

# **Soundscape im Grossraumbüro (Open Plan Space)**

## **Problematik und Lösungsansätze**

Reto Pieren  
MSc ETH EEIT  
Empa  
Eidgenössische Materialprüfungs-  
und Forschungsanstalt  
Abteilung Akustik / Lärminderung  
CH-Dübendorf





# Soundscape im Grossraumbüro (Open Plan Space)

## Problematik und Lösungsansätze

### Zusammenfassung

Die akustische Situation in Grossraumbüros ist vielschichtig und oft widersprüchlich. Sie kann nicht anhand eines einfachen globalen Parameters wie z.B. der Nachhallzeit beschrieben und diskutiert werden. Eine gesamtheitliche Betrachtung der akustischen Situation (Soundscape) im Grossraumbüro muss differenzierter erfolgen. Aspekte wie Sprachverständlichkeit, Störgeräusche, Abschirmung, Reflexionen und Halligkeit müssen zusammen optimiert werden.

### 1. Einleitung

Grossraumbüros sind im Trend – Architekten entwerfen moderne, transparente Räume, und Arbeitgeber sehen Vorteile, wie die grössere Flächenauslastung und die intensivere Kommunikation. Doch leider taucht in der Praxis oft ein „Problem mit der Akustik“ auf. In diesem Beitrag wird auf die akustische Gesamtsituation (Soundscape) im Grossraumbüro eingegangen, wobei die Problematik diskutiert und daraus folgende Lösungsstrategien aufgezeigt werden.

Übersichtliche Informationen zur Lärmwirkung und Raumakustik im Büro finden sich in den Broschüren des buero-forums, die kostenfrei online bezogen werden können [1, 2].

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass in Bürogebäuden neben Grossraumbüros eine Vielzahl anderer Raumtypen, wie z.B. Besprechungsräume, Vortragssäle, Cafeterien, Personalrestaurants, Begegnungszonen, Ausstellungsräume, etc. existieren, auf die in diesem Beitrag jedoch nicht eingegangen wird. Auch Call Center seien explizit ausgeschlossen. Hinweise zur akustischen Gestaltung dieser akustisch stark verschiedenen Räume finden sich in der Fachliteratur sowie in Normen und Richtlinien [3-6].

### 2. Hintergrund und Problematik

#### 2.1. Wirkung von Lärm und langem Nachhall

Lärm und langer Nachhall stört die Kommunikation. Am Arbeitsplatz führt Lärm zu Leistungseinbussen und zur Ermüdung. Lärm stört die Konzentration und beeinträchtigt das Arbeitsgedächtnis. Auch bei Geräuschen die wir noch gar nicht als belästigend erleben, wie z.B. im Büro bei unverständlicher Sprache im Hintergrund, sind diese Effekte nachweisbar [2].

#### 2.2. Hauptlärmquellen im Büro

Hintergrundsprache wird von Büroangestellten generell als besonders störend, resp. belästigend empfunden. Eine Fallstudie, in der Angestellte in einem Grossraumbüro zu den am meisten störenden Lärmquellen befragt wurden, ergab die folgende Rangierung [7]:

1. Sprache und Lachen von benachbarten Arbeitsplätzen
2. Telefonklingeln
3. Verkehrsgeräusche (Gehschall, Aufzug)

#### 2.3. Sprachverständlichkeit und -vertraulichkeit

In vielen Räumen wird eine gute Sprachkommunikation angestrebt, beispielsweise in Klassenzimmern, Hörsälen, Einzelbüros und Besprechungsräumen. Das Ziel ist dabei eine hohe Sprachverständlichkeit. Anders sieht es bei Grossraumbüros aus. Dort ist oft eine

möglichst grosse Sprachvertraulichkeit (Speech Privacy) zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen erwünscht. Eine hohe Sprachvertraulichkeit wird durch eine geringe Sprachverständlichkeit erreicht, also gerade dem Gegenteil guter Sprachkommunikation. Davon ausgenommen sind selbstverständlich Begegnungs- und Kommunikationszonen innerhalb der Bürolandschaft, in denen eine hohe Sprachverständlichkeit angestrebt wird. Die akustischen Anforderungen an Mehrpersonen- und Grossraumbüros stellen also einen Spezialfall dar und unterscheiden sich lokal.

