

DEKRA Automobil GmbH · Oldentruper Straße 131 · 33605 Bielefeld

Reinhardt und Sander GmbH  
Hr. Dipl.-Ing. Schützdeller  
Herforder Straße 2  
32105 Bad Salzuflen

**DEKRA Automobil GmbH**  
Industrie, Bau und Immobilien  
Außenstelle Bielefeld  
Oldentruper Straße 131  
33605 Bielefeld  
Telefon +49.521.92795-80  
Telefax +49.521.92795-88

Kontakt:  
Dipl.-Geogr. Oliver Winter  
Tel.: direkt +49.521.92795-85  
Mobil: +49.152.22938179  
E-Mail [oliver.winter@dekra.com](mailto:oliver.winter@dekra.com)  
Datum 26.04.2017/WI/MÖ

E-Mail: [mschuetzdeller.hv@maritim.de](mailto:mschuetzdeller.hv@maritim.de)

**MARITIM Hotel mit Kongresszentrum in Ingolstadt ; unsere Auftrags-Nr. 553004674-S07  
Hier: Vergleichsmessungen der Nachhallzeiten und Grundgeräuschpegel in verschiedenen Aufführungsräumen in Ingolstadt und im Maritim-Hotel Düsseldorf**

Sehr geehrter Herr Schützdeller,

auftragsgemäß haben wir Messungen der Nachhallzeiten in verschiedenen Räumen in Ingolstadt und im Maritim-Hotel Düsseldorf durchgeführt. Die Ergebnisse möchten wir Ihnen nachfolgend darstellen.

**Aufgabenstellung**

Es sollten die Nachhallzeiten sowie die Grundgeräuschpegel in folgenden Aufführungsräumen messtechnisch ermittelt werden:

Ingolstadt:

- Stadttheater, Großes Haus
- Stadttheater, Festsaal
- Halle 9
- Exerzierhalle

Maritim-Hotel Düsseldorf:

- Großer Saal
- Kleiner Saal

Die ermittelten akustischen Kennwerte sollen hinsichtlich einer Eignung für sinfonische Konzerte bewertet werden.

Es wird momentan überlegt, dass der Bauherr den Großen Saal des geplanten Maritim-Hotels mit Congresscentrum in Ingolstadt als Ausweichspielstätte für sinfonische Konzerte nutzt. Der Große Saal soll nach bisherigem Planungsstand raumakustisch für eine Kongressnutzung ausgelegt werden. Die akustischen Referenzwerte der o.g. Räume sollen dem Bauherrn als Grundlage für eine Beurteilung der zu erwartenden raumakustischen Verhältnisse in dem geplanten Großen Saal ohne Umplanung auf die Belange einer hochwertigen konzertalen Nutzung dienen.

## Messungen

Die Messungen wurden am 21. und 22.04.2017 durchgeführt.

Die Nachhallmessungen erfolgten nach den Vorgaben der DIN EN ISO 3382 „Messung von Parametern der Raumakustik, Teil 1: Aufführungsräume“ (10/2009). Hierbei wurden zwei verschiedene Messmethoden verwendet („abgeschaltetes Rauschen“ und „integrierte Raumimpulsantwort“). Da beide Messverfahren keine signifikant unterschiedlichen Ergebnisse erbracht haben, wird der Mittelwert aller Messungen wiedergegeben. Auch Messpositionen unter Galerien o.ä. haben keine stark abweichenden Nachhallzeiten ergeben.

Die Nachhallzeiten wurden jeweils ohne Publikum gemessen. Für die Beurteilung sind jedoch die Nachhallzeiten bei einem üblichen Besetzungsgrad entscheidend. Deshalb wurde die zusätzliche Absorption von Personen rechnerisch hinzugefügt. Die Ergebnisse werden getrennt ohne und mit Personen angegeben.

Bei den Messungen des Grundgeräuschpegels wurden je nach örtlichen bzw. räumlichen Besonderheiten verschiedene Betriebszustände und Messpositionen erfasst.

## Anforderungen

Auf Grundlage einer Voruntersuchung der Müller-BBM GmbH<sup>1</sup> können folgende akustischen Kennwerte für eine hochwertige konzertale Nutzung als geeignet angesehen werden.

*Nachhallzeit:*

$T$  1,7 sec

Anmerkung: Es handelt sich um einen Mindestwert. Für klassische Musik ist bei tiefen Frequenzen üblicherweise ein moderater Anstieg der Nachhallzeiten wünschenswert. Zusätzlich sind Maximalwerte zu beachten. Auf Grundlage der DIN 18041 „Hörsamkeit in Räumen“ (03/2016) wurde ein entsprechender Toleranzbereich als Vergleichsspanne für die Messergebnisse gebildet.

