

Effekte von Naturschall-Mikropausen auf Arbeitsgedächtniskapazität und Stressreduktion

Katrin Frings¹, Jacqueline Gädtke¹, Isabel S. Schiller¹, und Sabine J. Schlittmeier¹

¹ Lehr- und Forschungsgebiet Arbeits- und Ingenieurpsychologie, Institut für Psychologie, RWTH Aachen University, 52056 Aachen, E-Mail: frings@psych.rwth-aachen.de

Einleitung

Naturgeräuschen wird eine erholsame Wirkung nachgesagt, sodass gefragt werden kann, ob sie Arbeitnehmer*innen dabei unterstützen können, sich effektiv von Arbeitsbelastungen zu erholen. Dementsprechend wird in Anlehnung an den Soundscaping-Ansatz in der Arbeitspsychologie neben der Lärmreduktion am Arbeitsplatz zunehmend auch die aktive Gestaltung erholsamer akustischer Umgebungen betrachtet [1]. Befunde im Rahmen der *Biophilia*-Hypothese [2] sprechen dafür, dass Naturexpositionen zur kognitiven Erholung (*Attention Restoration Theory*; ART [3]) als auch physiologischen Erholung (*Stress Reduction Theory*; SRT [4]) von Arbeitsbelastungen (z.B. Erledigung von Arbeitsaufgaben unter Bürolärm) beitragen können. Zur Untersuchung dieser These fokussiert sich bislang der Großteil der Forschung auf Erholung durch multimodale Naturumgebungen, die die Büroangestellten im Rahmen ihrer formalen Arbeitspausen oder in ihrer Freizeit aufsuchen. Hierbei wurden Hinweise darauf gefunden, dass auch rein auditive Naturexpositionen positive Erholungseffekte erzeugen können (e.g., [5]).

Die präsentierte Studie ist Teil einer Studienreihe des Lehr- und Forschungsgebiets Arbeits- und Ingenieurpsychologie der RWTH Aachen University, die den Einfluss von Naturschall-Mikropausen auf verschiedene kognitive Funktionsbereiche und Stress untersucht. Sie baut auf den Resultaten der auf der DAGA 2023 vorgestellten Vorgängerstudie von Frings et al. (2023) [6] auf, die die Erholung von Aufmerksamkeitsfunktionen und physiologischen Markern (Herzratenvariabilität, HRV) untersuchte. Diese Vorgängerstudie konnte zwar keine signifikanten Verbesserungen der kognitiven Leistung und der physiologischen Parameter durch Naturschall-Mikropausen verglichen mit einer Pause unter Bürolärm oder in Ruhe nachweisen. Allerdings erlebten die Versuchspersonen in der Naturschallkondition die Mikropause subjektiv als erholsamer als Versuchspersonen, die sich während Bürolärm oder Ruhe erholen sollten. Da sich subjektive Urteile in der Lärmwirkungsforschung oftmals als sensitiver erweisen als objektive Leistungsparameter (e.g., [7]), könnte das Befundmuster – keine Naturschalleffekte auf objektive Leistungs- und physiologische Parameter aber auf subjektive Urteile – ein Hinweis auf Bodeneffekte bei der Belastung sein. Vor dem Hintergrund, dass für die Messung von Erholungseffekten eine vorherige Belastung erforderlich ist, sollte in der vorliegenden Studie nun eine andere kognitive Aufgabe eingesetzt werden. So könnte es sein, dass der in Studie [6] verwendete Aufmerksamkeitsstest nicht kognitiv anspruchsvoll genug gewesen war, um die zu Experimentbeginn induzierte kognitive Belastung aufrechtzuerhalten. Daher wurde nun unter der Annahme, dass Arbeitsgedächtnisprozesse, wel-

che bei der Aufgabenbearbeitung nicht nur die Aufmerksamkeit aufrechterhalten und fokussieren, sondern noch zusätzlich Gedächtnisinhalte aufbauen, aufrechterhalten und manipulieren, eine Arbeitsgedächtnisaufgabe eingesetzt. Damit könnten sich die Effektstärken möglicher *Biophilia*-Effekte zwischen diesen unterschiedlich anspruchsvollen kognitiven Aufgaben – reine Aufmerksamkeitsaufgabe versus Arbeitsgedächtnisaufgabe – unterscheiden.

