

# Modulare Akustik

USM Möbelbausystem Haller  
USM Privacy Panels





## Modulare Akustik

|          |  |    |
|----------|--|----|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>  | 7  |
| <b>2</b> | <b>Warum ist<br/>Raumakustik wichtig?</b>                                  | 11 |
|          | Acht Grundsatzfragen zur Raumakustik                                       | 13 |
|          | Begriffe und Kenngrößen zum besseren<br>Verständnis von Raumakustik        | 37 |
| <b>3</b> | <b>Lösungen mit USM Produkten<br/>Mehrwerte und Vergleiche</b>             | 63 |
|          | Modulare Absorption - Allgemeine<br>Akustikeigenschaften von USM Produkten | 65 |
| <b>4</b> | <b>Auswahl realisierter Projekte</b>                                       | 97 |



# 1 Einleitung



Die Raumakustik hat entscheidenden Anteil daran, wie wir uns in unserer gebauten Umgebung fühlen, ob wir sie als angenehm und wohltuend oder als anstrengend und belastend erleben.

Geräusche, Töne, Stimmen – all dies sind sehr starke Sinnesindrücke, die ununterbrochen auf uns einwirken. Unser Gehör ist äußerst sensibel und immer auf Empfang, sogar im Schlaf. Entsprechend großen Anteil hat unser Hörsinn daran, wie wir unsere Umwelt wahrnehmen. Und wir können ihn nicht einmal einfach abschalten, selbst wenn alles um uns herum zu laut und zu stressig erscheint.

Das Thema Akustik ist komplex und überaus wichtig, gerade am Arbeitsplatz, wo sich neue Arbeitsformen und offene Raumstrukturen immer mehr durchsetzen. Daher beantwortet diese Broschüre Fragen zur Relevanz, definiert wesentliche Schlüsselbegriffe und zeigt beispielhafte Anwendungen des akustisch optimierten USM Möbelbausystems Haller und der USM Privacy Panels im Einklang mit der Architektur.

Die Entwicklung einer modularen Absorption durch akustisch wirksame USM Elemente gründet auf einer langjährigen Partnerschaft zwischen dem Unternehmen USM und dem renommierten Akustiker Dr. Christian Nocke, Akustikbüro Oldenburg.



## **2 Warum ist Raumakustik wichtig?**

Acht Grundsatzfragen  
zur Raumakustik

Frage 1

## WARUM SOLL ICH MICH ALS NUTZER, ARCHITEKT ODER BAUHERR EINES GEBÄUDES ÜBERHAUPT MIT DIESEM THEMA BESCHÄFTIGEN?

Die wichtigste Frage der Raumakustik lautet: Durch welche Oberflächen schaffe ich optimale Hörbedingungen im Raum? Alle Oberflächen – also Wand, Boden und Decke samt Einrichtung – sind die Grundelemente der Architektur.

Sie formen den Raum, in dem wir leben, in dem wir arbeiten, kommunizieren, zur Ruhe kommen wollen. Die Materialität dieser Oberflächen, ihre Beschaffenheit und Qualität bestimmen das Wesen eines architektonischen Entwurfs.

Eine gute Raumakustik ist kein Luxus, kein „add-on“ – sie ist integraler Bestandteil guter, vorausschauend geplanter Architektur. Und deswegen geht sie alle Beteiligten etwas an. Man geht heute davon aus, dass etwa 70 Prozent der Erwerbstätigen in Büros arbeiten. Dabei belegen Umfragen und Studien immer wieder, dass neben den Lichtverhältnissen die Akustik bedeutendster Faktor für das Wohlbefinden und damit auch die Leistungsfähigkeit von Mitarbeitern in Büros ist.

Dies ist umso wichtiger, da sich informelles Arbeiten in offenen, flexiblen Bürowelten immer weiter verbreitet und Lärm von Mitarbeitern generell als die stärkste Störquelle am Arbeitsplatz empfunden wird.





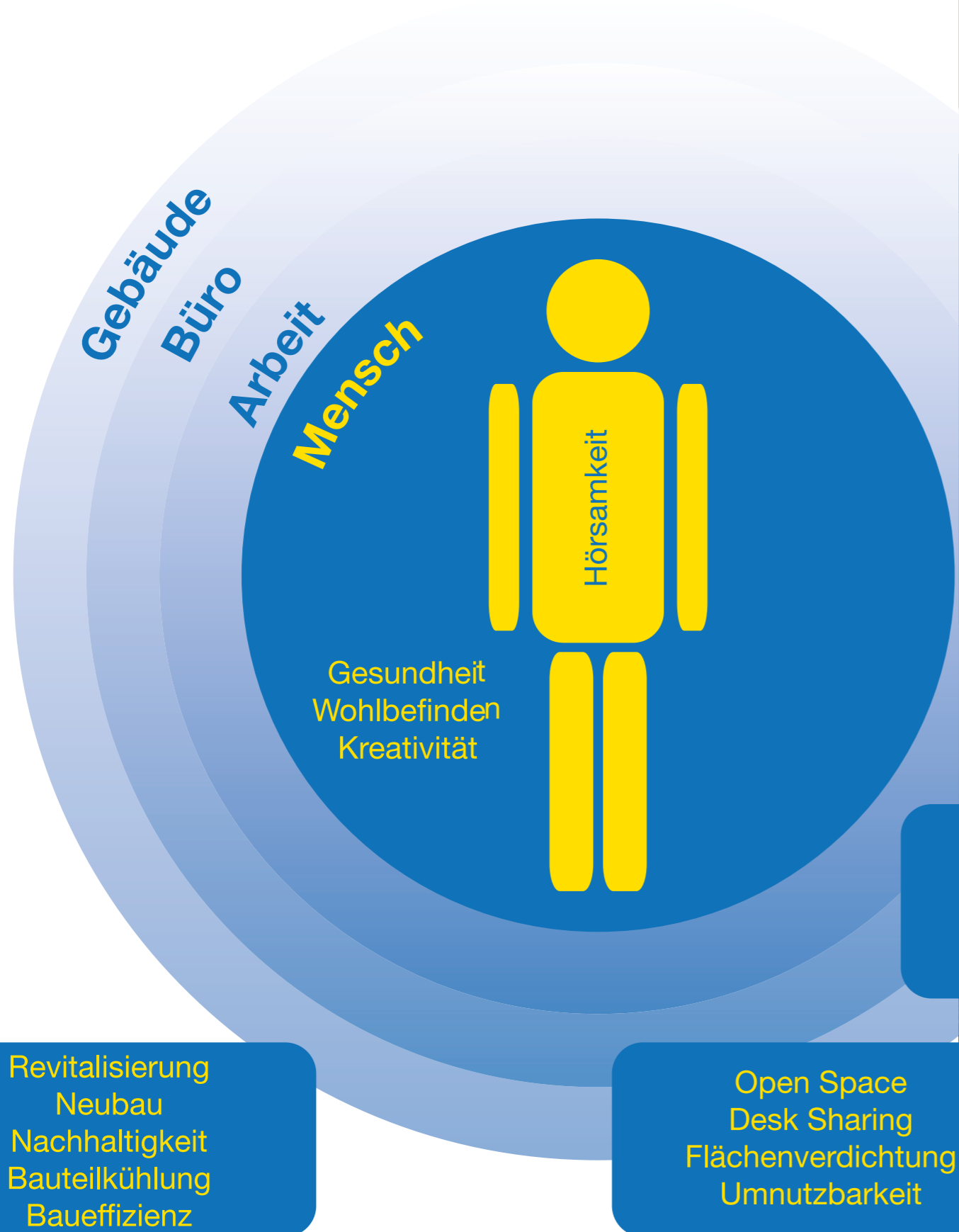


Wo wenig Lärm ist, gibt es weniger Stress, mehr Konzentration, eine geringere Fluktuation von Arbeitskräften und weniger Krankheitsfälle. Kurz gesagt: Kümmert sich ein Unternehmen aktiv um die Reduzierung von Lärm, spart es langfristig viel Geld.

- Finde ich als Nutzer oder Mieter Räume, die für meine Zwecke zunächst ideal erscheinen, im Gebrauch dann aber hohe akustische Belastungen aufweisen, kommen unerwartete Kosten auf mich zu.
- Vernachlässige ich als Architekt das Thema Akustik im Planungsprozess, muss ich unter Umständen damit leben, dass die sichtbaren Oberflächen und Raumstrukturen in meinen Gebäuden nachträglich verändert werden.
- Vernachlässige ich als Bauherr oder Investor die Raumakustik im Planungsprozess, muss ich womöglich später in zusätzliche bauliche Maßnahmen investieren, um angenehmere Bedingungen herzustellen.

Außerdem ist eine gute Raumakustik nicht allein eine Frage der Arbeitsplatzqualität in Büros: Eine geringere Geräuschbelastung wirkt sich auch positiv in anderen sensiblen Bereichen aus – etwa in jeder größeren Lobby, in Bibliotheken, Hotels oder Kantinen. Zudem treten auch in privaten Wohnräumen, gerade bei großer Raumhöhe und harten Oberflächen aus Glas, Sichtbeton oder Estrich, Probleme mit der Raumakustik auf. Wer Zuhause angenehme akustische Bedingungen möchte, wer zum Beispiel echten Musikgenuss und eine besonders hochwertige Audio-Wiedergabe schätzt, wird den Effekt akustisch optimierter Oberflächen nicht mehr missen wollen.

# WIRKUNGSEBENEN EINER GUTEN RAUMAKUSTIK





## Frage 2

# WARUM MUSS DIE RAUM- AKUSTIK IN GEBÄUDEN SO OFT NACH- GEBESSERT WERDEN?

Zeitgemäße Energiekonzepte wie etwa die thermische Bauteilaktivierung sind heute in der Architektur unverzichtbar. Sie gewährleisten sowohl einen verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen als auch einen hohen Komfort und ein angenehmes Raumklima für die Nutzer des Gebäudes.

Gleiches gilt für moderne Bürokonzepte in Neu- oder Bestandsbauten: Offenheit, Durchlässigkeit und kommunikationsfördernde Arbeitsumgebungen werden immer wichtiger. Der Schritt von starren Hierarchien und Bürostrukturen hin zu Teamwork in flexiblen Netzwerken ist vielerorts vollzogen. Inzwischen ist erwiesen, dass Kreativität viel eher durch Begegnung und Austausch entsteht als durch stilles Sitzen in der Elfenbeinturm-Umgebung eines Zellenbüros. Zudem erlaubt der „Open Space“ eine hohe Flächeneffizienz und ein flexibles Reagieren auf sich ändernde Teamzusammensetzungen. Er kann dichter oder luftiger bespielt werden, neue Zuordnungen oder Gruppierungen sind leicht herzustellen.

Beide Entwicklungen haben die Architektur vorangebracht, ihr neue Möglichkeiten und Zukunftsperspektiven eröffnet. Aber sie wirken sich nicht unbedingt positiv auf die Raumakustik aus. Thermoaktive Betonflächen können nur mit großem Aufwand verkleidet werden, so wird der Anteil schallabsorbierender Flächen im Raum immer geringer. Den Geräuschpegel in offenen Bürowelten empfinden viele Mitarbeiter allgemein als störend, sie fühlen sich abgelenkt und gestresst. Gespräche oder auch Telefonate von Kollegen sind nicht so sehr wegen ihrer Lautstärke besonders ablenkend, sondern wegen ihres Informationsgehalts, dem wir uns nicht entziehen können. Sprache hat bei der Wahrnehmung immer Vorfahrt: die Augen können wir schließen, die Ohren nicht.

Frage 3

## WIE KANN MAN DIESEM PROBLEM BEGEGNEN?

Abhilfe schaffen verschiedene Maßnahmen: Besonders ausgestattete Möbel, flexible

Zoniermodules, ein besonderer Putz, bestimmte Textilien wie Teppichböden oder Vorhänge, schallschluckende Trennwände, Akustiksegel oder andere zusätzliche Absorber. Einfach ausgedrückt, tragen diese schallabsorbierenden Elemente dazu bei, die Schallenergie in eine andere Energieform umzuwandeln und sie damit dem Raum zu entziehen. Hierdurch wird es für uns hörbar leiser im Raum und die Sprache besser verständlich.

Lösungen von USM bringen im Zusammenwirken des akustisch optimierten USM Möbelbausystems Haller mit den USM Privacy Panels Schallabsorption und Schallschirmung in den Raum – die beiden wesentlichen Maßnahmen für eine angenehme Raumakustik. Die Verwendung der Systeme trägt zu einer effektiven Konditionierung des Raums bei, ohne dass bauliche Veränderungen notwendig wären.

Das USM Möbelbausystem Haller bietet außer seinen schalltechnisch wirksamen Oberflächen den ohnehin notwendigen Stauraum, die USM Privacy Panels können für vielfältige Möglichkeiten zur Zonierung im Raum verwendet werden.







Frage 4

## WIE SOLLEN AUSGERECHNET MÖBEL AUS METALL DIE RAUMAKUSTIK VERBESSERN?

Über die Frage, wie Schall absorbiert wird, gibt es unter Nicht-Fachleuten sehr viele, teilweise recht ungenaue Vorstellungen. Zum Beispiel liegt es nahe zu denken, Schall würde bei einer perforierten Oberfläche nur von den Löchern „geschluckt“.

Entscheidend ist aber viel mehr, was direkt hinter den Löchern passiert, durch die der Schall ungehindert dringt. Bei den akustisch wirksamen USM Haller Möbeln mit perforierten Türen und perforierten Tablaren ist auf der Rückseite ein spezielles Akustik-Vlies eingelegt, das den Schall aufnimmt und dämpft.

Noch entscheidender ist das Volumen des schallabsorbierenden Elements, also in diesem Fall der Stauraum, den die perforierten Türen, Seiten oder Rückwände eines Möbels umschließen. Bei einem akustikoptimierten USM Haller Aktenschrank oder Sideboard ist es dieses Raumvolumen, das die Absorption des Vlieses verstärkt. Das eingeschlossene Luftvolumen wirkt wie in einem Musikinstrument als Resonanzkörper, der in diesem Fall absorbierend wirkt und zwar auch dann, wenn das Möbelstück gefüllt ist.

Das gelochte Oberflächenmaterial ist in diesem Aufbau des USM Möbels aufgrund des hohen Perforationsgrads nebensächlich – die akustikoptimierten USM Elemente wirken, auch wenn sie aus pulverbeschichtetem Stahl sind. Sie reduzieren als Schallabsorber die Nachhallzeit und erhöhen damit die häufig wichtige Sprachverständlichkeit – dabei können sie es in ihrer Wirksamkeit leicht mit Wand- oder Deckenpaneelen beispielsweise aus Holz aufnehmen.



