

Vergleichende Untersuchung raumakustischer Konzepte für Mehrpersonenbüros

Elmar Schröder¹, Ulrich Schanda²

¹ Müller-BBM GmbH, 82152 Planegg, Deutschland, Email: eschroeder@muellerbbm.de

² Fachhochschule Rosenheim, 83024 Rosenheim, Deutschland, Email: schanda@fh-rosenheim.de

Einleitung

Zur raumakustischen Planung von Mehrpersonenbüros gibt es vielerlei Richtlinien und Regelwerke. Das Grundkonzept für Mehrpersonenbüros, welches in diesen Regelwerken implizit steckt, beinhaltet den klassischen Büroausbau mit vollflächig schallabsorbierenden Decken und Stellwänden. Dieses Konzept hat sich bewährt.

Seit einigen Jahren erfolgt die Kühlung und teilweise auch die Beheizung von Mehrpersonenbüros vermehrt über thermisch aktivierte Stahlbetondecken. Die Decke steht somit für schallabsorbierende Maßnahmen nur noch eingeschränkt zur Verfügung. Alternativ zum o. g. klassischen Büroausbau wird in diesem Fall zunehmend ein sog. Trennwandkonzept umgesetzt. Dabei wird auf die Schallabsorption an der Decke vollständig verzichtet, dafür aber raumhohe, beidseitig hochschallabsorbierende Stellwände ausgeführt.

Um das Trennwandkonzept im Verhältnis zum klassischen Konzept (Stellwandkonzept) aus akustischer Sicht beurteilen zu können, wurde eine vergleichende Untersuchung der beiden Konzepte für Mehrpersonenbüros durchgeführt. Als zusätzlicher Aspekt wurde die Wirkung von tieffrequenten Absorbern auf die akustischen Verhältnisse betrachtet.

Beschreibung der untersuchten Bürosituationen

Es wurden mehrere unterschiedliche Bürosituationen untersucht, von denen hier drei vorgestellt werden:

- **Stellwandkonzept:** Abschirmung mit 1,6 m hohen, absorbierenden Stellwänden, vollflächig absorbierende Decke, $T_{20} = 0,4$ s (250 Hz – 2000 Hz)
- **Trennwandkonzept:** Abschirmung durch 3,0 m hohe, absorbierende Trennwände (0,2 m Boden- und Deckenabstand, 0,5 m Fassadenabstand), $T_{20} = 0,6$ s (250 Hz – 2000 Hz)
- **Ohne Konzept (Schadensfall):** keine Abschirmung, keine Bedämpfung, $T_{20} = 0,9$ s (250 Hz – 2000 Hz)

Zusätzlich wurde bei den Bürosituationen **T** und **O** der Einfluss von tieffrequenten Absorbern untersucht. Hierzu wurden zusätzlich 30 Plattenresonatoren mit den Resonanzfrequenzen $f_0 = 80$ Hz und 125 Hz eingebaut.

Raumakustische Messung und Auralisation

Die komplizierten akustischen Verhältnisse in Mehrpersonenbüros lassen sich durch rechnerbasierte Simulationen zum gegenwärtigen Entwicklungsstand noch nicht abbilden und können deshalb am besten durch Hörversuche beurteilt werden. Da die Hörversuche nicht in

den in Nutzung befindlichen Mehrpersonenbüros durchgeführt werden konnten, wurden die raumakustischen Verhältnisse der verschiedenen Mehrpersonenbüros messtechnisch erfasst und für die Hörversuche auralisiert.

Die Messungen der Raumimpulsantworten erfolgten mit einem Dodekaeder als Schallquelle und einem Kunstkopf zur Aufnahme. An einzelnen Referenzarbeitsplätzen, an denen der Kunstkopf stand, wurden alle Impulsantworten von den übrigen Arbeitsplätzen, an denen der Dodekaeder stand, erfasst. Im Labor wurden hallfreie Sprachsignale, die den einzelnen Arbeitsplätzen zugeordnet wurden, und weitere bürotypische Geräusche wie Tastaturklappern, Drucker etc. mit den Raumimpulsantworten gefaltet und zusammengemischt.

