

Architectural Acoustics

Intended use, standards, guidelines and specification.

Christian Frick

Overview, planning process

Pre-Design Phase: This phase involves understanding the intended use of the building or space, identifying acoustic requirements, and setting goals for sound quality, reverberation, noise control, and speech intelligibility.

Conceptual Design: Developing a preliminary design that considers the layout, materials, and construction methods that can positively impact the building's acoustics.

Acoustic Modeling and Simulation: Using specialized software to model and simulate the acoustic behavior of the building design.

Material Selection: Choosing appropriate materials with favorable acoustic properties for surfaces, such as acoustic panels, sound-absorbing materials, soundproofing insulation, and finishes that contribute to achieving the desired sound quality.

Overview, planning process

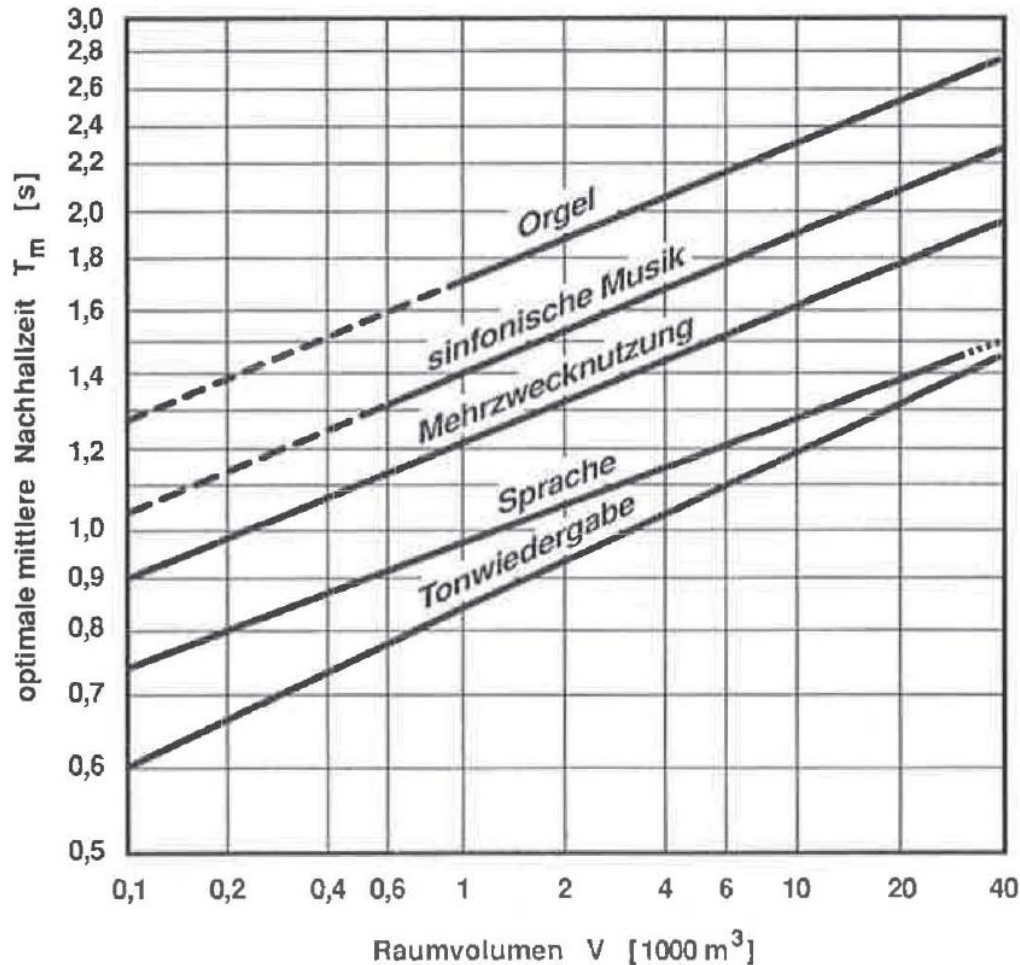
Technical Specifications: Developing detailed technical specifications for construction materials and techniques to ensure they meet the required acoustic performance standards. This includes guidelines for installation and construction methods.

Construction and Installation: Overseeing the implementation of the acoustic design during the construction phase, ensuring that materials are installed according to specifications to achieve the intended goals.

Post-Construction Testing and Commissioning: Conducting tests and measurements to evaluate the actual acoustic performance of the completed building.

Occupancy and Maintenance: Providing guidance to building occupants on how to maintain the acoustic integrity of the space. Regular maintenance may be necessary to preserve the desired acoustic performance over time.

Very simple guidelines: Reverberation time



There are very simple planning tools which are based on widely accepted designs. In all such guidelines, the principal use scenario of the room is the starting point.

Is a high speech intelligibility needed?

Are there special requirements for sound insulation?

Is it a cinema, a club for electronic music, a large office space, a rehearsal room for singing, a gym, a lecture hall?

Picture on the left:

Very simple guideline for mid frequency (500, 1000 Hz) reverberation times as a function of use and volume.

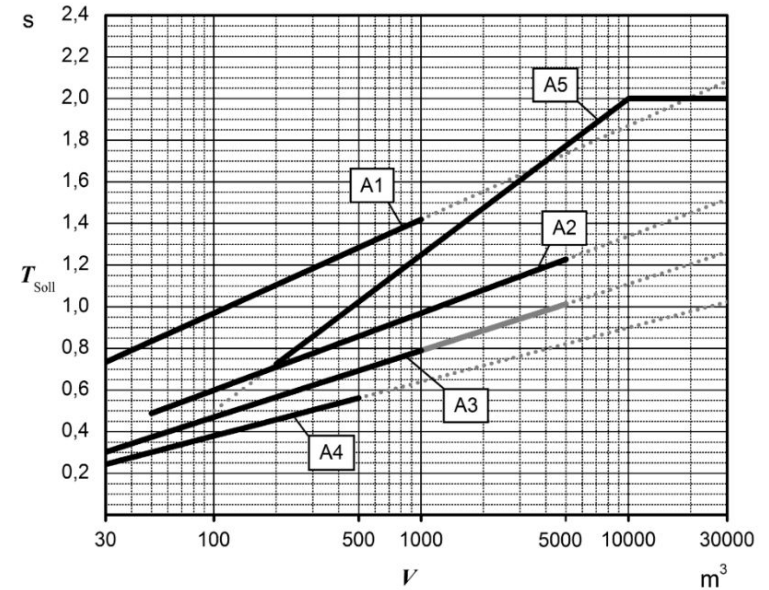
DIN 18041: Reverberation time: Rooms for speech communication

4.2.2 Nutzungsarten

Die Nachhallzeitanforderungen für eine gute Hörsamkeit sind vom Raumvolumen und von der Nutzungsart des Raums abhängig. Für Räume der Gruppe A werden folgende Nutzungsarten unterschieden:

- A1: „Musik“;
- A2: „Sprache/Vortrag“;
- A3: „Unterricht/Kommunikation“ sowie „Sprache/Vortrag inklusiv“;
- A4: „Unterricht/Kommunikation inklusiv“;
- A5: „Sport“.

