

## Orte der Stille

### .AKUSTIK

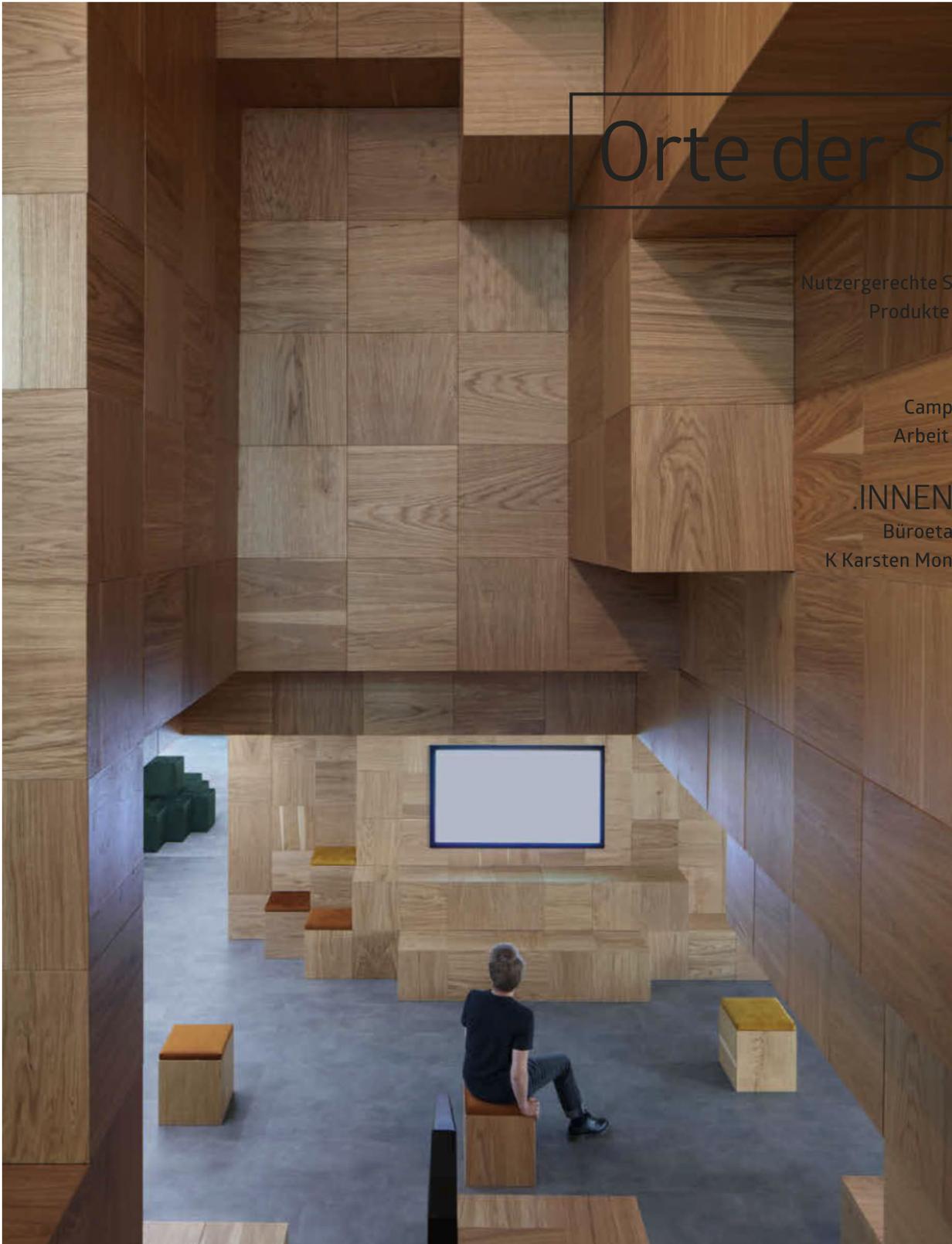
Nutzergerechte Schallisolierung  
Produkte für mehr Ruhe

### .BÜRO

Campus, Amsterdam  
Arbeit und Vergnügen

### .INNENAUSBAU

Büroetage, Düsseldorf  
K Karsten Monke im Gespräch



VERRINGERTE SCHALLAUSBREITUNG IN GROSSRAUMBÜROS AUF DER BASIS VON MESSUNGEN

# MUSTER GÜLTIG

Akustisch wirksame Bauteile, Schallschirme und großflächige Absorber eignen sich am besten, um die Schallausbreitung und Sprachverständlichkeit zu verringern. Durch Messungen und Simulationen lässt sich die nutzergerechteste Lösung finden.

