

Merkmale von Bürolärm: Die Rolle von Verständlichkeit, Variabilität und Aufgabenstellung

Andreas Liebl¹

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

Einleitung

Die akustischen Umgebungsbedingungen in Mehrpersonenbüros werden von den Beschäftigten häufig als unbefriedigend eingeschätzt. Insbesondere das Ausmaß von Geräuschen, die durch Gespräche anderer bedingt sind sowie ein Mangel an akustischer Privatheit werden als störend erlebt [1]. Darüber hinaus zeigt eine Reihe von Untersuchungen, dass sich Hintergrundgeräusche negativ auf die kognitive Leistungsfähigkeit auswirken (z.B. [2]). Vor diesem Hintergrund wurden Modelle entwickelt anhand derer das Störpotential von Hintergrundgeräuschen vorhergesagt wird.

Hongisto [3] geht von einem Zusammenhang zwischen der Verständlichkeit von Hintergrundsprechen und der Minderung der Leistungsfähigkeit (DP) aus, welcher durch Gleichung (1) beschrieben wird. Als Kenngröße der Sprachverständlichkeit wird dabei der Speech Transmission Index (STI) herangezogen.

$$DP = \frac{-7}{1 + \exp[(STI - 0.4) / 0.06]} + 7 \quad (1)$$

Von Schlittmeier, Weißgerber, Kerber, Fastl und Hellbrück [4] stammt ein alternativer Ansatz, welcher die Minderung der Leistungsfähigkeit (ISE) durch Hintergrundgeräusche auf Grundlage von deren Schwankungsstärke (F), gemäß Gleichung (2), vorhersagt.

$$ISE = \frac{F}{0.68vacil} \cdot 7.5 \quad (2)$$

Der letztgenannte Ansatz berücksichtigt auch das Störpotential nichtsprachlicher Geräusche, während der erstgenannte Ansatz auf sprachliche Hintergrundgeräusche fokussiert.

Im Rahmen einer laborexperimentellen Untersuchung wurde die Eignung der beiden Modelle zur Vorhersage von Störeffekten sowohl sprachlicher als auch nichtsprachlicher Hintergrundgeräusche untersucht.

Experiment

Methode

19 Probanden (19-35 Jahre, Md=24 Jahre) nahmen am Experiment teil. Die Aufgabe der Probanden bestand in der Bearbeitung des sogenannten Lesespannentests. In der eingesetzten Variante wurden den Probanden jeweils Folgen von vier Sätzen nacheinander dargeboten. Jeder Satz wurde 5 Sekunden präsentiert. Während dieser Zeit hatten die Probanden den Satz zu lesen und sich sowohl das letzte Wort

(Endwort) als auch den Inhalt einzuprägen. Nach Darbietung von vier Sätzen folgte dann die Aufforderung zunächst die vier Endworte in der richtigen Reihenfolge zu reproduzieren. Im Anschluss wurden Paraphrasen der vorausgegangenen Sätze gezeigt, die dahingehend zu verifizieren waren, ob sie mit den zuvor gezeigten Sätzen sinngemäß übereinstimmen oder nicht (Inhaltsverifikation). Dementsprechend waren diese dann als „richtig“ oder „falsch“ zu beurteilen. Diese Aufgabenstellung war unter jeder der insgesamt 6 Hintergrundschallbedingungen (Tabelle 1) 10-mal zu bearbeiten.

Tabelle 1: Signal-Rausch-Abstand (SNR), Speech Transmission Index (STI) und Schwankungsstärke F [vacil] der Schallbedingungen sowie prognostizierter Leistungsverlust (DP) nach Gleichung (1) bzw. Leistungsverlust (ISE) nach Gleichung (2) in Prozent

Schallbedingung	SNR	STI	F	DP	ISE
HSM06	-5	0.60	0.0130	6.78	0.14
HSM04	-11	0.40	0.0061	3.5	0.07
HSM02	-	0.20	0.0055	0.24	0.06
	17.5				
ICRA06	-2.5	0.60	0.0230	6.78	0.25
ICRA04	-8.5	0.40	0.0079	3.5	0.09
ICRA02	-15	0.20	0.0057	0.24	0.06

Bei den Schallbedingungen handelt es sich entweder um das Material des HSM-Satztests [5] oder um ein variables Sprachrauschen [6]. Das Sprachrauschen (ICRA) weist dieselbe Frequenz- und Zeitcharakteristik wie natürliche Sprache auf, es ist aber unverständlich und enthält keinerlei semantische Informationen. Beide Schalle wurden mit einem um 5dB pro Oktavband abfallenden Rauschen maskiert, so dass jeweils STI-Werte von 0.6, 0.4 und 0.2 realisiert wurden. Alle Schallbedingungen wurden binaural über Kopfhörer mit Leq = 56 dB(A) präsentiert.

