

zurückgezogen,
nur zur Information

Lärmschutz-Arbeitsplatz LSA 01-391

Geräuschminderung im Büro

Akustische Raumgestaltung von Call Centern

Anforderungen, Kennwerte, Empfehlungen, Materialien



Herausgeber

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung (DGUV)

Mittelstraße 51
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Bearbeiter: Dipl.-Ing. R. Hertwig
BGIA-Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung,
Fachbereich 4: Arbeitsgestaltung – Physikalische Einwirkungen
Alte Heerstraße 111
53757 Sankt Augustin

Bestell-Nr. BGI/GUV-I 790-310, zu beziehen bei Ihrem zuständigen
Unfallversicherungsträger.
Die Adressen finden Sie unter www.dguv.de

Lärmschutz-Arbeitsplatz LSA 01-391

Geräuschminderung im Büro

Akustische Raumgestaltung von Call Centern

Anforderungen, Kennwerte, Empfehlungen, Materialien

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkung, Anwendungsbereich	5
2	Anforderungen	6
3	Materialeignung	8
3.1	Kennwerte	8
3.2	Herstellerangaben	8
3.3	Bewertung der Herstellerangaben	9
3.4	Empfehlung	10
4	Kriterien für die Materialauswahl	11
4.1	Wand- und Deckenverkleidungen	11
4.2	Schallschirme	12
5	Erreichbare Schallpegelminderung	13
5.1	Schallpegelminderung durch schallabsorbierende Deckengestaltung	13
5.2	Schallpegelminderung durch schallabsorbierende Schallschirme	14
5.2.1	Freistehende Schallschirme	14
5.2.2	Arbeitsplatznahe Schallschirme	15
5.2.3	Arbeitsplatzanordnung	16
6	Zusammenfassung	17
7	Schrifttum	18
Anhang		
1.	Schallabsorbierende Deckengestaltung	19
2.	Schallabsorbierende Wandgestaltung	20
3.	Schallabsorbierende Stellwände / Tischaufsatzwände:	21

1 Vorbemerkung, Anwendungsbereich

Die Geräuschbelastung der Arbeitsplätze in Call Centern wird vorwiegend durch die große Anzahl von Telefongesprächen bestimmt, die mit individuell unterschiedlicher Lautstärke geführt werden.

Bei hoher Arbeitsplatzdichte und großer Häufigkeit der Telefonate entstehen hohe Schallpegel, so dass die Kommunikation per Telefon erheblich erschwert wird. Die von benachbarten Arbeitsplätzen übertragenen Geräusche lenken die Mitarbeiter von der eigentlichen Tätigkeit ab und beeinträchtigen die Konzentration und die Leistungsfähigkeit (siehe auch [1], [8]). Die akustische Raumgestaltung hat dabei eine große Bedeutung.

Diese Aussagen gelten auch für andere Mehrpersonenbüros, wenn entweder häufig Telefonate geführt werden oder sprachliche Kommunikation innerhalb von Kleingruppen Bestandteil der Arbeit ist.

Um die in solchen Räumen Pegel bestimmende gegenseitige Geräuschbelastung der Mitarbeiter zu mindern, sind Maßnahmen zur Verbesserung der Raumakustik (Reflexionsschallminderung) unabdingbar. Wegen der meist geringen Distanzen zwischen den Arbeitsplätzen wird aber über die Schallabsorption allein häufig keine ausreichende Schallpegelminderung erzielt, so dass ggf. zusätzlich Abschirmungen und Stellwände (Direktschallminderung) dringend zu empfehlen sind. Diese Elemente werden nachfolgend unter dem Begriff „Schallschirme“ (entsprechend DIN EN ISO 17624 [2]) zusammengefasst. Zahlreiche Berichte, Richtlinien und Normen geben Informationen zu akustisch sinnvollen Anforderungen an die akustische Raumgestaltung und auch zur Berechnung erforderlicher Nachrüstungen, um z.B. einen bestimmten raumakustischen Kennwert zu erreichen (z.B. [3], [4], [5], [6]). Die Bestimmung quantitativer Daten (wie z.B. die erforderliche äquivalente Absorptionsfläche) zur Ausstattung oder Nachrüstung von Call Centern soll hier jedoch nicht Thema sein; diesbezüglich sei auf die bereits genannten Richtlinien und Normen verwiesen. Zusammenfassend kann man feststellen, dass für ein Call Center eine hochwertige schallabsorbierende Raumauskleidung in Größe der Deckenfläche als Mindestausstattung empfohlen wird, um eine angemessene akustische Umgebung für die Arbeitsplätze herzustellen.

Der Einsatz hoch absorbierender Materialien muss aber auch für die oben bereits erwähnten Schallschirme gefordert werden, denn ohne diese Ausstattung würden diese Elemente den Schall reflektieren und dadurch zu einer Pegelerhöhung im direkten Umfeld führen. Zudem wäre bei fehlender Absorption die mit dem Schallschirm erzielbare Abschirmwirkung geringer (siehe auch [2]).

Um bei der akustischen Ausstattung von Call Centern ein Optimum zwischen Aufwand und Wirkung zu erzielen, ist es von

großer Bedeutung, dass Materialien und Bauelemente zum Einsatz kommen, die für die hier betrachtete Anwendung im Call Center besonders geeignet sind.

Dieser Beitrag soll helfen, Fehler bei der Auswahl von Materialien für Raumbooberflächen und Schallschirme zu vermeiden. Er beschreibt die Anforderungen, erläutert die Herstellerangaben, erklärt wichtige Zusammenhänge und gibt Hinweise zur Auswahl besonders geeigneter Produkte zur Lärminderung in Call Centern. Im Anhang ist eine entsprechende Auswahl von Produkten zusammengestellt.

2 Anforderungen

Die akustischen Anforderungen an ein Call Center orientieren sich vorrangig an der Geräuschbelastung am Arbeitsplatz, das heißt an der Geräuscheinwirkung aus der Arbeitsplatzumgebung. Wenn man davon ausgeht, dass es sich bei Call Centern um Arbeitsplätze mit überwiegend geistiger Tätigkeit handelt, so muss für die Geräuscheinwirkung am Arbeitsplatz die Unterschreitung des nach VDI 2058 Blatt 3 [8] empfohlenen Grenzwertes von 55 dB(A) am Arbeitsplatz gefordert werden [3 und 7], wobei in verschiedenen Quellen (z.B. [9]) noch niedrige Beurteilungspegel als erstrebenswert angesehen werden. Für Tätigkeiten mit „mittlerer Komplexität“ [8] muss dagegen die Unterschreitung des Beurteilungspegels von 70 dB(A) gefordert werden.

Neben der Konzentrationsfähigkeit sind aber gerade in Call Centern noch zwei weitere Aspekte von Bedeutung. Bei der Kommunikation per Telefon wird Sprache übermittelt und Sprache empfangen. Um die empfangene Sprache einwandfrei zu verstehen ist eine möglichst störungsfreie Übertragung notwendig. Da viele Headsets und auch Telefonhörer keine nennenswerte Schalldämmung aufweisen (siehe auch [1]), muss bei hoher Geräuscheinwirkung von Nachbararbeitsplätzen die Hörerlautstärke entsprechend angehoben werden, was zu einer zusätzlichen Belastung des Arbeitsplatzes führt. Auch die Sprachübermittlung per Telekommunikation soll möglichst störungsfrei sein und

es sollen keine Gesprächsinhalte von Nachbararbeitsplätzen übertragen werden. Selbst mit sehr guter Telekommunikationstechnik sind diese Forderungen nur bei ausreichend reduzierter Geräuscheinwirkung von Nachbararbeitsplätzen zu erfüllen.

Nach eigenen Messungen liegen die Beurteilungspegel in kleinen bis mittleren Call Centern im Pegelbereich zwischen 52 und 63 dB(A), wobei in fast allen betrachteten Räumen an mindestens einem Arbeitsplatz ein Pegel von 60 dB(A) überschritten wird. Ähnliche Ergebnisse sind in einem Bericht der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin [7] beschrieben. In großen Call Centern werden bei hoher Arbeitsplatzdichte noch höhere Schallpegel erreicht. Vergleicht man die oben genannten Forderungen mit der realen Situation in Call Centern, so wird deutlich, dass häufig alle Möglichkeiten der Geräuschminderung ausgeschöpft werden müssen, um wenigstens annähernd die oben genannten Forderungen zu erfüllen.

Da es bei der Planung und Umsetzung von Lärminderungsmaßnahmen in den hier betrachteten Räumen mit erster Priorität um die Senkung des A-bewerteten Schallpegels geht, muss sich die Auswahl von Materialien unbedingt an der Frequenzcharakteristik des Geräusches orientieren, das gemindert werden soll, und zwar unter Berücksichtigung der A-Bewertung des Geräusches!