Grundgeräuschpegel (z.B. durch Lüftungsanlage oder Außenlärm):  
 $L_{AF,eq}$  25 – 28 dB(A)

Insbesondere für unverstärkte Musik sind eine Reihe weiterer raumakustischer Parameter von Bedeutung, die jedoch im Rahmen der durchgeführten Messungen nicht erfasst worden sind.

## Ergebnisse der Messungen und Bewertung

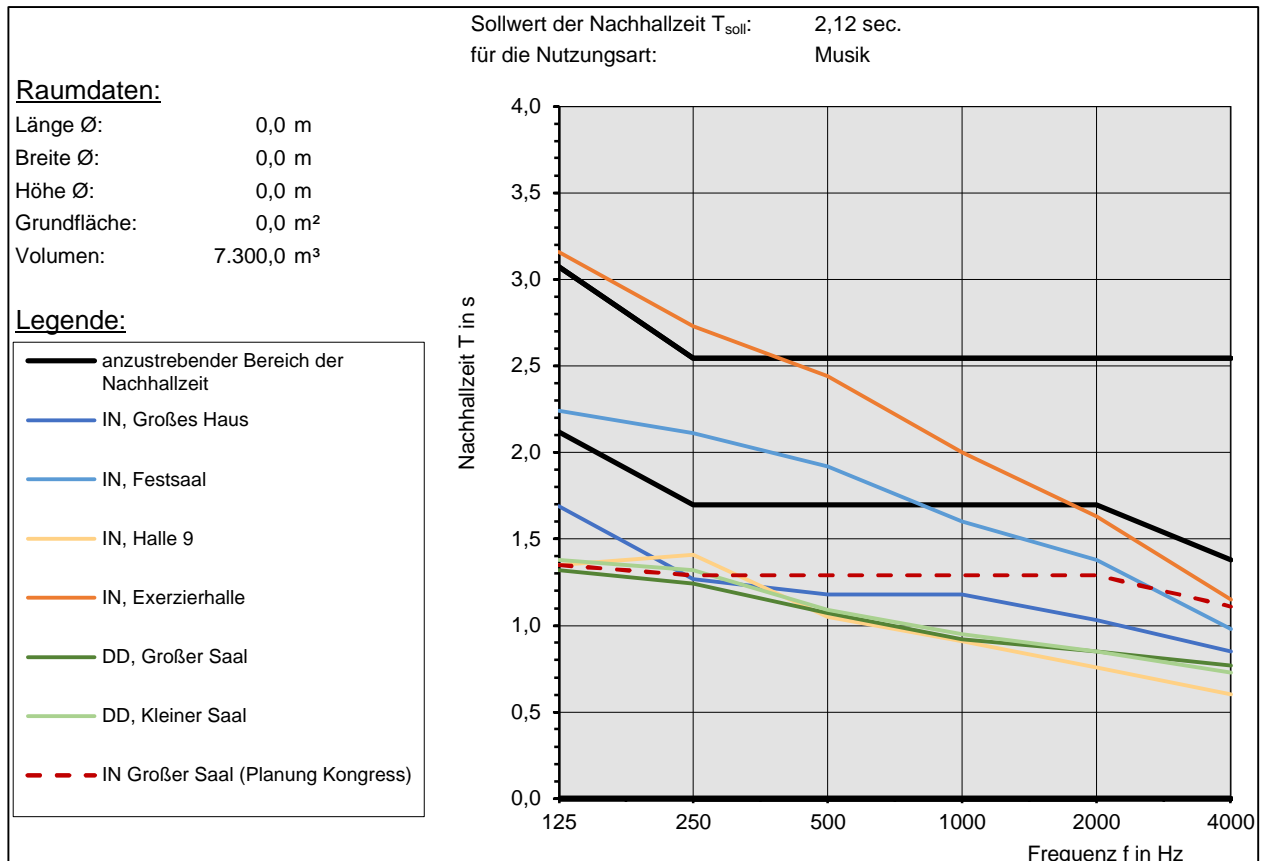
Die Ergebnisse sind in den Anlagen I – VI raumweise zusammengefasst. In der Anlage VII sind ergänzend die Nachhallzeiten aller geprüften Räume (um Personen ergänzt) dem der bisherigen Planung zugrundeliegenden Toleranzbereich der Nachhallzeit (Kongressnutzung) für den geplanten Großen Saal im Maritim Congresscentrum gegenübergestellt.

