



Das kognitive, subjektiv erlebte und psychophysiologische Erholungspotential von Naturschall-Mikropausen am simulierten Büroarbeitsplatz

Sabine J. Schlittmeier¹ · Isabel S. Schiller¹ · Jacqueline Gädtke^{1,2} · Jian Pan^{1,3} · Christian Laufs⁴ · Manuj Yadav⁵ · Katrin Frings^{1,6}

Angenommen: 3. März 2026
© The Author(s) 2026

Zusammenfassung

Berufstätige verbringen viel Zeit in Innenräumen, oft mit wenig Kontakt zur Natur, was negative Effekte auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit haben kann. In dieser Experimentalreihe wurde untersucht, ob Mikropausen mit Naturschall die negativen Auswirkungen von Arbeitsbelastungen im Vergleich zu Mikropausen unter Bürolärm oder in Ruhe verringern können. In drei Studien wurden Aufmerksamkeit, Arbeitsgedächtnis und Kreativität sowie subjektive und physiologische Stressindikatoren erfasst und zueinander in Beziehung gesetzt. Es zeigten sich keine signifikanten Effekte der Naturschall-exposition auf die kognitive Leistung, auch physiologische Stressmarker (basierend auf der Herzratenvariabilität, HRV) zeigten keine robusten Effekte. Subjektiv verbesserten Naturschall-Mikropausen jedoch die wahrgenommene Erholung, reduzierten das Stressniveau und führten zu positiverer Stimmung im Vergleich zu Mikropausen mit Bürolärm oder in Ruhe. Die Ergebnisse belegen die subjektive Erholungswirkung von Naturschall in Mikropausen, während kognitive und physiologische Effekte in zukünftigen Studien weiter zu prüfen sind.

Praktische Relevanz: Naturschall-Mikropausen stellen eine niedrigschwellige und diskrete Möglichkeit dar, die Erholung im Büroalltag zu fördern. Da in vielen Büros bereits Headsets verfügbar sind, können Beschäftigte Naturschall in kurzen, selbst initiierten Arbeitsunterbrechungen nutzen. In den drei vorgestellten Studien verbesserten Naturschall-Mikropausen die subjektiv wahrgenommene Erholung und die selbstberichtete Stimmung der Proband*innen. Zudem reduzierten sie das subjektive Stressniveau im Vergleich zu Mikropausen unter Bürolärm oder in Ruhe.

Schlüsselwörter Mikropause · Naturschall · Bürolärm · Stressreduktion · Kognitive Erholung

✉ Prof. Dr. Sabine J. Schlittmeier
sabine.schlittmeier@psych.rwth-aachen.de

Dr. Isabel S. Schiller
isabel.schiller@psych.rwth-aachen.de

Jacqueline Gädtke, M.Sc.
jacqueline.gaedtke@uk-koeln.de

Jian Pan, M.Sc.
jpan@ukaachen.de

Christian Laufs, M.Sc.
christian.laufs@head-acoustics.com

Dr. Manuj Yadav
manuj.yadav@akustik.rwth-aachen.de

Dr. Katrin Frings
frings@psych.rwth-aachen.de

- ¹ Lehr- und Forschungsgebiet Arbeits- und Ingenieurpsychologie, RWTH Aachen University, Kackertstraße 9, 52072 Aachen, Deutschland
- ² Klinik und Poliklinik für Neurologie, Uniklinik Köln, Kerpener Str. 62, 50937 Köln, Deutschland
- ³ AG Healthy Living Spaces, Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Fakultät für Medizin, RWTH Aachen University, Pauwelsstraße 30, 52074 Aachen, Deutschland
- ⁴ HEAD acoustics GmbH, Ebertstraße 30a, 52134 Herzogenrath, Deutschland
- ⁵ Institut für Hörtechnik und Akustik, RWTH Aachen University, Kopernikusstraße 5, 52074 Aachen, Deutschland
- ⁶ New Mobility Solutions GmbH, Springeltwiete 2, 20095 Hamburg, Deutschland

