

Sound Design eines kombinierten Maskierers gegen Bürolärm: Effekte auf kognitive Leistung und subjektive Bewertungen

Sabine J. Schlittmeier

Institut für Psychologie (IfP), RWTH Aachen University

Einleitung

Großraumbüros werden aus verschiedenen Gründen realisiert, z.B. höhere Flächeneffizienz und -flexibilität, verbesserte Kommunikation unter den Mitarbeitern oder symbolisch für bestimmte Unternehmenswerte. Diese gewünschten Effekte treten jedoch nicht immer auf; insbesondere sind positive Auswirkungen auf die Kommunikation fraglich [1]. Eines jedoch ist sicher: In einem Großraumbüro, in dem gearbeitet wird, ist es nicht still. Bürolärm korreliert aber mit einer verminderten Arbeitszufriedenheit [z.B. 2, 3], einem Anstieg der Krankschreibungen [z.B. 4] und reduziertem physischen und psychischem Wohlbefinden [z.B. 5].

Darüber hinaus wurde in einer Vielzahl von Studien belegt, dass Bürolärm subjektiv als störend erlebt wird [z.B. 6-8] und nachweislich kognitive Leistung beeinträchtigt [z.B. 9-12]. Um diese negativen Effekte von Bürolärm zu reduzieren, können partielle Maskierer als zusätzlicher Schall eingespielt werden. Dazu wird in der Regel kontinuierliches Breitbandrauschen verwendet: Leise Geräusche (z.B. Tippen, Umblättern etc.) „verschwinden“ so (partiell) im Rauschen und Hintergrundsprache (z.B. von Kollegen in Gesprächen oder am Telefon) wird schlechter verständlich. Insbesondere letztgenannter Aspekt ist hoch erwünscht, da eine geringe Sprachverständlichkeit weiter entfernt sitzender Kollegen inzwischen als Indikator für die akustische Qualität eines Großraumbüros gilt (z.B. VDI 2569, [13]).

Ein dauerhaftes Einspielen von Rauschen wird jedoch von den Betroffenen im Allgemeinen kritisch gesehen [z.B. 14, 15], insbesondere, wenn bislang ohne partiellen Maskierer gearbeitet wurde. Ob stattdessen Hintergrundmusik oder Naturszenen zielführend verwendet werden könnten, ist eine nach wie vor offene Frage. So sprechen zwar Untersuchungen für eine bessere subjektive Beurteilung dieser alternativen Maskierer, allerdings reduzierten die bisher geprüften Schalle – anders als kontinuierliches Rauschen – die Störeffekte von Bürolärm auf kognitive Leistung nicht [14-16].

In den hier vorgestellten Experimenten wird ein aus Rauschen und Musik kombinierter Maskierer hinsichtlich Leistungseffekte und subjektive Bewertungen geprüft. Die Idee hinter dem Maskierer *Musik im Rauschen* war, die Potenziale der beiden verwendeten Maskierschalle durch ihre Überlagerung zu vereinen: Kontinuierliches Rauschen, das die kognitiven Störeffekte von Bürolärm reduziert, und Instrumentalmusik, die subjektiv gegenüber Rauschen präferiert wird [vgl. 15]. Um diese beiden Ziele zu erreichen, sollten Instrumentalmusik und Rauschen beim kombinierten Maskierer in ein bestimmtes perzeptives Verhältnis zueinander gesetzt werden: So sollte es einerseits möglich sein, der Melodie der Instrumentalmusik zu folgen, wenn man aufmerksam zuhört, was die Präferenzbewertung befördern sollte. Andererseits sollte die Musik im Rauschhintergrund

„verschwinden“, wenn man sich auf eine (visuelle) Arbeitsaufgabe konzentriert, um die durch Bürolärm induzierte Leistungsminderung zu reduzieren. Dementsprechend prüften zwei Experimente die Effekte eines solchen kombinierten Maskierers *Musik im Rauschen* bezüglich kognitiver Leistungseffekte und subjektiver Bewertungen.