Frage 5

## WIE ERGÄNZEN USM PRIVACY PANELS DAS USM MÖBEL- BAUSYSTEM HALLER?

USM Privacy Panels sind vertikale Elemente im Raum, die wie das USM Möbelbausystem ebenfalls modular aufgebaut sind und so in verschiedensten Erscheinungsformen genutzt werden können – zum Beispiel als Aufbaublende auf Tischen oder frei stehend zur Abschirmung und Zonierung von Raum-bereichen. Sie basieren auf dem Grundprinzip eines Blattes und nutzen eine Rohrstruktur wie das USM Möbelbausystem Haller. Die USM Privacy Panels können linear oder über Eck geführt, flexibel erweitert und mit den Möbeln kombiniert werden. Durch ihre textilarartige und damit akustisch wirksame Oberfläche und die leichte Überlappung der einzelnen Panels haben sie eine weiche Anmutung. Anders als der perforierte Vliesabsorber sind USM Privacy Panels als klassische poröse Schallabsorber angelegt. Die schalldurchlässige Oberfläche nimmt den Schall auf. Die geschlossene Flächigkeit unterstützt die schirmende Wirkung. Die geringe Bautiefe liefert Absorption im mittel- und hochfrequenten Bereich und ergänzt damit die Absorption des Möbels, das die höchste Absorption bei tiefen und mittleren Frequenzen zeigt. Auch hier zeigt sich im akustischen Zusammenspiel der USM Privacy Panels mit den USM Möbelbausystemen Haller die Modularität der Anwendung.

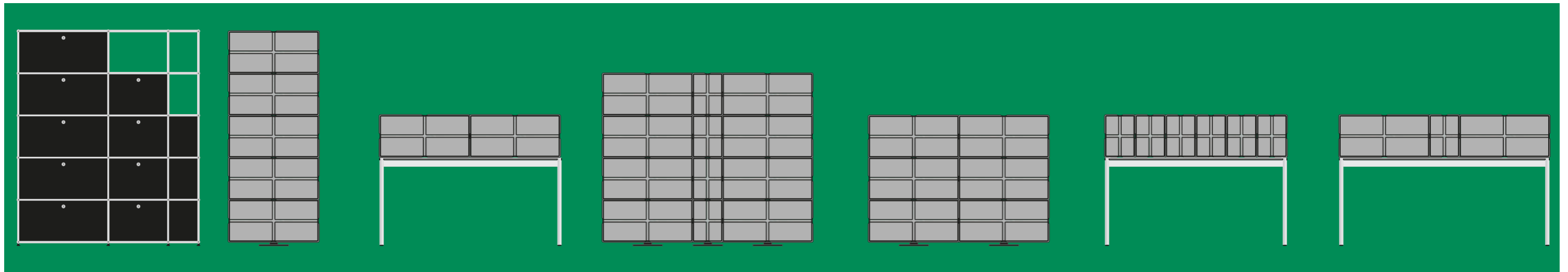
Frage 6

# DIE VORTEILE EINES MODULAREN MÖBELBAUSYSTEMS HALLEN LEUCHTEN EIN – ABER WAS BEDEUTET MODULARE ABSORPTION?

Eine der herausragenden Stärken der USM Produkte ist ihre Modularität. Sie ermöglicht innerhalb des USM Maßsystems passgenaue Lösungen für jede Anforderung und flexibles Reagieren auf sich ändernde Bedingungen. Diese Stärken lassen sich eins zu eins auf die

Schallabsorption und Schallschirmung übertragen. Entsprechend der jeweiligen Elemente und ihrer Maße kann mithilfe akustischer Berechnungen und präziser Messungen ermittelt werden, wo der ideale Standort eines Möbels oder der USM Privacy Panels ist und wie viel akustikoptimierte Oberfläche in einem Raum benötigt wird.

Das bedeutet für die Möbel: Je nach Bedarf und Positionierung – etwa frei stehend oder an einer Wand – können jeweils nur die Rückseiten, die Seitenwände oder auch in Kombination mit den Türen als perforierte Elemente eingesetzt werden. Übertragen auf USM Privacy Panels bedeutet es: Auf die jeweilige Anforderung kann mit der entsprechend notwendigen Fläche und damit auch unterschiedlichen räumlichen Konfigurationen reagiert werden. So erhält jeder Raum – auch akustisch – seine eigene maßgeschneiderte Lösung mit den USM Produkten.





Frage 7

## KANN ICH MEINE VORHANDENEN USM MÖBEL EINFACH NACHRÜSTEN?

Ja, denn die Oberflächen werden ganz einfach ausgetauscht, allein dadurch wird das eingeschlossene Volumen akustisch wirksam. Ein Vorteil gegenüber anderen Systemen: Nichts wird aufgesteckt oder vorgehängt, das Möbel wird weder größer, noch gehen Stauraum oder andere Funktionalitäten verloren. Wenn mehr Schirmung im Raum nötig ist, empfiehlt sich eine Ergänzung der Möbel durch USM Privacy Panels.





Frage 8

**DAS KLINGT GUT,  
KOSTET ABER GELD.  
IST EINE SOLCHE  
INVESTITION DENN  
LOHNENSWERT?**

Unbedingt – denn jede Investition in eine gute Raumakustik ist eine Investition in die Zufrie-

denheit, Gesundheit, Konzentrationsfähigkeit und damit auch die Effizienz von Mitarbeitern. Eine optimale Raumakustik am Arbeitsplatz reduziert Stress und erhöht das Wohlbefinden. Es lässt sich beziffern, wie teuer jeder Fehltag oder jede Unterbrechung eines konzentrierten Arbeitsprozesses ist – hierzu gibt es zahlreiche Studien. Als einmalige Investition macht sich eine vorausschauend geplante oder nachträglich optimierte Raumakustik schnell bezahlt und zeigt lang anhaltende Wirkung.

In jedem Lebensbereich berühren Fragen der Raumakustik auf elementare Weise unser Wohlbefinden. Im Büro beeinflussen sie entscheidend die Mitarbeiterzufriedenheit, die Produktivitätssteigerung und das Gesundheitsmanagement. Die Modularität des USM Möbelbausystems Haller erlaubt im Zusammenwirken mit den neu entwickelten USM Privacy Panels passgenaue Lösungen zur Verbesserung der Raumakustik – nicht als nachträgliche Applikation, sondern als integraler Bestandteil eines Raumkonzepts.

Begriffe und Kenngrößen  
zum besseren Verständnis  
der Raumakustik

## BAUAKUSTIK VERSUS RAUMAKUSTIK

Zum Einstieg in das Thema ist ein Blick auf den feinen, aber entscheidenden Unterschied zwischen den Begriffen Bauakustik und Raumakustik

wichtig, die oft synonym verwendet werden: Die zentrale Frage der Bauakustik lautet: Welcher Anteil des Schalls kommt auf der anderen Seite eines betrachteten Bauteils an? Oder auch: Wie überträgt sich der Schall von einem Raum in den anderen? Entscheidende Eigenschaft ist die Schalldämmung des trennenden Bauteils zwischen zwei Räumen. Es geht um die Fähigkeit von Bauteilen wie Wänden, Decken, Türen, Fenstern etc. den jeweiligen Schalldurchgang zu minimieren.

In der Raumakustik dagegen lautet die Frage: Durch welche Oberflächen schaffe ich optimale Hör- und auch Sprechbedingungen im Raum? Entscheidende Eigenschaft ist in diesem Fall die Schalldämpfung oder auch Schallabsorption der Materialien im Raum. Schallabsorption beschreibt die Fähigkeit von Materialien, Schall zu dämpfen bzw. die auftreffende Schallenergie in eine andere Energieform umzuwandeln.



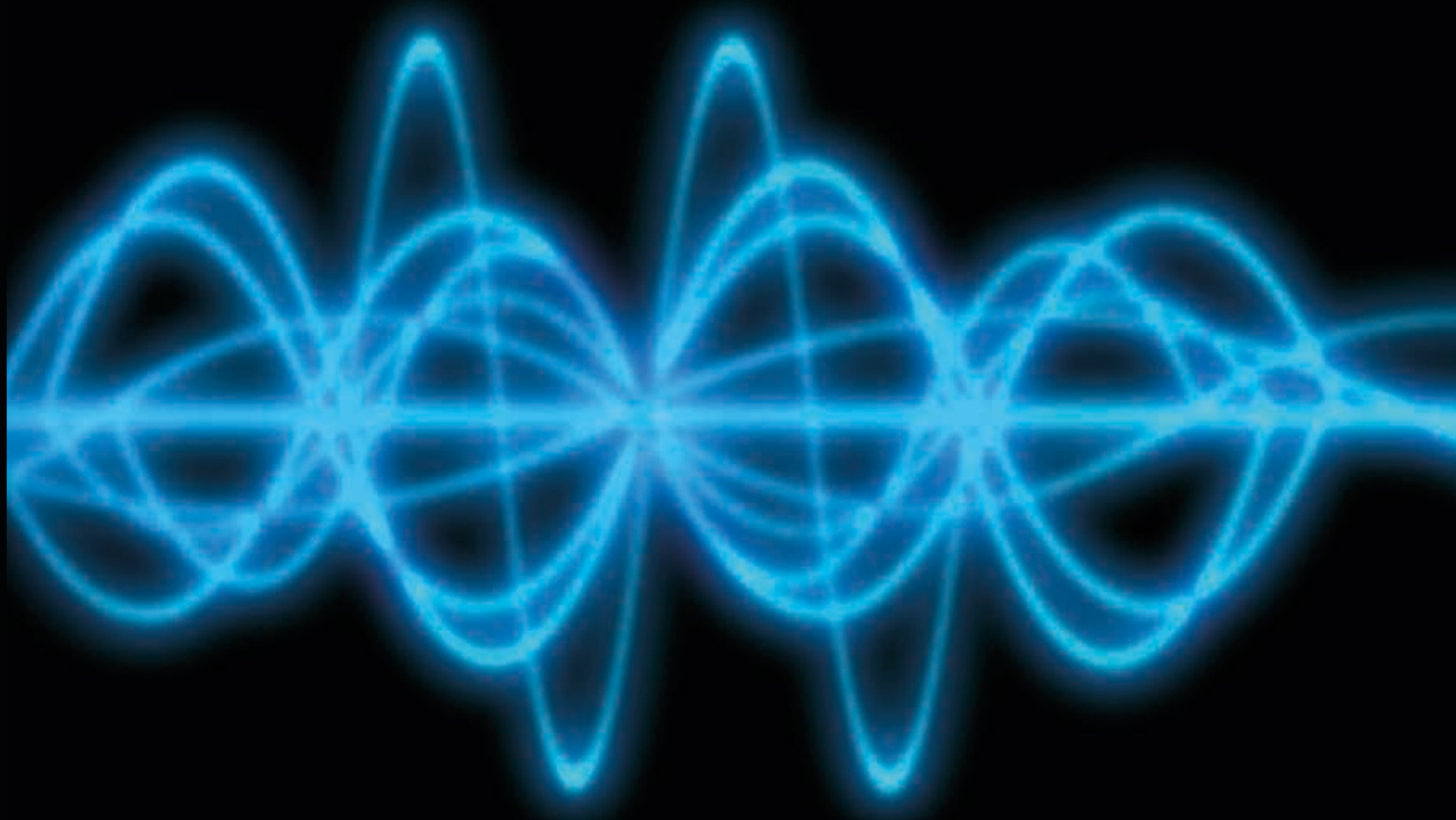
## HÖRSAMKEIT

Mit dem wohlklingenden Begriff der „Hörsamkeit“ beschreibt die DIN 18041 die „Eignung eines Raumes für bestimmte Schalldarbietungen, insbesondere für angemessene sprachliche Kommunikation und musikalische Darbietung“. Einfluss auf die Hörsamkeit eines Raums, also die in ihm herrschenden Sprech- und Hörbedingungen, haben viele Faktoren, darunter die Eigenschaften der Raumbegrenzungsflächen und Einrichtungsgegenstände, aber auch die anwesenden Personen. Einfach ausgedrückt hat ein Raum eine angemessene Hörsamkeit, wenn wir uns in ihm wohlfühlen, uns ohne Mühe in ihm verständigen können und ihn nicht als zu laut oder zu leise empfinden.



**SCHALL** Sehr allgemein lässt sich Schall als eine Schwingung in einem elastischen Medium beschreiben.

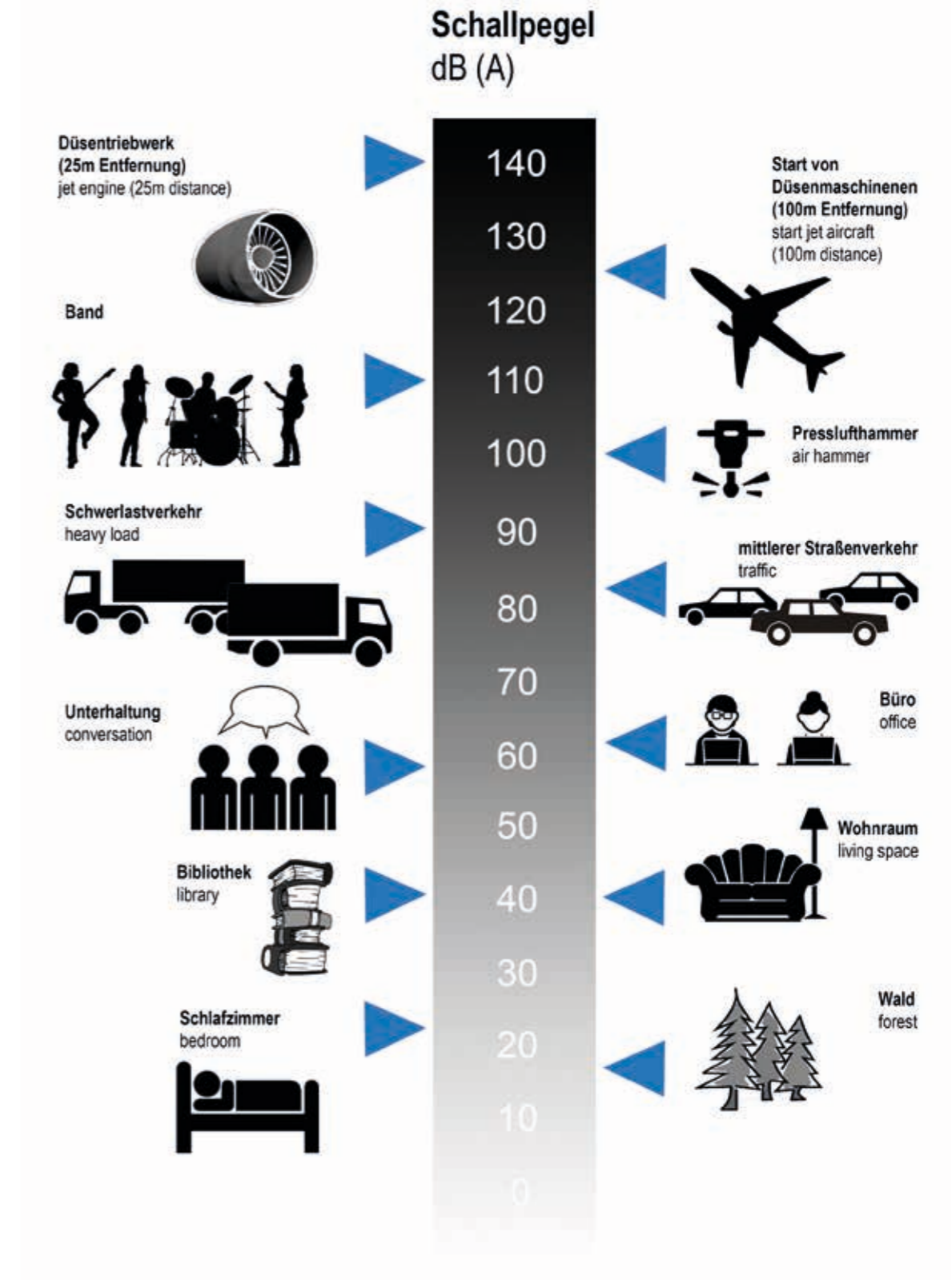
Für die Raumakustik ist die Ausbreitung von Schwingungen in Luft von Bedeutung, entsprechend wird hier von Luftschall gesprochen.