Schalleinwirkung am Arbeitsplatz in zwei Call Centern

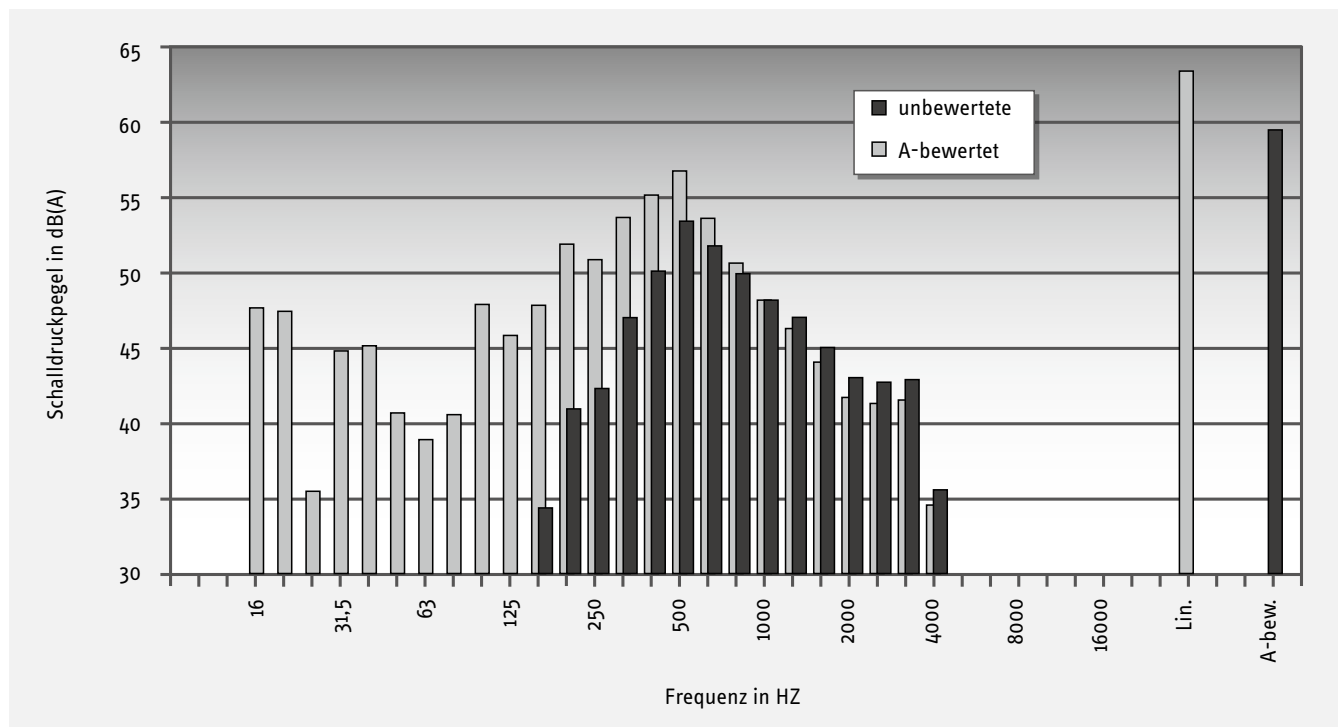


Bild 1: Kleiner Raum mit geringer Schallabsorption

Die beiden Abbildungen (Bild 1 und Bild 2) zeigen für Call Center typische Schalldruckspektren. Das erste Spektrum (Bild 1) wurde in einem kleinen Servicecenter mit hoher Arbeitsplatzdichte und geringer akustischer Ausstattung aufgezeichnet, während das zweite Spektrum (Bild 2) in einem etwas größeren Servicecenter (18 Arbeitsplätze) mit geringer Arbeitsplatzdichte und guter akustischer Ausstattung (schallabsorbierende Decke und schallabsorbierende Tischaufsätze/Abschirmungen) entstand. Das Schallpegelniveau ist erwartungsgemäß sehr unterschiedlich, jedoch liegen in beiden Beispielen die Pegelmaxima im A-bewerteten Spektrum im Frequenzbereich zwischen 500 Hz und 1000 Hz. Im Einzelfall kann das Frequenzspektrum eines Sprechers auch noch unterhalb 500 Hz hohe Schallpegel enthalten, jedoch ist dies in der Summe bei mehreren Sprechern nicht von Bedeutung.

Um den A-Schallpegel zu senken, muss dementsprechend das Absorptionsvermögen aller zur akustischen Raumgestaltung von Call Centern eingesetzten Materialien im Frequenzbereich um 500 Hz bis 1000 Hz besonders gut sein. Und wie die Spektren in Bild 1 und Bild 2 zeigen, gilt dies nicht nur für den unbehandelten Raum, sondern auch für die Nachrüstung in einem bereits behandelten Raum.

Damit sind die qualitativen Anforderungen an das Schallabsorptionsvermögen der Materialien unter dem Fokus auf die erforderliche Schallpegelsenkung ausreichend definiert.

Natürlich gibt es auch andere wünschenswerte Effekte durch Absorption in anderen Frequenzbereichen (so kann z.B. die Absorption bei hohen Frequenzen – durch Teppichboden oder Vorhänge – zu einer deutlichen Verbesserung der „akustischen Behaglichkeit“ führen, ohne dass dies mit einer nennenswerten Pegelsenkung verbunden ist), jedoch würden solche Betrachtungen den Rahmen dieses Beitrages sprengen.

Bezüglich der Quantität lässt sich nach DIN 18041 [5] z.B. für Call Center mit einer lichten Raumhöhe von 2,5 m eine schallabsorbierend zu gestaltende Fläche in Größe der Grundfläche des Raumes bestimmen, wenn das verwendete Material zwischen 500 Hz und 2000 Hz 90% der Schallenergie absorbiert. Bei geringerer Absorption ist eine entsprechend größere Fläche erforderlich (siehe Abschnitt 4.1).

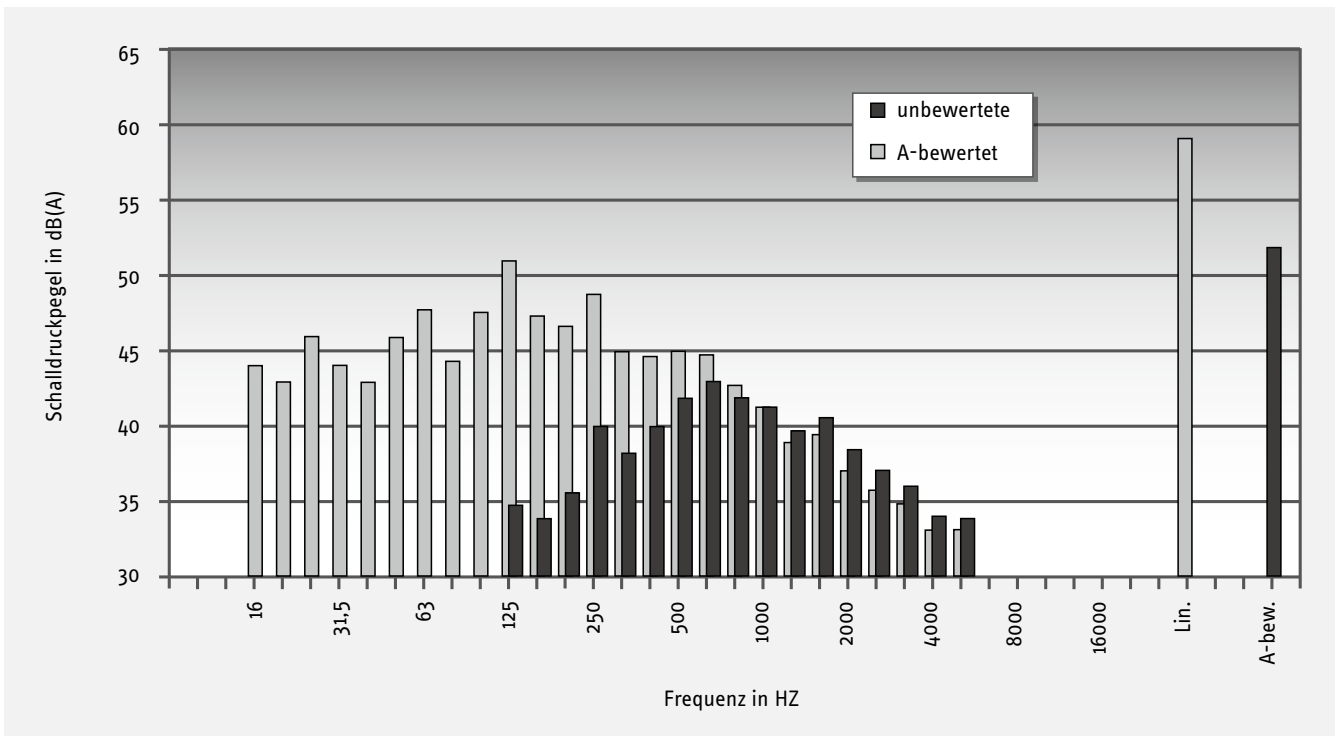


Bild 2: Mittelgroßer Raum mit guter Schallabsorption

3 Materialeignung

Zur Beurteilung der Eignung eines schallabsorbierenden Materials, eines Deckenaufbaus mit Schallabsorptionselementen oder eines Schallschirmes stehen verschiedene akustische Kennwerte zur Verfügung, die der Hersteller ermitteln lässt und in der Regel in Form von Diagrammen und/oder Tabellen oder auch mit einem Einzahlkennwert angibt. Um diese Kennwerte etwas zu veranschaulichen und auch um auf mögliche Tücken hinzuweisen, soll eingangs möglichst einfach das Verfahren zur Bestimmung dieser Kennwerte beschrieben werden.

3.1 Kennwerte

Das Absorptionsvermögen von Materialien und Bauelementen lässt sich nach verschiedenen Verfahren bestimmen. Die meisten Herstellerangaben basieren auf Messungen in einem Hallraum. Die Messanordnung sowie die Durchführung und Auswertung der Messungen sind in DIN EN ISO 354 [10] (zuvor DIN EN 20354) beschrieben. Bei diesen Messungen wird (etwas vereinfacht ausgedrückt) für verschiedene Frequenzen die mit dem Material bzw. Bauelement erreichte Verbesserung der Schallabsorption im Messraum bestimmt. Die zunächst ermittelte Kenngröße für die festgestellte Verbesserung ist die zusätzliche *äquivalente Schallabsorptionsfläche A*.

Die *äquivalente Schallabsorptionsfläche A* ist eine hypothetische Fläche mit hundertprozentiger Absorption, die genau so viel Schallenergie absorbieren würde, wie die tatsächlichen Materialflächen bzw. wie die vorhandenen Bauelemente (z.B. Schallschirme) innerhalb des Raumes.

Dividiert man die ermittelte zusätzliche äquivalente Schallabsorptionsfläche *A* durch die wirksame Materialfläche *S*, so erhält man als zweite Kenngröße den Schallabsorptionsgrad α_s .