*Hohe Sprachverständlichkeit → Tiefe Sprachvertraulichkeit*

*Tiefe Sprachverständlichkeit → Hohe Sprachvertraulichkeit*

---

Eine hohe Sprachvertraulichkeit wird zum Beispiel erreicht, wenn die Sprechgeräusche durch das Hintergrundgeräusch der Lüftung überdeckt werden. Auch Nachhall verringert die Sprachverständlichkeit und erhöht somit die Sprachvertraulichkeit. Der Widerspruch zu den in Kapitel 2.1 genannten Wirkungen von Lärm und Nachhall ist offensichtlich. Per Definition wirkt Lärm belästigend, jedoch kann ein gewisses Mass an Hintergrundgeräuschen positive Eigenschaften haben, wenn dadurch störende Sprechgeräusche verdeckt werden.

*Die Akustik im Grossraumbüro kann nicht mit einem einzigen einfachen Parameter wie der Nachhallzeit behandelt werden.*

---

Die Sprachverständlichkeit, resp. die Sprachvertraulichkeit, zwischen zwei Orten kann mit Hilfe des Sprachübertragungsindex (STI) objektiv gemessen werden [8].

## 2.4. Normative Grundlagen und ihre Grenzen

Zu der akustischen Gestaltung von Grossraumbüros finden sich Anforderungen in einer Norm und in einer Richtlinie:

- DIN 18041 „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgrossen Räumen“ [3]
- VDI 2569 „Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro“ [9]

Die Norm DIN 18041 enthält Empfehlungen für schallabsorbierende Flächen in Grossraumbüros. Aus einer Tabelle kann in einem einfachen Verfahren der Flächenbedarf eines bestimmten Absorbentyps ermittelt werden. In Abhängigkeit des bewerteten Schallabsorptionsgrades  $\alpha_w$  der eingesetzten Absorber für Decken- und Wandflächen werden Orientierungswerte für die damit zu bekleidende Fläche in  $m^2$  angegeben. Ein hochabsorbierender Absorber mit einem bewerteten Schallabsorptionsgrad von 0.95 soll eine Fläche von 70% der Raumgrundfläche abdecken. Die Anforderungen der DIN 18041 für Grossraumbüros sind jedoch umstritten.

Die Richtlinie VDI 2569 macht ebenfalls Angaben zu schallabsorbierenden Oberflächen in Grossraumbüros. Um die Halligkeit zu verringern wird empfohlen, dass das Verhältnis von äquivalenter Absorptionsfläche und Volumen  $A/V$  im Bereich 0.3 bis 0.35  $m^{-1}$  liegen sollte. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Nachhallzeit kein ausreichendes Kriterium zur Beurteilung darstellt. Die VDI 2569, insbesondere die Abschnitte zur Raumakustik, werden derzeit überarbeitet. Mit deren Veröffentlichung ist nicht vor 2012 zu rechnen.

In der aktuellen VDI 2569 finden sich zudem Angaben zu Geräuschen haustechnischer Anlagen (Heizung, Lüftung, etc.) Für Mehrpersonenbüros werden Schalldruckpegel zwischen 30 und 45 dB(A) empfohlen.

Eine hohe Sprachvertraulichkeit, also niedrige Sprachverständlichkeit zwischen Arbeitsplätzen kann jedoch nicht durch das alleinige Einhalten von einfachen, global definierten Anforderungen erreicht werden: Anforderungen an Absorptionsflächen und den Hintergrundgeräuschpegel sind ungenügend. Beispielsweise ist es von zentraler Bedeutung, dass der Direktschall zwischen Arbeitsplätzen abgeschirmt ist.

*Für die raumakustische Planung von Grossraumbüros reichen einfache, globale Anforderungen, wie sie in den aktuell geltenden Normen stehen, in der Regel nicht aus.*

---

## 2.5. Folgerungen aus dem Normenentwurf ISO 3382-3

Zu den derzeit aktuellen, aber leider unzureichenden Normen zur Akustik in Grossraumbüros wird allerdings Gegensteuer gegeben. In den letzten Jahren wurden einige europäische Studien zur Akustik in Grossraumbüros durchgeführt [10-13]. Die Resultate dieser Studien flossen in den Normenentwurf ISO 3382-3:2009 „Akustik - Messung von Parametern der Raumakustik - Teil 3: Durchgehende Räume“ [14] ein.

