

Bedienungsanleitung



# Raumakustik-Rechner

## Inhaltsverzeichnis

# Bedienungsanleitung

### Seite

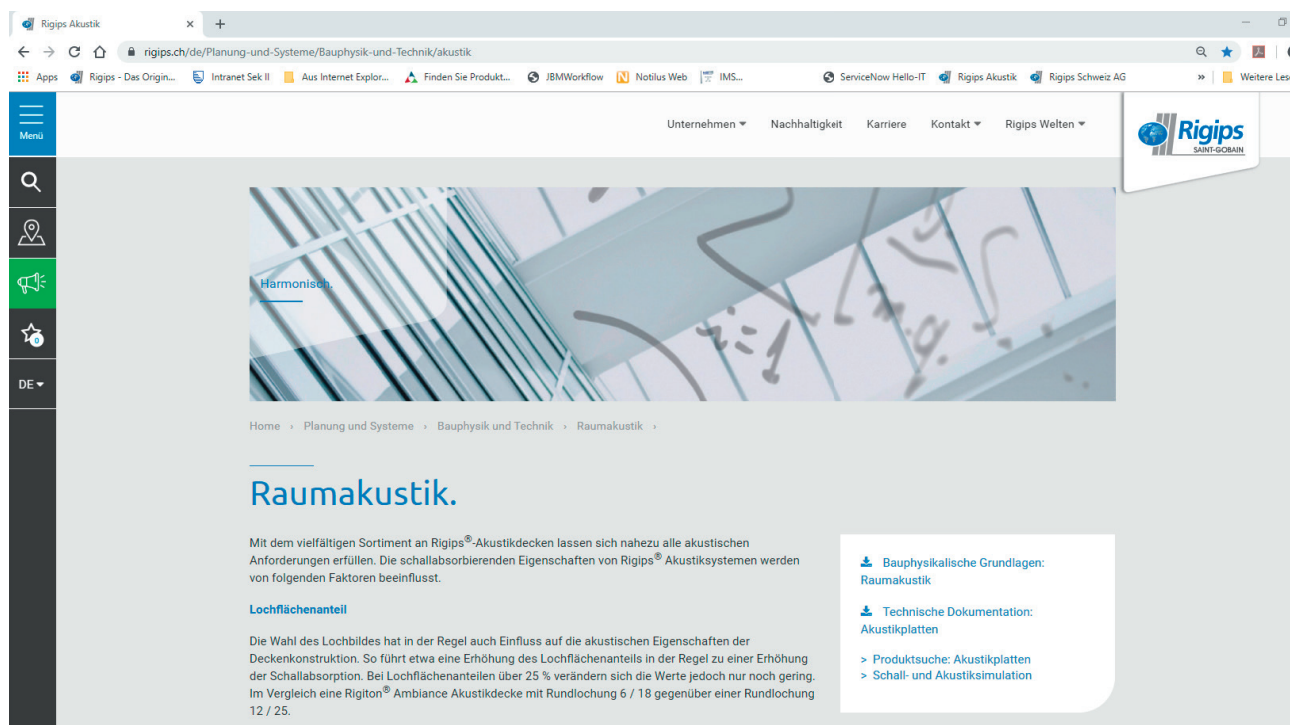
Einführung	3
Erforderliche Eingabewerte gemäss DIN 18041/SIA 181: Nutzung / Planung	5
Raumform	6
Angaben zur Bauweise: Rohbau	7
Ausstattung – Möblierung	9
Wahl des Akustikdeckensystems	10
Ergebnisse	11
Drucken via PDF	11
Ergebnisse als PDF Datei	12
Grenzen des Rigips Raumakustikrechners	18
Haftungsausschluss	18
Beispiele bekannter Opernhäuser	19

# Einleitung

Mit dem Raumakustikrechner können Sie die akustische Optimierung eines Raumes simulieren und verschiedene Parameter entsprechend Ihrer Nutzungsart Schritt für Schritt anpassen. Neben Nutzungsart, Raummassen und Beschaffenheit der Decke und der Wände, können Sie unterschiedliche Szenarien mit Möblierungen und Nutzung unterschiedlicher Rigips AG Absorber auf ihre Auswirkungen auf die Nachhallzeit ausprobieren. Der Rechner zeigt die raumakustischen Hauptkriterien Nachhallzeit bzw. mittlere absorption an. Die Möglichkeit diese wichtigsten raumakustischen Güte Merkmale im Frequenzverlauf abzubilden und mit den einschlägigen Normen abgleichen zu können, macht den Rigips Raumakustikrechner zu einer hilfreichen Planungsunterstützung.

Der Rigips Raumakustik Rechner befindet sich unter dem folgenden Link:

<https://www.rigips.ch/de/Planung-und-Systeme/Bauphysik-und-Technik/akustik>



Dazu werden zunächst Angaben zu dem Raum und der Möblierung benötigt. Aus dem Raumvolumen und der vorgesehenen Nutzung ergibt sich der Toleranzbereich in dem die Nachhallzeiten liegen müssen. Nach jeder Änderung in den Eingabefeldern werden alle Rechenergebnisse automatisch aktualisiert.



## Berechnen Sie Ihre Raumakustik - einfach und unkompliziert

**6**

— Ohne Absorber, ohne Möb., ohne Pers.  
— Mit Absorbern, mit Möb., mit Pers.  
— Toleranzgrenzen für  $T_{Soll} = 0,57$  s

✓ Anforderungen n. DIN 18041 sind erfüllt!

Hinweise in der Norm zur Verteilung der Absorber im Raum (Abschnitt 5.4) und zur Toleranzuntergrenze (Abschnitt 5.3.3) beachten.

