



# **Schlau gemacht!** Knauf Cleaneo Akustik in Klassenräumen

**Neu**

Serienmäßig mit Luftreinigungseffekt



Nutzsignal und Störsignal  
02\_03



Schallfeldstruktur und Richtungsorientierung  
04\_05



Einflussfaktor Nachhallzeit  
06



Klassenraumakustik Bemessungsverfahren  
07\_08

$$A_{erf} = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot S_i + \sum_{j=1}^k A_j$$

Berechnung der erforderlichen  
Schallabsorptionsmaßnahmen  
09\_11



Anordnung der erforderlichen  
Schallabsorber  
12\_13



Berechnungsbeispiele  
14\_15

## Komplexe Einflüsse auf die Leistungsfähigkeit

Beleuchtung

Sichtbeziehung

Farbe

## Akustik

Sitzkomfort

Raumklima

**Cleaneo Akustik**,  
ab sofort serienmäßig mit raumlufthverbessernden Eigenschaften

# DIN 18 041 für Klassenräume bis 250 m<sup>3</sup>

Ein Mangel an Raumakustik kann durch keinen der sonstigen Einflussfaktoren auf die Leistungsfähigkeit von Schülern ausgeglichen werden. Hier wirkt sich die Planungsleistung kompetenter Fachleute unmittelbar auf die Nutzbarkeit des Raumes aus. Wir legen in diesem Merkblatt akustische Zusammenhänge dar, zeigen Bemessungsgrundlagen und -methoden auf der Basis der DIN 18041 auf und bieten praktikable Bemessungstabellen für Unterrichtsräume bis 250 m<sup>3</sup> an.



### So laut sprechen wir

Ein Lehrer ist im Allgemeinen problemlos in der Lage, ständig doppelt so laut wie ein umgebender Hintergrundgeräuschpegel zu sprechen, wenn dieser ca. 45 dB (A) nicht übersteigt.

Der A-bewertete Schalldruckpegel von Sprechern beträgt in 1m Entfernung in Klassenräumen bei der Sprechweise

▶ entspannt	54 dB(A)
▶ normal	60 dB(A)
▶ angehoben	66 dB(A)
▶ laut	72 dB(A)

Wächst dieser Hintergrundpegel aber infolge baulicher Unzulänglichkeiten oder unruhigen Verhaltens auf Werte über 50 dB(A), so ist der Lehrer, auch kurzzeitig, einer extrem hohen, unzumutbaren physischen Belastung ausgesetzt.

### Das stört die Leistung

- ▶ Es gibt keine Gewöhnung an Hintergrundgeräusche
- ▶ Lärm verringert die Aufnahme und Verarbeitung des Unterrichtsinhaltes
- ▶ Die Konzentrationsfähigkeit der Schüler/Lehrer wird gestört
- ▶ Die Leistungsfähigkeit der Schüler sinkt

## Nutzsignal und Störsignal

Neben dem Nutzsignal (Sprache) gibt es das Störsignal (Hintergrundgeräusche). Damit die Schüler den Lehrer akustisch verstehen, muss seine Sprechlautstärke bei Normalhörenden mindestens doppelt so laut (10 dB Schalldruckpegeldifferenz) sein, bei Hörgeschädigten mindestens drei- bis viermal so laut (15 - 20 dB Schalldruckpegeldifferenz) wie diese Hintergrundgeräusche.

### Deutlichkeitserhöhend

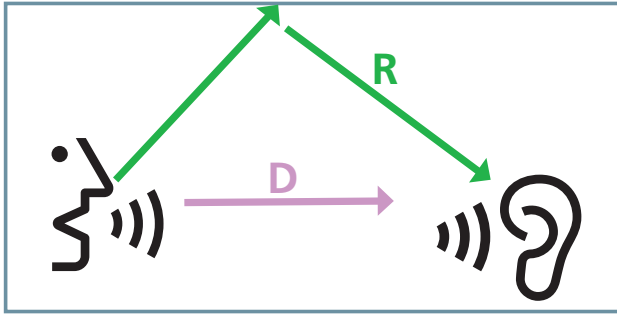
Direktschall **D** und Schallreflexionen **R** mit einer Laufwegdifferenz der Schallstrahlen bis 17 m (Laufzeitunterschied bis 50 ms)

Die Einheit ms verstehen wir hier als Millisekunden

#### Beispiel:

Geht man von einem mittleren Sprecher/Hörerabstand von 2 m und einer Höhe von ca. 1,5 m über dem Fußbodenniveau aus, so beträgt bei 3,5 m Raumhöhe der Laufweg des Direktschalls **D = 2 m** und der Laufweg der Schallreflexionen über die Decke **R = 4,5 m**, d. h. die Laufwegdifferenz weist einen Wert von  $(4,5 - 2) \text{ m} = 2,5 \text{ m}$  auf.

Bei einer Schallgeschwindigkeit von ca. 340 m/s errechnet man den **Laufzeitunterschied mit ca. 7 ms**, d. h. die Schallreflexion über die Decke wirkt in diesem Raum **deutlichkeitserhöhend**.



