

Modulare Akustik

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

The background of the slide features a series of overlapping, semi-transparent gray circles of varying sizes, creating a layered, organic effect. The circles are centered in the upper-left and middle-left portions of the frame, with some extending towards the right edge.

1 Einleitung

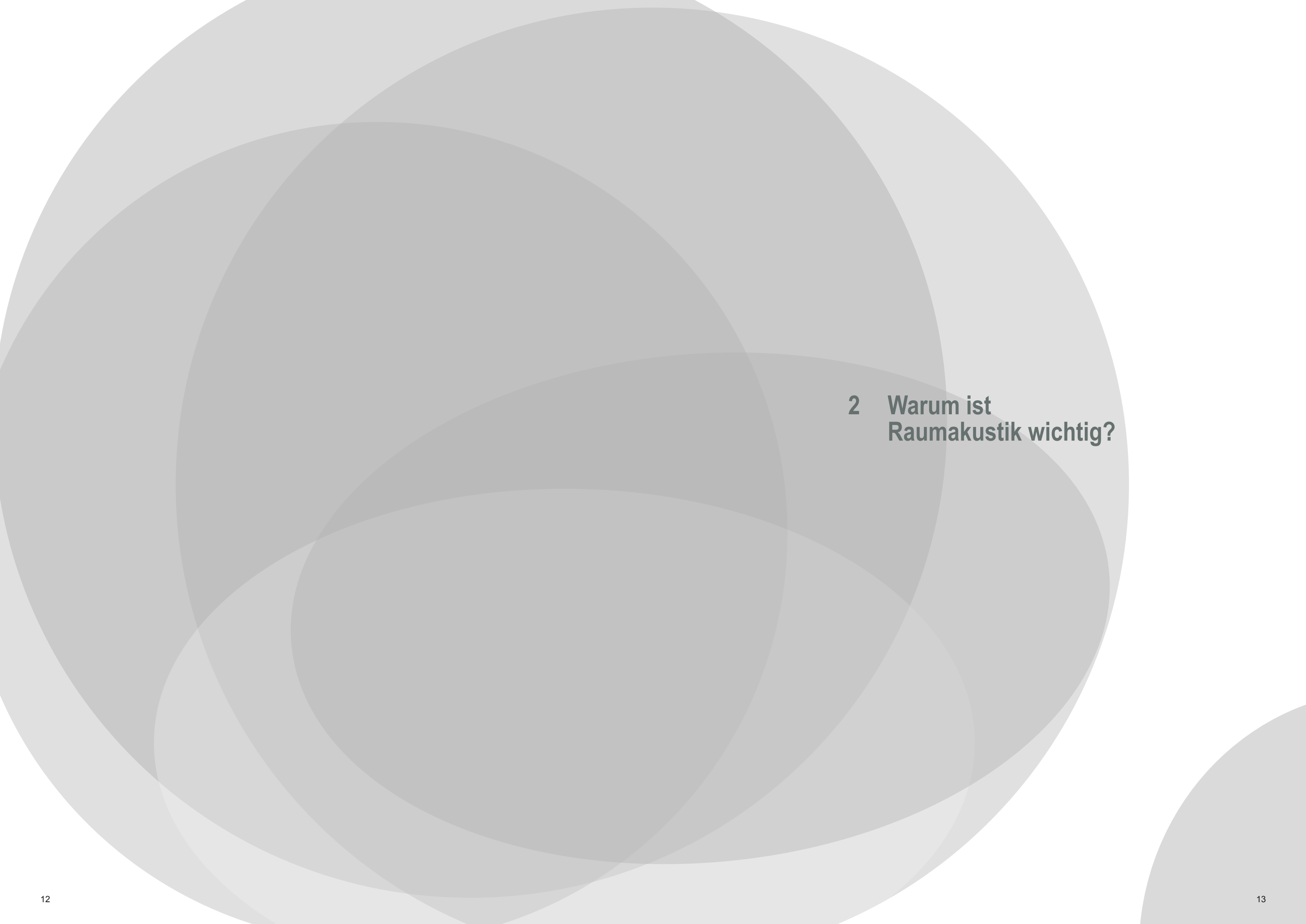


Die Raumakustik hat entscheidenden Anteil daran, wie wir uns in unserer gebauten Umgebung fühlen; ob wir sie als angenehm und wohltuend oder als anstrengend und belastend erleben.

Geräusche, Töne, Stimmen – all dies sind sehr starke Sinnes-
eindrücke, 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 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, an dem sich neue Arbeitsformen und offene Raum-
strukturen immer mehr durchsetzen. Diese Broschüre beantwortet
Fragen zu Relevanz, definiert wesentliche Schlüsselbegriffe und
zeigt beispielhaft Anwendungen des akustisch optimierten USM
Möbelbausystems Haller und der USM Privacy Panels im Ein-
klang mit der Architektur.

Die Entwicklung einer modularen Absorption durch akustisch wirk-
same USM Elemente gründet auf einer langjährigen Partnerschaft
zwischen dem Unternehmen USM und dem renommierten Akusti-
ker 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 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 aus diesem Grund 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 Wohlbefinden und damit auch der Leistungsfähigkeit von Mitarbeitern in Büros ist.

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



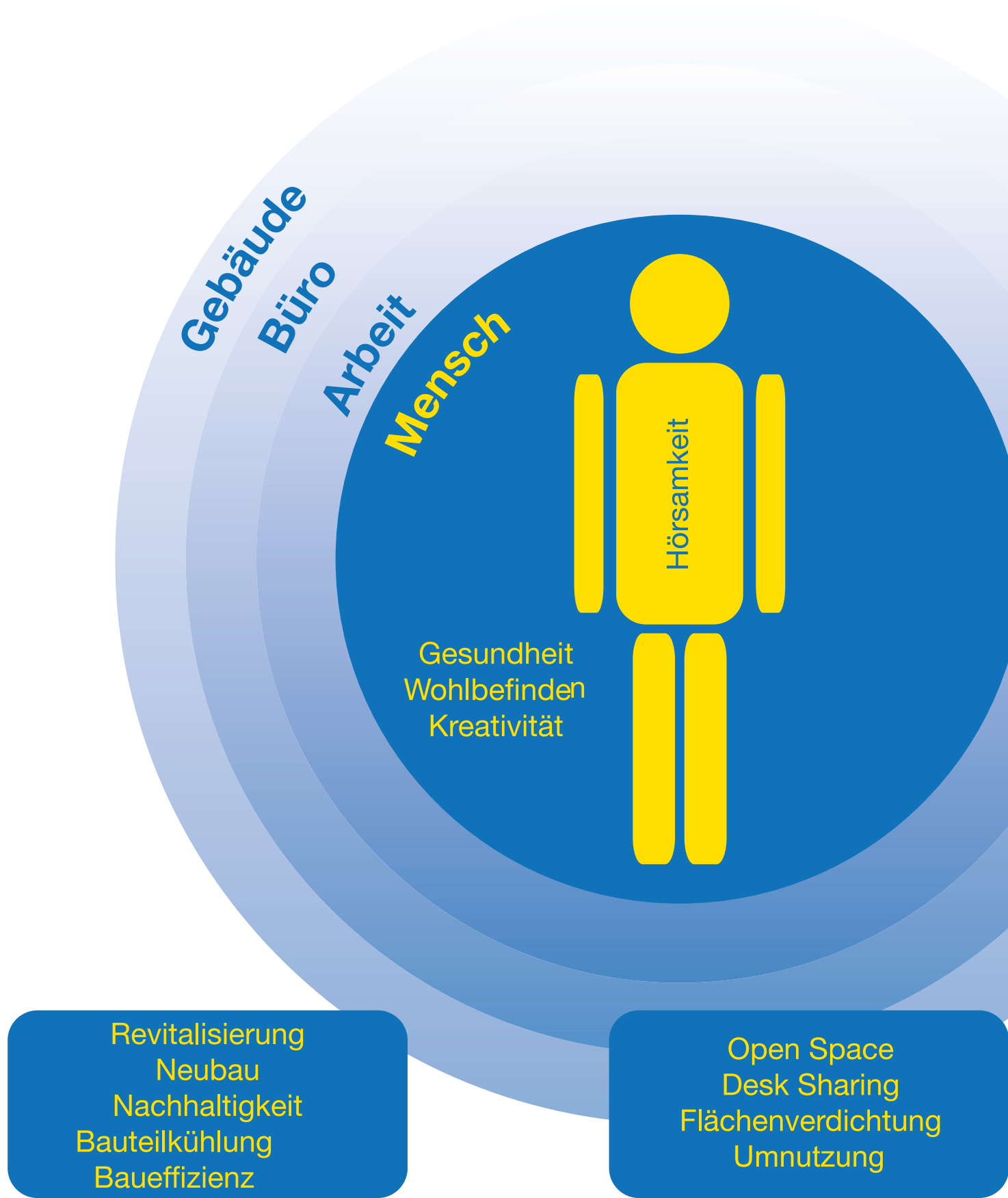


Wo wenig Lärm ist, gibt es weniger Stress, mehr Konzentration, eine geringere Fluktuation von Arbeitskräften und weniger stressbedingte Ausfälle durch Krankheit. Kurz gesagt: Kümmert sich ein Unternehmen aktiv um eine Optimierung der Raumakustik, spart es langfristig viel Geld.

- 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 sichtbare Oberflächen und Raumstrukturen im Gebäude nachträglich verändert werden.
- Vernachlässige ich als **Bauherr oder Investor** die Raumakustik im Planungsprozess, muss ich unter Umständen 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 der Raumakustik auf. Wer im privaten Umfeld Wert auf angenehme akustische Bedingungen legt, wer zum Beispiel echten Musikgenuss und eine besonders hochwertige Audio-Wiedergabe schätzt, wird den Effekt akustisch optimierter Oberflächen nicht mehr missen wollen.

WIRKUNGSEBENEN
GUTER RAUMAKUSTIK



Kommunikation
Konzentration
Komplexität

WARUM MUSS DIE RAUMA- KUSTIK 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 hohen Komfort und ein angenehmes Raumklima für die Nutzer des Gebäudes.