Gleichung:

$$\alpha_s = A/S$$

mit A = äquivalente Schallabsorptionsfläche in m^2
 S = wirksame Materialfläche in m^2

Anmerkung 1

Beide Kenngrößen sind frequenzabhängig und müssen deshalb im Prüfbericht in einer Tabelle und einem Diagramm für die Terzbänder mit den Mittenfrequenzen zwischen 100 Hz und 5000 Hz angegeben werden. Zusätzlich können Oktavwerte als arithmetisches Mittel aus den entsprechenden 3 Terzwerten errechnet werden.

Entsprechend der Norm sollen für alle Produkte, die zur Flächenverkleidung eingesetzt werden, also auch für Elementdecken z.B. aus Absorberrollen oder Baffeln mit einer vorgegebenen Anordnung, die **Schallabsorptionsgrade** α_s angegeben werden, wobei als Bezugsfläche immer die **bedeckte Raumoberfläche** anzusetzen ist.

Für einzelne Objekte wie z.B. Stellwände, Polsterstühle oder auch einzelne Absorber sieht die Norm dagegen die Angabe der **äquivalenten Schallabsorptionsfläche A je Element** vor.

Zusätzlich zu den beiden oben erläuterten Kennwerten kann nach DIN EN ISO 11654 [11] der Einzahlkennwert α_w ermittelt und angegeben werden. Dieser Kennwert wird aus den frequenzabhängigen Laborwerten durch ein Bewertungsverfahren errechnet und soll durch die Reduzierung der Ergebnisse auf einen einzigen Wert einen schnellen Überblick über das Absorptionsvermögen geben. Eine Beurteilung des Materials auf der Basis dieses Einzahlkennwertes erfordert allerdings vom Anwender die Kenntnis des Bewertungsverfahrens. Bei speziellen Anforderungen an die Schallabsorption eines Materials muss dann aber doch auf die frequenzabhängig ermittelten Laborwerte zurückgegriffen werden. Die Hersteller geben deshalb diesen Kennwert i.d.R. nicht allein, sondern teilweise zusätzlich an.

3.2 Herstellerangaben

Bei fast allen schallabsorbierenden Produkten, die zur Flächenverkleidung eingesetzt werden, also auch bei Elementdecken z.B. aus Absorberrollen oder Baffeln, sind die Herstellerangaben normgerecht und gut verständlich. Das heißt, der Hersteller gibt neben der Produktbeschreibung in Form von Frequenzdiagrammen und meist auch in Tabellenform die Schallabsorptionsgrade für ausgewählte Materialdicken und ggf. für verschiedene Einbauzustände (z.B. bei Plattenmaterial in Abhängigkeit vom Wand- bzw. Deckenabstand oder bei Elementdecken in Abhängigkeit vom Reihenabstand der Elemente) an.

Problematisch ist die Situation bei Schallschirmen, für die das Prüfprotokoll normgerecht (siehe oben) frequenzabhängig die äquivalente Schallabsorptionsfläche *A* pro Element ausweist. Einige Hersteller geben auch tatsächlich diese Ergebnisse in den Produktunterlagen an. Diese Angabe hat allerdings einen erheblichen Nachteil, denn der Kunde bzw. Planer will i.d.R. mehrere Produkte auch bezüglich der akustischen Eigenschaften miteinander vergleichen. Da aber die Schallschirme verschiedener Hersteller nicht die gleiche Größe haben, ist auf Basis der Angabe der frequenzabhängigen äquivalenten Schallabsorptionsfläche pro Element ein direkter Vergleich nicht möglich.

Manche Hersteller haben den Ausweg darin gefunden, dass sie frequenzabhängig die äquivalente Schallabsorptionsfläche *A* pro m^2 Schallschirm für einen bestimmten Aufbau angeben. Die Mehrzahl der Hersteller geht allerdings noch einen Schritt wei-

ter und gibt direkt die frequenzabhängigen Schallabsorptionsgrade α_s für ihre Schallschirme an.

3.3 Bewertung der Herstellerangaben

Leider lauern gerade bei dieser Art der Herstellerangabe einige Gefahren, die auf einen etwas unbedachten Umgang mit den Laborwerten zurückzuführen sind. Bisweilen werden auch Angaben in den Prospekten gemacht, die auf Basis der Normvorgaben nicht nachvollziehbar sind. So finden sich teilweise in den Produktunterlagen von Schallschirmen Diagramme und Tabellen, in denen für einzelne Frequenzbereiche Schallabsorptionsgrade α_s von z.B. 1,5 oder sogar 1,6 angegeben werden. Diese Angaben suggerieren beim weniger fachkundigen Betrachter eine außergewöhnlich gute Absorptionsfähigkeit des Produktes. Fakt ist aber, dass der im Hallraum ermittelte Schallabsorptionsgrad zwar größer als 1,0 werden kann (siehe Anmerkung 2) jedoch liegt das Maximum bei ca. 1,2.

Anmerkung 2

Physikalisch ist der Schallabsorptionsgrad das Verhältnis von nicht reflektierter Schallenergie zu auftretender Schallenergie. Das Maximum wird erreicht, wenn keine Schallenergie reflektiert wird und damit der Schallabsorptionsgrad $\alpha=1$ beträgt. Wird der Schallabsorptionsgrad aus der Nachhallzeit nach DIN EN ISO 354 [10] ermittelt, so sind auf Grund von verschiedenen Effekten (z.B. Streueffekte) auch Ergebnisse für den so ermittelten „statistischen“ Schallabsorptionsgrad von $\alpha_s > 1$ möglich.

Die Erklärung für die zu hohen Herstellerangaben für den Schallabsorptionsgrad liegt in dessen Berechnung. Es handelt sich bei diesen zu hohen Werten um Ergebnisse, die aus der äquivalenten Schallabsorptionsfläche pro m^2 Stellwand (beidseitig absorbierend) berechnet wurden. Macht der Hersteller dazu die Angabe, dass die Werte sich auf den m^2 Stellwand beziehen und nicht auf die wirksame Oberfläche (leider fehlt diese Angabe häufig), so ist die Angabe zwar in sich korrekt, aber sie ist nicht normgerecht und führt zu Irritationen, da sie nicht direkt (ohne Umrechnung) mit den Angaben anderer Hersteller vergleichbar ist.

Nach der gültigen Messnorm [10] ist diese Art der Angabe für Einzelelemente nicht vorgesehen. Wenn überhaupt für ein Einzelelement die Schallabsorptionsgrade angegeben werden, dann muss die wirksame (beschallte) Oberfläche, d.h. bei einer beidseitig schallabsorbierenden Stellwand beide Seiten der Stellwand, als Fläche in die Berechnung des Schallabsorptionsgrades einfließen. In der aktuellen Fassung der Messnorm [10] wird in einer Anmerkung besonders darauf hingewiesen.

Die korrekte Berechnung des Schallabsorptionsgrades α_s für eine Stellwand aus der vom Hersteller angegebenen Äquivalenten Schallabsorptionsfläche **A** zeigt das folgende Beispiel für einige Frequenzbänder.

Beispiel

Herstellerangaben

Äquivalente Schallabsorptionsfläche **A** einer Bürostellwand
Ausführung: beidseitig schallabsorbierend
Größe in mm: 1700 x 1200
Dicke in mm: 40

Frequenz f Hz	A m ²	Frequenz f Hz	A m ²
400	1.6	800	2.0
500	1.6	1000	2.1
630	1.7	1250	2.3

Rechnung

wirksame schallabsorbierende Fläche **S** der Stellwand
 $S = 1,7m \times 1,2m \times 2 = 4,08 m^2$

Schallabsorptionsgrad $\alpha_s = A/S$ (z.B. für 400Hz: $1,6/4,08 = 0,39$)

Frequenz f Hz	α_s	Frequenz f Hz	α_s
400	0.39	800	0.49
500	0.39	1000	0.51
630	0.42	1250	0.56

Die so errechneten Schallabsorptionsgrade sind mit den Angaben, die für Flächenverkleidungen gemacht werden, direkt vergleichbar.

Eine mögliche Fehlerquelle wird erst erkennbar, wenn man Prospekt und Prüfprotokoll miteinander vergleichen kann. Manche Hersteller von schallabsorbierenden Schallschirmen lassen nicht die fertigen Elemente prüfen, sondern die absorbierende „Schale“ ihrer Elemente, also z.B. die Kombination von Schallabsorptionsmaterial und Stoffbespannung. Gegen diese Art der Prüfung ist nichts einzuwenden, solange die Prüfanordnung (siehe Anmerkung 3) dem Einbauzustand im Element entspricht. Leider ist dies nicht immer der Fall.

Anmerkung 3

Bei der Prüfung von Schallabsorptionsmaterial im Hallraum wird das Material in ausreichender Menge (siehe [10]) über bzw. auf dem Hallraumboden angeordnet. In welchem Abstand vom Boden die Prüfung durchgeführt wird, wird vom Hersteller vorgegeben. Bei den meisten Materialien hat der Abstand einen Einfluss auf das Schallabsorptionsvermögen, d.h. die Absorption ist meist besser, wenn der Abstand größer gewählt wird. Bei Schallschirmen wird aber i.d.R. das Absorptionsmaterial direkt auf die schalldämmende Mittellage aufgebracht. Verwertbare Prüfergebnisse müssten für diesen Aufbau also ohne Abstand zum Hallraumboden ermittelt werden.

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass es zwar wünschenswert wäre, wenn alle Hersteller auch für Schallschirme den Schallabsorptionsgrad frequenzabhängig angeben würden, da hierdurch die Beurteilung der akustischen Qualität von Schallschirmen auf die gleiche Basis gestellt wäre wie bei den übrigen Produkten. Jedoch ist ein echter Nutzen dieser Angabe nur dann gegeben, wenn alle Kennwerte fachgerecht und normgerecht ermittelt wurden. Solange dies nicht gewährleistet ist, ist die normgerechte Angabe der äquivalenten Schallabsorptionsfläche A pro Element die bessere, weil zuverlässigere Wahl.

3.4 Empfehlung

Wie im Abschnitt 3.2 beschrieben, ist der Vergleich von Produkten, die zur Flächenverkleidung eingesetzt werden, unproblematisch. Der Vergleich kann auf Basis von Herstellerangaben erfolgen.

