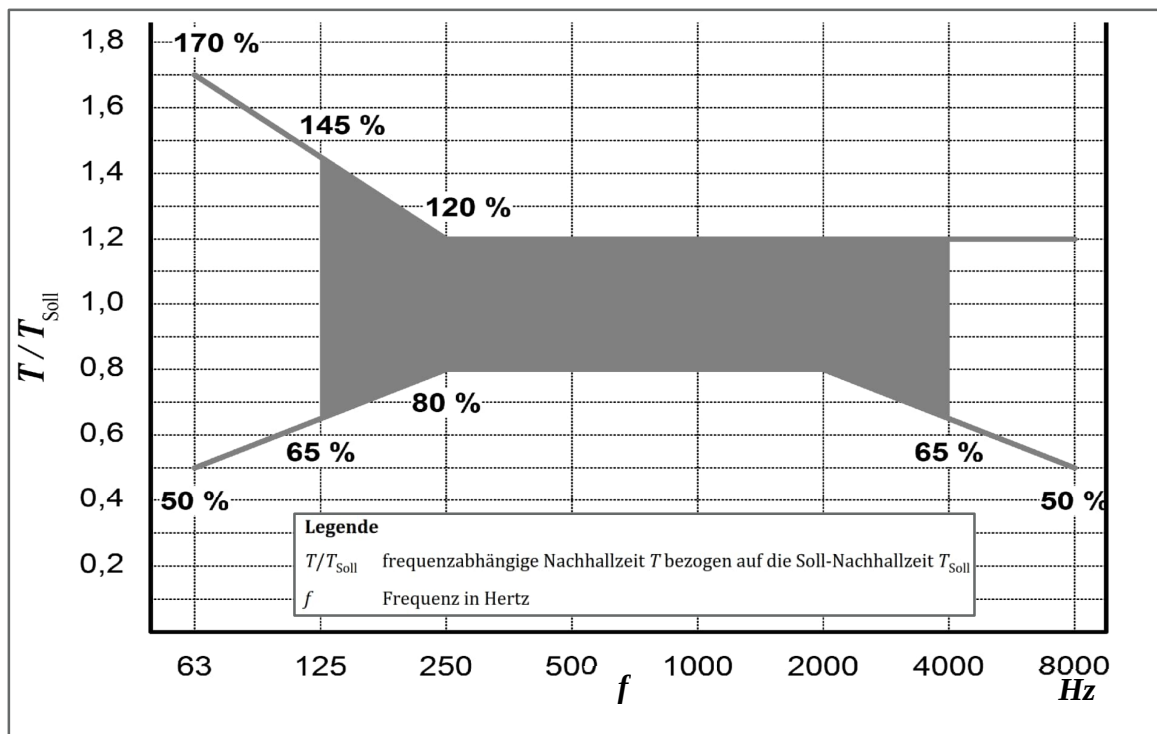


Abb. 1: Toleranzbereich der frequenzabhängigen Nachhallzeit T für die Nutzungsarten A1 bis A4

Anmerkungen:

Die Räume der Gruppe A sind einer der in Tabelle 1 der DIN 18041^[3] genannten fünf Nutzungsarten A1 bis A5 zuzuordnen. Für die in der DIN 18041^[3] behandelten Räume ist in der Regel ein linearer frequenzabhängiger Verlauf für die Nachhallzeit anzustreben. Ein moderater Anstieg der Nachhallzeit zu tiefen Frequenzen beeinträchtigt die Hörsamkeit jedoch nicht. Die Sollwerte der Nachhallzeit sind mathematisch gerundet mit zwei Nachkommastellen anzugeben. Die Anforderungen an die Nachhallzeit beziehen sich auf den besetzten Zustand (Besetzungsgrad von etwa 80 % der Regelbesetzung, siehe Anhang A) des jeweiligen Raumes. Die geforderte Soll-Nachhallzeit bezieht sich gemäß der Anmerkung 2 in dem Abschnitt 3.11 der DIN 18041^[3] auf mittlere Frequenzen (500 Hz bzw. 1.000 Hz).

Von Personen mit Hörschäden wird gemäß der DIN 18041^[3] 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-, Aufmerksamkeitsstörungen, Leistungsbeeinträchtigungen etc.). **Im Zweifelsfall** sollten in Räumen zur Sprach-Information und Sprach-Kommunikation **eher kürzere als längere Nachhallzeiten** realisiert werden. Bei den Mehrzwecknutzungen sind entsprechend der Wertigkeit der Hauptnutzung geeignete Zwischenwerte zwischen Sollwerten zu ermitteln, sofern nicht durch variable akustische Maßnahmen die unterschiedlichen Anforderungen berücksichtigt werden.

3.2.2 Raumakustische Empfehlungen an Räume der Raumgruppe B

Bei der **Raumgruppe B** (z. B. Büroräume etc.) wird die Hörsamkeit über geringe Entfernungen durch Schallabsorption und Störgeräuschminderung erreicht. In der Raumgruppe B ist die Hörsamkeit über größere Entfernungen stark eingeschränkt.

Die **Orientierungswerte** für das Verhältnis von äquivalenter Schallabsorptionsfläche A zum Raumvolumen V (A/V -Verhältnis) für die, in dem Abschnitt 4.3.2 der DIN 18041^[3] genannten, fünf Nutzungsarten B1 bis B5 werden nach den, in Tabelle 3 der DIN 18041^[3] genannten, Gleichungen (7) bis (10) wie folgt berechnet:

B1 „Räume ohne Aufenthaltsqualität“:

$A/V_{\text{orient, B1}}$ ohne Anforderung

B2 „Räume zum kurzfristigen Verweilen“:

$A/V_{\text{orient, B2}}$ bei $h \leq 2,5 \text{ m}$: $\geq 0,15$ sowie
bei $h > 2,5 \text{ m}$: $\geq [4,80 + 4,69 \log(h / 1 \text{ m})]^{-1}$

B3 „Räume zum längerfristigen Verweilen“:

$A/V_{\text{orient, B3}}$ bei $h \leq 2,5 \text{ m}$: $\geq 0,20$ sowie
bei $h > 2,5 \text{ m}$: $\geq [3,13 + 4,69 \log(h / 1 \text{ m})]^{-1}$

B4 „Räume mit Bedarf an Lärminderung & Raumkomfort“:

$A/V_{\text{orient, B4}}$ bei $h \leq 2,5 \text{ m}$: $\geq 0,25$ sowie
bei $h > 2,5 \text{ m}$: $\geq [2,13 + 4,69 \log(h / 1 \text{ m})]^{-1}$

B5 „Räume mit besonderem Bedarf an Lärminderung & Raumkomfort“:

$A/V_{\text{orient, B5}}$ bei $h \leq 2,5 \text{ m}$: $\geq 0,30$ sowie
bei $h > 2,5 \text{ m}$: $\geq [1,47 + 4,69 \log(h / 1 \text{ m})]^{-1}$

Anmerkungen:

Die Räume der Gruppe B sind einer der in Tabelle 2 der DIN 18041^[3] genannten fünf Nutzungsarten B1 bis B5 zuzuordnen. Vergleichbare Räume sind sinngemäß einzuordnen. Bei Räumen mit mehreren Nutzungen bzw. Nutzungsarten (z. B. Empfang mit einem Arbeitsplatz o. Ä.) ist die jeweils höhere Empfehlung an das A/V -Verhältnis zu berücksichtigen. Die zuvor genannten Orientierungswerte für das mindestens erforderliche A/V -Verhältnis gelten in den einzelnen Oktaven von 250 bis 2.000 Hz ohne die Berücksichtigung der Schallabsorption durch Personen.

4. Prüfung und Bewertung der vorhandenen Hörsamkeit in Räumen

Die messtechnische Prüfung und Bewertung der vorhandenen Hörsamkeit in den innerhalb des Objektes exemplarisch untersuchten Räumen (Raumakustik) erfolgte nach den Vorgaben der ArbStättV^[1] bzw. ASR A3.7^[2] und der DIN 18041^[3].

4.1 Durchführung der messtechnischen Prüfung

Die messtechnische Prüfung der vorhandenen Hörsamkeit bzw. der vorhandenen Nachhallzeiten in den innerhalb des Objektes vorhandenen, exemplarisch untersuchten Räumen (Raumakustik) wurde am 28.05.2023 vom Unterzeichner mit kalibriertem und geeichtem Schallpegelmessgerät der Klasse 1 nach DIN EN 61672^[4] durchgeführt. Die Messeinrichtung wurde vor und nach der messtechnischen Prüfung kalibriert. Dabei wurden keine wesentlichen Abweichungen festgestellt.