Im Entwurf der ISO 3382-3 werden drei Parameter zur Messung und Beurteilung von Grossraumbüros vorgeschlagen:

1. Ablenkungsabstand ( $r_D$ )
2. Räumliche Abklingrate der Sprache ( $DL_{2,S}$ )
3. A-bewerteter Schalldruckpegel der Sprache in einem Abstand von 4 m ( $L_{S,4m}$ )

Der Ablenkungsabstand ist als derjenige Abstand vom Sprecher definiert, bei dem der Sprachübertragungsindex (STI) unter 0.5 sinkt. Nach dem Überschreiten dieses Abstands beginnt eine starke Zunahme der Privatsphäre [12]. Der Ablenkungsabstand hängt stark vom Hintergrundgeräusch ab und macht eine Aussage über die Sprachvertraulichkeit.

Die räumliche Abklingrate ist ein Mass, mit dem die Stärke des Pegelabfalls der Sprache bei Verdoppelung des Abstands von der Quelle beurteilt wird.

In Abhängigkeit dieser drei Parameter können Grossraumbüros in vier akustische Qualitätsklassen A-D eingeteilt. Für das Erreichen der besten Klasse A müssen alle drei Parameter folgende Bedingungen erfüllen:  $r_D \leq 5$  m,  $DL_{2,S} \geq 11$  dB,  $L_{S,4m} \leq 46$  dB(A).

*Ein Grossraumbüro muss gleichzeitig mehrere komplexe, akustische Anforderungen erfüllen.*

---

Diese Grössen sind stark abhängig von

- Raumgeometrie,
- Möblierung,
- Materialisierung,
- Hintergrundgeräusch, etc.

und können bei der Planung nicht mit Handrechnungen durch Laien prognostiziert werden.

*Bei der Planung ist daher die Beratung durch Akustiker und der Einsatz von Computerrechenmodellen naheliegend.*

---

### 3. Lösungsstrategien und -ansätze

#### 3.1. Zonierung

Der erste wichtige Schritt bei der akustischen Planung von Grossraumbüros ist die Zonierung der Arbeitsfläche. Tätigkeiten, die vergleichbare, kognitive Leistungen erfordern und ähnliche Sprachemissionen (z.B. durch Telefonieren) erzeugen, sollten örtlich gruppiert werden.

Neben der Definition von unterschiedlichen Arbeitsbereichen sollten für Besprechungen separate Besprechungsräume und abgeschirmte Diskussionsinseln gebildet werden. Auch der geschickten Führung und Abschirmung von Verkehrszonen sowie der akustischen Entkopplung von Cafeterien, Atrien, Korridoren, etc. ist hohe Beachtung zu schenken.

Auf die Belegungszahlen, resp. die Dichte der Arbeitsplätze innerhalb der Arbeitszonen wird indirekt in Kapitel 3.3 eingegangen. Die Distanz zwischen den Arbeitsplätzen ist nämlich ein entscheidender Faktor für das akustische Gelingen von Grossraumbüros.



Abbildung 1: Grundrissplan eines Grossraumbüros mit gekennzeichneten Zonen, z.B. Grau: Kommunikationszonen, Querschraffur: Besprechungsräume und Einzelbüros, (Quelle: *rehauwork. Innovatives Umfeld für innovatives Denken. Rehau, 2008*)

#### 3.2. Reduktion informationshaltiger Störgeräusche

Informationshaltige Störgeräusche sollten möglichst vermieden oder gedämpft werden. Abgesehen von Sprechgeräuschen sind dies vor allem ton- oder impulshaltige Geräusche

- von Technischen Geräten (z.B. Telefone, Drucker, Kaffeemaschinen, Tastaturen),
- des Verkehrs in den Korridoren (z.B. Gehschall) oder
- von Haustechnischen Anlagen (z.B. Lüftung).

Gehschall kann beispielsweise durch den Einsatz von Teppichen in den Verkehrszonen gedämpft werden. Auf Sprechgeräusche wird im folgenden Abschnitt konkreter eingegangen.