Die Räume der Gruppe A sind einer der fünf Nutzungsarten A1 bis A5 zuzuordnen. Tabelle 1 beschreibt die mit der jeweiligen Nutzungsart zu erwartende Situation und subjektive Wahrnehmung in den Räumen und benennt Beispiel-Räume. Vergleichbare Räume sind sinngemäß einzuordnen.



Legende

T_{Soll} Soll-Nachhallzeit in Sekunden

V Volumen in Kubikmeter

Soll-Nachhallzeit in Abhängigkeit vom Raumvolumen für im Sinne dieser Norm typische Raumvolumina in Sekunden

Soll-Nachhallzeit in Abhängigkeit vom Raumvolumen in Sekunden

Soll-Nachhallzeit in Abhängigkeit vom Raumvolumen für im Sinne dieser Norm untypische Raumvolumina in Sekunden

A1 Nutzungsart: „Musik“

A2 Nutzungsart: „Sprache/Vortrag“

A3 Nutzungsart: „Unterricht/Kommunikation“ (bis 1 000 m³) sowie „Sprache/Vortrag inklusiv“ (bis 5 000 m³)

A4 Nutzungsart: „Unterricht/Kommunikation inklusiv“

A5 Nutzungsart: „Sport“

Tabelle 1 — Beschreibung der Nutzungsarten der Räume der Gruppe A

Nutzungsart	Kurzbezeichnung und Beschreibung der Nutzungsart	Subjektive Wahrnehmung	Beispiele
A1	Kurzbezeichnung: „Musik“ Vorwiegend musikalische Darbietungen	Gute Hörsamkeit für unverstärkte Musik. Sprachliche Darbietungen sind nur mit gewissen Einschränkungen der Sprachverständlichkeit möglich.	Musikraum mit aktivem Musizieren und Gesang
A2	Kurzbezeichnung: „Sprache/Vortrag“ Sprachliche Darbietungen stehen im Vordergrund, in der Regel von einer (frontalen) Position. Gleichzeitige Kommunikation zwischen mehreren Personen an verschiedenen Stellen im Raum wird selten durchgeführt.	Sprachliche Darbietungen einzelner Sprecher erzielen eine hohe Sprachverständlichkeit. Musikalische Darbietungen werden in der Regel als zu transparent und klar empfunden, jedoch günstig für musikalische Probenarbeit.	Gerichts- und Ratssaal, Gemeindesaal Hörsaal Versammlungsraum Schulaula
A3	Kurzbezeichnung: „Sprache/Vortrag inklusiv“ Räume der Nutzungsart A2 für Personen, die in besonderer Weise auf gutes Sprachverstehen angewiesen sind Erforderlich für inklusive Nutzung ^a	Sprachliche Darbietungen einzelner Sprecher erzielen eine hohe Sprachverständlichkeit, auch für Personen mit Höreinschränkungen oder bei z. B. fremdsprachlicher Nutzung.	Gerichts- und Ratssaal Gemeindesaal Hörsaal Versammlungsraum Schulaula
	Kurzbezeichnung: „Unterricht/Kommunikation“ Kommunikationsintensive Nutzungen mit mehreren gleichzeitigen Sprechern verteilt im Raum	Sprachliche Kommunikation ist mit mehreren (teilweise gleichzeitigen) Sprechern möglich.	Unterrichtsraum Differenzierungsraum Tagungsraum Besprechungsraum Konferenzraum Seminarraum Gruppenraum in Kindertageseinrichtungen, Pflegeeinrichtungen und Seniorenheimen
A4	Kurzbezeichnung: „Unterricht/Kommunikation inklusiv“ Kommunikationsintensive Nutzungen mit mehreren gleichzeitigen Sprechern verteilt im Raum entsprechend Nutzungsart A3, jedoch für Personen, die in besonderer Weise auf gutes Sprachverstehen angewiesen sind Für Räume größer als 500 m ³ und für musikalische Nutzungen ist diese Nutzungsart nicht geeignet. Erforderlich für inklusive Nutzung ^a	Sprachliche Kommunikation ist mit mehreren (teilweise gleichzeitigen) Sprechern möglich, auch für Personen mit Höreinschränkungen oder bei z. B. fremdsprachlicher Nutzung.	Unterrichtsraum Differenzierungsraum Tagungsraum Besprechungsraum Konferenzraum Seminarraum Gruppenraum in Kindertageseinrichtungen, Pflegeeinrichtungen und Seniorenheimen Video-Konferenzraum
A5	Kurzbezeichnung: „Sport“ In Sport- und Schwimmhallen kommunizieren mehrere Gruppen (auch gleichzeitig) mit unterschiedlichen Inhalten	Sprachliche Kommunikation über kurze Entfernungen ist im Allgemeinen gut möglich.	Sport- und Schwimmhallen für nahezu ausschließliche Nutzung als Sportstätte

^a Aus dem Behindertengleichstellungsgesetz, vergleichbaren Landesregelungen und der UN-Konvention über die Rechte von Menschen mit Behinderungen ergibt sich, dass der Öffentlichkeit zugängliche Neubauten inklusiv zu errichten sind, soweit dies nicht nur mit einem unverhältnismäßigen Mehraufwand erfüllt werden kann. Näheres ist den jeweiligen Landesgesetzen zu entnehmen.