4.2 Darstellung von Ergebnissen der messtechnischen Prüfung

Die Ergebnisse der nach den in der DIN EN ISO 3382-2^[5] genannten Messverfahren durchgeführten messtechnischen Prüfung der vorhandenen Hörsamkeit bzw. vorhandenen Nachhallzeiten in den innerhalb des Objektes untersuchten Räumen (Raumakustik) werden in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 2: Darstellung von Ergebnissen der durchgeführten messtechnischen Prüfung

Zeile	Untersuchte Räume	Raumzustand	Raumgeometrie	Ergebnisse (Einzelwerte)
1	Ratssaal im 1. OG des Objektes	Üblich möbliert und unbesetzt	$V \approx 667 \text{ m}^3$ $h \approx 4,9 \text{ m}$	T_{vorh} (250 bis 2.000 Hz) = 1,30 s T_{vorh} (500 bis 1.000 Hz) = 1,28 s siehe auch Prüfbericht Nr.: B24-052 in Anlage 2, Seite 2
2	Nebenraum des Ratssaals im 1. OG des Objektes	Üblich möbliert und unbesetzt	$V \approx 128 \text{ m}^3$ $h \approx 3,4 \text{ m}$	T_{vorh} (250 bis 2.000 Hz) = 0,51 s T_{vorh} (500 bis 1.000 Hz) = 0,52 s siehe auch Prüfbericht Nr.: B24-053 in Anlage 2, Seite 3

Anmerkungen:

Die detaillierten Ergebnisse der durchgeführten messtechnischen Prüfung sowie der Prüfzustand der untersuchten (z. B. unmöbliert etc.) Räume sind den in der Anlage 2 des vorliegenden Gutachtens beigefügten Prüfberichten zu entnehmen.

4.3 Bewertung von Ergebnissen der messtechnischen Prüfung

Die in der ASR A3.7^[2] genannten Sollwerte und in der DIN 18041^[3] genannten Soll- bzw. Orientierungswerte für die innerhalb des Objektes exemplarisch untersuchten Räume werden in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 3: Zusammenfassende Darstellung der Anforderungen für die untersuchten Räume

Zeile	Untersuchte Räume	Anforderungen der ASR A3.7 (Sollwerte)	Anforderungen der DIN 18041 (Soll- bzw. Orientierungswerte)
1	Ratssaal im 1. OG des Objektes	T_{soll} (250 bis 2.000 Hz) $\leq 0,72 \text{ s}$ Sonstige Arbeitsräume mit Sprachkommunikation ($\alpha \geq 0,3$)	T_{soll} (500 bis 1.000 Hz) $\leq 0,73 \text{ s}$ A3 (z. B. Rats- und Gemeindesaal mit der inkluisiven Nutzung und ähnliche Räume)

Tabelle 3: Fortsetzung

Zeile	Untersuchte Räume	Anforderungen der ASR A3.7 (Sollwerte)	Anforderungen der DIN 18041 (Soll- bzw. Orientierungswerte)
2	Nebenraum des Ratssaals im 1. OG des Objektes	T_{soll} (250 bis 2.000 Hz) $\leq 0,44$ s Sonstige Arbeitsräume mit Sprachkommunikation ($\bar{\alpha} \geq 0,3$)	T_{soll} (500 bis 1.000 Hz) $\leq 0,41$ s A4 (z. B. Besprechungsräume mit der inklusive Nutzung und ähnliche Räume)

Anmerkungen:

Die Sollwerte der Nachhallzeit in Räumen der Raumgruppe A beziehen sich auf den besetzten Zustand (Besetzungsgrad: mindestens 80% der Regelbesetzung gemäß Anhang A der DIN 18041^[3]) des jeweiligen Raumes. Die Orientierungswerte für mindestens erforderliches A/V-Verhältnis in Räumen der Raumgruppe B gelten dagegen ohne die Berücksichtigung der Schallabsorption durch Personen.

Bei der messtechnischen Prüfung der vorhandenen Nachhallzeiten in Räumen der Raumgruppe A im unbesetzten Zustand, muss gemäß dem Abschnitt A.3 der DIN 18041^[3] die Schallabsorption von Personen rechnerisch für die Oktaven mit den Mittenfrequenzen zwischen 125 Hz und 4.000 Hz wie folgt berücksichtigt werden:

$$T_{\text{prog}} = T_{\text{vorh}} / (1 + T_{\text{vorh}} \cdot \Delta A_P / 0,16 \cdot V)$$

mit

T_{prog} Nachhallzeit für besetzten (80 % der Regelbesetzung) Raum [s]

T_{vorh} Nachhallzeit für unbesetzten (Messergebnis) Raum [m²]

V Volumen des Raumes [m³]

ΔA_P zusätzliche äquivalente Schallabsorptionsfläche der Personen zwischen unbesetztem und besetztem Raum nach Tabelle A.1 [m²]

Die Ergebnisse der nach der z. g. Gleichung durchgeführten Prognose der im besetzten Zustand zu erwartenden Nachhallzeiten in den innerhalb des Objektes exemplarisch untersuchten Räumen der Raumgruppe A sowie der durchgeführten messtechnischen Prüfung der vorhandenen Hörsamkeit in den, im unbesetzten Zustand untersuchten, Räumen der Raumgruppe B werden in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt sowie den in der ASR A3.7^[2] genannten Sollwerten und den in der DIN 18041^[3] genannten Soll- bzw. Orientierungswerten als auch den dazugehörigen Toleranzbereichen gegenübergestellt und bewertet.

Tabelle 4: Bewertung von Ergebnissen der durchgeführten messtechnischen Prüfung

Zeile	Untersuchte Räume	Ergebnisse für den zu bewertenden Zustand	Anforderung der ASR A3.7	Anforderung der DIN 18041
1	Ratssaal im 1. OG des Objektes	T_{prog} (250 bis 2.000 Hz) $\approx 1,22$ s T_{prog} (500 bis 1.000 Hz) $\approx 1,21$ s siehe auch Berechnungsblatt 1 in Anlage 3, Seite 2	$T_{\text{soll}} \leq 0,72$ s Einzahlwert des Sollwertes nicht eingehalten	$T_{\text{soll}} \leq 0,73$ s Einzahlwert des Sollwertes nicht eingehalten
	Oktavband-Bewertung: Die, für den besetzten Zustand, prognostizierte Nachhallzeit liegt vollständig oberhalb der Sollwerte der ASR A3.7 sowie auch des Toleranzbereiches des Sollwertes der DIN 18041. Gesamt-Bewertung: Anforderung der ASR A3.7 ist nicht eingehalten . Anforderung der DIN 18041 ist nicht eingehalten .			
2	Nebenraum des Ratssaals im 1. OG des Objektes	T_{prog} (250 bis 2.000 Hz) $\approx 0,42$ s T_{prog} (500 bis 1.000 Hz) $\approx 0,43$ s siehe auch Berechnungsblatt 1 in Anlage 3, Seite 3	$T_{\text{soll}} \leq 0,44$ s Einzahlwert des Sollwertes nicht eingehalten	$T_{\text{soll}} \leq 0,41$ s Einzahlwert des Sollwertes nicht eingehalten
	Oktavband-Bewertung: Die, für den besetzten Zustand, prognostizierte Nachhallzeit liegt ober- und unterhalb der Sollwerte der ASR A3.7 sowie ober- und innerhalb des Toleranzbereiches des Sollwertes der DIN 18041. Gesamt-Bewertung: Anforderung der ASR A3.7 ist nicht eingehalten . Anforderung der DIN 18041 ist nicht eingehalten .			

Anmerkung:

Die detaillierten Ergebnisse der Nachhallzeitprognose sind den in der Anlage 3 des vorliegenden Gutachtens beigefügten Berechnungsblättern zu entnehmen.

5. Empfohlene Verbesserungsmaßnahmen

Zur Realisierung einer im Sinne der ArbStättV^[1] bzw. ASR A3.7^[2] und auch DIN 18041^[3] optimalen Hörsamkeit in den innerhalb des Objektes untersuchten und ggf. vergleichbaren Räumen (Raumakustik) wird die Ausführung der in der nachfolgenden Tabelle beispielhaft genannten Verbesserungsmaßnahmen empfohlen.