Experiment 1

Methode

Es nahmen 40 Studierende (33 Frauen, 17-43 Jahre, Md = 19,5 Jahre) der KU Eichstätt-Ingolstadt und der HSD Hochschule Döpfer teil. Alle Teilnehmer berichteten ein normales Hörvermögen. Die Datenerhebungen wurden in Einzelsitzungen von 1,5 Stunden Dauer in einem ruhigen Experimentalraum durchgeführt.

Die kognitive Leistung wurde mittels der sog. Serial Recall Aufgabe unter 5 Schallbedingungen erhoben: (1) Ruhe, (2) Bürolärm und drei Maskierbedingungen: (3) Bürolärm plus *Musik im Rauschen*, (4) Bürolärm plus kontinuierliches Rauschen und (5) Bürolärm plus Musik. Verbaler Serial Recall ist die Standardaufgabe zur Erfassung der verbalen Kurzzeitgedächtniskapazität sowie der Effekte irrelevanter Hintergrundschalle auf kognitive Leistung [z.B. 14-16]. Hier werden die Ziffern 1 bis 9 in zufälliger Reihenfolge einzeln nacheinander in der Mitte eines Bildschirms visuell dargeboten (700 ms on, 300 ms off) und sind dann in genau der präsentierten Reihenfolge wiederzugeben. Es wurden 12 Trials dieser Aufgabe unter einer Schallbedingung bearbeitet, bevor nach einer kurzen Pause von 3 min die nächste Bedingung startete. Die Reihenfolge der 5 Schalle wurde über die Teilnehmer balanciert. Alle Hintergrundschalle wurden mit $L_{eq} = 55$ dB(A) (Brüel & Kjaer 2231 Schallpegelmessers) über einen Westra LAB-501 Lautsprecher mittig hinter den Versuchsteilnehmern wiedergegeben.

Die Bürolärmszene war in einem Großraumbüro mit einem Kunstkopf (HRS II.2, HEAD Acoustics GmbH) aufgenommen worden und enthielt sprachliche und nicht-sprachliche Anteile [vgl. 15]. In den drei Maskierbedingungen wurde die Bürolärmszene mit jeweils einem Maskierer in gleicher Lautstärke abgemischt. Als kontinuierliches Rauschen wurde Rosa Rauschen eingesetzt. Als Instrumentalmusikstück wurde Johann Sebastian Bachs Präludium 1 in C-Dur (BWV 864) verwendet, gespielt auf akustischer Gitarre. Der kombinierte Maskierer *Musik im Rauschen* wurde durch digitales Mischen der Instrumentalmusik und des Rosa Rauschens bei gleichem Pegel erzeugt. In einem Pretest beurteilten 7 von 10 Teilnehmern diesen Signal-Rausch-Abstand (SNR) von 0 dB(A) als am besten dafür geeignet, dass die Musik perzeptiv im Rauschen „verschwindet“, wenn man auf eine visuelle Aufgabe konzentriert ist, aber der Melodie folgen kann, wenn man dem Hintergrundschall aufmerksam zuhört.

Am Ende wurden die Teilnehmer gebeten, die empfundene Störung bei der Aufgabenbearbeitung für jede der fünf Schallbedingungen auf einer 5-stufigen Skala von 1 (nicht störend) bis 5 (extrem störend) zu beurteilen. Darüber hinaus gaben die Teilnehmer an, (1) ob sie bei konzentriertem Arbeiten in einem Großraumbüro bevorzugen würden mit oder ohne partiellen Maskierer zu arbeiten und (2) welchen der drei Schalle Musik, Rauschen oder *Musik im Rauschen* sie wählen würden, gesetzt den Fall, es würde zwingend ein Maskierer eingespielt.