The cognitive, subjective, and psychophysiological recovery potential of natural-sound micro-breaks at a simulated office workplace

Abstract

Employees spend much of their time indoors, often without contact with nature, which can have negative effects on health and performance. This series of experiments investigated whether micro-breaks with nature sounds can mitigate the negative effects of work-related strain compared to micro-breaks with office noise or silence. Three studies compared attention, working memory, and creativity, as well as subjective and physiological stress indicators. No significant effects of nature-sound exposure on cognitive performance were found, and physiological stress markers (based on heart rate variability, HRV) also showed no robust effects. However, nature-sound micro-breaks improved perceived recovery, reduced stress levels, and led to a more positive mood compared to micro-breaks with office noise or silence. The results provide evidence for the subjective restorative effects of nature sounds in micro-breaks, while cognitive and physiological effects require further examination in future research.

Practical Relevance: Nature sound micro-breaks represent a low-threshold and discreet way to promote recovery in everyday office work. Since headsets are already available in many offices, employees can easily use natural sounds during short, self-initiated work interruptions. In the three presented studies, nature-sound micro-breaks improved perceived recovery, reduced subjective stress levels, and led to a more positive self-reported mood compared to micro-breaks with office noise or silence.

Keywords Micro-breaks · Nature sounds · Office noise · Stress reduction · Cognitive recovery

1 Einleitung

Moderne Büroarbeit ist geprägt von hoher kognitiver Beanspruchung und geringer bis fehlender Naturexposition, obwohl letztere kognitiv, psychisch und physiologisch restaurativ wirken kann. Da ein physischer Naturkontakt im Büroalltag jedoch häufig nicht möglich ist, stellt sich arbeitswissenschaftlich wie umweltpsychologisch motiviert die Frage, ob kurze, informelle Mikropausen mit auditiven Naturschallen einen Beitrag zur Erholung von arbeitsbedingter Beanspruchung leisten können.

1.1 Naturerleben als Ressource für kognitive und physiologische Erholung

Durch die fortschreitende Digitalisierung und Urbanisierung verbringen Berufstätige immer mehr Zeit in Innenräumen, häufig ohne unmittelbaren Kontakt zur Natur. Ein solcher Mangel an Naturerleben kann sich negativ auf die kognitive Leistungsfähigkeit und die Stresserholung auswirken, wie die auf der Biophilia-Hypothese (Kellert und Wilson 1993; Wilson 1986) fußenden Attention Restoration Theory (ART; Kaplan und Kaplan 1989; Kaplan 1995) und Stress Reduction Theory (SRT; Ulrich 1983; Ulrich et al. 1991) nahelegen.

Die Biophilia-Hypothese nimmt an, dass Menschen eine angeborene Tendenz haben, positiv auf natürliche Umwelten zu reagieren. Diese evolutionär bedingte Affinität führt dazu, dass Menschen den Kontakt zur Natur, zu natürlichen Elementen oder anderen Lebewesen suchen und sich in deren Gegenwart wohlfühlen. Darauf aufbauend geht

die SRT davon aus, dass die Exposition gegenüber Naturreizen positive emotionale Reaktionen und eine Aktivierung des parasympathischen Nervensystems auslöst. Naturerleben wirkt damit (über positive Emotionen vermittelt) stressregulierend und physiologisch erholend. Die ART betont dagegen die Wiederherstellung kognitiver Ressourcen durch Naturreize. Insbesondere postuliert sie, dass natürliche Umgebungen eine anstrengungslose Wiederherstellung von erschöpften Aufmerksamkeitsressourcen ermöglichen, da sie die Aufmerksamkeit sanft binden („soft fascination“; Kaplan und Kaplan 1989), ohne sie zu beanspruchen.