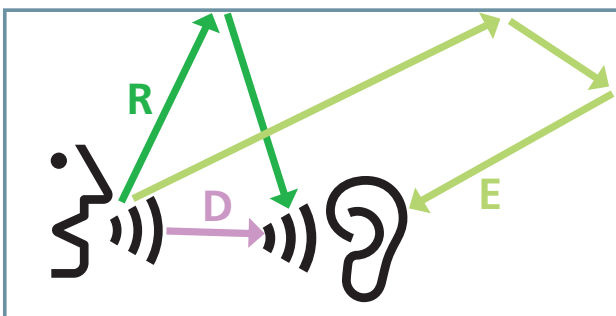
### Deutlichkeitsvermindernd

Schallreflexionen **R** mit einer Laufwegdifferenz der Schallstrahlen über 17 m (größer als 50 ms Laufzeitunterschied).

**Echo E** mit einer Laufwegdifferenz der Schallstrahlen ab 34 m (größer als 100 ms Laufzeitunterschied)

#### Beispiel:

**Deckenreflexion:** Geht man wieder von einem mittleren Sprecher/Hörerabstand von 2 m und einer Höhe von ca. 1,5 m über dem Fußbodenniveau aus, so beträgt nun bei einer angenommenen Raumhöhe von 12 m der Laufweg der Schallreflexionen über die Decke **R = 21 m**, d. h. die Laufwegdifferenz weist einen Wert von  $(21 - 2) \text{ m} = 19 \text{ m}$  auf. Bei einer Schallgeschwindigkeit von ca. 340 m/s errechnet man den Laufzeitunterschied mit ca. 56 ms, d. h. die Schallreflexion über die Decke wirkt in diesem Raum **deutlichkeitsmindernd**.

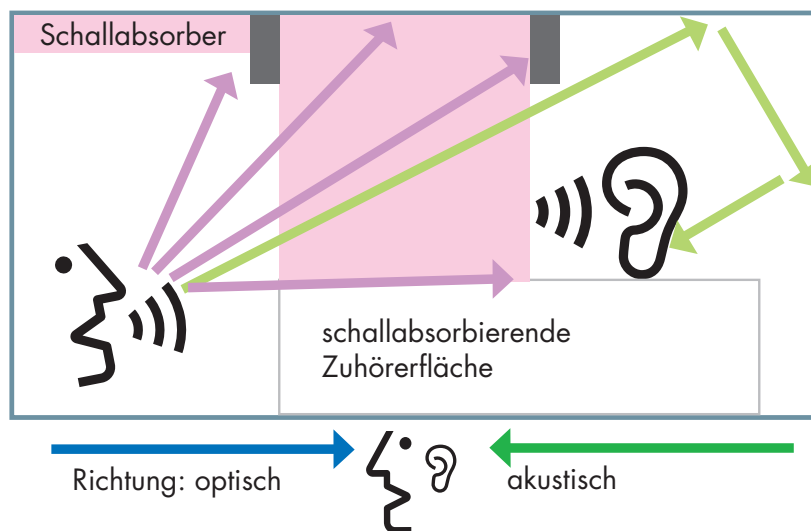


**Echo:** Geht man wieder von einem mittleren Sprecher/Hörerabstand von 2 m und einer Höhe von ca. 1,5 m über dem Fußbodenniveau aus, so beträgt nun bei einer Raumlänge von 24 m und einer Raumhöhe von 3,5 m der Laufweg der Schallreflexionen über die Decke und die Rückwand **E = 45 m**, d. h. die Laufwegdifferenz weist einen Wert von  $(45 - 2) \text{ m} = 43 \text{ m}$  auf. Bei einer Schallgeschwindigkeit von ca. 340 m/s errechnet man den Laufzeitunterschied mit ca. 127 ms, d. h. die Schallreflexion über die Decke wirkt in diesem Raum erheblich störend und extrem deutlichkeitsmindernd.

**Ursache:** Die mittlere Länge einer gesprochenen Silbe beträgt ca. 100 ms, der Silbenabstand ca. 200 ms bei fließendem Text. Eine Schallreflexion entsprechender Lautstärke und einer Laufzeitdifferenz von 127 ms fällt also zeitlich genau in die Pause zwischen zwei Silben, und stört auf diese Weise erheblich die Sprachverständlichkeit.

## Einflussfaktor **Schallfeldstruktur**

Entscheidend für die Deutlichkeit der Sprachverständlichkeit ist die Laufwegdifferenz zwischen Direktschall und den Schallreflexionen. Ein Laufzeit-Unterschied unter 50 ms wirkt sich positiv aus, größere Differenzen als 50 ms wirken dagegen deutlichkeitsmindernd.



Nachteilig kann sich zum Beispiel in Unterrichtsräumen eine starke Reduzierung der Anfangschallenergie aus der Richtung des Sprechers durch Einbauten (Unterzüge) oder eine vollflächig schallabsorbierende Unterdecke auswirken. In diesem Fall ortet der Hörer die Schallquelle z. B. in die Richtung einer energiereichen Seiten- oder Rückwandreflexion.

## Einflussfaktor **Richtungsorientierung**

Wenn die Richtung, aus der man den Sprecher sieht (optisch wahrnimmt), nicht mit der Richtung übereinstimmt, aus der man ihn hört (akustisch wahrnimmt), treten Konzentrationsprobleme bei der inhaltlichen Erfassung der Darbietung auf.

Der für Sprache bedeutsame Frequenzbereich der Nachhallzeit liegt zwischen 100-5000 Hz.