Tabelle 5: Empfohlene Verbesserungsmaßnahmen für die untersuchten Räume

Zeile	Flächen etc.	Beschreibung der empfohlenen Verbesserungsmaßnahmen
1	Ratssaal im 1. OG des Objektes	
1.1	Decke	Ausführung einer zusätzlichen vollflächigen ($S \geq 95 \% \cdot S_G$) schallabsorbierenden ($\alpha_w \geq 0,95$) Beschichtung [z. B. Akustischer Spritzputz, System Acosorb, DC5, 45 mm oder gleichwertig] <u>oder alternativ zu der Beschichtung</u> Ersatz der vorhandenen Unterdecke durch eine vollflächige ($S \geq 95 \% \cdot S_G$) Unterdecke aus schallabsorbierenden ($\alpha_w \geq 0,95$) Platten oder Verkleidungssystemen [z. B. System Ecophon, Fokus, tKh ≥ 200 mm oder gleichwertig]. 
1.2	Wände	Ausführung von schallabsorbierenden ($\alpha_w \geq 0,95$) Elementen (z. B. Wandpaneel etc.) mit einer verbesserten Schallabsorption im Tieffrequenzbereich (≤ 250 Hz) und einer Fläche von $S \geq 13,0 \text{ m}^2$ (entspricht ≥ 8 Elementen mit 2,7 m Länge x 0,6 m Breite) und ggf. einer widerstandsfähigen Oberfläche in den Wandbereichen, die nicht durch Möbel, Fenster, Türen etc. gegliedert sind [z. B. System Ecophon, Akusto Wall C, Super G, tKh ≥ 50 mm oder glw.] u. a. zur Vermeidung von Flatterechos zwischen zueinander parallelen Wandbereichen.
1.3	Mobile Möblierung	Ausstattung der mobilen Möblierung (z. B. Stühle und Tische etc.) bei harten Bodenbelägen (z. B. Parkett, Platten, PVC etc.) mit geeigneten geräuscharmen Fußbodenkontakten (z. B. Gummiunterlagen, Filzgleiter etc.) zur Minderung von Störgeräuschen (z. B. durch das Verrücken der Stühle sowie Tische etc.).
2	Nebenraum des Ratssaals im 1. OG des Objektes	
2.1	Wände	Ausführung von schallabsorbierenden ($\alpha_w \geq 0,95$) Elementen (z. B. Wandpaneel etc.) mit einer verbesserten Schallabsorption im Tieffrequenzbereich (≤ 250 Hz) und einer Fläche von $S \geq 11,3 \text{ m}^2$ (entspricht ≥ 7 Elementen mit 2,7 m Länge x 0,6 m Breite) und gegebenenfalls einer widerstandsfähigen Oberfläche in den oberen Wandbereichen (oberhalb der vorhandenen Vertäfelung), die nicht durch Möbel, Fenster, Türen etc. gegliedert sind [z. B. System Ecophon, Akusto Wall C + Extra Bass, Super G, tKh ≥ 50 mm oder glw.] u. a. zur Vermeidung von Flatterechos zwischen zueinander parallelen Wandbereichen.
A	frequenzabhängige äquivalente Schallabsorptionsfläche [m ²]	
α_w	bewerteter Schallabsorptionsgrad der jeweiligen Oberfläche [-]	
S	Oberfläche der Raumbegrenzungsflächen [m ²]	
S_G	Grundfläche des Raumes [m ²]	

Wichtige Hinweise:

Bei Dimensionierung der zuvor genannten empfohlenen Verbesserungsmaßnahmen wurden nur die Belange der Hörsamkeit in Räumen (Raumakustik) berücksichtigt. Sonstige Belange sind mit entsprechenden Fachplanern abzustimmen.

6. Allgemeine Planungs- und Ausführungshinweise

Gemäß dem Abschnitt 5.4 der DIN 18041^[3] ist es grundsätzlich wünschenswert, **absorbierende Flächen und Elemente gleichmäßig auf die Raumbooberflächen bzw. im Raum zu verteilen**. Die Schallabsorber mit bevorzugter Wirksamkeit im tieffrequenten Bereich sind in Schallquellennähe, in Raumecken oder -kanten besonders wirksam. Bei zueinander parallelen Flächen sollte zumindest eine der gegenüberliegenden Flächen gegliedert oder schallabsorbierend gestaltet werden.

Bei **kleinen Räumen** mit einem Volumen **bis etwa 250 m³** ist gemäß dem Abschnitt 5.3.2 der DIN 18041 ^[3] eine **Überdämpfung** des Raumes durch schallabsorbierende Maßnahmen in der Regel **nicht zu befürchten**. In kleineren Räumen von unter 250 m³ können höhere Volumenkenzahlen und die damit bei gleicher Nachhallzeit verbundene Geräuschpegelminderung von Vorteil sein. Besonders in kleinen Räumen können störende **Dröhneffekte bei tiefen Frequenzen** auftreten.

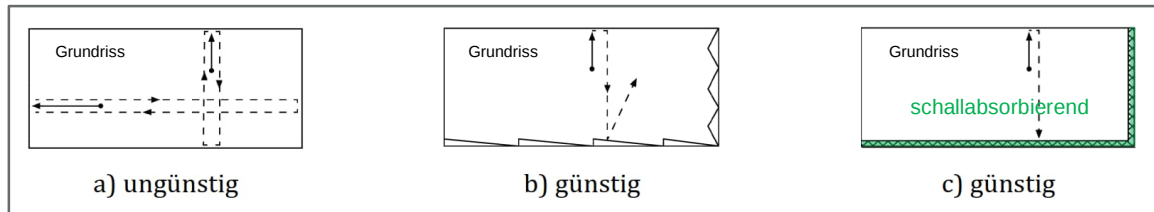


Abb. 2: Empfohlene Anordnung der schallabsorbierenden Flächen bzw. Elemente im Wandbereich

In den Räumen mit einer rechtwinkligen Raumgeometrie und weitgehend ebener Beschaffenheit der Oberflächen können sich bei der ungünstigen Verteilung der schallabsorbierenden Flächen (z. B. bei der ausschließlich schallabsorbierenden Bekleidung der Decke etc.) deutlich längere Nachhallzeiten einstellen, als dies nach der Berechnung nach den in Anhang A der DIN 18041 ^[3] zitierten Methoden gemäß der DIN EN ISO 12354-6 ^[6] zu erwarten ist. Um dies zu verhindern, sollten zusätzlich zu den schallabsorbierenden Decken geeignete schallabsorbierende Flächen bzw. Elemente in Wandbereichen (z. B. Wandpaneele etc.) vorgesehen werden. Die **schallabsorbierenden Flächen bzw. Elemente** sind, falls möglich, **in Höhe von 80 bis 200 cm über dem Fußboden**, vorzugsweise im Bereich der gegenüber den Fenstern rückwärtigen Wände anzuordnen. Die schallabsorbierenden Flächen bzw. Elemente können auch als Pinnwand o. ä. genutzt werden.

Die **textilen Gehbeläge** absorbieren gemäß dem Abschnitt 5.4 der DIN 18041 ^[3] den Schall in der Regel lediglich bei hohen Frequenzen und reichen als alleinige raumakustische Maßnahme nicht aus, sie verringern aber die Geräuschenstehung am Fußboden. Die Schallabsorption von **Vorhängen** oder anderen innenliegenden Verdunklungsmaßnahmen ist stark von der Anordnung sowie dem gewählten Material und von der dauerhaft vorhandenen wirksamen Fläche abhängig.

7. Nachweis einer optimalen Hörsamkeit in Räumen (Raumakustik)

Der Nachweis einer im Sinne der ArbStättV ^[1] bzw. ASR A3.7 ^[2] in Verbindung mit den, für inklusive Nutzung der Räume, erhöhten Anforderungen der DIN 18041 ^[3], optimalen Hörsamkeit in Räumen (Raumakustik) innerhalb des geplanten Vorhabens erfolgt nach den Rechenverfahren der DIN EN 12354-6 ^[6] unter Berücksichtigung der zuvor im Abschnitt 5 des vorliegenden Gutachtens genannten, beispielhaft empfohlenen bzw. vorgegebenen raumakustisch wirksamen Maßnahmen.