4.2.3 Anforderungen an die Nachhallzeit

Die Sollwerte der Nachhallzeit für die fünf Nutzungsarten A1 bis A5 nach 4.2.2 sind nach den Gleichungen (1) bis (6) in Abhängigkeit vom Volumen V zu berechnen. Der Nachweis der Einhaltung der geforderten frequenzabhängigen Nachhallzeit erfolgt nach den Vorgaben des Anhangs A während der Planungsphase rechnerisch und gegebenenfalls nach Fertigstellung des Raumes durch Messungen. Im Sinne dieser Norm ist die frequenzabhängige Betrachtung der Nachhallzeit zwingend erforderlich. Für die in dieser Norm behandelten Räume ist in der Regel ein linearer frequenzabhängiger Verlauf für die Nachhallzeit anzustreben. Jedoch beeinträchtigt ein moderater Anstieg der Nachhallzeit zu tiefen Frequenzen die Hörsamkeit nicht.

Die Abhängigkeit der Soll-Nachhallzeit T_{Soll} vom Raumvolumen V ist in Bild 1 dargestellt. Für im Sinne dieser Norm untypische Raumvolumina ist der Sollwertbereich in Bild 1 gepunktet dargestellt. Die Sollwerte der Nachhallzeit sind mathematisch gerundet mit zwei Nachkommastellen anzugeben.

A1 „Musik“:

$$T_{\text{Soll,A1}} = \left(0,45 \lg \frac{V}{\text{m}^3} + 0,07\right) \text{ s} \quad 30 \text{ m}^3 \leq V < 1\,000 \text{ m}^3 \quad (1)$$

A2 „Sprache/Vortrag“:

$$T_{\text{Soll,A2}} = \left(0,37 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,14\right) \text{ s} \quad 50 \text{ m}^3 \leq V < 5\,000 \text{ m}^3 \quad (2)$$

A3 „Unterricht/Kommunikation“ (bis 1 000 m³) sowie „Sprache/Vortrag inklusiv“ (bis 5 000 m³):

$$T_{\text{Soll,A3}} = \left(0,32 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,17\right) \text{ s} \quad 30 \text{ m}^3 \leq V < 5\,000 \text{ m}^3 \quad (3)$$

A4 „Unterricht/Kommunikation inklusiv“:

$$T_{\text{Soll,A4}} = \left(0,26 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,14\right) \text{ s} \quad 30 \text{ m}^3 \leq V < 500 \text{ m}^3 \quad (4)$$

A5 „Sport“:

$$T_{\text{Soll,A5}} = \left(0,75 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 1,00\right) \text{ s} \quad 200 \text{ m}^3 \leq V < 10\,000 \text{ m}^3 \quad (5)$$

$$T_{\text{Soll,A5}} = 2,0 \text{ s} \quad V \geq 10\,000 \text{ m}^3 \quad (6)$$

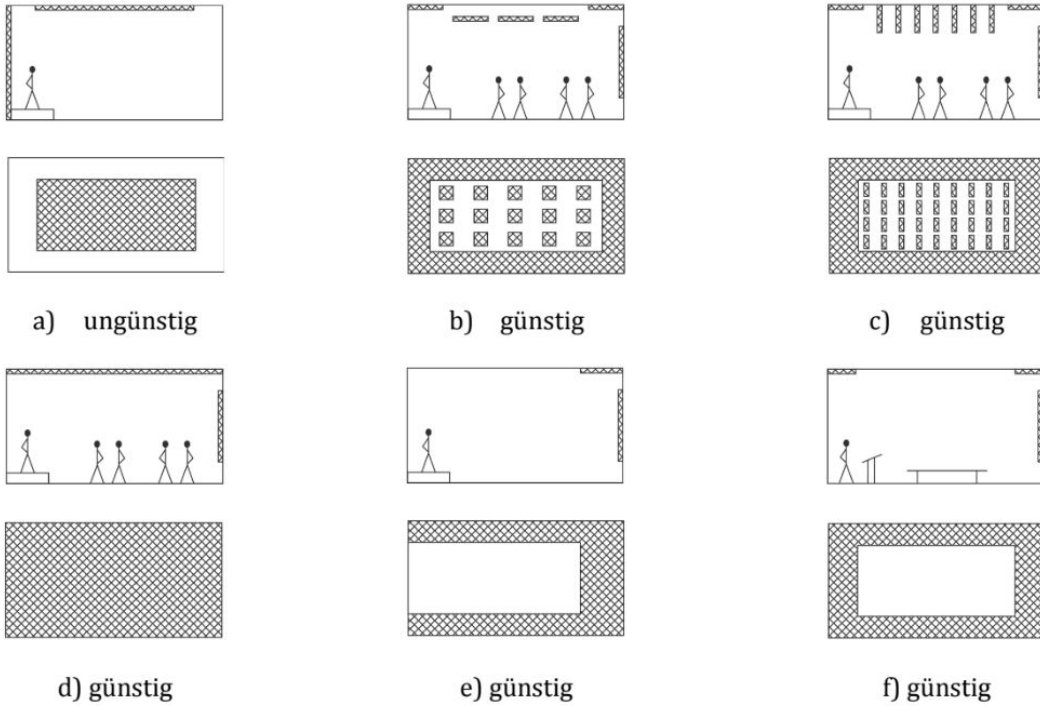


Bild 4 — Verteilung von Schallabsorptionsflächen für Räume kleiner bis mittlerer Raumgröße, z. B. Unterrichts- und Sitzungsräume (oben Aufrisse, darunter Deckenuntersichten)

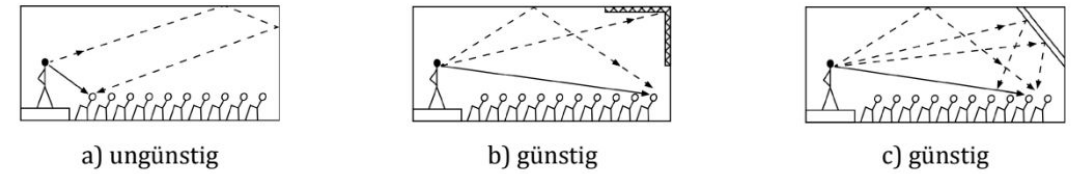


Bild 5 — Reflexionen an der Rückwand

Bei zueinander parallelen Flächen (siehe Bild 6a) sollte zumindest eine der gegenüberliegenden Flächen gegliedert oder schallabsorbierend gestaltet werden (Bild 6b und 6c). Dies gilt insbesondere bei größeren Räumen mit nicht ansteigender Bestuhlung. Auch eine Schrägstellung der Flächen um mindestens etwa 5° ist günstig.