Gleiches gilt für moderne Bürokonzepte in Neu- oder Bestandsbauten: Offenheit, Transparenz und kommunikationsfördernde Arbeitsumgebungen werden immer wichtiger. Der Schritt von starren Hierarchien und Bürostrukturen hin zu Teamwork in flexiblen Strukturen ist vielerorts vollzogen. Inzwischen ist erwiesen, dass Kreativität viel eher durch Begegnung und Austausch entsteht als durch konzentrierte Einzelarbeit in der Elfenbeinturm-Umgebung eines Zellenbüros. Offene Raumstrukturen erlauben eine hohe Flächeneffizienz und ein flexibles Reagieren auf sich ändernde Teamszusammensetzungen. Sie können 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, dadurch 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 aufgrund ihres Informationsgehalts, dem wir uns nicht entziehen können. Sprache hat in der Wahrnehmung immer Vorrang: die Augen können wir schließen, die Ohren nicht.

Frage 3

WIE KANN MAN DIESEM PROBLEM BEGEGNEN?

Abhilfe schaffen verschiedene Maßnahmen: Besonders ausgestattete Möbel, flexible

Zonierungsmodule, 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 Privacy Panels können für vielfältige Möglichkeiten zur Zonierung im Raum verwendet werden.





Frage 4

WIE SOLLEN AUSGERECHNET MÖBEL AUS METALL DIE RAUMAKUSTIK VERBESSERN?

Zur 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“. Entschei-

dend ist aber vielmehr, was direkt hinter den Löchern passiert, durch die der Schall ungehindert dringt. Die akustisch wirksamen USM Haller Möbel mit perforierten Türelementen und Tablaren haben 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 des Stauraums, den die perforierten Türelemente, Seiten oder Rückwände eines Möbels umschließen. Bei einem akustikoptimierten USM Haller Akten-schrank oder Sideboard ist es das Raumvolumen, das die Absorption des Vlieses verstärkt. Das eingeschlossene Luft-volumen wirkt wie in einem Musikinstrument als Resonanz-körper, 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 neben-sächlich – 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 Konfigurationen genutzt werden können – zum Beispiel als Aufbaublende an Tischen oder freistehend zur Abschirmung und Zonierung von Raumbereichen. Sie basieren auf dem Grundprinzip eines Blattes und nutzen eine Rohrstruktur analog zum USM Möbelbausystem Haller. Die USM Privacy Panels können linear oder über Eck geführt, flexibel erweitert und mit den USM Haller Möbeln kombiniert werden. Durch ihre textile 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 konzipiert. 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 der Möbelbausysteme in akustischer Ausführung, welche die höchste Absorption in tiefen und mittleren Frequenzen aufweisen. Auch hier zeigt sich im akustischen Zusammenspiel der USM Privacy Panels mit den USM Möbelbausystemen Haller die Modularität der Anwendung.

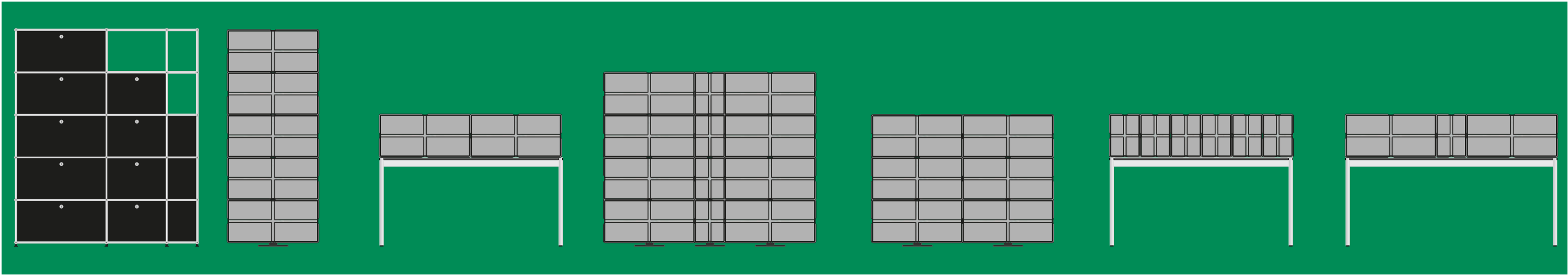
Frage 6

DIE VORTEILE DES
MODULAREN
MÖBELBAUSYSTEMS
HALLER 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

Schallabsorption und Schallschirmung übertragen. Auf Basis der jeweiligen Elemente und ihrer Maße kann mithilfe akustischer Berechnungen und präziser Messungen ermittelt werden, wo sich der ideale Standort eines Möbels oder der USM Privacy Panels befindet 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 Türfronten perforierte Elemente eingesetzt werden. Für den Einsatz der USM Privacy Panels bedeutet dies: 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 Oberflächenelemente werden ganz einfach ausgetauscht, alleine 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 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 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 Produktivität 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 Lösung, 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? Entscheidend ist die Eigenschaft zur 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.



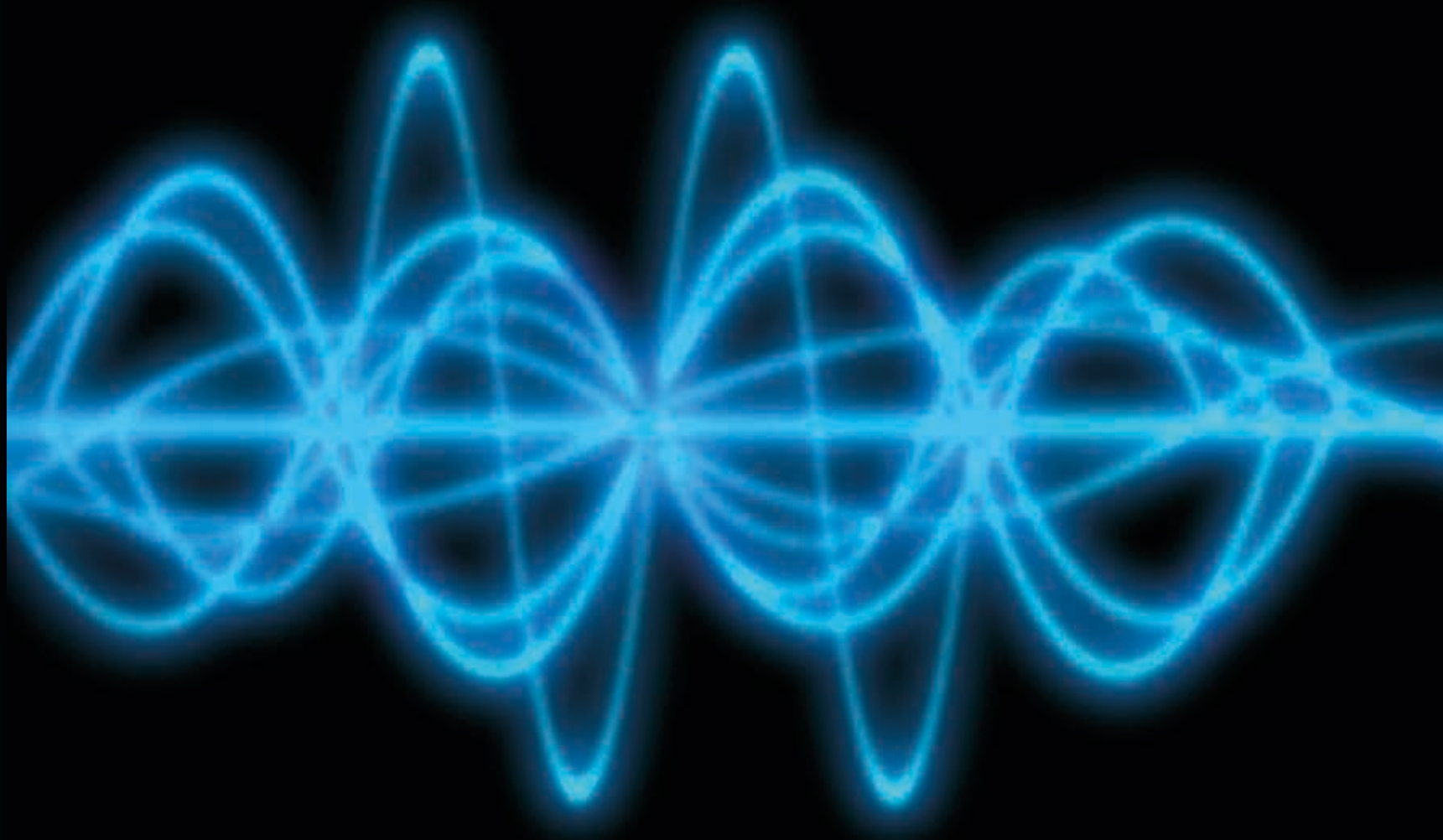
HÖRSAMKEIT

Mit dem wohlklingenden Begriff der „Hörsamkeit“ beschreibt die DIN 18041 die „Eignung eines Raums 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, wie zum Beispiel die Eigenschaften der Raumbegrenzungsflächen und Einrichtungsgegenstände, aber auch anwesende Personen. Vereinfacht ausgedrückt hat ein Raum eine angemessene Hörsamkeit, wenn wir uns in ihm wohlfühlen, uns ohne Mühe im Raum 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.