Die, in Räumen innerhalb des geplanten Vorhabens, nach der Umsetzung der zuvor im Abschnitt 5 des vorliegenden Gutachtens genannten, beispielhaft empfohlenen bzw. vorgegebenen raumakustisch wirksamen Maßnahmen, zu erwartenden frequenzabhängigen Nachhallzeiten werden gemäß dem in der DIN EN 12354-6 ^[6] genannten Rechenverfahren (Formel nach Sabine) wie folgt prognostiziert:

$$T_{\text{prog}} = 0,16 \cdot V (1 - \psi) / (\sum (\alpha_{s,i} \cdot S_i) + \sum A_{\text{obj},j} + \sum (\alpha_{s,k} \cdot S_k) + A_{\text{air}})$$

mit

V Volumen des leeren Raumes ohne Objekte [m³]

ψ Objektanteil [-]

$\alpha_{s,i}$ Absorptionsgrad der Oberfläche i [-]

S_i Inhalt der Oberfläche i [m²]

$A_{\text{obj},j}$ äquivalente Absorptionsfläche des Objektes j [m²]

$\alpha_{s,k}$ Absorptionsgrad der Objektanordnung k [-]

S_k von der Objektanordnung abgedeckte Oberfläche k [m²]

A_{air} äquivalente Absorptionsfläche der Luftabsorption [m²]

Wichtige Hinweise:

Das Rechenmodell der DIN EN 12354-6^[6] ist auf Räume mit **den regelmäßig ausgebildeten Volumina** (keine Dimension sollte mehr als das 5-fache jeder anderen Dimension betragen) und mit der **gleichmäßig verteilten Absorption** (die schallabsorbierenden Flächen sollen auf alle drei Raumdimensionen verteilt sein, das heißt der mittlere Schallabsorptionsgrad für die Flächen in den drei Raumdimensionen soll nicht mehr als um den Faktor 3 abweichen, insbesondere wenn keine schallstreuenden Objekte oder Oberflächen vorhanden sind.) sowie mit nicht zu vielen Objekten (der Objektanteil sollte kleiner als 0,2 sein) begrenzt.

Wenn die z. g. Voraussetzungen nicht erfüllt sind, **kann die tatsächliche Nachhallzeit häufig länger als berechnete** sein. Angaben dazu, wie in diesen Fällen die Nachhallzeit zu bestimmen ist, sind in Anhang D der DIN EN 12354-6^[6] enthalten. Gemäß der DIN EN 12354-6^[6] haben die begrenzten praktischen Erfahrungen gezeigt, dass für Situationen mit einer geringen Diffusität (aufgrund von unregelmäßiger Raumform, unregelmäßiger Absorptionsverteilung, nur wenigen schallstreuenden Objekten oder geringer Modendichte), die tatsächliche Nachhallzeit bis zu zweimal so groß wie die vorhergesagte Nachhallzeit sein kann.

Die Ergebnisse der, nach dem in der DIN EN 12354-6^[6] genannten Rechenverfahren (Formel nach Sabine) durchgeführten, Prognose der, in den innerhalb des Objektes exemplarisch untersuchten und ggf. auch vergleichbaren Räumen, nach der Umsetzung der zuvor im Abschnitt 5 des vorliegenden Gutachtens genannten, beispielhaft empfohlenen raumakustisch wirksamen Verbesserungsmaßnahmen, zu erwartenden frequenzabhängigen Nachhallzeiten werden in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt sowie den in der ASR A3.7^[2] genannten Sollwerten und den in der DIN 18041^[3] genannten Soll- bzw. Orientierungswerten sowie den dazugehörigen Toleranzbereichen gegenübergestellt und bewertet.

Tabelle 6: Zusammenfassende Darstellung und Bewertung von Ergebnissen der Nachhallzeitprognose mit den empfohlenen raumakustisch wirksamen Verbesserungsmaßnahmen

Zeile	Untersuchte Räume	Ergebnisse für optimierten Zustand	Anforderung der ASR A3.7	Anforderung der DIN 18041
1	Ratssaal im 1. OG des Objektes Oktavband-Bewertung: Die, nach der Umsetzung der im Abschnitt 5 beispielhaft empfohlenen raumakustisch wirksamen Verbesserungsmaßnahmen, zu erwartende optimierte Nachhallzeit liegt vollständig unterhalb der Sollwerte der ASR A3.7 sowie inner- und unterhalb des Toleranzbereiches des Sollwertes der DIN 18041. Gesamt-Bewertung: Anforderung der ASR A3.7 ist eingehalten. Anforderung der DIN 18041 ist eingehalten.	T_{opt} (250 bis 2.000 Hz) $\approx 0,62$ s T_{opt} (500 bis 1.000 Hz) $\approx 0,60$ s siehe auch Berechnungsblatt 2 in Anlage 4, Seite 2	$T_{\text{soll}} \leq 0,72$ s Einzahlwert des Sollwertes eingehalten	$T_{\text{soll}} \leq 0,73$ s Einzahlwert des Sollwertes eingehalten
2	Nebenraum des Ratssaals im 1. OG des Objektes Oktavband-Bewertung: Die, nach der Umsetzung der im Abschnitt 5 beispielhaft empfohlenen raumakustisch wirksamen Verbesserungsmaßnahmen, zu erwartende optimierte Nachhallzeit liegt vollständig unterhalb der Sollwerte der ASR A3.7 sowie inner- und unterhalb des Toleranzbereiches des Sollwertes der DIN 18041. Gesamt-Bewertung: Anforderung der ASR A3.7 ist eingehalten. Anforderung der DIN 18041 ist eingehalten.	T_{opt} (250 bis 2.000 Hz) $\approx 0,35$ s T_{opt} (500 bis 1.000 Hz) $\approx 0,35$ s siehe auch Berechnungsblatt 2 in Anlage 4, Seite 3	$T_{\text{soll}} \leq 0,44$ s Einzahlwert des Sollwertes eingehalten	$T_{\text{soll}} \leq 0,41$ s Einzahlwert des Sollwertes eingehalten

Anmerkung:

Die detaillierten Ergebnisse der Nachhallzeitprognose sind den in der Anlage 4 des vorliegenden Gutachtens beigefügten Berechnungsblättern zu entnehmen.

8. Zusammenfassung

Auftragsgemäß wurde innerhalb des ehemaligen Rathausgebäudes, Kamblickweg 27 in 45307 Essen, im Rahmen der geplanten Umgestaltung des Ratssaals, die vorhandene Hörsamkeit (Raumakustik) in dem Ratssaal und dem angrenzenden, durch eine mobile Trennwand mit dem Ratssaal verbundenen, Nebenraum im 1. OG des Objektes messtechnisch mit einem geeichten Schallpegelmessgerät der Klasse 1 nach DIN EN 61672 ^[4] nach den in der DIN EN ISO 3382-2 ^[5] genannten Messverfahren überprüft sowie den aktuell geltenden Anforderungen der ArbStättV ^[1] bzw. ASR A3.7 ^[2] in Verbindung mit Vorgaben der DIN 18041 ^[3] zur Hörsamkeit in gewöhnlichen Räumen (Raumakustik) gegenübergestellt und bewertet.

Zusammenfassend wird, zur Verbesserung der vorhandenen Hörsamkeit in den innerhalb des Objektes untersuchten und ggf. vergleichbaren Räumen (Raumakustik), die Umsetzung der im Abschnitt 5 des vorliegenden Gutachtens beispielhaft genannten raumakustisch wirksamen Verbesserungsmaßnahmen empfohlen. Die ergänzenden Detailpunkte der im Abschnitt 5 des vorliegenden Gutachtens beispielhaft empfohlenen Verbesserungsmaßnahmen sind im Zuge der Ausführungsplanung mit dem Unterzeichner des vorliegenden Gutachtens abzustimmen.


(Dipl.-Ing. Jakob Batt)



Dipl.-Ing.

Jakob Batt

Beratender Ingenieur

Staatlich anerkannter Sachverständiger
für Schall- und Wärmeschutz

Zertifizierter Passivhaus-Planer

ANLAGE 1

Dokumentation der berücksichtigten Vorschriften

Projekt-Nr.: 24-025

Objekt: Ehemaliges Rathausgebäude
Kamblickweg 27
45307 Essen

Vorhaben: Verbesserung der vorhandenen
Hörsamkeit in den einzelnen
Räumen innerhalb des Objektes

Auftraggeber: Stadt Essen
Immobilienwirtschaft
Lindenallee 59-67
45127 Essen

Verfasser: Dipl.-Ing. Jakob Batt

Datum: 25. Juni 2024

A1.1 Berücksichtigte Vorschriften

- [1] Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - **ArbStättV**) vom 12. August 2004 (BGBl. I S. 2179), zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 22. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3334).
- [2] Technische Regel für Arbeitsstätten (ASR) **A3.7 „Lärm“** vom März 2021 (GMBI 2021, S. 543).
- [3] **DIN 18041** „Hörsamkeit in Räumen - Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung“, März 2016
- [4] **DIN EN 61672** „Elektroakustik - Schallpegelmesser, Teile 1 bis 3“ vom Juli 2014 bis Januar 2018
- [5] **DIN EN ISO 3382-2** „Messung von Parametern der Raumakustik, Teil 2: Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen“, September 2008
- [6] **DIN EN 12354-6** „Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften, Teil 6: Schallabsorption in Räumen“, April 2004

Dipl.-Ing.