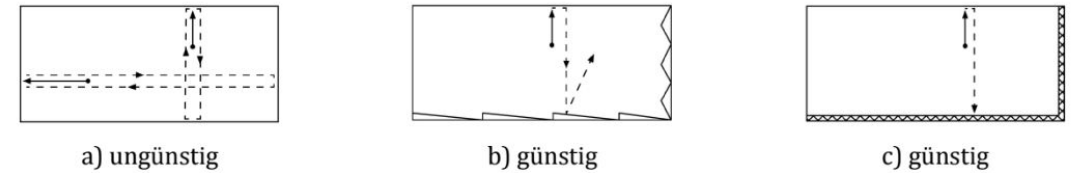


Bild 6 — Parallele Wände

Sind die Decke oder die Seitenwandflächen nicht eben, sondern großflächig gegliedert, so sind die Einzel-elemente so auszurichten, dass der Schall in die mittlere und hintere Zuhörerfläche gelenkt wird (siehe Bild 7).

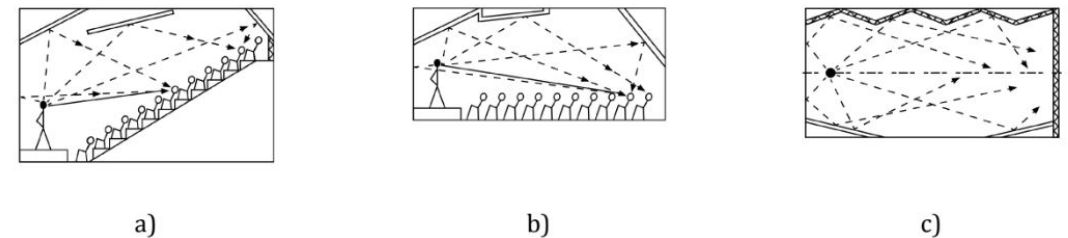


Bild 7 — Nützliche Reflexionen für den hinteren Raumbereich (a und b Aufrisse, c Grundriss)

DIN 18041: Reverberation time: Rooms individual communication

4.3.2 Nutzungsarten

Die Räume der Gruppe B sind einer der fünf Nutzungsarten B1 bis B5 zuzuordnen. Tabelle 2 beschreibt die jeweilige Nutzungsart und nennt Beispiele für entsprechende Räume. Vergleichbare Räume sind sinngemäß einzuordnen. Bei Räumen mit mehreren Nutzungen bzw. Nutzungsarten, z. B. Wartebereich im Krankenhaus mit einem Schalterbereich mit ständigem Arbeitsplatz, ist die jeweils höhere Empfehlung an das A/V -Verhältnis zu berücksichtigen.

Tabelle 2 — Nutzungsarten mit Beschreibung und Beispiele für Räume der Gruppe B

Nutzungsart	Beschreibung	Beispiele
B1	Räume ohne Aufenthaltsqualität	Eingangshallen, Flure, Treppenhäuser u. Ä. als reine Verkehrsfläche (ausgenommen Verkehrsflächen in Schulen, Kindertageseinrichtungen, Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen)
B2	Räume zum kurzfristigen Verweilen	Eingangshallen, Flure, Treppenhäuser u. ä. Verkehrsflächen mit Aufenthaltsqualität (Empfangsbereich mit Wartezonen etc.), Ausstellungsräume, Schalterhallen, Umkleiden in Sporthallen
B3	Räume zum längerfristigen Verweilen	Ausstellungsräume mit Interaktivität oder erhöhtem Geräuschaufkommen (Multimedia, Klang-/Videokunst etc.), Verkehrsflächen in Schulen und Kindertageseinrichtungen (Kindergarten, Kinderkrippe, Hort etc.), Verkehrsflächen mit Aufenthaltsqualität in Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen (z. B. offene Wartezonen), Patientenwarteräume, Pausenräume, Bettenzimmer, Ruheräume, Operationssäle, Behandlungsräume, Untersuchungsräume, Sprechzimmer, Speiseräume, Kantinen, Labore, Bibliotheken, Verkaufsräume
B4	Räume mit Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort	Rezeption/Schalbereich mit ständigem Arbeitsplatz, Labore mit ständigem Arbeitsplatz, Ausleihbereiche von Bibliotheken, Ausgabebereiche in Kantinen, Bewohnerzimmer in Pflegeeinrichtungen, Bürgerbüro, Büroräume ^{a, b}
B5	Räume mit besonderem Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort	Speiseräume und Kantinen in Schulen, Kindertageseinrichtungen (Kindergarten, Kinderkrippe, Hort etc.), Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen, Arbeitsräume mit besonders hohem Geräuschaufkommen (z. B. Werkstätten, Werkräume, Großküchen, Spülküchen), Callcenter ^a , Leitstellen, Sicherheitszentralen, Intensivpflegebereiche, Wachstationen, Bewegungsräume in Kindertageseinrichtungen, Spielflure und Umkleiden in Schulen und Kindertageseinrichtungen (Kindergarten, Kinderkrippe, Hort etc.)
^a Empfehlungen für Büroräume sowie Callcenter werden ausführlich in der Richtlinie VDI 2569 behandelt. ^b Einzelbüros können unter Nutzungsart B3 eingeordnet werden.		

4.3.3 Orientierungswerte für das Verhältnis von äquivalenter Schallabsorptionsfläche eines Raumes und des Raumvolumens (A/V)

Die in Tabelle 3 angeführten Orientierungswerte für das mindestens erforderliche A/V -Verhältnis gelten in den einzelnen Oktaven von 250 Hz bis 2 000 Hz ohne die Berücksichtigung der Schallabsorption durch Personen und sind in Abhängigkeit von der lichten Raumhöhe h angegeben.

In mehrgeschossigen Räumen (z. B. Atrien mit angeschlossenen Laubengängen) bezieht sich h auf die gesamte Raumhöhe. Eine etagenweise Betrachtung führt jedoch zu einer größeren Absorptionsfläche und ist somit im Hinblick auf die Schallpegelminderung von Vorteil. Die mittlere lichte Raumhöhe h kann berechnet werden, indem das Raumvolumen durch die Nettogrundfläche des Raumes geteilt wird.