**1** Regelwerk: DIN 18041 (März 2016)

**2** Nutzung: Schule: Klassenzimmer, Unterrichtsraum

Planung: Ohne Inklusion von Personen mit Höreinschränkungen

Raumform: Quader

Länge  $l$ : 10,0 m

Breite  $b$ : 7,0 m

Höhe  $h$ : 3,0 m

Volumen: 210,0 m<sup>3</sup>

Rohdecke: 70,0 m<sup>2</sup> Massivbauweise

Rohboden: 70,0 m<sup>2</sup> Schwimmender Estrich

Bodenbeläge: 70,0 m<sup>2</sup> Parkett, Laminat +

Wände: 82,0 m<sup>2</sup> Massivbauweise +

Fenster: 20,0 m<sup>2</sup> Ohne Vorhänge, ohne Jalousien

Möbel für: 1 Lehrer

24 Schüler (Primarstufe) + -

Absorber: ☒ 45,0 m<sup>2</sup> Rigiton Ambiance Spachtelfuge

Ambiance Spachtelfuge, AS-RL 8/18, h = 200 mm, MW

☐ 25,0 m<sup>2</sup> Rigiton elegance

Elegance, RE-RL 12/25 Ultra Akustik, h = 200 mm + -

**7**

Produkt: Ambiance Spachtelfuge, AS-RL 8/18, h = 200 mm, MW

Material: gelochte Gipskartonplatte mit Vlies, 30 mm Mineralwolle

Abmessungen: 1998 mm x 1188 mm x 12,5 mm ; oder nach Maß

Montage: Abhängehöhe h = 200 mm

Brandschutz: A2 - s1, d0 (DIN EN 13501-1)