Jakob Batt

Beratender Ingenieur

Staatlich anerkannter Sachverständiger
für Schall- und Wärmeschutz

Zertifizierter Passivhaus-Planer

ANLAGE 2

Dokumentation der detaillierten Ergebnisse der messtechnischen Prüfung vom 28. Mai 2024

Projekt-Nr.: 24-025

Objekt: Ehemaliges Rathausgebäude
Kamblickweg 27
45307 Essen

Vorhaben: Verbesserung der vorhandenen
Hörsamkeit in den einzelnen
Räumen innerhalb des Objektes

Auftraggeber: Stadt Essen
Immobilienwirtschaft
Lindenallee 59-67
45127 Essen

Verfasser: Dipl.-Ing. Jakob Batt

Datum: 25. Juni 2024

Nachhallzeit nach DIN EN ISO 3382-2

Messung der Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen

Objekt: Ehemaliges Rathausgebäude
Kamblickweg 27
45307 Essen

Auftraggeber: Stadt Essen - Immobilienwirtschaft
Lindenallee 59-67
45127 Essen

Prüfgegenstand: Raatssaal im 1. OG des Objektes

Prüfzustand: Bestandssituation (Betriebsfertiger Zustand)

Oberflächen: Decke: glatte & strukturierte Oberfläche / Wände: glatte Oberflächen / Fußboden: harter Bodenbelag

Möblierung: Übliche Möblierung

Besetzung: Unbesetzt

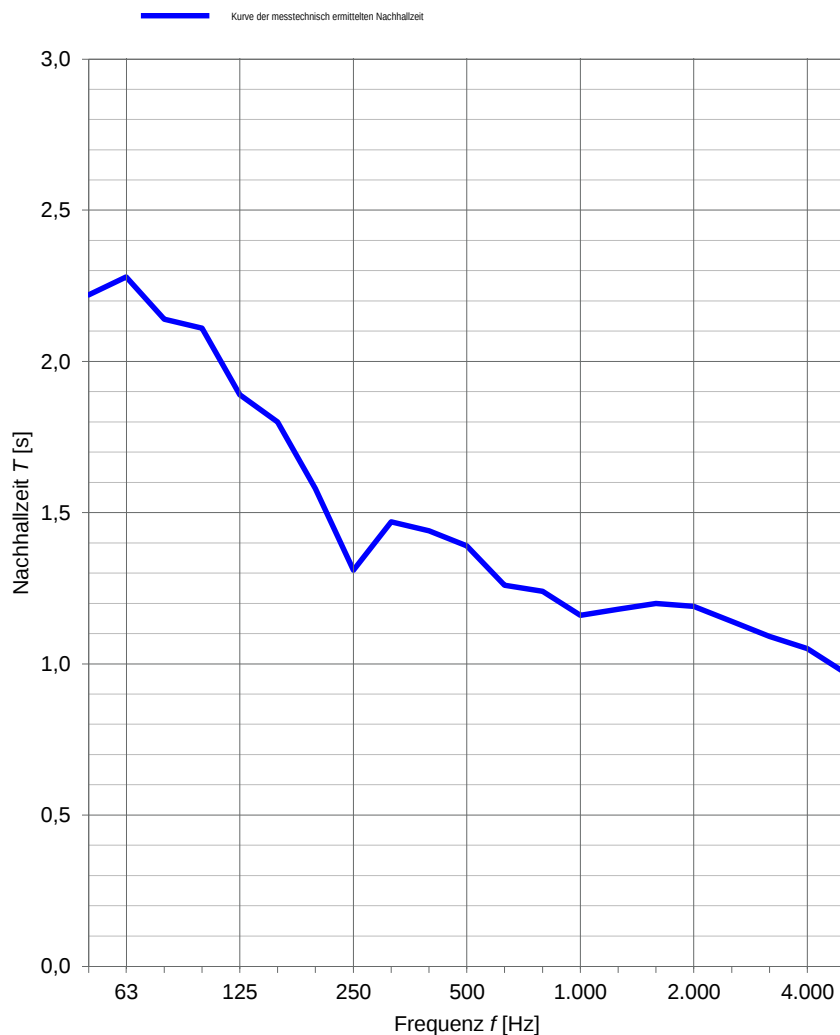
Messverfahren: Verfahren der integrierten Impulsantwort (Sinus-Sweep)

Prüfdatum: 28. Mai 2024

Raumvolumen: $V \approx 667 \text{ m}^3$

Raumhöhe: $h \approx 4,9 \text{ m}$

Frequenz f [Hz]	Nachhallzeit T Terz [s]	Oktav [s]
50	2,22	2,21
63	2,28	
80	2,14	
100	2,11	1,93
125	1,89	
160	1,80	
200	1,58	1,45
250	1,31	
315	1,47	
400	1,44	1,36
500	1,39	
630	1,26	
800	1,24	1,19
1.000	1,16	
1.250	1,18	
1.600	1,20	1,18
2.000	1,19	
2.500	1,14	
3.150	1,09	1,04
4.000	1,05	
5.000	0,97	



Bewertung nach DIN EN ISO 3382-1:

$T_{30, \text{mid}} = 1,28 \text{ s}$

Die Ermittlung basiert auf Gebäude-Messungen,
die in Terzbändern gewonnen wurden.

$T_{250-2.000} = 1,30 \text{ s}$

$A/V_{250-2.000} = 0,13 \text{ m}^{-1}$

$T_{500-1.000} = 1,28 \text{ s}$

$A/V_{500-1.000} = 0,13 \text{ m}^{-1}$

Ingenieurbüro BATT
Kaninenberghöhe 2
45136 Essen

Prüfbericht Nr.: B24-052

Essen, den 25. Juni 2024

(Dipl.-Ing. Jakob Batt)

Nachhallzeit nach DIN EN ISO 3382-2

Messung der Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen

Objekt: Ehemaliges Rathausgebäude
Kamblickweg 27
45307 Essen

Auftraggeber: Stadt Essen - Immobilienwirtschaft
Lindenallee 59-67
45127 Essen

Prüfgegenstand: Nebenraum des Raatssaal im 1. OG des Objektes

Prüfzustand: Bestandssituation (Betriebsfertiger Zustand)

Oberflächen: Decke: schallabsorbierende Oberfläche / Wände: glatte Oberflächen / Fußboden: harter Bodenbelag

