

Adaptives Schallmaskierungssystem für offene Bürowelten

Frank Zickmantel, Markus Barth

SilenceSolutions GmbH, 50668 Köln, E-Mail: ruhebitte@silencesolutions.de

Einleitung

Offene Bürolandschaften (Bild 1) erfreuen sich bei Unternehmen einer großen Beliebtheit. Neben einer effizienten Flächenausnutzung bieten sie die Möglichkeit einer teamorientierten Arbeitsweise. Moderne Bautrends, bspw. die bevorzugte Verwendung von Glas- oder

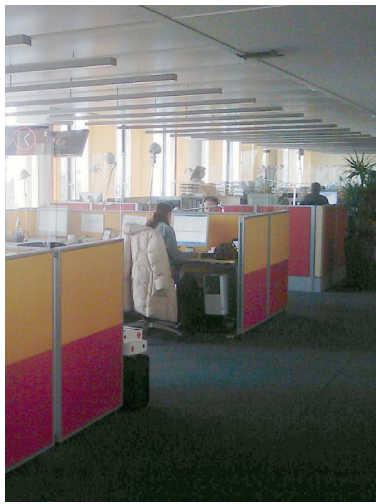


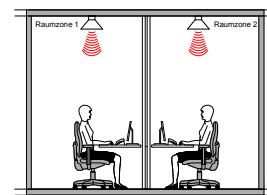
Bild 1: Typische Open-Space-Lösung: Halbhohe Stellwände zwischen den Arbeitsplätzen ermöglichen keine ausreichende Abschirmung im Nahbereich.

Betonflächen, unterstützen diesen Effekt. Allein die Absenkung von Nachhallzeiten, durch Bedämpfung der Raumbegrenzungsflächen, führt zu keiner ausreichenden raumakustischen Verbesserung. Zwar kann damit der Gesamtpegel im Raum auf ein akzeptables Niveau reduziert werden und die akustische Behaglichkeit am Arbeitsplatz wiederhergestellt werden, gleichzeitig erhöht sich jedoch die Sprachverständlichkeit. Verschiedene wissenschaftliche Studien z.B. [1] belegen, dass gerade irrelevante Sprache einen bedeutenden Einfluss auf die menschliche Arbeitsgedächtnisleistung ausübt. So erscheint das Gespräch eines Arbeitskollegen am Nachbartisch interessant, auch wenn man dessen Inhalt nur auszugsweise versteht. Abhilfe bieten Stellwände mit weit reichenden Abmessungen, die im besten Fall an die Decke adaptiert sind. Um informationshaltige Sprachübertragungen über größere Entfernungen wirkungsvoll zu unterbinden werden auch so genannte Maskierungssysteme verwendet. Dabei werden über Lautsprecher zumeist breitbandige Rauschsignale eingespielt. Der Nachteil solcher Systeme besteht darin, dass das eingespielte Signal den Grundgeräuschpegel ansteigen lässt. Daraus resultiert der aus der Psychoakustik bekannte Lombardeffekt, der zu lauterem Sprechen und schlechterem Hören führt.

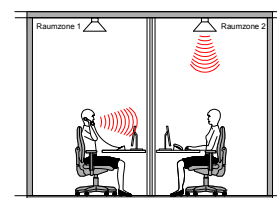
SilenceSolutions hat daher das Maskierungssystem SISOMask [2] entwickelt, das aufkommenden Schall analysiert und nur dann maskierende Geräusche ausspielt, wenn diese tatsächlich benötigt werden. Dadurch kann das Ansteigen des Grundgeräuschpegels reduziert werden. Es wurde für die Kombination mit halb- oder raumhohen Stellwänden konzipiert und kann auch zur Unterstützung der Dämmungseigenschaften von Wänden beitragen.