In der nachfolgenden Abbildung sind die gemessenen Nachhallzeiten (um Personen ergänzt) zusammenfassend dem Toleranzbereich für Konzertnutzung gegenübergestellt. Zusätzlich sind die Zielwerte der Planung für den Großen Saal des Maritim Congresscentrums (Kongressnut-

---

<sup>1</sup> „Maritim Hotel Ingolstadt Konzernutzung Kongresssaal Machbarkeitsstudie Akustik“, Müller BBM GmbH, Robert-Koch-Straße 11, 82152 Planegg bei München, Datum: 26.01.2017

zung) dargestellt. Erfahrungsgemäß werden die tatsächlich vorhandenen Nachhallzeiten im fertigen Zustand geringer als berechnet ausfallen und sich denen der beiden Sälen in Düsseldorf annähern.



**Abbildung 1 – Gegenüberstellung gemessene Nachhallzeiten – Toleranzbereich Konzernnutzung**

Es ist zu erkennen, dass die o. g. raumakustische Anforderungen von den meisten der untersuchten Räume nicht oder nur teilweise eingehalten werden. In der nachfolgenden Tabelle ist eine Kurzbewertung angegeben.

Bei der Exerzierhalle ist zusätzlich zu beachten, dass aufgrund der sehr länglichen Raumform (L = 60 m, B = 12 m) ungenügende Schallausbreitungsbedingungen herrschen.

**Tabelle 1 – Bewertung der akustischen Parameter in Bezug auf Nutzung für sinfonische Konzerte**

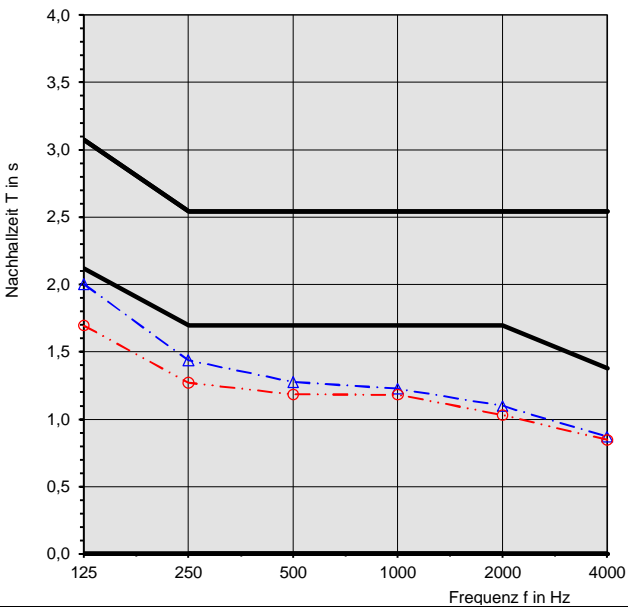

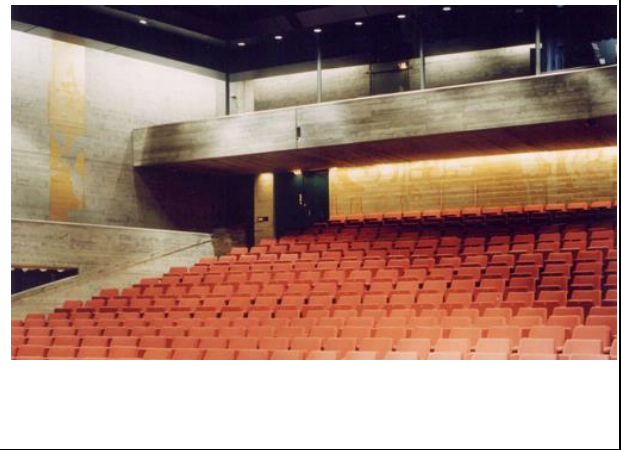
Raum	Nachhallzeit	Grundgeräuschpegel
Ingolstadt, Stadttheater, Großes Haus	zu kurz	ausreichend gering
Ingolstadt, Stadttheater, Festsaal	überwiegend angemessen, im hochfrequenten Bereich geringfügig zu kurz, aber tolerabel	mit Lüftungsanlage zu hoch
Ingolstadt, Halle 9	deutlich zu kurz	deutlich zu hoch (Lüftungsanlage und Bahnlärm)
Ingolstadt, Exerzierhalle	tiefrequent geringfügig zu hoch	deutlich zu hoch (Bahnlärm und Knackgeräusche der Baukonstruktion)
Maritim-Hotel Düsseldorf Großer Saal	deutlich zu kurz	nur ohne Flugverkehr ausreichend, Bühnenbeleuchtung verursacht zu hohe Pegel
Maritim-Hotel Düsseldorf Kleiner Saal	deutlich zu kurz	zu hoch (Lüftung, insbesondere Nähe Zuluft, und Fluglärm)
Maritim Congresszentrum Ingolstadt (Planung Kongressnutzung)	zu kurz	zu hoch

