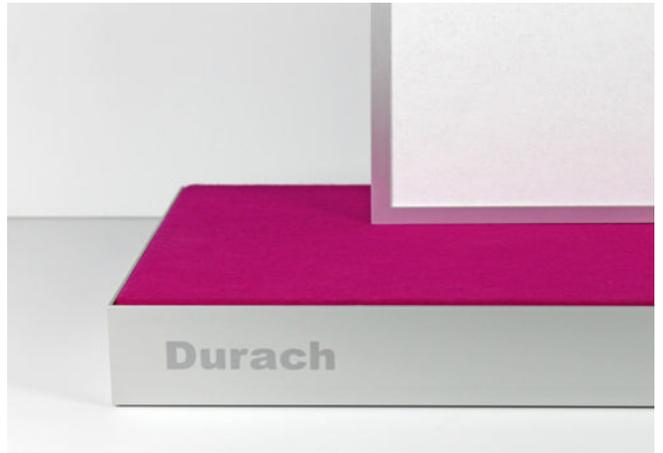
The image shows a room with several acoustic panels. One large panel is grey and mounted on the wall, with the brand name 'Durach' printed vertically on its side. To its left, a smaller panel is blue. In the foreground, a grey panel is partially visible. The background is a plain white wall.

**Raumakustik**

**Durach**

Sonnenschutz | Blendschutz | Raumakustik



## Inhalt

<b>01</b>	Vorwort	Seite	3
<b>02</b>	Ausgewählte Projekte	Seite	5
<b>03</b>	Produktübersicht	Seite	39
	- Übersicht akustische Werte	Seite	42
<b>04</b>	Grundlagen der Akustik	Seite	45
<b>05</b>	Projektplanung	Seite	51
	- Raumakustikrechner	Seite	52
	- Checkliste Raumakustik	Seite	56
	- Information Digitaldruck	Seite	58
	Impressum	Seite	60





# 01 Vorwort

In den meisten Fällen nimmt man einen Raum nicht bewusst akustisch wahr. Das geschieht erst, wenn die Erwartungen an die Hörsamkeit im Raum nicht erfüllt werden. In Räumen mit unzureichender Raumakustik leidet die Sprachverständlichkeit. Die Konzentrationsfähigkeit und Arbeitsleistung wird dadurch verringert.

Wird das Thema Raumakustik frühzeitig in die architektonische Planung einbezogen, lassen sich gezielt nutzungsorientierte, akustisch wirksame Räume gestalten. Der Einsatz von Absorbern erleichtert die Kommunikation durch bessere Verständlichkeit, die Produktivität wird erhöht und das Wohlbefinden gesteigert. Außerdem können mit Raumakustikelementen Bereiche geschaffen und farbliche Akzente gesetzt werden, welche zur Orientierung im Raum beitragen.

Gestalten Sie ihre Räume mit beliebten Materialien wie Sichtbeton und Glas. Kombinieren Sie diese Oberflächen mit unseren schallabsorbierenden Raumakustikelementen und schaffen Sie so moderne, nachhalloptimierte Arbeits- und Erlebniswelten. Während der Entwurfsfindung steht Ihnen unser Raumakustikrechner zur Verfügung. Durch die Nutzung dieser raumakustischen Simulation erlangen Sie Planungssicherheit.

Auf den folgenden Seiten finden Sie weitere detaillierte Informationen zum Thema Raumakustik und unseren individuell anpassbaren Produkten. Neben einer Vielzahl an standardisierten Farben, Formen und Montagemöglichkeiten stehen Ihnen auch speziell für Ihr Bauvorhaben angepasste Lösungen zur Verfügung. Lassen Sie sich inspirieren und entwerfen Sie die optimale Akustik für Ihr Projekt.





süddeutsche zeitung ma  
eis himbeeren die wirts  
entspannen genuss geo  
zucker hamburger abend  
epik englisch rolling sto  
kischen milch economis

lit.gou

gazine lesen information wissen die zeit kaffee brand einis  
schaftswoche kafka sahne der stern frankfurter allgemeine z  
soufflé schokolade bücher freunde treffen dinner  
blatt wein geschäftessen rum financial times belletristik  
gala mittag birnen wasser abend  
daily telegraph pravda torte

## 02 Ausgewählte Projekte

urmet



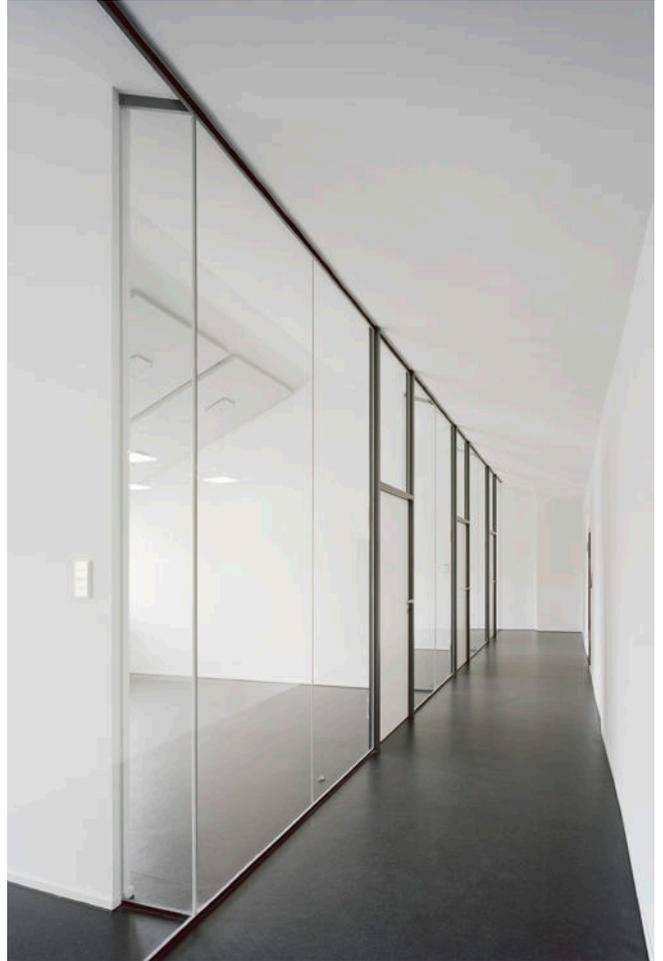


<b>Standort:</b>	Stuttgart
<b>Architekturbüro:</b>	zsp architekten   peter vorbeck, Stuttgart
<b>Fotos/Bilder:</b>	Brigida González Fotografie
<b>Nutzung:</b>	Bürogebäude
<b>Produkt:</b>	Sonic-Panel
<b>Behang:</b>	EnviroScreen

# König von England









**Standort:** Pfullingen  
**Fotos/Bilder:** Durach GmbH  
**Nutzung:** Archiv / Showroom  
**Produkt:** Soft-Frame  
**Behang:** Trevira II

# Wandel & Goltermann

## Wandel & Goltermann Elektronische Messtechnik

### Grundlagen für partnerschaftliche Zusammenarbeit

Wandel & Goltermann ist eine der größten deutschen Unternehmen für elektronische Messtechnik und Messtechnik. Wir sind ein Unternehmen mit über 100 Jahren Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und dem Vertrieb von Messtechnik.

Wir sind ein Unternehmen mit über 100 Jahren Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und dem Vertrieb von Messtechnik.

Wir sind ein Unternehmen mit über 100 Jahren Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und dem Vertrieb von Messtechnik.

Wir sind ein Unternehmen mit über 100 Jahren Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und dem Vertrieb von Messtechnik.

Wir sind ein Unternehmen mit über 100 Jahren Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und dem Vertrieb von Messtechnik.

Wir sind ein Unternehmen mit über 100 Jahren Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und dem Vertrieb von Messtechnik.

Wir sind ein Unternehmen mit über 100 Jahren Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und dem Vertrieb von Messtechnik.



## Wandel & Goltermann Elektronische Messtechnik

### Unser Leitbild Wunsch wie streben

Wandel & Goltermann ist ein Unternehmen mit über 100 Jahren Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und dem Vertrieb von Messtechnik.

Wir sind ein Unternehmen mit über 100 Jahren Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und dem Vertrieb von Messtechnik.

Wir sind ein Unternehmen mit über 100 Jahren Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und dem Vertrieb von Messtechnik.

Wir sind ein Unternehmen mit über 100 Jahren Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und dem Vertrieb von Messtechnik.

Wir sind ein Unternehmen mit über 100 Jahren Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und dem Vertrieb von Messtechnik.

Wir sind ein Unternehmen mit über 100 Jahren Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und dem Vertrieb von Messtechnik.

Wir sind ein Unternehmen mit über 100 Jahren Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und dem Vertrieb von Messtechnik.





Vandel & Göttermann  
elektronische Metalltechnik

**EC**

Grundlagen für partnerschaftliche  
Zusammenarbeit

Das Ziel aller Maßnahmen ist es, die Zusammenarbeit zwischen den Partnern zu verbessern und die Zusammenarbeit zu erleichtern. Dies geschieht durch die Schaffung von gemeinsamen Standards und die Förderung der Kommunikation zwischen den Partnern.



Vandel & Göttermann  
elektronische Metalltechnik

**EC**

Grundlagen für partnerschaftliche  
Zusammenarbeit

Das Ziel aller Maßnahmen ist es, die Zusammenarbeit zwischen den Partnern zu verbessern und die Zusammenarbeit zu erleichtern. Dies geschieht durch die Schaffung von gemeinsamen Standards und die Förderung der Kommunikation zwischen den Partnern.

Vandel & Göttermann  
elektronische Metalltechnik

**EC**

Grundlagen für partnerschaftliche  
Zusammenarbeit

Das Ziel aller Maßnahmen ist es, die Zusammenarbeit zwischen den Partnern zu verbessern und die Zusammenarbeit zu erleichtern. Dies geschieht durch die Schaffung von gemeinsamen Standards und die Förderung der Kommunikation zwischen den Partnern.





<b>Standort:</b>	Ulm
<b>Architekturbüro:</b>	Nething Generalplaner GmbH
<b>Fotos/Bilder:</b>	Martin Duckek Photography
<b>Nutzung:</b>	Bürogebäude
<b>Produkt:</b>	Flächenvorhänge & Sonic-Panel
<b>Behang:</b>	Trevira II

# Sparkasse Ulm









<b>Standort:</b>	Bautzen
<b>Fotos/Bilder:</b>	Durach GmbH
<b>Nutzung:</b>	Seminarräume
<b>Produkt:</b>	Sonic-Panel-S verschiebbar
<b>Behang:</b>	Trevira II

A modern conference room with a long white table, black chairs, and a green wall. The room is well-lit with recessed ceiling lights. The table is arranged in a U-shape, and the chairs are black with purple seats. The walls are a mix of light green and white, with vertical light strips. The floor is a dark wood-look laminate.