Bemerkung: Lochflächenanteil 15,5%

Flächenbezogene Masse: 8,5 kg/m<sup>2</sup>

© 2016 - 2019, Sarooma GmbH, München

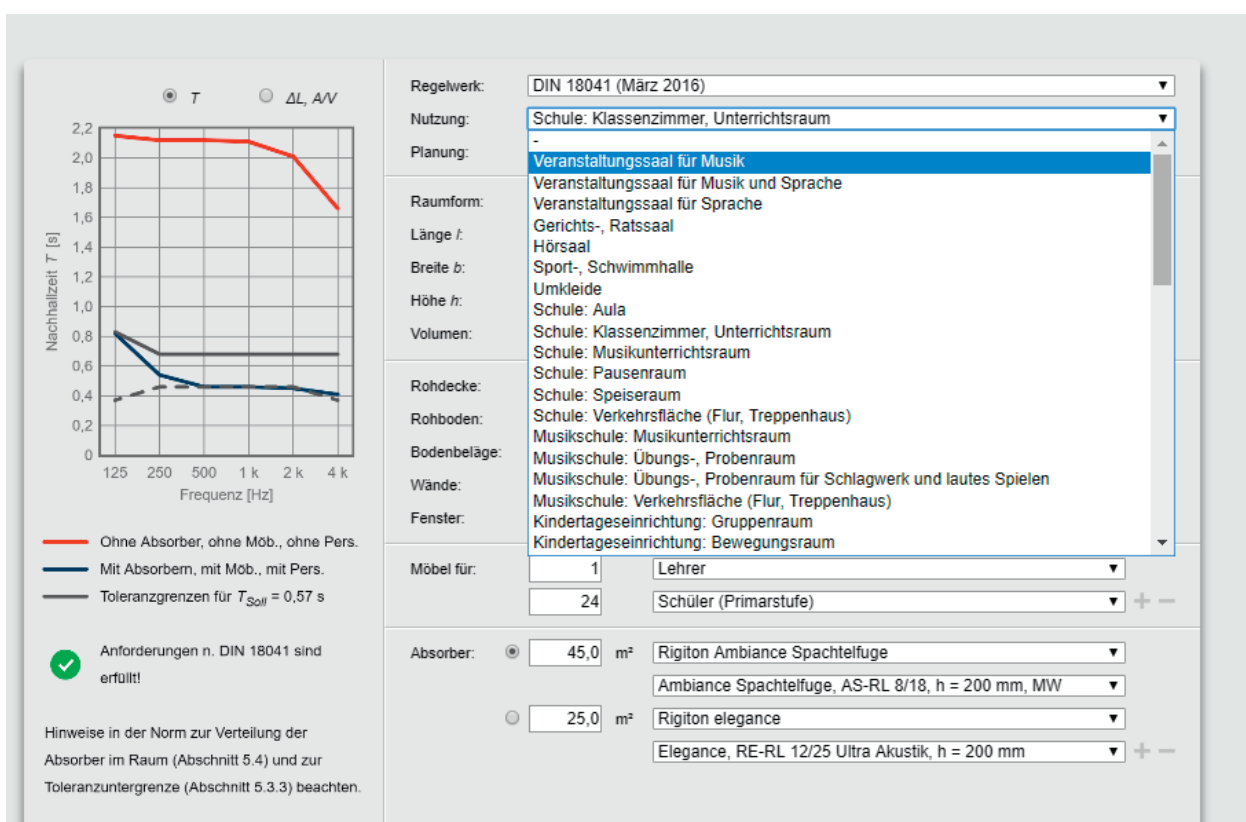
Drucken via PDF-Dokument

8

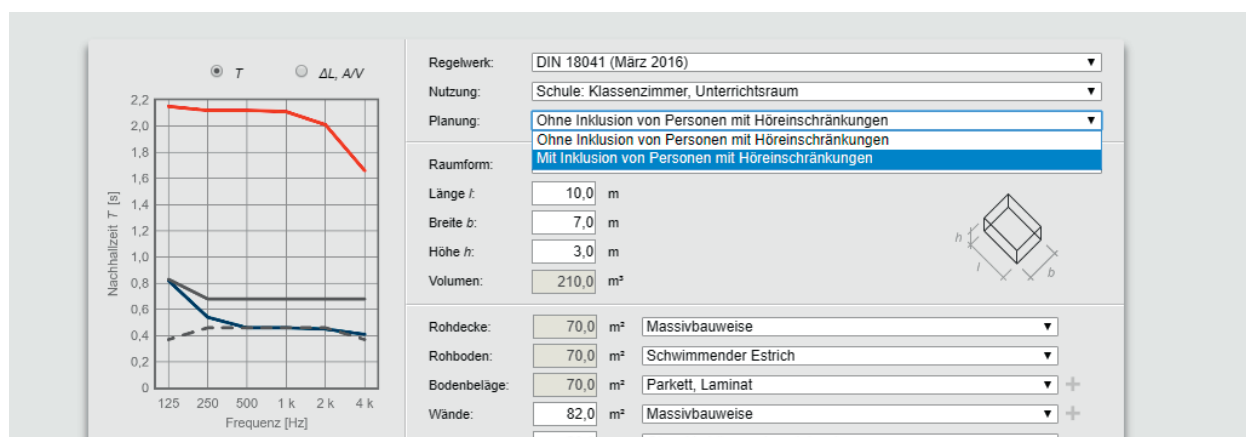
Die Eingabeoberfläche ist in 8 Bereiche unterteilt.

# Erforderliche Eingabewerte gemäss DIN 18041/SIA 181: Nutzung / Planung

Um eine der Raumnutzung angepasste Nachhallzeit zu erzielen, ist für den entsprechenden Raum in Abhängigkeit seiner Hauptnutzungsart sowie der Zuschaueranzahl das günstigste Raumvolumen zu ermitteln. Wird dieses Raumvolumen überschritten, so können zusätzliche und ggf. umfangreiche schallabsorbierende Massnahmen erforderlich werden, die gleichzeitig jedoch auch den Schalldruckpegel der Emissionsquelle am Immissionsort reduzieren können. Der Sprecher wird kaum mehr gehört.



Seit der DIN 18041 (2016) wird insbesondere auf die Bedürfnisse von Personen mit Höreinschränkungen näher eingegangen. Mit Inklusion von Personen mit Höreinschränkung. Planerisch wird hier angegeben, ob Personen mit Hörschädigungen speziell berücksichtigen möchte oder nicht. In öffentlichen Gebäuden oder Hallen ist es teilweise gesetzlich vorgesehen die raumakustische Planung danach zu richten.



## Raumform

Die Raumform wird als nächstes festgelegt, ob es sich um einen quaderförmigen, oder L-förmigen Raum mit konstanter Höhe oder um eine beliebige Form handelt. Je nach Raumform, kann es zu unangenehmen Effekten bei der Schallreflexion an den Wänden bzw. an der Decke kommen. Günstige Raumformen sind z.B. Quader.

Regelwerk:	DIN 18041 (März 2016) ▼
Nutzung:	Schule: Klassenzimmer, Unterrichtsraum ▼
Planung:	Ohne Inklusion von Personen mit Höreinschränkungen ▼
Raumform:	Quader ▼
Länge $l$ :	Quader
Breite $b$ :	L-Form
Höhe $h$ :	Beliebiger Grundriss mit konstanter Höhe
	Beliebig

## Angaben zur Bauweise: Rohbau

Berechnen Sie Ihre Raumakustik -  
einfach und unkompliziert

The screenshot shows the 'Rohbau' (Raw Construction) section of the room acoustics calculator. On the left, there is a graph of 'Nachhallzeit T [s]' (Reverberation time T [s]) versus 'Frequenz [Hz]' (Frequency [Hz]). The graph shows three curves: a red curve for 'Ohne Absorber, ohne Möb., ohne Pers.' (Without absorbers, without furniture, without people), a blue curve for 'Mit Absorbern, mit Möb., mit Pers.' (With absorbers, with furniture, with people), and a grey line for 'Toleranzgrenzen für  $T_{\text{Soll}} = 0,57$  s' (Tolerance limits for  $T_{\text{Soll}} = 0,57$  s). A green checkmark indicates 'Anforderungen n. DIN 18041 sind erfüllt!' (Requirements according to DIN 18041 are fulfilled!).

On the right, the 'Rohbau' section is highlighted with a red circle. It includes the following fields:

- Regelwerk:** DIN 18041 (März 2016)
- Nutzung:** Schule: Klassenzimmer, Unterrichtsraum
- Planung:** Ohne Inklusion von Personen mit Höreinschränkungen
- Raumform:** Quader
- Länge  $l$ :** 10,0 m
- Breite  $b$ :** 7,0 m
- Höhe  $h$ :** 3,0 m
- Volumen:** 210,0 m<sup>3</sup>
- Rohdecke:** 70,0 m<sup>2</sup> Massivbauweise
- Rohboden:** 70,0 m<sup>2</sup> Schwimmender Estrich
- Bodenbeläge:** 70,0 m<sup>2</sup> Parkett, Laminat
- Wände:** 82,0 m<sup>2</sup> Massivbauweise
- Fenster:** 20,0 m<sup>2</sup> Ohne Vorhänge, ohne Jalousien
- Möbel für:** 1 Lehrer, 24 Schüler (Primarstufe)
- Absorber:** 45,0 m<sup>2</sup> Rigiton Ambiance Spachtelfuge, 25,0 m<sup>2</sup> Rigiton elegance

A small 3D diagram of a rectangular room is shown next to the dimensions.

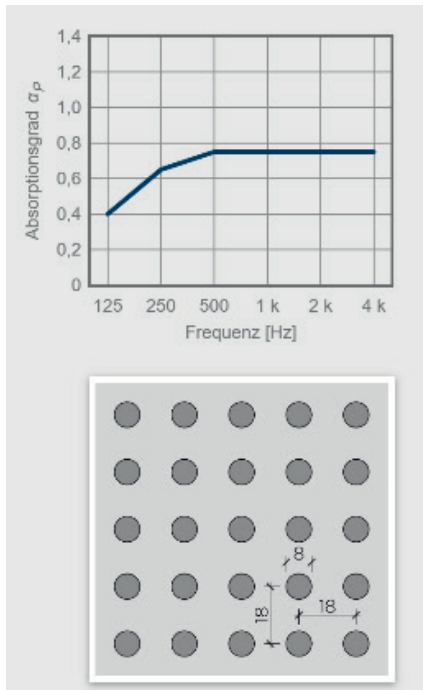
Hier kann ausgewählt werden, ob es sich um eine «schwere», um eine Massivdecke handelt oder um eine Holzbau-  
decke. Ob darüber ein schwimmender Estrich liegt oder das Ganze in leichter Holzbauweise ausgeführt worden ist.  
Die Wände als auch die Fenster werden berücksichtigt. Hier ist die Masse bzw., beim schwimmenden Estrich die  
Schallentkopplung vorwiegend.

