

Sound Masking in Büroumgebungen - Notwendigkeit, Bedenken, Nutzen

Andreas Liebl¹, Maria Kittel²

¹ Fraunhofer Institut für Bauphysik, 70569 Stuttgart, andreas.liebl@ibp.fraunhofer.de

² Fraunhofer Institut für Bauphysik, 70569 Stuttgart, maria.kittel@ibp.fraunhofer.de

Einleitung

Die Beschäftigten in Mehrpersonenbüros äußern sich häufig unzufrieden über die akustischen Umgebungsbedingungen. Gespräche von Kollegen, deren Inhalte für die eigene Tätigkeit nicht relevant sind sowie ein Mangel an akustischer Privatheit werden als störend und belästigend empfunden [1]. Die Neufassung der VDI 2569 greift diese Problematik auf und formuliert Zielgrößen, die darauf abzielen, die Verständlichkeit von Hintergrundsprechen möglichst schnell zu reduzieren. Es werden Schallschutzklassen (A, B, C) definiert, die durch unterschiedliche Nutzungen der Bürofläche begründet sind. Die Klasse B adressiert übliche Büronutzungen, wie Vertrieb, Konstruktion, Verwaltung und bedingt auch Call-Center. Die Tabellen 1 und 2 zeigen Auszüge der Anforderungen aus dem Entwurf der VDI 2569.

Tabelle 1: Empfehlungen für die raumakustischen Kenngrößen und den maximalen Störschalldruckpegel bauseitiger Geräusche $L_{NA,Bau}$ in Mehrpersonenbüros nach Entwurf VDI 2569

Raumakustik klasse	T in Oktavbändern		$L_{NA, Bau}$
	125 Hz	250 Hz bis 4000 Hz	
A	≤ 0,8 s	≤ 0,6 s	≤ 35 dB
B	≤ 0,9 s	≤ 0,7 s	≤ 40 dB
C	≤ 1,1 s	≤ 0,9 s	≤ 40 dB

Tabelle 2: Empfehlungen für die raumakustischen Kenngrößen zur Einstufung der Messpfade in Mehrpersonenbüros nach Entwurf VDI 2569

Stufe der Schallausbreitung	$D_{2,s}$	$L_{p,A,S,4m}$
A	≥ 8 dB	≤ 47 dB
B	≥ 6 dB	≤ 49 dB
C	≥ 4 dB	≤ 51 dB

In der VDI 2569 werden wesentliche Elemente und Argumente der ISO 3382-3 aufgegriffen. In letzterer werden als zusätzliche Größen zur Beschreibung der akustischen Qualität von Mehrpersonenbüros der Speech Transmission Index (STI) und der Ablenkungsradius (r_D) benannt. Der Ablenkungsradius ist der Abstand in Metern von einem störenden Sprecher, in welchem der STI als Maß für die Sprachverständlichkeit unter einen Wert von 0,5 fällt. Dieser Wert wurde gewählt, da empirische Untersuchungen darauf hindeuten, dass ab diesem Wert das Stör- und Belästigungspotential von Hintergrundsprechen abnimmt [2].

Exemplarische Berechnung zeigen allerdings, dass selbst bei Erfüllung der Anforderungen aus dem Entwurf der VDI 2569 bezüglich der Raumakustikklasse B – was bereits umfangreiche raumakustische Maßnahmen (Absorption, Schirmung) erfordert – ein Ablenkungsradius unter 4 Metern kaum erreicht werden kann. Das bedeutet, dass das Störpotential im Umkreis von 4 Metern um einen Sprecher selbst bei Erfüllung der Richtlinie immer noch als hoch einzuschätzen ist. Folglich ist an unmittelbar benachbarten Arbeitsplätzen um einen Sprecher und auch in der nächstgelegenen Arbeitsplatzgruppe in üblichen Mehrpersonenbüros mit Störung durch den Sprecher zu rechnen. Ein Mittel, um den Ablenkungsradius zusätzlich zu verringern, besteht in einer Anhebung des Grundgeräuschs, z.B. durch Sound Masking. Unter Sound Masking versteht man die zielgerichtete Überlagerung von störendem Bürolärm durch natürliche oder künstliche Geräusche. Sound Masking ist in deutschen Büroumgebungen wenig verbreitet und wird kontrovers diskutiert. Bedenken beziehen sich vor allem auf die Frage nach der damit verbundenen Anhebung des Geräuschniveaus in der Bürofläche. Es gilt demnach das richtige Maß zu finden und Quantität sowie Qualität des Maskiergeräusches vor dem Hintergrund von Maskierwirkung und dem immanenten Belästigungspotential abzuwägen. Das im Folgenden berichtete Laborexperiment zeigt das Potential von Sound Masking hinsichtlich der Reduzierung des Stör- und Belästigungspotentials von Hintergrundsprechen auf.