#### 3.3. Reduktion der Sprachverständlichkeit

Ein zentrales Ziel bei der akustischen Planung eines Grossraumbüros ist es, die Sprachverständlichkeit zwischen Arbeitsplätzen, welche nicht in Kommunikationszonen liegen, zu minimieren. Die Sprachverständlichkeit, resp. der Sprachübertragungsindex STI, wird durch drei akustische Phänomene beeinflusst:

1. Schallausbreitung
2. Hintergrundgeräusch (nicht informationshaltig)
3. Halligkeit

Eine geringe Sprachverständlichkeit kann nur dann erreicht werden, wenn bei der Planung alle drei Phänomene gleichzeitig berücksichtigt werden und sich deren Kenngrössen in einem bestimmten Verhältnis zueinander befinden. Abbildung 2 veranschaulicht diese Beziehungen und zeigt die im Grossbüro angestrebte Zone guter Sprachverständlichkeit, welche nur durch gleichzeitige Optimierung der drei Phänomene erreicht werden kann. Dies impliziert, dass nur kombinierte Lösungen, resp. Massnahmen, zielführend sind.

### Schallausbreitung

Eine Reduktion der Sprachverständlichkeit wird durch Abschwächung des Direktschalls und früher, diskreter Reflexionen erreicht. Die Schallausbreitung wird stark durch den Abstand beeinflusst, welcher in Grossraumbüros typischerweise wenige Meter beträgt. Je grösser die **Distanz** zwischen den Arbeitsplätzen ist, umso geringer wird die Sprachverständlichkeit. Diese wichtige Einflussgrösse steht in starkem Gegensatz zu den Ansprüchen seitens der Arbeitgeber an immer grössere Belegungszahlen in Grossraumbüros, d.h. immer mehr Arbeitsplätze pro Fläche.

In Grossraumbüros sollte der Direktschall in der Regel mittels vertikalen **Schallschirmen** aus Holz, Kunststoff o.ä. abgeschirmt werden (siehe Abbildung 3). Trotz dem Einbringen von Schallschirmen wird aufgrund der wellenartigen Natur des Schalls ein bestimmter Anteil der Schallwellen über den Schallschirm gebeugt. Die Beugung ist stark abhängig von der Geometrie von Quelle, Empfänger und Schallschirm und kann rechnerisch abgeschätzt werden (siehe ISO 17624 [15]). Schallschirme bringen in Büroräumen üblicherweise eine Pegelminderung von bis zu 10 dB(A).

Reflexionen via Decke, Wände, Schallschirme, Möbel oder Fensterfronten können durch den Einsatz von schallabsorbierenden Materialien gedämpft werden. Zur Bekämpfung diskreter Reflexionen ist es wichtig, vor allem an der Decke über den Schallschirmen **hochwirksame Schallabsorber** einzusetzen, denn ein Absorptionsgrad von 0.5 führt lediglich zu einer Reflexionsdämpfung von 3 dB.

### Hintergrundgeräusch

Die Sprachverständlichkeit kann durch Erhöhung des Hintergrundgeräuschs reduziert werden. Diese Massnahme führt zu einer stärkeren Verdeckung der Sprache und reduziert so die Sprachverständlichkeit. Es ist klar, dass das Hintergrundgeräusch dabei nicht informationshaltig sein darf (siehe Kapitel 3.2). Der Pegel des Hintergrundgeräuschs soll schliesslich nicht zu hoch sein und ist deshalb normativ limitiert (siehe Kapitel 2.4).

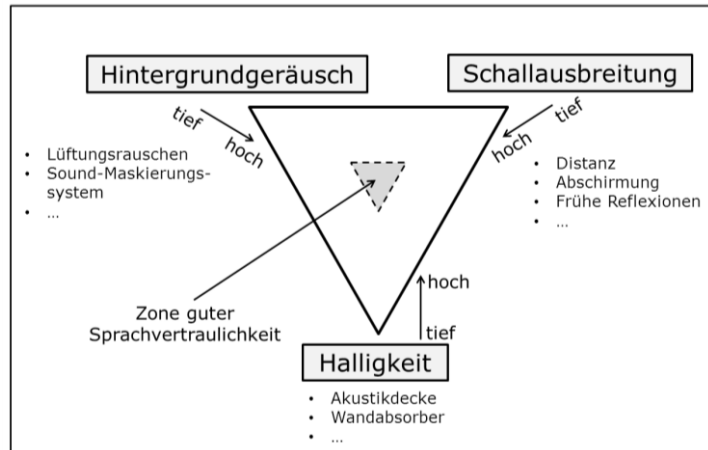


Abbildung 2: Darstellung der Zone guter Sprachverständlichkeit, welche nur durch gleichzeitige Optimierung der drei Phänomene Hintergrundgeräusch, Schallausbreitung und Halligkeit erreicht werden kann.