Autor  
Georg Wiesinger

Die Raumakustik gilt als wesentlicher Umgebungsfaktor für die Konzentrations- und Kommunikationsfähigkeit am Büroarbeitsplatz. Eine gute Raumakustik ist somit bestimmend für die Leistungsfähigkeit und Gesundheit der Mitarbeiter. Im April des vergangenen Jahres wurde die „ISO EN DIN 3382-3 Großraumbüros“ veröffentlicht. Darin enthalten sind neue, messbare Qualitätsmerkmale für eine gute Raumakustik. Insbesondere die neuen Einzahlenwerte Komfortabstand und Vertraulichkeitsabstand sind nur durch die besonders sorgfältige Planung des Raums mit geeigneten Schallschirmen und Absorberflächen zu erreichen. Hinter den aktuellen raumakustischen Anforderungen steht die inzwischen vielfach belegte wissenschaftliche Erkenntnis, dass man leise, unverständliche Sprache als weniger störend empfindet als verständliche oder laute. Die gesundheitsschädlichen Wirkungen des leisen Lärms Sprache sind auch in der aktuell gültigen ASR 3.7 und in der VDI-Richtlinie 2569 (10-2019) ausführlich beschrieben. Erzielen kann man die neuen Grenzwerte nur, wenn neben der Nachhallzeit die Schallausbreitung im Raum eingestellt wird. Dabei beschreibt die Nachhallzeit den Zeitraum, in dem der Schall im Raum abklingt, nachdem die Schallquelle abgeschaltet wurde.

## „Wegen ihres aufwendigen Einbaus sieht man selten raumhohe Schirme und Bauteile“

Eine kurze Nachhallzeit entsteht, wenn der Raum entweder großflächig mit Absorbern verkleidet oder die Schallenergie bereits nahe am Ort der Entstehung absorbiert wird.

### HOHE ENERGIEINTENSITÄT

In der Natur kann sich der Schall kugelförmig frei ausbreiten. Mit zunehmender Kugeloberfläche nimmt dabei zugleich die Schallenergie ab. Im Raum trifft die Schallkugel mit rund 340km/h auf reflektierende Flächen wie Decken, Böden, Wände, Kanten und Ecken. Die Luftmoleküle muss man sich wie kleine Tischtennisbälle vorstellen, die sich kugelförmig ausdehnen. Sie treffen strahlenförmig auf die angrenzenden Bauteile und werden von diesen reflektiert. Aufgrund der hohen Geschwindigkeit sind die Distanzen im Raum so gering, dass es zu mehreren Reflexen kommt. Die Schallenergie nimmt nicht so stark ab wie im Freifeld.

Abbildung 1 zeigt schematisch die Ausbreitung des Schalls in verschiedenen Phasen von jeweils ungefähr

2ms versetzt. Dabei breitet sich der Schall kugelförmig um den Kopf mit etwa 340m/s aus, sodass 1ms einer Vergrößerung der Kugel um 34cm gleichkommt.

Position 1 entspricht einer Kugelwelle um den Kopf des Sprechers nach rund 0,002s. Innerhalb dieser Kugel gibt es keinen Pegelabfall. Bei Position 2 hat sich die Kugeloberfläche bereits nach 0,004s vergrößert. Mit der ausgedehnten Kugeloberfläche nimmt auch die Schallenergie ab. Bei Position 3 weist die Kugel nach 0,006s wegen der ersten Reflexe von Wänden, Möbeln, Böden und Decken Dellen auf. Bei Position 4 löst sich die Kugel nach etwa 0,008s teilweise auf und das Schallfeld wird diffus gestreut. Das bedeutet, dass der Schalldruckpegel nur bis zum Erreichen des sogenannten Hallradius am stärksten abfällt. Der Grund dafür liegt darin, dass nach dem Hallradius das diffuse Schallfeld und Reflexe überwiegen und der Pegel danach nur noch geringfügig beziehungsweise gar nicht mehr abfällt. Demzufolge kann innerhalb der ersten ungefähr 5m durch den Einsatz von Absorbern oder schalllenkenden Schirmen am meisten bewirkt werden. Denn der Schall besitzt dort noch eine hohe Energieintensität. Für die gezielte Planung ist es deshalb wichtig zu verstehen, wie sich der Schall im Büroraum ausbreitet.

