

Evaluation von Maßnahmen zur Reduzierung von störendem Hintergrundsprechen an Büroarbeitsplätzen: Vergleich von Messung und Hörversuch

Andreas Liebl¹, Noemi Martin¹, Maria Zaglauer¹, Katharina Kowalsky²

¹ Fraunhofer-Institut für Bauphysik, 70569 Stuttgart, E-Mail: andreas.liebl@ibp.fraunhofer.de

² Universität Potsdam, 14476 Potsdam

Einleitung

Sprache ist die am meisten störende Geräuschquelle in Großraumbüros [1]. Mithilfe raumakustischer Maßnahmen, wie Schallabsorption, Schalldämmung und Sound Masking lässt sich die Störung reduzieren [1]. Eine Vielzahl von Produkten wirbt mit der Eigenschaft, störenden Sprachschall zu mindern. Allerdings gibt es noch keine standardisierte Methode, um die Minderung von Sprachschall durch solche Produkte zu deklarieren.

Ein entsprechendes Verfahren wurde 2016 vorgeschlagen [2] und hier angewandt. Es handelt sich dabei um ein Verfahren zur Bestimmung der Schallreduktion durch Elemente der Büromöblierung, das im diffusen Schallfeld (Hallraum) durchgeführt wird. Dabei wird der Schalleistungspegel ohne und mit Möbelstück nach ISO 3741 bestimmt und ein Differenzwert gebildet, welcher wiederum auf das Sprachspektrum angepasst wird. Als Ergebnis erhält man einen Einzahlwert D_s (Speech Reduction Index).

Ergänzend zur Etablierung eines solchen Verfahrens stellt sich die Frage, in welchem Ausmaß Sprachschall reduziert werden muss, so dass der Nutzer davon profitiert oder zumindest einen wahrnehmbaren Unterschied feststellen kann. Die Fragestellung des durchgeführten Hörversuchs lautet daher:





In welchem Ausmaß reduzieren übliche akustische Maßnahmen (Stellwände) im Büro störende Sprache?

Ist das Ausmaß, in welchem übliche akustische Maßnahmen (Stellwände) im Büro störende Sprache reduzieren ausreichend, um eine Wirkung auf die Nutzer zu erzielen?

Experiment

Das vorgeschlagene Verfahren [2] wurde angewandt, um verschiedene Stellwandkonstruktionen zu bewerten. Bei den Stellwänden handelte es sich um eine einfache Eigenkonstruktion (Holzrahmen) mit einem bewerteten Schallabsorptionsgrad (α_w) von 0,7. Als Referenz diente der Vergleich zu einem Arbeitsplatz mit Tisch und Stuhl ohne Stellwand. Die untersuchten Aufbauten und zugehörigen Messergebnisse aus dem Hallraum zeigt Tabelle 1. Zusätzlich zu den Messungen im Hallraum wurde die Anwendbarkeit des Verfahrens in üblichen Räumen (Seminarraum) untersucht. Dabei ergab sich ein maximaler Unterschied von 1,2 dB(A). Das im Seminarraum bestimmte D_s fiel überraschend mehrheitlich geringer aus.

Tabelle 1: Untersuchte Arbeitsplatzkonfigurationen

Aufbau		D_s [dB(A)]
I		0
II		1,7
III		3,7
IV		5,5

Ergänzend zu den Messungen wurden im Seminarraum Kunstkopfaufnahmen von Sprachschall bei unterschiedlicher Möblierung hergestellt und damit Hörversuche durchgeführt. Die Sprachschallquelle wurde auf einen Pegel von 60 dB(A) in einem Meter Entfernung kalibriert. Die Empfängerposition lag in 5 Meter Entfernung von der Senderposition. Den Messaufbau im Seminarraum zeigt Abbildung 1.

Mit Hilfe der Kunstkopfaufnahmen (Kopfhörerdarbietung) wurde im Rahmen eines laborexperimentellen Probandentests mit 33 Personen ($\bar{\text{O}} 23,73$ Jahre; 44,1% weiblich, 52,9% männlich) im High Performance Indoor Environment Labor des Fraunhofer Instituts für Bauphysik in Stuttgart untersucht, ob das Ausmaß der Reduzierung von Sprachschall durch die unterschiedlichen Arbeitsplatzkonfigurationen ausreichend ist, um Effekte auf die Probanden nachzuweisen. Dabei wurden stets Leistung und Empfinden der Probanden beim Arbeiten unter Ruhe mit dem Arbeiten und Empfinden unter den Sprachaufnahmen der verschiedenen Arbeitsplatzkonfigurationen verglichen.