Abbildung 3: Schallschirme aus Holz (Quelle: Zurbuchen.com)

Aktuelle Studien zeigen, dass Pegel um 45 dB(A) mit sprachähnlichem Spektrum angestrebt werden sollten. Das Anheben des Hintergrundgeräuschs ist ein sehr effizientes Mittel zur Reduktion der Sprachverständlichkeit.

Das Hintergrundgeräusch kann z.B. durch rauschartige **Lüftungsgeräusche** generiert werden, die in modernen Grossraumbüros heute jedoch üblicherweise sehr leise und nur schwer kontrollierbar sind

Das Hintergrundgeräusch kann auch mit einem **Sound-Maskierungssystem** künstlich angehoben werden [16]. Dabei wird mit vielen über einer abgehängten Decke versteckten Lautsprechern ein Rauschsignal mit sprachähnlichem Spektrum erzeugt. Derartige Systeme werden bisher vor allem in den USA, Kanada und Skandinavien eingesetzt. Aktuelle europäische Studien zeigen die Vorteile von Sound-Maskierungssystemen, aber auch die Schwierigkeit der Akzeptanz bei den Beschäftigten [13].

### **Halligkeit**

Ähnlich wie die Erhöhung des Hintergrundgeräuschs führt auch die Erhöhung der Halligkeit im Raum zu einer Reduktion der Sprachverständlichkeit. Eine zu grosse Halligkeit wirkt sich jedoch negativ auf die Behaglichkeit und die Arbeitsleistung aus. Darum ist sie indirekt über Anforderungen an die totale Absorptionsfläche normativ limitiert (siehe Kapitel 2.4). Erfahrungen haben gezeigt, dass Grossraumbüros, in denen frühe Reflexionen durch hochabsorbierende Materialien (Decke, Wände, usw.) gedämpft sind und die freie Schallausbreitung durch Schallschirme und Stellwände erschwert ist, eine relativ geringe Halligkeit, resp. Nachhallzeit, aufweisen. Auf das bewusste Reduzieren der Nachhallzeit als alleiniges Massnahmenziel sollte im Falle von Grossraumbüros also in der Regel verzichtet werden.

### **3.4. Einbezug der Beschäftigten**

Der Einbezug der Beschäftigten ist u.a. aus folgenden Gründen wichtig:

- Bessere Akzeptanz der akustischen Situation
- Schnellere Reaktion auf Veränderungen (z.B. Neu-Zonierung bei personellen Veränderungen)
- Sammeln von Erkenntnissen für neu geplante Grossraumbüros

Werden die Beschäftigten vor der Einführung eines Sound-Maskierungssystems darüber informiert oder haben sie die Kontrolle über eine Lautstärkeregelung, führt dies zu einer grösseren Akzeptanz [13].

### **3.5. Innovative Lösungen**

Für die Umsetzung der in den vorangehenden Kapiteln vorgestellten Ziele zur Optimierung der akustischen Gesamtsituation im Grossraumbüro sind innovative und kreative Lösungen erforderlich. Insbesondere die Reduktion der Sprachverständlichkeit, welche bereits rein akustisch betrachtet eine grosse Herausforderung darstellt, wird unter Einbezug von Designansprüchen äusserst anspruchsvoll.

*Bei der Planung von Grossraumbüros müssen Akustiker und Designer eng zusammenarbeiten. Nur so können innovative Lösungen mit Ansprüchen an Akustik und Design gefunden werden.*

---

Als Beispiel dafür hat die Designerin Annette Douglas in Zusammenarbeit mit der Schweizer Weberei Weisbrod-Zürcher und der Empa einen neuartigen Textilvorhang entwickelt, welcher schallabsorbierend, lichtdurchlässig, leicht und flammhemmend ist. Mit der Hilfe dieses Vorhangs lassen sich diskrete Reflexionen via Fensterfronten und lästige Flatterechos effizient bekämpfen (siehe Abbildung 4).