Abbildung 2 zeigt die Ausbreitung des Schalls mit sogenannten Schallstrahlen. Von einem Punkt gehen hundert Strahlen radial aus. Ohne Absorberflächen entstehen Schallreflexionen an den angrenzenden Raumflächen und Kanten. Größere Räume sind im Schnitt betrachtet Flachräume, da die Raumlänge beziehungsweise -breite ein Vielfaches der Raumhöhe beträgt. In Abbildung 2 oben ist gut erkennbar, wie der Schall im Flachraum weit über die reflektierende Decke ausstrahlt.

Das Einsetzen einer Stellwand (Abbildung 2, Mitte) kann zwar den direkten Schall zur benachbarten Sitzgruppe begrenzen, doch umgeht er das Hindernis durch Reflexionen über die Decke. Daher ist die Wirksamkeit erkennbar gering. Erst durch das Einfügen von Absorberflächen lässt sich die Ausbreitung des Schalls weiter reduzieren (Abbildung 2, unten).

Das Beispiel erklärt, wie sich durch die gezielte Anordnung von großen Absorberflächen und Schallschirmen im Nahfeld des Sprechers die Reflexionen und der Nachhall effektiv verringern. Auf diese Weise wird viel Schall absorbiert und die Schallausbreitung im Raum durch Schallschirme gelenkt beziehungsweise begrenzt.

Durch die sorgfältige Planung entstehen in Bürumgebungen sogar höhere Schallpegelabfälle in kurzer Distanz als in der freien Natur. Gleichzeitig reduziert das die Sprachverständlichkeit, da die Sprachausbreitung nicht auf den Raum beschränkt ist.

#### PLANUNG MIT SCHALLSCHIRMEN

Schallschirme kommen zum Einsatz, um Schallenergie gezielt zu verwirbeln, zu absorbieren, zu begrenzen oder zu lenken. Somit vermindern sie den Schall, der den Ausschlag für die Sprachverständlichkeit in weiterer Entfernung gibt. Deshalb klingt die Sprache gedämpft, was die Verständlichkeit erschwert. Allerdings können die Schirme auch falsch platziert oder dimensioniert werden und damit unwirksam sein oder sogar die Sprachverständlichkeit wieder verbessern.

Die Wirkung von Schallschirmen vergrößert sich, je höher der Schirm und je größer die zusammenhängende



Foto: Palmberg

Der Raumteiler ‚Clamp‘ ist eine breitbandig wirksame Absorberwand für hohe Schallpegelabfälle auf kurze Distanz.

Schirmfläche ist und je besser die Abschlüsse zu angrenzenden Flächen abgedichtet sind. Ebenfalls ausschlaggebend sind die geringere Distanz zur Schallquelle und der höhere Absorptionsgrad der Decke.

Eine Rolle spielt auch die Form des Schallschirms. Solche in Winkel- oder U-Form, die sich seitlich um den Arbeitsplatz erstrecken, mindern die Schallausbreitung stärker als eine lineare Anordnung.

Die Schallschirme sollten mindestens so groß wie die Schallwellenlänge dimensioniert sein, um eine Verwirbelung oder Beugung der Schallwelle zu ermöglichen. Ist der Schirm doppelt so groß wie die Schallwellenlänge, kann sich dahinter ein Schallschatten entwickeln. Nur die tieferen Frequenzen umbeugen dann den Schirm.

Im genannten Beispiel schirmt eine Stellwand von 1,6x1,6m Wellen ab einer Frequenz von 440Hz ab respektive regt zur Umbeugung an. Aber auch das eine Oktave tiefere A wird durch diesen Schirm bereits verwirbelt. Das führt hier zur gewünschten schlechteren Sprachverständlichkeit. Durch die Umbeugung der tieferen Frequenzen ist die Schallpegelminderung jedoch nur gering.