Auch wer sich einen schnellen Überblick über die Absorptionseigenschaften von Schallschirmen verschaffen will, kann dies auf der Basis von Herstellerangaben tun, jedoch kann man bei angegebenen Schallabsorptionsgraden von deutlich mehr als 1,2 davon ausgehen, dass die angegebenen Werte nicht auf die wirksame Oberfläche sondern nur auf die einfache Schirmfläche bezogen sind. Für den Vergleich wären die angegebenen Werte aus den oben genannten Gründen also zu halbieren.

Im Zweifelsfall kann nur das Prüfprotokoll, das beim Hersteller angefordert werden kann, Klarheit verschaffen.

4 Kriterien für die Materialauswahl

Wie im Abschnitt 2 ausführlich beschrieben, sollten in Call Centern Schallabsorptionsmaterialien zum Einsatz kommen, die im Frequenzbereich um 500 Hz bis 1000 Hz besonders gut absorbieren. Dies gilt sowohl für die Materialien, die für Wand- und Deckenverkleidungen verwendet werden, als auch für Schallschirme. Die Gründe für diese Forderung sind allerdings bei Schallschirmen etwas andere als bei den Wand- und Deckenverkleidungen.

4.1 Wand- und Deckenverkleidungen

Als Maß für die angestrebte akustische Qualität eines Raumes wird in der Normung vorwiegend die Nachhallzeit oder der mittlere Schallabsorptionsgrad des Raumes verwendet. Aus diesen Werten, den Raumabmessungen und dem durch Messung oder Berechnung ermittelten, bereits vorhandenen Absorptionsvermögen kann der Planer die noch in den Raum einzubringende äquivalente Schallabsorptionsfläche ermitteln. Die tatsächliche akustische Situation ist aber nicht nur von der Größe der äquivalenten Schallabsorptionsfläche, sondern auch von der Positionierung der schallabsorbierenden Flächen im Raum abhängig.

Die schallabsorbierende Gestaltung von Wand- und Deckenflächen hat zwei wesentliche Effekte. Der erste Effekt ist die Minderung von Reflexionsschall im direkten Umfeld einer Schallquelle. Dieser Effekt ist am größten, wenn die Flächen, die der Schallquelle am nächsten sind, keinen Schall reflektieren. Der zweite Effekt ist die Verbesserung der Schallausbreitungsverhältnisse, die zu einer geringeren Schalleinwirkung anderer Quellen aus der Umgebung führt. Dieser Effekt ist am größten, wenn alle Flächen zwischen Schallquelle und Empfänger keinen Schall reflektieren.

Die Räume, in denen Call Center untergebracht sind, sind zwar in ihrer Grundfläche sehr unterschiedlich, jedoch handelt es sich vorwiegend um Räume mit einer vergleichsweise geringen Deckenhöhe (üblicherweise ca. 2,5m bis 3m). Damit ist, außer in kleinen Räumen (< 50 m²), die Deckenfläche für die meisten Arbeitsplätze die nächstgelegene reflektierende Fläche. Da die Deckenfläche auch die größte freie, und damit i.d.R. belegbare Fläche darstellt, kommt in größeren Call Centern mit erster Priorität die Deckenfläche für eine schallabsorbierende Belegung in Betracht.

In kleinen Call Centern kann es dagegen sinnvoll sein, vorrangig die Wandflächen schallabsorbierend zu belegen, oder Decken- und Wandbelegung zu kombinieren. Dies gilt auch überall dort, wo die Arbeitsplätze vorwiegend in Wandnähe angeordnet sind.

Steht im konkreten Fall die erforderliche äquivalente Schallabsorptionsfläche A für den relevanten Frequenzbereich fest (DIN 18041 bzw. s.o.), dann entscheidet das Absorptionsvermögen des

ausgewählten Materials über die tatsächlich in den Raum einzubringende Fläche Schallabsorptionsmaterial.

Beträgt z.B. der Schallabsorptionsgrad des Materials im Frequenzbereich um 500 Hz bis 1000 Hz ca. $\alpha_s = 1,0$, so entspricht die einzubringende Fläche Schallabsorptionsmaterial der äquivalenten Schallabsorptionsfläche A . Wird aber ein Material oder Deckensystem mit einem geringeren Schallabsorptionsgrad eingesetzt, so muss eine entsprechend größere Fläche für die Belegung vorgesehen werden, um die gleiche äquivalente Schallabsorptionsfläche zu realisieren. Die in Bild 3 dargestellte Grafik veranschaulicht den erhöhten Materialbedarf in Abhängigkeit vom Schallabsorptionsgrad des Materials.

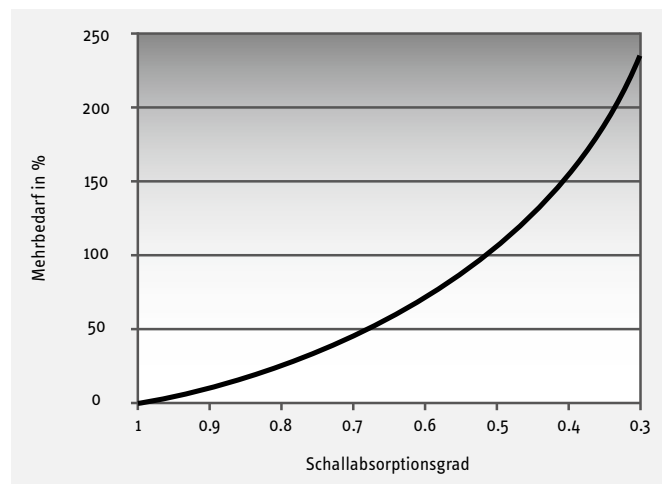


Bild 3: Material-Mehrbedarf bei niedrigen Schallabsorptionsgraden

Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass durch die größere Materialmenge zwar die erforderliche äquivalente Schallabsorptionsfläche realisiert werden kann, jedoch wird nicht der gleiche Effekt wie mit dem hoch absorbierenden Material erzielt, da der Mangel an Absorption an der Decke zu einer geringeren Reflexionsschallminderung (siehe oben) in Arbeitsplatznähe führt, die nicht in jedem Fall durch zusätzliches Material z.B. an Wandflächen kompensiert werden kann. Zudem stellt sich die Frage, ob überhaupt ausreichend freie Wandflächen zur Verfügung stehen, um zusätzliches Material anzubringen.

Betrachtet man in Abhängigkeit von der Raumgröße das Flächenverhältnis der Wände zur Deckenfläche eines Raumes (siehe Bild 4), so wird deutlich, dass die Kompensation einer unzureichend absorbierenden Decke durch eine zusätzliche schallabsorbierende Wandgestaltung - außer in relativ kleinen Räumen - nur sehr begrenzt möglich ist, da bereits ab einer Grundfläche von ca. 150 m² (quadratischer Grundriss) bzw. ca. 250 m² (rechteckiger Grundriss, Seitenverhältnis 1:4) die Summe aller Wandflächen kleiner ist als die Deckenfläche. Und diese Fläche wird noch durch Türen, Fenster und z.B. Schränke oder Regale reduziert.

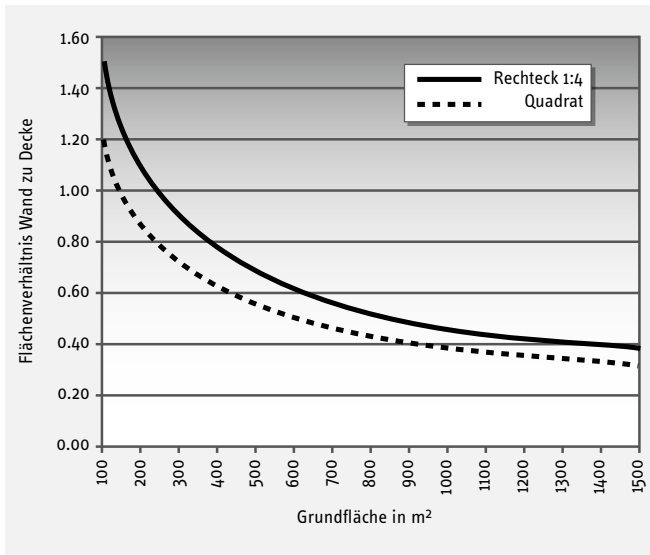


Bild 4: Flächenverhältnis der Wand- zur Deckenfläche abhängig vom Grundriss

Wenn also nicht zwingende Gründe dagegen stehen, sollte für die schallabsorbierende Wand- und Deckenverkleidung in Call Centern unbedingt hoch absorbierendes Material eingesetzt werden.

Noch zwingender als bei einer Neuplanung wird diese Forderung bei Nachrüstungen in bestehenden Call Centern, da hier die Flächen, die nachträglich schallabsorbierend belegt werden können, oft sehr begrenzt sind.

Um diesem Flächenmangel zu begegnen, werden z.B. schallabsorbierende Schrankfronten und Fensterverkleidungen (transparente Folien mit Mikroperforation) eingesetzt. Diese Materialien bieten zwar nicht so hohe Schallabsorptionsgrade, wie die üblichen Wand- und Deckenverkleidungen, aber sie ermöglichen es, dort noch eine Verbesserung zu erzielen, wo alle anderen Möglichkeiten bereits ausgeschöpft sind.

4.2 Schallschirme

Schallschirme werden vorwiegend mit dem Ziel der „akustischen Isolierung“ von einzelnen Arbeitsplätzen und Arbeitsgruppen im Raum installiert. Um diese Aufgabe zu erfüllen, müssen Schallschirme eine ausreichende Schalldämmung aufweisen. Die erforderliche Schalldämmung kann durch jeden relativ schweren (ca. 5kg/m² [12]), nicht porösen Wandaufbau realisiert werden. Allerdings führt dieser Wandaufbau im ungünstigsten Fall (z.B. Glas- oder Plexiglas-Schallschirme) dazu, dass zusätzliche reflektierende Flächen in die Arbeitsplatzumgebung eingebracht werden. Um eine zusätzliche Belastung der Arbeitsplätze durch Schallreflexionen an Schallschirmen zu vermeiden, ist daher eine möglichst hochgradig schallabsorbierende Gestaltung von Schallschirmen unbedingt zu empfehlen.