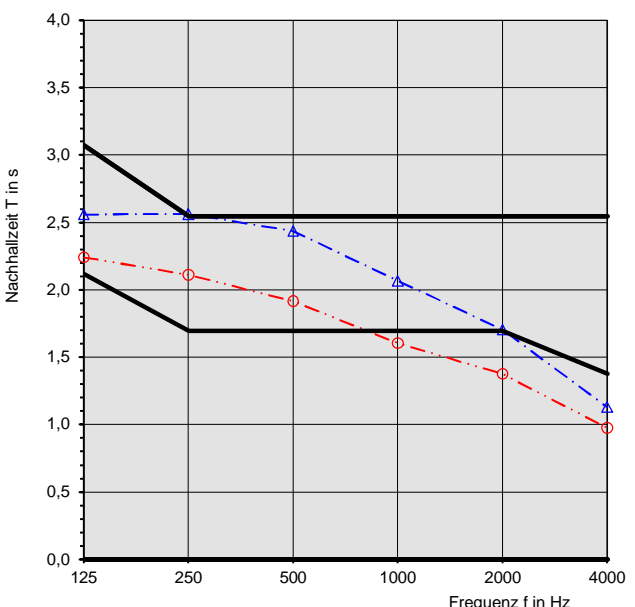
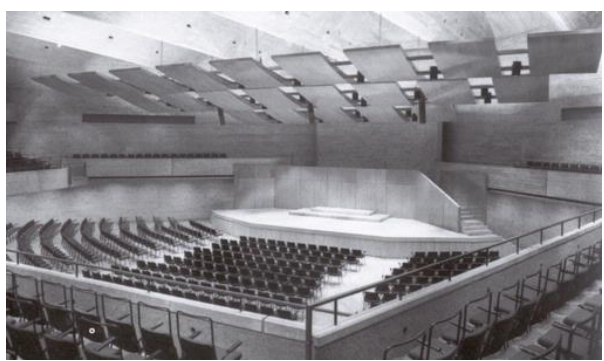

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne unter der o. g. Telefonnummer zur Verfügung.

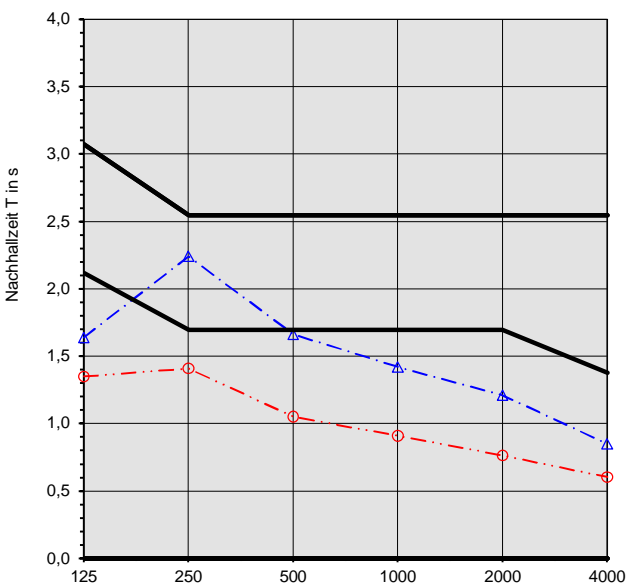
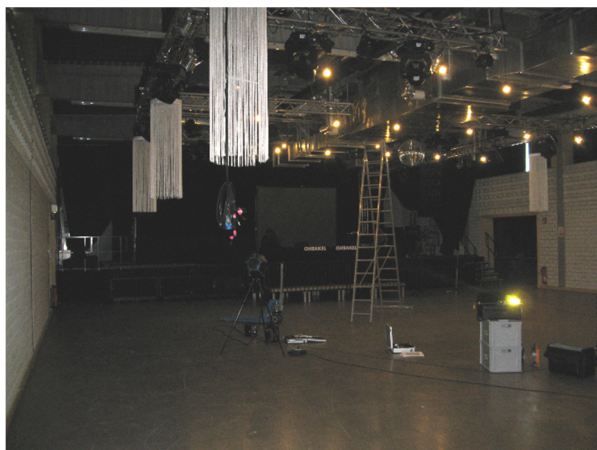