# Oberlausitz Kliniken







**Standort:** München  
**Architekturbüro:** Planungsbüro Georg Niebling  
**Fotos/Bilder:** Martin Duckek Photography  
**Nutzung:** Callcenter  
**Produkt:** Sonic-Panel  
**Behang:** Trevira II

# Sparkasse München









<b>Standort:</b>	Ulm
<b>Fotos/Bilder:</b>	Martin Duckek Photography
<b>Nutzung:</b>	Bürogebäude
<b>Produkt:</b>	Sonic-Panel
<b>Behang:</b>	Trevira II



## Scan Plus







**Standort:** München  
**Architekturbüro:** Jan Eickholt Architekt, München  
**Fotos/Bilder:** Martin Duckek Photography  
**Nutzung:** Cafeteria  
**Produkt:** Sonic-Panel  
**Behang:** Print 500

# Goethe-Institut Zentrale

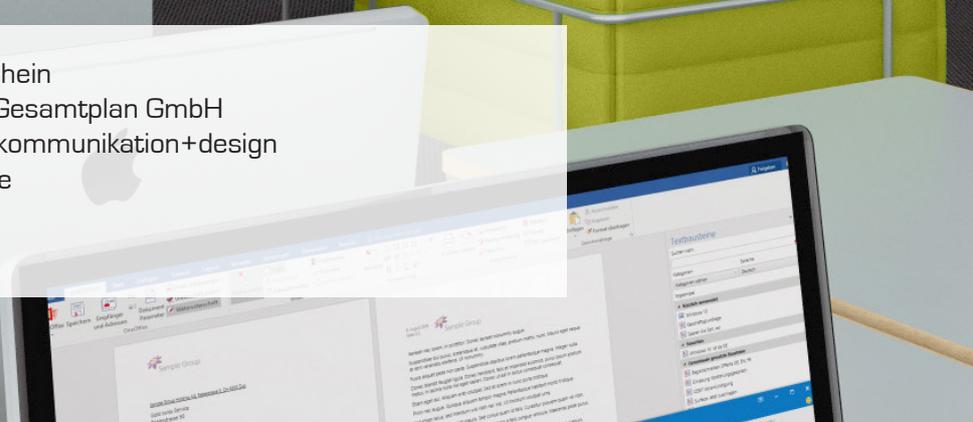








**Standort:** Wörth am Rhein  
**Architekturbüro:** Kohlbecker Gesamtplan GmbH  
**Fotos/Bilder:** michaelholt kommunikation+design  
**Nutzung:** Bürogebäude  
**Produkt:** Sonic-Panel  
**Behang:** Trevira II