Ziele

Aufbauend auf den Resultaten der Vorgängerstudie [6] war Ziel dieser Studie nun zu untersuchen, ob Naturgeräusche während Mikropausen nach dem Arbeiten unter Bürolärm die Arbeitsgedächtnisleistung und die Stresserholung besser fördern als eine Pause mit anhaltendem Bürolärm. Dementsprechend wurde erwartet, dass die Erholung des Arbeitsgedächtnisses sowie die subjektive und physiologisch gemessene Stresserholung nach dem Arbeiten unter Bürolärm signifikant höher ist in der Experimentalgruppe, die Naturgeräusche während der Mikropause hört als jene, die sich unter anhaltendem Bürolärm erholt.

Methode

Am Lehr- und Forschungsgebiet Arbeits- und Ingenieurpsychologie der RWTH Aachen University wurde zur Beantwortung dieser Forschungsfrage ein Laborexperiment durchgeführt. An diesem nahmen 129 Versuchspersonen teil (93 weiblich, 36 männlich) mit einem durchschnittlichen Alter von $M = 23$ Jahre ($SD = 5$ Jahre). Die Einschlusskriterien für die Studienteilnahme umfassten einen per Selbstauskunft gewährleisteten guten allgemeinen Gesundheitszustand, uneingeschränktes Hör- sowie uneingeschränktes oder korrigiertes Sehvermögen, Deutschkenntnisse auf Muttersprachniveau sowie ein Alter zwischen 18 und 60 Jahren.

Das Versuchsdesign war 2x2 bzw. 2x3 gemischtfaktoriell. Der 2-fach gestufte Zwischensubjektfaktor entsprach der Schallbedingung während der Mikropause (Bürolärm oder Naturgeräusche), und der 2- bzw. 3-fach gestufte Innersubjektfaktor wurde von den verschiedenen Messzeitpunkten der abhängigen Variablen im Experimentalablauf gebildet. Nach Stressinduktion via Szenariopräsentation bearbeiteten die Versuchspersonen in Einzeltestungen in einer schallisolierten Kabine unter anhaltendem Büroschall ($LA_{eq} = 55$ dBA; [8]) einen Arbeitsgedächtnistest (aOSPAN-Task [9]) an zwei Messzeitpunkten, jeweils einmal vor (prä) und einmal nach (post) der Mikropause. Des Weiteren schätzten sie das subjektiv empfundene Stresslevel wiederholt auf einem berufsbezogenen Stressinventar (Swedish Occupational Fatigue Inventory [SOFI; 10]) ein. Diese subjektive Abfrage erfolgte einmal vor der Mikropause (SOFI1), einmal direkt nach der Mikropause (SOFI2) sowie ein letztes Mal nach der zweiten

Bearbeitung des Arbeitsgedächtnistests (SOFI3), während ihr physiologisches Stresslevel mittels mobiler Elektrokardiogramm- (EKG)-Aufzeichnung (Herzrate [HR] und Herzratenvariabilität [HRV]) gemessen wurde. Zwischen den Testdurchläufen fand eine sechsminütige Mikropause statt, entweder mit Naturgeräuschen (LAeq = 55 dBA; [11]) oder unter anhaltendem Bürolärm. Zur Vermeidung semantischer Interferenzen war der irrelevante Hintergrundsprachanteil im Bürolärm auf Hindi und damit in einer für die Versuchspersonen unverständlichen Fremdsprache. Der Versuchsablauf (Dauer: circa 40 bis 45 Minuten) ist in Abbildung 1 zur besseren Veranschaulichung dargestellt.