Ergebnisse

Jede Ziffer, die in der Serial Recall Aufgabe nicht an genau der präsentierten Position erinnert wurde, zählte als Fehler (Abb. 1). Eine 1-faktorielle Varianzanalyse (ANOVA) über die fünf Schallbedingungen bestätigt einen signifikanten Schalleffekt auf die Fehler, $F(4, 156) = 8.31, p < .001$ (partielles $\eta^2 = .18$). T-Tests für abhängige Stichproben zeigen, dass Bürolärm die serielle Behaltensleistung im Vergleich zu Ruhe signifikant reduzierte ($p < .01$, 1-seitig, Cohen's $d = 0.61$). Seine Störwirkung wurde nicht durch das zusätzliche Einspielen von Musik ($p = .43$, 1-seitig) gemindert, aber durch *Musik im Rauschen* ($p < .01$, 1-seitig, Cohen's $d = 0.37$) sowie durch kontinuierliches Rauschen ($p < .01$, 1-seitig, Cohen's $d = 0.49$). Obwohl sich die Leistung unter den beiden letztgenannten Bedingungen nicht signifikant unterschied ($p = .23$, 2-seitig), war die Leistung bei Bürolärm mit *Musik im Rauschen* signifikant niedriger als bei Ruhe ($p = .01$, 1-seitig, Cohen's $d = 0.29$), was für Bürolärm plus Rauschen ($p = .21$, 1-seitig), nicht zutrifft.

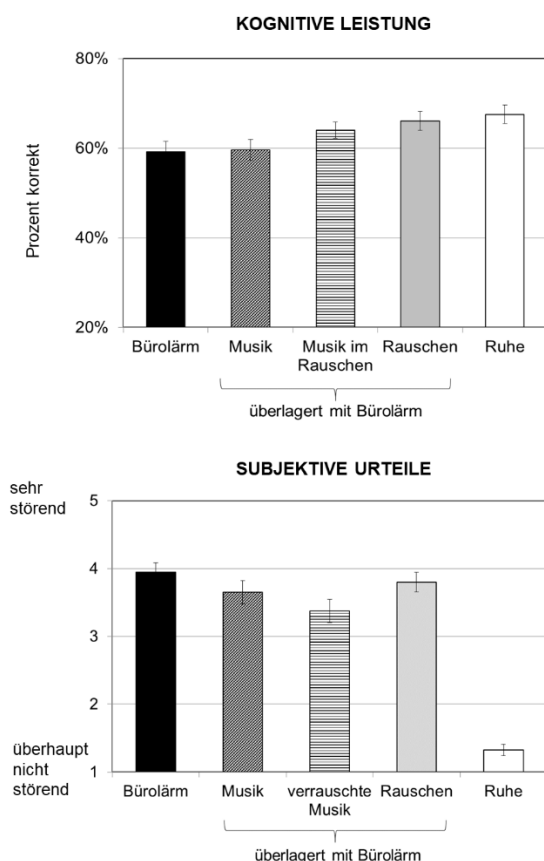


Abbildung 1: Mittelwerte und Standardfehler der kognitiven Leistung und subjektiver Störungsurteile unter den fünf Schallbedingungen von Experiment 1 ($n = 40$).

Die Schallbedingungen hatten auch einen signifikanten Effekt auf die subjektiven Urteile, $F(4, 156) = 65.49, p < .001$ (partielles $\eta^2 = .63$). Übereinstimmend mit den Leistungsdaten wurde Bürolärm als störend im Vergleich zur Ruhe beurteilt ($p < .01$, 1-seitig). Der subjektive Störeffekt von Bürolärm wurde allerdings nicht signifikant durch kontinuierliches Rauschen reduziert ($p = .20$, 1-seitig), aber durch den kombinierten Maskierer *Musik im Rauschen*. ($p < .01$, 1-seitig, Cohen's $d = 0.59$). Dieser wurde auch als signifikant weniger störend als kontinuierliches Rauschen beurteilt ($p < .01$, 1-seitig, Cohen's $d = 0.43$). Dennoch ist festzuhalten, dass Ruhe signifikant besser als alle Hintergrundschallbedingungen beurteilt wurde ($p < .01$, 1-seitig; vgl. Abb. 1).