Tabelle 3 — Orientierungswerte für das Verhältnis von äquivalenter Schallabsorptionsfläche A zum Raumvolumen V

Nutzungsart	bei Raumhöhen $h \leq 2,5$ m	bei Raumhöhen $h > 2,5$ m
	m^2/m^3	m^2/m^3
B1	ohne Anforderung	ohne Anforderung
B2	$A/V \geq 0,15$	$A/V \geq [4,80 + 4,69 \lg(h/1 \text{ m})]^{-1}$ (7)
B3	$A/V \geq 0,20$	$A/V \geq [3,13 + 4,69 \lg(h/1 \text{ m})]^{-1}$ (8)
B4	$A/V \geq 0,25$	$A/V \geq [2,13 + 4,69 \lg(h/1 \text{ m})]^{-1}$ (9)
B5	$A/V \geq 0,30$	$A/V \geq [1,47 + 4,69 \lg(h/1 \text{ m})]^{-1}$ (10)
Dabei ist A die äquivalente Schallabsorptionsfläche eines Raums in Quadratmeter V das Raumvolumen in Kubikmeter h die lichte Raumhöhe in Meter		

SUVA: Reverberation time, sound pressure level

1.3 Belästigender Lärm am Arbeitsplatz (extraaurale Lärmwirkung)

Mutterschutzverordnung vom 27. März 2001, Art. 11

Schwangere dürfen an Arbeitsplätzen mit einem Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ von 85 dB(A) oder mehr nicht beschäftigt werden. Belastungen durch Infra-/Ultraschall sind gesondert zu beurteilen.

Arbeitsgesetz (ArG)

Tätigkeitsbezogene Richtwerte gemäss Wegleitung zu Verordnung 3:

Die Richtwerte umfassen sämtliche auf den Arbeitsplatz einwirkenden Lärmimmissionen, mit Ausnahme der eigenen Kommunikation (Gespräche mit anderen Personen, Telefonklingeln, akustische Signale, uws.)

Tätigkeit	Lärmexpositionspegel L_{EX} in dB(A)	
	Normalanforderung	Erhöhte Anforderung
Gruppe 1: Industrielle und gewerbliche Tätigkeiten	< 85	≤ 75
Gruppe 2: Allgemeine Bürotätigkeiten und vergleichbare Tätigkeiten in der Produktion und Überwachung	≤ 65	≤ 55
Gruppe 3: Überwiegend geistige Tätigkeiten, die eine hohe Konzentration verlangen	≤ 50	≤ 40

Normalanforderung: Richtwerte, die in der Regel im überwiegenden Teil der Anwendungsfälle einzuhalten sind.

Erhöhte Anforderung: Richtwerte für Lärminderungsziele. Gleichzeitig sind sie als Richtwerte bei erhöhten Ansprüchen an die Arbeitsleistung, die Arbeitsqualität und bei besonderer Konzentration usw. zu betrachten.

Raum	Anforderungen gem. Wegleitung Verordnung 3 Lärmexpositionspegel L_{EX} in dB(A)	Mindestanforderungen gem. SIA 181-2006 Beurteilungspegel $L_{r,H}$ pro Quelle in dB(A)
Kleinbüro (bis 3 Pers.), mittleres Büro	40	33
Sitzungs- und Konferenzzimmer	40	33
Grossraumbüro	45	-
Büro mit mehreren Büromaschinen	45	-
EDV-Maschinenraum	50	-
Werkstattbüro, Kommandoraum	60	-
Steuerkabine	70	-
Labor	50	-
Pausen- und Bereitschaftsräume	60	-
Liege-, Ruhe- und Sanitärräume	40	33
Kantine	55	38
Operationssaal	40	33
Unterrichtsräume	40	28
Dienstwohnung (nachts)	35	25

SUVA: Reverberation time, sound pressure level

3.1 Mittlerer Schallabsorptionsgrad $\bar{\alpha}_s$

Als Planungsgrösse wird für unbelegte Räume (ohne Einrichtungen und Mobiliar) ein über alle Raumbegrenzungsflächen (S_{tot}) berechneter mittlerer Schallabsorptionsgrad $\bar{\alpha}_s$ von $\square\square\square$ 0,25 verlangt. Dabei ist:

$$\bar{\alpha}_s = \frac{A_{tot}}{S_{tot}} \quad A_{tot} = \text{gesamtes Schallschluckvermögen [m}^2\text{]}$$

(siehe auch: Berechnungsbeispiel des mittleren Schallabsorptionsgrades, Suva-Nr. 86118.d oder Berechnungshilfen unter www.suva.ch/laerm)

3.2 Nachhallzeiten T_m

Die Richtwerte gelten für arbeits- und funktionsbereite Arbeitsräume.

Raumvolumen V [m ³]	Maximale Nachhallzeit T_m *) [s]
< 50	0,5
50 - 200	0,5 - 0,8
200 - 1'000	0,8 - 1,2
1'000 – 5'000	1,2 - 1,4
5'000 - 20'000	1,4 - 1,6
> 20'000	1,6

*) Mittelwert in den Oktavbändern von 125 bis 4000 Hz.

Untere Grenze des Volumenbereichs:
kleinere Nachhallzeit

Obere Grenze des Volumenbereichs:
grössere Nachhallzeit

3.3 Schalldruckpegelabnahme pro Distanzverdoppelung DL2

Die Schalldruckpegelabnahme pro Distanzverdoppelung DL2 muss für einen arbeits- und funktionsbereiten Arbeitsraum mindestens 4 dB betragen. DL2 wird im mittleren Entfernungsbereich (5 bis 16 m) von einer punktförmigen Schallquelle in den Oktavbändern 125 bis 4000 Hz gemessen und arithmetisch gemittelt (Messverfahren nach EN ISO 11690 Teil 1).

3.4 Auswahl der raumakustischen Kenngrössen

Raum, Projektstadium		T_m	$\bar{\alpha}_s$	DL2
Neubauten in der Planungsphase, Plangenehmigungsverfahren		(X)	X	X
Beurteilung von bestehenden Räumen und Prognosen für bestehende Räume bei Sanierungsvorhaben	V > 1'000 m ³	(X)	(X)	X
	V < 1'000 m ³	X	X	-

X 1. Priorität (X) 2. Priorität

Stehen zwei Kreuze in der gleichen Zeile, ist die Wahl der Kenngrösse frei.