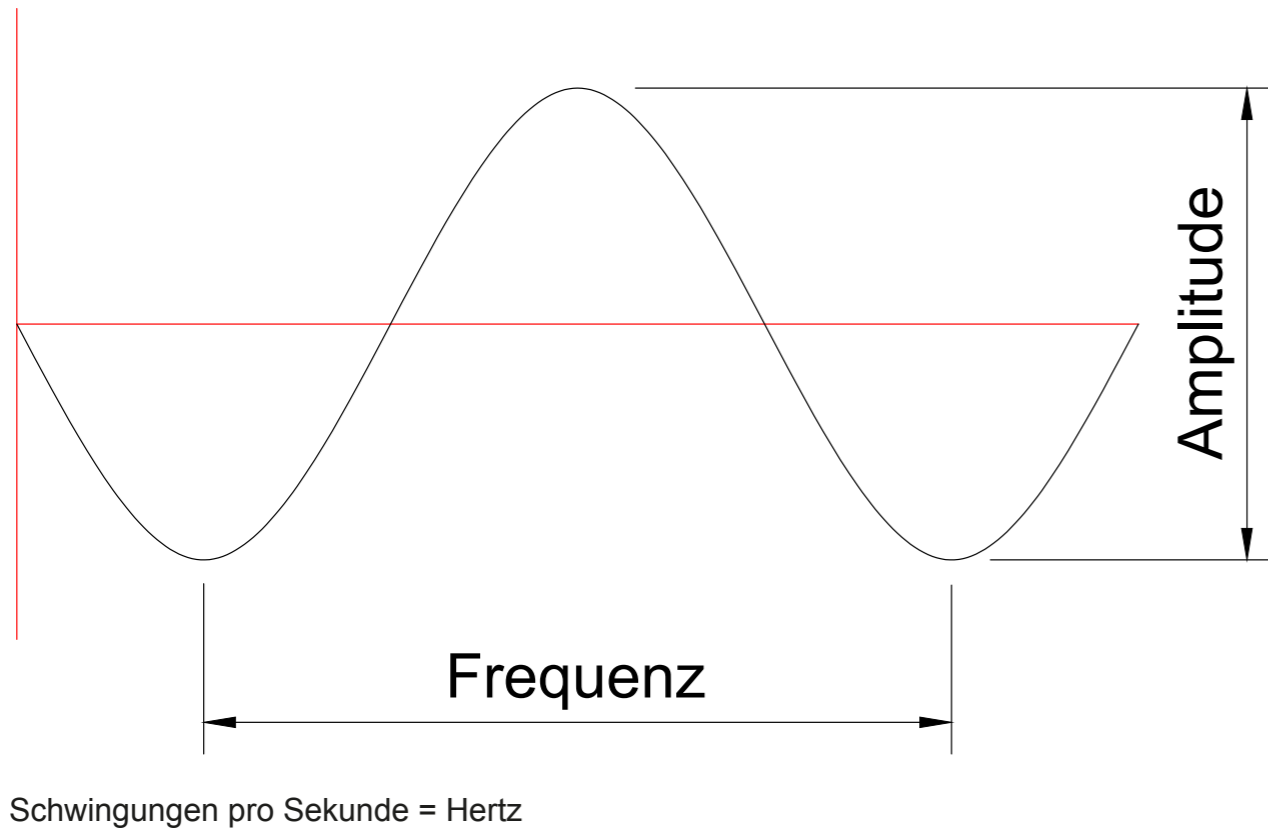


Schallereignisse – wie die menschliche Sprache, Musik oder Geräusche aus technischen Aggregaten – lösen in der Luft eine lokale und zeitlich variable Schwankung des Luftdrucks aus, die sich von dem Ort der Entstehung in die Umgebung ausbreitet. Wie jeder von uns ein objektives Schallereignis subjektiv empfindet, sei es als störender Lärm oder als angenehmen Wohlklang, ist allerdings erst einmal unabhängig von physikalisch messbaren Werten des Schalls. Die Psychoakustik unterscheidet zwischen zwei Arten von Schall: einmal dem erwünschten „Nutzschall“, zu dem Musik in einem Konzert oder die Stimme bei einer Unterhaltung gehören. Dem gegenüber steht der unerwünschte „Störschall“. Damit können ablenkende Hintergrundgeräusche oder auch nicht gewünschte Sprache gemeint sein, aber auch die nicht besonders laute, dennoch als „lästig“ empfundene Musik, die vom unbeliebten Nachbarn herüber dringt. Nicht nur Sprache kann zugleich Nutzschall wie auch Störschall sein, ein Aspekt der speziell im Mehrpersonenbüro zunehmend Bedeutung erlangt.

**SCHALLPEGEL** Der Schalldruckpegel L oder kurz auch der Schallpegel, ist eine physikalische Größe, die typischerweise mit der Maßeinheit Dezibel dB gekennzeichnet wird. Die Dezibel-Skala beginnt bei 0 dB, wo unsere Hörwahrnehmung einsetzt, und endet bei ungefähr 140 dB, was der Lautstärke eines startenden Flugzeugs entspricht. Dauergeräusche ab 80 dB oder sehr kurze Schallereignisse, wie ein lauter Knall, können unserem Gehör bleibende Schäden zufügen. Aber auch unterhalb dieser Werte kann ein dauerhaft zu hoher Schallpegel ungesund sein.

In Deutschland sind viele Dinge baurechtlich geregelt - raumakustische Anforderungen an Gebäude sind es erstaunlicherweise nicht. Im Bereich des Arbeitsschutzes werden Schutzziele definiert, die sich auf den Schallpegel am Arbeitsplatz beziehen. Diese Vorgaben betreffen indirekt die Ausstattung von Räumen mit schallabsorbierenden oder auch schallschirmenden Elementen. Dabei verfolgen die Werte der Arbeitsstättenverordnung sowie entsprechender Arbeitsschutzverordnungen das Ziel, direkte Schädigungen des Gehörs und der Gesundheit zu vermeiden. Entsprechend hohe Schallpegel werden allerdings im Büroumfeld in der Regel nicht erreicht. Wir empfinden hier zwar nachweislich Stress – aber eine gesetzliche Regelung, wie dies zu verhindern wäre, gibt es noch nicht. Allein der Pegel ist hier nicht der entscheidende Faktor, sondern auch die Sprachverständlichkeit spielt eine wichtige Rolle. Verständliche Sprache stört erfahrungsgemäß mehr als nicht-verständliche Sprache.





## FREQUENZ

Die Frequenz bezeichnet die Anzahl von Schalldruckänderungen pro Sekunde. Schallereignisse mit einer hohen Frequenz werden vom menschlichen Ohr als hohe Töne wahrgenommen, Schallereignisse mit niedriger Frequenz als tiefe Töne. Geräusche wie zum Beispiel das Rauschen eines Wasserfalls oder Geräusche des Straßenverkehrs beinhalten in der Regel eine Vielzahl von Frequenzen. Die Maßeinheit der Frequenz ist Hertz. Sie gibt die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde an, abgekürzt  $1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$ . Der Hörbereich des Menschen liegt zwischen 20 Hz und 20.000 Hz, wobei das Hörvermögen gerade bei hohen Frequenzen im Alter abnimmt.

Die menschliche Sprache umfasst einen Frequenzbereich von etwa 200 Hz bis 1.000 Hz bei Erwachsenen und bis 2.000 Hz bei Kindern. In diesem Bereich ist unser Gehör besonders empfindlich. Dies erleichtert einerseits die zwischenmenschliche Kommunikation, macht uns andererseits aber auch besonders anfällig für Störungen.



## SCHALLAUSBREITUNG

Prinzipiell breitet sich Schall stets in alle drei Raumrichtungen aus. Auch wenn bei vielen Schallquellen die Schallabstrahlung von ihrer genauen Ausrichtung abhängt, ist die Vorstellung hilfreich, von einer annähernd gleichmäßigen Schallabstrahlung in alle Richtungen auszugehen. Derartige Schallquellen werden als Kugelschallquellen bezeichnet.

Bei hohen Frequenzen kann die Schallausbreitung mit einem Lichtstrahl verglichen werden, deswegen wird in diesem Zusammenhang auch von „Schallstrahlen“ gesprochen. Die Idee des Schallstrahls führt zu einer Vorstellung, wie sich der Schall im Raum ausbreitet. Wie in der Optik gilt hier auch: Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel. Diese Näherung der geometrischen Betrachtung ist für viele Anwendungen in der Raumakustik ausreichend.

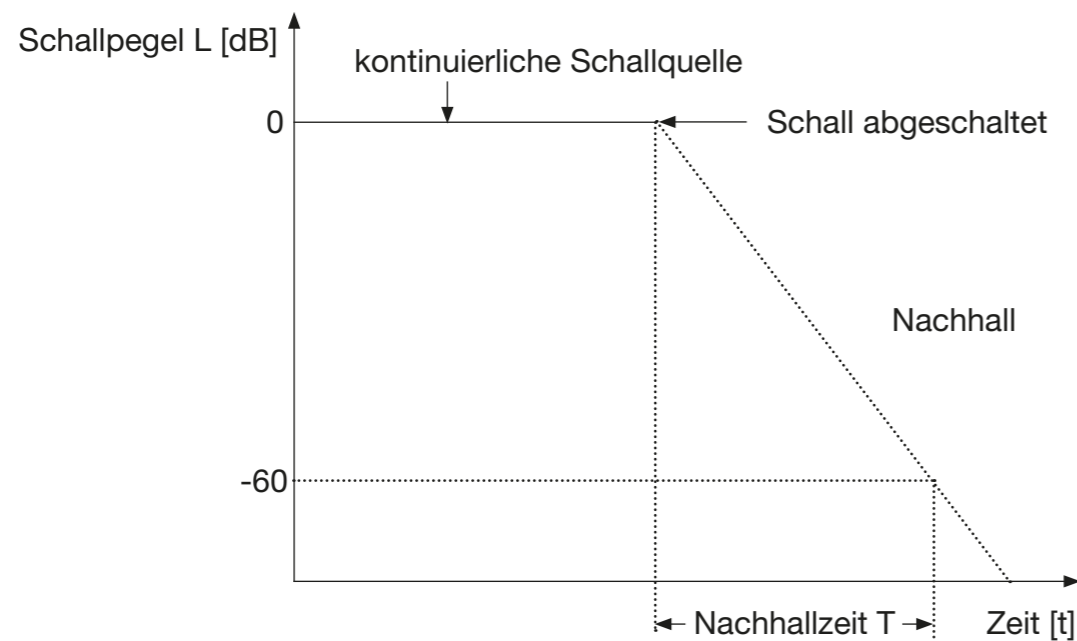
Den wichtigen Unterschied zwischen Direktschall und reflektierten Schallanteilen gilt es zu erkennen. Es wird deutlich, dass in jedem Raum neben der Raumform also auch die Raumbegrenzungsflächen und die Möblierung Einfluss auf die Akustik haben.

Grundsätzlich ist die Schallausbreitungsgeschwindigkeit (oder auch kurz die Schallgeschwindigkeit) vom Material bzw. Medium abhängig. In Luft erfolgt die räumliche Ausbreitung einer Schallwelle mit einer Geschwindigkeit von ca. 343 m/s oder 1200 km/h. Anzumerken ist, dass sich alle Frequenzen des Schalls in Luft mit der gleichen Geschwindigkeit ausbreiten. In kleinen Räumen ist der Schall daher bereits nach kurzer Zeit überall angekommen. Je größer der Raum, desto wichtiger wird die Positionierung von Schallabsorbern und Schallschirmen im Raum. Das gezielt eingestellte Wechselspiel von Absorption, Reflexion, Schallschirmung und -weiterleitung führt zu einer guten Akustik. Während es im Vortragsraum das Ziel der Schallausbreitung eine gute Sprachverständlichkeit ist, muss im Mehrpersonenbüro die Schallausbreitung durch Schirmung und Absorption verringert werden.

**NACHHALLZEIT** Die Nachhallzeit ist die älteste raumakustische Kenngröße. Durch sie werden unterschiedlichste Räume miteinander vergleichbar und können in ihrer raumakustischen Qualität bewertet werden. Die Nachhallzeit gibt – wieder sehr vereinfacht ausgedrückt – die Zeitdauer an, die ein Schallereignis nach seiner Beendigung benötigt, bis es in einem Raum nicht mehr hörbar ist.

Ursprünglich wurde sie durch den Akustiker Wallace Clement Sabine definiert und mittels Stoppuhr und subjektivem Höreindruck in verschiedenen Räumen ermittelt. Heute erfolgt die Messung natürlich viel präziser. Technisch ist die Nachhallzeit  $T$  als die Zeit definiert, die ein Schallereignis nach Beendigung des Raums benötigt, bis der Schallpegel um 60 dB abgesunken ist. Der von Sabine abgeleitete Zusammenhang zwischen Nachhallzeit, Raumvolumen und Absorption im Raum hat nach wie vor seine Gültigkeit.

Die Nachhallzeit hat einen direkten Einfluss auf die Sprachverständlichkeit in einem Raum. Was bei Orgelmusik in einer Kirche imposant sein kann, nämlich ein langer Nachhall, ist am Arbeitsplatz oder in einem Konferenzraum wenig vorteilhaft. Nachhallzeit und Sprachverständlichkeit in einem Raum hängen voneinander ab, auch wenn sie jeweils eigene raumakustische Kenngrößen sind. Allgemein gilt, dass mit zunehmender Nachhallzeit die im Raum gemittelte Sprachverständlichkeit abnimmt.