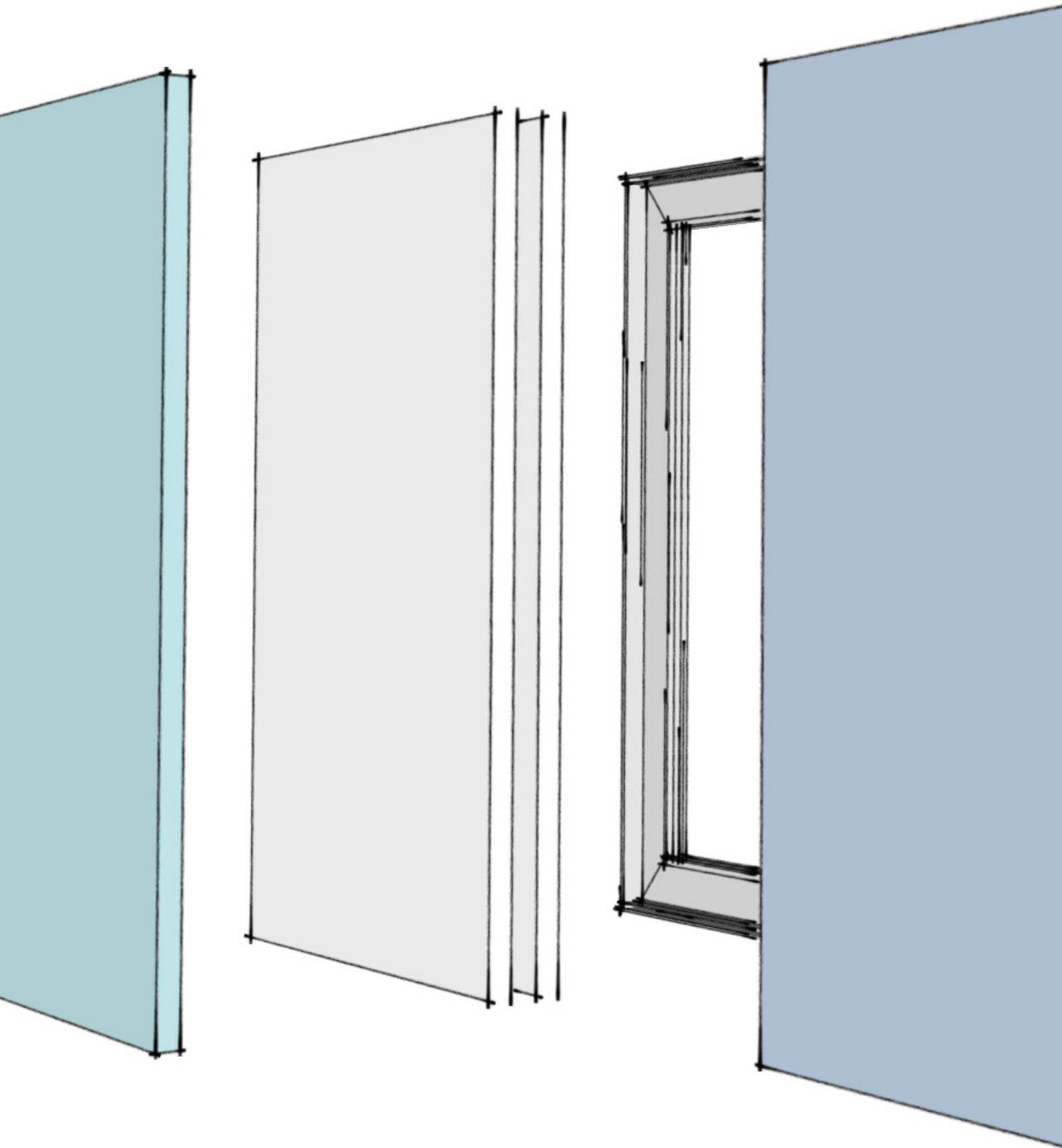


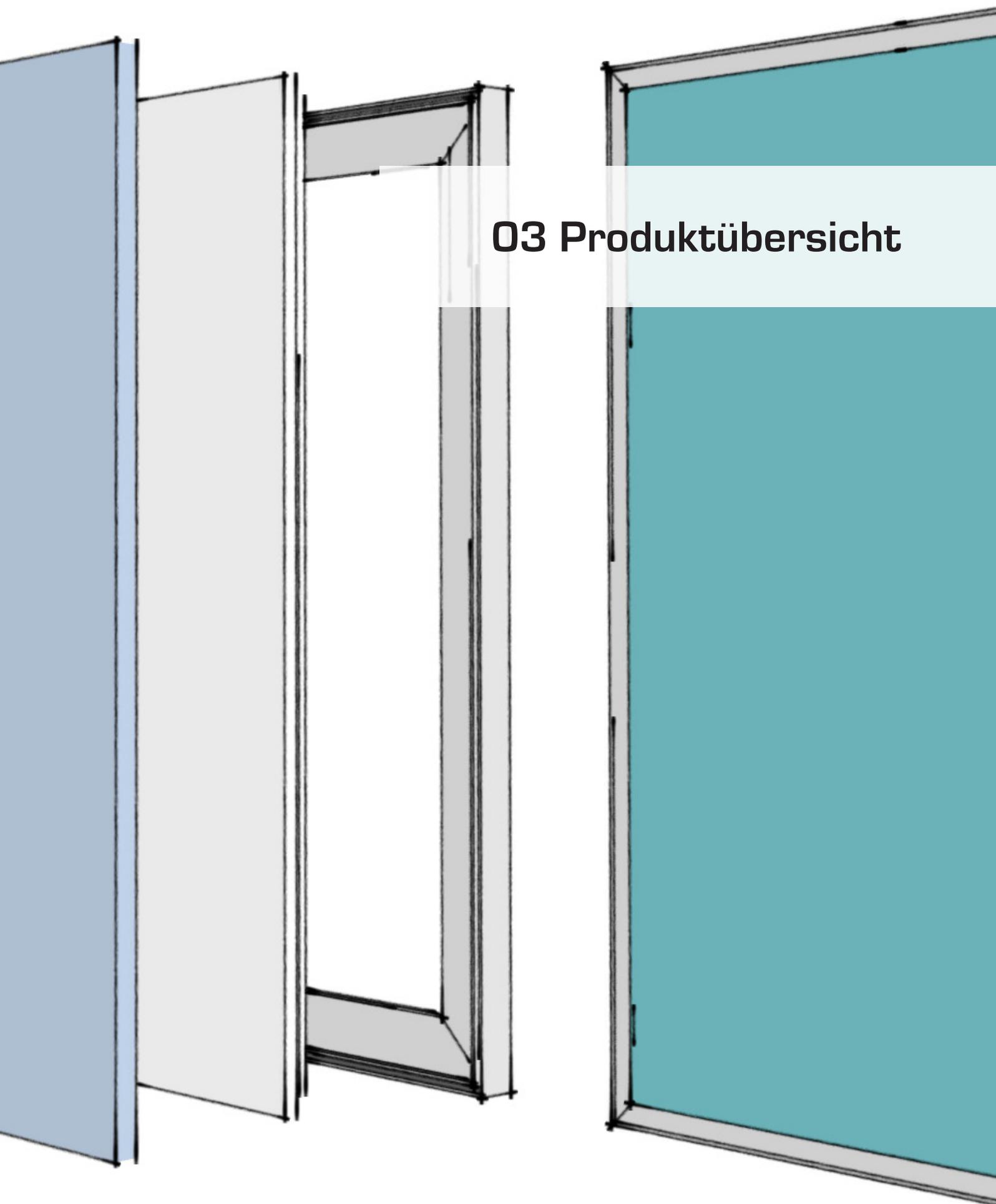


**Daimler AG**







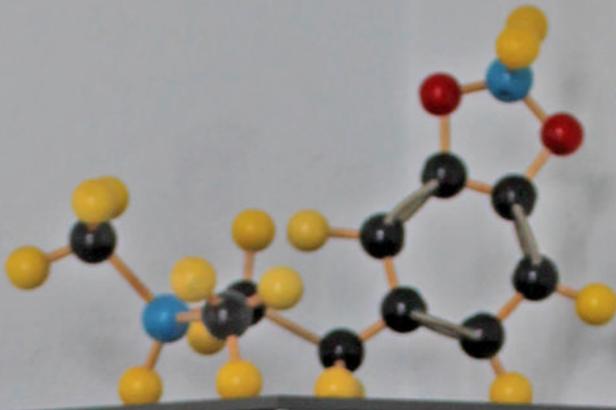


## 03 Produktübersicht

# Produktübersicht

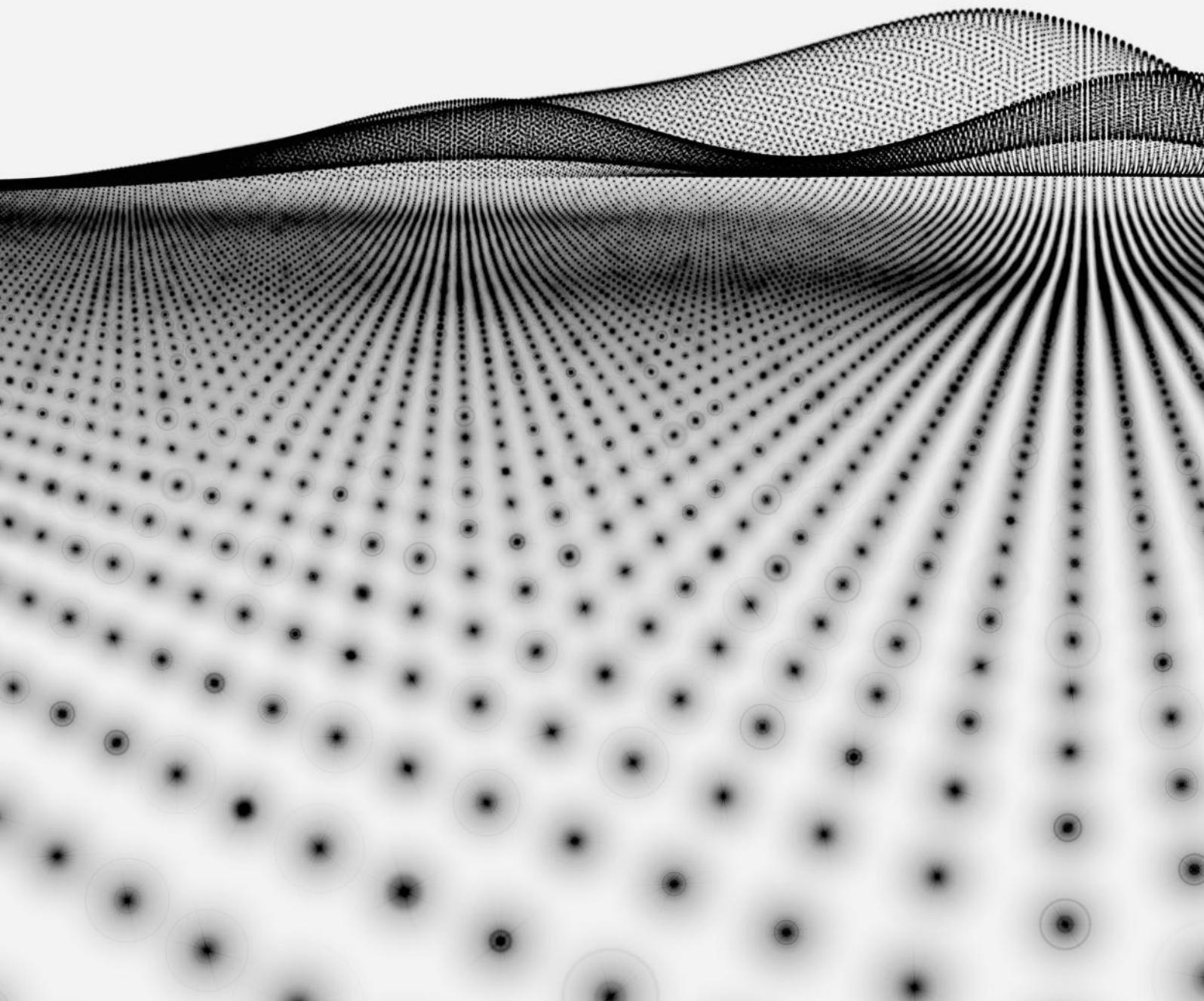
	Name	Beschreibung
	<b>Sonic-Panel</b> Wandmontage <b>Modell P 510 und P 511</b>	stranggepresster Aluminiumrahmen Oberfläche: eloxiert (E6/EV1), alternativ in RAL pulverbeschichtet (Mehrpreis) Profilmaße: 50 x 46 mm Füllung: Basotect®-Schaum Stoffbespannung: einseitig
	<b>Sonic-Panel</b> Deckenmontage <b>Modell P 515, P 516 und P 517</b>	stranggepresster Aluminiumrahmen Oberfläche: eloxiert (E6/EV1), alternativ in RAL pulverbeschichtet (Mehrpreis) Profilmaße: 50 x 46 mm Füllung: Basotect®-Schaum Stoffbespannung: einseitig
	<b>Sonic-Panel</b> Standelemente <b>Modell P 520</b>	stranggepresster Aluminiumrahmen Oberfläche: eloxiert (E6/EV1), alternativ in RAL pulverbeschichtet (Mehrpreis) Profilmaße: 50 x 46 mm Füllung: Basotect®-Schaum Stoffbespannung: beidseitig
	<b>Sonic-Panel-S</b> Wandmontage <b>Modell P 410 und P 411</b>	stranggepresster Aluminiumrahmen Oberfläche: eloxiert (E6/EV1), alternativ in RAL pulverbeschichtet (Mehrpreis) Profilmaße: 25 x 41 mm Füllung: Basotect®-Schaum Stoffbespannung: einseitig
	<b>Sonic-Panel-S</b> Deckenmontage <b>Modell P 415, P 416 und P 417</b>	stranggepresster Aluminiumrahmen Oberfläche: eloxiert (E6/EV1), alternativ in RAL pulverbeschichtet (Mehrpreis) Profilmaße: 25 x 41 mm Füllung: Basotect®-Schaum Stoffbespannung: einseitig
	<b>Sonic-Panel-S</b> verschiebbar <b>Modell P 450</b>	stranggepresster Aluminiumrahmen Oberfläche: eloxiert (E6/EV1), alternativ in RAL pulverbeschichtet (Mehrpreis) Profilmaße: 25 x 41 mm Füllung: Basotect®-Schaum Stoffbespannung: beidseitig
	<b>Soft-Frame</b> Wandmontage <b>Modell P 650 und P 651</b>	stranggepresster Aluminiumrahmen Oberfläche: eloxiert (E6/EV1), alternativ in RAL pulverbeschichtet (Mehrpreis) Profilmaße: 56 x 18 mm Füllung: Basotect®-Schaum Stoffbespannung: einseitig
	<b>Soft-Frame</b> Deckenmontage <b>Modell P 655, P 656 und P 657</b>	stranggepresster Aluminiumrahmen Oberfläche: eloxiert (E6/EV1), alternativ in RAL pulverbeschichtet (Mehrpreis) Profilmaße: 56 x 18 mm Füllung: Basotect®-Schaum Stoffbespannung: einseitig
	<b>Sonic-Base</b> Akustiktower <b>Modell P 700</b>	Basotect®-Schaum-Kubus mit Aluminium-Kantenschutz Stoffbespannung: umlaufend oberer Abschluss: Deckplatte unterer Abschluss: 4x Edelstahlfüße

Abmessungen	Montagevarianten	Behangstoffe
min. 25,0 cm x 25,0 cm max. 200,0 cm x 500,0 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wandträger</li> <li>- Magnet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trevira II</li> <li>- Designfilz</li> <li>- Print 500</li> </ul>
min. 25,0 cm x 25,0 cm max. 200,0 cm x 500,0 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Magnet</li> <li>- Distanzhülse</li> <li>- Seilabhängung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trevira II</li> <li>- Designfilz</li> <li>- Print 500</li> </ul>
min. Breite: 25,0 cm max. Breite: 500,0 cm  min. Höhe: 25,0 cm max. Höhe: 200,0 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Standfüße</li> <li>- Tischhalterung</li> <li>- Seilabhängung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trevira II</li> <li>- Designfilz</li> <li>- Print 500</li> </ul>
min. 25,0 cm x 25,0 cm max. 120,0 cm x 340,0 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wandträger</li> <li>- Magnet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trevira II</li> <li>- Designfilz</li> <li>- Print 500</li> </ul>
min. 25,0 cm x 25,0 cm max. 120,0 cm x 340,0 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Magnet</li> <li>- Distanzhülse</li> <li>- Seilabhängung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trevira II</li> <li>- Designfilz</li> <li>- Print 500</li> </ul>
min. Breite: 25,0 cm max. Breite: 120,0 cm  min. Höhe: 25,0 cm max. Höhe: 340,0 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- verschiebbar im Raum</li> <li>- verschiebbar am Fenster</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trevira II</li> <li>- Designfilz</li> <li>- Print 500</li> </ul>
Standardgrößen: 62,5 cm x 62,5 cm 62,5 cm x 125,0 cm 125,0 cm x 125,0 cm 125,0 cm x 250,0 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wandträger</li> <li>- Magnet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trevira II</li> </ul>
Standardgrößen: 62,5 cm x 62,5 cm 62,5 cm x 125,0 cm 125,0 cm x 125,0 cm 125,0 cm x 250,0 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Magnet</li> <li>- Distanzhülse</li> <li>- Seilabhängung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trevira II</li> </ul>
Standardgröße: 100,0 cm x 35,5 cm x 35,5 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- frei im Raum</li> <li>- in den Raumecken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Designfilz</li> </ul>