Funktionsweise von SISOMask

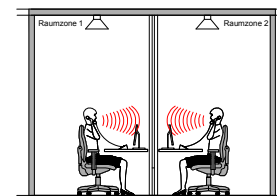
Um eine effiziente Sprachschallmaskierung bei gleichzeitiger Reduktion des Grundgeräuschpegels zu erreichen, verfügt SISOMask über drei grundlegende Zustände. Zwischen mehreren Arbeitsbereichen kann differenziert werden, ob kommuniziert wird, oder nicht. Dabei kann zusätzlich unterschieden werden, ob



a) Betriebszustand 1: Ohne Registrierung von Schall erfolgt nur eine geringfügige Maskierung.



b) Betriebszustand 2: Wird Schall nur in einem Bereich registriert, dann erfolgt eine Maskierung der umliegenden Bereiche. Die Maskierung im Bereich des Sprachaufkommens wird zudem deaktiviert.



c) Betriebszustand 3: Wird Sprache in mehreren Bereichen registriert, dann wird die Maskierung deaktiviert, da die erzeugten Sprachpegel selbst als Maskierungsgeräusch fungieren.

Bild 2: Betriebszustände von SISOMask.

Sprachschall in allen oder nur aus einem oder einigen Bereichen entweicht. Bild 2 verdeutlicht die Grundzustände anhand von drei Grafiken für zwei unabhängige Arbeitsbereiche. Im ersten Betriebszustand findet in beiden Bereichen keine Kommunikation statt. Das Maskierungssystem erzeugt nur ein leises Grundgeräusch. Im zweiten Zustand findet Kommunikation im linken Arbeitsbereich statt. Da unerwünschte Spracheinformationen in den rechten Bereich gelangen, wird dieser mit einem Maskierungssignal beschallt, wohingegen im linken Bereich das Maskierungsgeräusch weiter abnimmt um den Lombardeffekt zu vermeiden. Das Bild 2 c) stellt eine multidirektionale Kommunikation dar. Wenn ohnehin viel kommuniziert wird, dann wäre das Einspielen eines zusätzlichen Maskierungssignals hinsichtlich des Lombardeffektes kontraproduktiv. Da es bei eigener Kommunikation bereits zu einer Maskierung kommt, würden zusätzliche Geräusche nur den Grundgeräuschpegel anheben und zu einer lauterem Sprechweise führen. Dies ist mit SISOMask nicht der Fall. Gegenüber konventionellen Maskierungssystemen wird das Maskierungsgeräusch bei keiner und bei multidirektionaler Kommunikation reduziert.

Um eine sichere Funktionsweise zu ermöglichen, verfügt SISOMask über mehrere getrennte Signalwege zur gezielten Aufnahme und Ausgabe von Schall, sowie über Analyse- und Regelverfahren zur Registrierung von Sprache. Grundsätzlich erfolgt die Verarbeitung nach dem in Bild 3

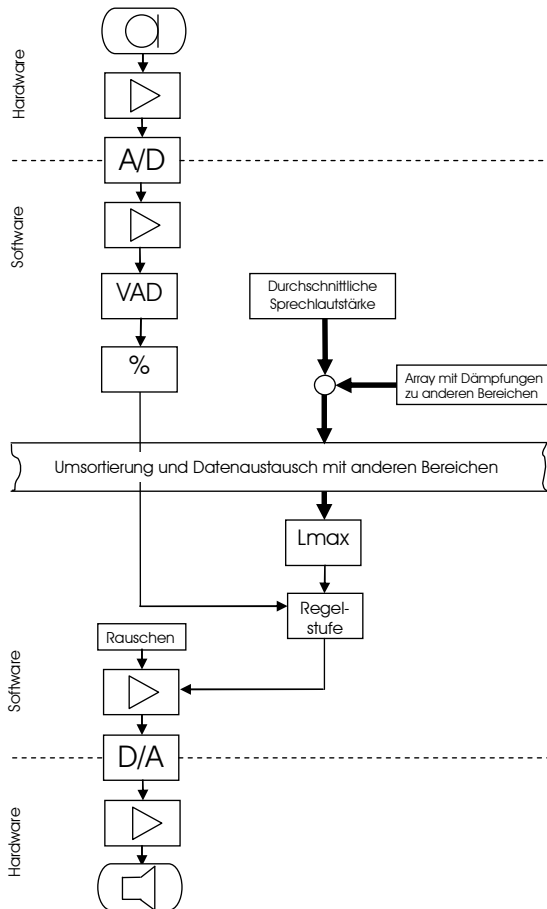


Bild 3: Algorithmus von SISOMask.