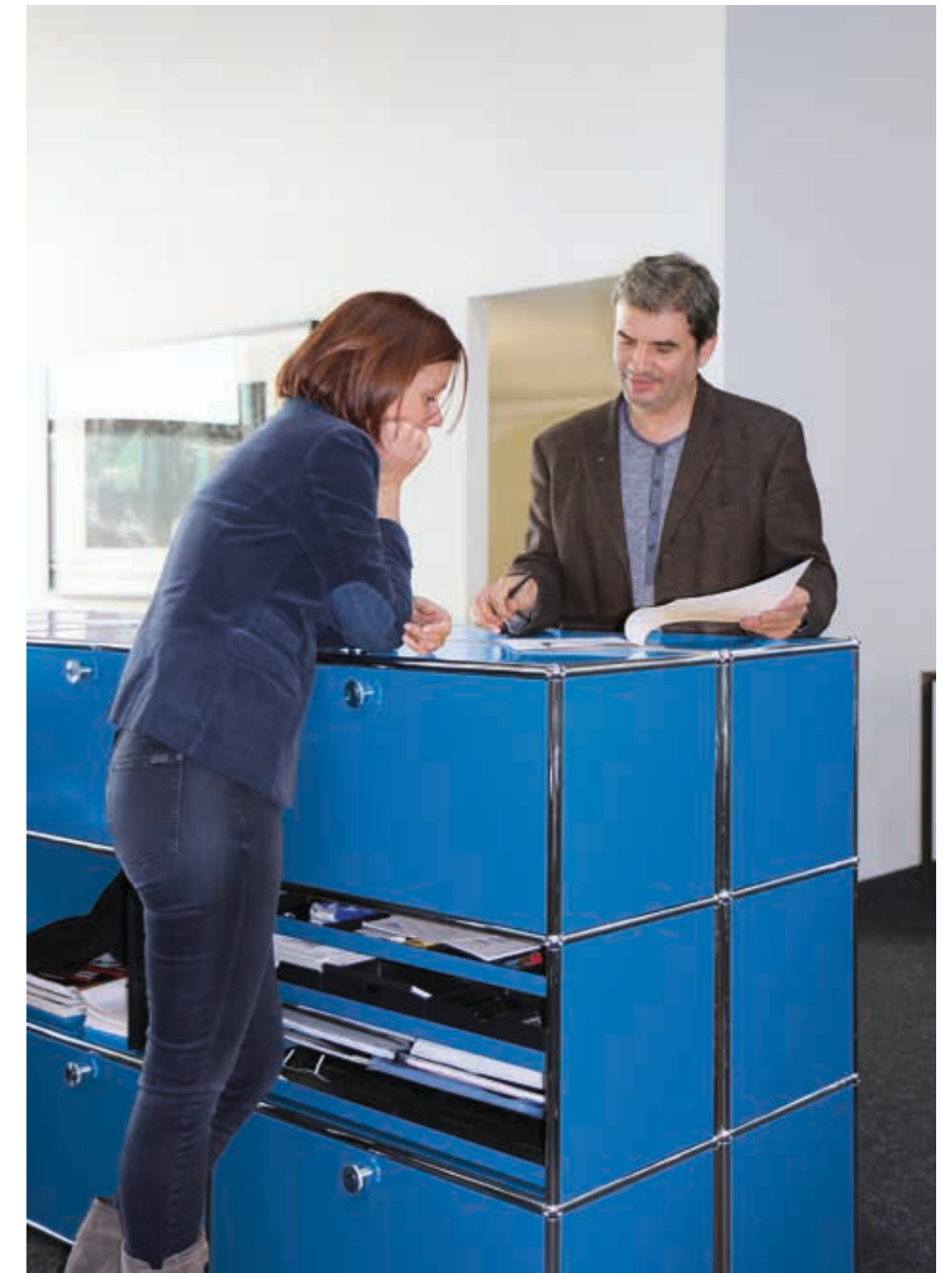
**PEGEL-ABNAHME** Die Lautstärke, mit der eine Quelle aus größerer Entfernung wahrgenommen wird, hängt unter anderem ab von

Raumgeometrie und Nachhallzeit, und in Büroräumen insbesondere von Schallschirmen, die zwischen der Quelle und dem Empfänger positioniert werden.

Die Wirkung solcher Schallschirme auf die Raumakustik kann durch verschiedene raumakustische Parameter beschrieben werden, insbesondere durch die durchschnittliche Abnahme des Schallpegels bei einer Verdopplung der Entfernung und durch den Schallpegel, den ein durchschnittlicher Sprecher in einer Entfernung von vier Metern hat.

**SCHIRMUNG** Der Begriff „Schallschirm“ bezeichnet ganz allgemein ein Hindernis, das die direkte Ausbreitung des Schalls von einer Quelle zu einem Empfänger unterbricht oder verringert. Diese Funktion kann ein Aufsatz auf einen Schreibtisch, eine Stellwand, ein Schrank oder jeder andere Einrichtungsgegenstand übernehmen. Je näher ein Schallschirm an der „Schallquelle“ steht, desto wirkungsvoller ist er. Kann ein Schallschirm außerdem einen Winkel ausbilden und die Schallquelle teilweise „umfließen“, ist er effektiver als ein nur linear angeordneter Schirm. Je stärker der Umweg für den Schall ist, den der Schallschirm auslöst, desto effektiver wird die Schallausbreitung gemindert.

Sind Schallschirme mit einer absorbierenden Oberfläche ausgestattet, wird die Schallausbreitung im gesamten Raum wie auch lokal vor und hinter dem Schirm weiter reduziert. Hierdurch kann ein Schallschirm auch zur Absorption im Raum beitragen.



## SPRACHVERSTÄNDLICHKEIT

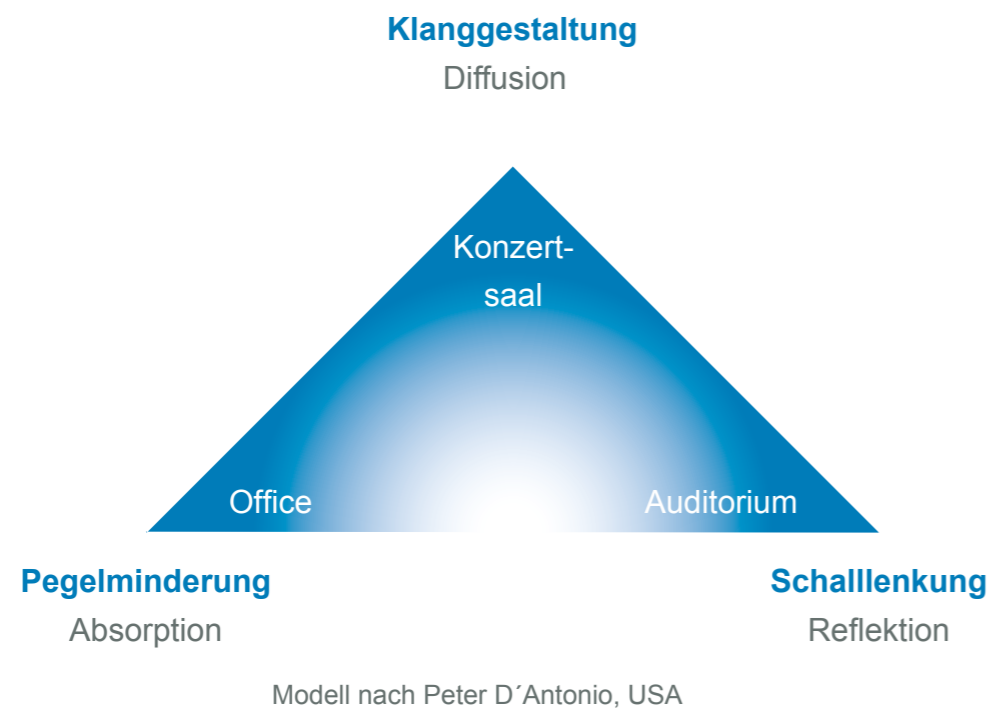
Die Sprachverständlichkeit lässt sich nicht einfach für einen gesamten Raum messen oder bestimmen, da sie von der Position des jeweiligen Zuhörers, bezogen auf die Schallquelle, abhängt. Eine klassische, aber sehr aufwändige

Methode zur Messung der Sprachverständlichkeit in Räumen ist die systematische Befragung einer ausreichend großen Anzahl von Personen mit genormten Listen von Silben und Sätzen. Der Sprachübertragungsindex (engl. Speech Transmission Index, kurz STI) ist eine physikalische Messgröße, die auf Grundlage solcher subjektiver Untersuchungen zur Beschreibung der Sprachverständlichkeit entwickelt wurde. Einfach gesagt gilt: Je stärker die Übertragung durch den Einfluss des Raums gestört wird – also zum Beispiel durch Nachhall, Echos oder weitere Schallquellen – desto schlechter ist die Sprachverständlichkeit und desto kleiner der STI-Wert.

## WIRKUNG VON OBERFLÄCHEN - DREI DIMENSIONEN DER AKUSTISCHEN WIRKUNG

Die akustische Wirkung von Oberflächen in einem Raum wird im Wesentlichen durch die Absorption, Reflexion und Diffusion bzw. Streuung der Schallwellen an den Flächen beschrieben. Die Absorption dient in der Regel dazu, den Schallpegel im Raum zu senken bzw. die Reflexionen abzuschwächen und damit die Nachhallzeit zu mindern. Refle-

tierende Oberflächen werden in Räumen benötigt, um Schall gezielt in bestimmte Bereiche zu lenken. Um die Ortung von einzelnen Schallreflexionen zu vermeiden, sind Flächen häufig auch diffus streuend zu gestalten. Der Aspekt der Diffusion von Schall dient in der Regel der Klanggestaltung in besonders hochwertigen Räumen. In Räumen des alltäglichen Lebens wie Wohn- und Arbeitsräumen genügt im Allgemeinen eine Betrachtung der Absorptionseigenschaften von Oberflächen.



Diffusion: Verteilung von Schall im Raum  
Absorption: Verringern von Schall im Raum  
Reflexion: Lenkung von Schall im Raum

## SCHALL-ABSORBER

Die Fähigkeit zur Schallabsorption ist aus der Perspektive der Raumakustik die entscheidende Fähigkeit von Materialien und Oberflächen. Um die Schallenergie in einem Raum in andere Energieform umzuwandeln und damit dem Raum zu entziehen, werden Schallabsorber genutzt. Durch sie wird es zum einen im Raum leiser, zum anderen wird die Schallausbreitung im Raum durch eine Änderung der Reflexionen optimiert.

Generell ist die Wirkung von Schallabsorbern frequenzabhängig. Man kann sagen, dass sich hohe Frequenzen in der Regel durch Schallabsorber mit geringer Aufbauhöhe bedämpfen lassen, während zur Bedämpfung tiefer Frequenzen eher Schallabsorber mit größerer Aufbauhöhe oder großen Abmessungen erforderlich sind. Die Schallabsorption von flächigen Anordnungen wie Decken-, Wand- oder Bodenbelegungen, aber auch Schallschirmen wird durch den Schallabsorptionsgrad beschrieben. Bei Elementen wie Tischen, Stühlen und auch Schränken, bei denen die Bestimmung der Oberfläche mehrdeutig oder gar nicht möglich ist, wird direkt die sogenannte äquivalente Absorptionsfläche angegeben. Schallabsorptionsgrad und äquivalente Absorptionsfläche lassen sich direkt miteinander vergleichen, wenn die Fläche des Absorbers bekannt ist.



## SCHALL- ABSORPTIONSGRAD

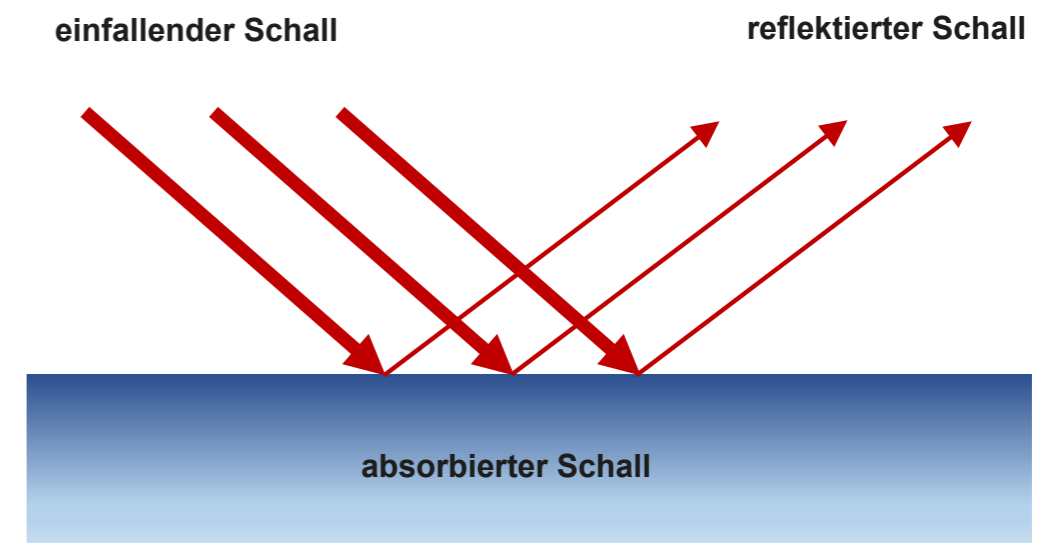
Eine wesentliche Grundlage für die raumakustische Planung ist die Angabe

des Schallabsorptionsgrads der verwendeten Materialien. Er beschreibt die Eigenschaft eines Materials, auftreffenden Schall umzuwandeln und somit zu absorbieren. Ein idealer Schallabsorber, der 100 Prozent des auftreffenden Schalls „schluckt“, hat einen Schallabsorptionsgrad von 1, eine vollständig reflektierende Fläche dagegen einen Schallabsorptionsgrad von 0.

Um den Schallabsorptionsgrad eines Materials zu ermitteln, wird das sogenannte Hallraumverfahren angewendet. Hierbei wird eine Probe des zu prüfenden Materials in einen Laborraum eingebracht, dessen Nachhallzeit vorab bestimmt wurde. Aus der Veränderung der Nachhallzeit mit der Probe im Raum lässt sich dann der Schallabsorptionsgrad  $\alpha_S$  ermitteln und exakt beschreiben, in welchem Maß und bei welchen Frequenzen das Material den Schall absorbiert.

Der Schallabsorptionsgrad gibt die Absorptionwirkung eines Materials bezogen auf einen Quadratmeter des Materials an. Für die schallabsorbierende Wirkung im Raum ist jedoch nicht allein der Schallabsorptionsgrad des Materials ausschlaggebend, sondern auch die Größe der Absorberfläche im Raum. Die wirksame Absorptionsfläche, oder auch äquivalente Absorptionsfläche, ergibt sich als Produkt von der Absorberfläche  $S$  mit dem Absorptionsgrad  $\alpha \times S$ .

Eine kleine Fläche mit einem hohen Absorptionsgrad ist somit ebenso wirksam wie eine große Fläche mit einem niedrigen Absorptionsgrad. Zu beachten ist, dass auch die für die Wirkung im Raum maßgebliche äquivalente Absorptionsfläche für verschiedene Frequenzen verschiedene Werte zeigt.



Der Anteil des absorbierten Schalls, bezogen auf den einfallenden Schall, wird durch den Absorptionsgrad beschrieben.