### Besondere Bedingungen für Schwerhörige

Für Kinder mit bereits geringen Hörstörungen sollte der Frequenzbereich um 125 Hz eine möglichst kurze Nachhallzeit aufweisen ( $T < 0,6$  s).

Schwerhörige benötigen zur Erzielung der gleichen Sprachverständlichkeit (genauer: Silbenverständlichkeit) wie ein Normalhörender eine nochmals reduzierte Nachhallzeit im Raum.

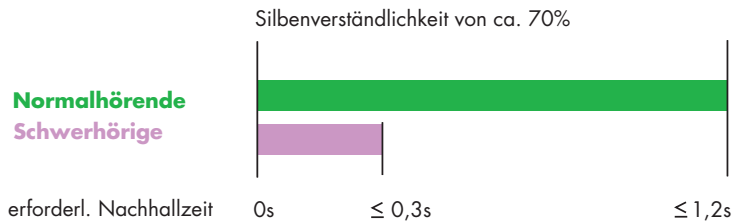
### Keine Ruhe auf den hinteren Plätzen

Klassenräume mit einer Länge ab ca. 10 m, die keine oder nur wenig schallabsorbierende Materialien aufweisen, sind in den hinteren Platzbereichen durch eine unzureichende Sprachverständlichkeit gekennzeichnet.

### Lärm zu Lärm

Mit zunehmender Nachhallzeit steigen auch die zu erwartenden verhaltensbedingten Hintergrundgeräusche (Lärm).

Dagegen verhalten sich Personen in leiser Umgebung (geringe Nachhallzeit) zusätzlich ruhiger.



Beispiel:  
Wird eine hohe Silbenverständlichkeit von ca. 70 % gefordert, so muss unter bestimmten Bedingungen die Nachhallzeit im Raum von 1,2 s für Normalhörende auf 0,3 s für Schwerhörige gesenkt werden.



## Einflussfaktor Nachhallzeit

Die Nachhallzeit ist ein raumakustisches Kriterium zur Kennzeichnung des „Ausklings“ eines Raumes nach Ausschalten der Schallquellen. Im Allgemeinen sinkt die Sprachverständlichkeit mit steigender Nachhallzeit. In halligen Räumen (z. B. im Flur von Schulen) ist der Sprecher viel schlechter zu verstehen als in Büroräumen. Die anzustrebende Höhe der Nachhallzeit wird dabei durch die erforderliche Silbenverständlichkeit bestimmt.



1. Bestimmung der Hauptnutzung der Räume
2. Bestimmung des Raumvolumens
3. Festlegung des Sollwertes der Nachhallzeit  $T_{\text{soll}}$
4. Bestimmung des zulässigen frequenzabhängigen Toleranzbereiches der anzustrebenden Nachhallzeit, siehe S. 08
5. Festlegung der erforderlichen Schallabsorptionsmaßnahmen, siehe S. 09\_11
6. Anordnung der Schallabsorber, siehe S. 12\_13

## 1. Bestimmung der Hauptnutzung der Räume

In Abhängigkeit der Raumnutzung werden nach DIN 18041 folgende Kategorien definiert:

### Räume der Kategorie U:

Unterrichtsraum (außer für Musik), Musikunterrichtsraum mit audiovisueller Darbietung, Gruppenräume in Kindergärten und Kindertagesstätten

### Räume der Kategorie H:

Unterrichtsraum (außer für Musik), Gruppenräume in Kindergärten und Kindertagesstätten vorrangig mit einem Raumvolumen bis  $250 \text{ m}^3$  für:

- Personen mit eingeschränktem Hörvermögen
- Kommunikation in einer Sprache, die nicht als Muttersprache gelernt wurde;
- Kommunikation mit Personen, die Deutsch als Fremdsprache sprechen;
- Kommunikation mit Personen, die auf andere Weise ein Bedürfnis nach erhöhter Sprachverständlichkeit haben

### Räume der Kategorie M

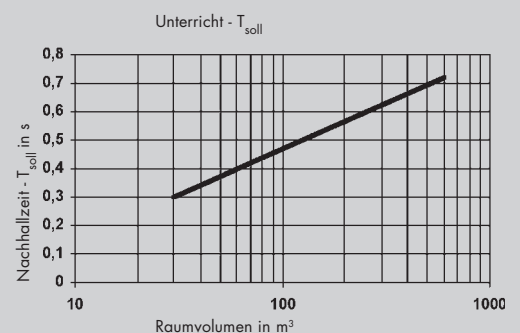
Musikunterrichtsräume mit aktivem Musizieren und Gesang.

## 2. Bestimmung des Raumvolumens

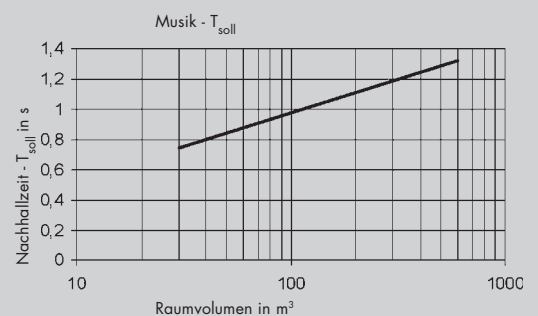
## 3. Festlegung des Sollwertes der Nachhallzeit $T_{\text{soll}}$

In Abhängigkeit vom Raumvolumen und der Nutzungsart (Unterrichtsräume) wird in DIN 18041: 2004-05 „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“ ein Sollwert  $T_{\text{soll}}$  für die Nachhallzeit vorgegeben. Die Sollwerte für den besetzten Raumzustand für die angegebenen Nutzungsarten sind nachstehenden Grafiken zu entnehmen.