SIA181: Sound insulation (and reverberation time for gyms)

2.2 Anforderungsstufen

2.2.1 Mindestanforderungen

Die Mindestanforderungen gewährleisten einen Schallschutz, der lediglich erhebliche Störungen zu verhindern vermag.

2.2.2 Erhöhte Anforderungen

Die erhöhten Anforderungen bieten einen Schallschutz, bei dem sich ein Grossteil der Menschen im Gebäude behaglich fühlt. Bei Doppel- und Reihen-Einfamilienhäusern sowie bei neu gebautem Stockwerkeigentum gelten die erhöhten Anforderungen.

2.2.3 Spezielle Anforderungen

Bei besonderen Nutzungen oder bei besonderen Schallschutzansprüchen (auch für einzelne Räume oder Lärmarten) sind spezielle Anforderungen festzulegen und zu vereinbaren. Spezielle Verhältnisse sind insbesondere dann gegeben, wenn die Lärmempfindlichkeit und/oder der Grad der emissionsseitigen Lärmbelastung erheblich nach oben oder unten von den angegebenen Beschreibungen abweichen. In jedem Fall sind die Anforderungen gemäss Ziffer 2.2.1 bzw. 2.2.2 einzuhalten.

There are different **grades of quality**,
different classes of **noise sensitivity** and
different classes of **noise emitting use** cases.

Lärmempfindlichkeit

Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt durch sinngemässe Interpretation der nachstehenden, als Beispiele aufgeführten Angaben.

Tabelle 1 Einstufung der Lärmempfindlichkeit nach der immissionsseitigen Raumart und Nutzung

Lärmempfindlichkeit	Beschreibung der immissionsseitigen Raumart und Raumnutzung (Empfangsraum)
gering	Räume für vorwiegend manuelle Tätigkeit; Räume, welche von vielen Personen oder nur kurzzeitig benutzt werden. Beispiele: Werkstatt, Handarbeits-, Empfangs-, Warteraum, Grossraumbüro (bei Ausschluss späterer Unterteilung in mehrere Nutzungseinheiten oder Einzelbüros), Kantine, Restaurant, Küche ohne planmässige Wohnnutzung, Bad, WC, Verkaufsraum, Labor, Korridor.
mittel	Räume für Wohnen, Schlafen und für geistige Arbeiten. Beispiele: Wohn-, Schlafzimmer, Studio, Schulzimmer, Musikübungsraum, Wohnküche, Büroraum, Hotelzimmer, Spitalzimmer ohne spezielle Ruheraumfunktion.
hoch	Räume für Benutzer mit besonders hohem Ruhebedürfnis. Beispiele: spezielle Ruheräume in Spitälern und Sanatorien, spezielle Therapieräume mit hohem Ruhebedarf, Lese-, Studierzimmer.

SIA181: Sound insulation (and reverberation time for gyms)

All regulations are valid between different users of a building.

Classification of sound emitting and sound receiving rooms, regulations for all combinations.

Special regulations for special intended use cases.

Airborne sound from the inside, airborne sound from the outside and structural sound from the inside are discussed.

For gyms regulations for reverberation times can be found.

Tabelle 4 Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von innen

Lärmbelastung	klein	mässig	stark *	sehr stark *
Beispiele für emissionsseitige Raumart und Nutzung (Senderraum)	Geräuscharme Nutzung: Lese-, Wartezimmer, Patienten-, Sanitätszimmer, Archiv	Nutzung normal: Wohn-, Schlafraum, Küche, Bad, WC, Korridor, Aufzugsschacht, Treppenhaus, Büroraum, Konferenzraum, Labor, Verkaufsraum ohne Beschallung	Lärmige Nutzung: Hobbyraum, Versammlungsraum, Schulzimmer, Kinderkrippe, Kindergarten, Heizung, Einstellgarage, Maschinenraum, Restaurant ohne Beschallung, Verkaufsraum mit Beschallung und dazugehörige Erschliessungsräume	Lärmintensive Nutzung: Gewerbebetrieb, Werkstatt, Musikübungsraum, Turnhalle, Restaurant mit Beschallung und dazugehörige Erschliessungsräume
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte D_i **			
gering	42 dB	47 dB	52 dB	57 dB
mittel	47 dB	52 dB	57 dB	62 dB
hoch	52 dB	57 dB	62 dB	67 dB

Specialized regulations: Barrier-free buildings

- **Speech Intelligibility:** It's vital to ensure that individuals with hearing impairments or those who rely on assistive listening devices can effectively understand spoken communication. This involves managing reverberation, background noise levels, and ensuring clear and direct sound transmission.
- **Sound Insulation:** Proper sound insulation is necessary to minimize the transmission of unwanted noise between spaces. This is particularly important for individuals with heightened sensitivity to noise, such as those with certain disabilities or sensory processing issues.
- **Wayfinding and Emergency Communication:** Acoustic signaling and communication systems should be integrated to provide audible cues for wayfinding and emergency alerts. Clear and well-distributed audio signals can aid individuals with visual impairments or those who rely on auditory cues for navigation and safety.
- **Assistive Listening Systems:** Incorporating assistive listening systems, such as induction loop systems or infrared systems, can benefit individuals with hearing impairments by enhancing the clarity of speech and reducing background noise in specific areas like auditoriums, meeting rooms, or public spaces.
- **Sound reinforcement systems:** There are EMPA guidelines of defining a proper installation of a sound reinforcement systems for speech and music amplification (using the STIPA).

VDI 2569 - Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro

Tabelle 1. Wahrnehmung der Geräusche aus benachbarten Räumen

Schallschutz-Klasse	Einzelbüro / Mehrpersonenbüro	Vertrauliches Büro
A	normale Sprache im Allgemeinen nicht verstehbar	angehobene Sprache im Allgemeinen nicht verstehbar
B	normale Sprache teilweise verstehbar	angehobene Sprache im Allgemeinen kaum verstehbar
C	normale Sprache verstehbar	

Anmerkung: Der verbalen Beschreibung der Tabelle 1 liegen im Falle der Mehrpersonenbüros ein A-bewerteter Fremdgeräuschpegel von ≥ 35 dB und in allen anderen Fällen von ≥ 30 dB zugrunde.