Mit freundlichen Grüßen

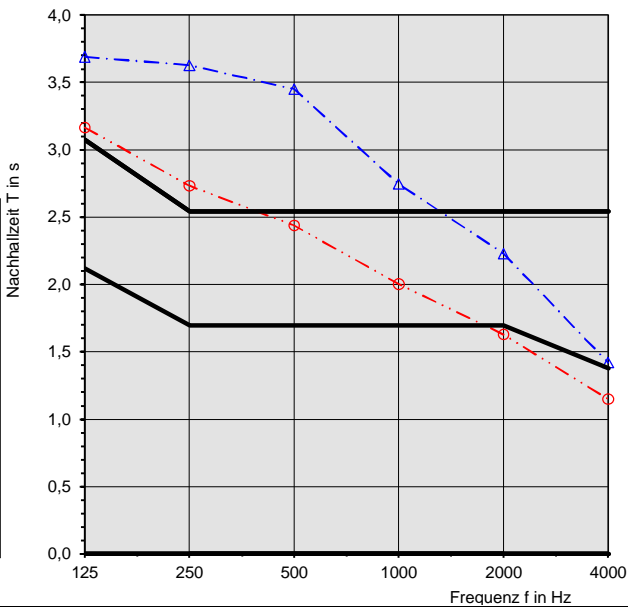
Dipl.-Geogr. Oliver Winter  
Sachverständiger  
ö.b.u.v. Sachverständiger für  
Bau- und Raumakustik (IHK Bielefeld)



<b>Raum</b>	<b>Stadtheater Ingolstadt, Großes Haus</b>	
Nutzung	Sprechtheater	
Zuschauerplätze	663	
Volumen	4600 m <sup>3</sup> inkl. Bühne (Schätzung, konnte nicht genau ermittelt werden)	
Volumenkennzahl	7 m <sup>3</sup> /Pers. (Schätzung, Volumen konnte nicht genau ermittelt werden)	
Bestuhlung	Fest eingebaute, voll gepolsterte Klappsitze	
Lüftung	Mechanische Zu- und Abluft und Kühlung, Zuluft unter Sitzen, Abluft unklar	
Nachhallzeiten	<p>Sollwert der Nachhallzeit <math>T_{\text{Soll}}</math>: 2,12 sec. für die Nutzungsart: Musik</p> <p><b>Raumdaten:</b>                      Länge Ø: 0,0 m                      Breite Ø: 0,0 m                      Höhe Ø: 0,0 m                      Grundfläche: 0,0 m<sup>2</sup>                      Volumen: 4.600,0 m<sup>3</sup></p> <p><b>Legende:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— anzustrebender Bereich der Nachhallzeit</li> <li>- - - Δ - Ist-Zustand ohne Personen</li> <li>- - - ○ - Ist-Zustand mit Personen</li> </ul> 	
Grundgeräusch- pegel Raummitte	ohne Lüftungsanlage: $L_{AF,eq} = 20 \text{ dB(A)}$	mit Lüftungsanlage: $L_{AF,eq} = 24 \text{ dB(A)}$
		