Durchführung der Hörversuche

Die Untersuchungen wurden für die Büronutzungen als Call-Center und als Konstruktionsbüro durchgeführt, die hinsichtlich des Bürogeräuschpegels als sehr laut bzw. als sehr leise einzustufen sind. Während im Call-Center an Arbeitsplätzen gesprächsorientiert gearbeitet wird, überwiegt im Konstruktionsbüro das stille Arbeiten mit nur wenigen gleichzeitig sprechenden Mitarbeitern.

In einem Call-Center sind eine gute Sprachverständlichkeit am Telefon und eine hohe Vertraulichkeit zu den angrenzenden Arbeitsplätzen die wichtigsten Anforderungen. Die durchgeführten Versuche beschränken sich auf die Beurteilung der Sprachverständlichkeit anhand eines Reimtests nach Sotschek [1]. Das synthetisch erstellte Bürogeräusch (gleichzeitige Telefonate an 70 % der Arbeitsplätze) wurde zusammen mit den Reimwörtern über Kopfhörer dargeboten. Beurteilt wurde die Anzahl der falsch verstandenen Wörter.

In einem Konstruktionsbüro ist eine gute Konzentrationsfähigkeit eine der wichtigsten Anforderungen an den Arbeitsplatz. Hierfür wurde ein Test des Arbeitsgedächtnisses [2] verwendet. Aus einer am Bildschirm dargebotenen, zufälligen Folge von sieben einzelnen Ziffern bzw. Buchstaben war die Folge richtig wiederzugeben. Jedes falsche Zeichen beim Notieren der Zeichenfolge galt als Fehler. Gleichzeitig mit der rein visuellen Darbietung der Zeichen wurden die Bürogeräusche (Telefonate und Unterhaltungen an 15% der Arbeitsplätze) über Kopfhörer eingespielt.

Ergebnisse

Call-Center

Es wurden die drei Bürosituationen **S**, **T**, **O** sowie die zwei Umbauvarianten **T_TA** und **O_TA** mit Tiefenabsorbern verglichen (Referenz **Ref** ohne Bürogeräusch). In einem weiteren Versuch wurde bei **S** der Bürogeräuschpegel um

3 dB erhöht, während der Nutzpegel (Reimwörter) konstant blieb (**S-3dB**). Im Gegensatz hierzu wurde bei **O+3dB** der Bürogeräuschpegel um 3 dB bei wiederum konstant gehaltenem Nutzpegel verringert.

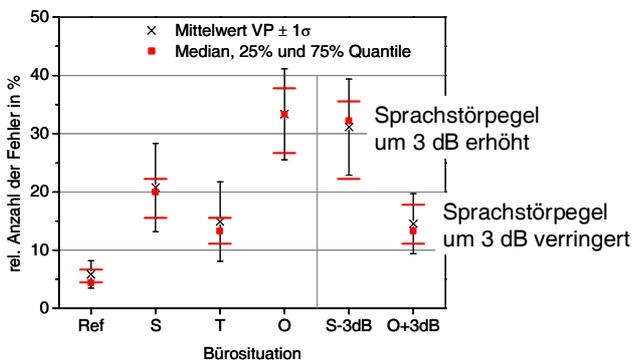


Abbildung 1: Ergebnisse der Sprachverständlichkeitstests bei den Bürosituationen Ref, S, T, O, S-3dB und O+3dB

Beim Trennwandkonzept **T** ist die Sprachverständlichkeit am Telefon etwas geringer als beim Stellwandkonzept **S**. Eine höhere Raumbedämpfung wie bei **S** führt offensichtlich nicht zwangsläufig zu einer guten Sprachverständlichkeit am Telefon. Beim Schadensfall **O** ist aufgrund des hohen Bürogeräuschpegels (geringe Raumbedämpfung, keine Abschirmung) die Sprachverständlichkeit am geringsten.