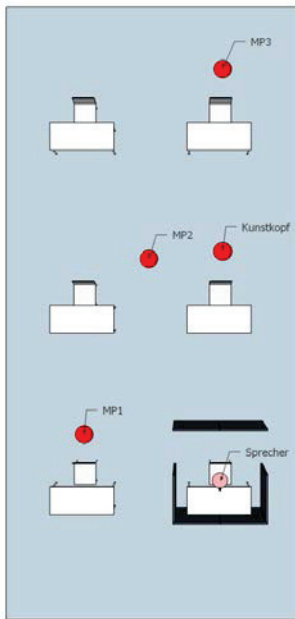


Abbildung 1: Aufbau im Seminarraum

Da sich abzeichnete, dass das durch die Stellwände erzielte D_s nicht ausreichend ist, um eine Wirkung zu erzielen, wurden ergänzend Szenarien untersucht, in welchen der Sprecherpegel zusätzlich um 10 dB (A) abgesenkt und/oder das Grundgeräusch zusätzlich auf 42 dB(A) erhöht (Noise Criterion Curves) wurden. Die resultierenden äquivalenten Dauerschallpegel (L_{eq}) der Versuchsbedingungen zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2: Äquivalente Dauerschallpegel (L_{eq}) der untersuchten Arbeitsplatzkonfigurationen

Aufbau	L_{eq} [dB(A)]
Ruhe	< 30
I	52,4
II	49,8
III	47,1
IV	45,7
I - 10dB	42,4
IV - 10dB	35,7
I + NC	52,7
IV + NC	47,2
I - 10dB + NC	45,1
IV - 10dB + NC	42,8

Die Probanden bearbeiteten jeweils 12 Trials eines verbalen Arbeitsgedächtnistests (Serial Recall Task). Dabei werden die Ziffern 1 bis 9 in zufälliger Folge nacheinander dargeboten (700 ms Präsentationsdauer und 300 ms Interstimulusintervall). Nach einem Retentionsintervall von 8 s werden die Ziffern auf dem Bildschirm in einer 3x3 Matrix dargestellt und müssen in exakt der Reihenfolge angewählt werden, wie sie präsentiert wurden. Darüber hinaus bearbeiteten die Probanden mehrere Fragebögen zu den empfundenen geistigen Anforderungen, zur Lästigkeit, Sprachverständlichkeit und Distanz zum Sprecher.

Ergebnisse

Leistung

Die mittleren Fehlerraten der Probanden bei Bearbeitung der Arbeitsgedächtnisaufgabe zeigt Abbildung 2.

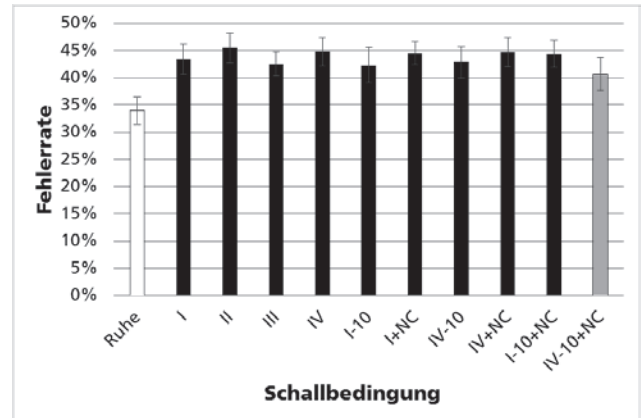


Abbildung 2: Mittlere Fehlerraten bei Bearbeitung der Arbeitsgedächtnisaufgabe

Im Rahmen der statistischen Analyse wurden zwei einfaktorische ANOVAs mit entweder 11 oder 10 Stufen (mit und ohne Ruhe) durchgeführt. Im Rahmen der Auswertung mit 11 Stufen (inkl. Ruhe) zeigt sich ein deutlicher Effekt der Schallbedingungen $F(7.1, 227.3) = 4.19; p < .01; \eta^2 = .116$. Dieser ist in der Auswertung mit 10 Stufen ohne Ruhe nicht zu finden $F(6.4, 205.5) < 1; p = .49; \eta^2 = .028$. Beim Arbeiten unter Ruhe werden deutlich weniger Fehler gemacht. Die verschiedenen Arbeitsplatzkonfigurationen haben keinen signifikanten Effekt. Bei der paarweisen Gegenüberstellung (Kennzeichnung von signifikanten Unterschieden durch Graustufen) deutet sich lediglich ein Vorteil der Kombination aus Aufbau IV mit zusätzlicher Pegelabsenkung und Grundgeräuschhebung im Vergleich zum Aufbau I (Tisch und Stuhl) an.

Geistige Anforderungen

Die mittleren empfundenen geistigen Anforderungen (NASA-TLX) der Probanden bei Bearbeitung der Arbeitsgedächtnisaufgabe zeigt Abbildung 3.