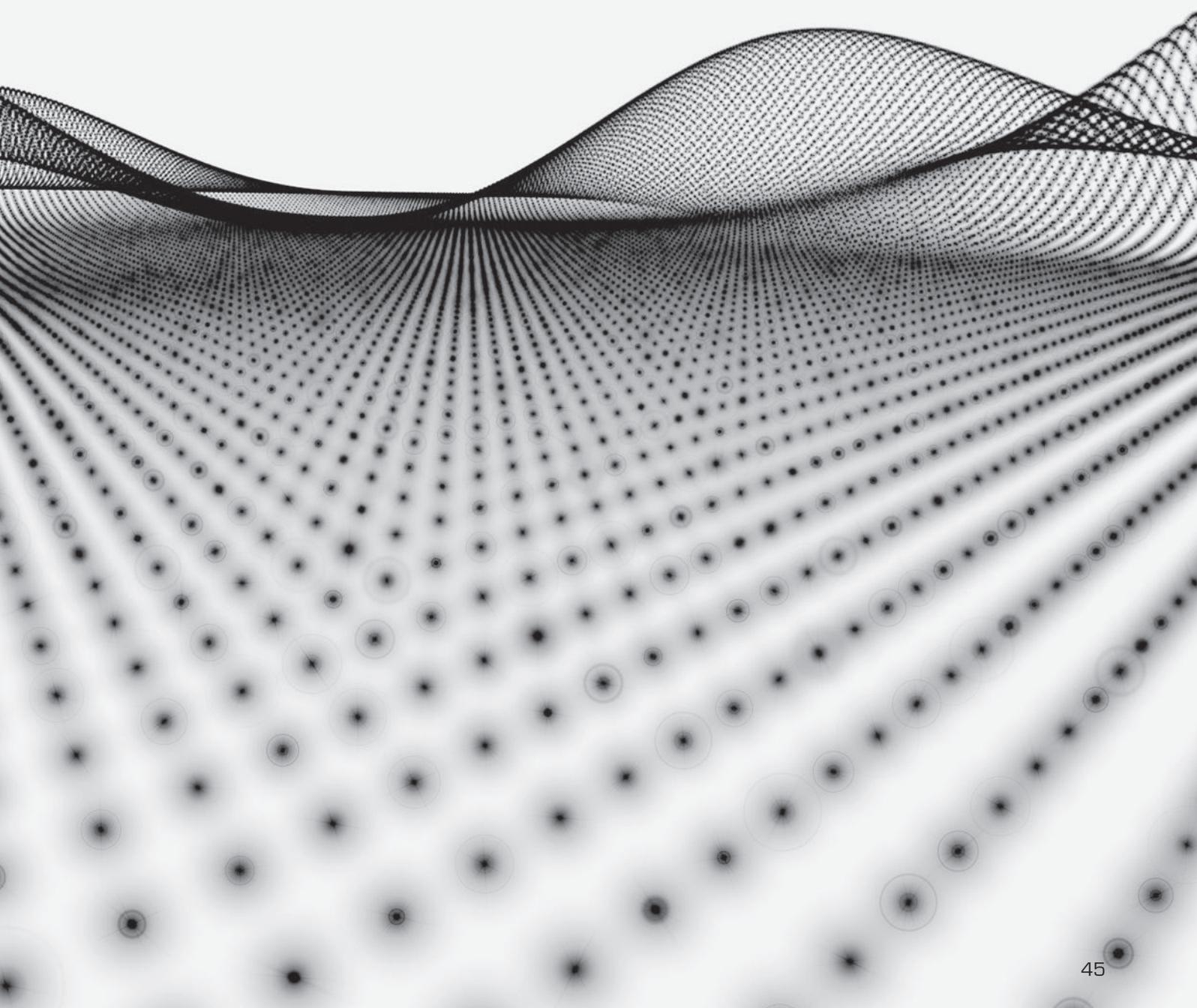


## Übersicht akustische Werte

Typ	Modell	Behang	Schallabsorptionsgrad: $\alpha_w$	Schallabsorberklasse
Sonic-Panel	Modell P 510/P 511	Trevira II	0,90	A
		Designfilz	0,90	A
		Print 500	0,95	A
	Modell P 515	Trevira II	0,90	A
		Designfilz	0,90	A
		Print 500	0,95	A
	Modell P 516	Trevira II	1,00	A
		Designfilz	0,95	A
		Print 500	1,00	A
	Modell P 517	Trevira II	1,00	A
		Designfilz	1,00	A
		Print 500	1,00	A
	Modell P 520	Trevira II	0,70	C (H)
		Designfilz	0,70	C (H)
		Print 500	0,70	C (H)
Sonic-Panel-S	Modell P 410/P 411	Trevira II	0,55	D (MH)
		Designfilz	0,55	D (MH)
		Print 500	0,60	C (MH)
	Modell P 415	Trevira II	0,55	D (MH)
		Designfilz	0,55	D (MH)
		Print 500	0,60	C (MH)
	Modell P 416	Trevira II	0,60	C (MH)
		Designfilz	0,60	C (MH)
		Print 500	0,60	C (MH)
	Modell P 417	Trevira II	0,85	B (H)
		Designfilz	0,85	B (H)
		Print 500	0,90	A
Modell P 450 verschiebbar im Raum	Trevira II	0,45	D (H)	
	Designfilz	0,45	D (H)	
	Print 500	0,50	D (H)	
Modell P 450 verschiebbar am Fenster	Trevira II	0,85	B (H)	
	Designfilz	0,85	B (H)	
	Print 500	0,90	A	
Soft-Frame	Modell P 650/P 651	Trevira II	0,80	B
	Modell P 655	Trevira II	0,80	B
	Modell P 656	Trevira II	0,90	A
	Modell P 657	Trevira II	1,00	A
Sonic-Base	Modell P 700 im Raum	Designfilz	1,00	A
	Modell P 700 in Raumecken	Designfilz	0,60	C (L)
Flächenvorhang	gemessen am Fenster	Trevira II	0,40	D
		Trevira Phonic	0,60	C
		EnviroscreenG3	0,30	D
Gardine	gemessen am Fenster	Trevira II	0,55	D
		Silence	0,85	B (H)



# 04 Grundlagen der Akustik



## Raumakustik versus Bauakustik

Der Unterschied zwischen den Bereichen Raumakustik und Bauakustik wird erst bei näherer Betrachtung schalltechnischer Fragestellungen offenbar. In der Bauakustik lautet die Frage stets: Welcher Anteil des Schalls kommt auf der anderen Seite des betrachteten Bauteils an?

Die entscheidende bauakustische Eigenschaft eines Bauteils ist die Schalldämmung. Im Wesentlichen geht es um die Fähigkeit von Bauteilen – Wänden, Decken, Türen, Fenstern –, den Schallübergang zwischen zwei Räumen möglichst gering zu halten. Eine hohe Schalldämmung wird in der Regel durch massive, schwere Bauteile erreicht, die den Schall an seiner Ausbreitung hindern.

Die Schalldämmung von Bauteilen wird für Luftschall durch das sog. bewertete Bau-Schalldämm-Maß  $R_w$  beschrieben, einen Wert, der mit Hilfe einer Bewertungskurve aus dem frequenzabhängigen Bau-Schalldämm-Maß  $R'$  ermittelt wird. Der Wert  $R_w$  eines Bauteils kann mittels Messung vor Ort oder auch anhand von Rechenmodellen bestimmt werden. Eine Verbesserung der Schalldämmung lässt sich durch verschiedene Maßnahmen erzielen, z. B. die Verwendung von Bauteilen mit größerer Masse.

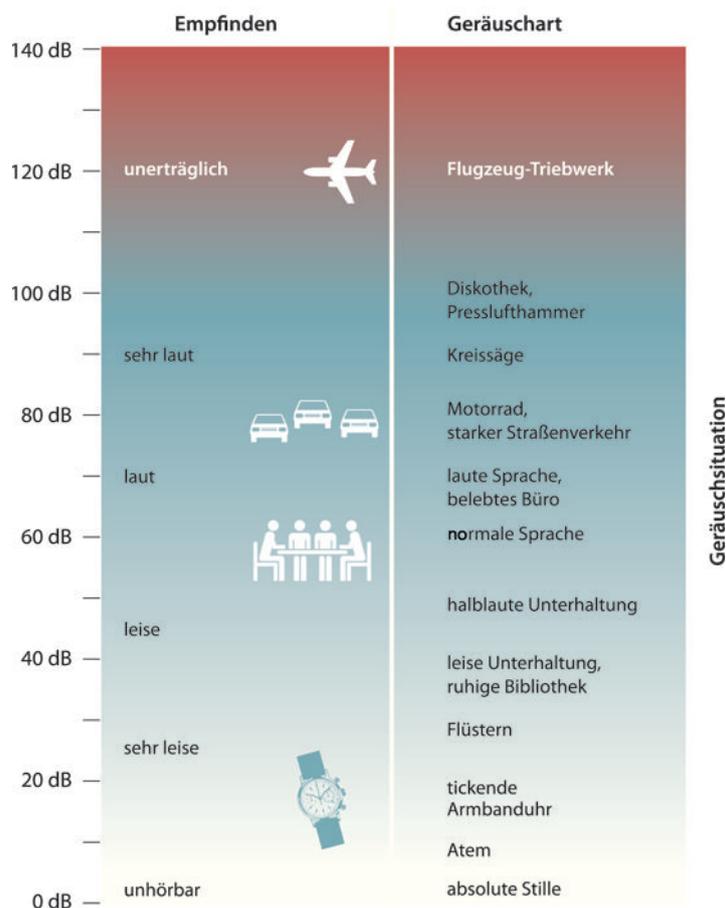
In der Raumakustik hingegen lautet die Frage: Durch welche Oberflächen schaffe ich optimale Hörbedingungen im Raum? Entscheidende Eigenschaft ist in diesem Fall die Schalldämpfung der Oberflächen im Raum. Schalldämpfung beschreibt die Fähigkeit von Materialien, Schall zu absorbieren bzw. die auftreffende Schallenergie aufzunehmen und in andere Energieformen umzuwandeln. Schalldämpfung ist die Wirkung von Schallabsorbern.

Die Schallabsorption einer Oberfläche wird durch den frequenzabhängigen Schallabsorptionsgrad  $\alpha_s$  oder auch vereinfacht durch einen gemittelten Schallabsorptionsgrad (wie z. B. den sog. bewerteten Schallabsorptionsgrad  $\alpha_w$ ) beschrieben. Der Schallabsorptionsgrad akustisch wirksamer Oberflächen wird üblicherweise durch Messungen in speziellen Labors, sogenannten Hallräumen, ermittelt.

## Schalldruckpegel und Dezibelskala

Vergleicht man das leiseste vom Menschen wahrnehmbare Schallereignis (den kleinsten wahrnehmbaren Schalldruck) mit Geräuschen, die sich an der Schmerzgrenze unserer Gehörempfindung bewegen, dann stellt man fest, dass sich der Schalldruck in diesem Bereich um einen Faktor von zehn Millionen unterscheidet.

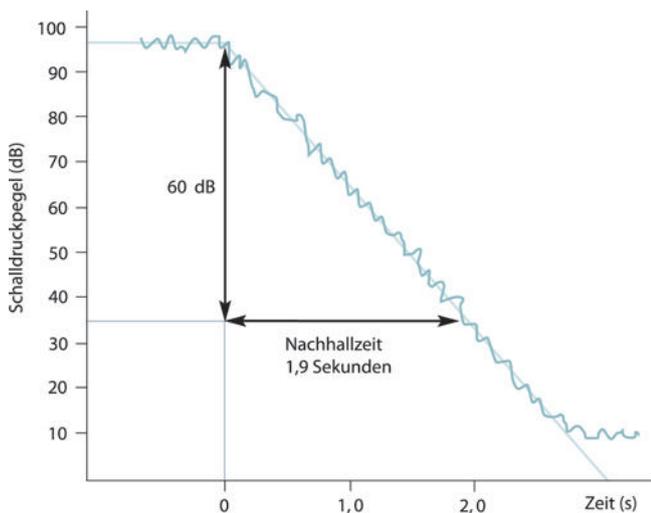
Darstellung und Handhabung eines derart großen Wertebereichs des Schalldrucks erwiesen sich als umständlich, und so wurde mit dem Schalldruckpegel eine logarithmisch definierte Größe, das Dezibel (kurz: dB), eingeführt, die auf die niedrigen Schalldruckwerte wenig Einfluss hat, die großen Werte hingegen auf eine überschaubare Größe hinunterrechnet. Damit steht eine Skala zur Verfügung, die sich im Bereich der Hörwahrnehmung zwischen 0 dB und etwa 140 dB bewegt. Die willkürliche Festlegung des Schalldruckwertes für 0 dB orientiert sich dabei an dem von Menschen gerade noch wahrnehmbaren Schalldruck.



## Nachhallzeit

Ob ein Raum von seinen Nutzern als akustisch angenehm empfunden wird, lässt sich im Rahmen einer raumakustischen Planung mit einem hohen Maß an Genauigkeit vorab berechnen. Ebenso lässt sich abschätzen, welche Maßnahmen welchen Erfolg versprechen, welche Flächen an Schallabsorbieren erforderlich sind und wie diese am günstigsten zu positionieren sind. Hierzu soll im Folgenden die Nachhallzeit als wesentliche raumakustische Kenngröße vorgestellt werden.