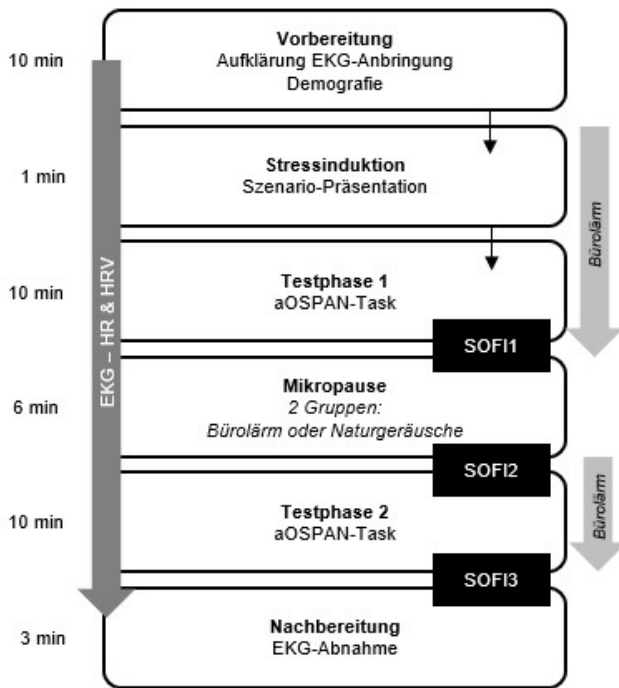


Abbildung 1: Schematischer Versuchsablauf. Die Fragen des SOFI wurden an drei Testzeitpunkten (SOFI1, SOFI2, SOFI3) abgefragt.

Die Arbeitsgedächtnisaufgabe (aOSPAN-Task; [9]) bestand darin, dass die Versuchspersonen Kopfrechenaufgaben lösen und sich gleichzeitig nach jeder Rechenaufgabe einen Buchstaben merken mussten. Jede Rechenaufgabe zusammen mit der Präsentation und mentalen Speicherung eines Buchstabens stellten einen Trial dar. Nach drei bis sieben Trials wurde der Versuchsperson eine Buchstabenmatrix präsentiert. Hier sollte sie die Buchstaben aus den bearbeiteten Trials in der richtigen Reihenfolge anklicken. Anschließend erfolgte eine Rückmeldung darüber, wie viele Buchstaben korrekt wiedergegeben wurden. Ein solcher Block aus drei bis sieben Trials wird in der aOSPAN-Task als Set bezeichnet. Zur Verkürzung der Gesamtversuchsdauer wurde für dieses Laborexperiment die aOSPAN-Task von ursprünglich 75 Mathematik- und Buchstabenaufgaben auf jeweils 50 reduziert. Dabei wurde darauf geachtet, dass jede der verschiedenen Set-Größen mindestens zweimal vorkam. Der Test differenziert die Leistung in drei verschiedene Scores: (1) *set correct* bezeichnet die Anzahl vollständig wiedergegebener Buchstabenmatrizen; (2) *total correct* die Gesamtanzahl korrekter Buchstaben in der Matrix; (3) der *math error*, die Summe nicht gelöster und falsch gelöster Matheaufgaben.

Ergebnisse

Erholung der Arbeitsgedächtniskapazität

In Abbildung 2 sind die Ergebnisse der Vorher-Nachher-Messung der Arbeitsgedächtniskapazität als Leistung in der aOSPAN-Task abgetragen. Es fällt auf, dass sich die Nachher-Messung bei allen aOSPAN-Scores von der Vorher-Messung insofern unterscheiden, als dass die Teilnehmenden nach der Mikropause zumindest deskriptiv mehr korrekte Buchstaben wiedergegeben und weniger Rechenfehler gemacht haben. Statistisch sind jedoch keine Gruppenunterschiede zwischen den Experimentalgruppen durch die unterschiedliche Schallbedingung in der Mikropause (Bürolärm oder Naturgeräusche) erkennbar. Eine Mikropause mit Naturgeräuschen hatte keinen signifikant positiven Einfluss auf die Erholung der Arbeitsgedächtniskapazität, verglichen mit einer Mikropause unter anhaltendem Bürolärm (siehe Tabelle 1).