Ergebnisse

Bei der Reproduktion der Endworte ergibt die Varianzanalyse einen signifikanten Schalleffekt ($F(1,18)=11.43$, $p<.01$, $\eta^2=.388$). Sprachliche Hintergrundgeräusche (HSM) beeinträchtigen die Leistung mehr als nichtsprachliche Hintergrundgeräusche (ICRA). Die Wirksamkeit der Variation des STI zeigt sich in einer signifikanten Wechselwirkung ($F(2,36)=7.36$, $p<.01$, $\eta^2=.290$), der Haupteffekt ist hingegen nicht signifikant ($F(2,36)<1$). Paarweise Vergleiche belegen, dass die Fehlerraten unter Darbietung von HSM06 und HSM04 höher sind als unter HSM02 ($p<.01$). HSM06 und HSM04 unterscheiden sich aber nicht voneinander. Die Fehlerrate unter Darbietung von HSM06 ist höher als unter ICRA06 ($p<.01$) und unter HSM04 höher als unter ICRA04 ($p<.01$). HSM02 und ICRA02 unterscheiden sich aber nicht. Ein

überraschender Befund ist, dass die Fehlerrate unter ICRA02 im Vergleich zu ICRA06 und ICRA04 höher ist.

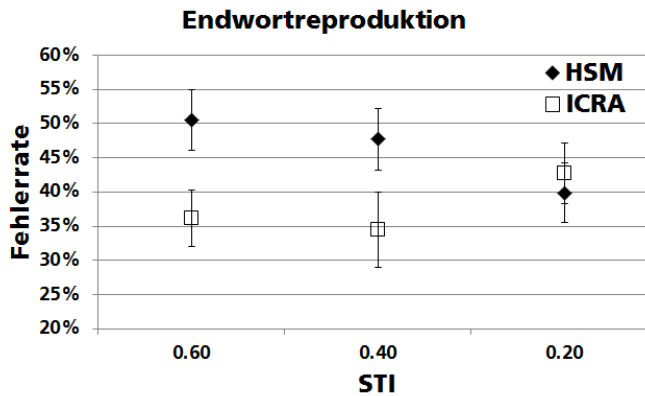


Abbildung 1: Fehlerrate bei der Endwortreproduktion unter Hintergrundschaall (mittlere Fehlerraten mit Standardfehlern; n=19)

Bei der Verifikation der Paraphrasen ergibt die Varianzanalyse einen signifikanten Schalleffekt ($F(1,18)=13.60$, $p<.01$, $\eta^2=.430$). Sprachliche Hintergrundsgeräusche (HSM) beeinträchtigen die Leistung mehr als nichtsprachliche Hintergrundsgeräusche (ICRA). Die Variation des STI erweist sich in dieser Teilaufgabe nicht als signifikant ($F(2,36)=1.10$, $p<.01$, $\eta^2=.058$) und auch die Interaktion ist nicht signifikant ($F(2,36)<1$).

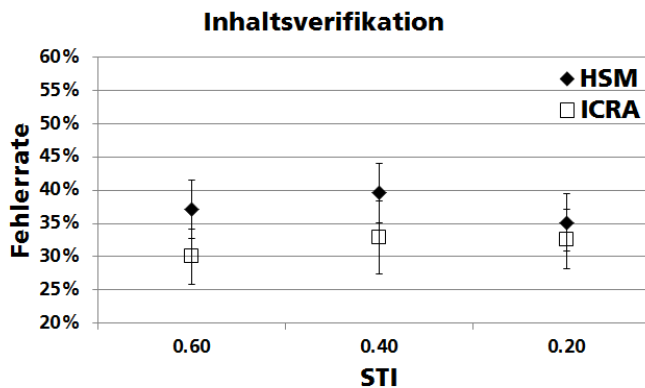


Abbildung 2: Fehlerrate bei der Inhaltsverifikation unter Hintergrundschaall (mittlere Fehlerraten mit Standardfehlern; n=19)