In der post-experimentellen Befragung gaben nur 14 der 24 Teilnehmer an es vorzuziehen, mit anstatt ohne Maskierer in einer Großraumbürosituation arbeiten zu wollen. Dies überrascht, da die Störeffekte von Bürolärm auf kognitive Leistung sowohl durch Rauschen als auch durch den kombinierten Maskierer *Musik im Rauschen* signifikant reduziert wurden. Auch wenn Maskierer im Büro obligatorisch wären, äußerten die Teilnehmer eine größere Präferenz für Instrumentalmusik ($M = 3.9, SD = 1.2$) gegenüber Rauschen ($M = 2.4, SD = 1.3$) und *Musik im Rauschen* ($M = 2.4, SD = 1.3$). Aber gerade Instrumentalmusik hatte ja als partieller Maskierer die negativen Leistungseffekte von Bürolärm in Experiment 1 nicht reduziert. Wir vermuteten, dass die Präferenzurteile bei einer längeren Expositionszeit anders ausfallen könnten und prüften dies in Experiment 2.

Experiment 2

In Experiment 1 arbeiteten die Versuchsteilnehmer etwa 10-15 min unter einer Schallbedingung, bevor sie sie beurteilten. Ein Arbeitstag dauert jedoch mehrere Stunden, so dass die Frage naheliegt, ob sich subjektive Bewertungen bei längerer Expositionsdauer ändern. Experiment 2 testete die Auswirkungen einer exemplarisch auf 1 h verlängerten Expositionszeit auf die subjektiven Bewertungen der drei Maskierschalle von Experiment 1.

Methode

Es nahmen 72 Studierende (51 Frauen, 18-39 Jahre, $M_d = 20$ Jahre) der HSD Hochschule Döpfer teil, die alle ein normales Hörvermögen berichteten und gleichmäßig für eine Arbeitsphase auf drei Maskierbedingungen verteilt wurden.

In einem Hörsaal der HSD Hochschule Döpfer mit 40 Plätzen dienten vier Sitze in der zweiten und vier Sitze in der dritten Reihe als Arbeitsplätze für Gruppentestungen mit bis zu 8 Personen. Eine Testsession dauerte ca. 1 h 20 min. Die Versuchsteilnehmer wurden gebeten Arbeitsaufgaben (z.B. Hausarbeit, Datenauswertung) mitzubringen, an denen sie konzentriert und still arbeiten konnten. Es wurden die drei Maskierer aus Experiment 1 verwendet – kontinuierliches Rauschen, Musik und *Musik im Rauschen* – und zusätzlich zur Bürolärmsszene von Experiment 1 eingespielt. Die Schalle wurden über einen ION Audio Block Rocker M5 Lautsprecher dargeboten, der vorne im Hörsaal mittig vor den Arbeitsplätzen platziert war. Der Schallpegel der Gesamtschallsituation (Bürolärm plus Maskierer) betrug $L_{eq} = 48 \text{ dB(A)} \pm 3 \text{ dB(A)}$ je nach Arbeitsplatz des

Teilnehmers, gemessen mit einem iPhone 3G und der App Soundmeter 3.3.1 (vgl. [17]).

Zu Beginn des Experiments wurde den Teilnehmern jeder Maskierer für 30 s vorgespielt und sollte auf einer 5-stufigen Skala von 1 ("sehr unwahrscheinlich") bis 5 ("sehr wahrscheinlich") bezüglich der Frage eingeschätzt werden: "Wie wahrscheinlich würden Sie diesen Hintergrundschall wählen, wenn Sie in einem Großraumbüro konzentriert arbeiten müssten?" Dann arbeitete jeder Teilnehmer 1 h lang unter Bürolärm und einem der drei Maskierer und gab dann nochmals ein Urteil für diesen einen Maskierer ab.

Ergebnisse

1-faktorielle ANOVAs belegen sowohl für kurze wie für lange Exposition einen signifikanten Effekt der Maskierbedingung auf die subjektiven Urteile (kurze Exposition mit Maskierer als within-subject Faktor: $F(2, 142) = 110,33, p < .001$, partielles $\eta^2 = .61$; lange Exposition mit Maskierer als between-subjects Faktor: $F(2, 69) = 27,40, p < .001$, partielles $\eta^2 = .44$). Die Effektmuster sind bei kurzer und langer Exposition jedoch sehr unterschiedlich (vgl. Abb. 2).