Weitere Innovationen gehen in Richtung Sounddesign von funktionaler Musik für Sound-Maskierungssysteme oder die (begrenzte) Kontrollierbarkeit von Maskierungssystemen durch die Beschäftigten [13].

Alle akustischen Massnahmen müssen sinnvoll eingebettet sein in ein betriebliches Konzept, welches gute Arbeitsabläufe erlaubt. Schliesslich sollten sie auch hohen gestalterischen Anforderungen entsprechen (siehe Abbildung 5).



Abbildung 4: Schallabsorbierende, lichtdurchlässige Vorhänge in einer Probeinstallation für akustische Messungen an der Empa (Quelle: Weisbrod-Zürcher, Schweiz)

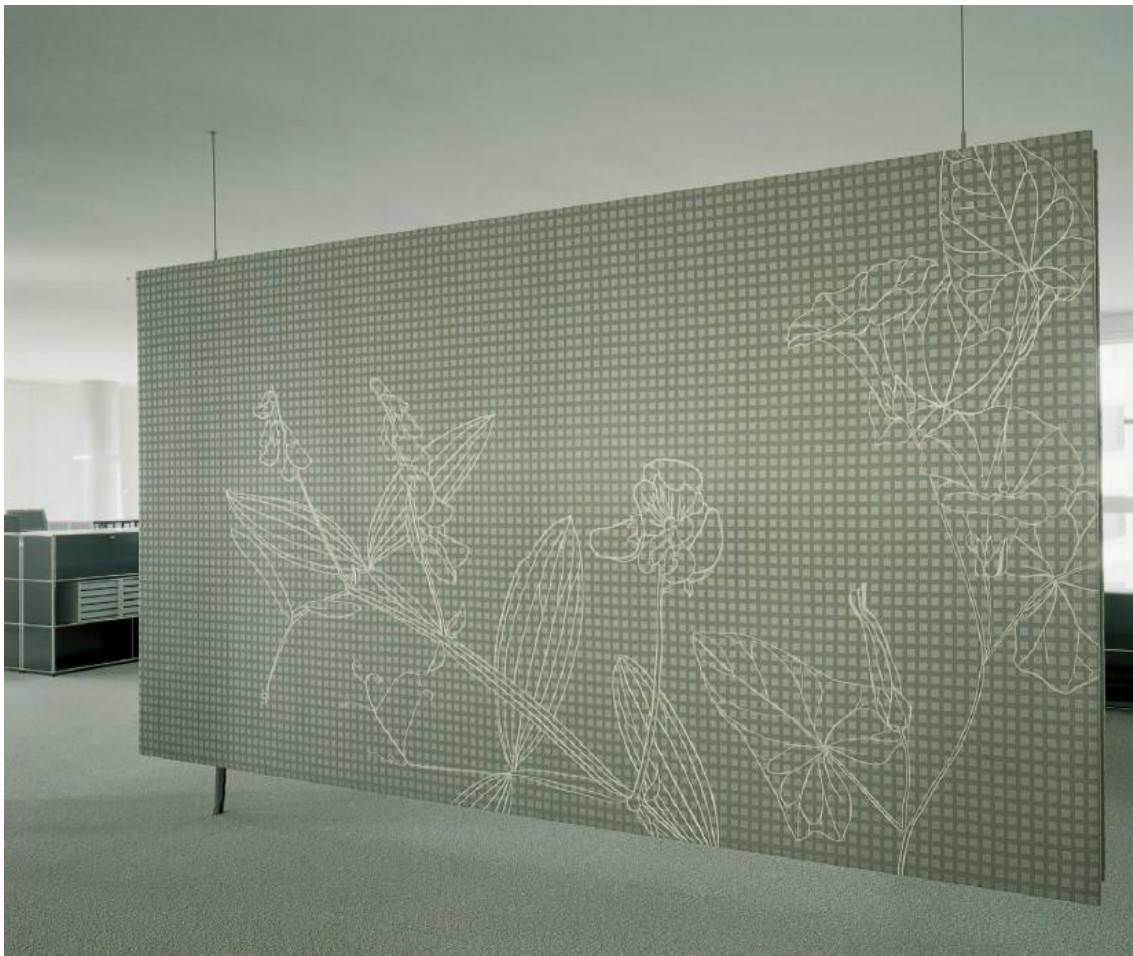


Abbildung 5: Gestalterisch hochwertiger Schallabsorber. Jakob Burckhardt Haus Basel, Mieterausbau Straumann, Zwimpfer Partner Architekten Basel. Textildesign: Annette Douglas (Quelle: [www.douglas-textiles.ch](http://www.douglas-textiles.ch))