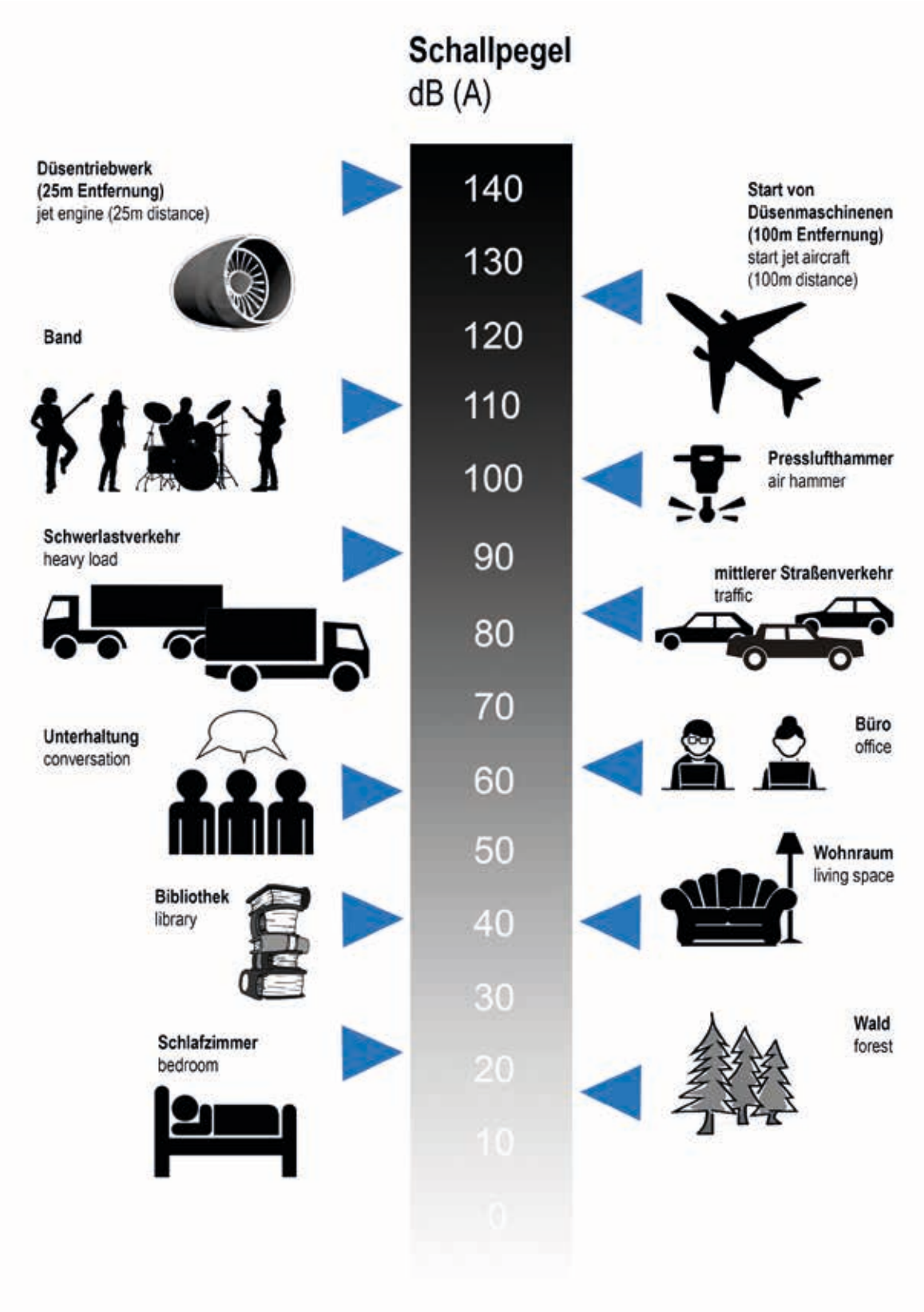
Für die Raumakustik ist die Ausbreitung von Schwingungen in Luft von Bedeutung, entsprechend wird hier von Luftschall gesprochen.

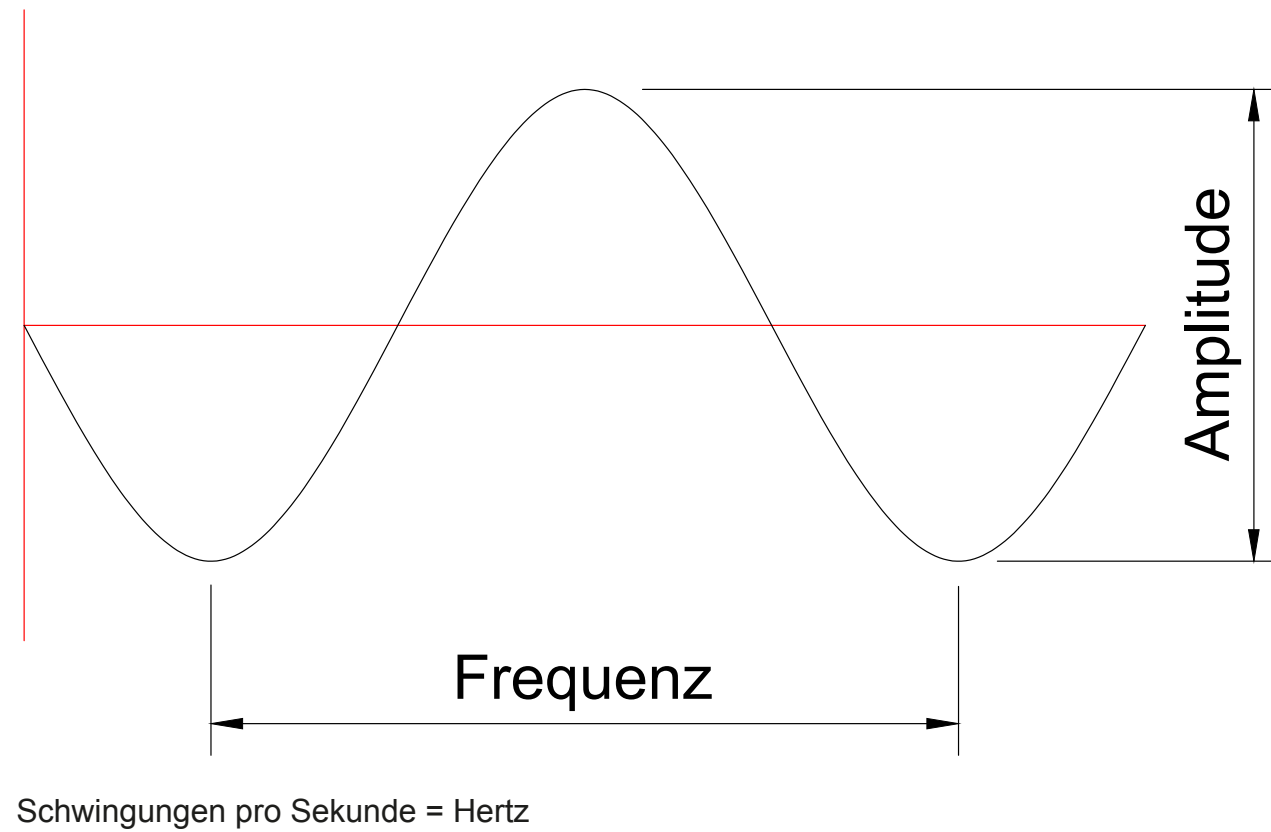


Schallereignisse wie menschliche Sprache, Musik oder Geräusche aus technischen Aggregaten lösen in der Luft eine lokale und zeitlich variable Schwankung des Luftdrucks aus, die sich vom Ort der Entstehung in die Umgebung ausbreitet. Wie jeder von uns ein objektives Schallereignis subjektiv wahrnimmt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

SCHALLPEGEL Der Schalldruckpegel L oder kurz auch der Schallpegel, ist eine physikalische Größe, die üblicherweise mit der Maßeinheit Dezibel dB gekennzeichnet wird. Die Dezibel-Skala beginnt bei 0 dB, bei der 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 jedoch in der Regel nicht erreicht. Wir empfinden hier zwar nachweislich Stress, eine gesetzliche Regelung, wie dies zu vermeiden wäre, gibt es noch nicht. Nicht allein der Pegel ist hier 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 Schall-druckänderungen 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 Hz = 1/s. Der Hörbereich des Menschen liegt zwischen 20 Hz und 20.000 Hz, wobei das Hörvermögen gerade bei hohen Frequenzen, im Alter abnimmt.

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 empfindsam. Dies erleichtert einerseits die zwischenmenschliche Kommunikation, macht uns andererseits aber auch besonders anfällig für Störungen.

SCHALLAUSBREITUNG

Schall breitet sich grundsätzlich in alle drei Richtungen im Raum 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, aus diesem Grund spricht man in diesem Zusammenhang auch von „Schallstrahlen“. Die Idee des Schallstrahls führt zu einer Vorstellung, wie sich der Schall im Raum ausbreitet. Wie in der Optik gilt auch hier: Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel. Die geometrische 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 Schallgeschwindigkeit) vom Material bzw. Medium abhängig. In der Luft erfolgt die räumliche Ausbreitung einer Schallwelle mit einer Geschwindigkeit von ca. 343 m/s oder 1200 km/h. Dabei ist anzumerken, 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 gezielte Wechselspiel aus Absorption, Reflexion, Schallschirmung und -weiterleitung führt zu einer guten Akustik. Während in einem Vortragsraum die Schallausbreitung mit dem Ziel einer guten Sprachverständlichkeit gesteuert werden sollte, muss in Mehrpersonenbüros häufig die Schallausbreitung durch Schirmung und Absorption verringert werden.

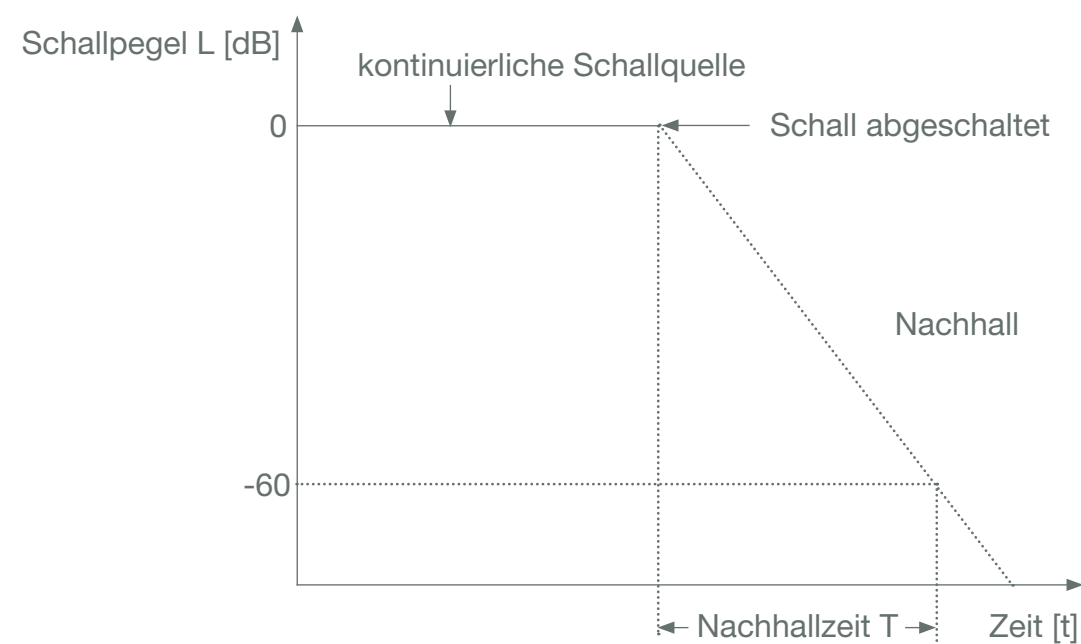
NACHHALLZEIT

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 den Bedingungen des jeweiligen Raums benötigt, bis der Schallpegel um 60 dB gesunken ist. Der von Sabine abgeleitete Zusammenhang zwischen Nachhallzeit, Raumvolumen und Absorption im Raum hat nach wie vor Gültigkeit.