### Kategorie U und H:



### Kategorie M:



# Klassenraumakustik Bemessungsverfahren

Die Festlegung der erforderlichen akustischen Maßnahmen erfolgt für Unterrichtsräume und ähnlich genutzte Räume entsprechend DIN 18041 zur Sicherung der Hörsamkeit über „mittlere und größere Entfernungen“ (Räume der Gruppe A) nach obenstehender Vorgehensweise:

Für die detaillierte Berechnung der Punkte 2 bis 5 steht Ihnen unser Raumakustikrechner unter [www.knauf.de/raumakustikrechner](http://www.knauf.de/raumakustikrechner) zur Verfügung.

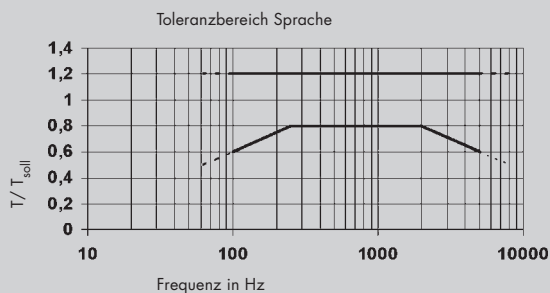
Nach Eingabe der Hauptnutzung des Raumes, der Raumabmessungen, der Art der Oberflächen und der Belegung erhalten Sie in diesem Programm Vorschläge für Absorberflächen.

#### 4. Bestimmung des zulässigen frequenzabhängigen Toleranzbereiches der anzustrebenden Nachhallzeit

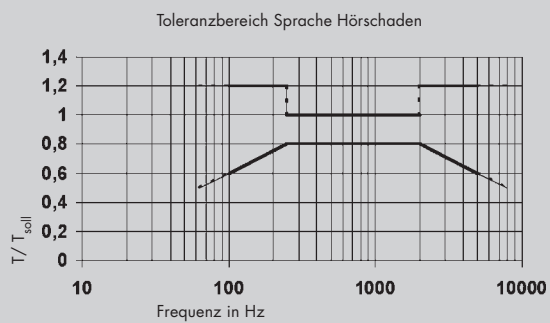
Auf der Basis des Sollwertes  $T_{\text{soll}}$  ist der zulässige Toleranzbereich und die Frequenzabhängigkeit der Nachhallzeit  $T$  für die genannten Räume der Kategorien U, H und M aus nachstehenden Grafiken zu bestimmen.

Anhaltswerte unterhalb 100 Hz und über 5000 Hz sind gestrichelt dargestellt.

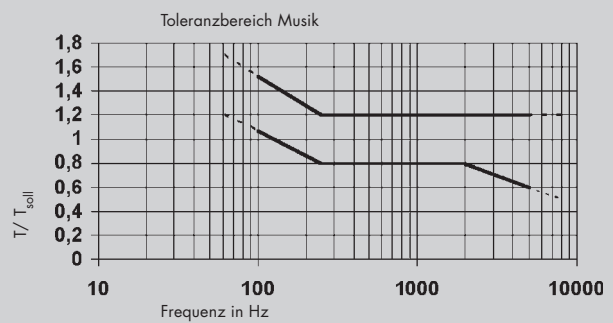
##### Kategorie U



##### Kategorie H



##### Kategorie M





## 5. Festlegung der erforderlichen Schallabsorptionsmaßnahmen

### 5.1. Allgemeingültige Berechnungsmethode für Unterrichtsräume

Die Berechnung der erforderlichen frequenzabhängigen äquivalenten Schallabsorptionsfläche  $A_{\text{erf}}$  erfolgt ausgehend von der anzustrebenden Nachhallzeit generell für Raumnutzungsarten der Kategorien U, H, M in Abhängigkeit vom Raumvolumen nach Gleichung (1). Das für die Klassenraumakustik relevante Frequenzgebiet liegt zwischen 100 Hz und 5000 Hz. Die Berechnung der erforderlichen Materialien für die Realisierung der äquivalenten Schallabsorptionsfläche  $A_{\text{erf}}$  erfolgt nach Gleichung (2).

Gleichung (1)

$$A_{\text{erf}} = 0,163 \cdot \frac{V}{T}$$

Gleichung (2)

$$A_{\text{erf}} = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot S_i + \sum_{j=1}^k A_j$$

V gesamtes Raumvolumen in  $\text{m}^3$

T Nachhallzeit in s

$A_{\text{erf}}$  erforderliche äquivalente Schallabsorptionsfläche in  $\text{m}^2$

$\alpha_i$  Schallabsorptionsgrad der Einbaufäche  $S_i$

$S_i$  Einbaufäche mit dem Schallabsorptionsgrad  $\alpha_i$

$A_j$  äquivalente Schallabsorptionsfläche nicht flächenhafter Materialien, Gegenstände (z.B. Stühle) und Personen innerhalb eines Raumes in  $\text{m}^2$

### 5.2. Vereinfachtes Verfahren für Räume der Nutzungsart „Unterricht“ Kategorie U und H bis $250 \text{ m}^3$

Hier ist eine vereinfachte Bemessung der erforderlichen äquivalenten Schallabsorptionsfläche unter Nutzung des bewerteten Schallabsorptionsgrades  $\alpha_w$  möglich.