Für die Frequenz von 220Hz müsste der Schirm wieder mindestens doppelt so groß ausfallen, also Dimensionen von 3m und mehr besitzen.

Idealerweise schließt der Schallschirm dann auch dicht an die flankierenden Bauteile Decke oder Wand an. Der Schallpegel dahinter sinkt deutlich ab. Deshalb sollten Arbeitsplätze möglichst im Schallschatten des Schirms liegen. Mit solch großen Schirmen sind auch höhere Schallpegelminderungen von 10dB möglich.

Innerhalb der so geschirmten, kleinen Zonen entsteht ein weiterer Effekt. Der Schall baut sich innerhalb der kleinen Zone stärker auf, da die großen Schirme ihn auch dort reflektieren. Daher gilt es, die Absorption in diesen Zonen zu berücksichtigen.

#### AUSBREITUNG IM GROSSRAUM

In kleinen Mehrpersonenbüros mit weniger als sechs Arbeitsplätzen entstehen viele Schallreflexionen an den nahe gelegenen Raumbegrenzungsflächen. Der Schallpegel steigt dadurch an, und die kleinen Räume sind oft lauter als ein großes Mehrpersonenbüro. Aufgrund der begrenzten Raumabmessungen sind alle Arbeitsplätze sowohl vom Direktschall als auch von den Reflexionen an nahegelegenen reflektierenden Wänden oder Fassaden betroffen. Kleine Mehrpersonenbüros sollten daher verstärkt Breitbandabsorber aufweisen, da sich dort Schallwellen stärker aufbauen und an vielen Oberflächen im Nahbereich der Nutzer reflektiert werden.

**Im Fokus**

Früher meinte man, dass eine flächige Akustikdecke die Nachhallzeit reduziert. Sprachverständlichkeit und Schallausbreitung wurden meist nicht betrachtet. Anhand von Schallstrahlen zeigt sich, wie im Großraumbüro der Schall auf reflektierende Oberflächen trifft. Das ist die Basis für akustische Raumplanungen.

Man kann schematisch abbilden, wie sich die Schallausbreitung in einem großen Büroraum durch Schirm und Absorber begrenzen lässt. Da die Länge und Breite des Großraumbüros ein Vielfaches der Höhe beträgt, ergibt sich eine flache, im Schnitt gut erkennbare Raumgeometrie. Durch die Darstellung von 100 radialen Schallstrahlen, die von der Quelle ausgehen und in Verbindung mit einer variablen Absorption der Bauelemente, können die Schallwege inklusive Reflexionen an den Schirmsystemen veranschaulicht werden.

**KLEINE VERSUS GROSSE ZONEN**

So lässt sich eine Schattenbildung und eine Reflexion des Schalls durch die nahe der Schallquelle platzierten Schallschirme erkennen. Während der Schall durch offene Bereiche weit in benachbarte Zonen gelangt, akkumuliert er sich in der entstehenden kleinen Zone. Dieser Eingriff führt nur zu einer geringen Schallpegelminderung und keiner signifikanten Verschlechterung der entfernten Sprachverständlichkeit. Daher verstehen alle Anwesenden im Großraum nach wie vor, was in der geschirmten Zone gesprochen wird.

Wenn die Schallschirme einen Abstand von ungefähr 3,75m aufweisen, könnte in jeder der genannten Zonen

eine Sitzgruppe stehen. Schließlich bewirkt die regelmäßige Anordnung der Schallschirme eine stärkere Reduzierung der im Raum stattfindenden Schallausbreitung. Durch eine weitere Steigerung der Absorption entstehen spürbare Pegelminderungen. Senkrechte Hindernisse wie Schallschirme bewirken eine Verwirbelung der Schallwelle in Richtung Decke, wo der Schall absorbiert wird. Die Schirme entfalten ihre optimale Wirkung erst in Verbindung mit einer absorbierenden Decke oder Akustikdeckensegeln. Durch das Hinzufügen schallschirmender Schürzen an der Decke kann die Schallabstrahlung im Raum weiter begrenzt werden. Bei intensiv genutzten Bereichen wie Besprechungszonen empfiehlt es sich, die Schirme möglichst hoch anzubringen und die darüberliegende Decke gut zu absorbieren. Werden die Zonen zum Beispiel für Besprechungen intensiver genutzt, ist es sinnvoll, die Schirme möglichst hoch und die Decke darüber gut absorbierend auszubilden.