Die Nachhallzeit lässt sich in jedem geschlossenen Raum bestimmen und liefert so die Grundlage für eine Bewertung der raumakustischen Bedingungen. Sie gibt – einfach ausgedrückt – die Zeitdauer an, die ein Schallereignis benötigt, um unhörbar zu werden. Technisch wurde die Nachhallzeit  $T$  als die Zeitdauer für eine Abnahme des Schalldruckpegels im Raum um 60 dB definiert; wird also z.B. ein Raum mit einem Knall von 95 dB angeregt, so gibt die Nachhallzeit den Zeitraum an, innerhalb dessen der Geräuschpegel auf 35 dB zurückgegangen ist. Dies können wenige Zehntelsekunden bis zu mehrere Sekunden sein.



Durch die objektiv messbare Größe der Nachhallzeit werden unterschiedlichste Räume miteinander vergleichbar und können in ihrer raumakustischen Qualität bewertet werden. Sind z. B. 4 bis 8 Sekunden Nachhall in einer Kirche durchaus nicht unüblich, so bewegen sich die angestrebten Werte für die Nachhallzeit in Konferenz- oder Büroräumen in ganz anderen Größenordnungen. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über typische Nachhallzeiten verschiedener Raumarten.

Die Nachhallzeit stellt die raumakustische Visitenkarte des Raums dar, und an ihr lässt sich die akustische Qualität eines Raums schnell und objektiv ablesen. Klagen über eine schlechte Akustik sind meistens mit nicht angemessenen Werten für die Nachhallzeit verknüpft (wenngleich umgekehrt eine optimale Nachhallzeit nicht automatisch optimale raumakustische Bedingungen garantiert). Insofern verfügt der Akustikplaner mit der Nachhallzeit über eine sehr gut handhabbare und klar definierte Größe.

Die Nachhallzeit hat eine unmittelbare Wirkung auf die Sprachverständlichkeit in einem Raum. Allgemein gilt, dass mit zunehmender Nachhallzeit die Sprachverständlichkeit in einem Raum abnimmt (was jedoch nicht bedeutet, dass die kürzeste Nachhallzeit immer die beste Nachhallzeit ist). Eine sehr schlechte Sprachverständlichkeit deutet in der Regel auf eine zu lange Nachhallzeit hin. Aber auch über den Verlauf der Nachhallzeit über der Frequenz kann selbst der raumakustische Laie anhand seines eigenen subjektiven Eindrucks von einem Raum Hinweise erhalten. Klingt beispielsweise Sprache in einem Raum verwaschen und erfordert es große Anstrengungen, etwas zu verstehen, so ist davon auszugehen, dass die Nachhallzeit insgesamt zu lang ist. Akustisch „trocken“ hingegen bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der Schall unnatürlich schnell geschluckt wird. Geschieht dies nur bei hohen Frequenzen, klingt der Raum eher dumpf und dröhnend; geschieht es nur bei tiefen Frequenzen, so ist der Höreindruck eher schrill und spitz.

**Tabelle 1: Typische Nachhallzeiten verschiedener Raumarten**

Raumtyp	Nachhallzeit (exemplarisch)
Kirche	ca. 4 bis 8 Sekunden
Schwimmbad	maximal 1,7 Sekunden
Konzertsaal für klassische Musik	ca. 1,5 Sekunden
Klassenraum mittlerer Größe	0,6 Sekunden
Konferenzraum	je nach Größe ca. 0,8 bis 1,2 Sekunden
Büroraum	je nach Größe ca. 0,5 bis 0,8 Sekunden

## Die optimale Nachhallzeit

Grundlage für Anforderungen und Empfehlungen zur raumakustischen Gestaltung von Räumen sollte stets die zuletzt im März 2016 neu erschienene DIN 18041 „Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung“ sein. Diese Norm bezieht sich vor allem auf Räume für kommunikative Zwecke und musikalische Nutzungen, aber z. B. auch auf Sport- und Schwimmhallen.

DIN 18041 unterscheidet zwischen Räumen der Gruppe A (angestrebt wird hier Hörsamkeit, also die Eignung für bestimmte Schalldarbietungen, über mittlere und größere Entfernungen, z. B. Unterrichtsräume oder Hörsäle) und Räumen der Gruppe B (Hörsamkeit über geringe Entfernungen, z. B. Speiseräume oder Büros).

Für Räume der Gruppe A (Nutzungsarten A1 „Musik“; A2 „Sprache/Vortrag“; A3 „Unterricht/Kommunikation“ sowie „Sprache/Vortrag inklusiv“; A4 „Unterricht/Kommunikation inklusiv“; A5 „Sport“) fordert DIN 18041 neben einer sinnvollen Positionierung von absorbierenden und reflektierenden Flächen zur Lenkung des Schalls eine nutzungsspezifische Soll-Nachhallzeit, für die ein Toleranzbereich von  $\pm 20\%$  (bei tiefen und hohen Frequenzen etwas mehr) vorgesehen ist. Diese Soll-Nachhallzeit ist von Nutzungsart und Volumen des Raums abhängig.

Für Räume der Gruppe B (Nutzungsarten B1 „Räume ohne Aufenthaltsqualität“, ohne Vorgaben; B2 „Räume zum kurzfristigen Verweilen“; B3 „Räume zum längerfristigen Verweilen“; B4 „Räume mit Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort“; B5 „Räume mit besonderem Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort“) empfiehlt DIN 18041 ein nutzungsspezifisches minimales Verhältnis der äquivalenten Schallabsorptionsfläche des Raums zum Volumen des Raums,  $A/V$ . Dieses empfohlene Mindestverhältnis ist neben der Nutzungsart allein von der Raumhöhe abhängig.

Speziell für Büroräume, die nach DIN 18041 der Nutzungsart B3 (Einzelbüros) bzw. B4 (Mehrpersonenbüros) zuzuordnen sind, macht der ebenfalls 2016 erschienene Entwurf zur Neufassung der Richtlinie E VDI 2569 „Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro“ noch genauere Vorgaben. Neben Anforderungen an die Schallausbreitung im Raum sowie an den Störschallpegel bauseitiger Geräusche wird nach E VDI 2569 für Einzelbüros eine maximale Nachhallzeit von 0,6 s (Raumakustik-Klasse A), 0,8 s (Raumakustik-Klasse B) bzw. 1,0 s (Raumakustik-Klasse C) gefordert. Für Mehrpersonenbüros fordert E VDI 2569 eine minimale Nachhallzeit von 0,4 s sowie eine maximale Nachhallzeit von 0,6 s (Raumakustik-Klasse A), 0,7 s (Raumakustik-Klasse B) bzw. 0,9 s (Raumakustik-Klasse C). Bei tiefen Frequenzen (um 125 Hz) darf die maximale Nachhallzeit in allen Fällen um 0,2 s länger sein.

Abbildung: Anforderungen nach DIN 18041 an die Nachhallzeit eines Raums in Abhängigkeit von dessen Nutzungsart und Volumen

Beispiel 1: Ein Konferenzraum (Nutzungsart A3, „Unterricht/Kommunikation“) mit einem Raumvolumen von  $250 \text{ m}^3$  sollte eine Nachhallzeit von 0,60 s aufweisen.

Beispiel 2: Ein Gerichtssaal (Nutzungsart A2, „Sprache/Vortrag“) mit einem Raumvolumen von  $650 \text{ m}^3$  sollte über eine Nachhallzeit von 0,90 s verfügen.

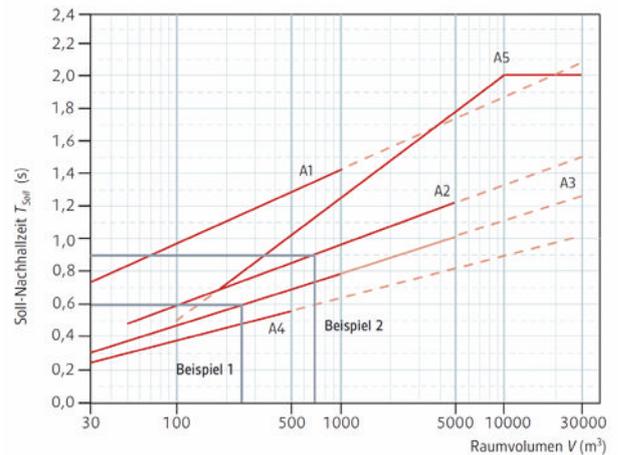
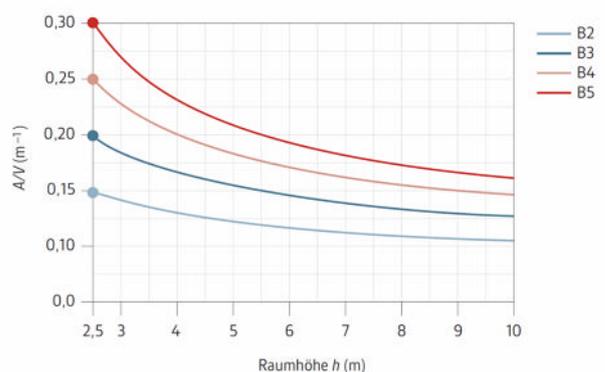


Abbildung: Empfehlungen nach DIN 18041 für das Mindestverhältnis der äquivalenten Schallabsorptionsfläche eines Raums zum Volumen des Raums in Abhängigkeit von dessen Nutzungsart und Höhe



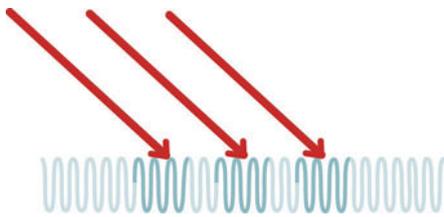
## Schallabsorption

Zur optimalen Einstellung der Nachhallzeit in Räumen werden verschiedenste Materialien eingesetzt. Diese lassen sich akustisch eindeutig durch ihre Schallabsorption (genauer: den Schallabsorptionsgrad) beschreiben.

Der Schallabsorptionsgrad  $\alpha$  beschreibt die Eigenschaft eines Materials, auftreffenden Schall in andere Energieformen – z. B. Wärme- oder Bewegungsenergie – umzuwandeln und somit zu absorbieren. Ein idealer Schallabsorber, der 100 % des auftreffenden Schalls „schluckt“, hat einen Schallabsorptionsgrad von 1 (Fall 1), eine vollständig reflektierende Fläche dagegen einen Schallabsorptionsgrad von 0 (Fall 2). Beide Extreme sind nicht erreichbar: Reale Materialien haben stets einen Schallabsorptionsgrad zwischen 0 und 1 (Fall 3).