Richtwerte für die erforderliche zusätzlich einzubringende Schallabsorptionsfläche  $S$  in Abhängigkeit von  $\alpha_w$  sind nachfolgend für die Kategorien U (Tab. 1) und H (Tab. 2) aufgeführt. Hierbei wird von Räumen mit nutzungsüblichen schallreflektierenden Einrichtungen (ungepolstertes Gestühl, nicht oder gering schallabsorbierender Fußbodenbelag wie z.B. Linoleum, Nadelfilz, ohne Vorhangelemente) im besetzten Zustand (entsprechend den bauaufsichtlichen Richtwerten) ausgegangen und der Toleranzbereich berücksichtigt.

Da der hierbei betrachtete Frequenzbereich nur die Oktavmittelfrequenzen zwischen 250 Hz und 4000 Hz umfasst, wird zusätzlich die frequenzabhängige Berechnung für die Oktavmittelfrequenz 125 Hz empfohlen.

(Siehe Beispiel 1, Seite 14)

#### Hinweis:

Der Schallabsorptionsgrad  $\alpha$  ist prinzipiell das Verhältnis der von einer Fläche nicht reflektierten Schallenergie zur einfallenden Schallenergie. Durch eine akustische Prüfung in einem Hallraum (DIN EN 20354) wird stets der Schallabsorptionsgrad  $\alpha_s$  eines Materials für diffusen Schalleinfall ermittelt.

Aus diesem wird der praktische Schallabsorptionsgrad  $\alpha_p$  (Oktavbandbreite) ermittelt und der bewertete Schallabsorptionsgrad  $\alpha_w$  (Einzahlwert) durch Vergleich mit dieser Bezugskurve bestimmt. Für die frequenzabhängige Berechnung der erforderlichen Schallabsorptionsfläche sollte praktischerweise der  $\alpha_p$ -Wert verwendet werden, da dieser in den neueren Planungsunterlagen angegeben wird.

## Berechnung der erforderlichen Schallabsorptionsmaßnahmen

Die Berechnung der frequenzabhängigen äquivalenten Schallabsorptionsfläche ( $A_{\text{erf}}$ ) erfolgt für alle Raumnutzungsarten (Kategorien U, H, M) nach Gleichung 1. Für kleine Unterrichtsräume (bis  $250 \text{ m}^3$ ) der Kategorien U und H ist eine vereinfachte Bemessung möglich.

Hierfür wird der bewertete Schallabsorptionsgrad  $\alpha_w$  herangezogen.

**Kategorie U**

bewerteter Schall- absorptionsgrad $\alpha_w$	Richtwert S für erforderliche Einbaufläche in m <sup>2</sup> bei Raumvolumen in m <sup>3</sup>					
	30	70	100	150	200	250
1,00	8.. 12	11.. 17	14.. 20	19.. 29	25.. 37	27.. 41
0,85	9.. 14	13.. 20	16.. 24	23.. 34	29.. 44	32.. 48
0,80	10.. 15	14.. 21	17.. 26	24.. 36	31.. 47	34.. 51
0,75	11.. 16	15.. 22	18.. 27	26.. 38	33.. 50	36.. 54
0,70	11.. 17	16.. 24	19.. 29	27.. 41	35.. 53	39.. 58
0,65	12.. 18	17.. 26	21.. 31	30.. 44	38.. 57	42.. 63
0,60	13.. 20	19.. 28	23.. 34	32.. 48	42.. 62	45.. 68
0,55	15.. 22	21.. 31	26.. 37	35.. 53	46.. 68	50.. 75
0,50	16.. 24	22.. 34	28.. 40	38.. 58	50.. 74	54.. 82
0,45	18.. 27	25.. 38	31.. 45	42.. 64	56.. 82	60.. 91

Tabelle (1)

**Kategorie H**

bewerteter Schall- absorptionsgrad $\alpha_w$	Richtwert S für erforderliche Einbaufläche in m <sup>2</sup> bei Raumvolumen in m <sup>3</sup>					
	30	70	100	150	200	250
1,00	10.. 12	14.. 17	17.. 20	23.. 29	30.. 37	33.. 41
0,85	11.. 14	16.. 20	19.. 24	27.. 34	35.. 44	38.. 48
0,80	12.. 15	17.. 21	21.. 26	29.. 36	38.. 47	41.. 51
0,75	13.. 16	18.. 22	22.. 27	30.. 38	40.. 50	43.. 54
0,70	14.. 17	19.. 24	23.. 29	33.. 41	42.. 53	46.. 58
0,65	14.. 18	21.. 26	25.. 31	35.. 44	46.. 57	50.. 63
0,60	16.. 20	22.. 28	27.. 34	38.. 48	50.. 62	54.. 68
0,55	18.. 22	25.. 31	31.. 37	42.. 52	55.. 68	60.. 75
0,50	20.. 24	28.. 34	34.. 40	46.. 58	60.. 74	66.. 82
0,45	22.. 27	31.. 38	38.. 45	51.. 64	67.. 82	73.. 91

Tabelle (2)

**5.3 Berechnungsmethode für funktionelle, mit dem Unterrichtsablauf zusammenhängende Räume**

Für mit Unterrichtsräumen funktionell zusammenhängende Räume (Werkräume, Pausenhalle, Speiseraum, Flure) gelten nach DIN 18041 folgende Orientierungswerte für die mit Materialien mit einem bewerteten Schallabsorptionsgrad  $\alpha_w$  zu bekleidenden freien Decken- und Wandflächen als Vielfaches der Raumgrundfläche je übliche Raumhöhe von i.M. 2,5 m (Tab. 3).