Berücksichtigt man die schallschirmenden und -lenkenden Eigenschaften von Schirmen in Kombination mit breitbandig wirksamen Schallabsorbieren, kommt es zu hohen Schallpegelminderungen und einer deutlichen Verschlechterung der Sprachverständlichkeit auf kurze Distanz.

Die besten Ergebnisse erreicht man durch die Berücksichtigung der tatsächlichen räumlichen Gegebenheiten und durch messtechnische Untersuchungen vor Ort.

Vom Grundsatz her entwickelt sich die höchste Schallschirmung durch einzelne Räume mit schalldämmenden, dicht anschließenden Bauteilen wie Wände, Türen und Fenster. Allerdings sind diese Bauteile teuer und es kommt zu einer Zellenstruktur mit vielen kleinen Räumen.

**SCHIRMENDE GLASWÄNDE**

Eine weitere, gut schirmende, zudem wirtschaftliche Möglichkeit stellen raumhohe Glaswände mit einem 10 mm dicken Einscheibensicherheitsglas dar. Mit diesem Glas entstehen sowohl Räume mit einem Schalldämmmaß R'w von rund 35dB als auch raumhohe Akustikschirme mit einem Einfüge-dämmmaß von etwa R'w 10 bis 15dB. Das Glas ermöglicht weiterhin eine offene Raumgestaltung mit guter Sicht und natürlicher Lichtdurchflutung.

Bei der Planung von geschirmten Bereichen ist insbesondere auf die Reflexionen über Flanken zu achten, die die Schirmung umgehen können. Während eine Schallschutzwand im Freien hochwirksam sein kann, reicht diese in einem umschlossenen Raum mit

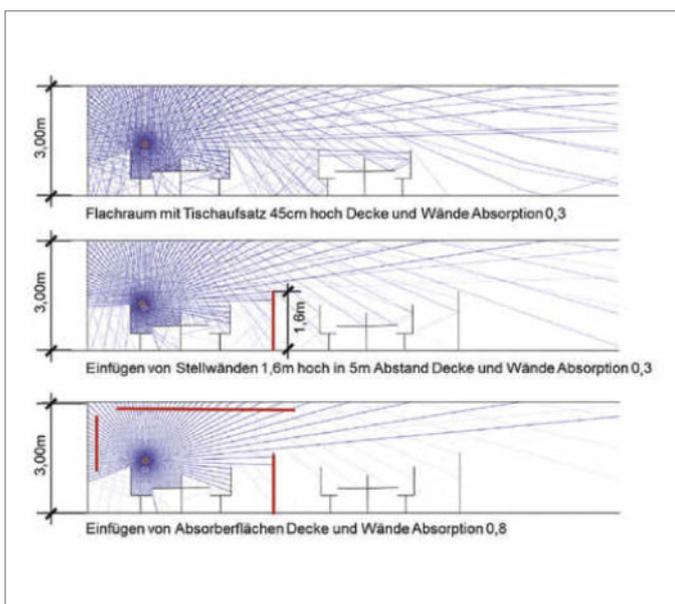


Abbildung 2: Anordnung von Absorberflächen und Zonierung mit Schirmen.