Die Nachhallzeit hat direkten Einfluss auf die Sprachverständlichkeit in einem Raum. Was bei Orgelmusik in einer Kirche imposant sein kann – 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 Schallquelle aus größerer Entfernung wahrgenommen wird, hängt unter anderem von der Raumgeometrie und Nachhallzeit ab. In Büroräumen im Besonderen 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 einem 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 sowohl im gesamten Raum als auch direkt vor und hinter dem Schirm weiter reduziert. In diesem Fall kann ein Schallschirm auch zur Absorption im Raum beitragen.



SPRACHVERSTÄNDLICHKEIT

Sprachverständlichkeit lässt sich nicht einfach für einen gesamten Raum messen oder bestimmen, da sie von der Position des jeweiligen Zuhörers, in Bezug zur 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, 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. Reflektierende Oberflächen in Räumen werden benötigt, um den Schall gezielt in bestimmte Bereiche des Raumes 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 ist im Allgemeinen eine Betrachtung der Absorptionseigenschaften von Oberflächen ausreichend.

reflektierende Oberflächen in Räumen werden benötigt, um den Schall gezielt in bestimmte Bereiche des Raumes 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 ist im Allgemeinen eine Betrachtung der Absorptionseigenschaften von Oberflächen ausreichend.



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

SCHALL-ABSORBER

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

Die Wirkung von Schallabsorbern ist generell frequenzabhängig. Man kann sagen, dass sich hohe Frequenzen in der Regel durch Schallabsorber mit geringer Aufbauhöhe dämpfen 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 eine 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

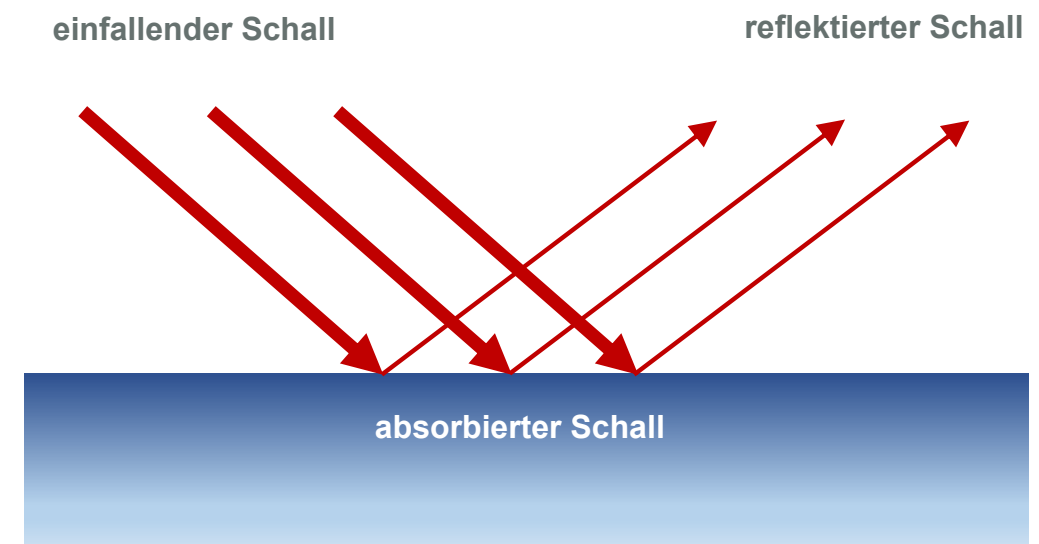
Eine wesentliche Grundlage für die raumakustische Planung ist die Angabe

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, findet das sogenannte Hallraumverfahren Anwendung. 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 α_S ermitteln und exakt beschreiben, in welchem Maße und bei welchen Frequenzen das Material den Schall absorbiert.

Der Schallabsorptionsgrad gibt die Absorptionswirkung 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 – oder auch äquivalente Absorptionsfläche – ergibt sich als Produkt der Absorberfläche S mit dem Absorptionsgrad $\alpha \times S$.

Eine kleine Fläche mit einem hohen Absorptionsgrad ist damit 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 nichtflächige Elemente aus dem Vergleich der Messung mit und ohne Probe

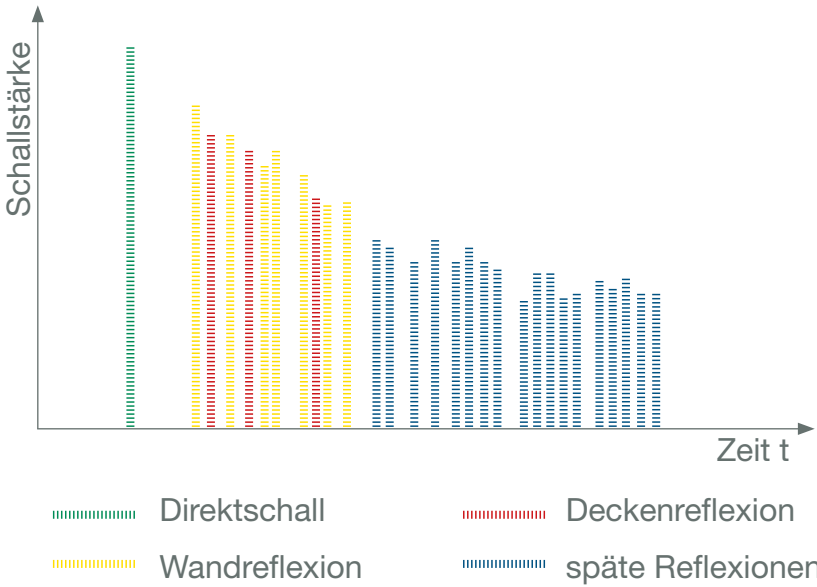
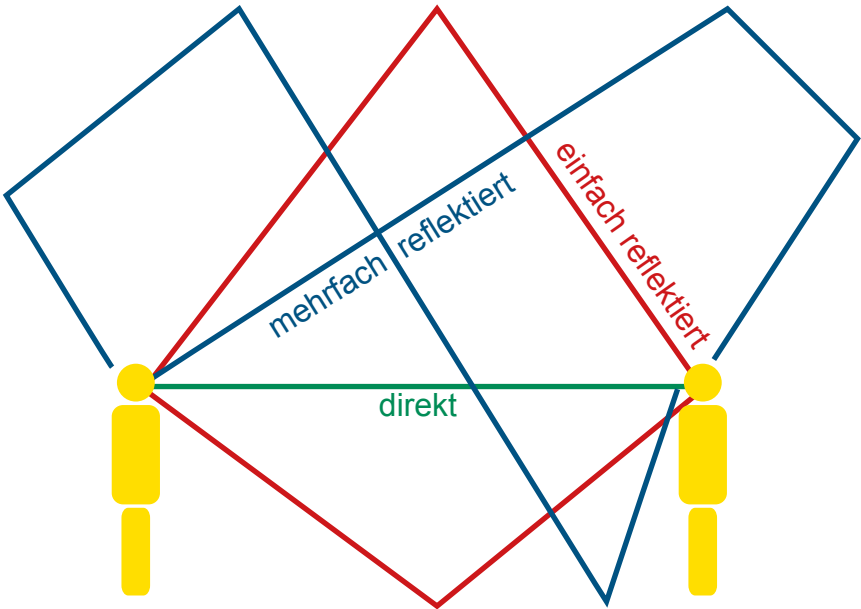
im Raum direkt die äquivalente Absorptionsfläche des jeweiligen Elements bestimmt werden. Diese äquivalente Absorptionsfläche eines Elements oder auch Objekts wird mit A_{obj} bezeichnet. Für einen Schrank wird damit die akustische Wirkung durch die zugehörige äquivalente Absorptionsfläche beschrieben, die auch frequenzabhängig ist. Werden mehrere Schränke in einen Raum eingebracht, multipliziert sich diese Wirkung. Zwei Schränke weisen entsprechend die doppelte Absorption wie ein einzelner Schrank auf. USM hat umfangreiche Messungen für verschiedene Konfigurationen der USM Möbelbausysteme durchgeführt.

Betrachtet man einen vollständig eingerichteten Raum mit verschiedenen Oberflächen, so lässt sich jedem Material (z.B. Teppich, Putz, Akustikdecke, Vorhänge, Fenster, Regalfläche, usw.) ein Schallabsorptionsgrad zuordnen und durch Multiplikation mit der Fläche des Raumes seine äquivalente Absorptionsfläche berechnen. Die Anzahl der Objekte, multipliziert mit der äquivalenten Absorptionsfläche des jeweiligen Objekts, ergibt 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) am 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 bestimmt den Hall und damit den Höreindruck im Raum.



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

ANFORDERUNGEN AN RÄUME

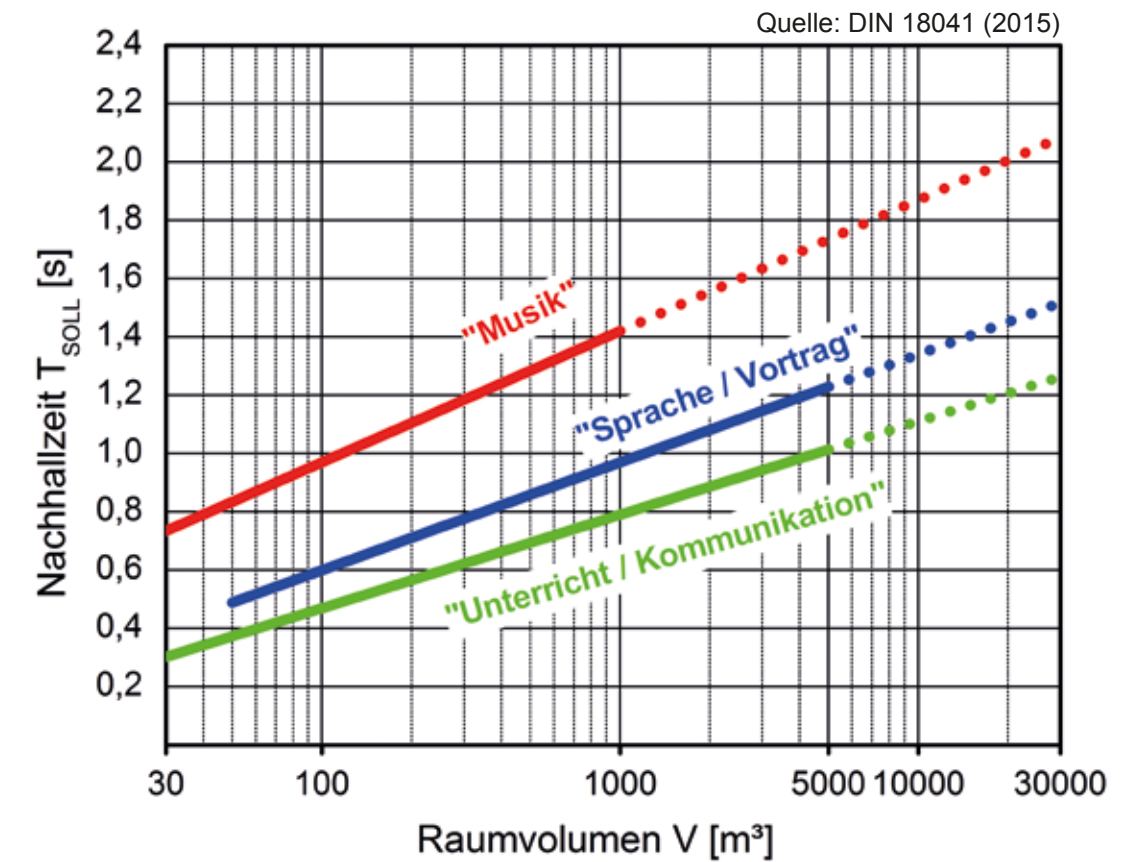
Die DIN 18041 beschreibt unter anderem die drei Nutzungsarten „Musik“, „Sprache/

Vortrag“ sowie „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 $T_{\text{SOLL}} 1,0$ Sekunden haben.