Des Weiteren wird die Menge und Art der Möblierung angegeben, so dass man ein genaues Bild hat der Oberflächen  
und der Massen im Raum. Durch diese Angaben wird eine empfohlene Nachhallzeit ermittelt und ein Toleranzbereich  
für die Nachhallzeit angegeben. (graue Linien)

Als nächstes werden die Absorberflächen gewählt. Es werden alle Akustiksysteme von der Rigips AG angeboten. Der  
Planer wählt die verschiedenen Absorber und deren Flächen aus. Danach gibt das Tool gleich an, ob die Absorber-  
fläche ausreicht, um die gewünschte Nachhallzeit zu erreichen.

Das Tool zeigt automatisch nach der Wahl des Systems einige technische Daten zum Produkt wie Absorptionsgrad  $\alpha_p$ ,  
Lochflächenanteil, Montage und das entsprechende Lochbild.

Der Absorptionsgrad  $\alpha_p$  ist der praktische Absorptionsgrad, der aus den gemessenen  $\alpha_s$  umgerechnet wird. Beide  
Absorptionsgrade sind frequenzabhängig. Zur Bestimmung von  $\alpha_p$  werden die  $\alpha_s$ -Werte (gemessene Werte am  
Material) gemäss EN ISO 11654 auf Oktavbänder umgerechnet. Das Tool zeigt das gewählte Lochbild als auch die  
frequenzabhängige Absorptionskurve. Hier kann der Lochflächenanteil des gewählten Produkts direkt abgelesen  
werden.



**Produkt:** Ambiance Spachtelfuge, AS-RL 8/18, h = 200 mm, MW  
**Material:** gelochte Gipskartonplatte mit Vlies, 30 mm Mineralwolle  
**Abmessungen:** 1998 mm x 1188 mm x 12,5 mm ; oder nach Maß  
**Montage:** Abhängenhöhe h = 200 mm  
**Brandschutz:** A2 - s1, d0 (DIN EN 13501-1)  
**Bemerkung:** Lochflächenanteil 15,5%  
Flächenbezogene Masse: 8,5 kg/m<sup>2</sup>

So führt die Erhöhung des Lochflächenanteils in der Regel zu einer Erhöhung der Schallabsorption. Je höher der Lochflächenanteil, desto weniger wird reflektiert, umso mehr absorbiert.

Eine Abhängenhöhe zwischen 100 mm und 500 mm wirkt sich positiv auf die Schallabsorption in tieffrequenten Bereichen aus. Eine Vergrößerung wiederum führt zur Erhöhung der Schallabsorption im niederfrequenten Bereich.

Eine zusätzliche Mineralwoll-Auflage führt – gerade im tieffrequenten Bereich – zu einer Erhöhung der Schallabsorption. Daher sollte bei Deckenkonstruktionen mit geringen Abhängenhöhen und bei Wandabsorbern immer eine Mineralwoll-Auflage vorgesehen werden.



## Ausstattung – Möblierung

Gepolsterte Möbel haben auch schallabsorbierende Eigenschaften, genauso wie Holzstühle. Hier kann die Innenausstattung eingegeben werden.

☒  $T$     ☐  $\Delta L, A/V$

— Ohne Absorber, ohne Möb., ohne Pers.  
— Mit Absorbem, mit Möb., mit Pers.  
— Toleranzgrenzen für  $T_{Soll} = 0,57$  s

☒ Anforderungen n. DIN 18041 sind erfüllt!

Hinweise in der Norm zur Verteilung der Absorber im Raum (Abschnitt 5.4) und zur Toleranzuntergrenze (Abschnitt 5.3.3) beachten.

Regelwerk:	DIN 18041 (März 2016)	
Nutzung:	Schule: Klassenzimmer, Unterrichtsraum	
Planung:	Ohne Inklusion	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px;">           Arbeitsplätze Büro            Arbeitsplätze Schalter, Empfang            Arbeitsplätze Praxis, Arzt            Patientenplätze Krankenzimmer            Sitzplätze Besprechungsraum            Sitzplätze Wartebereich            Sitzplätze Kantine            Sitzplätze Bar, Restaurant            Sitzplätze Lounge            Erzieher            Kinder (Vorschule)            Lehrer  <b>Schüler (Primarstufe)</b>            Schüler (Sekundarstufe)            Musiklehrer            Musikschüler            Sprecher            Musiker            Zuschauer, Sitze Holz            Zuschauer, Sitze Kunststoff            Lehrer         </div>
Raumform:	Quader	
Länge $l$ :	10,0	m
Breite $b$ :	7,0	m
Höhe $h$ :	3,0	m
Volumen:	210,0	m <sup>3</sup>
Rohdecke:	70,0	m <sup>2</sup>
Rohboden:	70,0	m <sup>2</sup>
Bodenbeläge:	70,0	m <sup>2</sup>
Wände:	82,0	m <sup>2</sup>
Fenster:	20,0	m <sup>2</sup>
Möbel für:	1	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px;">           Schüler (Primarstufe)         </div>
	24	Schüler (Primarstufe)
Absorber:	<input checked="" type="radio"/> 45,0 m <sup>2</sup> <input type="radio"/> 25,0 m <sup>2</sup>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px;">           Rigiton Ambiance Spachtelfuge            Ambiance Spachtelfuge, AS-RL 8/18, h = 200 mm, MW            Rigiton elegance            Elegance, RE-RL 12/25 Ultra Akustik, h = 200 mm         </div>

## Wahl des Akustikdeckensystems

Als letztes wird in diesem Feld das Akustiksystem festgelegt. Man kann zwei verschiedene Systeme miteinander kombinieren – je nach Kundenwunsch. Man gibt das System und die gewünschte Fläche ein, wählt die Abhängenhöhe und ob Mineralwolle darauf verlegt wird zur Verbesserung der schallabsorbierenden Eigenschaften oder nicht.