Experiment

Methode

Im Rahmen eines Laborexperiments wurde eine typische Arbeitsplatzsituation mit zwei, durch Stellwände voneinander getrennten, Arbeitsplätzen (A, B) geschaffen. In jeweils identischer Entfernung von beiden Arbeitsplätzen wurde per Lautsprecher ein störender Sprecher simuliert. Der Pegel des Sprechers an den Empfangsorten (Arbeitsplatz A und B) lag jeweils bei 42 dB(A). An beiden Arbeitsplätzen hatten die Probanden eine Arbeitsgedächtnisaufgabe (Erinnern und Reproduktion einer auf dem Computerbildschirm dargebotenen zufälligen Folge der Zahlen 1 bis 9 – Serial Recall Aufgabe) zu bearbeiten und im Nachgang der Bearbeitung Lästigkeitsurteile gemäß ISO/TS 15666 abzugeben. Über Arbeitsplatz A war zusätzlich ein Lautsprecher angebracht, anhand dessen zwei Maskiersignale dargeboten wurden. Dabei handelte es sich einerseits um ein im Frequenzbereich von 125-8000 Hz um 5dB pro Oktave abfallendes Rosa Rauschen (M0) und um ein weiteres Testsignal (M3). Abbildung 1 illustriert den Versuchsaufbau.

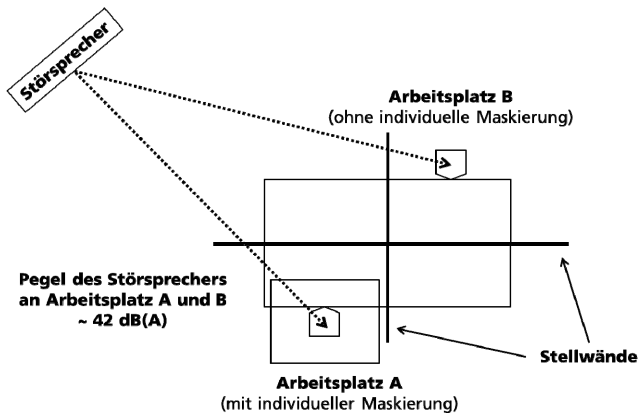


Abbildung 1: Illustration des laborexperimentellen Versuchsaufbaus.

Das Maskiersignal konnte an Arbeitsplatz A in 5 Stufen im Pegel variiert werden. Tabelle 3 zeigt die möglichen Einstellungsstufen und zugehörigen Pegel an den Empfängerpositionen (Arbeitsplatz A und B) sowie die Häufigkeit der von den Probanden an Arbeitsplatz A gewählten Einstellungen.

Tabelle 3: Pegel (dB(A)) und Häufigkeit (H) der gewählten Maskiersignaleinstellungen (M0;M3) an Arbeitsplatz A und B

Einstellung	M0 dB(A) A;B	H (M0)	M3 dB(A) A;B	H (M0)
Stufe 1	0 (aus)	0	0 (aus)	1
Stufe 2	41,7; 36,4	0	41,3; 38,4	2
Stufe 3	45,9; 40,6	5	45,5; 42,6	3
Stufe 4	49,9; 44,6	11	49,7; 46,8	9
Stufe 5	54,2; 48,9	9	54,1; 51,2	10

Die Probanden bearbeiteten die Aufgabenstellung einerseits unter Ruhe sowie unter der festen Vorgabe der Einstellung auf Stufe 5. Zusätzlich bestand für die Probanden an Arbeitsplatz A die Möglichkeit, eine Stufe selbst zu wählen. Sie waren dabei instruiert, eine Einstellung zu wählen, die zur Bearbeitung der Aufgabe geeignet erschien. 50 Probanden (19-76 Jahre, Md=25 Jahre) nahmen am Experiment teil.