Möblierung: Übliche Möblierung

Besetzung: Unbesetzt

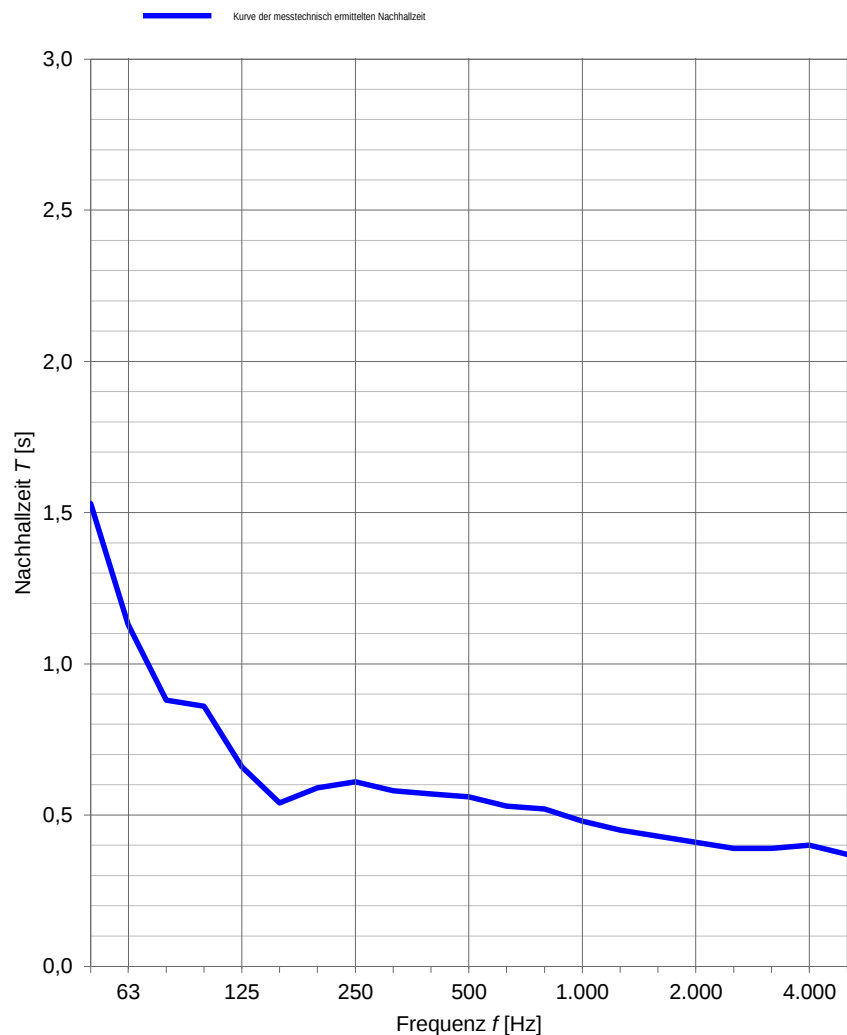
Messverfahren: Verfahren der integrierten Impulsantwort (Sinus-Sweep)

Prüfdatum: 28. Mai 2024

Raumvolumen: $V \approx 128 \text{ m}^3$

Raumhöhe: $h \approx 3,4 \text{ m}$

Frequenz f [Hz]	Nachhallzeit T Terz [s]	Oktav [s]
50	1,53	
63	1,13	1,18
80	0,88	
100	0,86	
125	0,66	0,69
160	0,54	
200	0,59	
250	0,61	0,59
315	0,58	
400	0,57	
500	0,56	0,55
630	0,53	
800	0,52	
1.000	0,48	0,48
1.250	0,45	
1.600	0,43	
2.000	0,41	0,41
2.500	0,39	
3.150	0,39	
4.000	0,40	0,39
5.000	0,37	



Bewertung nach DIN EN ISO 3382-1:

$T_{30, \text{mid}} = 0,52 \text{ s}$

Die Ermittlung basiert auf Gebäude-Messungen,
die in Terzbändern gewonnen wurden.

$T_{250-2.000} = 0,51 \text{ s}$

$A/V_{250-2.000} = 0,32 \text{ m}^{-1}$

$T_{500-1.000} = 0,52 \text{ s}$

$A/V_{500-1.000} = 0,31 \text{ m}^{-1}$

Ingenieurbüro BATT
Kaninenberghöhe 2
45136 Essen

Prüfbericht Nr.: B24-053

Essen, den 25. Juni 2024


(Dipl.-Ing. Jakob Batt)

Dipl.-Ing.

Jakob Batt

Beratender Ingenieur

Staatlich anerkannter Sachverständiger
für Schall- und Wärmeschutz

Zertifizierter Passivhaus-Planer

ANLAGE 3

Dokumentation der Bewertung von Ergebnissen der durchgeführten mess- technischen Prüfung

Projekt-Nr.: 24-025

Objekt: Ehemaliges Rathausgebäude
Kamblickweg 27
45307 Essen

Vorhaben: Verbesserung der vorhandenen
Hörsamkeit in den einzelnen
Räumen innerhalb des Objektes

Auftraggeber: Stadt Essen
Immobilienwirtschaft
Lindenallee 59-67
45127 Essen

Verfasser: Dipl.-Ing. Jakob Batt

Datum: 25. Juni 2024

Nachhallzeitprognose nach DIN 18041

Berechnung der zusätzlichen Schallabsorption von Personen

Objekt: Ehemaliges Rathausgebäude
Kamblickweg 27
45307 Essen

Auftraggeber: Stadt Essen - Immobilienwirtschaft
Lindenallee 59-67
45127 Essen

Raum: Raatsaal im 1. OG des Objektes

Raumvolumen: $V \approx 667 \text{ m}^3$

Raumhöhe: $h \approx 4,9 \text{ m}$

Sollwerte der ASR A3.7 für Räume im besetzten Zustand

Raumnutzung: Sonstige Arbeitsräume mit Sprachkommunikation nach Abschnitt 5.2.3 der ASR A3.7

$A/V_{\text{soll}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \geq 0,23 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{soll}} \geq 0,30$ $T_{\text{soll}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \leq 0,72 \text{ s}$ $A_{\text{soll}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \geq 151,0 \text{ m}^2$

Sollwerte der DIN 18041 für Räume im besetzten Zustand

Raumnutzung: A3 „Unterricht/Kommunikation“ sowie „Sprache/Vortrag inklusiv“ nach DIN 18041

$A/V_{\text{soll}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \geq 0,22 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{soll}} \geq 0,30$ $T_{\text{soll}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \leq 0,73 \text{ s}$ $A_{\text{soll}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \geq 148,9 \text{ m}^2$

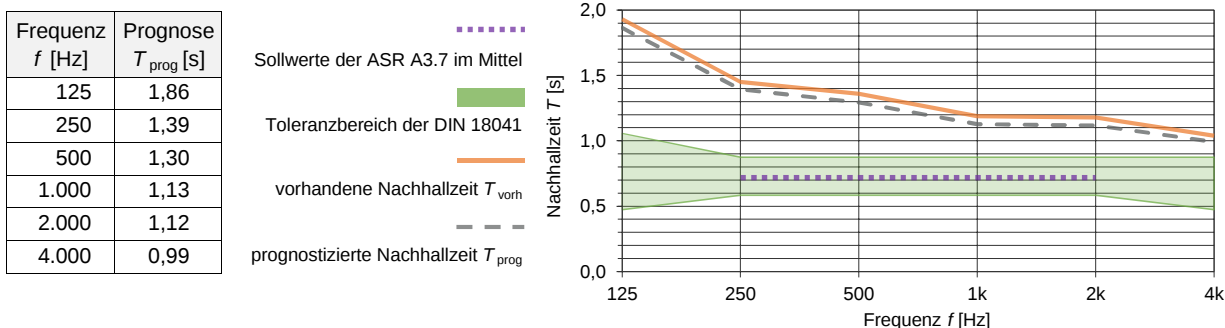
Vorhandene (messtechnisch ermittelte) Werte im untersuchten Raum im unbesetzten Zustand

$A/V_{\text{vorh}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) = 0,13 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{vorh}} = 0,17$ $T_{\text{vorh}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) = 1,30 \text{ s}$ $A_{\text{vorh}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) = 83,6 \text{ m}^2$

$A/V_{\text{vorh}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) = 0,13 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{vorh}} = 0,17$ $T_{\text{vorh}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) = 1,28 \text{ s}$ $A_{\text{vorh}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) = 84,9 \text{ m}^2$

Prognostizierte Werte im untersuchten Raum im besetzten Zustand

Raumbesetzung (etwa 80 % der Regelbesetzung)	x_i [Anzahl]	A_{125}	A_{250}	A_{500}	A_{1k}	A_{2k}	A_{4k}
Person sitzend auf Leichtpolsterbestuhlung	20 Personen	0,10	0,15	0,20	0,25	0,25	0,25



$A/V_{\text{prog}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \approx 0,13 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{prog}} \approx 0,18$ $T_{\text{prog}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \approx 1,22 \text{ s}$ $A_{\text{prog}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \approx 88,9 \text{ m}^2$

$A/V_{\text{prog}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \approx 0,14 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{prog}} \approx 0,18$ $T_{\text{prog}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \approx 1,21 \text{ s}$ $A_{\text{prog}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \approx 90,2 \text{ m}^2$

Ingenieurbüro BATT
Kaninenberghöhe 2
45136 Essen

Berechnungsblatt Nr.: 1

Essen, den 25. Juni 2024

Jakob Batt
(Dipl.-Ing. Jakob Batt)