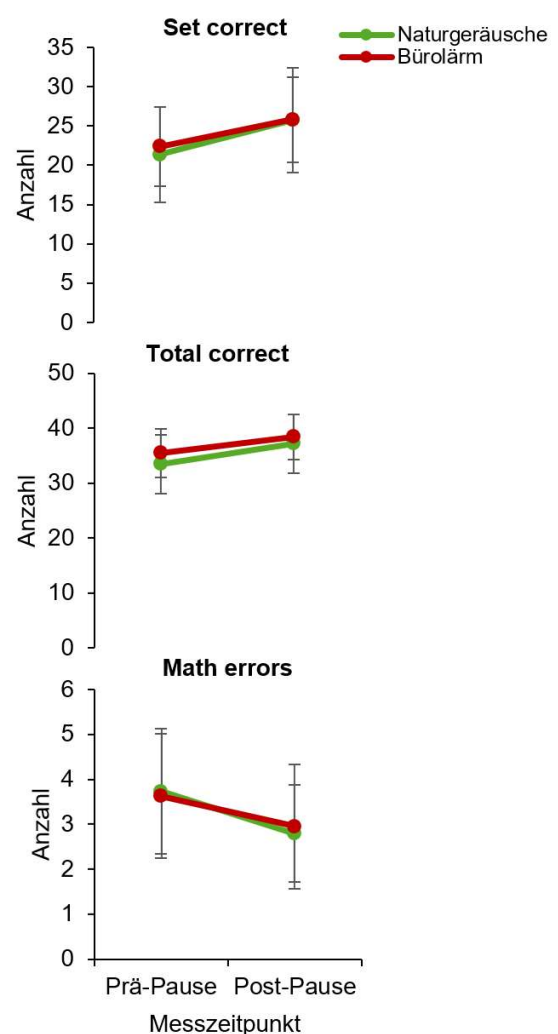


Abbildung 2: Resultate der *automated Operation Span* (aOSPAN)-Task zur Operationalisierung der Arbeitsgedächtniskapazität getrennt nach den Experimentalgruppen. Links ist die mittlere Anzahl korrekter Sets, in der Mitte die mittlere Anzahl korrekter Einzelbuchstaben und rechts die mittlere Anzahl der Mathematikfehler abgetragen. Die Fehlerbalken indizieren die Standardabweichung der Mittelwerte. Durch Ausschluss von Extremwerten divergiert N je nach aOSPAN-Score ($N_{\text{Set correct}} = 128$; $N_{\text{Total correct}} = 128$; $N_{\text{math errors}} = 125$).

Tabelle 1: Statistische Resultate (ANCOVA) der automatisierten Operation Span Task (aOSPAN-Task) zur Testung der Arbeitsgedächtniskapazität

| | N | Effekt: Schallbedingung |
|---------------|-----|------------------------------|
| Set correct | 128 | $F(1, 126) = 0.19, p = .663$ |
| Total correct | 128 | $F(1, 126) = 0.06, p = .803$ |
| Math errors | 125 | $F(1, 123) = 0.03, p = .857$ |

Subjektive Erholung

Das subjektive Stressempfinden, gemessen mittels Items des berufsbezogenen Stressinventars SOFI (siehe Abbildung 3), stieg durch den Bürolärm in der Mikropause an, wohingegen es bei Naturgeräuschexposition absank (marginal signifikanter mixed ANOVA Interaktionseffekt: $F(2, 232) = 2.46, p = .092$). So unterschieden sich die beiden Schallbedingungen signifikant zum Messzeitpunkt T2 direkt nach der Mikropause (Bonferroni-Holm Post-hoc-Test zu T2: $F(1, 127) = 9.72, p = .006$).