2. Ein Besprechungsraum mit $V = 250 \text{ m}^3$ (Nutzungsart „Unterricht/Kommunikation“) sollte eine Nachhallzeit von $T_{\text{SOLL}} 0,6$ 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 der USM Produkte

USM Möbelbausystem Haller
USM Privacy Panels

ÜBERZEUGENDE WERTE:
ABSORPTION UND SCHIRMUNG IM
HARMONISCHEN ZUSAMMENSPIEL

Innenraumakustik

USM Möbelbausystem 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 α_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 sehr langer Nachhallzeit gemessen, wie stark sich diese Nachhallzeit durch Prüfobjekte im Hallraum verringert. Diese Fähigkeit zur Reduzierung der Nachhallzeit ist eine Eigenschaft des Prüfobjekts, die als äquivalente Absorptionsfläche A_{eq} angegeben werden und auch in anderen Räumen wirken kann.

Die 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 Grundlage einer Messung des Schallabsorptionsgrades α_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 α_w führt. Mit dem bewerteten Schallabsorptionsgrad α_w können flächige Absorber wie z.B. Deckenmaterialien oder Schallschirme, jedoch keine Objekte wie Möbel, beschrieben werden.

Speziell im Angloamerikanischen wird als Einzahlwert üblicherweise statt des bewerteten Schallabsorptionsgrads α_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 USM Möbeln wirkt das Volumen des Möbelkörpers ähnlich wie in einem Musikinstrument als Resonanzkörper. Bereits 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 erreicht werden. Diese Eigenschaft wird als modulare Absorption bezeichnet.

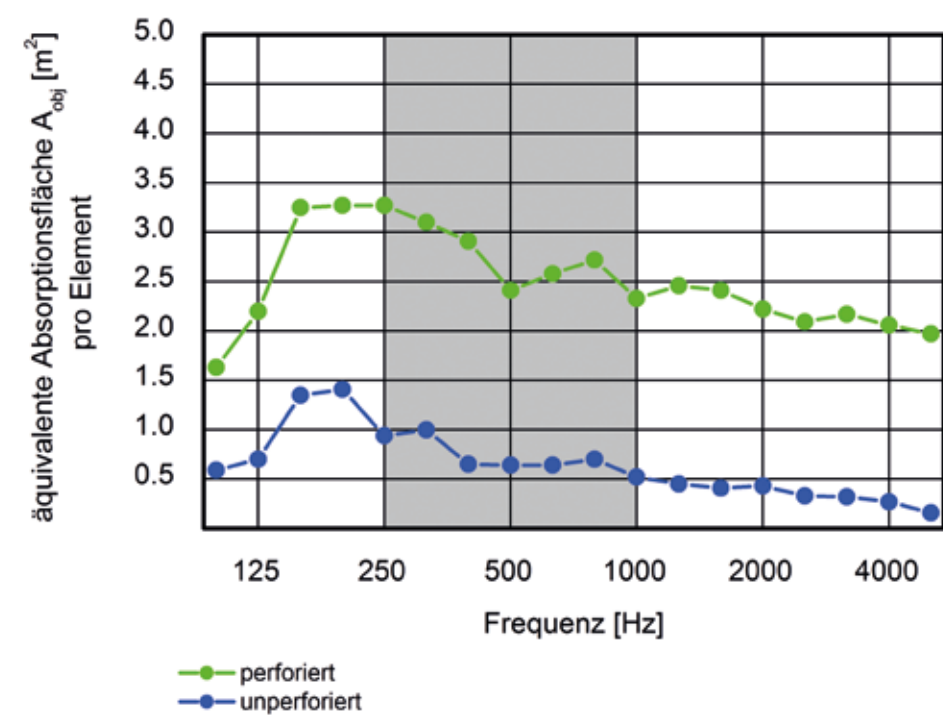
Darüber hinaus wirkt das Möbel aufgrund seiner massiven Bauweise auch immer als Schallschirm. Hierbei ist die Belegung der Oberfläche für die schallschirmende Wirkung zunächst von untergeordneter Bedeutung. Idealerweise sollten Schallschirme in Richtung einer Schallquelle schallabsorbierend gestaltet sein, um 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 Optimierung der Raumakustik mit Hilfe von USM Elementen (USM Möbelbausystem Haller und USM Privacy Panels) gezeigt werden. In den nachfolgenden 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 Akustiktablaren sowie ein entsprechender Stauraum mit Standardtablaren.

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



Angegeben ist jeweils die äquivalente Absorptionsfläche eines Objekts 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 Akustiktablaren ausgestattet, bewirkt die perforierte Oberfläche, hinterlegt mit einem Vlies, eine bemerkenswerte Absorption.

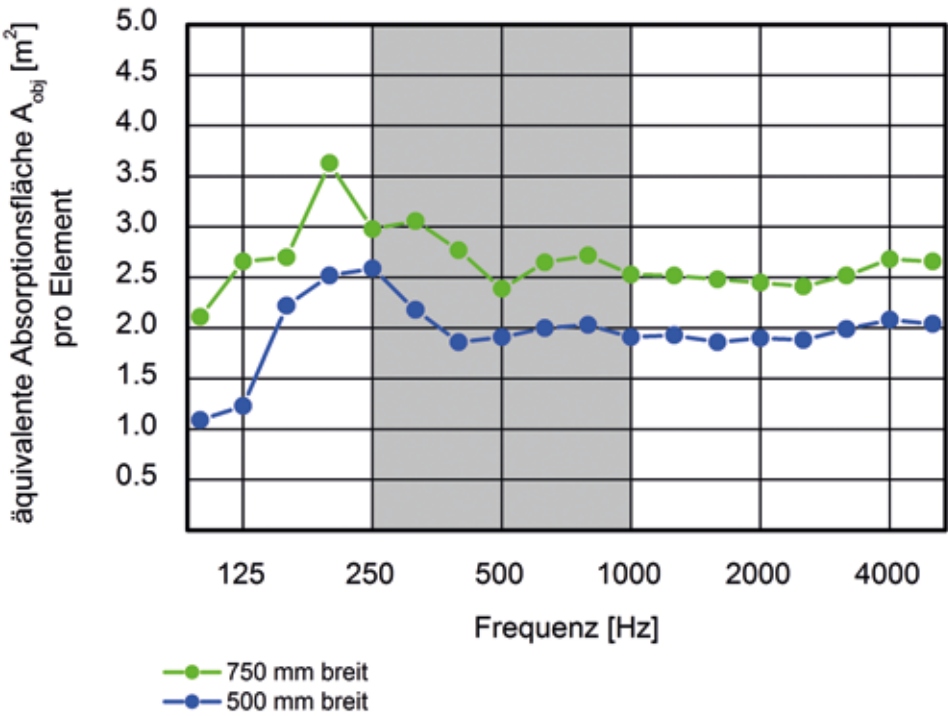
Modulare Absorption bedeutet somit, dass das akustisch wirksame Möbel mittels genauer Berechnung an die jeweilige Anforderung eines Raums angepasst werden kann.

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)

Der folgende Vergleich zeigt, dass auch die Breite des Möbels Einfluss auf die absorbierende Wirkung hat und die äquivalente Absorptionsfläche von der Breite des Möbels abhängt. In der Grafik ist zu erkennen, dass die schallabsorbierende Wirkung in allen Frequenzen um gut 0,5 m² zunimmt, wenn das Möbel von 500 mm Breite auf 750 mm vergrößert wird.



Angegeben ist jeweils die äquivalente Absorptionsfläche für eines Objekts 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:
Bereits das Möbel mit geringerer Breite bewirkt bei perforierter Oberfläche eine bemerkenswerte Absorption. Eine größere Breite des Elements erhöht die Wirkung entsprechend.

Analog 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 der 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, in denen eine Reduzierung des Nachhalls bei zurückhaltender Zonierung zur Wohn- und Lebensqualität beitragen kann.