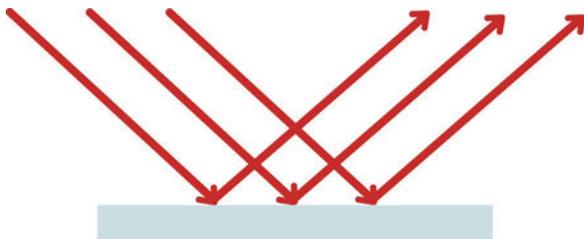
### Fall 1:

Vollständige Schallabsorption  
(Schallabsorptionsgrad = 1) keine Reflexion



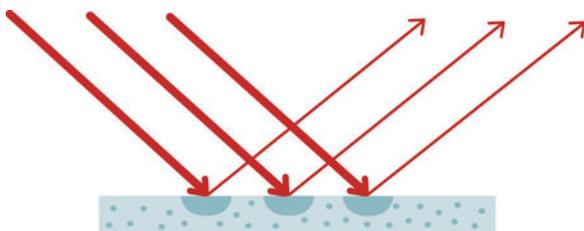
### Fall 2:

Vollständige Schallreflexion  
(Schallabsorptionsgrad = 0)



### Fall 3:

Teilweise Schallabsorption  
(Schallabsorptionsgrad = zwischen 0 und 1)



## Autoren:

Dr. Catja Hilge / Dr. Christian Nocke

Die Physiker Dr. Catja Hilge und Dr. Christian Nocke betreiben seit 2001 ein schalltechnisches Beratungsbüro in Oldenburg und sind als Fachplaner, Sachverständige und Berater im Bereich Akustik tätig.

Der Schallabsorptionsgrad eines Materials ist stark von der Frequenz abhängig. Daher muss auch die Absorptionswirkung von Materialien frequenzabhängig betrachtet werden. Der frequenzabhängige Schallabsorptionsgrad  $\alpha_s$  („Alpha Sabine“) eines Materials wird durch eine schalltechnische Materialprüfung, das sog. Hallraumverfahren, ermittelt. Hierbei wird eine Probe des Materials in den Hallraum eingebracht, dessen Nachhallzeit zunächst ohne Probe bestimmt wurde. Aus der Änderung der Nachhallzeit mit der Probe im Raum lässt sich – für jede Terz zwischen 100 Hz und 5.000 Hz – der Schallabsorptionsgrad  $\alpha_s$  ermitteln.

Man erhält somit 18 Terzwerte, die eindeutig das Absorptionsverhalten des Materials beschreiben, d.h. bei welchen Frequenzen das Material den Schall in welchem Maße absorbiert.

## Schallabsorptionsgrad und Nachhallzeit

Betrachtet man einen vollständig eingerichteten Raum mit verschiedenen Oberflächen, so kann man jedem Material (z. B. Teppich, Putz, Akustikdecke, Vorhängen, Fenstern, Regalflächen usw.) einen frequenzabhängigen Schallabsorptionsgrad zuordnen und durch Multiplikation mit der vorliegenden Fläche seine sog. äquivalente Schallabsorptionsfläche berechnen. Anschließend addiert man die äquivalenten Schallabsorptionsflächen für alle Materialien und erhält so die gesamte in einem Raum vorhandene äquivalente Schallabsorptionsfläche. Aus dieser lässt sich bei Kenntnis des Raumvolumens sehr schnell die Nachhallzeit im Raum berechnen, da mit der sogenannten Sabinischen Nachhallformel eine Umrechnungsmethode vorliegt, in der als Größen lediglich die äquivalente Schallabsorptionsfläche, das Raumvolumen und die Nachhallzeit eingehen:

$$T = 0,163 \cdot V/A$$

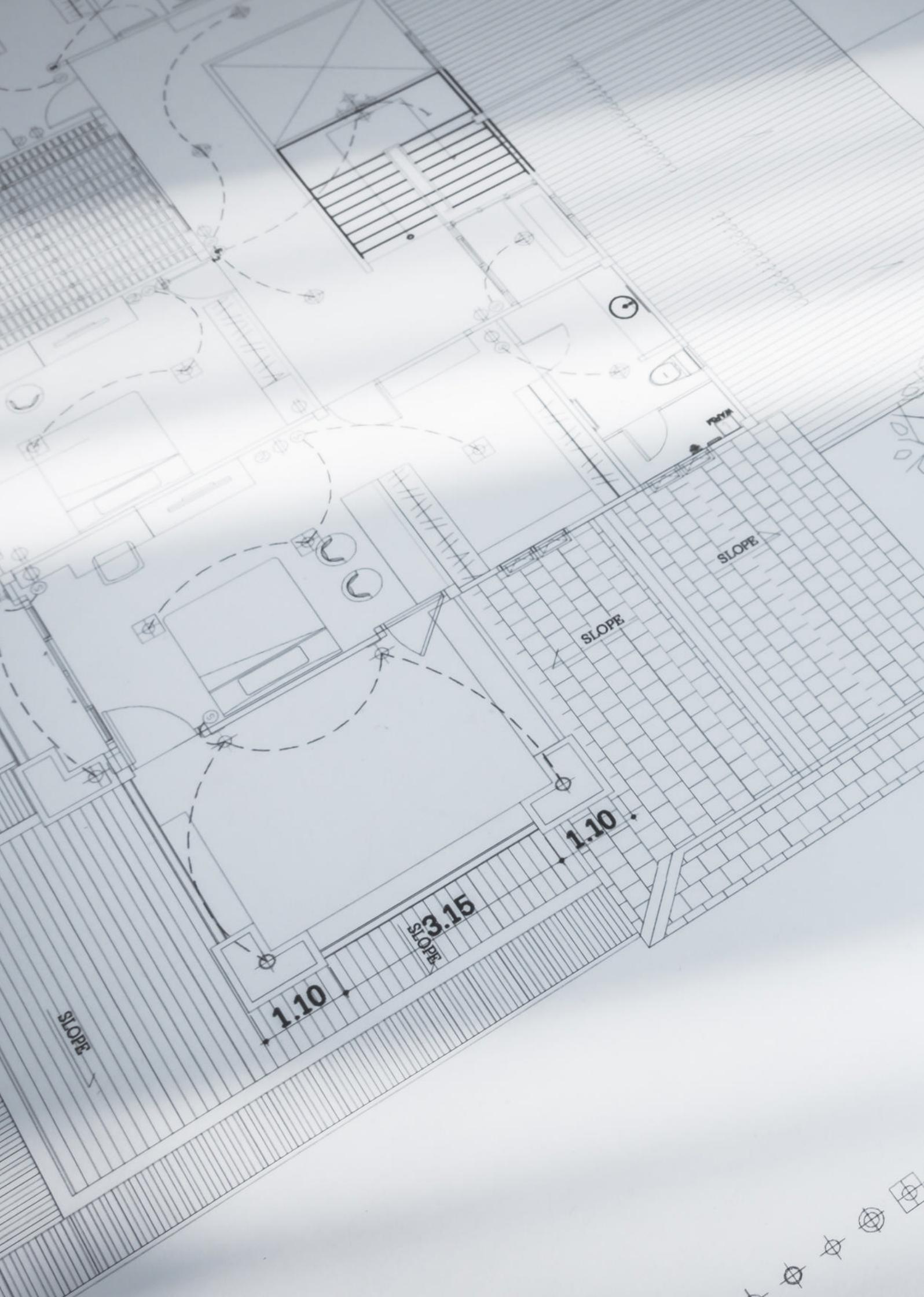
T: Nachhallzeit

V: Raumvolumen

A: gesamte äquivalente Schallabsorptionsfläche im Raum

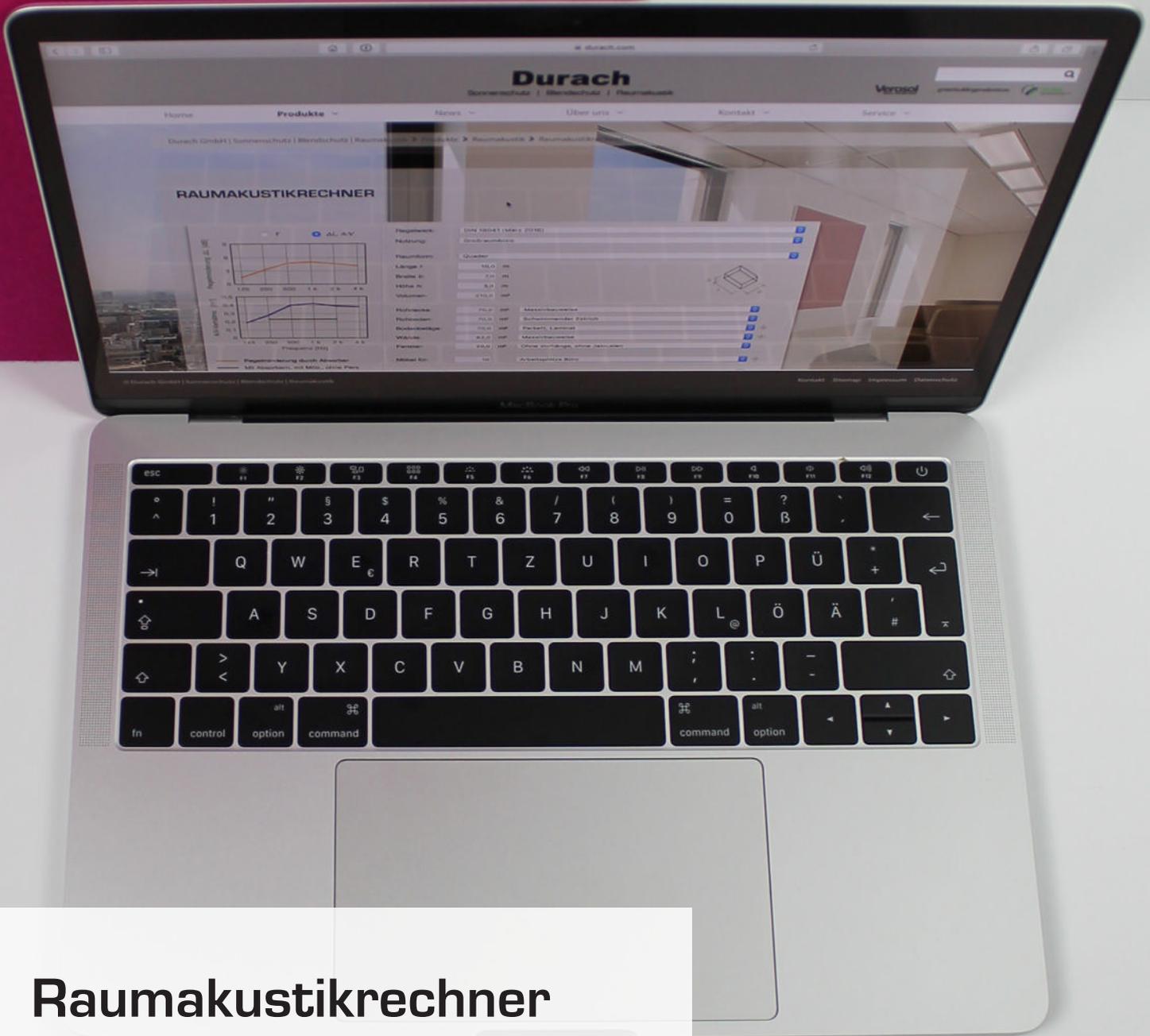
Selbst ein hoch absorbierender Schallabsorber erzielt erst durch den Einsatz einer bestimmten Flächengröße die gewünschte Wirkung im Raum. Umgekehrt kann auch ein relativ schwach absorbierender Schallabsorber den angestrebten Effekt erzielen, wenn seine Fläche entsprechend groß gewählt wird. Grundsätzlich kann man zur Bedämpfung eines Raums entweder einen einzelnen Schallabsorber oder aber eine Kombination aus zahlreichen verschiedenen Schallabsorbieren verwenden. Entscheidend für die Nachhallzeit im Raum ist immer die insgesamt erzielte Summe der äquivalenten Schallabsorptionsflächen aller im Raum vorhandenen Oberflächen.