Ergebnisse

Abbildung 2 zeigt die Fehlerraten der Probanden bei Bearbeitung der Arbeitsgedächtnisaufgabe. Die varianzanalytische Auswertung belegt einen signifikanten Effekt der Hintergrundschallbedingungen an Arbeitsplatz A ($F(5,120)=6.00$, $p<.01$, $\eta^2=.20$) und Arbeitsplatz B ($F(5,110)=3.18$, $p<.05$, $\eta^2=.126$). Paarweise Vergleiche (einseitige Testung mit Bonferroni-Korrektur) zeigen, dass an Arbeitsplatz A in Ruhe signifikant weniger Fehler gemacht werden als in allen anderen Schallbedingungen ($p<.05$). Beim Vergleich der Sprecherbedingung mit den maskierten Sprecherbedingungen zeigt sich, dass sowohl unter den fest auf Stufe 5 eingestellten Bedingungen M0 und M3, wie auch unter der selbst eingestellten Bedingung M0 weniger Fehler gemacht werden ($p<.05$). Unter der selbst eingestellten Bedingung M3 lässt sich hingegen kein signifikanter Unterschied zur Sprecherbedingung

nachweisen. An Arbeitsplatz B fallen alle paarweisen Vergleiche (einseitige Testung mit Bonferroni-Korrektur) zwischen Ruhe und den anderen Schallbedingungen signifikant aus ($p<.05$). Weitere Vergleiche sind hingegen nicht signifikant.

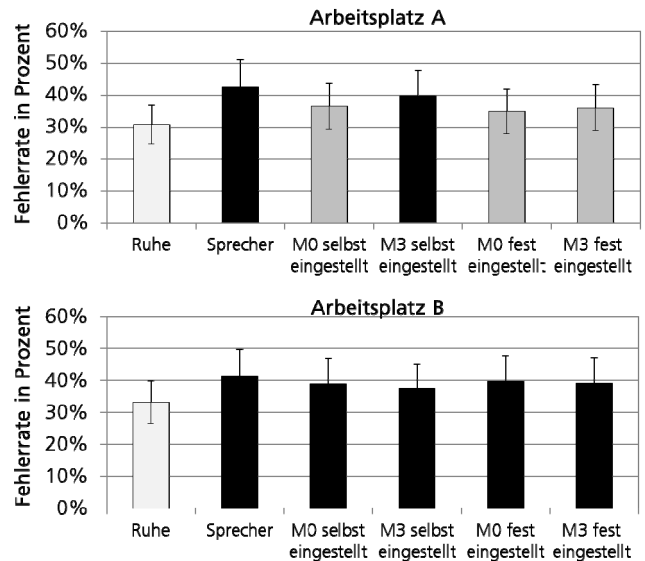


Abbildung 2: Fehlerrate bei Arbeitsgedächtnistest an Arbeitsplatz A und B

Abbildung 3 zeigt die Lästigkeitsurteile der Probanden bezogen auf den Sprecher während der Bearbeitung der Arbeitsgedächtnisaufgabe. Die varianzanalytische Auswertung belegt einen signifikanten Effekt der Hintergrundschallbedingungen an Arbeitsplatz A ($F(4,96)=11.43$, $p<.01$, $\eta^2=.18$) und an Arbeitsplatz B einen tendenziell signifikanten Effekt ($F(4,88)=11.43$, $p=.06$, $\eta^2=.10$).

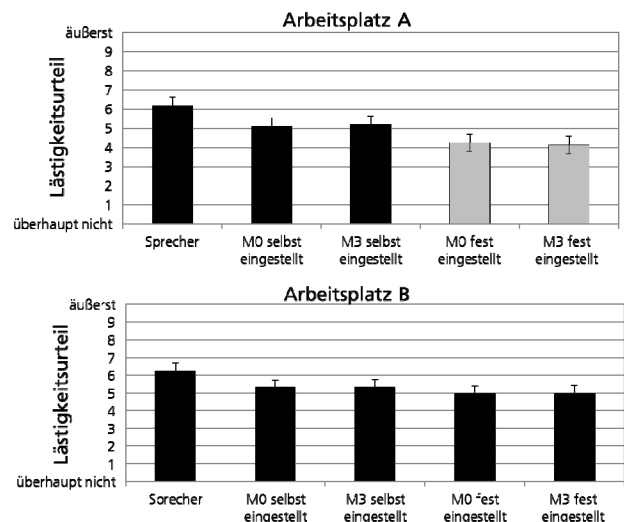


Abbildung 3: Empfundene Lästigkeit an Arbeitsplatz A und B.