## 4. Literatur- und Normenverzeichnis

- [1] Hilge, C. and C. Nocke. 8. *Raumakustik - Akustische Bedingungen am Arbeitsplatz effektiv gestalten*. [cited 2011 Jan.]; Available from: [http://www.buero-forum.de/uploads/media/8\\_Raumakustik\\_08\\_10.pdf](http://www.buero-forum.de/uploads/media/8_Raumakustik_08_10.pdf).
- [2] Meis, M. and K. Klink. 11. *Schall- und Lärmwirkung - Grundlagen des Hörens, Schallwirkungen und Massnahmen im Büroumfeld*. [cited 2011 Jan.]; Available from: [http://www.buero-forum.de/uploads/media/11\\_Schall-und\\_Laermwirkung.pdf](http://www.buero-forum.de/uploads/media/11_Schall-und_Laermwirkung.pdf).
- [3] *DIN 18041: Hörsamkeit in kleinen bis mittelgrossen Räumen*. 2004
- [4] Mommertz, E., 2008. *Akustik und Schallschutz - Grundlagen, Planung, Beispiele*. Müller-BBM, Edition Detail, München.
- [5] Rindel, J.H., 2010. *Verbal communication and noise in eating establishments*. Applied Acoustics **71**, 1156-1161.
- [6] Hertwig, R. *Geräuschminderung im Büro - Akustische Raumgestaltung von Call Centern - Anforderungen, Kennwerte, Empfehlungen, Materialien*. Lärmschutz-Arbeitsplatz LSA 01-391. BGI/GUV-I 792-310 2009 [cited 2011 Jan.]; Available from: [http://www.euk-info.de/fileadmin/PDF\\_Archiv/Regelwerk\\_Archiv/GUV-I/GUV-I\\_0792-0310-Okt\\_2009.pdf](http://www.euk-info.de/fileadmin/PDF_Archiv/Regelwerk_Archiv/GUV-I/GUV-I_0792-0310-Okt_2009.pdf).
- [7] Helenius, R. and V. Hongisto, 2004. *The effect of the acoustical improvement of an open-plan office on workers*, in Inter-noise 2004: Prague, Czech Republic.
- [8] *DIN EN 60268-16: Elektroakustische Geräte - Teil 16: Objektive Bewertung der Sprachverständlichkeit durch den Sprachübertragungsindex*. 2004
- [9] *VDI 2569: Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro*. 1990
- [10] Hongisto, V., J. Keranen, and P. Larm, 2004. *Simple model for the acoustical design of open-plan offices*. Acta Acustica United with Acustica **90**, 481-495.
- [11] Virjonen, P., J. Keranen, R. Helenius, J. Hakala, and O.V. Hongisto, 2007. *Speech privacy between neighboring workstations in an open office - A laboratory study*. Acta Acustica United with Acustica **93**, 771-782.
- [12] Virjonen, P., J. Keranen, and V. Hongisto, 2009. *Determination of Acoustical Conditions in Open-Plan Offices: Proposal for New Measurement Method and Target Values*. Acta Acustica United with Acustica **95**, 279-290.
- [13] Schlittmeier, S.J., 2010. *Zur Störwirkung von Hintergrundsprache und Bürolärm auf kognitive Leistungen: Wie effektiv können Sound-Maskierungssysteme und andere Schallschutzmassnahmen in Bürolandschaften sein?*, in Akustik in Büro und Objekt. Isensee Verlag Oldenburg.
- [14] *Entwurf prEN ISO 3382-3: Akustik - Messung von Parametern der Raumakustik - Teil 3: Durchgehende Räume*. 2009
- [15] *EN ISO 17624: Akustik - Leitfaden für den Schallschutz in Büros und Arbeitsräumen durch Schallschirme*. 2004
- [16] Chanaud, R.C., 2007. *Progress in Sound Masking*. Acoustics Today **3**, 21-26.