Ein Schwerpunkt der Arbeit ist die Raumakustik von Schulen, Büros und anderen Gebäuden sowie die Entwicklung von raumakustischen Lösungen.





## 05 Projektplanung



# Raumakustikrechner

Erstellen Sie raumakustische Planungen mit unserem Raumakustikrechner (unter [www.durach.com](http://www.durach.com)) auf Grundlage der architektonischen Gegebenheiten vor Ort. Um dazu alle relevanten Informationen zusammenzutragen, verwenden Sie unsere Checkliste für raumakustische Auslegung (Seite 57).

Alle Berechnungen erfolgen in Oktaven im Frequenzbereich von 125 Hz bis 4 kHz. Je nach Regelwerk werden daraus die benötigten Zielgrößen abgeleitet. Neben der Nachhallzeit selbst, sind dies beispielsweise die gesamte äquivalente Absorptionsfläche im Raum oder die Pegelminderung durch schallabsorbierende Maßnahmen. Ist die Berechnung erstellt, kann das Projekt als PDF gespeichert oder direkt per Mail versendet werden.

## Fallbeispiel 1 (Norm erfüllt)

Bei diesem Beispiel handelt es sich um einen Besprechungsraum für 10 Personen. Mit akustischen Maßnahmen soll die Nachhallzeit angepasst und die Hörsamkeit sichergestellt werden.

Durch den Einsatz der verschiedenen Produkte (Deckensegel, Wandelemente und Akustiksäulen) liegen die Werte bei allen Frequenzen innerhalb der Toleranzgrenzen und die Anforderungen nach DIN 18041 sind erfüllt.

**Legend:**

- 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.

**Regelwerk:** DIN 18041 (März 2016)

**Nutzung:** Besprechungs-, Sitzungs-, Konferenzraum

**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> Leichtbauweise

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

---

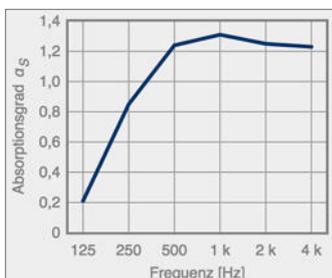
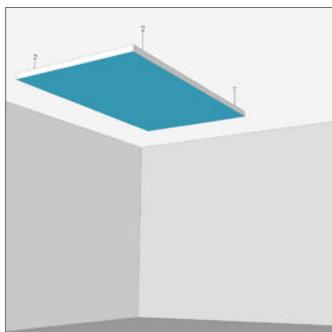
Möbel für: 10 Sitzplätze Besprechungsraum

---

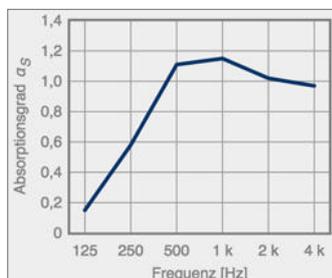
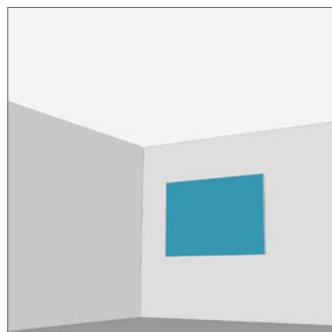
**Absorber:**

- 19,0 m<sup>2</sup> Deckensegel  
Sonic-Panel Modell P517, Deckensegel, Trevira II, h = 200 mm
- 6,0 m<sup>2</sup> Wandelemente  
Sonic-Panel Modell P510, Wandelement, Trevira II, h = 0 mm
- 4,0 St. Stand- und Schiebelemente  
Sonic-Base Modell P700, Acoustic Tower, Designfilz, in Raumecken

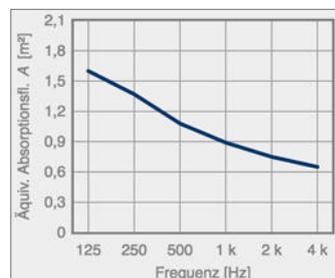
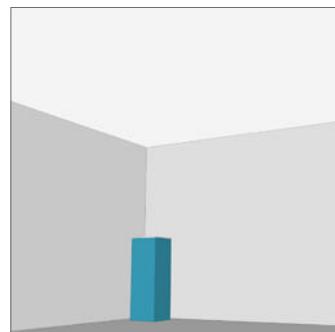
**Sonic-Panel Modell P 517**



**Sonic-Panel Modell P 510**



**Sonic-Base Modell P 700**



## Fallbeispiel 2 (Norm fast erfüllt)

In einem Einzelbüro können, durch die Gegebenheiten vor Ort, nur an einer Wandfläche von 6 m<sup>2</sup> Absorber eingeplant werden. Die Berechnung zeigt, dass die Norm fast erfüllt wird, nur bei den tiefen Frequenzen (unter 250 Hz) gibt es geringe Überschreitungen der Toleranzgrenze  $T_{\text{Soll}}$ .

$T$       $\Delta L, A/V$

Pegelminderung  $\Delta L$  [dB]

125 250 500 1 k 2 k 4 k

A/V-Verhältnis [m<sup>-1</sup>]

nur geringe Unterschreitung der Toleranzgrenze

125 250 500 1 k 2 k 4 k

Frequenz [Hz]

- Pegelminderung durch Absorber
- Mit Absorbem, mit Möb., ohne Pers.
- Toleranzgrenze für  $A/V \geq 0,19 \text{ m}^{-1}$

! Empfehlungen n. DIN 18041 sind fast erfüllt!

Wenn möglich, in Räumen mit wenig Möbeln und ohne Vorhänge, Absorber nicht nur an der Decke, sondern auch an den Wänden einsetzen.

Regelwerk:

Nutzung:

Raumform:

Länge  $l$ :  m

Breite  $b$ :  m

Höhe  $h$ :  m

Volumen:  m<sup>3</sup>

Rohdecke:  m<sup>2</sup>

Rohboden:  m<sup>2</sup>

Bodenbeläge:  m<sup>2</sup>  +

Wände:  m<sup>2</sup>  +

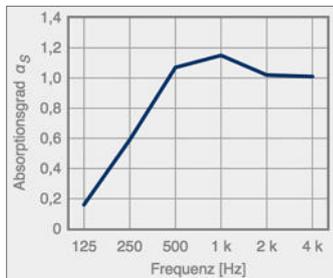
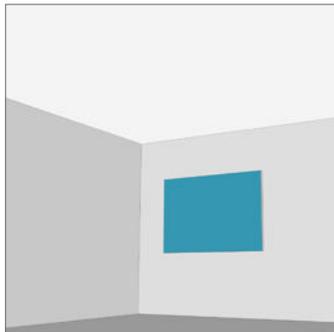
Fenster:  m<sup>2</sup>

Möbel für:   +

Absorber:   m<sup>2</sup>

+

### Sonic-Panel Modell P 510



## Fallbeispiel 3 (Norm nicht erfüllt)

In einem Gruppenraum einer Kindertageseinrichtung soll akustisch nachgebessert werden. Es besteht die Möglichkeit an der Decke 30 m<sup>2</sup> und an den Wänden 8 m<sup>2</sup> Akustikelemente einzuplanen.

Die Berechnung zeigt, dass die Norm laut DIN nicht erfüllt wird. Bei den tiefen Frequenzen (unter 250 Hz) gibt es eine Überschreitung der Toleranzgrenze  $T_{Soll}$ , Frequenzen von 250 Hz - 4 kHz liegen innerhalb der Norm.

$T$       $\Delta L, A/V$

— Ohne Absorber, ohne Möb., ohne Pers.  
— Mit Absorb., mit Möb., mit Pers.  
— Toleranzgrenzen für  $T_{Soll} = 0,62$  s

**⊖** Anforderungen n. DIN 18041 sind nicht erfüllt!

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

Regelwerk:

Nutzung:

Planung:

---

Raumform:

Länge  $l$ :  m

Breite  $b$ :  m

Höhe  $h$ :  m

Volumen:  m<sup>3</sup>

---

Rohdecke:  m<sup>2</sup>

Rohboden:  m<sup>2</sup>

Bodenbeläge:  m<sup>2</sup>

Wände:  m<sup>2</sup>

Fenster:  m<sup>2</sup>

---

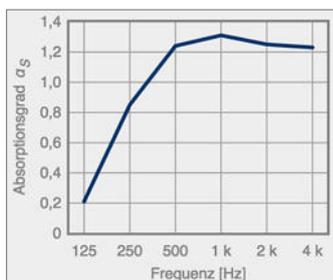
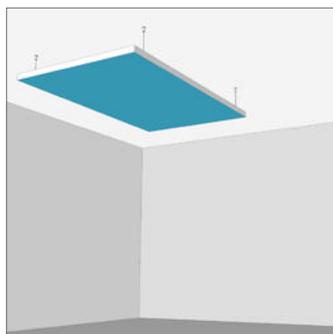
Möbel für:

---

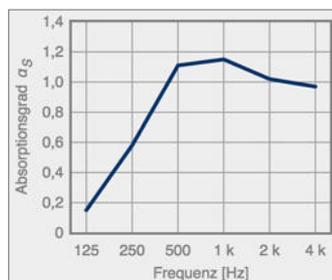
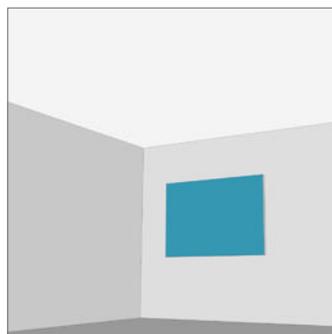
Absorber:   m<sup>2</sup>

m<sup>2</sup>

Sonic-Panel Modell P 517



Sonic-Panel Modell P 510



## Fazit

Sind Räume bereits vollständig eingerichtet und befinden sich im laufenden Betrieb, müssen Raumakustikelemente auf diese Situation vor Ort angepasst und geplant werden.

Häufig ist es nicht möglich die komplette Menge an Elementen, die zum Erreichen der Norm notwendig wären, im Raum einzubauen. Mit unserem Raumakustikrechner haben Sie die Möglichkeit zwischen den verschiedenen Produkten und Bespannungen zu wählen und somit das bestmögliche Ergebnis für Ihre Anwendung zu erzielen.