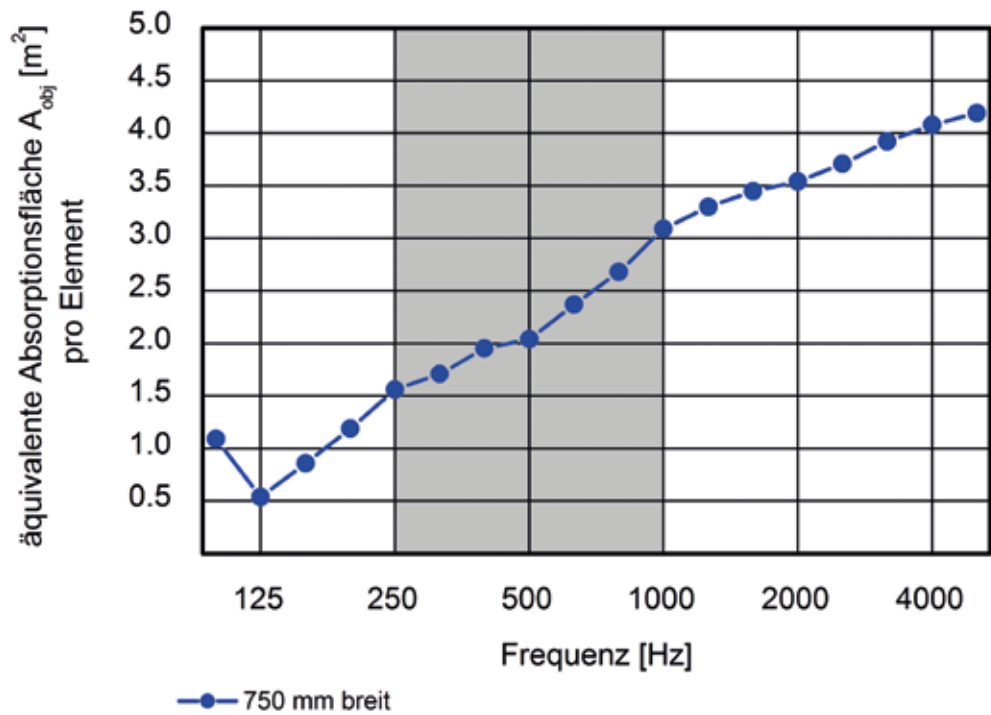


Beispielmessung USM Privacy Panels, freistehend im Raum

Äquivalente Absorptionsfläche einer Kombination aus 7 x 750 mm breiten und 4 x 350 mm hohen USM Privacy Panels mit einer Gesamtoberfläche von 2 x 7,35 m² (Vorder- und Rückseite) beträgt entsprechend 12,6 m².

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

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



Angegeben ist jeweils die äquivalente Absorptionsfläche für ein Objekt im Frequenzbereich 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 als Ersatz zu konventionellen Wänden, Böden und Möblierung notwendig sind, um eine empfohlene Soll-Nachhallzeit zu erreichen. Gezeigt wird, wie sich diese Fläche durch den Einsatz von USM Produkten an Stelle von nicht akustisch wirksamer Möblierung, verringert.



Einzelbüro

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

In einem Einzelbüro mit einer Größe von ca. 10 m² kann eine Soll-Nachhallzeit von 0,5 s ± 20% über den gesamten Frequenzbereich erreicht werden durch:

Variante 1	Variante 2	Variante 3
Konventionelle Möblierung	USM Möbel mit akustisch wirksamen Elementen	USM Möbel mit akustisch wirksamen Elementen
100% Akustikdecke	30% Akustikdecke	4 m² USM Privacy Panels

Fazit

Es werden 70% weniger Absorberfläche an der Decke durch akustisch wirksame Elemente in den USM Möbeln, auf allen vier Seiten benötigt.



akustisch wirksame USM Möbel

Doppelbüro

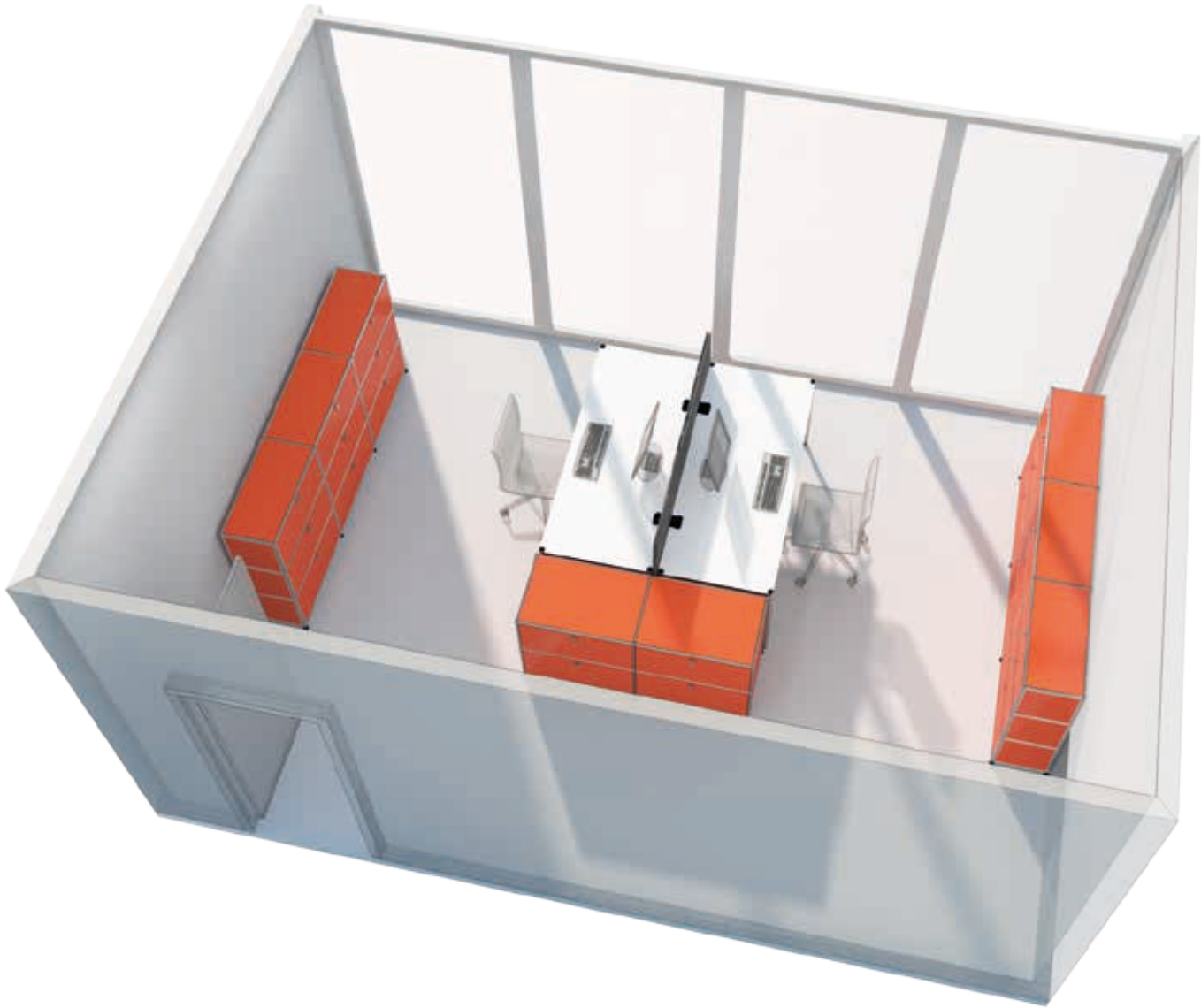
Raumbreite: 5,40 m
Raumlänge: 4,10 m
Raumhöhe: ca. 2,75 m

In einem Doppelbüro mit einer Größe von ca. 22 m² kann eine Soll-Nachhallzeit von 0,5 s ± 20% über den gesamten Frequenzbereich erreicht werden durch:

Variante 1	Variante 2	Variante 3
Konventionelle Möblierung	USM Möbel mit akustisch wirksamen Elementen	USM Möbel mit akustisch wirksamen Elementen
	1,2 m² USM Privacy Panels	
100% Akustikdecke	20% Akustikdecke	6 m² USM Privacy Panels

Fazit

Es werden 80% weniger Absorberfläche an der Decke durch akustisch wirksame Elemente in den USM Möbeln (Akustiktablare auf allen vier Seiten) bzw. ein kompletter Verzicht (100%) auf Akustikdecke bei Einsatz von akustisch wirksamen Elementen in den USM Möbeln und zusätzlich 6 m² USM Privacy Panels (Vorder- und Rückseite) als Screen zwischen den Arbeitsplätzen benötigt.



akustisch wirksame USM Möbel

Open Space

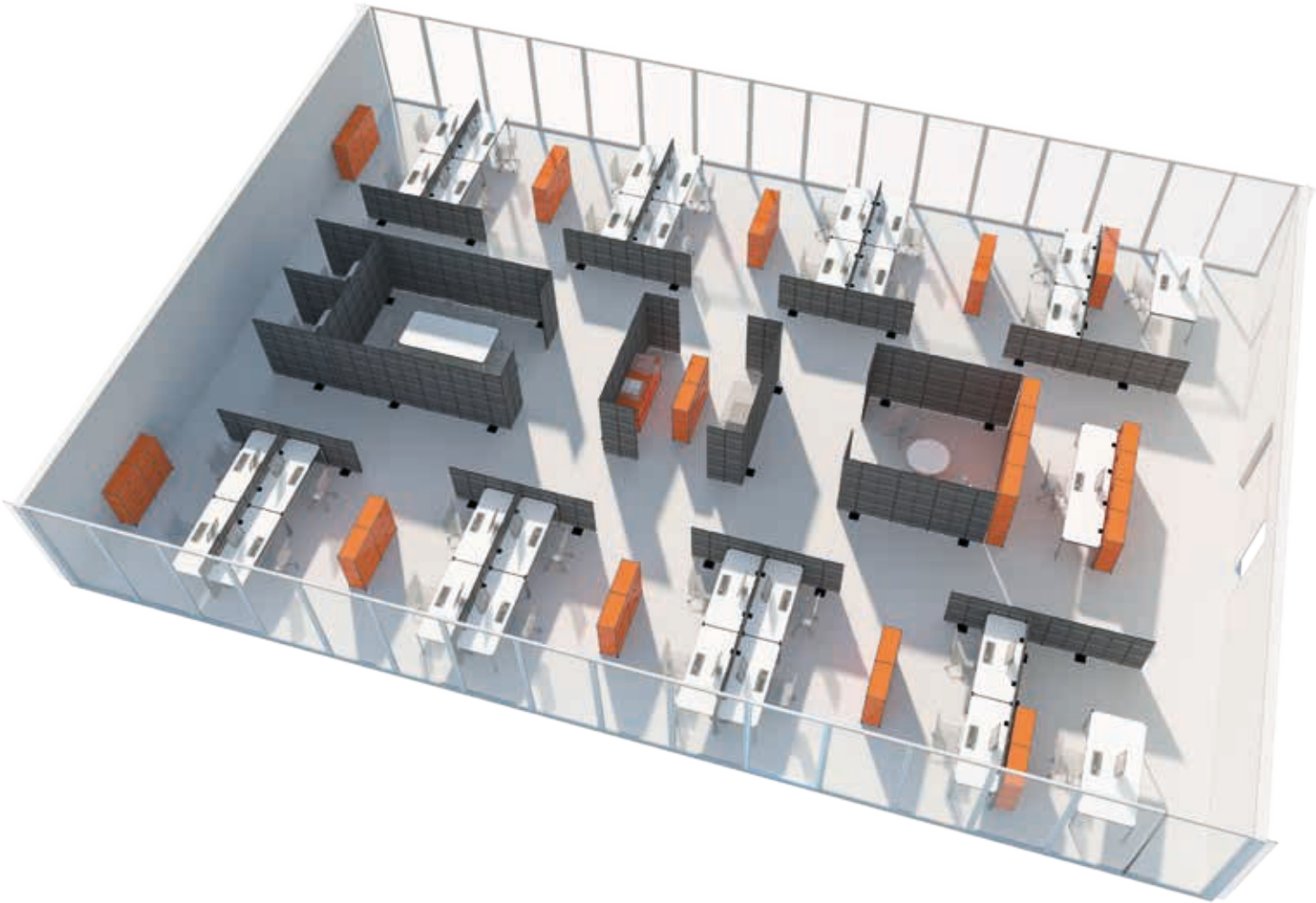
Raumbreite: 21,90 m
Raumlänge: 15,00m
Raumhöhe: ca. 2,75 m