## ÄQUIVALENTE SCHALLABSORPTIONSFLÄCHE

Im Hallraum kann für nicht-flächige Elemente aus dem Vergleich der Messung mit und ohne Probe

im Raum direkt die äquivalente Absorptionsfläche des jeweiligen Elements bestimmt werden. Diese äquivalente Absorptionsfläche eines Elements oder auch Objekts wird mit  $A_{obj}$  bezeichnet. Für einen Schrank wird damit die akustische Wirkung durch die zugehörige äquivalente Absorptionsfläche beschrieben, die auch frequenzabhängig ist.

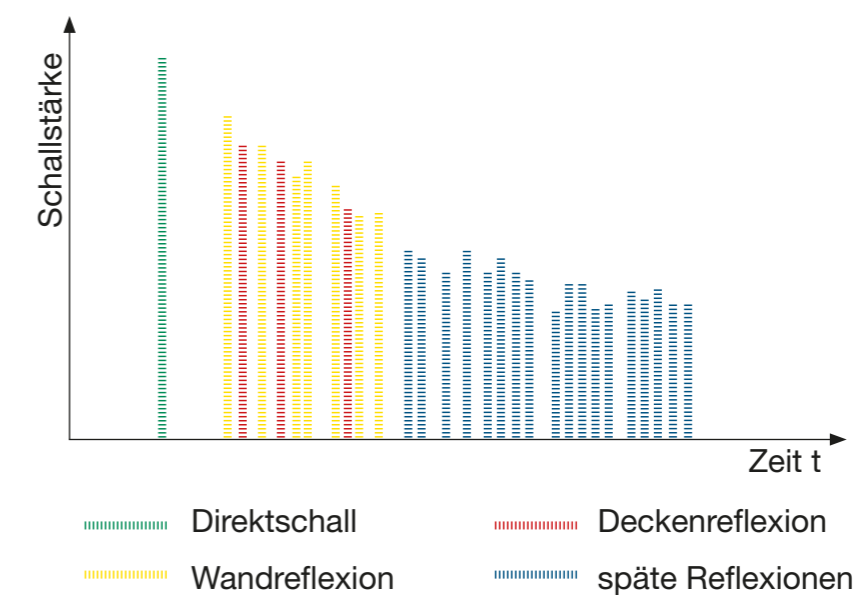
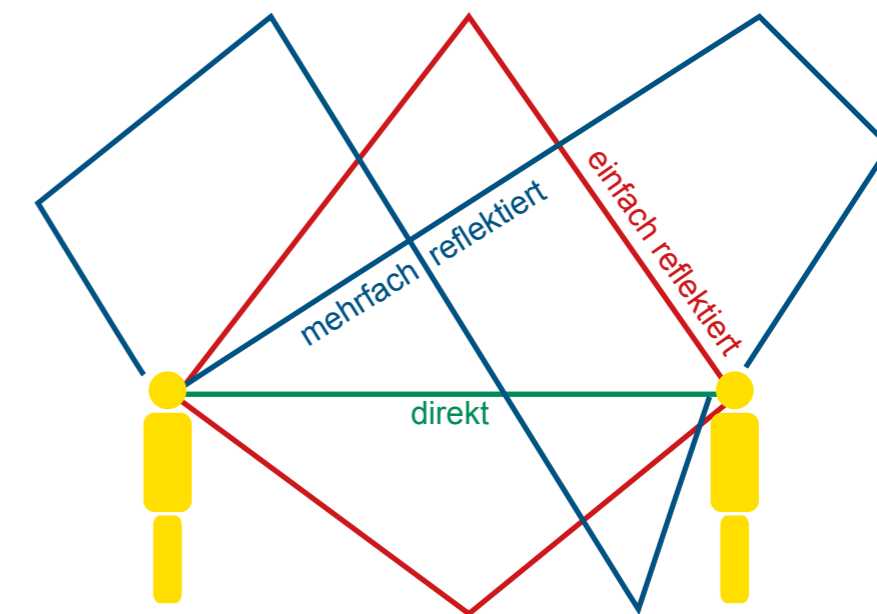
Werden mehrere Schränke in einem Raum eingebracht, multipliziert sich die Wirkung. Zwei Schränke haben entsprechend die doppelte Absorption wie ein einzelner Schrank. USM hat umfangreiche Messungen für verschiedene Aufbauvarianten des USM Möbelbausystems durchgeführt.

Betrachtet man einen vollständig eingerichteten Raum mit verschiedenen Oberflächen, so kann man jedem Material (z.B. Teppich, Putz, Akustikdecke, Vorhänge, Fenster, Regalfläche, usw.) einen Schallabsorptionsgrad zuordnen und durch Multiplikation mit der vorliegenden Fläche seine äquivalente Absorptionsfläche berechnen. Die Anzahl der Objekte multipliziert mit der äquivalenten Absorptionsfläche des Objekts ergibt entsprechend die äquivalente Absorptionsfläche im Raum. Anschließend addiert man die äquivalenten Schallabsorptionsflächen für alle Materialien und Objekte zur gesamten äquivalenten Schallabsorptionsfläche des Raums auf. Diese äquivalente Schallabsorptionsfläche des Raums, kurz  $A_{eq}$ , bestimmt dann die Nachhallzeit.

## SCHALLAUSBREITUNG IM RAUM

Die Ausbreitung von Schall kann modellhaft anhand von Schallstrahlen visualisiert werden. Nach dem Direktschall (grün) kommen

Reflexionen über Decke und Wände (blau, rot) beim Hörort an. Auch Mehrfachreflexionen mit längerem Laufweg treten auf. Die Reflexionen definieren die Nachhallzeit eines Raums und sind damit der wesentliche Faktor für den Höreindruck im Raum. Die Summe der Reflexionen bestimmen den Hall und damit den Höreindruck im Raum.



(Quelle: Christian Nocke - Raumakustik im Alltag, Fraunhofer IRB Verlag)

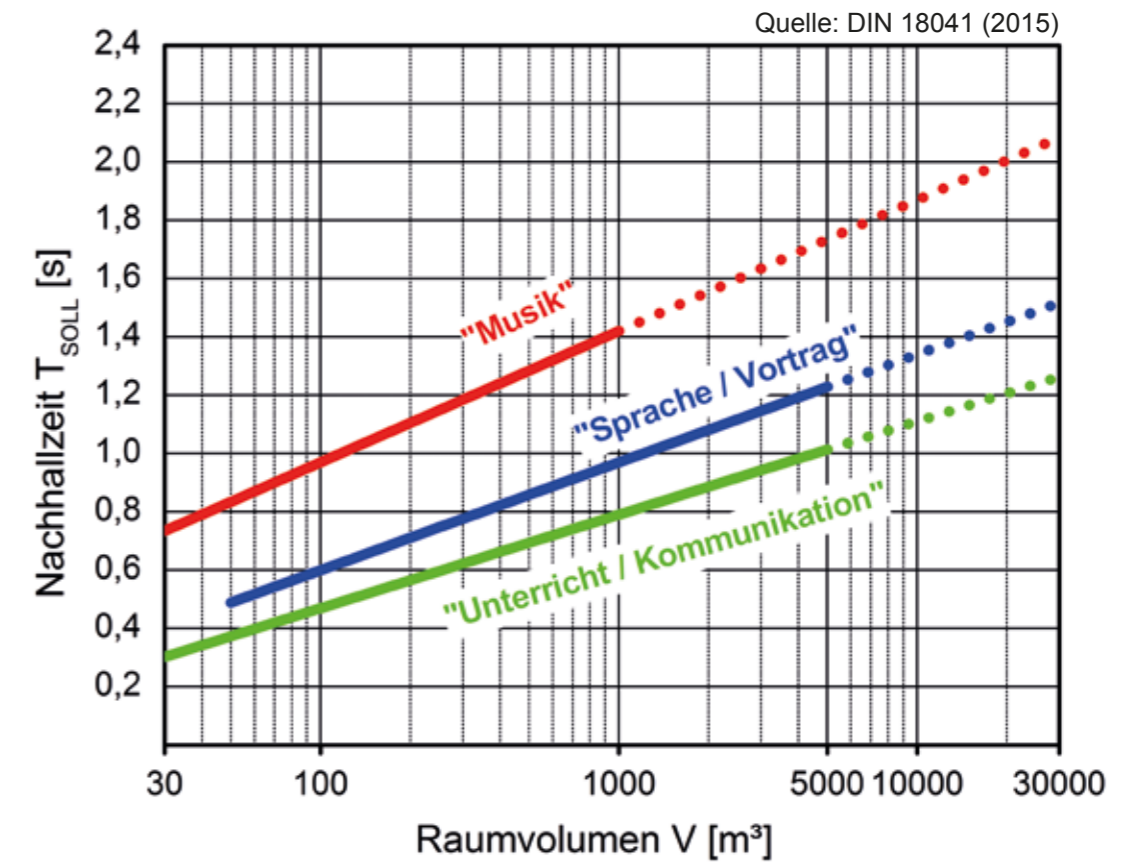
## ANFORDERUNGEN AN RÄUME

Die DIN 18041 beschreibt unter anderem die drei Nutzungsarten „Musik“, „Sprache/

Vortrag“ und „Unterricht/Kommunikation“. Für jede Nutzungsart wird in Abhängigkeit vom Raumvolumen  $V$  ein Wert der Nachhallzeit  $T_{SOLL}$  angegeben.

Beispiel:

1. Ein Vortragssaal mit  $V = 1.000 \text{ m}^3$  (Nutzungsart „Sprache/Vortrag“) sollte eine Nachhallzeit von  $T_{SOLL} = 1,0$  Sekunden haben.
2. Ein Besprechungsraum mit  $V = 250 \text{ m}^3$  (Nutzungsart „Unterricht/Kommunikation“) sollte eine Nachhallzeit von  $T_{SOLL} = 0,6$  Sekunden haben.



Empfehlung für die Nachhallzeit  $T_{SOLL}$  nach DIN 18041 für Räume mit unterschiedlichen Nutzungen in Abhängigkeit vom Raumvolumen  $V$ .



### **3 Lösungen mit USM Produkten Mehrwerte und Vergleiche**



## Modulare Absorption - Allgemeine Akustikeigenschaften von USM Produkten

USM Möbelbausystem Haller  
USM Privacy Panels

**ÜBERZEUGENDE WERTE:  
ABSORPTION UND SCHIRMUNG IM  
HARMONISCHEN ZUSAMMENSPIEL**

*Innenraumakustik*

USM Möbelbausysteme Haller

USM Privacy Panels

## USM Produkte - modulare Absorption und Schirmung



### Technische Erläuterungen zu den Begriffen Schallabsorber und Schallabsorptionsgrad

Für flächige Schallabsorber wird die Fähigkeit zur Schallabsorption durch den Schallabsorptionsgrad  $\alpha_S$  und für Objekte wie Möbel durch die äquivalente Schallabsorptionsfläche  $A_{Obj}$  angegeben. Beide Größen sind frequenzabhängig; nach ISO 354 wird ein Frequenzbereich von 100 Hz bis 5000 Hz verwendet. Ausgehend vom Schallabsorptionsgrad kann eine weitergehende Bewertung der Schallabsorption erfolgen.

### Schallabsorption nach ISO 354

Das Hallraumverfahren ist die klassische Methode zur Bestimmung der Schallabsorption für raumakustische Anwendungen. Das Verfahren ist durch die DIN EN ISO 354 „Messung der Schallabsorption in Hallräumen“ normativ gefasst und damit international verfügbar.

Im Hallraumverfahren wird in einem speziellen Laborraum mit einer sehr langen Nachhallzeit gemessen, wie stark sich diese Nachhallzeit durch die Prüfobjekte im Hallraum verringert. Diese Fähigkeit zur Reduzierung der Nachhallzeit ist eine Eigenschaft des Prüfobjekts, die als äquivalente Absorptionsfläche  $A_{eq}$

angegeben werden kann, und auch in anderen Räumen wirken kann.

Diese Schallabsorptionsfähigkeit kann für die raumakustische Planung und Gestaltung von Räumen verwendet werden, sie verringert die Nachhallzeit unabhängig davon, ob das Objekt ein Möbelstück oder ein Decken- oder Wandmaterial ist.

### Bewertung der Schallabsorption nach ISO 11654 und ASTM 423

Mit der ISO 11654 wurde ein Verfahren eingeführt, das auf der Grundlage einer Messung des Schallabsorptionsgrades  $\alpha_S$  nach DIN EN ISO 354 die Ableitung einer Einzahlangabe zur Schallabsorption beschreibt. Es handelt sich um ein mehrstufiges Vorgehen, das schließlich zur Angabe des bewerteten Schallabsorptionsgrades  $\alpha_W$  führt. Mit dem bewerteten Schallabsorptionsgrad  $\alpha_W$  können flächige Absorber wie z.B. Deckenmaterialien oder Schallschirme, aber keine Objekte wie Möbel beschrieben werden.

Speziell im Angloamerikanischen wird als Einzahlwert üblicherweise an Stelle des bewerteten Schallabsorptionsgrades  $\alpha_W$  der NRC-Wert (NRC = „Noise Reduction Coefficient“) nach ASTM 423 verwendet, da gerade im internationalen Umfeld diese alternative Einzahlbewertung zur Beschreibung der Schallabsorption verbreitet ist.

## USM MÖBELBAUSYSTEM HALLER - MODULARE ABSORPTION



In den akustisch wirksamen Möbeln von USM wirkt das Volumen des Möbelkörpers ähnlich wie in einem Musikinstrument als Resonanzkörper. Schon das geschlossene Möbel verfügt daher über eine Absorption im tiefen Frequenzbereich. In Verbindung mit einem klassischen porösen Absorber (Vlies) hinter einem perforierten Tablar wirkt das Möbel als breitbandiger Absorber. Je nach Bedarf kann die Absorption des Möbels durch den Austausch von geschlossenen gegen gelochte Oberflächen gezielt eingestellt werden. Diese Eigenschaft wird als modulare Absorption bezeichnet.