## Checkliste Raumakustik

Durach

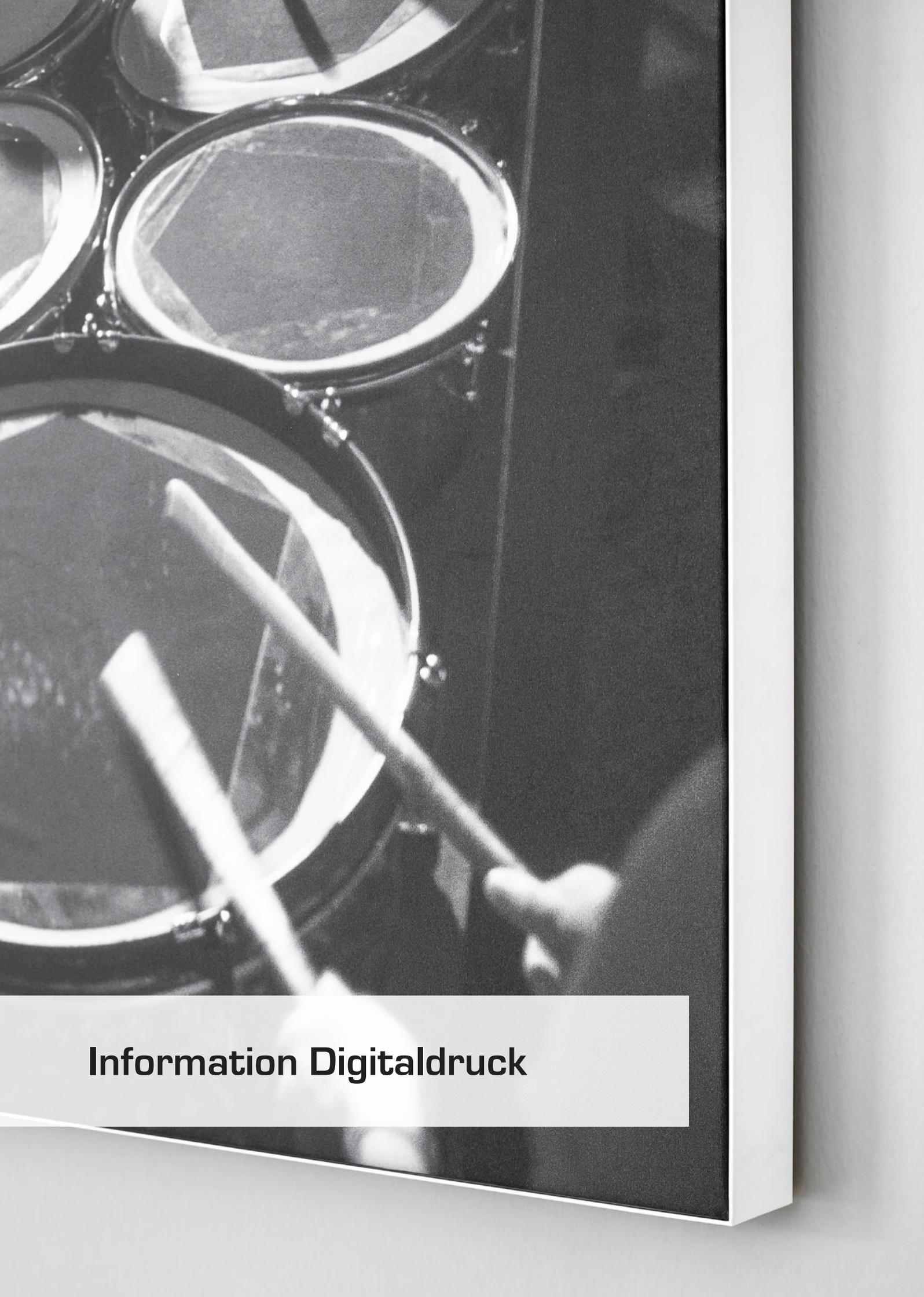
Jeder Raum unterliegt abhängig von seiner Nutzung unterschiedlichen akustischen Anforderungen. Raumgröße und -form sowie bauliche Gegebenheiten, wie die Art des Bodenbelages, die Ausbildung der Wände oder die Bauweise der Decke beeinflussen zusätzlich die Art der akustischen Maßnahmen, welche zur Verbesserung der Hörbarkeit im Raum führen.

Nutzen Sie unsere Checkliste, um bei Ihrer Beratung vor Ort alle relevanten Informationen zusammenzutragen, welche Sie später für die Berechnung der nötigen Absorberflächen brauchen.

Sie finden die Checkliste auch zum Download auf unserer Website [www.durach.com](http://www.durach.com).

## Checkliste für raumakustische Auslegung

Projekt:		
Bearbeiter:		
Datum / Ort:		
Nutzungsart:		
Raumform: 	<input type="checkbox"/> Quader Länge (l): _____ m;    Breite (b): _____ m;    Höhe (h): _____ m;    Volumen: _____ m <sup>3</sup>	
	<input type="checkbox"/> L-Form Länge (l <sub>1</sub> ): _____ m;    Länge (l <sub>2</sub> ): _____ m;    Breite (b <sub>1</sub> ): _____ m;    Breite (b <sub>2</sub> ): _____ m Höhe (h): _____ m;    Volumen: _____ m <sup>3</sup>	
	<input type="checkbox"/> beliebiger Grundriss mit konstanter Höhe Grundfläche: _____ m <sup>2</sup> ;    Höhe: _____ m;    Volumen: _____ m <sup>3</sup>	
	<input type="checkbox"/> beliebig Volumen: _____ m <sup>3</sup>	
Rohdecke:	_____ m <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> Massivbauweise <input type="checkbox"/> Massivbauweise m. geschl. Gipskartondecke <input type="checkbox"/> Holzbauweise	Rohboden: _____ m <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> schwimmender Estrich <input type="checkbox"/> Verbundestrich <input type="checkbox"/> Holzbauweise
Bodenbeläge:	_____ m <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> Teppich <input type="checkbox"/> Parkett, Laminat <input type="checkbox"/> Linoleum <input type="checkbox"/> Fliesen	
Wände:	_____ m <sup>2</sup> (inkl. Fenster) <input type="checkbox"/> Massivbauweise <input type="checkbox"/> Leichtbauweise	Fenster: _____ m <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> ohne Vorhänge, ohne Jalousien <input type="checkbox"/> mit Vorhängen, leichter Stoff <input type="checkbox"/> mit Vorhängen, mittlerer Stoff <input type="checkbox"/> mit Vorhängen, schwerer Stoff <input type="checkbox"/> mit Jalousien
Arbeitsplätze/ Sitzplätze:		
geplante Raumakustik- Elemente:	_____ m <sup>2</sup> Modell: _____ _____ m <sup>2</sup> Modell: _____	



**Information Digitaldruck**

Mit unseren unifarbene und melierten Behangqualitäten sowie mit der Anpassung der Rahmenfarbe können Sie unsere Produkte gestalterisch optimal in Ihr Bauvorhaben integrieren.

Eine weitere Möglichkeit der Individualisierung der Rahmen besteht, indem Sie unser Angebot des Bilddrucks nutzen. Mit Bildern setzen Sie Akzente. Gestalten Sie das Aussehen nach Ihren ganz persönlichen Wünschen.

Ob Branding, Grafik oder Foto, Ihnen stehen alle Möglichkeiten offen.

## Datenvorbereitung

Um Ihren Auftrag termingerecht bearbeiten zu können, bitten wir Sie, die folgenden Informationen unbedingt einzuhalten. Bitte haben Sie Verständnis dafür, dass wir erst mit der Bearbeitung beginnen können, wenn alle Informationen vorliegen.

### Datenformate – bitte liefern Sie uns:

- Photoshop-Dateien  
- im angelegten Arbeitsfarbraum (optimal ISO - Coated v2 (ECI) / eci RGB v2)
- Daten aus Standardlayoutprogramm  
- im angelegten Arbeitsfarbraum (optimal ISO - Coated v2 (ECI) / eci RGB v2)  
- Schriften bitte in Pfade wandeln und positionierte/verknüpfte Bilder beifügen
- PDF / X-3  
- im angelegten Arbeitsfarbraum (optimal ISO - Coated v2 (ECI) / eci RGB v2)

Legen Sie Ihre Dateien im gewünschten Seitenverhältnis proportional zur Ausgabegröße an. Bitte löschen Sie alle nicht benötigten Seiten aus der Datei. Verläufe und Vignettierungen bitte möglichst als Pixel-Datei anliefern. Verwenden Sie keine Schnitt- oder Passmarken, andere Druckinformationen, künstliche Schriftstile (Schattierungen/Outlines) oder nicht post-scriptfähige Füllmuster.

### Format / Größe / Auflösung

Die Größe geben Sie bitte in Breite x Höhe (cm) an.  
Legen Sie die Datei möglichst in Originalgröße im Maßstab 1:1 an.  
Die Auflösung sollte folgende Werte nicht unterschreiten:

Drucke bis 3 m<sup>2</sup> - 150 dpi  
Drucke ab 3 m<sup>2</sup> - 75 dpi

### Farben / Proof / Andruck

Fügen Sie möglichst Ihrem Auftrag immer einen farbverbindlichen Ausdruck oder einen farbverbindlichen Proof bei. Ohne Ausdruck oder Proof ist eine spätere Reklamation der Druckfarben nicht möglich. Bei farbkritischen Motiven empfehlen wir einen Andruck auf Originalmaterial (gegen Rechnung).

### Datenlieferung

Bezeichnen Sie Ihre Dateien eindeutig mit Kundenname und Kommission. Zur leichteren Zuordnung der Dateien verwenden Sie bitte die Dateiendungen bei der Dateibenennung. Druckdaten bis zu einer Größe von 10 MB können Sie uns per Mail senden. Bei größeren Datenmengen bitten wir um vorherige Absprache.

## Impressum

Ausgabe 05/2017

Herausgeber:

Durach GmbH  
Alte Bahnlinie 20  
D-88299 Leutkirch  
Telefon: 07567 98884-0  
Telefax: 07567 98884-20  
E-Mail: info@durach.com

Nachweis Bilder/ Grafiken:

- © Brigida Gonzalez Fotografie [S. 6, 7, 8, 9]
- © Dr. Christian Nocke [S. 44, 45, 46, 47, 48, 49]
- © Durach GmbH [Cover, S. 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 20, 21, 38, 39, 40, 42, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 60, 61]
- © jannoon028/ Freepik [S. 50, 51]
- © Klaus Helbig Fotografie [S. 1]
- © Martin Ducek Photography [S. 14, 15, 16, 17, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 58]
- © michaelholt kommunikation+design [S. 34, 35, 36, 37]

Jegliche Haftung, insbesondere für eventuelle Schäden, die durch die Nutzung der angebotenen Informationen entstehen, wird ausgeschlossen.

Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.





Buche geölt

Mausgrau

Anthrazit

## Durach GmbH

Alte Bahnlinie 20 | D-88299 Leutkirch  
Tel. 07567 98884-0 | Fax 07567 98884-20  
[www.durach.com](http://www.durach.com) | [info@durach.com](mailto:info@durach.com)

# Durach

Sonnenschutz | Blendschutz | Raumakustik