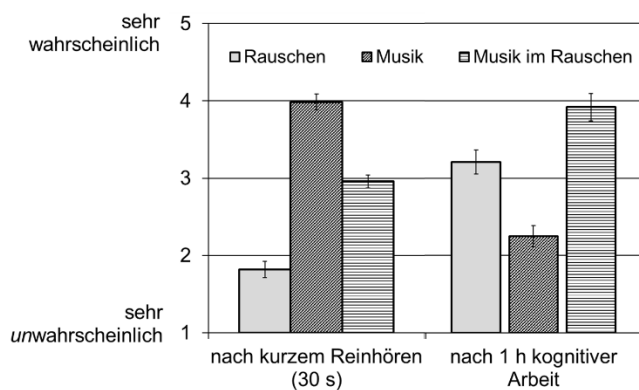


Abbildung 2: Mittelwerte und Standardfehler der Urteile, wie wahrscheinlich ein bestimmter Maskierer für konzentriertes Arbeiten gewählt würde (Exp. 2). Jeder Teilnehmer ($n = 74$) beurteilte alle Maskierer nach kurzem Hineinhören und nach 1 h den Maskierer nochmals, unter dem er/sie gearbeitet hatte ($n_1 = n_2 = n_3 = 24$).

Nach kurzer Exposition bewerteten die Teilnehmer Rauschen als den Maskierer, den sie wahrscheinlich nicht („unwahrscheinlich“) wählen würden, während sie Musik als wahrscheinlichste Wahl einschätzten. Die Präferenzurteile für den kombinierten Maskierer *Musik im Rauschen* lagen zwischen diesen beiden Schallbedingungen, wobei alle Vergleiche signifikant waren (t-Tests für abhängige Stichproben; $p < .001$, 2-seitig, Cohen's $d \geq 1.29$). Auch die Urteile nach langer Exposition unterschieden sich alle signifikant voneinander (t-Tests für unabhängige Stichproben; $p < .01$, 2-seitig, Cohen's $d \geq 0.60$). Hier erreichte nun *Musik im Rauschen* die höchste Präferenz als wahrscheinlichste Wahl, gefolgt von Rauschen und schließlich von Musik, deren Wahl sie nun nach längerer Exposition als unwahrscheinlich einstufen.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Experiment 1 zeigte, dass der kombinierte Maskierer *Musik im Rauschen* die Störeffekte von Bürolärm auf kognitive Leistung signifikant reduziert. Dies traf zwar auch auf

kontinuierliches Rauschen zu (wenn auch nicht auf Instrumentalmusik), allerdings wurde *Musik im Rauschen* als deutlich weniger störend beurteilt als Bürolärm ohne Maskierer und auch als Bürolärm, der von Rauschen alleine überlagert wurde. Auch in Experiment 2 sprechen die subjektiven Präferenzurteile eindeutig für den kombinierten Maskierer zur Bekämpfung von Bürolärm. Darüber hinaus zeigte Experiment 2, dass sich die subjektive Bewertung mit längerer Expositionszeit ändert. Während auf den ersten "Blick" Musik bevorzugt wurde, war diese nach 1 h konzentrierter Arbeit der am wenigsten präferierte und damit der am schlechtesten beurteilte Maskierer. Stattdessen wurde nach diesem längeren Zeitraum *Musik im Rauschen* als bevorzugter Maskierer für Bürolärm angesehen. Da jede Lärmschutzmaßnahme sowohl objektive Leistung als auch subjektiv empfundenen Komfort befördern sollte, sprechen die vorliegenden Ergebnisse für den kombinierten Maskierer *Musik im Rauschen* zur Reduzierung der negativen Effekte von Bürolärm, aber gegen Rauschen oder Instrumentalmusik alleine als zusätzlich eingebrachten Schall.