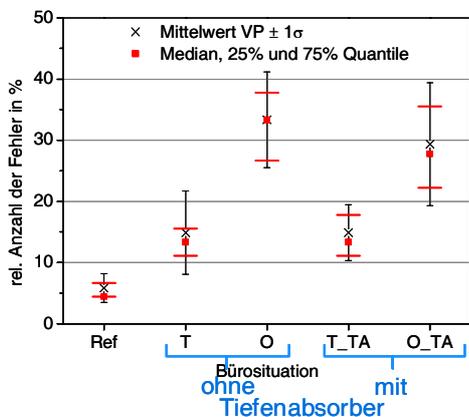


Abbildung 2: Ergebnisse der Sprachverständlichkeitstests bei den Bürosituationen T, O sowie T_TA und O_TA

Eine Verringerung der Nachhallzeiten im Frequenzbereich bis 160 Hz wirkt sich statistisch signifikant nur bei **O** mit übermäßig langen Nachhallzeiten (bis 1,87 s bei 100 Hz) aus, nicht jedoch bei **T** mit Nachhallzeiten in diesem Frequenzbereich von knapp unter 1 s.

Konstruktionsbüro

Beim Konstruktionsbüro wurden die Bürosituationen **S**, **T**, **O** und **Tg** verglichen. Bei der Variante **Tg** wurden die Trennwände dicht an Boden, Decke und Fassade angeschlossen. Dabei wurde für jede Bürosituation unterschieden, ob sich die Sprecher im eigenen Arbeitsbereich

_dir (ohne Abschirmung) oder im benachbarten Arbeitsbereich **_ind** (mit Abschirmung) befinden.

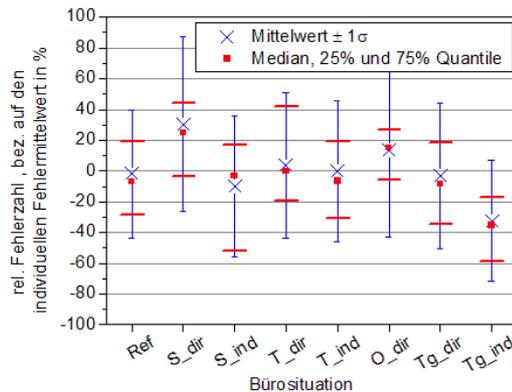


Abbildung 3: Arbeitsgedächtnistest bei den Bürosituationen S, T, O und Tg (informationshaltige Bürogeräusche nur im eigenen **_dir**, nur außerhalb des eigenen **_ind** Arbeitsbereichs)

Auch beim Arbeitsgedächtnistest mit Sprechern im eigenen Arbeitsbereich ist das Trennwandkonzept **T** besser als das Stellwandkonzept **S**. Aufgrund der geringen Sprachverständlichkeit in **O** liegt dieses zwischen **T** und **S**. Beim Arbeitsgedächtnistest ist weniger die Höhe des Sprachstörspegels als vielmehr die Verständlichkeit von Bedeutung.

Wenn sich die Sprecher außerhalb des eigenen Arbeitsbereichs befinden, sind **S** und **T** gleich. Erwartungsgemäß ergibt sich bei Variante **Tg** nur eine Verbesserung, wenn sich die Sprecher im abgeschirmten Arbeitsbereich befinden.

Schlussfolgerungen

Das Trennwandkonzept ist in den untersuchten Fällen besser als das Stellwandkonzept. Die Sprachverständlichkeit am Telefon in Call-Centern wird durch die Raumbedämpfung (Informationshaltigkeit) **und** den Sprachstörspegel (der Nachbarn) beeinflusst. Die Arbeitsgedächtnisleistung im Konstruktionsbüro wird hauptsächlich durch die Raumbedämpfung (Informationshaltigkeit) und weniger durch den Sprachstörspegel bestimmt.

Das Einbringen tieffrequenter Absorber wirkt sich nur dann auf die Sprachverständlichkeit am Telefon aus, wenn die Nachhallzeit bei tiefen Frequenzen übermäßig lang ist. Bei der ohnehin erforderlichen, hohen Bedämpfung der mittleren Frequenzen ist dies in der Regel nicht der Fall.

Literatur

- [1] Sotschek E., (1982): Ein Reimtest für Verständlichkeitsmessungen mit deutscher Sprache als ein verbessertes Verfahren zur Bestimmung der Sprachübertragungsgüte. Der Fernmeldeingenieur, Sonderdruck, 36 Jg., H 4/5 (1985), (Z 195)
- [2] Schlittmeier, S., Hellbrück, J.: Impact of Office Noise, Irrelevant Speech and Music on Short-Term Memory Performance. CFA/DAGA '04, Strasbourg 2004.