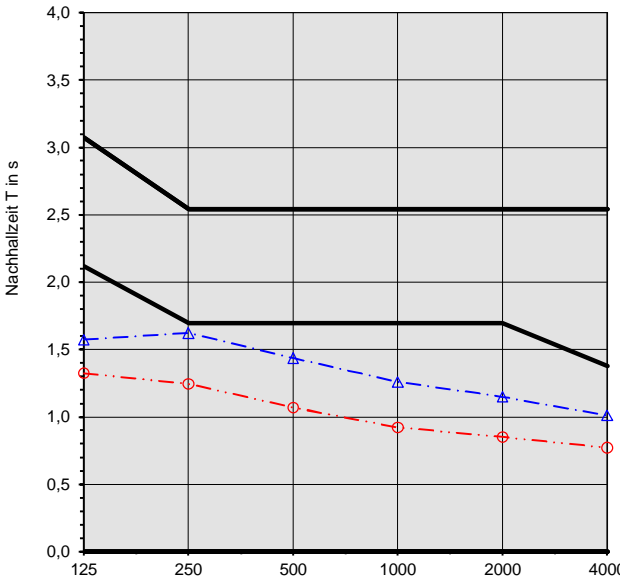
<b>Raum</b>	<b>Stadtheater Ingolstadt, Festsaal</b>		
Nutzung	Verschiedene, auch sinfonische Konzerte		
Zuschauerplätze	300 – 1.300 (Annahme: 1.000 Pers. Bei Konzernutzung)		
Volumen	11.000 m <sup>3</sup> inkl. Bühne		
Volumenkennzahl	11 m <sup>3</sup> /Pers.		
Bestuhlung	Variable Bestuhlung, Sitz- und Lehnfläche beidseitig leicht gepolstert		
Lüftung	Mechanische Zu- und Abluft und Kühlung, Zuluft neben der Bühne und Unter- kante Galerien, Abluft über Öffnungen in massiver Beton-Faltdecke Zusätzlich permanent Rauchsaugsystem (Brandschutz), RAS		
Nachhallzeiten	<p>Sollwert der Nachhallzeit <math>T_{soll}</math>: 2,12 sec. für die Nutzungsart: Musik</p> <p><u>Raumdaten:</u>  Länge Ø: 0,0 m  Breite Ø: 0,0 m  Höhe Ø: 0,0 m  Grundfläche: 0,0 m<sup>2</sup>  Volumen: 11.000,0 m<sup>3</sup></p> <p><u>Legende:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— anzustrebender Bereich der Nachhallzeit</li> <li>- - - Δ - Ist-Zustand ohne Personen</li> <li>- - - ○ - Ist-Zustand mit Personen</li> </ul> 		
Grundgeräusch- pegel Raummitte	ohne Lüftungsanlage, Licht gedimmt inkl. Bühnenlicht: $L_{AF,eq} = 28 \text{ dB(A)}$	mit Lüftungsanlage, Licht gedimmt inkl. Bühnenlicht: $L_{AF,eq} = 33 \text{ dB(A)}$	
Grundgeräusch- pegel Galerie nähe Zuluft		mit Lüftungsanlage, Licht gedimmt inkl. Bühnenlicht: $L_{AF,eq} = 34 \text{ dB(A)}$	nur RAS $L_{AF,eq} = 27 \text{ dB(A)}$
			

<b>Raum</b>	<b>Ingolstadt, Halle 9</b>		
Nutzung	Verschiedene, überwiegend elektroakustische Musik, Live-Bands, vereinzelt auch Konzerte ohne ELA		
Zuschauerplätze	350 bei Reihenbestuhlung für Konzerte		
Volumen	2.450 m <sup>3</sup>		
Volumenkennzahl	7 m <sup>3</sup> /Pers.		
Bestuhlung	Variable Bestuhlung, ungepolstert		
Lüftung	Mechanische Zu- und Abluft, nicht abschaltbar, Zuluft unter Decke seitlich, Abluft unter Decke über Bühne		
Nachhallzeiten	<p>Sollwert der Nachhallzeit <math>T_{\text{soil}}</math>: 2,12 sec. für die Nutzungsart: Musik</p> <p><u>Raumdaten:</u>  Länge Ø: 0,0 m  Breite Ø: 0,0 m  Höhe Ø: 0,0 m  Grundfläche: 0,0 m<sup>2</sup>  Volumen: 2.450,0 m<sup>3</sup></p> <p><u>Legende:</u></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>— anzustrebender Bereich der Nachhallzeit</p> <p>—△— Ist-Zustand ohne Personen</p> <p>—○— Ist-Zustand mit Personen</p> </div>  <p>Anmerkung: Durch ein Flatterecho im Bereich 250 Hz ergibt die Messung hier zu lange Nachhallzeiten</p>		
Anmerkung:	Gebäude liegt direkt neben Bahnstrecke		
Grundgeräuschpegel Raummitte	Lüftungsanlage Standard ohne Zugverkehr: $L_{AF,eq} = 37 \text{ dB(A)}$	Lüftungsanlage Standard mit Zugverkehr: $L_{AF,eq} = 41 \text{ dB(A)}$	Lüftungsanlage Maximum ohne Zugverkehr: $L_{AF,eq} = 43 \text{ dB(A)}$
			