Entscheidend für das Auftreten eines Störeffekts bei der verbalen Serial Recall Aufgabe (i.e. des sog. Irrelevant Sound Effect, ISE) ist, dass der Hintergrundschall durch ausgeprägte zeitliche und spektrale Variationen gekennzeichnet ist. Eine Reduktion dieser Variabilität geht mit einer reduzierten Störwirkung einher (vgl. [18] für einen Review und eine Modellierung), nicht aber bspw. eine Reduktion des Pegels von Hintergrundsprache [19]. Die Wirksamkeit eines zusätzlich zu Bürolärm eingespielten Maskierers resultiert damit daraus, inwieweit die temporal-spektrale Variabilität der Gesamtschallsituation reduziert ist im Vergleich zum unbehandelten Bürolärm. So ist auch zu erklären, warum Maßnahmen zur Reduktion der Sprachverständlichkeit von Hintergrundsprache deren Störwirkung auf die Leistung in der Serial Recall Aufgabe mindern [20-22].

In der vorliegenden Studie waren die positiven Leistungseffekte von *Musik im Rauschen* noch nicht so hoch wie die von kontinuierlichem Rauschen alleine. Dieses Ergebnis ist höchstwahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass das Rauschen im kombinierten Maskierer *Musik im Rauschen* weniger laut war, wie wenn Rauschen alleine eingespielt wurde. Dies liegt daran, dass alle Maskierschalle mit dem gleichen Pegel eingespielt wurden und die Instrumentalmusik beim kombinierten Maskierer *Musik im Rauschen* auch zum Gesamtpegel beitrug. Damit maskierte das (hier leisere) Rauschen störende Schallanteile wohl weniger effektiv. Da Rosa Rauschen, das in den vorliegenden Experimenten verwendet wurde, nicht der beste Sprachmaskierer ist, könnte zukünftige Forschung durch Verwendung eines effizienteren Sprachmaskierers das Potenzial eines kombinierten Maskierers vermutlich erhöhen. Tatsächlich sollte wohl das Sound Design eines kombinierten Maskierers, der aus verschiedenen Schallen „komponiert“ wird, ganzheitlich erfolgen, um diesen sowohl hinsichtlich objektiver Leistungseffekte als auch bezüglich subjektive Bewertungen zu qualifizieren (vgl. funktionale Musik, sog. Muzak, [23]).

Darüber hinaus zeigte sich, dass sich die Bewertungen einer Gesamtschallsituation mit der Dauer der Exposition bzw. der Art der Tätigkeit ändern können. Damit ist ein kurzes

Hineinhören in einen Maskierer wohl keine ausreichende Entscheidungsgrundlage für oder gegen seinen Einsatz bei der akustischen Gestaltung der Arbeitsumwelt. Dies sollte bei der Beratung von Entscheidungsträgern und der Information von Mitarbeitern berücksichtigt und ggf. die Möglichkeit geschaffen werden, konzentriertes Arbeiten unter der angestrebten Gesamtschallsituation auszuprobieren.