Eine unzureichende Absorption von Schallschirmen führt zu Reflexionen, die sich besonders bei geringer Distanz zwischen Schallschirm und Arbeitsplatz (bei Call Center Arbeitsplätzen ist dies vorwiegend der Fall) pegelerhöhend auswirken, da die Reflexion der selbst erzeugten und meist gegen den Schallschirm gerichteten Sprache besonders ausgeprägt ist. Der eigentliche Gewinn der akustischen Trennung könnte also bei zu geringer Absorption deutlich geschmälert werden.

Ist ein Schallschirm dagegen hochgradig schallabsorbierend ausgestattet, so wird nicht nur die direkte Reflexion auf den Arbeitsplatz verringert, sondern zusätzlich wird auch die Schallübertragung in die Umgebung reduziert. Insgesamt wird also die trennende Wirkung des Schallschirmes verbessert und gleichzeitig das Schallpegelniveau abgesenkt.

5 Erreichbare Schallpegelminderung

Die Prognose der Auswirkung einer Schallabsorbierenden Verkleidung von Wand- oder Deckenflächen bzw. der Wirkung von Schallschirmen erfordert eine individuelle Betrachtung der akustisch relevanten Bedingungen. So müssen z.B. die Raumgeometrie, die Raumgröße, die Möblierung, die Beschaffenheit aller Oberflächen, die Anzahl und die Anordnung der Arbeitsplätze, sowie die Anzahl, die Anordnung, die Größe und die Beschaffenheit von Schallschirmen berücksichtigt werden, um die Situation in einem Call Center genau zu beschreiben. Die nachfolgenden Angaben sollen aber wenigstens einen Überblick geben, in welcher Größenordnung sich die Schallpegelminderungen bewegen, die durch schallabsorbierende Raumauskleidungen und durch Schallschirme erreicht werden können.

Da die nachfolgenden Aussagen auf Modellrechnungen nach VDI 3760 [13] bzw. auf eigenen Labormessungen mit konstant lauten Schallquellen basieren, ist davon auszugehen, dass die hier ausgewiesenen Schallpegelminderungen in der Praxis teilweise deutlich übertroffen werden, da durch die Schaffung einer sehr guten akustischen Umgebung und die damit verbundene Schallpegelsenkung des Umgebungsgerausches ein leiseres Sprechen ermöglicht wird. Das heißt die Umkehrwirkung des „Lombard-Effektes“ führt zu einer zusätzlichen Schallpegelsenkung.

Der „Lombard-Effekt“ bezeichnet den vom französischen Wissenschaftler Étienne Lombard (1868-1920) im Jahre 1911 beschriebenen Zusammenhang zwischen der Lautstärke der Stimme eines Sprechers und dem Umgebungsgerausches. Bekanntlich ergibt sich in der Praxis bei hohem Umgebungsgerauschespegel eine Pegelzunahme, da ein Sprecher unwillkürlich die Lautstärke seiner Stimme erhöht, um sich dem Gesprächspartner trotzdem verständlich zu machen.

5.1 Schallpegelminderung durch schallabsorbierende Deckengestaltung

Die hier ausgewiesenen Ergebnisse basieren auf Modellrechnungen. Exemplarisch wurden 3 Raumgrößen mit quadratischem Grundriss und einer Deckenhöhe von 3 m festgelegt, in denen so viele Vierer-Tischgruppen gleichmäßig verteilt wurden, dass pro Vierergruppe 25 m² Grundfläche zur Verfügung stehen. Diese Anordnungsdichte ist zwar etwas höher, als von der Verwaltungsberufsgenossenschaft empfohlen [1], jedoch entspricht sie der derzeit häufig anzutreffenden Realität.

Raum A: - Grundfläche 25 m²
- 4 Arbeitsplätze

Raum B: - Grundfläche 225 m²
- 36 Arbeitsplätze

Raum C: - Grundfläche 625 m²
- 100 Arbeitsplätze

Die Berechnung der Schallpegelverteilung wurde für jeweils 3 akustische Varianten durchgeführt, wobei nur die Absorptionsfähigkeit der Decke verändert wurde, und alle anderen Flächen als reflektierend angesehen wurden:

Variante I: - Decke ohne Absorption

Variante II: - Decke mit 50% Absorption

Variante III: - Decke mit 100% Absorption

Der Sprechpegel wurde so gewählt, dass sich in reflexionsarmer Umgebung in 1m Abstand ein Schallpegel von ca. 55 dB(A) ergibt. Das entspricht einer normalen Sprech-Lautstärke. Am Ohr des Sprechers beträgt der Schallpegel unter diesen Bedingungen ca. 65-66 dB(A).

Da es für die Situation am Arbeitsplatz entscheidend ist, wie hoch die Schallpegel sind, die von den übrigen im Raum vorhandenen Mitarbeitern auf den eigenen Arbeitsplatz einstrahlen, wurden entsprechende Berechnungen für unterschiedlich viele aktive Sprecher durchgeführt. Der betroffene Arbeitsplatz (Immissionspunkt) wurde dabei jeweils an der in Raummitte angesiedelten Vierertischgruppe gewählt. An der Vierertischgruppe sitzen sich jeweils 2 Arbeitnehmer so gegenüber, dass der Abstand zum Gegenüber 2m beträgt (Anordnungsschema siehe Bild 5).

Für die Berechnungen mit nur einem Sprecher wurde jeweils der gegenüberliegende Arbeitsplatz berücksichtigt.

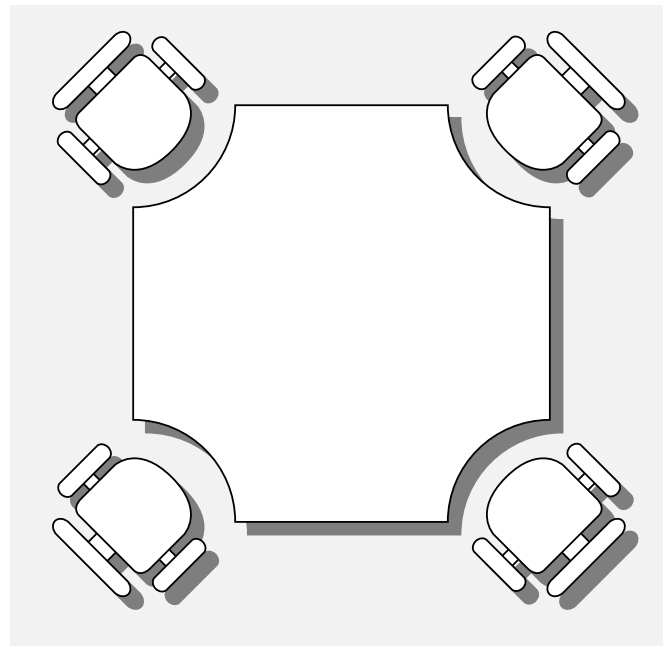


Bild 5: Vierertischgruppe – Abstand zum Gegenüber 2m

Das erste Diagramm (Bild 6) zeigt die Ergebnisse für den kleinsten Raum (Raum A), in dem nur eine Vierergruppe untergebracht ist.

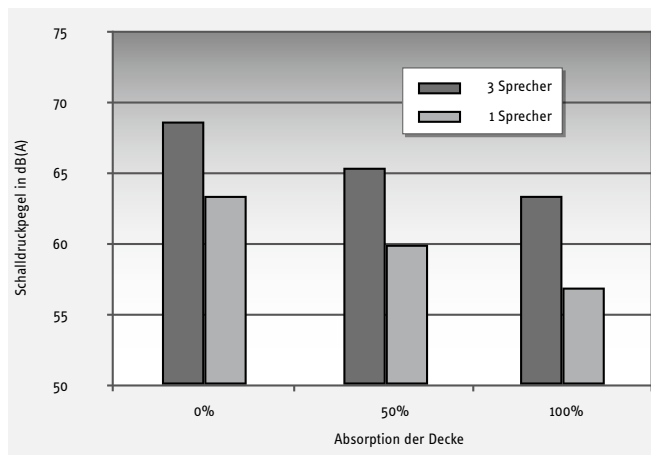


Bild 6: Geräuscheinwirkung am freien Arbeitsplatz - Raum A

Die Ergebnisse zeigen für diesen Raum eine starke Abhängigkeit des Schallpegels von der Schallabsorptionsfähigkeit der Decke. Die Geräuscheinwirkung kann durch eine 100%ige Deckenabsorption um maximal 6 dB(A) (1 Sprecher) bzw. 5,5 dB(A) (3 Sprecher) reduziert werden. Es wird aber auch erkennbar, dass bei 3 Sprechern selbst bei 100%iger Absorption der Decke die Geräuscheinwirkung mit ca. 63 dB(A) so hoch ist, dass ein Telefonat ohne akustische Trennung der Arbeitsplätze durch Schallschirme bereits erschwert ist.