Nachhallzeitprognose nach DIN 18041

Berechnung der zusätzlichen Schallabsorption von Personen

Objekt: Ehemaliges Rathausgebäude
Kamblickweg 27
45307 Essen

Auftraggeber: Stadt Essen - Immobilienwirtschaft
Lindenallee 59-67
45127 Essen

Raum: Nebenraum des Raatssaal im 1. OG des Objektes

Raumvolumen: $V \approx 128 \text{ m}^3$

Raumhöhe: $h \approx 3,4 \text{ m}$

Sollwerte der ASR A3.7 für Räume im besetzten Zustand

Raumnutzung: Sonstige Arbeitsräume mit Sprachkommunikation nach Abschnitt 5.2.3 der ASR A3.7

$A/V_{\text{soll}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \geq 0,37 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{soll}} \geq 0,30$ $T_{\text{soll}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \leq 0,44 \text{ s}$ $A_{\text{soll}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \geq 47,8 \text{ m}^2$

Sollwerte der DIN 18041 für Räume im besetzten Zustand

Raumnutzung: A4 „Unterricht/Kommunikation inklusiv“ nach DIN 18041

$A/V_{\text{soll}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \geq 0,40 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{soll}} \geq 0,32$ $T_{\text{soll}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \leq 0,41 \text{ s}$ $A_{\text{soll}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \geq 50,9 \text{ m}^2$

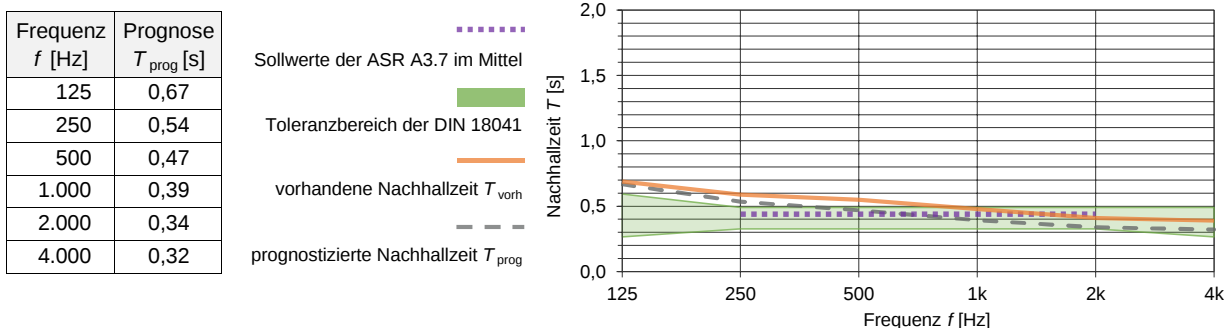
Vorhandene (messtechnisch ermittelte) Werte im untersuchten Raum im unbesetzten Zustand

$A/V_{\text{vorh}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) = 0,32 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{vorh}} = 0,26$ $T_{\text{vorh}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) = 0,51 \text{ s}$ $A_{\text{vorh}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) = 40,9 \text{ m}^2$

$A/V_{\text{vorh}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) = 0,31 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{vorh}} = 0,25$ $T_{\text{vorh}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) = 0,52 \text{ s}$ $A_{\text{vorh}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) = 40,1 \text{ m}^2$

Prognostizierte Werte im untersuchten Raum im besetzten Zustand

Raumbesetzung (etwa 80 % der Regelbesetzung)	x_i [Anzahl]	A_{125}	A_{250}	A_{500}	A_{1k}	A_{2k}	A_{4k}
1 Person in Gruppe stehend, 6m ² je Person	8 Personen	0,12	0,45	0,80	1,20	1,30	1,40



$A/V_{\text{prog}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \approx 0,39 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{prog}} \approx 0,31$ $T_{\text{prog}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \approx 0,42 \text{ s}$ $A_{\text{prog}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \approx 49,4 \text{ m}^2$

$A/V_{\text{prog}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \approx 0,38 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{prog}} \approx 0,31$ $T_{\text{prog}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \approx 0,43 \text{ s}$ $A_{\text{prog}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \approx 48,7 \text{ m}^2$

Ingenieurbüro BATT
Kaninenberghöhe 2
45136 Essen

Berechnungsblatt Nr.: 2

Essen, den 25. Juni 2024

Jakob Batt
(Dipl.-Ing. Jakob Batt)

Dipl.-Ing.

Jakob Batt

Beratender Ingenieur

Staatlich anerkannter Sachverständiger
für Schall- und Wärmeschutz

Zertifizierter Passivhaus-Planer

ANLAGE 4

Dokumentation der Ergebnisse der Nachhall- zeitprognose mit empfohlenen Verbesserungsmaßnahmen

Projekt-Nr.: 24-025

Objekt: Ehemaliges Rathausgebäude
Kamblickweg 27
45307 Essen

Vorhaben: Verbesserung der vorhandenen
Hörsamkeit in den einzelnen
Räumen innerhalb des Objektes

Auftraggeber: Stadt Essen
Immobilienwirtschaft
Lindenallee 59-67
45127 Essen

Verfasser: Dipl.-Ing. Jakob Batt

Datum: 25. Juni 2024

Nachhallzeitprognose nach DIN EN 12354-6

Berechnung der Schallabsorption in Räumen

Objekt:	Ehemaliges Rathausgebäude Kamblickweg 27 45307 Essen	Auftraggeber:	Stadt Essen - Immobilienwirtschaft Lindenallee 59-67 45127 Essen
Raum:	Raatsaal im 1. OG des Objektes		
Raumvolumen:	$V \approx 667 \text{ m}^3$	Raumhöhe:	$h \approx 4,9 \text{ m}$

Sollwerte der ASR A3.7 für Räume im besetzten Zustand

Raumnutzung: Sonstige Arbeitsräume mit Sprachkommunikation nach Abschnitt 5.2.3 der ASR A3.7

$A/V_{\text{soll}} \text{ (250 bis 2.000 Hz)} \geq 0,23 \text{ m}^{-1}$	$\bar{\alpha}_{\text{soll}} \geq 0,30$	$T_{\text{soll}} \text{ (250 bis 2.000 Hz)} \leq 0,72 \text{ s}$	$A_{\text{soll}} \text{ (250 bis 2.000 Hz)} \geq 151,0 \text{ m}^2$
---	--	--	---

Sollwerte der DIN 18041 für Räume im besetzten Zustand

Raumnutzung: A3 „Unterricht/Kommunikation“ sowie „Sprache/Vortrag inklusiv“ nach DIN 18041

$A/V_{\text{soll}} \text{ (500 bis 1.000 Hz)} \geq 0,22 \text{ m}^{-1}$	$\bar{\alpha}_{\text{soll}} \geq 0,30$	$T_{\text{soll}} \text{ (500 bis 1.000 Hz)} \leq 0,73 \text{ s}$	$A_{\text{soll}} \text{ (500 bis 1.000 Hz)} \geq 148,9 \text{ m}^2$
---	--	--	---

Vorhandene (messtechnisch ermittelte) Werte im untersuchten Raum im unbesetzten Zustand

$A/V_{\text{vorh}} \text{ (250 bis 2.000 Hz)} = 0,13 \text{ m}^{-1}$	$\bar{\alpha}_{\text{vorh}} = 0,17$	$T_{\text{vorh}} \text{ (250 bis 2.000 Hz)} = 1,30 \text{ s}$	$A_{\text{vorh}} \text{ (250 bis 2.000 Hz)} = 83,6 \text{ m}^2$
$A/V_{\text{vorh}} \text{ (500 bis 1.000 Hz)} = 0,13 \text{ m}^{-1}$	$\bar{\alpha}_{\text{vorh}} = 0,17$	$T_{\text{vorh}} \text{ (500 bis 1.000 Hz)} = 1,28 \text{ s}$	$A_{\text{vorh}} \text{ (500 bis 1.000 Hz)} = 84,9 \text{ m}^2$