In einem Open Space-Arbeitswelt mit einer Fläche von ca. 330 m², 30 Arbeitsplätzen und zwei Besprechungsbereichen kann eine Soll-Nachhallzeit von 0,78 s ± 20% über den gesamten Frequenzbereich erreicht werden durch:

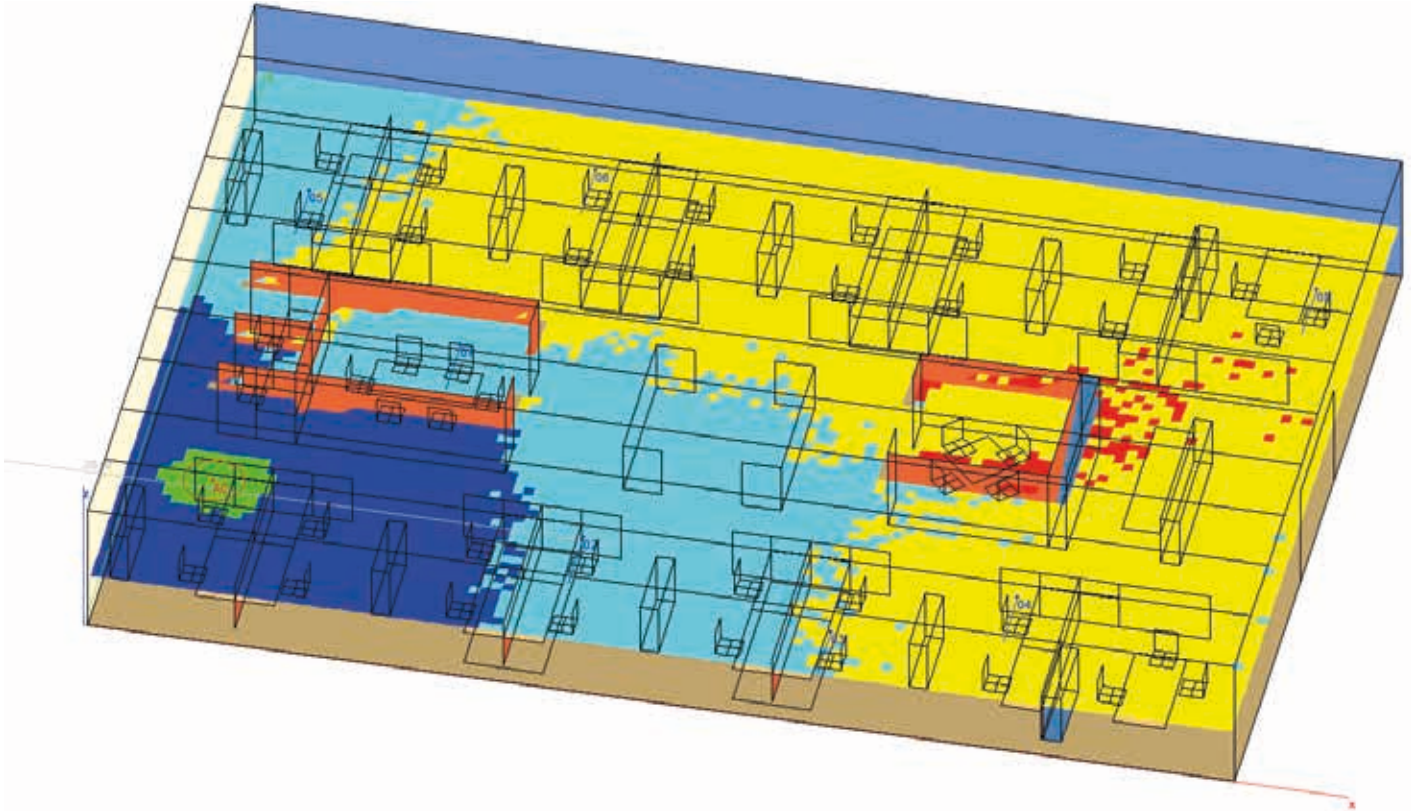
Variante 1	Variante 2
Konventionelle Möblierung	USM Möbel mit akustisch wirksamen Elementen
21 m² Wandabsorber	USM Privacy Panels
100% Akustikdecke	20% Akustikdecke

Fazit

Es werden 80% weniger Absorberfläche an der Decke durch akustisch wirksame Elemente in den USM Möbeln (Akustiktablare auf allen vier Seiten) benötigt. Darüber hinaus wird die für eine gute Raumakustik wichtige Abschirmung zwischen den Arbeitsplätzen durch den Einsatz von 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

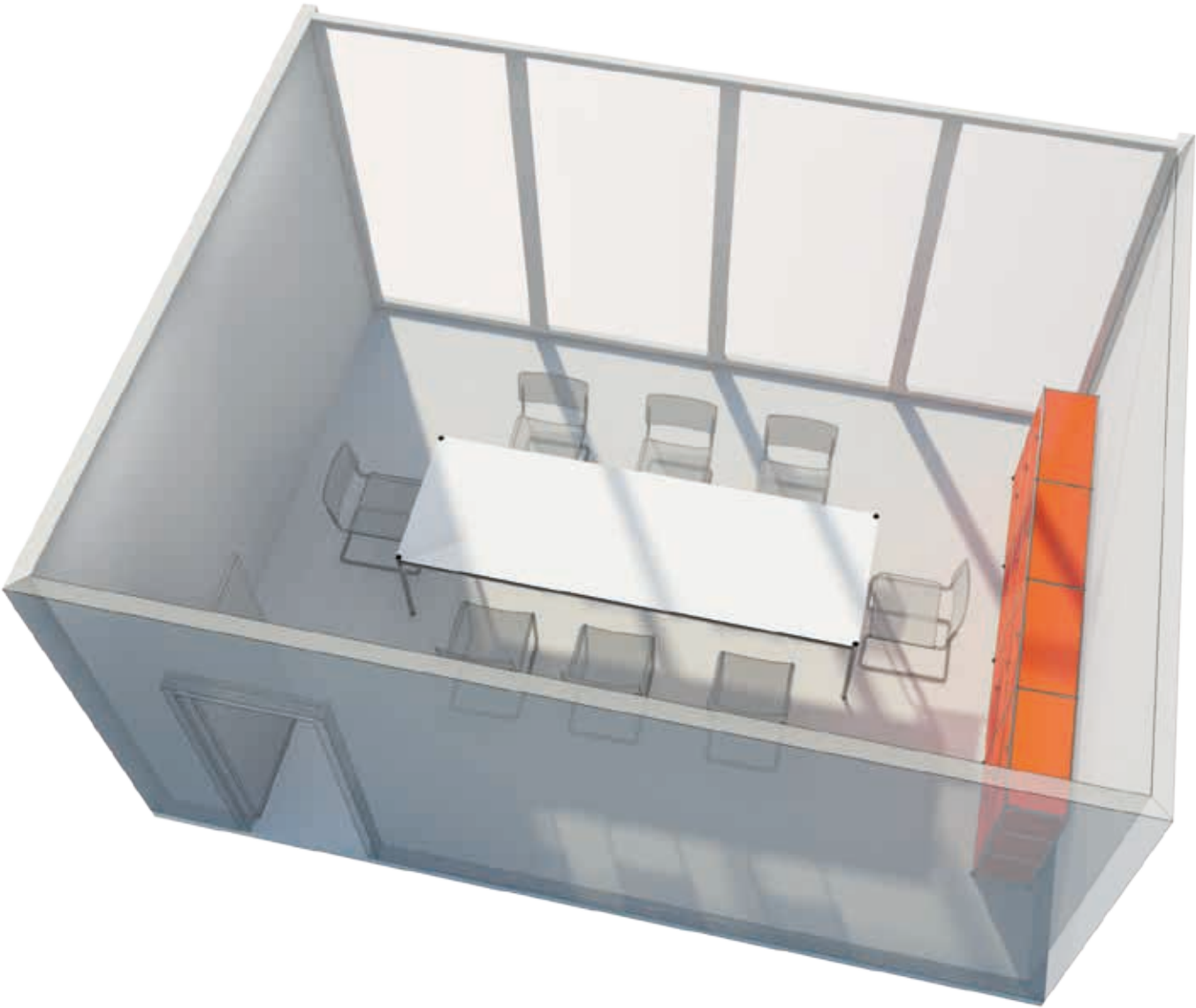
In einem Besprechungsraum mit einer Fläche von ca. 22 m² kann eine Soll-Nachhallzeit von 0,5 s ± 20% über den gesamten Frequenzbereich erreicht werden durch:

Variante 1	Variante 2	Variante 3
Konventionelle Möblierung	USM Möbel mit akustisch wirksamen Elementen	USM Möbel mit akustisch wirksamen Elementen
90% Akustikdecke	60% Akustikdecke	10 m² USM Privacy Panels

In Besprechungs- oder Video-Konferenzräumen ist eine größtmögliche Sprachverständlichkeit essentiell. Diese wird durch eine kurze Nachhallzeit erreicht, darüber hinaus unterstützt die Installation von USM Privacy Panels dabei, unerwünschte Echos zwischen den Seitenwänden zu verhindern.