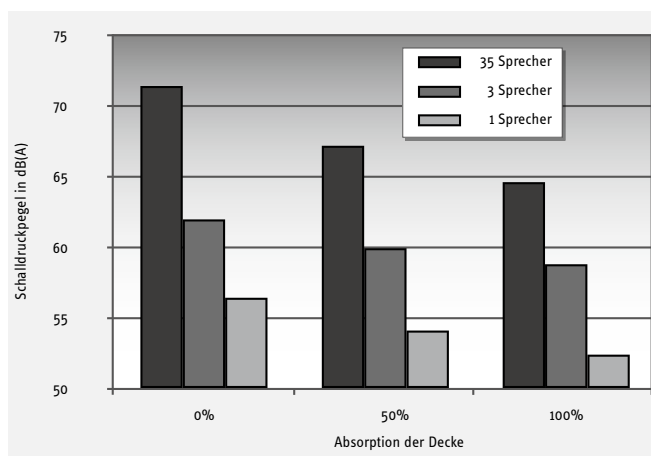


Bild 7: Geräuscheinwirkung am freien Arbeitsplatz - Raum B

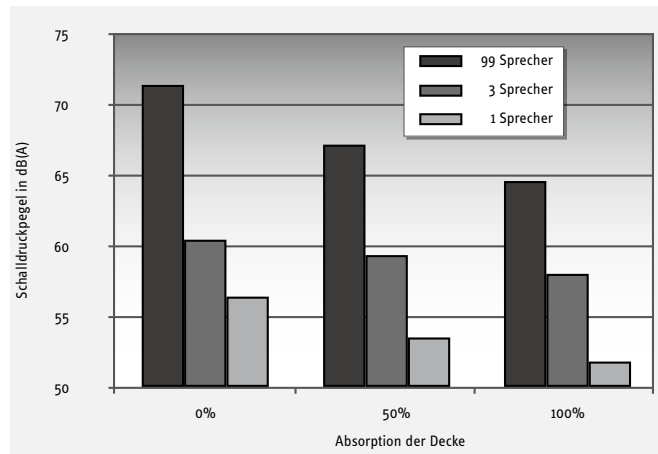


Bild 8: Geräuscheinwirkung am freien Arbeitsplatz - Raum C

Bei den beiden größeren Räumen zeigt sich ein ganz ähnliches Berechnungsergebnis (siehe Bild 7 und Bild 8). Auch hier ist eine starke Abhängigkeit des Schallpegels von der Schallabsorptionsfähigkeit der Decke erkennbar. Die Geräuscheinwirkung kann bei Vollbesetzung um ca. 7 dB(A) durch eine 100%ige Deckenabsorption reduziert werden. Jedoch ist bei Vollbesetzung eine noch höhere Geräuscheinwirkung von den anderen Mitarbeitern gegeben, als im kleinen Raum. Um die Höhe der Geräuscheinwirkung auf einen akzeptablen Wert zu senken, kann also auch in diesen Räumen nicht auf Schallschirme verzichtet werden. Zumindest eine Abschirmung der Tischgruppen gegeneinander ist unbedingt zu empfehlen.

5.2 Schallpegelminderung durch schallabsorbierende Schallschirme

Für die Betrachtung der mit Schallschirmen erreichbaren Schallpegelminderung wird nachfolgend zwischen freistehenden Schallschirmen und arbeitsplatznahen Schallschirmen unterschieden, da die Wirkung nach eigenen Messungen etwas unterschiedlich ist.

Als freistehende Schallschirme werden hier Stellwände bezeichnet, die zur Unterteilung des Raumes z.B. zwischen Arbeitsgruppen aufgestellt werden. Als arbeitsplatznahe Schallschirme werden dagegen Tischaufsätze oder Stellwände bezeichnet, die als Tischumrandung auf bzw. um die Arbeitstische gruppiert werden.

5.2.1 Freistehende Schallschirme

Die Wirkung von freistehenden Schallschirmen kann nach DIN EN ISO 17624 [2] bzw. VDI 2720 Blatt 2 [12] unter Berücksichtigung von im wesentlichen geometrischen Faktoren abgeschätzt bzw. berechnet werden. Danach ist in einem Call Center mit ca. 3m Deckenhöhe und hochgradig schallabsorbierender Deckengestaltung für eine 1,8m hohe Bürostellwand, in Abhängigkeit

vom Abstand zwischen Schallquelle und Empfänger, eine Abschirmwirkung von ca. 6 bis 9 dB(A) zu erwarten. Die Abschirmwirkung ist nach eigenen Messungen allerdings extrem abhängig von der akustischen Umgebung. Das heißt mit der o.g. Stellwand wird in akustisch schlechter Umgebung (schallharte Raumbofläche) nur eine Abschirmwirkung von ca. 2 bis 3 dB(A) erzielt, während im Akustiklabor mit hochabsorbierender Wand- und Deckenverkleidung 18 dB(A) Abschirmwirkung erreicht werden.

Neben dieser starken Abhängigkeit der Wirkung eines Schallschirmes von der akustischen Umgebung ist eine ebenso starke Abhängigkeit von der wirksamen Höhe des Schallschirmes h_{eff} („Höhe der Schirmkante über der Verbindungslinie von der Geräuschquelle zum Immissionsort“ [12]) zu berücksichtigen. Bei geringerer wirksamer Höhe eines Schallschirmes reduziert sich die Wirkung stark und wird bei $h_{\text{eff}} = 0$ nach VDI 2720 Blatt 2 [12] rechnerisch zu 0 (im Call Center - bei sitzender Tätigkeit - entspricht dies einer Schirmhöhe von ca. 1,2m).

Nach eigenen Messungen sind aber bei eben dieser wirksamen Höhe des Schallschirmes von $h_{\text{eff}} = 0$ für eine freistehende Bürostellwand, je nach Schallabsorptionsfähigkeit der Umgebung, noch Abschirmwirkungen von 2 bis 7 dB(A) zu erwarten. Bezogen auf die Situation im Call Center mit vorwiegend sitzender Tätigkeit kann demnach auch bei nur ca. 1,2m Höhe einer freistehenden Stellwand noch von einer Abschirmwirkung von ca. 4 bis 5 dB(A) ausgegangen werden, wenn die Stellwand etwa mittig zwischen Schallquelle und Empfänger aufgestellt ist und die Raumdecke schallabsorbierend gestaltet ist.

Bezüglich der Breite eines Schallschirmes ist zu empfehlen, dass der Schallschirm die Verbindungslinie zwischen Geräuschquelle und Immissionsort in jedem Fall unterbricht, da die Wahrscheinlichkeit von Reflexionen z.B. an Möbeln, Wandflächen und auch am Boden groß ist, und dadurch die Abschirmwirkung ohnehin stark reduziert wird (siehe oben).

Zur Veranschaulichung sind die oben gemachten Aussagen in Bild 9 grafisch zusammengefasst.

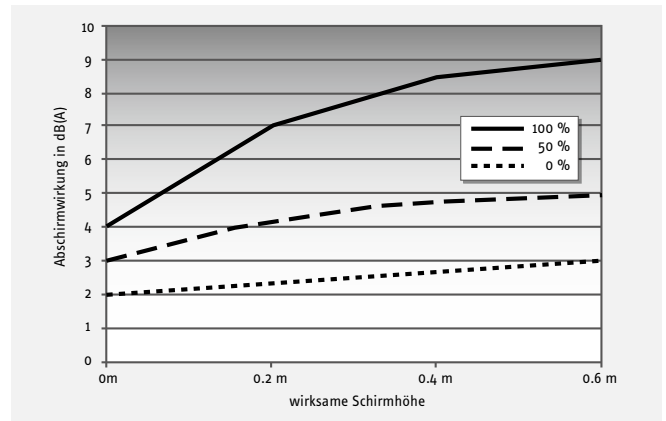


Bild 9: Abschirmwirkung einer freistehenden Bürostellwand im Call Center bei 0% , 50% oder 100% Deckenabsorption

Bei kleinen Call Centern können sich wegen der Bedeutung der Wandreflexionen etwas niedrigere Werte ergeben, als hier dargestellt, es sei denn, die Wandflächen sind ebenfalls schallabsorbierend belegt.

5.2.2 Arbeitsplatznahe Schallschirme

Die in Call Centern am häufigsten anzutreffenden Schallschirme sind nicht freistehend im Raum aufgestellt, sondern ohne Abstand zwischen bzw. um die Arbeitstische angeordnet. Da die Schallausbreitung unterhalb der Schreibtischplatten-Ebene für die gegenseitige Beschallung weniger von Bedeutung ist, werden aber sehr häufig auch nur Tischaufsätze an den Schreibtischplatten befestigt, die bei gleicher Höhe zu einer etwa gleichwertigen Abschirmung wie bei stehender Ausführung führen.

Die Abschirmwirkung solcher Schallschirme weicht aber von der Wirkung bei freistehender Aufstellung im Raum etwas ab. Eine Ursache besteht sicher darin, dass sich zwischen gegenüber angeordneten Arbeitsplätzen eine relativ stark reflektierende Arbeitsfläche (Tischplatte) befindet, die zur Schallquelle (Mund des Sprechers) einen nur geringen Abstand von ca. 0,5m hat. Zudem wird die Schallausbreitung in dieser Situation dadurch beeinflusst, dass der sprechende Mensch den Schall gerichtet abstrahlt, so dass - gleichen Abstand vorausgesetzt - am gegenüber angeordneten Arbeitsplatz eine stärkere Schalleinwirkung festzustellen ist, als am Nachbararbeitsplatz.

Nach eigenen Messungen an einer Tischgruppe (siehe Bild 10) steigt der Schallpegel beim gegenüber sitzenden Empfänger durch Reflexion auf der Tischplatte um ca. 2 dB(A) an. Die Richtwirkung führt zu einem weiteren Pegelanstieg um ca. 2-3 dB(A). Gleichzeitig ergaben die Messungen aber auch - in der gleichen akustischen Umgebung - eine bessere Abschirmwirkung, eine stärkere Abhängigkeit von der Schirmhöhe und eine deutlichere Abhängigkeit vom Schallabsorptionsvermögen der Schirmflächen selbst als dies bei freistehenden Schallschirmen gemessen wurde.