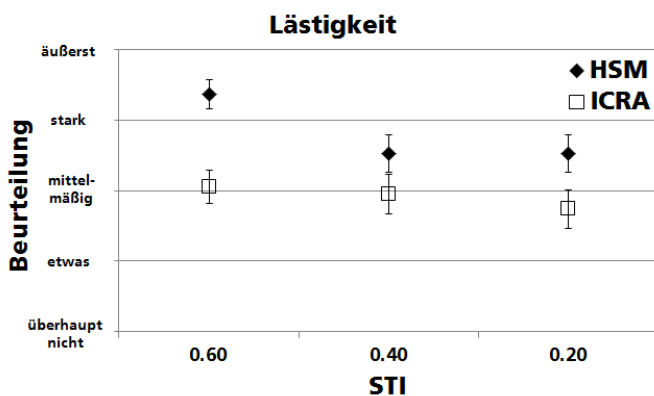


Abbildung 2: Lästigkeitsurteile zu den Hintergrundschaallen (mittlere Urteile mit Standardfehlern; n=19)

Bei der Beurteilung der Lästigkeit der verschiedenen Hintergrundschaalle ergibt sich ein signifikanter Schalleffekt ($F(1,18)=12.44$, $p<.01$, $\eta^2=.409$). Sprachliche Hintergrundsgeräusche (HSM) werden lästiger empfunden als nichtsprachliche Hintergrundsgeräusche (ICRA). Die Variation des STI ist ebenfalls signifikant ($F(2,36)=9.93$, $p<.01$, $\eta^2=.355$), wie auch die Interaktion ($F(2,36)=4.51$, $p<.01$, $\eta^2=.200$). Paarweise Vergleiche zeigen, dass HSM06 lästiger beurteilt wird als HSM04 und HSM02 ($p<.01$), während sich die letztgenannten nicht unterscheiden. Sämtliche nichtsprachliche Hintergrundsgeräusche (ICRA) unterscheiden sich nicht voneinander.

Diskussion

Weder der Speech Transmission Index (STI) noch die Schwankungsstärke (F) erlauben für sich genommen im berichteten Experiment eine korrekte Vorhersage der zu erwartenden Leistungsbeeinträchtigung durch die verwendeten Hintergrundschaalle bei der eingesetzten Aufgabenstellung. Bei Anwendung des Modells von Hongisto [4] auf nichtsprachliche Hintergrundsgeräusche entstehen fehlerhafte Vorhersagen. Der Ansatz von Schlittmeier, Weißgerber, Kerber, Fastl und Hellbrück [5] erfasst aktuell nicht das Störpotential von Störsignalen in Hintergrundschaallen bei negativem Signal-Rausch-Abstand.

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] Hellbrück, J. & Liebl, A.: Noise effects on cognitive performance. In S. Kuwano (Hrsg.). *Recent topics in environmental psychoacoustics* (pp 153-184). Osaka University Press, Osaka, 2008.
- [3] Hongisto, V.: A model predicting the effect of speech of varying intelligibility on work performance. *Indoor Air* 15 (2005), 458-468.
- [4] Schlittmeier, S. J., Weißgerber, T., Kerber, S., Fastl, H., & Hellbrück, J.: Algorithmic modelling of the Irrelevant Sound Effect (ISE) by the hearing sensation fluctuation strength. *Attention, Perception, & Psychophysics* (2012).
- [5] Hochmair-Desoyer, I.J., Schulz, E., Moser, L.M., Schmidt, M.: The HSM sentence test as a tool for evaluating the speech understanding in noise of cochlear implant users. *American Journal of Otology* 18(6) (1997), 83.
- [6] Dreschler, WA., Verschuure, H., Ludvigsen, C., Westermann, S.: ICRA noises: Artificial noise signals with speech-like spectral and temporal properties for hearing instrument assessment. *Audiology* 40 (2001), 148–157.