Raumart	Faktoren zur Ermittlung der erforderlichen Einbaufläche S in m <sup>2</sup> bei Materialien mit bewertetem Schallabsorptionsgrad $\alpha_w$														
	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
<b>Werkraum</b>	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0					
<b>Pausenhalle, Speiseräume über 50 m<sup>2</sup> Grundfläche</b>	0,5	0,6		0,7		0,8		0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,7		
<b>Treppenhäuser, Flure, Ausstellungsfoyers</b>	0,2			0,3				0,4			0,5	0,6	0,7		

Tabelle (3) Orientierungswerte für die mit Materialien mit einem bewerteten Schallabsorptionsgrad  $\alpha_w$  zu bekleidenden freien Decken- und Wandflächen als Vielfaches der Raumgrundfläche je übliche Raumhöhe von i.M. 2,5 m für mit Unterrichtsräumen zusammenhängende Raumbereiche.

Durch das teilweise begrenzte Frequenzspektrum des Lärmpegels in diesen Räumen können Einschränkungen bezüglich der Anforderungen an den frequenzabhängigen Schallabsorptionsgrad von Einbauflächen vorgenommen werden.

Treppenhäuser und Flure sind insbesondere mit Schallabsorbieren zu versehen, deren Wirksamkeit im Oktavmittenfrequenzgebiet zwischen 500 Hz und 2000 Hz liegt.

In Werkräumen ist neben dem Spektrum von 500 Hz bis 2000 Hz auch das Lärmspektrum der schalldruckpegelbestimmenden Oktavbänder der vorhandenen funktionell-technologischen Ausrüstung zu berücksichtigen. In Pausenhallen sollte die Wichtigkeitsfunktion der Sprache mit den Oktavbandmittenfrequenzen 250 Hz bis 2000 Hz die Grundlage der Dimensionierung der einzubringenden Schallabsorber bilden.

## 6. Anordnung der erforderlichen Schallabsorber

Die grundsätzliche Auslegung der raumakustischen Maßnahmen in Unterrichtsräumen ist im Wesentlichen nutzungsabhängig. Einflussfaktoren des Unterrichtstyps wie Frontalunterricht, Lernen in Arbeitsgruppen, Partner- und Freiunterricht sind dann zu berücksichtigen, wenn es sich um Vorzugsnutzungen handelt. Generell wird dabei von den typischen Ausstattungsparemtern ausgegangen, wie:

- besetzter Raumzustand mit ca. 80 % der maximalen Platzkapazität
- geringe schallabsorbierende Grundausstattung des Raumes, wie ungepolsterte Bestuhlung, kein oder wenig schallabsorbierender Bodenbelag (Linoleum, Nadelfilz)
- schallreflektierende Einbauten (Schränke, Regale, Verdunklungseinrichtungen)
- durchgehendes Fensterband an der Außenfassade mit ca. 2 m Fensterhöhe
- innenliegende Raumbegrenzungswände als Ständerwandkonstruktionen oder mit biegeweichen Vorsatzschalen



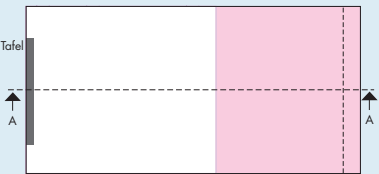

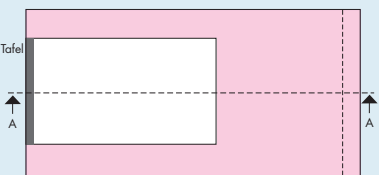
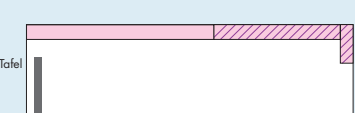

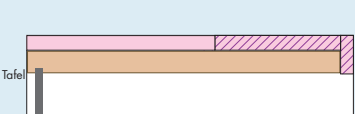
Die nachfolgenden grundsätzlich möglichen Anordnungsvarianten V1 bis V2 der Schallabsorber mit bevorzugter Wirksamkeit im mittleren und hohen Frequenzbereich beziehen sich auf den Deckenbereich und eine generell anzuordnende schallabsorbierende Verkleidung der oberen Rückwandfläche (bei definierter Tafelanordnung) bzw. einer oberen Stirnwand.

Die Verfahrensweise für die Planung bei richtungsorientiertem Unterricht sollte sein:

- zunächst wird von der kleinsten notwendigen Anordnungsfläche der Schallabsorber in der Kombination schallabsorbierende Rückwand und Deckenstreifen im Anschluss an diese ausgegangen  
Variante V 2.1

- reicht diese Fläche nicht aus, ist für Räume bis 250 m<sup>3</sup> die vollflächige Belegung der Decke mit Absorbern in Verbindung mit der Belegung einer Rückwandfläche zulässig; Diese Anordnung ist auch bei Nutzung der Räume ohne ausgesprochene Hauptbenutzungsrichtung möglich  
Variante V 1
- Des Weiteren kann auch eine U-förmige Deckenbelegung ausgeführt werden, wobei auch die zusätzliche Einbeziehung der Teilfläche einer Längswand möglich ist  
Variante V 2.2 bzw. V 2.3

Schallabsorbierende Materialien in sonstigen Räumen wie Werkräume, Pausenhallen und Speiseräume, Flure und Treppenhäuser sind vorrangig an freien Decken- und Wandflächen anzuordnen.