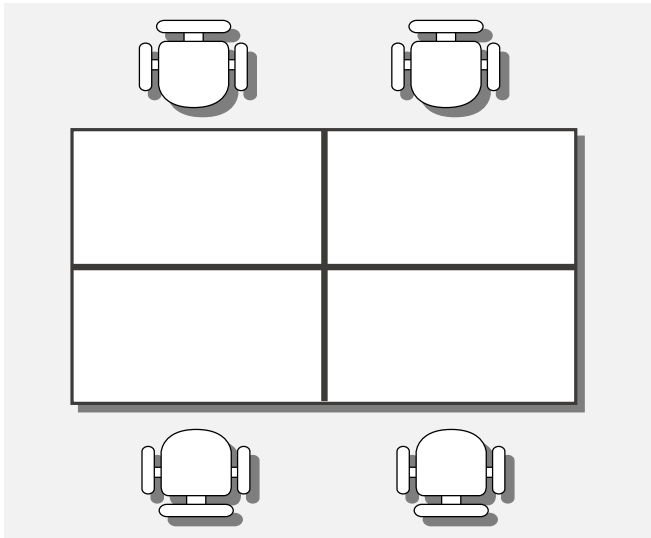


Bild 10: Vierertischgruppe mit Schallschirmen

Überträgt man diese Ergebnisse auf die Situation im Call Center mit ca. 3m Deckenhöhe und hochgradig schallabsorbierender Deckengestaltung so ergibt sich die in Bild 11 dargestellte zu erwartende Abschirmwirkung für einen schallabsorbierend gestalteten arbeitsplatznahen Schallschirm. Bei fehlender Schallabsorption des Schallschirmes wurde eine bis zu 3 dB(A) geringere Abschirmwirkung festgestellt.

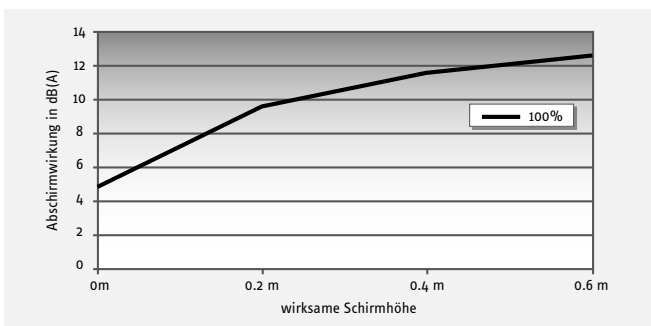


Bild 11: Abschirmwirkung eines Schallschirmes (Tischaufsatz) im Call Center bei 100% Deckenabsorption

Diese Ergebnisse machen deutlich, dass durch Schallschirme, die direkt auf oder an den Arbeitstischen angebracht werden, sehr hohe Abschirmwirkungen erreichbar sind. Und auch dann, wenn die Abschirmungen den Sichtkontakt gerade noch zulassen, werden schon deutliche Schallpegelminderungen erzielt. Voraussetzung ist allerdings, dass eine hochgradig schallabsorbierende Decke vorhanden ist.

5.2.3 Arbeitsplatzanordnung

Vergleicht man die in Bild 5 und Bild 10 dargestellten Arbeitsplatzanordnungen, so wird deutlich, dass bei einer Anordnung nach Bild 5 jeder Arbeitsplatz gegen jeden anderen Arbeitsplatz der Gruppe abgeschirmt werden kann, ohne dass der Schallschirm über die Tischplatte seitlich herausragen muss. Bei einer Anordnung nach Bild 10 ist dies nicht gegeben, d.h. die jeweiligen direkten Nachbarn beschallen sich gegenseitig ungehindert, außer sie beugen sich beim Sprechen über die Tischplatte. Diese mangelnde Abschirmung zum Nachbarn begrenzt das durch Schallschirme erreichbare Gesamtergebnis unter Umständen erheblich. Soll z.B. eine starke Isolierung der Arbeitsplätze durch hohe Schallschirme erreicht werden, so müssten bei einer Anordnung nach Bild 10 die seitlichen Schallschirme über die Tischkante hinaus mit einem stehenden Schallschirm ergänzt werden, wie dies im Titelbild erkennbar ist. Je geringer bei einer solchen Reihenanordnung die Abstände zwischen benachbarten Arbeitsplätzen sind, um so dringlicher ist eine entsprechende Ausführung der Schallschirme. Dieser Umstand sollte bei der Planung berücksichtigt werden.

Anmerkung

Es sei hier darauf hingewiesen, dass bei der Wahl der Arbeitsplatzanordnung außer den akustischen auch andere Aspekte, wie z.B. Flächennutzung, Beleuchtung und Blendung, zu berücksichtigen sind, so dass unter Berücksichtigung aller Aspekte zur Arbeitsplatzgestaltung sich auch die in Bild 5 dargestellte und zur Erläuterung verwendete Vierertischgruppe als ungünstig erweisen kann und andere Anordnungen zu bevorzugen sind.

6 Zusammenfassung

Die Geräuschsituation in Call Centern wird durch die große Anzahl von Telefongesprächen bestimmt, die an jedem Arbeitsplatz geführt werden. Um die gegenseitige Geräuschbeeinträchtigung zu mindern, sind Maßnahmen erforderlich, die den A-bewerteten Schalldruckpegel reduzieren. Mit erster Priorität sind Maßnahmen zur Verbesserung der Raumakustik erforderlich. Da diese Maßnahmen häufig nicht zu einer ausreichenden Schallpegelsenkung führen, müssen ggf. zusätzlich arbeitsplatznahe Schallschirme und Stellwände installiert werden.

Da die pegelbestimmenden Frequenzanteile in Call Centern unter Berücksichtigung der A-Bewertung im Frequenzbereich um 500 Hz bis 1000 Hz liegen, muss bei der Auswahl von Materialien und Elementen auf eine besonders gute Schallabsorption in diesem Frequenzbereich geachtet werden. Dabei sind Herstellerangaben kritisch zu prüfen, wenn Schallabsorptionsgrade von deutlich mehr als 1,2 angegeben werden.

Mit exemplarischen raumakustischen Berechnungen lässt sich zeigen, dass allein durch eine 100%ige schallabsorbierende Deckengestaltung Schallpegelminderungen von ca. 5 bis 7 dB(A) erreichbar sind.

Werden zusätzlich Schallschirme installiert, so kann unter sehr guten raumakustischen Bedingungen abhängig von der Höhe der Schallschirme zusätzlich mit einer Abschirmwirkung von ca. 4 bis 12 dB(A) gerechnet werden, wenn die Schallschirme mindestens 1,2m hoch sind.

Tatsächlich können sich noch größere Lärminderungserfolge ergeben, als hier aufgezeigt, da durch die Schaffung einer sehr guten akustischen Umgebung und die damit verbundene Minderung des Umgebungsgeräusches ein leiseres Sprechen ermöglicht wird (Umkehrwirkung des „Lombard-Effektes“).

Diese hohen Schallpegelminderungen lassen sich jedoch nur dann erzielen, wenn die eingesetzten Materialien und Elemente eine hohe Schallabsorptionsfähigkeit aufweisen. Besonders geeignete Materialien und Elemente sind im Anhang zusammengestellt.

7 Schrifttum

- [1] CCall Report 4 „Arbeitsumgebung und Ergonomie“, Verwaltungs-Berufsgenossenschaft
- [2] DIN EN ISO 17624: Akustik; Leitfaden für den Schallschutz in Büros und Arbeitsräumen durch Schallschirme. März 2005
- [3] Call Center, Hilfen für Planung und Einrichtung. (BGI 773), Carl Heymanns Verlag Köln, September 2000
- [4] VDI 2569: Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro. Januar 1990
- [5] DIN 18041: Hörsamkeit in kleinen und mittelgroßen Räumen. Mai 2004
- [6] DIN EN 12354-6: Bauakustik; Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften; Teil 6: Schallabsorption in Räumen. April 2004
- [7] Sust, Lorenz, Schleif, Schubert, Utsch: Sicherheits- und gesundheitsgerechte Gestaltung von Callcentern. BAuA (www.baua.de/prax/call.htm)
- [8] VDI 2058 Blatt 3: Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten. Februar 1999
- [9] DIN EN ISO 11690-1: Akustik; Richtlinien für die Gestaltung lärmarmer maschinenbestückter Arbeitsstätten; Teil 1: Allgemeine Grundlagen. Februar 1997
- [10] DIN EN ISO 354: Akustik; Messung der Schallabsorption in Hallräumen. Dezember 2003
- [11] DIN EN ISO 11654: Akustik; Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden, Bewertung der Schallabsorption. Juli 1997
- [12] VDI 2720 Blatt 2: Schallschutz durch Abschirmung in Räumen. April 1983
- [13] VDI 3760: Berechnung und Messung der Schallausbreitung in Arbeitsräumen. Februar 1996

Anhang

Die nachfolgende Zusammenstellung enthält Materialien für die akustische Gestaltung von Call Centern und vergleichbaren Mehrpersonenbüros, deren Auswahlkriterium, mit Ausnahme der Spezialprodukte, ein Schallabsorptionsgrad von mindestens 0,6 bei 500 Hz bzw. 0,7 bei 1000 Hz (Herstellerangaben/Prüfzeugnisse) darstellt. Die Liste ist nach Anwendung gegliedert in

Materialien zur schallabsorbierenden Deckengestaltung, Materialien zur schallabsorbierenden Wandgestaltung und beidseitig schallabsorbierende Stellwände bzw. Tischaufsätze. Die Liste ist als Auswahlhilfe gedacht und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

1. Schallabsorbierende Deckengestaltung

Hersteller: **AMF Deckensysteme**
Anschrift: Knauf AMF GmbH & Co. KG,
Elsenthal 15,
94481 Grafenau
Internet: www.amfgrafenau.de
Produkt: Thermofon / Thermacoustic / Silence alpha
Material: Mineralfaserplatte
Materialstärke: 20 / 25 / 38 / 45 / 40 / 43 mm

Hersteller: **Asona**
Anschrift: Asona Deutschland GmbH,
Postfach 100137,
53439 Bad Neuenahr-Ahrweiler
Internet: www.asonad.de
Produkt: Sonacoustic
Material: Mineralfaserplatte
Materialstärke: 25 mm

Hersteller: **Ecophon**
Anschrift: Saint-Gobain Ecophon GmbH,
Taschenmacherstr. 8,
23556 Lübeck
Internet: www.ecophon.de
Produkt: Master A / Alpha (Decke)
Material: Mineralfaserplatte
Materialstärke: 40 mm