125 250 500 1 k 2 k 4 k  
Frequenz [Hz]

— Ohne Absorber, ohne Möb., ohne Pers.  
— Mit Absorbern, mit Möb., mit Pers.  
— Toleranzgrenzen für  $T_{Soll} = 0,57$  s

Anforderungen n. DIN 18041 sind nicht erfüllt!

Hinweise in der Norm zur Verteilung der Absorber im Raum (Abschnitt 5.4) und zur Toleranzuntergrenze (Abschnitt 5.3.3) beachten.

Absorptionsgrad  $\alpha_s$

125 250 500 1 k 2 k 4 k  
Frequenz [Hz]

Wände: 82,0 m<sup>2</sup> Massivbauweise

Fenster: 20,0 m<sup>2</sup> Ohne Vorhänge, ohne Jalousien

Möbel für: 1 Lehrer  
24 Schüler (Primarstufe)

Absorber: ☒ 45,0 Rigiton elegance  
☐ 25,0 m<sup>2</sup>

Produkt: -  
Material: -  
Abmessungen: -  
Montage: -  
Brandschutz: -  
Bemerkung: -

Elegance, Reflexio, glatt, h = 200 mm  
Elegance, Reflexio, glatt, h = 200 mm, MW  
Elegance, RE-RL 8/18, h = 65 mm  
Elegance, RE-RL 8/18, h = 65 mm, MW  
Elegance, RE-RL 8/18, h = 100 mm  
Elegance, RE-RL 8/18, h = 100 mm, MW  
Elegance, RE-RL 8/18, h = 200 mm  
Elegance, RE-RL 8/18, h = 200 mm, MW  
Elegance, RE-RL 8/18, h = 400 mm  
Elegance, RE-RL 8/18, h = 400 mm, MW  
Elegance, RE-RL 12/25 Ultra Akustik, h = 65 mm  
Elegance, RE-RL 12/25 Ultra Akustik, h = 65 mm, MW  
Elegance, RE-RL 12/25 Ultra Akustik, h = 100 mm  
Elegance, RE-RL 12/25 Ultra Akustik, h = 100 mm, MW  
Elegance, RE-RL 12/25 Ultra Akustik, h = 200 mm  
Elegance, RE-RL 12/25 Ultra Akustik, h = 200 mm, MW  
Elegance, RE-RL 12/25 Ultra Akustik, h = 400 mm  
Elegance, RE-RL 12/25 Ultra Akustik, h = 400 mm, MW  
Elegance, RE-QL 12/25, h = 65 mm

## Ergebnisse

Je nach Nutzung, Raumform stellen die Normen Anforderungen an die Nachhallzeit als auch an die Pegelminderung. Dies kann man sich anzeigen lassen indem man T (Nachhallzeit) oder  $\Delta L$  (Pegelminderung), A/V (Verhältnis zwischen Absorptionsfläche zu Raumvolumen) auswählt. Darüber hinaus wird die Nachhallzeit mit und ohne Absorber, ohne Möblierung und ohne Personen als worst case angezeigt und die deutliche Verbesserung mit den gewählten Systemen.

## Drucken via PDF

Nach der Eingabe der Objektdaten und eigenen Daten, kann man sich die Ergebnisse als PDF an die eigene Email Adresse zuschicken lassen. Man erhält ein fertiges Dokument, das als Vordimensionierung eine erste grobe Einschätzung erlaubt. Die Ergebnisseiten umfassen 6 Seiten inkl. einer Objektzusammenfassung und jeweils Bezug auf die Normierung.

The screenshot displays the user interface of the 'Berechnen Sie ihre Raumakustik - einfach und unkompliziert' (Calculate your room acoustics - simple and uncomplicated) tool. A blue button labeled 'Drucken via PDF-Dokument' is visible in the top right corner. The main interface shows a sidebar with navigation icons (Menu, Search, Location, Speaker, Star, DE, FR, IT) and a central area with a graph of 'Nachhallzeit T [s]' vs 'Frequenz [Hz]'. The graph compares 'Ohne Absorber, ohne Möbel' (red line) and 'Mit Absorbent, mit Möbel' (blue line) against 'Toleranzgrenzen für T<sub>0</sub>' (grey lines). A modal form is open in the center, titled 'Die Zusammenstellung Ihrer akustischen Berechnung enthält ein Deckblatt, auf dem Sie die folgenden Angaben einfügen können.' (The compilation of your acoustic calculation contains a cover sheet, on which you can enter the following information). The form includes fields for 'Projekt:', 'Bearbeiter:', 'Bemerkung:', 'Ihre E-Mail-Adresse:', and 'Kopie an:'. A checkbox for 'Ich bin mit den Datenschutzbestimmungen der Rigips AG einverstanden.' is also present. At the bottom of the modal, there are buttons for 'PDF-Dokument per E-Mail senden' and 'Abbrechen'.

---

## Ergebnisse als PDF Datei

Es ergeben sich mehrere Seiten, in denen zuerst die ganzen Objektdaten zusammengefasst werden. Danach kommen sowohl die Nachhallzeiten als auch die Toleranzbereiche gemäss den Normen. Auf der nächsten Seite wird die Pegelminderung als auch das Fläche- Volumenverhältnis angegeben. Auf den letzten beiden Seiten sind die gewählten Rigips Absorber genau beschrieben und dargestellt.