Anordnung der Schallabsorber an der Decke	Variante	Ansicht	
Vollflächig (nur bis 250 m <sup>3</sup> )	V 1	Deckenansicht	
		Längsschnitt A-A	
Im Anschluss an die Rückwand	V 2.1	Deckenansicht	
		Längsschnitt A-A	
U-Form	V 2.2	Deckenansicht	
		Längsschnitt A-A	
U-Form mit Längswand	V 2.3	Deckenansicht	
		Längsschnitt A-A	

## Beispiel 1: Bemessung Klassenraum

### 1. Ausgangsparameter

Klassenraum mit Standardaus-  
rüstung und -belegung

Raumgeometrie:

Tiefe: 6,0 m

Länge: 8,0 m

Höhe: 3,0 m

Grundfläche: 48,0 m<sup>2</sup>

Volumen: 144,0 m<sup>3</sup>

Nutzung:

Unterrichtsraum, Kategorie U

nach DIN 18041

richtungsorientierter Unterricht

### 2. Bemessung

Bemessung kann nach vereinfachtem Verfahren erfolgen, da

$V_{\text{vorh.}} = 144,0 \text{ m}^3 \leq 250 \text{ m}^3$  ist.

Berechnung der zusätzlich erforderlichen Schallabsorptionsfläche nach Tab. 1

#### Gewählter Absorber:

Knauf Cleaneo Akustik

Plattendesign 15/30 R

mit Standardvlies +

Mineralwolle

Abhängehöhe 200 mm

nach Knauf Detailblatt D 12:

$\alpha_w = 0,65$  (LM)

$\alpha_{p125} = 0,55$

Anmerkung:

für die Ermittlung der zusätzlich erforderlichen Absorberfläche wird der ungünstigste Wert mit  $\alpha_{p125} = 0,55$  zu Grunde gelegt, so dass ein gesonderter Nachweis des Frequenzbereiches 125 Hz entfallen kann

### Erforderliche zusätzliche Absorberfläche nach Tab. 1

Anmerkung:

Interpolation zulässig

$S_{\text{erf.}} = 26 \dots 37 \text{ m}^2$  für

$V = 100 \text{ m}^3$

$S_{\text{erf.}} = 35 \dots 53 \text{ m}^2$  für

$V = 150 \text{ m}^3$

==> für  $144 \text{ m}^3 = 34 \dots 51 \text{ m}^2$

(i.M.  $42 \text{ m}^2$ )

### Festlegung der Absorberfläche / Anordnung der Absorber

Vollflächige Belegung der Decke unter Berücksichtigung eines ungelochten Gipsplatten-Streifens (Toleranzausgleich von 30 cm) in Kombination mit teilweiser Belegung der Rückwand (Belegungsvariante V 1)

Deckenfläche:	$5,40 \times 7,40 = 40 \text{ m}^2$
Rückwand (oberes Drittel):	$6,0 \times 1,0 = 6 \text{ m}^2$
	$46 \text{ m}^2 > 42 \text{ m}^2$

## Berechnungsbeispiele

Ermittlung der zulässigen Absorptionsflächen in Schulräumen nach dem vereinfachten Verfahren

## Beispiel 2: Bemessung Pausenhalle

### 1. Ausgangsparameter

Pausenhalle mit Standard-  
ausrüstung

Raumgeometrie:

Tiefe:	6,0 m
Länge:	10,0 m
Höhe:	3,0 m
Grundfläche:	60,0 m <sup>2</sup>
Volumen:	180,0 m <sup>3</sup>

Nutzung: Pausenhalle

### 2. Bemessung

Berechnung der zusätzlichen  
Schallabsorptionsfläche:

#### Gewählter Absorber

Knauf Cleaneo Akustik  
Plattendesign 12/25 R  
mit Standardvlies +  
Mineralwolle  
Abhängehöhe 60 mm  
nach Knauf Detailblatt D 12:  
 $\alpha_w = 0,70$  (M)

erf. zusätzliche Absorberfläche  
nach Tab. 3

für  $\alpha_w = 0,70$  -> Faktor 0,7 bei  
Raumhöhe 2,5 m

erforderliche Fläche bei Raum-  
höhe 3,0 m:

$$S_{\text{erf.}} =$$

(Faktor aus Tabelle 3) x Grund-  
fläche x (Raumhöhe / 2,5 m)