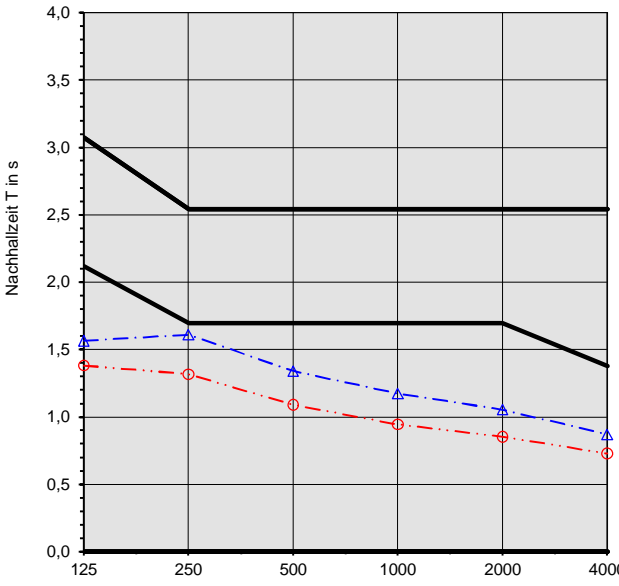
<b>Raum</b>	<b>Ingolstadt, Exerzierhalle</b>		
Nutzung	Verschiedene, auch sinfonische Konzerte, Orchester in Raummitte		
Zuschauerplätze	250 bei Reihenbestuhlung für Konzerte		
Volumen	5.100 m <sup>3</sup>		
Volumenkennzahl	20 m <sup>3</sup> /Pers.		
Bestuhlung	Variable Bestuhlung, ungepolstert		
Lüftung	keine / frei		
Nachhallzeiten	<p>Sollwert der Nachhallzeit <math>T_{\text{Soll}}</math>: 2,12 sec. für die Nutzungsart: Musik</p> <p><b>Raumdaten:</b>                  Länge Ø: 0,0 m                  Breite Ø: 0,0 m                  Höhe Ø: 0,0 m                  Grundfläche: 0,0 m<sup>2</sup>                  Volumen: 5.100,0 m<sup>3</sup></p> <p><b>Legende:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— anzustrebender Bereich der Nachhallzeit</li> <li>— Δ — Ist-Zustand ohne Personen</li> <li>— ○ — Ist-Zustand mit Personen</li> </ul> 		
Anmerkung	Gebäude liegt nahe einer Bahnstrecke Knackgeräusche, vermutlich therm. Ausdehnung Dachstuhl / Stehfalzeindeckung Geringer Schallschutz Außenbauteile, bei Personengruppen o.ä. Störungen		
Grundgeräuschpegel Raummitte	ohne Zugverkehr: $L_{AF,eq} = 34 \text{ dB(A)}$	mit Zugverkehr: $L_{AF,eq} = 40 \text{ dB(A)}$	Maximum Knacken: $L_{AF,max} = 43 \text{ dB(A)}$

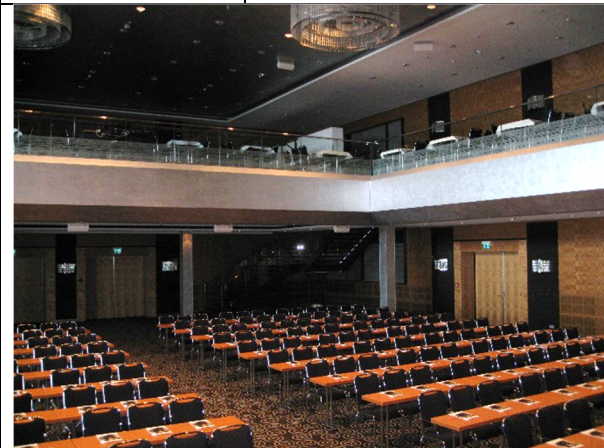




<b>Raum</b>	<b>Düsseldorf, Maritim-Hotel, Großer Saal</b>			
Nutzung	Verschiedene			
Zuschauerplätze	2500 bei Reihenbestuhlung (Annahme: 1.500 Pers. bei konzertähnlicher Nutzung)			
Volumen	13.500 m <sup>3</sup>			
Volumenkennzahl	9 m <sup>3</sup> /Pers.			
Bestuhlung	Variable Bestuhlung, Sitz- und Lehnfläche beidseitig leicht gepolstert			
Lüftung	Mechanische Zu- und Abluft, Zuluft (Quellluft) Vorderkante Bühne und Raumrückseite unten, Abluft Raumrückseite oben und vermutlich im Deckenbereich			
Nachhallzeiten	<p>Sollwert der Nachhallzeit <math>T_{\text{Soll}}</math>: 2,12 sec. für die Nutzungsart: Musik</p> <p><b>Raumdaten:</b>                  Länge Ø: 0,0 m                  Breite Ø: 0,0 m                  Höhe Ø: 0,0 m                  Grundfläche: 0,0 m<sup>2</sup>                  Volumen: 13.500,0 m<sup>3</sup></p> <p><b>Legende:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— anzustrebender Bereich der Nachhallzeit</li> <li>- - - Δ - Ist-Zustand ohne Personen</li> <li>- - - ○ - Ist-Zustand mit Personen</li> </ul> 			
Anmerkung	Gebäude liegt am Flughafen, gewerbliches Umfeld			
Grundgeräuschpegel Raummitte	o. Flugverkehr, o. Lüftung, Konzertbeleucht.: $L_{AF,eq} = 29 \text{ dB(A)}$	m. Flugverkehr, o. Lüftung, Konzertbeleucht.: $L_{AF,eq} = 32 \text{ dB(A)}$	o. Flugverkehr, o. Lüftung, o. Bühnenbel...: $L_{AF,eq} = 27 \text{ dB(A)}$	o. Flugverkehr, m. Lüftung, o. Bühnenbel...: $L_{AF,eq} = 28 \text{ dB(A)}$
Grundgeräuschpegel nahe Zuluft				o. Flugverkehr, m. Lüftung, o. Bühnenbel...: $L_{AF,eq} = 29 \text{ dB(A)}$