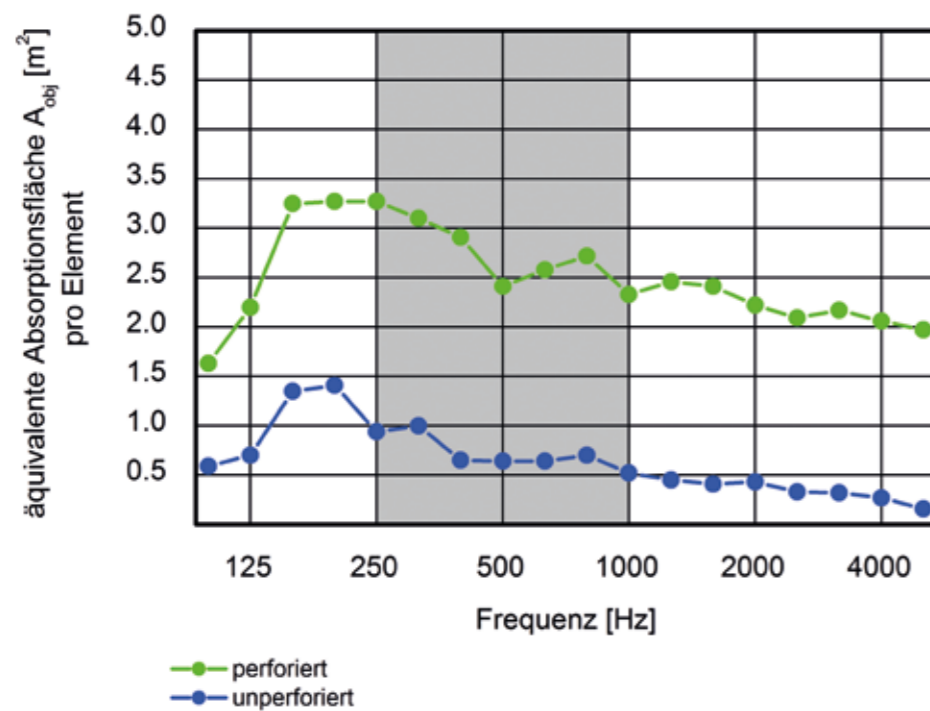
Darüber hinaus wirkt das Möbel aufgrund seiner massiven Bauweise auch immer als Schallschirm. Hierbei ist die Belegung der Oberfläche für die schallschirmende Wirkung zunächst einmal von untergeordneter Bedeutung. Idealerweise sollten Schallschirme in Richtung einer Schallquelle allerdings schallabsorbierend gestaltet sein, um so störende Rückreflexionen zu minimieren. Dies ist mit dem USM Möbelbausystem Haller durch das flexible Austauschen der Oberflächen leicht zu erreichen.



Anhand von Rechenbeispielen sollen Lösungen zur Raumakustik mit Hilfe von USM Elementen (USM Möbelbausystem Haller und USM Privacy Panels) gezeigt werden. In den folgenden exemplarischen Messwerten werden die äquivalenten Absorptionsflächen in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt.

**Vergleich 1** gemessen wurde ein Stauraum, 3 Fächer hoch (3 x 350 mm), 2 Fächer breit (2 x 750 mm) mit Akustik-Tablaren und ein Stauraum mit Standard-Tablaren.

In der Grafik sind die äquivalenten Absorptionsflächen eines unperforierten (blau) und perforierten (grün), jeweils leeren Stauraums gegenübergestellt. Deutlich zu erkennen ist, dass die schallabsorbierende Wirkung in allen Frequenzen durch die Perforation mehr als verdoppelt wird.



Angegeben ist jeweils die äquivalente Absorptionsfläche für ein Objekt für Frequenzen zwischen 100 und 5.000 Hz. Die Schallabsorption wurde entsprechend DIN EN ISO 354 geprüft und berechnet, ausführliche Prüfberichte liegen USM vor.



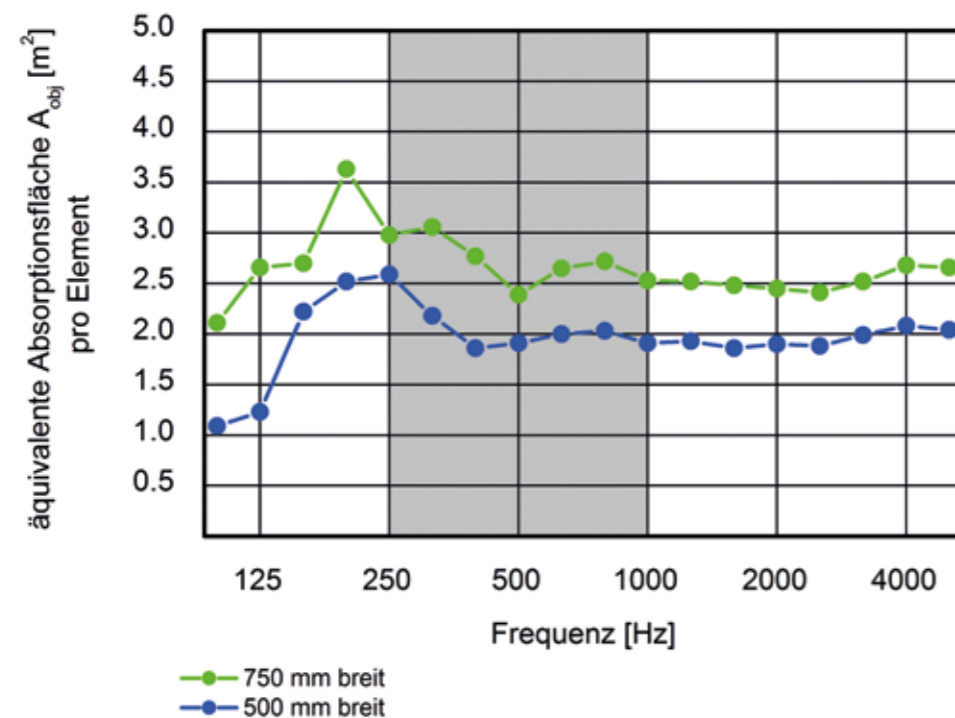
**Fazit:**

Wird das Möbel mit Akustik-Tablaren ausgestattet, bewirkt die perforierter Oberfläche, hinterlegt mit einem Vlies, eine bemerkenswerte Absorption.

Modulare Absorption bedeutet somit, dass das akustisch wirksame Möbel mittels genauer Berechnung an die jeweilige Anforderung eines Raumes angepasst werden kann.

## Vergleich 2 gemessen wurde ein Stauraum mit Akustiktablaren: 3 Fächer hoch (3 x 350 mm), 2 Fächer breit (2 x 750 mm) und 3 Fächer hoch (3 x 350 mm), 2 Fächer breit (2 x 500 mm)

Auch die Breite des Möbels hat Einfluss auf die absorbierende Wirkung, wie der folgende Vergleich zeigt. Die äquivalente Absorptionsfläche hängt von der Breite des Möbels ab. In der Grafik zu erkennen ist, dass die schallabsorbierende Wirkung in allen Frequenzen um gut 0,5 m<sup>2</sup> zunimmt, wenn das Möbel von 500 mm Breite auf 750 mm vergrößert wird.



Angegeben ist jeweils die äquivalente Absorptionsfläche für ein Objekt für Frequenzen zwischen 100 und 5.000 Hz. Die Schallabsorption wurde entsprechend DIN EN ISO 354 geprüft und berechnet, ausführliche Prüfberichte liegen USM vor.



### Fazit:

Schon der Schrank mit geringerer Breite bewirkt bei perforierter Oberfläche eine bemerkenswerte Absorption. Eine größere Breite des Elements erhöht die Wirkung entsprechend.

Ebenso verhält es sich bei unterschiedlichen Höhen eines USM Haller Möbels. Schon eine geringe Höhe bewirkt bei perforierter Oberfläche eine sehr gute Absorption, die sich bei Erweiterung des Stauraums in die Höhe entsprechend verbessert.

Modulare Absorption bedeutet somit, dass das akustisch wirksame Möbel mittels genauer Berechnung an die jeweilige Anforderung eines Raumes angepasst werden kann.

## USM PRIVACY PANELS - MODULARE ABSCHIRMUNG

Die USM Privacy Panels sind so konstruiert, dass sie zwei Effekte wirkungsvoll verbinden: die absorbierende Wirkung des Materials zur Reduzierung der Nachhallzeit und eine schallabschirmende Wirkung, wie sie zur raumakustisch optimierten Gestaltung beispielsweise von Mehrpersonenbüros notwendig ist. Auch im privaten Wohnbereich lassen sich die Privacy Panels maßgeschneidert einsetzen - besonders in offenen, loftähnlichen Raumstrukturen, wo eine Reduzierung des Nachhalls und eine zurückhaltende Zonierung zur Wohn- und Lebensqualität beitragen können.



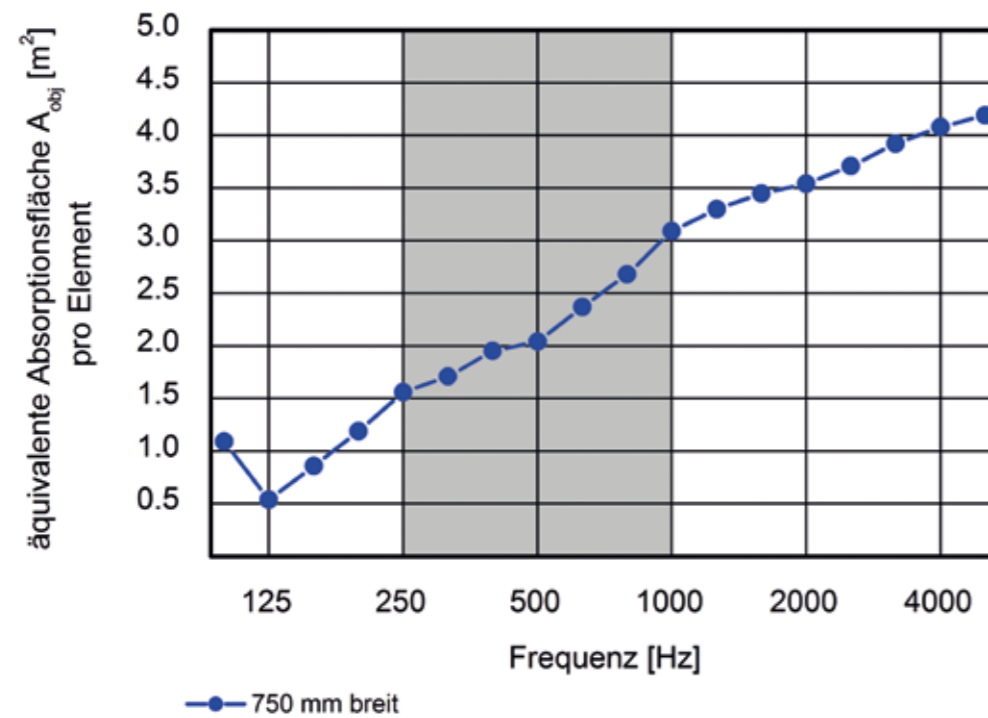


## Beispielmessung USM Privacy Panels freistehend im Raum

Äquivalente Absorptionsfläche für eine Kombination aus 7 x 750 cm breiten und 4 x 35 cm hohen USM Privacy Panels

mit einer Gesamtoberfläche von 2 x 73,5 m<sup>2</sup> (Vorder- und Rückseite) beträgt entsprechend 12,6 m<sup>2</sup>.

Die Grafik zeigt die äquivalente Absorptionsfläche eines Panels im Frequenzbereich von 100 Hz bis 5000 Hz. Deutlich zu erkennen ist, dass die USM Privacy Panels ein guter Schallabsorber für hohe Frequenzen sind.



Angegeben ist jeweils die äquivalente Absorptionsfläche für ein Objekt für Frequenzen zwischen 100 und 5.000 Hz.

Die Schallabsorption wurde entsprechend DIN EN ISO 354 und DIN EN ISO 11654 geprüft und berechnet, ausführliche Prüfberichte liegen USM vor.



## Überzeugende Werte

USM Möbelbausystem Haller und USM Privacy Panels können Absorberflächen an Decke und Wänden ersetzen – einzeln oder idealerweise im Zusammenwirken.

Die folgenden Beispiele zeigen, welche Akustikmaterialien zusätzlich oder aber als Ersatz zu konventionellen Wänden, Böden und Möblierung nötig sind, um eine empfohlene Soll-Nachhallzeit zu erreichen. Dokumentiert ist, wie sich diese Fläche verringert, wenn USM Produkte an Stelle von nicht akustisch wirksamer Möblierung verwendet werden.



## Einzelbüro

Raumbreite: 2,50 m  
 Raumlänge: 4,10 m  
 Raumhöhe: ca. 2,75 m

In einem Einzelbüro mit einer Größe von ca. 10 m<sup>2</sup> kann eine Soll-Nachhallzeit von 0,5 s ± 20% über den gesamten Frequenzbereich erreicht werden mit:

| Variante 1                | Variante 2                    | Variante 3                          |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Konventionelle Möblierung | USM Möbel mit Akustiktablaren | USM Möbel mit Akustiktablaren       |
| 100% Akustikdecke         | 30% Akustikdecke              | 4 m <sup>2</sup> USM Privacy Panels |

### Fazit:

70% weniger Absorberfläche an der Decke durch akustisch wirksame Tablare in den USM Möbeln, ausgerüstet mit Akustiktablaren auf allen vier Seiten.



■ akustisch wirksame USM Möbel

## Doppelbüro

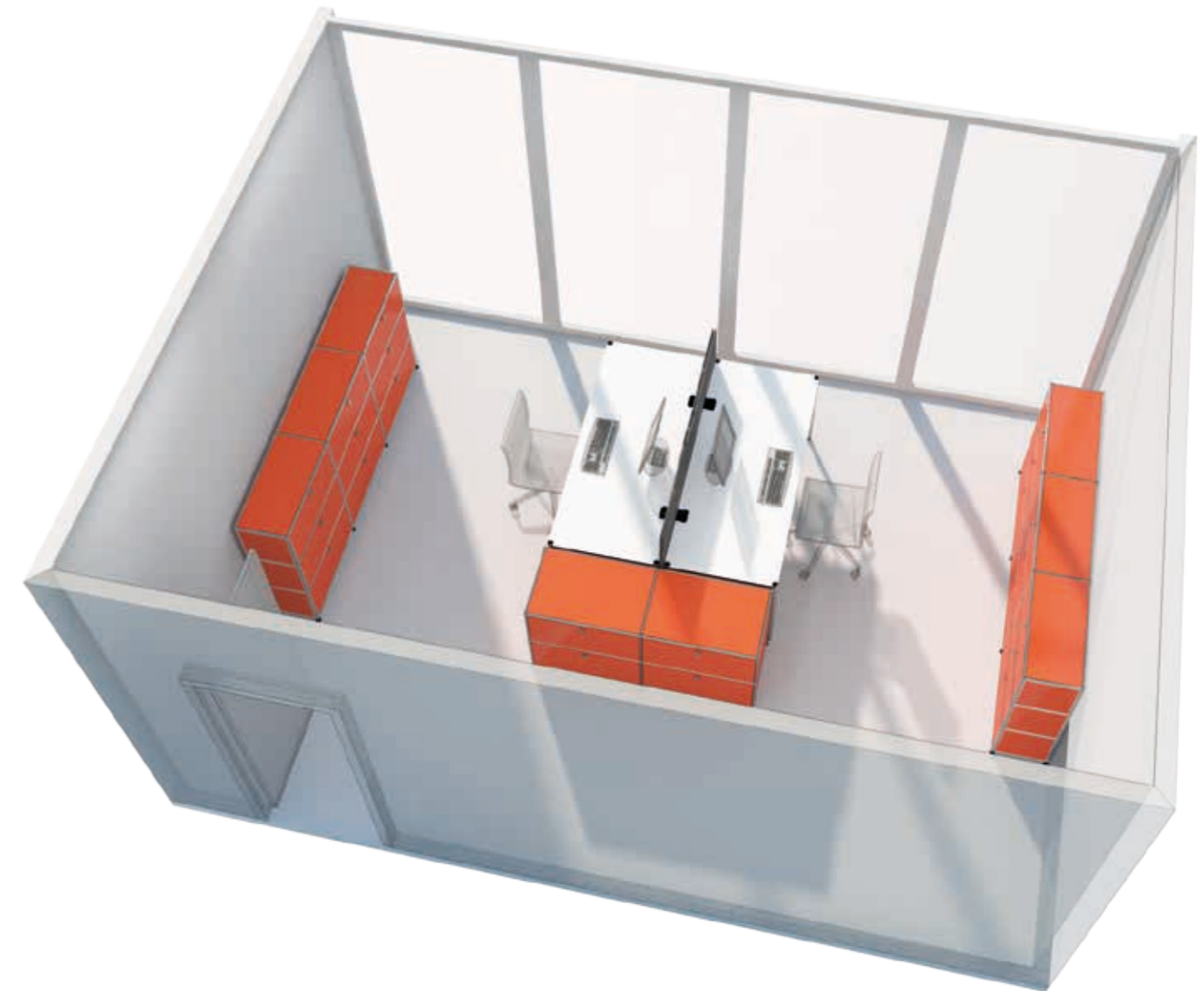
Raumbreite: 5,40 m  
 Raumlänge: 4,10 m  
 Raumhöhe: ca. 2,75 m