Rigips AG  
Gewerbepark  
CH-5506 Mägenwil

Rechenservice:	Dieser Bericht wurde mit dem im Internet frei zugänglichen Rechenservice auf der Website <a href="http://www.rigips.ch">www.rigips.ch</a> erstellt.
Kein Auskunftsvertrag:	Durch die Benutzung des Rechenservice kommt kein Vertrag - auch kein Auskunfts- oder Beratungsvertrag - zwischen dem Nutzer des Rechenservice und dem Betreiber dieses Rechenservice oder solchen Unternehmen zustande, für deren Produkte der Rechenservice genutzt wird.
Haftungsausschluss:	Dieser Rechenservice wurde sorgfältig programmiert und die Produktdaten sorgfältig zusammengestellt. Dennoch haftet der Betreiber des Rechenservice und die Unternehmen, für deren Produkte der Rechenservice benutzt wird, nicht für Schäden infolge der Benutzung des Rechenservice. Insbesondere ist jede Haftung für Schäden (z. B. eine fehlerhafte Planung) ausgeschlossen, die durch Verwendung von Berechnungsergebnissen oder von Daten oder Informationen aus dem Rechenservice verursacht werden. Der Haftungsausschluss gilt nicht für Schäden, die von gesetzlichen Vertretern oder leitenden Angestellten grob fahrlässig oder vorsätzlich verursacht werden.
Datum:	09.11.2019
Projekt:	Test
Bearbeiter:	
Bemerkung:	



Projekt: Test

Regelwerk: DIN 18041 (März 2016)