dargestellten Algorithmus. Das Ablaufschema wird hierbei für einen Kanal bzw. Raumbereich dargestellt und ist entsprechend der Kanalzahl zu erweitern. Mit einem Mikrofon wird der Schall in ein elektrisches Signal gewandelt, mit einem Vorverstärker verstärkt und dem A/D-Wandler zugeführt. Der softwareseitige Verstärker ermöglicht eine einfache Pegelkalibrierung, falls die Verstärkung an der Hardware nicht einstellbar sein sollte. Der Signalfluss führt danach zur Stimmaktivitätserkennung (VAD), welche die Aufgabe besitzt, das Vorhandensein von Sprache in einem Signalabschnitt zu erkennen.

Die Softwareplattform enthält dabei umfangreiche Kontrollfunktionen (z.B. Kanalkontrollfunktion in Bild 4) die eine Überwachung des Maskierungssystems ermöglicht.

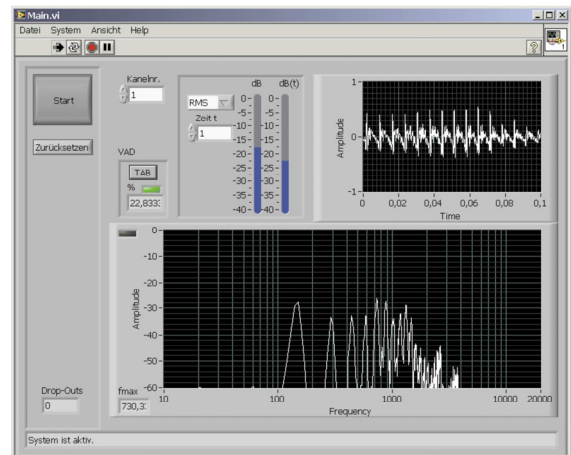


Bild 4: Kanalkontrollfunktionen inkl. Pegelmesser, Zeitfunktion und Frequenzspektrum.

Um die Funktionalität von SISOMask zu untersuchen, wurden Logatomtests an Probanden und objektive Messungen in Form des Speech Transmission Index (STI) durchgeführt. Tabelle 1 stellt die ermittelten Messergebnisse dar. In beiden Fällen konnte nachgewiesen werden, dass bei aktivierter Maskierung irrelevante Sprachinformationen nicht mehr verstanden werden.

Tabelle 1: Vergleich der Logatomtests mit objektiven Bewertungsparametern.

	Silbenverständlichkeit aus Logatomtest	STI	RASTI	Alcons	Bewertung
Stille	74,3%	70%	76%	3,8%	Gut
Rauschen 40dB(A)	57,2%	63%	66%	5,6%	Gut
Rauschen 55dB(A)	14,3%	30%	30%	32,8%	Dürrtig
Musik 40dB(A)	63,8%	68%	73%	4,2%	Dürrtig
Musik 55dB(A)	38,2%	41%	39%	18,9%	Gut

Literatur

[1] Schlittmeier, S. J./Thaden R.: Wirkung irrelevanter Sprache unterschiedlicher Sprachverständlichkeit auf die Arbeitsgedächtnisleistung. DAGA'05 (2005)

[2] Barth, M.: Konzeptionierung und Aufbau eines multidirektionalen Sprachmaskierungssystems. Diplomarbeit an der Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg (2009)