In einem Doppelbüro, ca. 22 m<sup>2</sup>, kann eine Soll-Nachhallzeit von 0,5 s ± 20% über den gesamten Frequenzbereich erreicht werden mit:

| Variante 1                | Variante 2                            | Variante 3                          |
|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Konventionelle Möblierung | USM Möbel mit Akustiktablaren         | USM Möbel mit Akustiktablaren       |
|                           | 1,2 m <sup>2</sup> USM Privacy Panels | 6 m <sup>2</sup> USM Privacy Panels |
| 100% Akustikdecke         | 20% Akustikdecke                      |                                     |

### Fazit:

80% weniger Absorberfläche an der Decke durch akustisch wirksame Tablare in den USM Möbeln (Akustiktablare auf allen vier Seiten), oder auch kompletter Verzicht (100%) auf Akustikdecke bei Einsatz von akustisch wirksame Tablare im USM Möbel und zusätzlich 6 m<sup>2</sup> USM Privacy Panels als Screen zwischen den Arbeitsplätzen.



■ akustisch wirksame USM Möbel

## Open Space

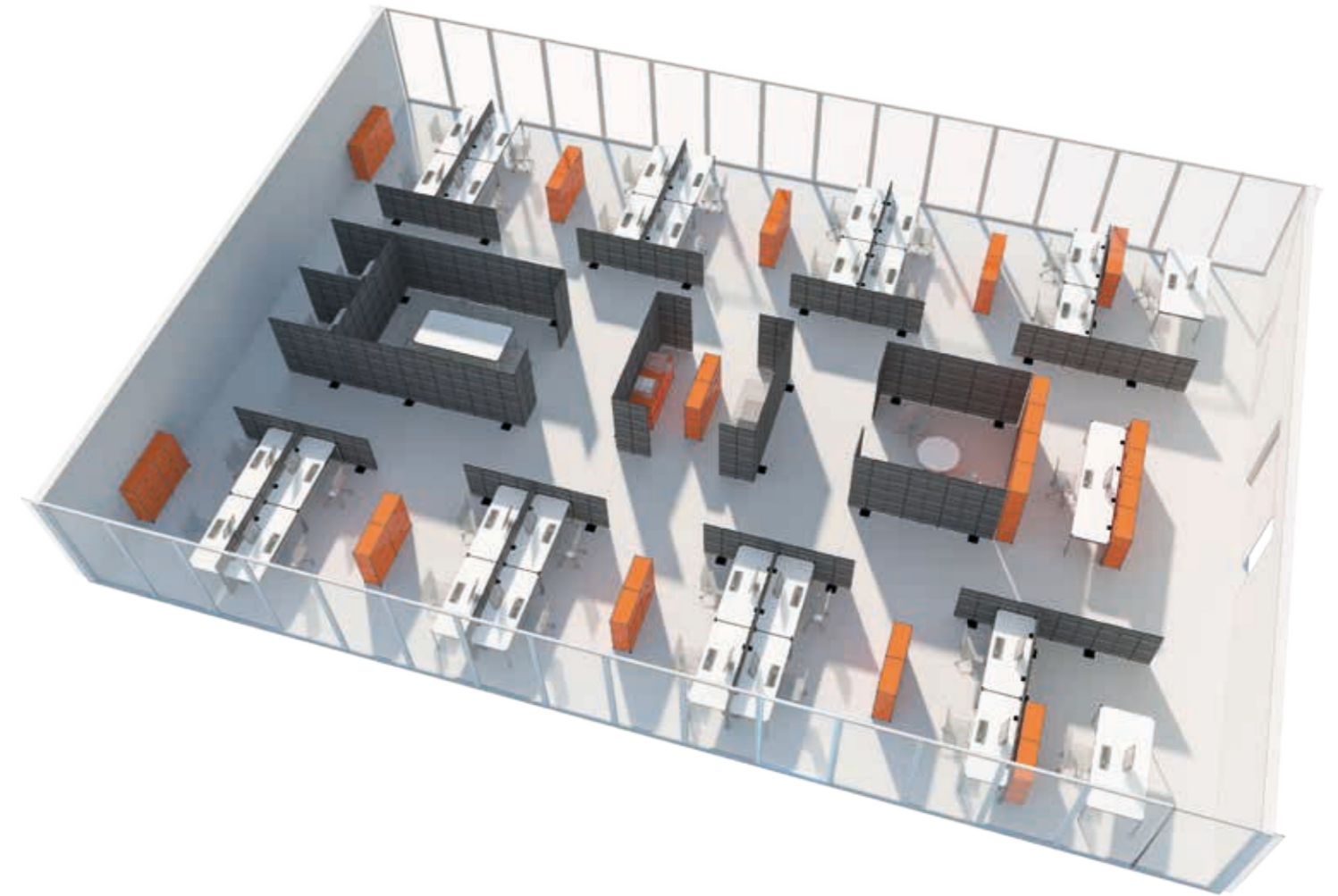
Raumbreite: 21,90 m  
 Raumlänge: 15,00m  
 Raumhöhe: ca. 2,75 m

In einer Open Space-Fläche mit ca. 330 m<sup>2</sup>, 30 Arbeitsplätzen und zwei Besprechungsbereichen kann eine Soll-Nachhallzeit von 0,78 s ± 20% über den gesamten Frequenzbereich erreicht werden mit:

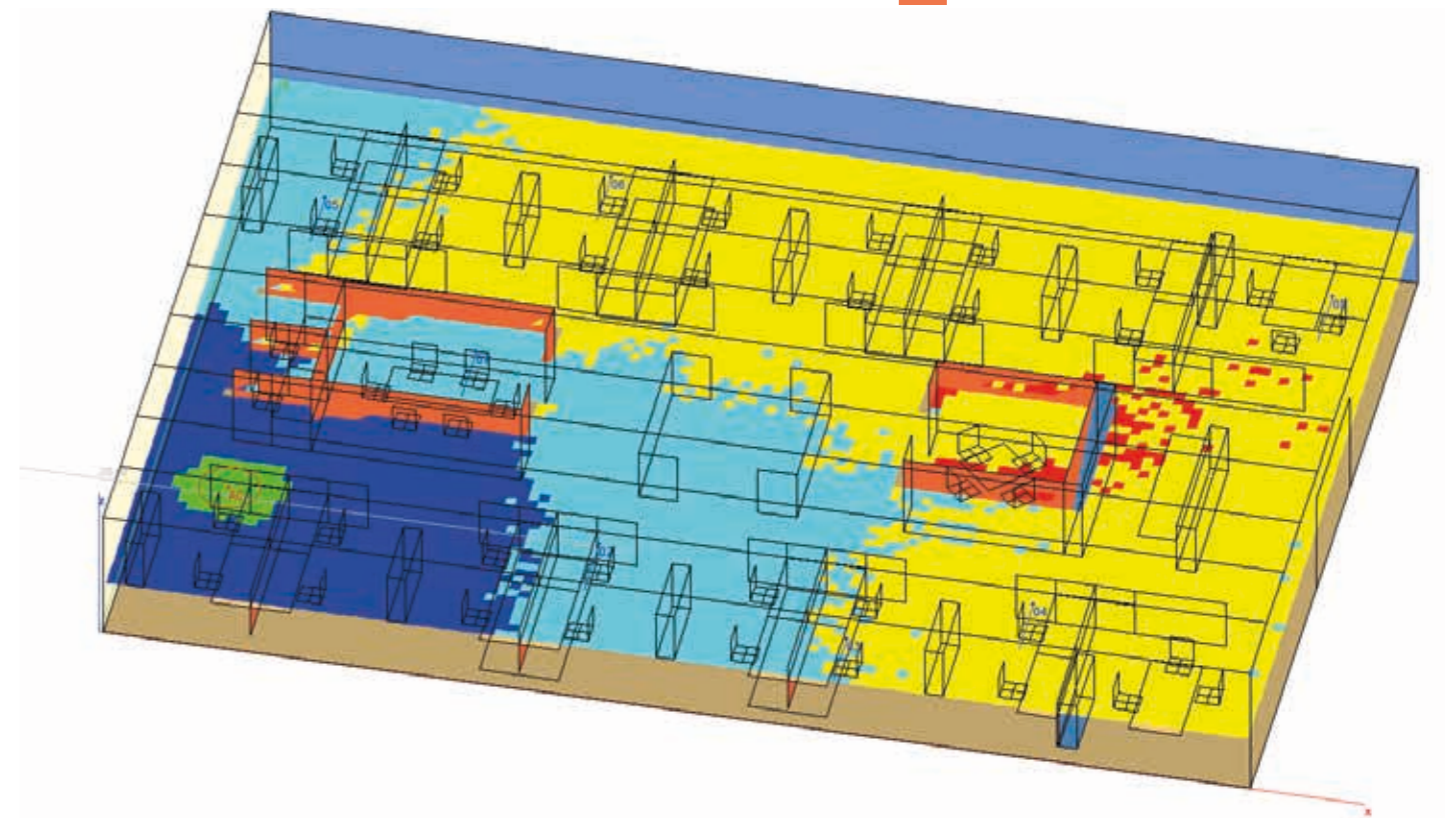
| Variante 1                     | Variante 2                    |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Konventionelle Möblierung      | USM Möbel mit Akustiktablaren |
| 21 m <sup>2</sup> Wandabsorber | USM Privacy Panels            |
| 100% Akustikdecke              | 20% Akustikdecke              |

### Fazit:

80% weniger Absorberfläche an der Decke durch akustisch wirksame Tablare im USM Möbel (Akustiktablare auf allen vier Seiten). Außerdem wird die für eine gute Büroakustik wichtige Abschirmung zwischen den Arbeitsplätzen, durch die USM Privacy Panels ermöglicht.



■ akustisch wirksame USM Möbel



Simulation durch Akustikbüro Oldenburg

## Besprechungsraum / Meeting

Raumbreite: 5,40 m  
 Raumlänge: 4,10m  
 Raumhöhe: ca. 2,75 m

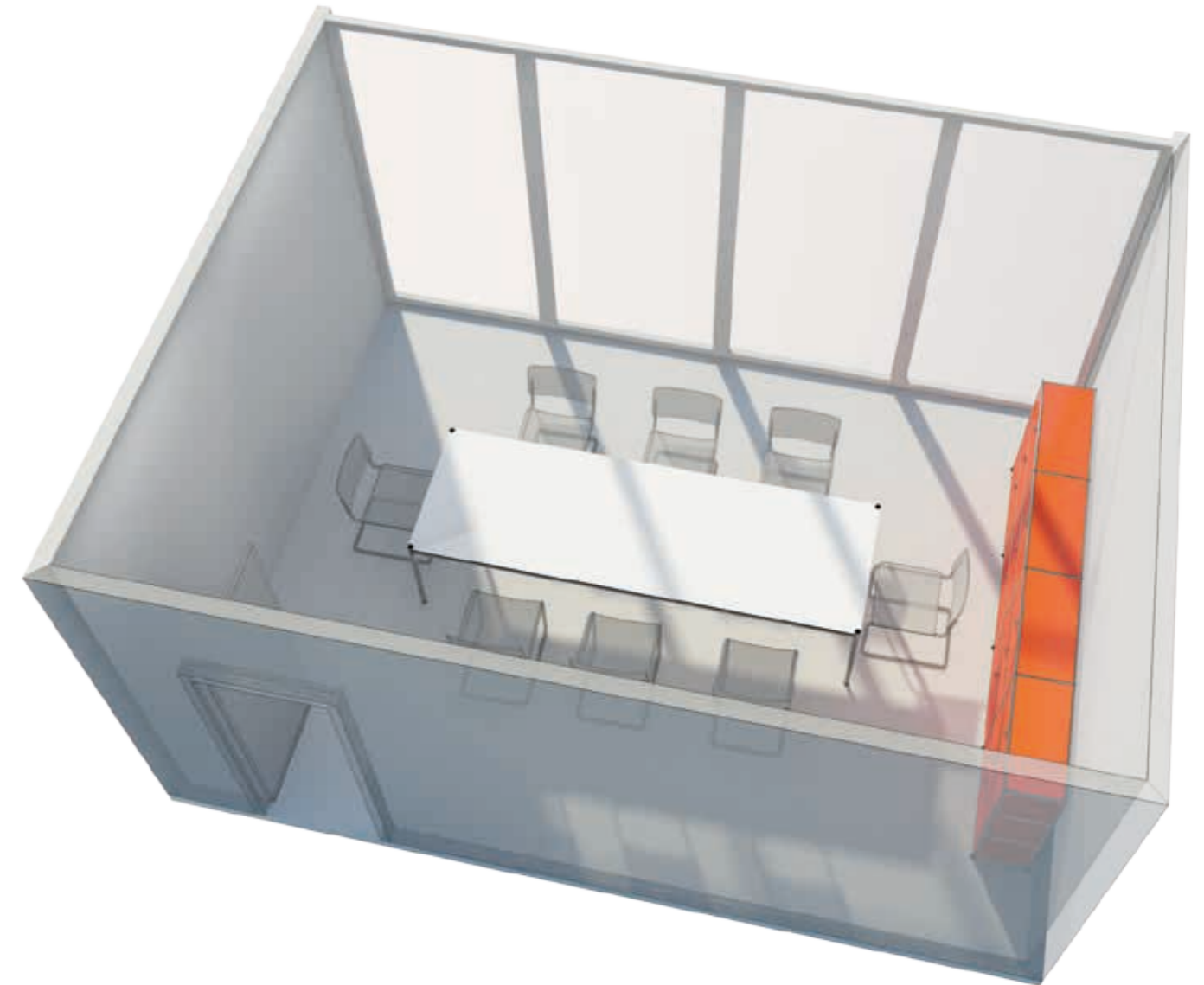
In einem Besprechungsraum, ca. 22 m<sup>2</sup>, kann eine Soll-Nachhallzeit von 0,5 s ± 20% über den gesamten Frequenzbereich erreicht werden mit:

| Variante 1                | Variante 2                    | Variante 3                           |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Konventionelle Möblierung | USM Möbel mit Akustiktablaren | USM Möbel mit Akustiktablaren        |
|                           |                               | 10 m <sup>2</sup> USM Privacy Panels |
| 90% Akustikdecke          | 60% Akustikdecke              |                                      |

In Besprechungs- oder Video-Konferenzräumen ist eine größtmögliche Sprachverständlichkeit gefragt. Diese wird zum einen durch eine kurze Nachhallzeit erreicht, zum anderen hilft die Installation von USM Privacy Panels unerwünschte Echos zwischen den Seitenwänden zu verhindern.