Fazit

Es werden 40% weniger Absorberfläche an der Decke durch akustisch wirksame Elemente in den USM Möbeln (Akustiktablare auf allen vier Seiten)
oder
ein kompletter Verzicht (100%) auf Akustikdecke bei Einsatz von USM Möbeln in akustischer Ausführung und zusätzlichen 10 m² (Vorder- und Rückseite) USM Privacy Panels benötigt.



akustisch wirksame USM Möbel

Lounge/Wohnen

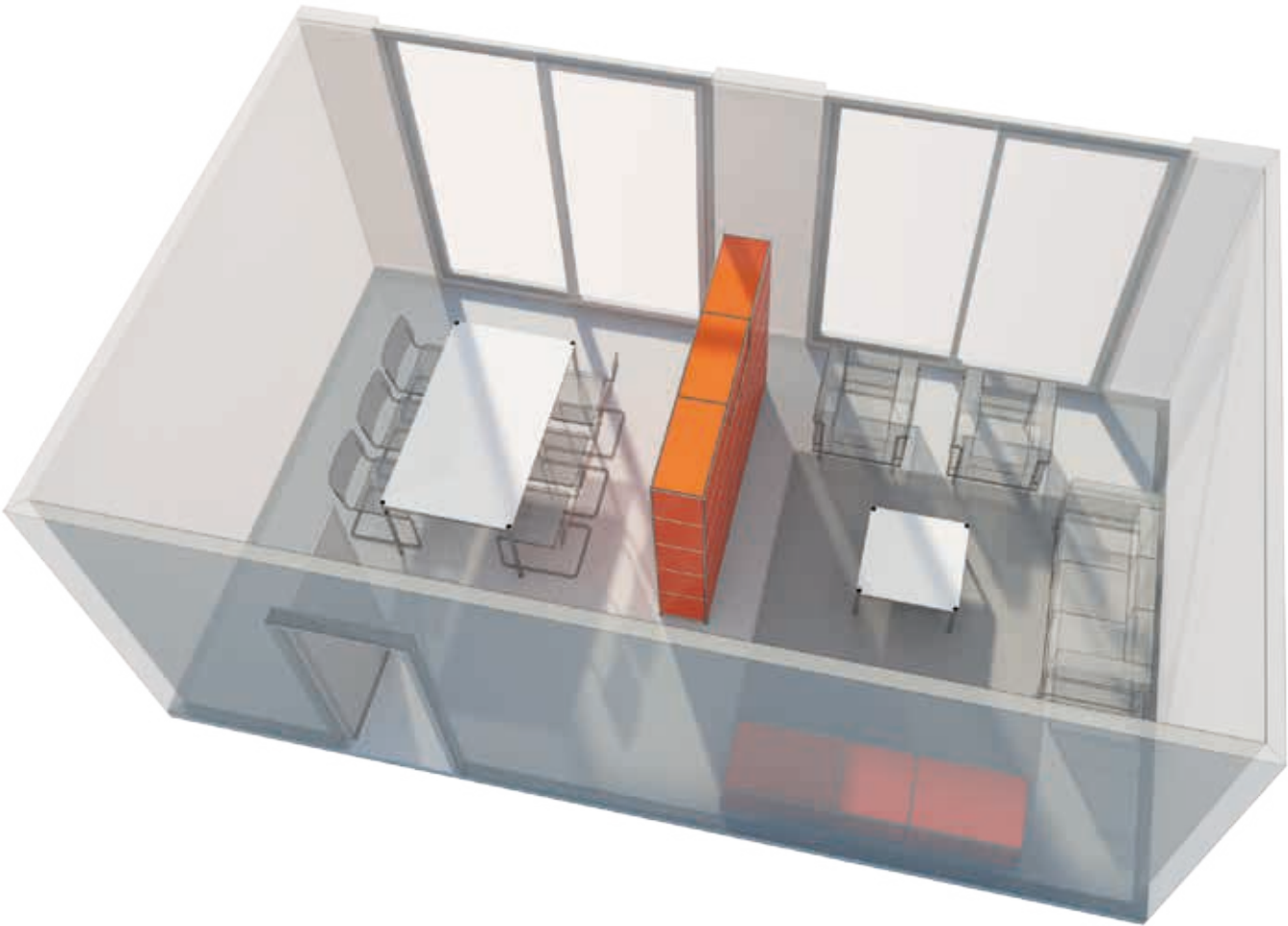
Raumbreite: 5,40 m
Raumlänge: 4,10 m
Raumhöhe: ca. 2,75 m

In einem Lounge- oder Wohnbereich mit einer Fläche von ca. 22 m² kann eine Soll-Nachhallzeit von 0,5 s ± 20% über den gesamten Frequenzbereich erreicht werden durch:

Variante 1	Variante 2	Variante 3
Konventionelle Möblierung	USM Möbel mit akustisch wirksamen Elementen	USM Möbel mit akustisch wirksamen Elementen
100% Akustikdecke	40% Akustikdecke	10 m² Privacy Panels

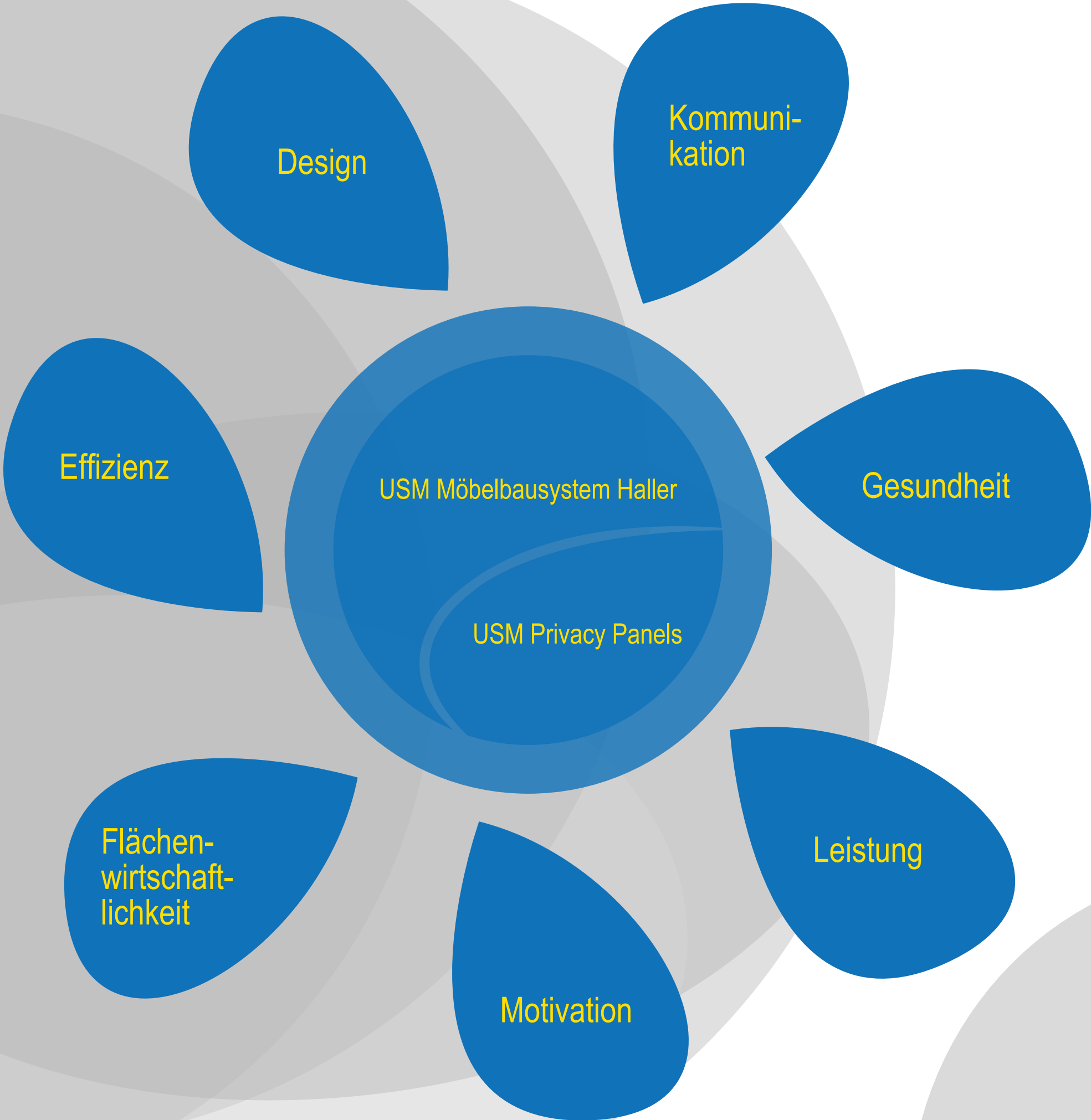
Fazit

Es kann ein kompletter Verzicht (100%) auf Akustikdecke bei Einsatz von akustisch wirksamen Elementen in den USM Möbeln und dem Einsatz von USM Privacy Panels erreicht werden.



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 Captain Thomas Pötzsch.

Alt und Neu

Der Hauptsitz der CTP Service GmbH ist ein zweiteiliges 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. Betrachtet man 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 Container Türen flankieren den Eingangsbereich des Neubaus.





Offene Arbeitswelten

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 aus diesem Grund 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 über.

Akustisch wirksame Büromöbel

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

Daher wurde schon früh im Ausbauprozess Dr. Christian Nocke vom Akustikbüro Oldenburg 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 Haller haben die akustisch wirksamen Türelemente und Tablare perforierte Oberflächen. Ein eingelegtes, hochwirksames Akustik-Vlies sowie 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. Zum anderen 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-Bader 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 Parameter der Unternehmensphilosophie von Schöck – ebenso die Schaffung bester Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter. Ein wesentliches Ziel ist es, nach Möglichkeit kleinteilige Raumstrukturen aufzulösen und an deren Stelle großzügige Open Space-Bürobereiche einzurichten, die dem Leitbild einer offenen und direkten internen Kommunikation 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 gestalterisch umzusetzen.



Höchste Energie- und Bürostandards

Nach Plänen der Architekten Herzog und Wolz wurde der Bau energetisch heutigen 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 Fläche installierten sie eine zeitgemäße Arbeitswelt für 170 Mitarbeiter mit offenen, klar zonierten Bürobereichen und durch Glaswände abgetrennten Besprechungsräumen und Teeküchen. Die bewusst wohnliche Atmosphäre wurde gewünscht, sie stellt sich durch helle Decken und Wände, verdeckt geführte Leitungen und einen hellen Parkettboden aus massiver Eiche ein.

In zwei Schritten zu guter Raumakustik

Zwei Maßnahmen stellten eine optimale Raumakustik in der offenen Arbeitswelt 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 Dr. Christian Nocke vom Akustikbüro Oldenburg konnte die Möblierung maßgeschneidert an die räumlichen Bedingungen angepasst und deren Wirksamkeit durch präzise Messungen nachgewiesen werden. 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 (USM Kitos Tische) ausgestattet.