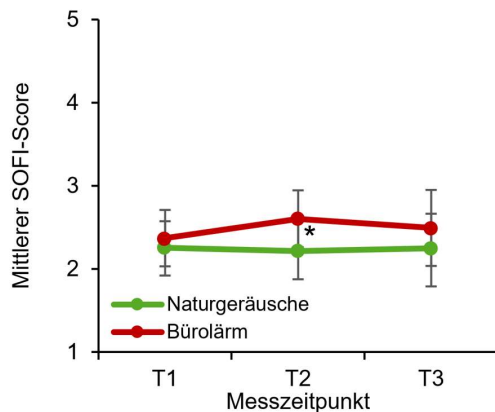


Abbildung 3: Resultate der Selbsteinschätzung mittels *Swedish Occupational Fatigue Inventory* (SOFI) getrennt nach den Experimentalgruppen. „Wie gut treffen (verschiedene Stress-bezogene Adjektive) auf Ihre momentane Befindlichkeit zu?“ Wertebereich von 1 („gar nicht“) bis 5 („sehr stark“). T1 entspricht dem Messzeitpunkt vor der Mikropause, T2 der Messung nach der Mikropause und T3 erfolgte nach der zweiten Durchführung der aOSPAN-Task. Die Fehlerbalken indizieren die Standardabweichung der Mittelwerte. $N = 129; * p < .010$.

Physiologische Stresserholung

Da die Operationalisierung der physiologischen Stresserholung mittels zehn verschiedener HRV-Parameter resultierend aus den aufgezeichneten EKG-Daten zu umfangreich für einen Proceedings-Beitrag wäre, werden diese Ergebnisse hier auf übergeordneter Ebene berichtet. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Experimentalgruppen (Mikropause mit Naturgeräuschexposition oder Mikropause unter anhaltendem Bürolärm) in Abhängigkeit des Messzeitpunkts (vor, während und nach der Mikropause) auf physiologischer Ebene in den EKG-Daten gefunden werden konnten.

Diskussion

Die postulierten kognitiven Leistungsvorteile sowie Verbesserung der physiologischen Stresserholung konnten äquivalent zur Vorgängerstudie [6] auch mit einem Arbeitsgedächtnistest nicht gefunden werden. Subjektiv spielt die akustische Umgebung für die Veränderung des empfundenen Stresslevels durch eine Mikropause jedoch eine entscheidende Rolle, da Erholungspausen unter anhaltendem Bürolärm das Stresslevel sogar noch steigern, wohingegen Naturschall-Mikropausen den empfundenen berufsbezogenen Stress reduzieren. Da in beiden Pausenbedingungen ein Schallpegel von 55 dB(A) verwendet wurde, ist dieser Effekt rein auf die Schallzone selbst zurückzuführen (Bürolärm vs. Naturgeräusche).

Es ist jedoch zu beachten, dass die Sprachanteile des Bürolärms in einer für die Versuchspersonen unverständlichen Fremdsprache waren (Hindi; vgl. Methoden). Das Belastungspotenzial des Bürolärms könnte also noch stärker sein, wenn die Hintergrundsprache verständlich und damit semantisch und syntaktisch verarbeitungspflichtig ist.

Auffällig war außerdem, dass die Versuchspersonen gruppenübergreifend insgesamt recht niedrige subjektiv empfundene Stresswerte (SOFI) über den gesamten Versuchsablauf angaben. Es könnte daher vermutet werden, dass die Stressinduktion via Präsentation eines schriftlichen Stressszenarios und die sich anschließende Arbeitsgedächtnisaufgabe nicht anstrengend genug gewesen waren.

Die Beschallung mit Naturgeräuschen entspricht einer eher geringen Interventionsstärke, dadurch, dass die Biophilia-Effekte rein über die akustische Modalität wirken können. Folgestudien könnten zur Effektmaximierung der Intervention gegebenenfalls audiovisuelle, virtuelle Naturexposition während Mikropausen untersuchen, da hier zusätzlich die visuelle Modalität stimuliert wird und so einer echten Naturerfahrung mehr gleichen als rein akustische Reizpräsentationen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass rein akustische Naturexposition nur auf subjektiver Ebene signifikante Effekte verglichen mit anderen akustischen Bedingungen während Mikropausen zu erzeugen scheint. Hinsichtlich der objektiven Daten konnten die Postulate der ART und SRT, nämlich dass die Erholung kognitiver Leistungsfähigkeit sowie die physiologisch gemessene Stresserholung durch Naturexposition verbessert wird, im Rahmen dieser Studie nicht auf auditive Naturschall-Mikropausen übertragen werden. Nichtsdestotrotz sind auch in dieser Studie, wie auch Tendenzen in der Vorgängerstudie [5] andeuteten, signifikante Effekte von Naturschall-Mikropausen auf die subjektiv empfundene Stresserholung nachweisbar. Mikropausen am Arbeitsplatz sind also bei Naturschall nach Selbsteinschätzung der arbeitenden Personen signifikant erholsamer als eine Mikropause unter dem häufig unvermeidbaren anhaltenden Bürolärm. Bereits damit kann die Studie als Hinweis für Arbeitgeber*innen verstanden werden, dass in der Gestaltung von Pausenräumen und Arbeitsplätzen vermehrt Wert auf die akustische Umgebung gelegt werden sollte. Es ist durchaus so, dass Hintergrundschall nicht immer nur störender Lärm ist, dessen Pegel möglichst reduziert werden sollte, sondern unter den passenden Bedingungen auch als wertvolle Ressource eingesetzt bzw. gestaltet werden kann (vgl. z.B. auch [12, 13]).