Paarweise Vergleiche (einseitige Testung mit Bonferroni-Korrektur) zeigen, dass an Arbeitsplatz A der Sprecher bei zusätzlich fest auf Stufe 5 eingestellter Maskierung mit M0

und M3 weniger lästig empfunden wird als die alleinige Sprecherbedingung ($p < .05$). Die selbst eingestellten Bedingungen von M0 und M3 verfehlen knapp das Signifikanzniveau, sind aber tendenziell signifikant ($p < .10$). An Arbeitsplatz B fällt nach Korrektur des Alphafehlerniveaus (nach Bonferroni) keiner der Vergleiche mehr signifikant aus.

Diskussion

Aus Tabelle 3 ist zunächst zu entnehmen, dass die Probanden hinsichtlich des selbst gewählten Maskierpegels vermehrt hohe Einstellung wählen. Der daraus resultierende Signal-Rausch-Abstand bewegt sich zwischen 1 und -12 dB(A). An Arbeitsplatz A profitieren die Probanden hinsichtlich der Fehlerraten bei Bearbeitung der Arbeitsgedächtnisaufgabe von der Maskierung durch die fest auf Stufe 5 eingestellten Maskierer M0 und M3. Auch die selbstgewählten Einstellungen bezüglich des Maskierers M0 führen zu einer Verbesserung der Leistungsfähigkeit. Bezüglich des Lästigkeitsempfindens profitieren die Probanden an Arbeitsplatz A ebenfalls von den fest auf Stufe 5 eingestellten Maskieren M0 und M3. Bei den Probanden an Arbeitsplatz B hingegen lässt sich weder in Bezug auf ihre Leistung bei der Arbeitsgedächtnisaufgabe noch hinsichtlich des Lästigkeitsempfindens eine signifikante Wirkung der lokalen Maskierung an Arbeitsplatz A nachweisen. Zwar fallen die Lästigkeitsurteile deskriptiv ebenfalls niedriger aus, der statistische Nachweis der Wirksamkeit gelingt allerdings nicht. Die berichteten Ergebnisse sprechen dafür, dass eine arbeitsplatzbezogene Maskierung von störendem Sprechen ein wirksames Mittel zum Erhalt der Leistungsfähigkeit und zur Reduzierung des Belästigungsempfindens darstellt. Bei freier Wahlmöglichkeit entscheiden sich die Probanden zwar für unerwartet hohe Maskierpegel, dennoch fallen diese zum Teil zu niedrig aus, um eine messbare Reduzierung der Stör- und Belästigungswirkung zu erreichen. Probanden am benachbarten Arbeitsplatz B profitieren hingegen nicht von der lokalen Maskierung an Arbeitsplatz A. An dieser Stelle ist auf die Pegelabnahme des Maskiersignals an Arbeitsplatz B im Vergleich zu Arbeitsplatz A zu verweisen (vgl. Tabelle 3). Die Ergebnisse sprechen grundsätzlich für den Einsatz von Maskierung als mögliches Mittel, die Störung und Belästigung durch Hintergrundsprechen zu reduzieren. Allerdings gilt es die quantitative Ausprägung des Maskiersignals so zu wählen, dass eine Wirksamkeit erzielt werden kann. Da hierzu relativ hohe Maskierpegel notwendig sind, gilt es in einem weiteren Schritt das mittel- und langfristige Belästigungspotential der Maskiersignale zu beleuchten.

Literatur

- [1] Liebl, A., Drotleff, H., Sedlbauer, K., Schleuniger, F., & Uygun, A.: Raumakustische Zielgrößen und Maßnahmen zur Optimierung der kognitiven Leistungsfähigkeit sowie des akustischen Komforts in Mehrpersonenbüros. *Bauphysik*, 33(2) (2011), 87–93.
- [2] Hongisto, V.: A model predicting the effect of speech of varying intelligibility on work performance. *Indoor Air* 15 (2005), 458-468.