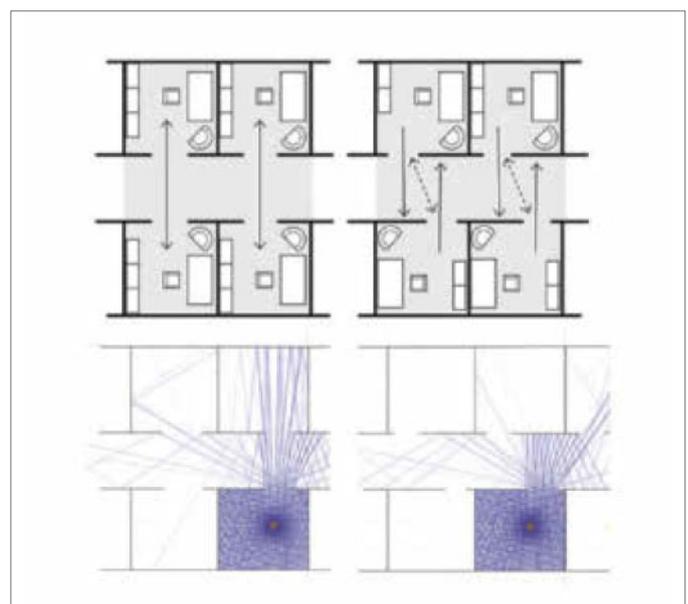


Abbildung 3: Ausbildung von Cubicles.

Wänden und Decken oft nicht aus. Daher ist es unerlässlich, die umgebenden Flächen möglichst absorbierend zu gestalten. Eine Stellwand oder ein Tischaufsatz wirken beispielsweise nur effektiv in Kombination mit einer schallabsorbierenden Decke (siehe Abbildung 2).

Wegen ihres aufwendigen Einbaus sieht man selten raumhohe Schirme und Bauteile. Allerdings führen diese Schirme zur höchsten Schallpegelminderung und zu einer schlechteren Sprachverständlichkeit. Deshalb bieten Hersteller modularer Ausbausysteme wirtschaftliche und ästhetisch ansprechende Lösungen aus Aluminiumschienen, Einscheibenglasscheiben und Absorbern an.

Oft bevorzugen die Nutzer halbhohe Schirme, um die Offenheit und Transparenz des Großraums zu erhalten. Für die akustische Raumplanung gibt

es hier verschiedene Lösungsansätze. Umso wichtiger ist es, ein auf die Räume abgestimmtes Konzept hinsichtlich Sprachverständlichkeit (STI) Nachhallzeit, Ästhetik und Schallausbreitung zu finden.

Grundsätzlich sollten die Absorberflächen und Schallschirme in der Form ausgerichtet werden, dass sie die Schallausbreitung gezielt begrenzen und damit hohe Schallpegelminderungen sowie eine gezielte Verschlechterung der Sprachverständlichkeit auf kurze Distanz bewirken

Eine sorgfältige Planung, die erfahrene Raumakustiker einbezieht, trägt dazu bei, die gewünschten Ziele zu erlangen. Für typische Bürobereiche bieten sich Messungen mit raumakustischen Messgeräten und Absorbern oder Schirmen direkt vor Ort an.

Raumakustische Simulationen sind komplex und oft nicht präzise genug,

um die realen Schallwege und Reflexionen im Raum abzubilden. Dafür eignet sich eine indikative Messung. Mit relativ geringem Aufwand lassen sich auf diese Weise Schallpegel- und Sprachverständlichkeitsminderungen entlang eines Messpfades ermitteln.

Die prototypisch eingemessenen und gestalteten Musteraufbauten kann man danach in der Fläche einsetzen. Man muss sie womöglich nur noch in geringfügiger Weise anpassen. ←

Vertiefende Inhalte finden Sie bei mdPlus [info.md-mag.com/wiesinger](http://info.md-mag.com/wiesinger)

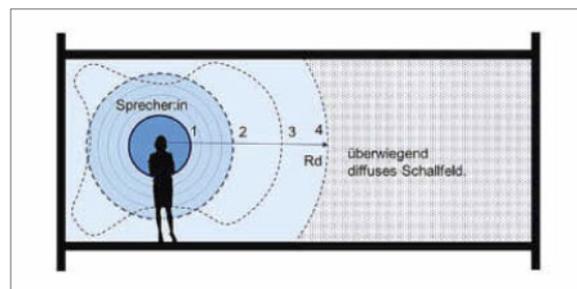


Abbildung 1: Schallausbreitung im Raum mit verschiedenen Phasen.

Abbildungen: Georg Wiesinger

ANZEIGE



# Reden wird Gold

## Konferenzraumgestaltung in seiner besten Form



Das Büro der Zukunft kennt viele Meetings