Nutzung: Schule: Klassenzimmer, Unterrichtsraum

Planung: Ohne Inklusion von Personen mit Höreinschränkungen

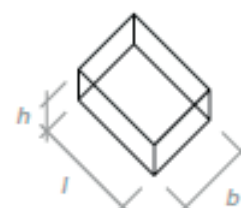
Raumform: Quader

Länge l: 10,0 m

Breite b: 7,0 m

Höhe h: 3,0 m

Volumen: 210,0 m<sup>3</sup>



Rohdecke: 70,0 m<sup>2</sup> Massivbauweise

Rohboden: 70,0 m<sup>2</sup> Schwimmender Estrich

Bodenbeläge: 70,0 m<sup>2</sup> Parkett, Laminat

Wände: 82,0 m<sup>2</sup> Massivbauweise

Fenster: 20,0 m<sup>2</sup> Ohne Vorhänge, ohne Jalousien

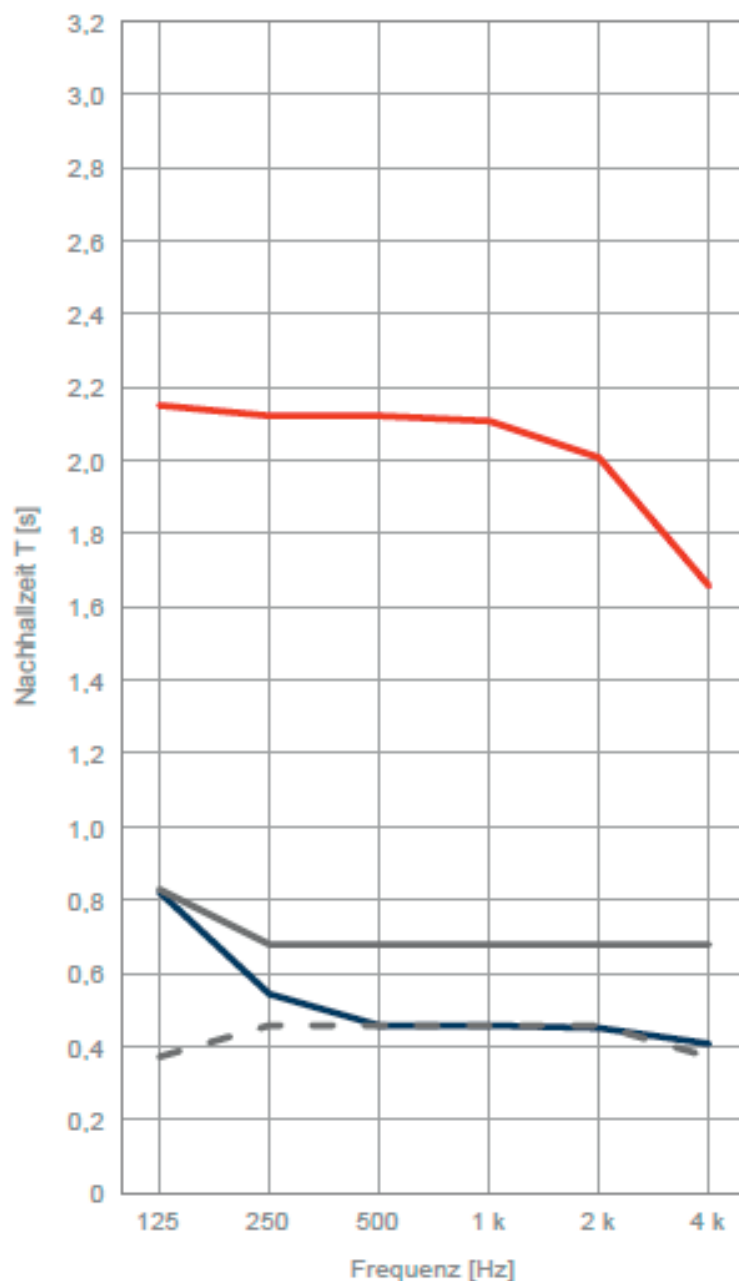
Möbel für: 1 Lehrer

24 Schüler (Primarstufe)

Absorber: 45,0 m<sup>2</sup> Ambiance Spachtelfuge, AS-RL 8/18, h = 200 mm, MW

25,0 m<sup>2</sup> Elegance, RE-RL 12/25 Ultra Akustik, h = 200 mm



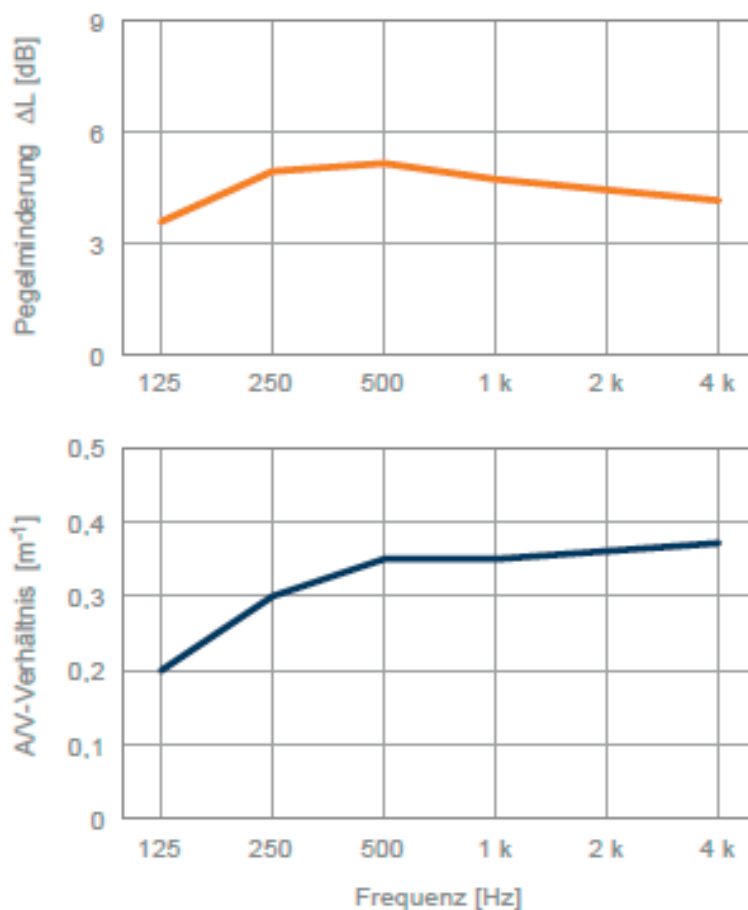


- Ohne Absorber, ohne Möb., ohne Pers.
- Mit Absorbern, mit Möb., mit Pers.
- Toleranzgrenzen für  $T_{Soll} = 0,57$  s



Anforderungen n. DIN 18041 sind erfüllt!

Hinweise in der Norm zur Verteilung der Absorber im Raum (Abschnitt 5.4) und zur Toleranzuntergrenze (Abschnitt 5.3.3) beachten.

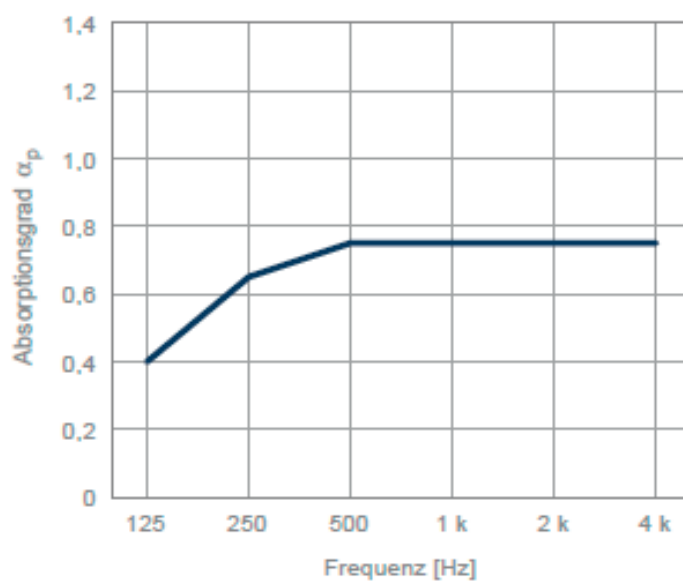
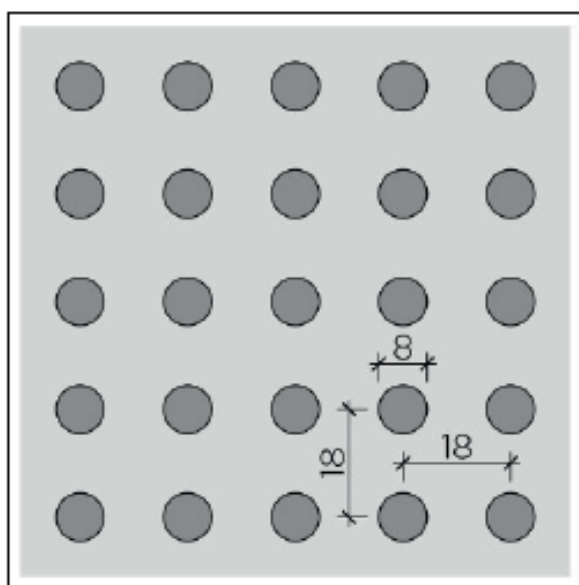


- Pegelminderung durch Absorber
- Mit Absorbern, mit Möb., mit Pers.

Für die gewählte Nutzung stellt die  
DIN 18041 nur Anforderungen an die  
Nachhallzeit!