Prognostizierte Werte im untersuchten Raum im besetzten Zustand

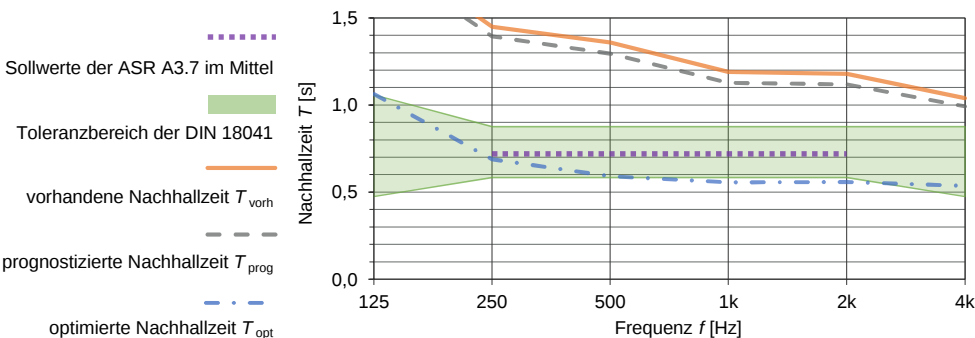
$A/V_{\text{prog}} \text{ (250 bis 2.000 Hz)} \approx 0,13 \text{ m}^{-1}$	$\bar{\alpha}_{\text{prog}} \approx 0,18$	$T_{\text{prog}} \text{ (250 bis 2.000 Hz)} \approx 1,22 \text{ s}$	$A_{\text{prog}} \text{ (250 bis 2.000 Hz)} \approx 88,9 \text{ m}^2$
$A/V_{\text{prog}} \text{ (500 bis 1.000 Hz)} \approx 0,14 \text{ m}^{-1}$	$\bar{\alpha}_{\text{prog}} \approx 0,18$	$T_{\text{prog}} \text{ (500 bis 1.000 Hz)} \approx 1,21 \text{ s}$	$A_{\text{prog}} \text{ (500 bis 1.000 Hz)} \approx 90,2 \text{ m}^2$

Optimierte Werte im untersuchten Raum mit raumakustisch wirksamen Verbesserungsmaßnahmen

Raumakustisch wirksame Flächen (α -Angaben)	$S_i \text{ [m}^2\text{]}$	$\alpha_{w,i} \text{ [-]}$	α_{p125}	α_{p250}	α_{p500}	α_{p1k}	α_{p2k}	α_{p4k}
Acosorb, DC5, 45 mm (Akustischer Spritzputz)	129,1	0,95	0,45	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00
Ecophon, Akusto Wall C + Extra Bass, Super G, tKh 90 mm	13,0	1,00	0,70	0,85	0,90	1,00	1,00	1,00

Frequenz $f \text{ [Hz]}$	Prognose $T_{\text{opt}} \text{ [s]}$
125	1,06
250	0,69
500	0,59
1.000	0,56
2.000	0,56
4.000	0,54

$\Delta L_{\text{opt}} \approx -2,8 \text{ dB}$



$A/V_{\text{opt}} \text{ (250 bis 2.000 Hz)} \approx 0,26 \text{ m}^{-1}$	$\bar{\alpha}_{\text{opt}} \approx 0,35$	$T_{\text{opt}} \text{ (250 bis 2.000 Hz)} \approx 0,62 \text{ s}$	$A_{\text{opt}} \text{ (250 bis 2.000 Hz)} \approx 175,5 \text{ m}^2$
$A/V_{\text{opt}} \text{ (500 bis 1.000 Hz)} \approx 0,27 \text{ m}^{-1}$	$\bar{\alpha}_{\text{opt}} \approx 0,36$	$T_{\text{opt}} \text{ (500 bis 1.000 Hz)} \approx 0,60 \text{ s}$	$A_{\text{opt}} \text{ (500 bis 1.000 Hz)} \approx 181,9 \text{ m}^2$

Ingenieurbüro BATT
Kaninenberghöhe 2
45136 Essen

Berechnungsblatt Nr.: 3

Essen, den 25. Juni 2024

Jakob Batt
(Dipl.-Ing. Jakob Batt)

Nachhallzeitprognose nach DIN EN 12354-6

Berechnung der Schallabsorption in Räumen

Objekt: Ehemaliges Rathausgebäude
Kamblickweg 27
45307 Essen

Auftraggeber: Stadt Essen - Immobilienwirtschaft
Lindenallee 59-67
45127 Essen

Raum: Nebenraum des Raatssaal im 1. OG des Objektes

Raumvolumen: $V \approx 128 \text{ m}^3$

Raumhöhe: $h \approx 3,4 \text{ m}$

Sollwerte der ASR A3.7 für Räume im besetzten Zustand

Raumnutzung: Sonstige Arbeitsräume mit Sprachkommunikation nach Abschnitt 5.2.3 der ASR A3.7

$A/V_{\text{soll}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \geq 0,37 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{soll}} \geq 0,30$ $T_{\text{soll}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \leq 0,44 \text{ s}$ $A_{\text{soll}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \geq 47,8 \text{ m}^2$

Sollwerte der DIN 18041 für Räume im besetzten Zustand

Raumnutzung: A4 „Unterricht/Kommunikation inklusiv“ nach DIN 18041

$A/V_{\text{soll}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \geq 0,40 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{soll}} \geq 0,32$ $T_{\text{soll}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \leq 0,41 \text{ s}$ $A_{\text{soll}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \geq 50,9 \text{ m}^2$

Vorhandene (messtechnisch ermittelte) Werte im untersuchten Raum im unbesetzten Zustand

$A/V_{\text{vorh}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) = 0,32 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{vorh}} = 0,26$ $T_{\text{vorh}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) = 0,51 \text{ s}$ $A_{\text{vorh}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) = 40,9 \text{ m}^2$

$A/V_{\text{vorh}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) = 0,31 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{vorh}} = 0,25$ $T_{\text{vorh}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) = 0,52 \text{ s}$ $A_{\text{vorh}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) = 40,1 \text{ m}^2$

Prognostizierte Werte im untersuchten Raum im besetzten Zustand

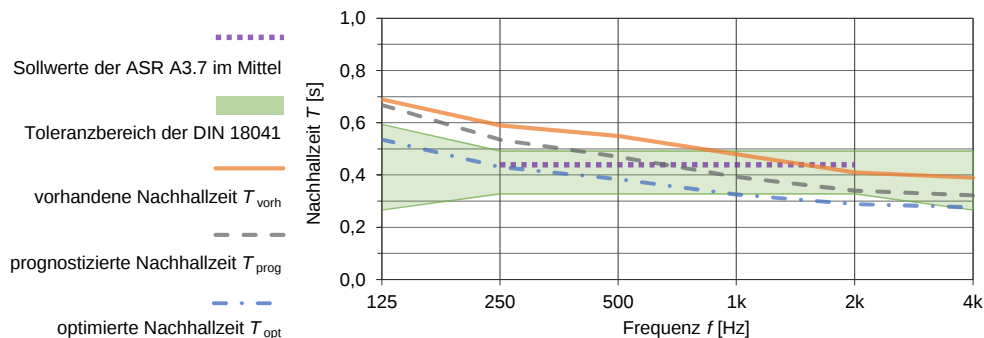
$A/V_{\text{prog}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \approx 0,39 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{prog}} \approx 0,31$ $T_{\text{prog}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \approx 0,42 \text{ s}$ $A_{\text{prog}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \approx 49,4 \text{ m}^2$

$A/V_{\text{prog}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \approx 0,38 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{prog}} \approx 0,31$ $T_{\text{prog}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \approx 0,43 \text{ s}$ $A_{\text{prog}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \approx 48,7 \text{ m}^2$

Optimierte Werte im untersuchten Raum mit raumakustisch wirksamen Verbesserungsmaßnahmen

Raumakustisch wirksame Flächen (α -Angaben)	$S_i [\text{m}^2]$	$\alpha_{w,i} [-]$	α_{p125}	α_{p250}	α_{p500}	α_{p1k}	α_{p2k}	α_{p4k}
Ecophon, Akusto Wall C + Extra Bass, Super G, tKh 90 mm	11,3	1,00	0,70	0,85	0,90	1,00	1,00	1,00

Frequenz $f [\text{Hz}]$	Prognose $T_{\text{opt}} [\text{s}]$
125	0,54
250	0,43
500	0,38
1.000	0,33
2.000	0,29
4.000	0,28



$A/V_{\text{opt}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \approx 0,47 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{opt}} \approx 0,38$ $T_{\text{opt}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \approx 0,35 \text{ s}$ $A_{\text{opt}} (250 \text{ bis } 2.000 \text{ Hz}) \approx 59,7 \text{ m}^2$

$A/V_{\text{opt}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \approx 0,46 \text{ m}^{-1}$ $\bar{\alpha}_{\text{opt}} \approx 0,37$ $T_{\text{opt}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \approx 0,35 \text{ s}$ $A_{\text{opt}} (500 \text{ bis } 1.000 \text{ Hz}) \approx 59,1 \text{ m}^2$

Ingenieurbüro BATT
Kaninenberghöhe 2
45136 Essen

Berechnungsblatt Nr.: 4

Essen, den 25. Juni 2024

Jakob Batt

(Dipl.-Ing. Jakob Batt)