Literatur

- [1] Croon, E.M. de; Sluiter, J.K., Kuijter, P.P., & Frings-Dresen, M.H. (2005). The effect of office concepts on worker health and performance: a systematic review of the literature. *Ergonomics*, 48(2), 119–134.
- [2] Klitzman, S., & Stellman, J.M. (1989). The impact of the physical environment on the psychological well-being of office workers. *Social Science & Medicine*, 29(6), 733–742.
- [3] Leather, P., Beale, D., & Sullivan, L. (2003). Noise, psychosocial stress and their interaction in the workplace. *Journal of Environmental Psychology*, 23(2), 213–222.
- [4] Fried, Y., Melamed, S., & Ben-David, H.A. (2002). The joint effects of noise, job complexity, and gender on employee sickness absence: An exploratory study across 21 organizations – the CORDIS study. *Journal of Occupational & Organizational Psychology*, 75(2), 131–144.
- [5] Knez, I., & Hygge, S. (2002). Irrelevant speech and indoor lighting: Effects on cognitive performance and self-reported affect. *Applied Cognitive Psychology*, 16(6), 709–718.
- [6] Banbury, S. P., & Berry, D. C. (2005). Office noise and employee concentration: Identifying causes of disruption and potential improvements. *Ergonomics*, 48(1), 25–37.
- [7] Haapakangas, A., Helenius, R., Keskinen, E., & Hongisto, V. (2008). Perceived acoustic environment, work performance and well-being - survey results from Finnish offices. Proc. 9th International congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN), Foxwoods, CT, July 2008.
- [8] Liebl, A., Hawighorst, M., Drotleff, H., Leistner, M., & Wack, R. (2011). The relationship between the Speech Transmission Index and measures of cognitive performance. In Proceedings of Forum Acusticum 2011. 27 June - 01 July, Aalborg, Denmark. Madrid: Spanish Acoustical Society.
- [9] Banbury, S., & Berry, D. C. (1998). Disruption of office-related tasks by speech and office noise. *British Journal of Psychology*, 89(3), 499–517.
- [10] Haka, M., Haapakangas, A., Keränen, J., Hakala, J., Keskinen, E., & Hongisto, V. (2009). Performance effects and subjective disturbance of speech in acoustically different office types – a laboratory experiment. *Indoor Air*, 19, 454–467.
- [11] Jahncke, H., Hongisto, V., & Virjonen, P. (2013). Cognitive performance during irrelevant speech: Effects of speech intelligibility and office-task characteristics. *Applied Acoustics*, 74(3), 307–316.
- [13] Verein Deutscher Ingenieure (2016). VDI-Richtlinie VDI 2569 - Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro. Berlin: Beuth.
- [14] Haapakangas, A., Kankkunen, E., Hongisto, V., Virjonen, P., Oliva, D., & Keskinen, E. (2011). Effects of five speech masking sounds on performance and acoustic satisfaction. Implications for open-plan offices. *Acta Acustica United with Acustica*, 97, 641–655.
- [15] Schlittmeier, S. J., & Hellbrück, J. (2009). Background music as noise abatement in open-plan offices: A laboratory study on performance effects and subjective preferences. *Applied Cognitive Psychology*, 23, 684–697.
- [16] Keus van de Poll, M., Carlsson, J., Marsh, J.E., Ljung, R., Odellius, J., Schlittmeier, S.J., Sundin, G., & Sörqvist, P. (2015). Unmasking the effects of masking on performance: The potential of multiple-voice masking in the office environment. *JASA*, 138(2), 807–816.
- [17] Kardous, C. A. & Shaw, P. B. (2014). Evaluation of smartphone sound measurement applications. *JASA*, 135(4): EL186–EL192.
- [18] Schlittmeier, S. J., Weißgerber, T., Kerber, S., Fastl, H. & Hellbrück, J. (2012). Algorithmic modeling of the Irrelevant Sound Effect (ISE) by the hearing sensation fluctuation strength. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74(1), 194–203. DOI: 10.3758/s13414-011-0230-7.
- [19] Ellermeier, W., & Hellbrück, J. (1998). Is level irrelevant in 'Irrelevant Speech'? Effects of loudness, signal-to-noise ratio, and binaural unmasking. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 24(5), 1406–1414.
- [20] Jahncke, H., Hongisto, V., & Virjonen, P. (2013). Cognitive performance during irrelevant speech: Effects of speech intelligibility and office-task characteristics. *Applied Acoustics*, 7(3), 307–316.
- [21] Schlittmeier, S. J., Hellbrück, J., Thaden, R., & Vorländer, M. (2008). The impact of background speech varying in intelligibility: Effects on cognitive performance and perceived disturbance. *Ergonomics*, 51(5), 719–736.
- [22] Venetjoki, N., Kaarlela-Tuomaala, A., Keskinen, E., & Hongisto, V. (2006). The effect of speech and speech intelligibility on task performance. *Ergonomics*, 49(11), 1068–1091.
- [23] Schafer, R.M. (1977). *The tuning of the world*. New York: Knopf.