Danksagung

Der Beitrag aller Autorinnen zu dieser Studie wurde durch die HEAD-Genuit-Stiftung gefördert (Fördernummer: P-16/10-W). Ein weiterer Dank gilt Dr. Manuj Yadav für die Bereitstellung des Büroschalls, Christian Laufs für Unterstützung bei der Verarbeitung der EKG-Daten sowie unseren studentischen Hilfskräften am Lehr- und Forschungsgebiet für Unterstützung bei der Studienvorbereitung, -durchführung und -auswertung, hier insbesondere namentlich erwähnt Stine Düwel, Manuel Kretz und Jonathan Plass.

on Noise as a Public Health Problem, 18.-22.06.2017, Zürich, Schweiz. URL: https://www.icben.org/2017/ICBEN%202017%20Papers/SubjectArea04_Schlittmeier_0403_4019.pdf

Literatur

- [1] Schulte-Fortkamp, B. & Fiebig, A. (2023). Soundscape: The Development of a New Discipline. *Soundscapes: Humans and Their Acoustic Environment*, 76, 1–21.
- [2] Wilson, E. O. (1984). *The human bond with other species*.
- [3] Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology* 15(3), 169–182.
- [4] Ulrich, R. S. (1983). Aesthetic and Affective Response to Natural Environment. *Behavior and the Natural Environment*, 85–125.
- [5] Ratcliffe, E. (2021). Sound and soundscape in restorative natural environments: A narrative literature review. *Frontiers in psychology*, 12, 570563.
- [6] Frings, K., Schiller, I. S., Yadav, M. & Schlittmeier, S. (2023). Biophiles Design für die Ohren: Verbessern Naturgeräusche in Mikropausen die Aufmerksamkeits- und Stresserholung nach Arbeitsphasen? In *DAGA 2023 - 49. Jahrestagung für Akustik*. Symposium im Rahmen der Tagung von Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V., Hamburg.
- [7] Schlittmeier, S.J., Feil, A., Liebl, A., & Hellbrück, J. (2015). The impact of road traffic noise on cognitive performance in attention-based tasks depends on noise level even within moderate-level ranges. *Noise & Health*, 17(76), 148–157.
- [8] Yadav, M. (2022). *Office Mixdown with foreign background speech* [Audio Aufnahme]. Institut für Hörtechnik und Akustik der RWTH Aachen University (unpublished).
- [9] Unsworth, N., Heitz, R. P., Schrock, J. C. & Engle, R. W. (2005). An automated version of the operation span task. *Behavior Research Methods*, 37(3), 498–505.
- [10] Jilg, M. (2004). *Das Inventar Bevorzugter Tätigkeiten (IBT)-Erfassung freizeitbezogener Belastungswirkungen mit skalometrisch beschriebenen Freizeittätigkeiten* (Doctoral Dissertation, Universität Würzburg).
- [11] Jayrope (2017). *Nature Rivulet and birds* [Audio Aufnahme]. Freesound. <https://freesound.org/people/jayrope/sounds/394651/>. CC BY 3.0.
- [12] Schlittmeier, S. & 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(5), 684-697.
- [13] Schlittmeier, S.J. (2017). Improving both cognitive performance and subjective evaluations in open-plan offices by combining partial maskers. In *12th ICBEN Congress*