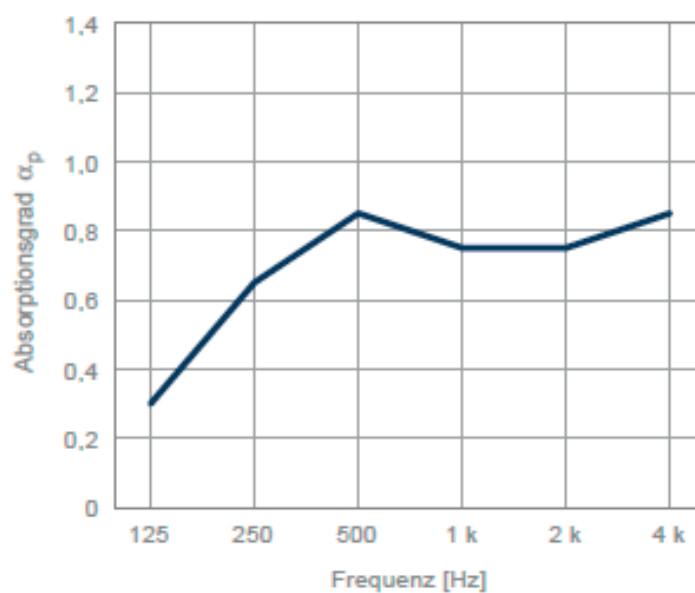
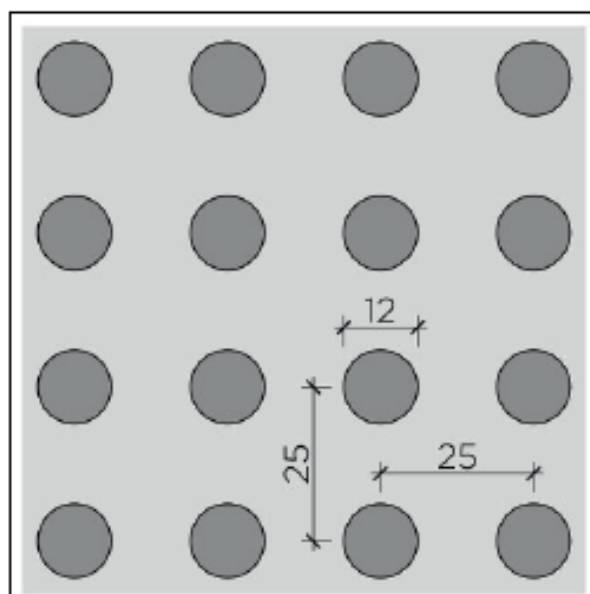


Produkt:	Ambiance Spachtelfuge, AS-RL 8/18, h = 200 mm, MW
Material:	gelochte Gipskartonplatte mit Vlies, 30 mm Mineralwolle
Abmessungen:	1998 mm x 1188 mm x 12,5 mm ; oder nach Maß
Montage:	Abhängenhöhe h = 200 mm
Brandschutz:	A2 - s1, d0 (DIN EN 13501-1)
Bemerkung:	Lochflächenanteil 15,5%
	Flächenbezogene Masse: 8,5 kg/m <sup>2</sup>





Produkt:	Elegance, RE-RL 12/25 Ultra Akustik, h = 200 mm
Material:	gelochte Gipskartonplatte mit Vlies, Akustikputz
Abmessungen:	1950 mm x 1232,5 mm x 12,5 mm
Montage:	Abhängenhöhe h = 200 mm
Brandschutz:	A2 - s1, d0 (DIN EN 13501-1)
Bemerkung:	Lochflächenanteil 35,3%
	Flächenbezogene Masse: 6,5 kg/m²



---

## Grenzen des Rigips Raumakustikrechners

Für höchste raumakustische Anforderungen ist es unbedingt erforderlich, einen objektspezifisch beratenden Akustiker zu Rate zu ziehen. Besonders in Räumen, in denen z.B. ein Vortragender auch über eine grosse Distanz gut gehört werden muss, sind weitere Planungsmethoden wie beispielsweise eine Schallstrahlenanalyse erforderlich. In diesen Fällen kann der Rechner dazu verwendet werden, erste Einschätzungen der zusätzlich erforderlichen Absorptionsflächen vorzunehmen.

## Haftungsausschluss

Durch die Benutzung des Rigips Raumakustik Tools kommt kein Auskunfts- oder Beratungsvertrag zustande. Insbesondere ist jede Haftung für Schäden (z.B. eine fehlerhafte Planung) durch Verwendung von Berechnungsergebnissen ausgeschlossen.



## Beispiele bekannter Opernhäuser

Geometrische Daten und mittlere Nachhallzeiten  $T_m$  bekannter Opernhäuser  
(besetzter Zustand)

Ort	Opernhaus	erbaut	Volumen [m³]	Plätze	K [m³/Platz]	$T_m$ [s]
Bayreuth	Festspielhaus	1876	10300	1800	5.7	1.6
Berlin	Deutsche Staatsoper	1742	7000	1350	5.0	1.2
Berlin	Deutsche Oper	1961	10800	1900	5.7	1.5
Buenos Aires	Teatro Colon	1908	20550	2500	7.4	1.7
Dresden	Semperoper	1878	12500	1290	9.6	1.7
London	Royal Opera House Covent Garden	1858	10100	2120	4.6	1.1
Mailand	Teatro alla Scala	1778	10200	2300	4.6	1.1
New York	Metropolitan Opera	1966	30500	3800	8.0	1.8
Paris	Theatro National de l'Opera	1875	9960	2130	4.7	1.1
Paris	Opera de la Bastille	1989	21000	2700	7.7	1.5
Salzburg	Neues Festspielhaus	1960	14000	2160	6.5	1.4
Sydney	Opera House	1973	8200	1550	5.3	1.2

Der Amerikaner Wallace Clement Sabine leitete 1898 aus vielen Messungen der Nachhallzeit die Formel nach Sabine her. Formel zur Bestimmung der Nachhallzeit:

$$T_{\text{soll}} = 0.163 \times V / A$$

$V$  = Volumen eines Raumes

$A$  = äquivalente Schallabsorptionsfläche

$$A = \alpha \times F$$

$\alpha$  = Schallabsorptionsgrad einer Fläche im Raum

$F$  = effektive Fläche im Raum in m²

Obwohl die Formel viel später hergeleitet wurde, sind viele bekannte Opernhäuser schon davor raumakustisch sehr gut erbaut worden.