$$S_{\text{erf.}} = 0,7 \times 60 \text{ m}^2 \times (3,0/2,5)$$

$$51 \text{ m}^2$$

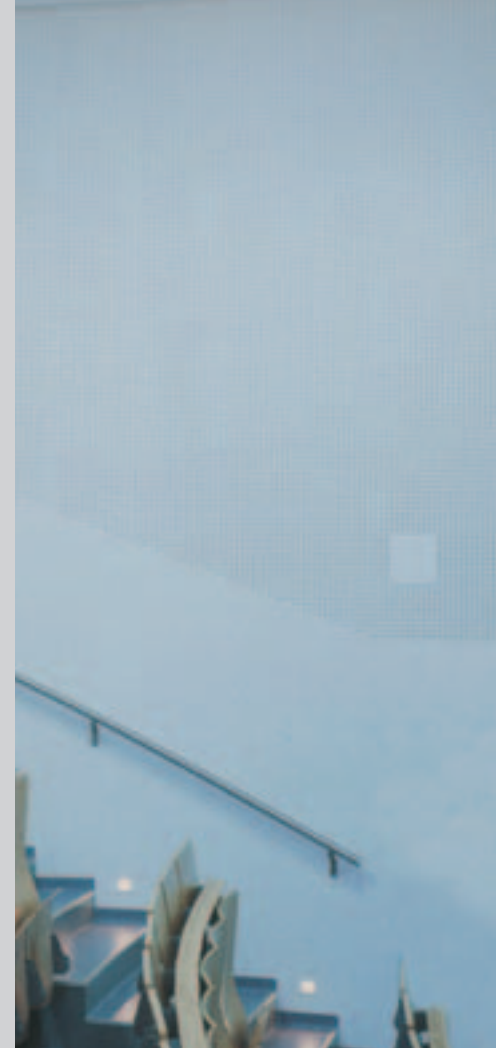
#### Anordnung der Absorber

Belegung der Decken  
(ca. 85 %) in Kombination mit  
reflektierenden Flächen  
(glatte ungelochte Gipsplatten)  
mit evtl. Lichteinbauten



## Knauf Cleaneo Akustik Plattendesign

Gerade Rundlochung R  
gerade Quadratlochung Q  
Versetzte Rundlochung R  
Streulochung Plus R  
Blocklochung  
Blockschlitzung „Slotline“



**Cleaneo Akustik**, das neue System für Akustikdecken, verbessert die Raumluft erheblich. Cleaneo Akustik arbeitet rund um die Uhr. Sonnenlicht ist für die Wirksamkeit nicht erforderlich. Überzeugende Luftreinigungseffekte mit Cleaneo Akustik.

Jetzt serienmäßig in allen Knauf Akustikdesign-Platten

Technische Änderungen vorbehalten. Es gilt die jeweils aktuelle Auflage. Unsere Gewährleistung bezieht sich nur auf die einwandfreie Beschaffenheit unseres Materials. Konstruktive, statische und bauphysikalische Eigenschaften von Knauf Systemen können nur erreicht werden, wenn die ausschließliche Verwendung von Knauf Systemkomponenten oder von Knauf ausdrücklich empfohlenen Produkten sichergestellt ist. Verbrauchs-, Mengen und Ausführungsangaben sind Erfahrungswerte, die im Falle abweichender Gegebenheiten nicht ohne weiteres übertragen werden können. Alle Rechte vorbehalten. Änderungen, Nachdrucke und fotomechanische sowie elektronische Wiedergabe, auch auszugsweise, bedürfen der ausdrücklichen Genehmigung der Knauf Gips KG, Am Bahnhof 7, 97346 Iphofen.

\* Ein Anruf bei Knauf Direkt wird mit 0,39 €/Min. berechnet. Anrufer, die nicht mit Telefonnummer in der Knauf Gips KG Adressdatenbank hinterlegt sind, z.B. private Bauherren oder Nicht-Kunden, zahlen 1,69 €/Min. aus dem deutschen Festnetz. Mobilanrufer 1,48 €/Min.

\*\* 0,12 €/Min.



## Knauf Direkt

Techn. Auskunft-Service:

▶ Tel: 09001 31-1000\*

▶ Fax: 01805 31-4000\*\*

▶ [www.knauf.de](http://www.knauf.de)

▶ [knauf-direkt@knauf.de](mailto:knauf-direkt@knauf.de)

TR044/dtsch./D/03.06/SDL/D

## Faxantwort +49 9323/31-277

**Ich möchte mehr Informationen und bitte um Zusendung von:**

\_\_\_\_\_ St. Detailblatt Knauf Cleaneo Akustikdecken D12

\_\_\_\_\_ St. Detailblatt Knauf Cleaneo K761

Ich habe ein konkretes Objekt. Ihr Systemberater soll mich besuchen.

Terminabsprache unter:

\_\_\_\_\_

Name \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

PLZ/Ort \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

**Knauf Gips KG**  
Trockenbau-, Gipsputz-  
und Boden-Systeme

Am Bahnhof 7, 97346 Iphofen  
Tel.: +49 9323 331-0  
Fax: +49 9323 331-277

**Knauf AMF GmbH & Co. KG**  
Deckensysteme

**Knauf Insulation GmbH**  
Dämmstoffe aus Mineralwolle  
und Polystyrol

**Knauf Integral KG**  
Der Gipsfaserwerkstoff

**Knauf Marmorit GmbH**  
Mineralische Fassadensysteme

**Knauf Dämmstoffe GmbH**  
Polystyrol-Dämmstoffe

**Knauf Bauprodukte GmbH**  
Profi-Lösungen für Zuhause

**Knauf Perlite GmbH**  
AQUAPANEL® Cement Boards, Perlite

**Knauf PFT GmbH & Co. KG**  
Maschinentechnik und Anlagenbau