### Fazit:

40% weniger Absorberfläche an der Decke durch akustisch wirksame Tablare im USM Möbel (Akustiktablare auf allen vier Seiten)  
 oder  
 kompletter Verzicht (100%) auf Akustikdecke, bei Einsatz von Akustik im USM Möbel und zusätzlichen 10 m<sup>2</sup> USM Privacy Panels



■ akustisch wirksame USM Möbel

## Lounge/ Wohnen

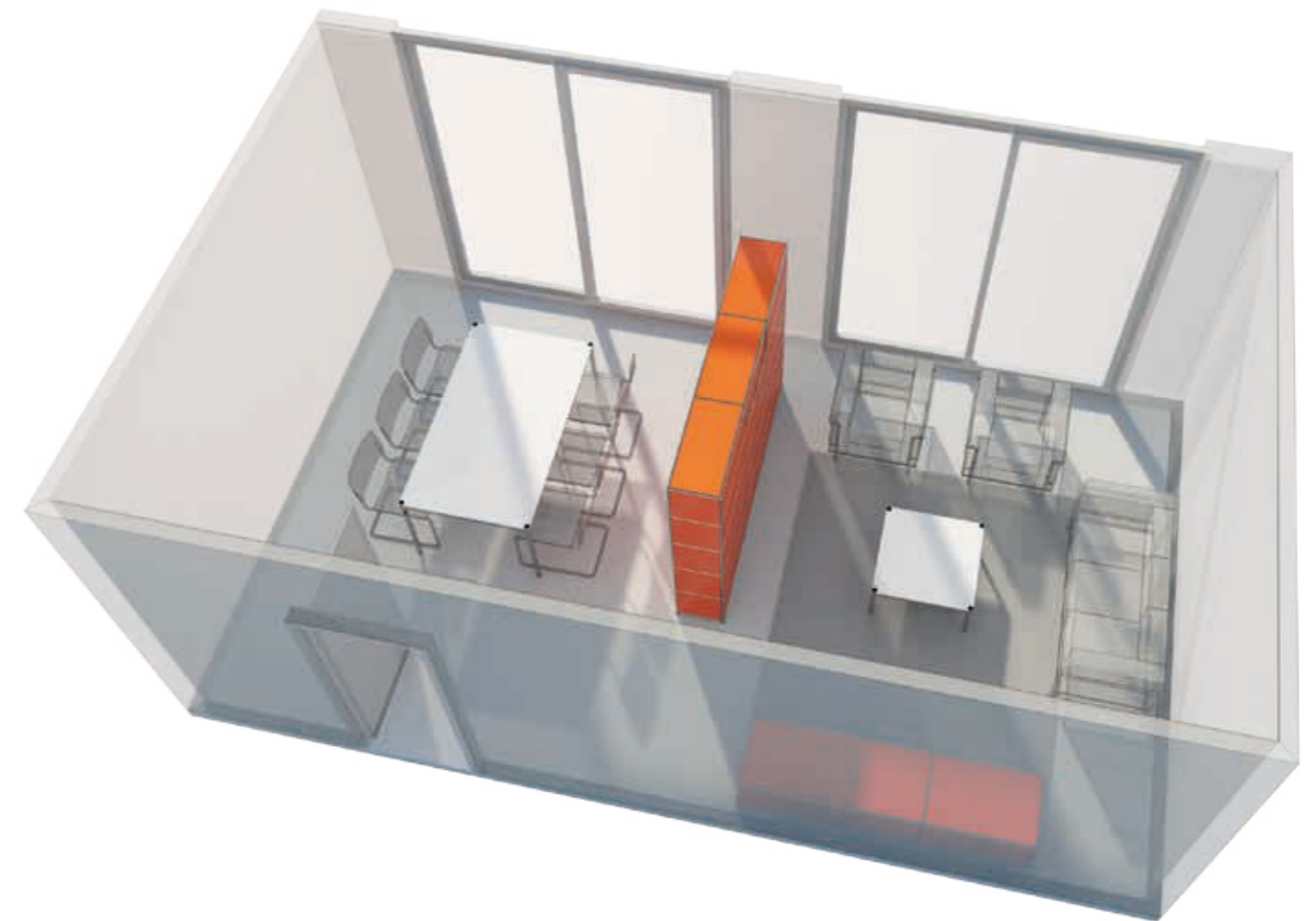
Raumbreite: 5,40 m  
Raumlänge: 4,10 m  
Raumhöhe: ca. 2,75 m

In einem Lounge- oder Wohnbereich mit 22 m<sup>2</sup> kann eine Soll-Nachhallzeit von 0,5 s ± 20% über den gesamten Frequenzbereich erreicht werden mit:

| Variante 1                | Variante 2                    | Variante 3  |
|---------------------------|-------------------------------|---|
| Konventionelle Möblierung | USM Möbel mit Akustiktablaren | USM Möbel mit Akustiktablaren<br>10 m <sup>2</sup> Privacy Panels |
| 100% Akustikdecke         | 40% Akustikdecke              |   |

### Fazit:

Kompletter Verzicht (100%) auf Akustikdecke bei Einsatz von akustisch wirksamen Tablaren im USM Möbel und USM Privacy Panels



 akustisch wirksame USM Möbel

**MEHRWERTE  
GUTER RAUMAKUSTIK**







## **4 Auswahl realisierter Projekte**

## BÜROGEBÄUDE CTP SERVICE GmbH - EIN FRACHTSCHIFF AN LAND

*Manchmal wird Architektur zur Erzählung – so wie bei diesem zeichenhaften Bürogebäude nahe Hamburg. Der Entwurf des Rellinger Architekten Jürgen Waskow erzählt auf vielfältige Weise Geschichten über das Kerngeschäft des Unternehmens CTP Service GmbH, eines traditionsreichen Schifffahrts- und Logistikunternehmens, und über dessen Geschäftsführer Kapitän Thomas Pöttsch.*

### Alt und Neu

Der Hauptsitz der CTP Service GmbH ist ein zweiseitiges Ensemble. Eine historische Villa, die sich im vorderen Teil des Grundstückes befindet, wurde zunächst zeitgemäß saniert und so hergerichtet, dass sie Sozial- und Pausenräume, eine Küche und die Mensa für Mitarbeiter aufnimmt. Schaut man auf den Erweiterungsbau (siehe Foto), könnte man fast meinen, ein modernes Frachtschiff habe direkt neben der Villa „festgemacht“.

Formen und Materialien greifen maritime Motive auf, sie spielen mit den Assoziationen des Betrachters. Eine Kommandobrücke zeichnet sich ab, ein Schornstein, der in Wirklichkeit einen Austritt enthält, Fenster wie Bullaugen, eine offene Reling. Auch innen sollen, wie bei einem Frachtschiff üblich, die wesentlichen Materialien sichtbar sein, nichts versteckt werden, die Funktionen erkennbar bleiben. Sichtbeton, Stahl, Glas und ein dunkler Estrichboden prägen den Charakter der Räume, Versorgungsleitungen und Kabeltrassen werden offen geführt. Grüne und rote Original-Containertüren flankieren die Eingangsbereich des Neubaus.





## Offene Bürowelten

Erklärtes Ziel des Architekten war es, der Weltoffenheit und gelebten Transparenz des Unternehmens auch baulich zu entsprechen. Kurze Wege und eine maximale Kommunikation sollten ermöglicht werden. Auf den offenen Büroebenen des Neubaus bestehen deswegen offene Sichtverbindungen zwischen allen Arbeitsbereichen, inklusive der von leitenden Mitarbeitern. Keine Einbauten stören oder behindern die Arbeitsprozesse. Erd- und Obergeschoss gehen durch zwei großflächige, mit gläsernen Geländern eingefasste Lufträume fast fließend ineinander.

## Akustisch wirksame Büromöbel

Aufgrund des architektonischen Konzepts und der schallharten raumbildenden Oberflächen war schnell klar, dass hier ein besonderes Augenmerk auf die Raumakustik zu legen ist.

Daher wurde schon früh im Ausbauprozess das Akustikbüro Oldenburg von Dr. Christian Nocke einbezogen. Im Zusammenwirken mit einzelnen Deckenelementen über den Arbeitsgruppen sorgt nun vor allem das akustisch optimierte USM Möbelbausystem Haller für eine rundum angenehme Raumakustik und damit beste Arbeitsbedingungen. Im Vergleich zum klassischen USM Möbelbausystem haben die akustisch wirksamen Türen oder Tablare perforierte Oberflächen. Ein eingelegetes, hochwirksames Akustik-Vlies und das Volumen der Möbel absorbieren den Schall. Durch präzise Messungen konnten zum einen die Anzahl der notwendigen perforierten Tablare und die optimale Position der Möbel im Raum bestimmt werden. Darüber hinaus ließ sich eindeutig nachweisen, wie wirksam die Raumakustik durch die Büromöbel verbessert wurde, ohne dass sichtbare Oberflächen und gewünschte Raumstrukturen durch Stellwände oder nachträgliche Einbauten verändert werden mussten.







## VERWALTUNGSGEBÄUDE FIRMA SCHÖCK - ENTSPANNT ARBEITEN

*Der Schöck ISOKORB ist ein bekanntes Fertigbauteil. Seit über 40 Jahren wächst im Baden-Badener Ortsteil Steinbach Stück für Stück ein vielfältiges Firmenareal mit Bauten für Produktion und Verwaltung der Firma Schöck. Hier ist der Hauptsitz des weltweit tätigen Unternehmens, das standardisierte und einbaufertige Bauteile herstellt, die in erster Linie zur Vermeidung von Wärmebrücken oder Trittschall in Gebäuden beitragen.*

Transparenz und Durchlässigkeit Innovation und Kundenorientierung sind wesentliche Bestandteile der Unternehmensphilosophie von Schöck – ebenso die Schaffung bester Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter. Ein wesentliches Ziel ist es, wo immer möglich, kleinteilige Raumstrukturen aufzulösen, stattdessen großzügige Open Space-Bürobereiche einzurichten und damit dem Leitbild einer offenen und direkten internen Kommunikation zu entsprechen. Die Revitalisierung und der Umbau aller Verwaltungsgebäude, unter anderem eines fünfgeschossigen Bestandsgebäudes aus den 1970er Jahren, bot beste Bedingungen, um eine solche Idee von Transparenz und Durchlässigkeit in die Tat umzusetzen.



## Höchste Energie- und Bürostandards

Nach Plänen der Architekten Herzog und Wolz wurde der Bau energetisch an heutige Standards angepasst. Den alten Dachstuhl ersetzte ein neues, hochwärmegedämmtes und begrüntes Flachdach, auf dem auch eine Photovoltaikanlage installiert ist. Die Fassade erhielt ebenfalls eine zusätzliche Dämmung und eine hochwertige Dreifachverglasung.

Im Inneren lösten die Architekten die vorhandene Raumstruktur völlig auf. Einzig die Außenwände und tragende Stahlstützen blieben bestehen. Auf dieser vorübergehenden „Tabula Rasa“ richteten sie eine zeitgemäße Arbeitswelt für 170 Mitarbeiter ein – mit offenen, klar zonierten Bürobereichen und durch Glaswände abgetrennte Besprechungsräumen und Teeküchen. Die bewusst wohnliche Atmosphäre ist gewünscht, sie stellt sich durch helle Decken und Wände, verdeckt geführte Leitungen und einen freundlichen Parkettboden aus massiver Eiche ein.

## In zwei Schritten zu guter Raumakustik

Zwei Maßnahmen stellen eine optimale Raumakustik im Open Space sicher: Zum einen akustisch aktivierte Decken und Wandflächen, zum anderen das akustisch optimierte USM Möbelbausystem Haller mit perforierten Tablaren und einem eingelegten hochwirksamen Akustik-Vlies. In Zusammenarbeit mit dem angesehenen Akustiker Dr. Christian Nocke wurde die Möblierung maßgeschneidert an die räumlichen Bedingungen angepasst und deren Wirksamkeit durch präzise Messungen nachgewiesen. Zusätzlich zu den USM Haller Möbeln, die einen wichtigen Beitrag zur Grundrisszonierung leisten, sind die Büros bei Schöck außerdem mit elektromotorisch verstellbaren Steh-Sitz-Arbeitsplätzen mit USM Kitos Tischen ausgestattet.





# **USM**

Möbelbausysteme

Schweiz:

USM U. Schärer Söhne AG  
Thunstrasse 55  
CH-3110 Münsingen  
Telefon +41 31 720 72 72  
Telefax +41 31 720 72 38  
info@ch.usm.com

Deutschland:

USM U. Schärer Söhne GmbH  
Postfach 1653  
D-77806 Bühl  
Telefon +49 72 23 80 94 0  
Telefax +49 72 23 80 94 199  
info@de.usm.com

Frankreich:

USM U. Schärer Fils SA  
Bureaux et showroom Paris  
23, rue de Bourgogne  
F-75007 Paris  
Telefon +33 1 53 59 30 30  
Telefax +33 1 53 59 30 39  
info@fr.usm.com

Großbritannien:

USM U. Schaerer Sons Ltd.  
London Showroom  
Ground Floor, 49–51 Central St.  
London, EC1V 8AB  
Telefon +44 207 183 3470  
info.uk@usm.com

USA:

USM U. Schaerer Sons Inc.  
New York Showroom  
28 – 30 Greene Street  
New York, NY 10013  
Telefon +1 212 371 1230  
Telefax +1 212 371 1251  
info@us.usm.com

Japan:

USM U. Schaerer Sons K.K.  
Tokyo Showroom  
Marunouchi MY PLAZA 1 . 2F  
2-1-1 Marunouchi, Chiyoda-ku  
Tokyo, 100-0005  
Telefon +81 3 5220 2221  
Telefax +81 3 5220 2277  
info@jp.usm.com

Alle anderen Länder:

Kontaktieren Sie bitte USM Schweiz.