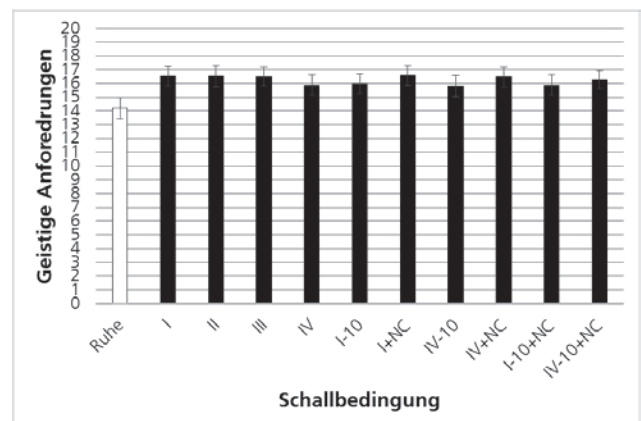


Abbildung 3: Mittlere empfundene geistige Anforderungen bei Bearbeitung der Arbeitsgedächtnisaufgabe

Im Rahmen der Auswertung mit 11 Stufen (inkl. Ruhe) zeigt sich ein deutlicher Effekt der Schallbedingungen $F(10, 310) = 7.69$; $p < .01$; $\eta^2 = .199$. Wie bei den Fehlerraten findet sich kein signifikantes Ergebnis mehr, wenn Ruhe im Rahmen der Auswertung mit 10 Stufen nicht mehr einbezogen wird $F(9, 279) = 1.82$; $p = .64$; $\eta^2 = .056$. Das Arbeiten unter Hintergrundsprechen wird demnach als schwieriger empfunden als in Ruhe. Die verschiedenen Szenarien zur Minderung dieser Störf Wirkung scheinen unter diesem Aspekt nicht wirksam zu sein.

Lästigkeit

Die mittlere empfundene Lästigkeit (ISO/TS 15666) der Probanden bei Bearbeitung der Arbeitsgedächtnisaufgabe zeigt Abbildung 4.

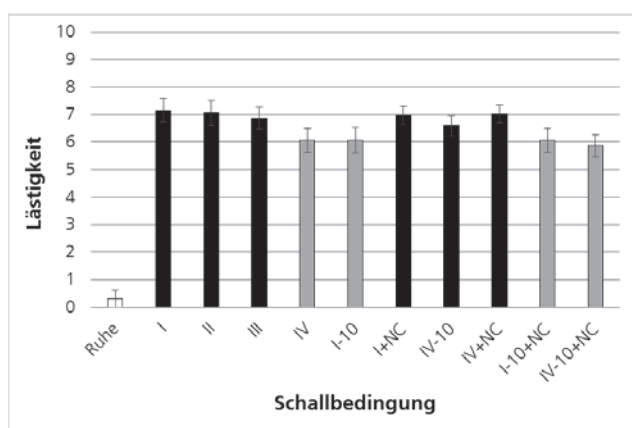


Abbildung 4: Mittlere empfundene Lästigkeit bei Bearbeitung der Arbeitsgedächtnisaufgabe

Hier ergeben sich in der statistischen Analyse sowohl bei der Auswertung mit 11 Stufen (inkl. Ruhe) $F(10, 310) = 45.06$; $p < .01$; $\eta^2 = .592$ als auch bei der Auswertung ohne Ruhe mit 10 Stufen $F(9, 279) = 3.42$; $p < .01$; $\eta^2 = .099$ signifikante Ergebnisse. Paarweise Vergleiche (Kennzeichnung von signifikanten Unterschieden durch Graustufen) zeigen, dass im Vergleich zu Aufbau I (nur Tisch und Stuhl) Aufbau IV, Aufbau I mit zusätzlicher Pegelabsenkung um 10 dB(A), Aufbau I mit zusätzlicher Pegelabsenkung um 10 dB(A) und Grundgeräuschanhebung auf 42 dB(A) und Aufbau IV mit zusätzlicher Pegelabsenkung um 10 dB(A) und Grundgeräuschanhebung auf 42 dB(A) eine Verringerung der wahrgenommenen Lästigkeit bewirken.

Sprachverständlichkeit

Die mittlere berichtete Sprachverständlichkeit der Probanden bei Bearbeitung der Arbeitsgedächtnisaufgabe zeigt Abbildung 5.