Hersteller: **Illbruck**
Anschrift: illbruck acoustic GmbH,
Otto-Hahn-Strasse 7,
82216 Maisach
Internet: www.illbruck-acoustic.de
Produkt: Ambient / Acoustic Panel
Material: Willtec (Weichschaumstoff auf Melaminharzbasis)
Materialstärke: 50/30/60 mm

Hersteller: **Knauf**
Anschrift: Knauf Gips KG,
Am Bahnhof 7,
97346 Iphofen
Internet: www.knauf.de
Produkt: Cleaneo Akustik
Material: Gipsplatte mit Mineralwollehinterlegung
Materialstärke: 12,5 + 20 mm

Hersteller: **Lahnau Akustik GmbH (ehem. Wilhelmi Werke AG)**
Anschrift: Lahnau Akustik GmbH,
Dr.-Hans-Wilhelmi-Weg 1,
35663 Lahnau
Internet: www.lahnau-akustik.de
Produkt: Mikropor M / Mikropor G / A2coustic
Material: perforiertes Stahlblech + Beschichtung / Bläh glasgranulatplatte

Hersteller: **Merford**
Anschrift: Merford-Gruppe,
Edisonweg 30,
NL-4207 HG Gorinchem (NL)
Internet: www.merfordgroup.nl
Produkt: Soundglass 25 / 50
Material: Mineralfaserplatte
Materialstärke: 25 / 50 mm

Hersteller: **n´H Akustik + Design AG**
Anschrift: n´H Akustik & Design AG,
Obseestrasse 11, CH-6078
Lungern (CH)
Internet: www.topakustik.ch
Produkt: Topakustik / Topperfo Wand- und Deckenverkleidung
Material: Vlies SP60F / IsoverPBF
Materialstärke: Diverse

Hersteller: **OWA**
Anschrift: Odenwald Faserplattenwerk GmbH,
Dr.-F.A.-Freundt-Str. 3,
63916 Amorbach
Internet: www.owa.de
Produkt: OWAacoustic
Material: Mineralfaserplatte
Materialstärke: 15 / 20 mm

Hersteller: **Renz**
Anschrift: RENZ GmbH,
Forchenweg 37,
71134 Aidlingen
Internet: www.renz-akustik.de
Produkt: Breitband-Kompakt-Absorber Typ1 für
Aufbaumontage (Wand & Decke)
Material: Polyesterfaser Caruso ISO-BOND(CIB) mit
überst. Lochblechrahmen
Materialstärke: 100 mm

Hersteller: **Rockfon**
Anschrift: Deutsche Rockwool Mineralwoll GmbH & Co. OHG,
Rockwool Str. 37-41,
45966 Gladbeck
Internet: www.rockfon.de
Produkt: Fibril / Pagos Linea-Galaxie-Triton
Material: Mineralfaserplatte
Materialstärke: 20 / 15 mm

Hersteller: **Saint-Gobain Decoustics**
Anschrift: Saint-Gobain Decoustics AG,
Rosswiesstr. 29,
CH-8608 Bubikon (CH)
Internet: www.decoustics.ch
Produkt: Quadriillo Sandwich
Material: Holzfaserplatte / Perforation
Materialstärke: 31 mm

Hersteller: **STO**
Anschrift: StoVerotec GmbH,
Hanns-Martin-Schleyer-Str. 1,
89415 Lauingen/Donau
Internet: www.stoverotec.de
Produkt: Silent Panel
Material: Blähglasgranulatplatte
Materialstärke: 17 mm

Hersteller: **Texaa**
Anschrift: Texaa, 43,
Allée Mégevie,
F-33174 Gradignan (F)
Internet: www.texaa.com
Produkt: Strato2, frei schwebend (keine geschlossene
Decke)
Material: offenporiger Zellschaum In Textilummantelung
Materialstärke: 50 mm

Spezialprodukte:

Hersteller: **Kaefer**
Anschrift: Kaefer Isoliertechnik GmbH & Co. KG,
Sparte Bau, Bereich Microsorber,
Getreidestraße 3,
28217 Bremen
Internet: www.microsorber.de
Produkt: Folien-Spanndecke
Material: Microsorber-Folie, einlagig oder zweilagig

2. Schallabsorbierende Wandgestaltung

Hersteller: **Ecophon**
Anschrift: Saint-Gobain Ecophon GmbH,
Taschenmacherstr. 8,
23556 Lübeck
Internet: www.ecophon.de
Produkt: Wall Panel A
Material: Mineralfaserplatte
Materialstärke: 40 mm

Hersteller: **Illbruck**
Anschrift: illbruck acoustic GmbH,
Otto-Hahn-Str. 7,
82216 Maisach
Internet: www.illbruck-acoustic.de
Produkt: Acoustic Panel
Material: Willtec (Weichschaumstoff auf
Melaminharzbasis)
Materialstärke: 30 mm

Hersteller: **n´H Akustik + Design AG**
Anschrift: n´H Akustik & Design AG,
Obseestr. 11,
CH-6078 Lungern (CH)
Internet: www.topakustik.ch
Produkt: Topakustik / Topperfo Wand- und
Deckenverkleidung
Material: Vlies SP60F / IsoverPBF
Materialstärke: Diverse

Hersteller: **Preform**
Anschrift: Preform GmbH,
Esbacher Weg 15,
91555 Feuchtwangen
Internet: www.preform.de
Produkt: Panel (Wand) / Schrankrückwand
Material: Gips Schaumplatte
Materialstärke: 16 mm

Hersteller: **Renz**
Anschrift: Renz GmbH,
Forchenweg 37,
71134 Aidlingen
Internet: www.renz-akustik.de
Produkt: Breitband-Kompakt-Absorber Typ1 für
Aufbaumontage (Wand & Decke)
Material: Polyesterfaser Caruso ISO-BOND (CIB)
Materialstärke: 100 mm

Hersteller: **Saint-Gobain Decoustics**
Anschrift: Saint-Gobain Decoustics AG,
Rosswiesstr. 29,
CH-8608 Bubikon (CH)
Internet: www.decoustics.ch
Produkt: Quadrillo Sandwich
Material: Holzfaserplatte / Perforation
Materialstärke: 31 mm

Spezialprodukte:

Hersteller: **Kaefer**
Anschrift: Kaefer Isoliertechnik GmbH & Co. KG,
Sparte Bau, Bereich Microsorber,
Getreidestr. 3,
28217 Bremen
Internet: www.microsorber.de
Produkt: Microsorber-Sonnenschutzrollo
(Anbieter Org-Delta)
Material: Microsorber-Folie
Materialstärke: 0,1 mm

Hersteller: **Rehau**
Anschrift: Rehau AG + Co.,
Rheniumhaus,
95111 Rehau
Internet: www.rehau.de
Produkt: Rauvolet acoustic-line, schallabsorbierende
Rolladenmatte
Material: Viskose Akustikvlies

Hersteller: **Texaa**
Anschrift: Texaa, 43,
Allée Mégevie,
F-33174 Gradignan (F)
Internet: www.texaa.com
Produkt: Abso - Acoustic blinds (schallabsorbierender
Vorhang)
Material: offenporiger Zellschaum In Textilummantelung
Materialstärke: 8 (1,5/5/1,5) mm (Lamellenbreite 133 mm)

3. Schallabsorbierende Stellwände / Tischaufsatzwände:

Hersteller: **Ergopanel**
Anschrift: Ergopanel,
Ensbachstr. 1,
36115 Batten
Internet: www.ergopanel.de
Produkt: EP 5 Silence
Material: Gutex
Materialstärke: 50 mm

Hersteller: **Gesika**
Anschrift: Gesika Büromöbelwerk GmbH,
Salzkottener Str. 65,
59590 Geseke
Internet: www.gesika.de
Produkt: Stellwand
Material: Polyesterflies
Materialstärke: 33 mm

Hersteller: **Kaiser+Kraft**
Anschrift: Kaiser + Kraft GmbH,
Presselstr. 12,
70191 Stuttgart
Internet: www.kaiserkraft.de
Produkt: Softline
Material: Mineralwolle
Materialstärke: 50 mm

Hersteller: **Lista**
Anschrift: Lista Office Holding AG,
CH-9113 Degersheim (CH)
Internet: www.lista-office.com
Produkt: QUB
Material: PU-Schaum
Materialstärke: 60 mm

Hersteller: **Preform**
Anschrift: Preform GmbH,
Esbacher Weg 15,
91555 Feuchtwangen
Internet: www.preform.de
Produkt: Formfac 5 Acoustic
Material: Gipschaumplatte
Materialstärke: 50 mm

Hersteller: **Rodeck**
Anschrift: Rodeck Produkt GmbH,
Liederbachstr. 8,
65779 Kelkheim
Internet: www.rodeck-produkt.de
Produkt: Serie 1
Material: Microsorber-Folie / Kunstglasplatte
Materialstärke: 80 mm

Hersteller: **Treneo**
Anschrift: Treneo GmbH,
Frankfurter Ring 193 a / Postfach 401846,
80807 München
Internet: www.treneo.com
Produkt: Stellwand
Material: Mischfaservlies
Materialstärke: 40 mm

Hersteller: **ZKD**
Anschrift: ZKD Büromöbel, Max Zimmermann AG,
Industriestr. 7,
CH-5314 Kleindöttingen -
Bezugsquelle
Deutschland: Ueberschär GmbH & Co. KG,
Am äußeren Graben 6,
70439 Stuttgart
Internet: www.zkd.ch / www.Ueberschaer.de
Produkt: Multiwall M6
Material: Mineralwolle
Materialstärke: 50 mm

Spezialprodukte:

Hersteller: **Kaefer**
Anschrift: Kaefer Isoliertechnik GmbH & Co. KG,
Sparte Bau, Bereich Microsorber,
Getreidestr.
3, 28217 Bremen
Internet: www.microsorber.de
Produkt: Microsorber-Stellwand
Material: Microsorber-Folie / Kunstglasplatte

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung (DGUV)**

Mittelstraße 51
10117 Berlin
Tel.: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de