<b>Raum</b>	<b>Düsseldorf, Maritim-Hotel, kleiner Saal</b>	
Nutzung	Verschiedene, auch verklassische Konzerte (z.B. Flügel)	
Zuschauerplätze	1.100 bei Reihenbestuhlung (ca. 200 Pers. bei konzertähnlicher Nutzung)	
Volumen	4.000 m <sup>3</sup>	
Volumenkennzahl	20 m <sup>3</sup> /Pers.	
Bestuhlung	Variable Bestuhlung, Sitz- und Lehnfläche beidseitig leicht gepolstert	
Lüftung	Mechanische Zu- und Abluft, Zuluft (Quellluft) Rück- und Seitenwände unten, Abluft vermutlich im Deckenbereich	
Nachhallzeiten	<p>Sollwert der Nachhallzeit <math>T_{soll}</math>: 2,12 sec. für die Nutzungsart: Musik</p> <p><u>Raumdaten:</u>  Länge Ø: 0,0 m  Breite Ø: 0,0 m  Höhe Ø: 0,0 m  Grundfläche: 0,0 m<sup>2</sup>  Volumen: 4.000,0 m<sup>3</sup></p> <p><u>Legende:</u></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>— anzustrebender Bereich der Nachhallzeit</p> <p>—△— Ist-Zustand ohne Personen</p> <p>—○— Ist-Zustand mit Personen</p> </div> 	
Anmerkung	Gebäude liegt am Flughafen, gewerbliches Umfeld	
Grundgeräuschpegel Raummitte	o. Flugverkehr, o. Lüftung, Konzertbeleucht.: $L_{AF,eq} = 27 \text{ dB(A)}$	o. Flugverkehr, m. Lüftung, Konzertbeleucht.: $L_{AF,eq} = 32 \text{ dB(A)}$
Grundgeräuschpegel nahe Zuluft	o. Flugverkehr, m. Lüftung, Konzertbeleucht.: $L_{AF,eq} = 32 \text{ dB(A)}$	m. Flugverkehr m. Lüftung, Konzertbeleucht.: $L_{AF,eq} = 35 \text{ dB(A)}$



<b>Raum</b>	<b>Ingolstadt, Congresszentrum Maritim, Großer Saal</b>	
Nutzung	Verschiedene	
Zuschauerplätze	1.284 bei Reihenbestuhlung	
Volumen	7.300 m <sup>3</sup>	
Volumenkennzahl	5,7 m <sup>3</sup> /Pers.	
Bestuhlung	Variable Bestuhlung, Sitz- und Lehnfläche beidseitig leicht gepolstert	
Lüftung	Mechanische Zu- und Abluft, Zuluft (Quellluft), Abluft im Deckenbereich	
Nachhallzeiten Dargestellter To- leranzbereich für <b>Kongressnut- zung (bisherige Planung)</b>	Sollwert der Nachhallzeit $T_{soll}$ : 2,12 sec. für die Nutzungsart: A2 " Sprache / Vortrag"	
	Raumdaten: Länge Ø: 0,0 m Breite Ø: 0,0 m Höhe Ø: 0,0 m Grundfläche: 0,0 m <sup>2</sup> Volumen: 7.300,0 m <sup>3</sup>  Legende: — anzustrebender Bereich der Nachhallzeit — IN, Großes Haus — IN, Festsaal — IN, Halle 9 — IN, Exerzierhalle — DD, Großer Saal — DD, Kleiner Saal - - IN Großer Saal (Planung Kongress)	
Grundgeräusch- pegel Raummitte	LAF,eq 35 dB(A) (Zielwert der Planung)	