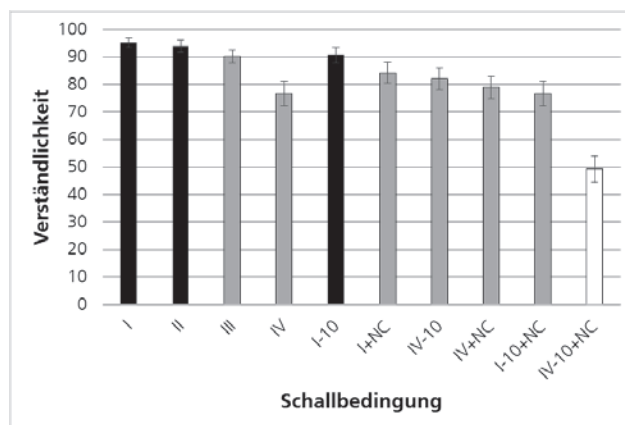


Abbildung 5: Mittlere empfundene Sprachverständlichkeit bei Bearbeitung der Arbeitsgedächtnisaufgabe

Im Rahmen der statistischen Analyse der empfundenen Sprachverständlichkeit ist nur eine Auswertung mit 10 Stufen angezeigt. Diese belegt signifikante Unterschiede zwischen den Schallbedingungen $F(9, 279) = 28.67$; $p < .01$; $\eta^2 = .480$. Paarweise Vergleiche (Kennzeichnung von signifikanten Unterschieden durch Graustufen) mit Aufbau I (Tisch und Stuhl) belegen hier mehrfach signifikante Unterschiede. Besonders auffallend ist die deutliche Abnahme der empfundenen Sprachverständlichkeit unter Aufbau IV mit zusätzlicher Pegelabsenkung und Grundgeräuschanhebung.

Distanz

Die mittleren empfundene Distanz der Probanden zum Sprecher während der Bearbeitung der Arbeitsgedächtnisaufgabe zeigt Abbildung 6.

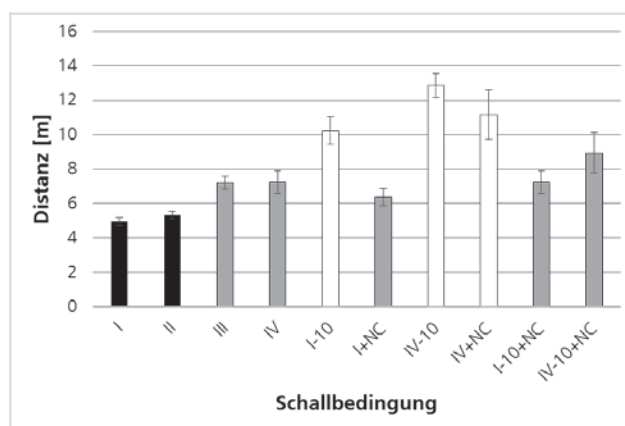


Abbildung 6: Mittlere empfundene Distanz während der Bearbeitung der Arbeitsgedächtnisaufgabe

Die statistische Analyse der empfundenen Distanz zum Sprecher mit 10 Stufen belegt signifikante Unterschiede zwischen den Schallbedingungen $F(9, 279) = 15.03$; $p < .01$; $\eta^2 = .327$. Paarweise Vergleiche (Kennzeichnung von signifikanten Unterschieden durch Graustufen) mit Aufbau I (Tisch und Stuhl) belegen auch hier mehrfach signifikante Unterschiede. Das Ergebnismuster ist uneinheitlich zumal die Pegelabsenkung um 10 dB(A) und

Grundgeräuschanhebung auf 42 dB(A) bei den Aufbauten I und IV unterschiedlich wirkt. Zudem führt eine Kombination dieser Maßnahmen zu einer Reduzierung der empfundenen Distanz im Vergleich zu singulären Maßnahmen.

Fazit

Die durchgeführte Untersuchung zeigt, dass übliche akustische Maßnahmen im Büro störende Sprache nur geringfügig (Einschränkung auf untersuchten Versuchsaufbau) reduzieren. Dabei ist das Ausmaß, in welchem die untersuchten akustischen Maßnahmen störende Sprache reduzieren kaum ausreichend, um eine Wirkung auf die Nutzer zu erzielen. Das Befundmuster ist allerdings zum Teil uneinheitlich und Wechselwirkungen müssen weiter untersucht werden. Das D_s-Verfahren wird abschließend positiv bewertet, zumal es einen Bezug zur tatsächlichen Störgröße (Hintergrundsprechen) aufweist. Der Zusammenhang zwischen D_s und bürotypischen Raumeigenschaften sowie dem gesamten Arbeitsplatzlayout muss allerdings noch hergestellt werden.

Literatur

- [1] SCHLITTEMEIER, Sabine J. ; LIEBL, Andreas: *The effects of intelligible irrelevant background speech in offices – cognitive disturbance, annoyance, and solutions*. In: *Facilities* 33 (2015), 1/2, S. 61–75
- [2] HONGISTO, Valtteri ; KERÄNEN, Jukka ; VIRJONEN, Petra ; HAKALA, Jarkko: *Test Method for Determining Sound Reduction of Furniture Ensembles*. In: *ACTA ACUSTICA UNITED WITH ACUSTICA* 102 (2016), Nr. 1, S. 67–79. URL <http://www.ingentaconnect.com/content/dav/aaua/2016/00000102/00000001/art00010>