Tabelle 2. Empfehlungen für die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ in dB

	Schallschutz-Klasse ^{a)}		
	A	B	C
Einzelbüro	42	37	32
Mehrpersonenbüro	37	32	27
Vertrauliches Büro	50	45	

^{a)} Besprechungsräume sind sinngemäß einzuordnen.

Tabelle 5. Beschreibung der Klassifizierung von Einzelbüros hinsichtlich der Erwartung an die raumakustischen Bedingungen

Raumakustik-Klasse	Erwartungsniveau	Beschreibung
A	hoch	Eine hohe akustische Behaglichkeit in Einzelbüros wird von den Nutzern als angenehm und ruhig empfunden, und ermöglicht eine sehr gute Sprachverständlichkeit innerhalb des Raums und beim Telefonieren.
B	mittel	Nur unter ungünstigen Umständen, z. B. beim Telefonieren unter Einwirkung eines erhöhten Störgeräuschs oder anderen Gesprächen, kann es zu einer ungenügenden Sprachverständlichkeit und hohen Höranstrengung kommen. Beanstandungen über unzureichende raumakustische Bedingungen kommen in der Regel selten vor.
C	gering	Im Falle von Telefonaten und Besprechungen wird die Raumbedämpfung von den meisten Nutzern als zu gering empfunden. Störgeräusche mit dem A-bewerteten Störschalldruckpegel bauseitiger Geräusche gemäß Tabelle 6 können die Sprachverständlichkeit verringern. Beanstandungen der Nutzer über unzureichende raumakustische Bedingungen sind nicht auszuschließen.

Tabelle 6. Empfehlungen für die maximalen Nachhallzeiten T und den maximalen Störschalldruckpegel bauseitiger Geräusche $L_{NA,Bau}$ in Einzelbüros

Raumakustik-Klasse	T in Oktavbändern		$L_{NA, Bau}$
	125 Hz	250 Hz bis 4000 Hz	
A	$\leq 0,8$ s	$\leq 0,6$ s	≤ 30 dB
B	$\leq 1,0$ s	$\leq 0,8$ s	≤ 35 dB
C	$\leq 1,2$ s	$\leq 1,0$ s	≤ 40 dB

And even more.

Cultural places, concert halls for entertainment music

Guidelines for Rock and Pop Venues (Nils Werner Adelman-Larsen)

DIN15996 Studio EBU listening room ITU listening room

Bild- und Tonbearbeitung in Film-, Video- und Rundfunkbetrieben - Grundsätze und Festlegungen für den Arbeitsplatz

Large office spaces

VDI 2569
SUVA 86048.d

Cinemas

Dolby THX regulations for architects and acousticians

-> If the acoustic scenario is relevant an acoustic consultant should absolutely be included in the project.

Case study:

Tanzhaus
Zurich

entrance,
offices,
production
rooms,
mainstage



Case study:

Tanzhaus
Zurich,

entrance





Case study:

Tanzhaus Zurich, mainstage

Intended Use:	Contemporary dancing, speech, music reproduction
Materialization:	Concrete
Target reverberation time:	0.95 sec +/- 20%
Reverberation times	
- without acoustical measures	5 - 10 sec
- with all accepted acoustical measures	3.5 sec
- by using geometrical acoustics and specialized 3D soundfield simulations	0.7 - 1.3 sec
- validation measurement	0.7 - 1.15 sec

Case study:

Tanzhaus Zurich

mainstage

PUBLISHED	Grundriss	Schnitte	laut Entscheidungsgrundlage (VORAB) (B-only 8.1.2016)		Tanz / Ballett	Elektroak. Musik	Livemusik	Sprache unverstärkt	Sprache verstärkt	Kommentare	
			RA-Kriterium:	T-30 / RT60							T-30 / RT60
			Simulations:	statistical	geometrical						
A	Keine Akustikmassnahme			~ 4-5 sec	not calc.	NO	NO	NO	NO	NO	
B	Akustikmassnahme Decke			(1.93 sec)	not calc.	NO	NO	NO	NO	NO	
C	Akustikmassnahme Decke + Vorhänge			0.71 sec	not calc.	YES*	YES*	YES*	YES*	YES*	*) only with one type of curtains calculated, specification of curtains to do -> large bass-ratio
C'	Akustikmassnahme Decke + Vorhänge Tribüne komplett			(1.1 sec)	1.25 sec	YES, but poor quality	out of planning specs	out of planning specs	out of planning specs	out of planning specs	out of specs, with parallel walls not better possible, shows a lot of unpleasant specular reflections
C''	Akustikmassnahme Decke + Vorhänge parkiert			(1.37 sec)	~ 2 sec	NO	NO	NO	NO	NO	very long reverb tail, highly specular
D	Struktur an NO-Wand Strukturtiefe 15 cm			not calc.	1.6 sec	NO	out of specs, reverbant	out of specs, reverbant	out of specs, reverbant	out of specs, reverbant	reverbant, but acoustic quality (energy decay) OK DURCH ERHÖHEN DER STRUKTURTIEFE KANN NACHHALL NOCH WEITER VERKÜRZT WERDEN.
D'	Struktur an NO-Wand, Vorhanganteil Seitenwände			not calc.	1.2 sec	YES	close to planning specs	close to planning specs	close to planning specs	close to planning specs	a potential compromise between architecture and acoustics
E	zusätzliche Absorption Wände			not calc.	1.9 sec	NO	NO	NO	NO	NO	long reverb, poor quality, dull

Case study:

Tanzhaus Zurich

mainstage

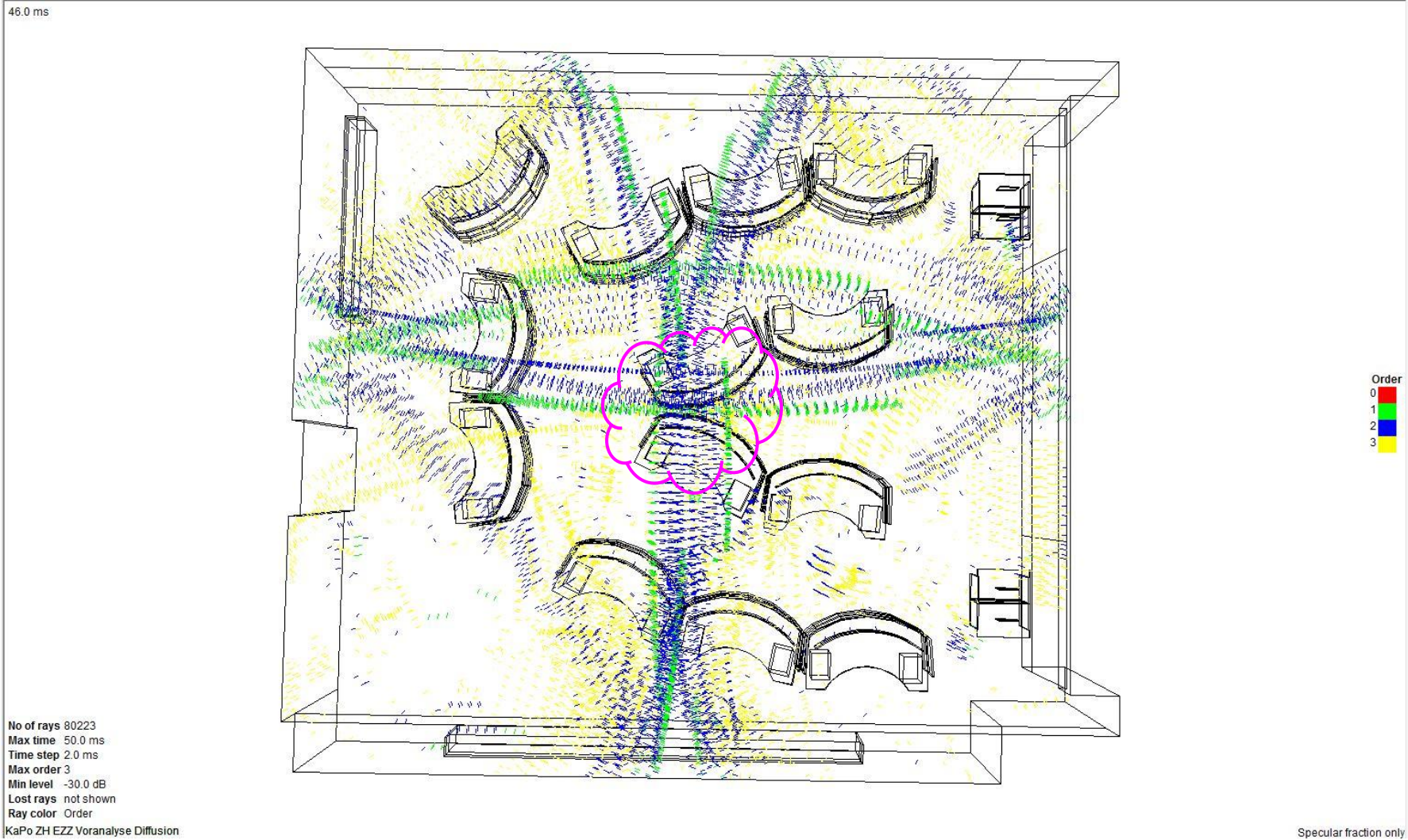
PUBLISHED	Grundriss	Schnitte	RA-Kriterium:	laut Entscheidungsgrundlage (VORAB) (IB-only 8.1.2016)	laut email 17.1.2016	Tanz / Ballett	Elektroak. Musik	Livemusik	Sprache unverstärkt	Sprache verstärkt	Kommentare
				T-30 / RT60	T-30 / RT60	DIN18041 Sport 2 1.4 sec	T(opt)	T(opt)	T(opt)	T(opt)	
			Simulations:	statistical	geometrical						DIN18041 und SIA181 gelten nicht für spezielle Hallen
B' (B + 60mm)	gerade vertikale Wand, 60 mm hinterdämmtes 35 mm HD SF		show_8	not calc.	~ 1.9 sec	NO	NO	NO	NO	NO	Akustisch nicht brauchbar
G	gesamte Wand gekippt, 35 mm HD SF direkt verschraubt an Decke		show_4	not calc.	~ 1.5 sec	out of specs, reverbant	NO	NO	NO	NO	zu lang (+50%), Nachhall spektral unausgewogen, nicht brauchbar
G'	gesamte Wand gekippt, 60 mm hinterdämmtes 35 mm HD SF an Decke Strukturtiefe 30 cm		show_7	not calc.	~ 1.3 sec	YES	close to planning specs	close to planning specs	close to planning specs	close to planning specs	funktional, leicht zu lang (+30%), spektral relativ ausgewogen
H	Zweiteiler unterer Teil gekippt, 60 mm hinterdämmtes 35 mm HD SF an Decke Strukturtiefe 15 cm		show_6	not calc.	~ 1.4 sec	YES	out of planning specs	out of planning specs	out of planning specs	out of planning specs	zu lang (+40%), Nachhall spektral relativ ausgewogen
H'	Zweiteiler unterer Teil gekippt, 60 mm hinterdämmtes 35 mm HD SF an Decke Strukturtiefe 30 cm		show_9	not calc.	~ 1.3 sec	YES	close to planning specs	close to planning specs	close to planning specs	close to planning specs	funktional, leicht zu lang (+30%), spektral relativ ausgewogen
H''	Zweiteiler beide Teile gekippt, 60 mm hinterdämmtes 35 mm HD SF an Decke Strukturtiefe 15 cm		show_10	not calc.	~ 1.65 sec	NO	out of planning specs	out of planning specs	out of planning specs	out of planning specs	zu lang (+60%), Nachhall spektral unausgewogen, nicht brauchbar, Flatterechos
H'''	Zweiteiler unterer Teil gekippt, 60 mm hinterdämmtes 35 mm HD SF an Decke Strukturtiefe 25 cm		show_11	not calc.	~ 1.3 sec	YES	close to planning specs	close to planning specs	close to planning specs	close to planning specs	funktional, leicht zu lang (+30%), spektral relativ ausgewogen

Case study:
PJZ Zurich,
Control Center



Case study:

PJZ Zurich, Control Center



Wrap up and Feedback