SRT und ART gehen also übereinstimmend von einer regenerativen Wirkung des Naturerlebens aus und ergänzen sich, da die SRT primär physiologische und affektive, die ART hingegen kognitive Erholungsprozesse adressiert. Die bisherige Forschung zur restaurativen Wirkung von Natur konzentrierte sich dabei überwiegend auf visuelle oder multimodale Naturreize, etwa das Betrachten von Bildern oder den Aufenthalt in realen oder virtuellen Umgebungen. Demgegenüber untersucht die vorliegende Studienreihe, ob auch rein auditive Naturreize – also Naturschalle ohne begleitenden visuellen Input – die kognitive, subjektiv erlebte und physiologische Erholung fördern.

1.2 Mikropausen zur Erholung

Die zentrale Bedeutung von Erholung für den Erhalt bzw. die Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit ist heute allgemein anerkannt und Bestandteil arbeitspsychologischer Modelle. So betrachtet das Job-Demands-Resources (JD-R) Modell (Demerouti et al. 2001) Arbeit als dynamisches

Zusammenspiel von Anforderungen (demands) und Ressourcen. Es wird angenommen, dass Beanspruchungen insbesondere dann zu Stressreaktionen führen, wenn die arbeitsbezogenen Belastungen die verfügbaren Ressourcen übersteigen. Ressourcen wie Autonomie, soziale Unterstützung oder Pausen können diese Beanspruchungen abpuffern und die Erholung fördern (Bakker und Demerouti 2017). Das Effort-Recovery-Modell (ERM; Meijman und Mulder 1998) ergänzt diesen Ansatz um eine prozessuale Perspektive. Das Modell nimmt an, dass Anstrengung (effort) mit psychophysiologischer Aktivierung einhergeht, die durch Erholungsprozesse – etwa während Pausen – wieder zurückgebildet werden muss. Erfolgt dies nicht vollständig, akkumulieren Restaktivierungen, die langfristig zu chronischer Ermüdung oder gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen können. Beide Modelle verdeutlichen, dass Erholung keine entbehrliche „Zusatzleistung“ ist, sondern eine grundlegende Voraussetzung nachhaltiger Leistungsfähigkeit und Gesunderhaltung.

Erholung muss aber nicht ausschließlich in den regulären Pausen oder nach der Arbeit stattfinden, sondern kann auch während der Arbeit in Form sogenannter „within-work recovery episodes“ erfolgen (Chan et al. 2022). Damit gewinnen Interventionen an Bedeutung, die sich kurzfristig und niedrigschwellig in den Arbeitsalltag integrieren lassen. Mikropausen stellen ein Beispiel solcher „within-work recovery episodes“ dar. Mikropausen sind kurze, informelle Arbeitsunterbrechungen von wenigen Sekunden bis höchstens 10 min (z. B. Lee et al. 2015; Kim et al. 2018) und werden üblicherweise von den Mitarbeitenden selbst initiiert. Damit zeichnen sie sich durch eine hohe Flexibilität bezüglich Zeitpunkt, Dauer und Häufigkeit aus.

Zahlreiche Studien belegen, dass Mikropausen dazu beitragen können, Ermüdung zu verringern, Aufmerksamkeit aufrechtzuerhalten und Leistungsabfall vorzubeugen (z. B. De Bloom et al. 2015; Zacher et al. 2014). Gerade vor dem Hintergrund zunehmender Arbeitsverdichtung und der häufig berichteten Verkürzung oder Auslassung regulärer Pausen können Mikropausen eine niederschwellige und selbstbestimmte Form kurzfristiger Arbeitsunterbrechung darstellen, die der Regeneration dienen und sich an vielen Büroarbeitsplätzen flexibel integrieren lässt (Trogakos und Hideg 2009).

1.3 Naturschall in Mikropausen

Es stellt sich die Frage, wie Mikropausen gestaltet sein sollten, um wirksam zur kurzfristigen Regeneration beizutragen. Ein naheliegender Ansatz ergibt sich aus SRT, ART und der Biophilia-Hypothese, die die restorative Wirkung von Naturexposition betonen. Da direkter Naturkontakt im Arbeitskontext häufig nicht möglich ist, audiovisuelle VR-Anwendungen selten verfügbar sind und visuelle Naturdar-

stellungen den ohnehin stark beanspruchten visuellen Kanal weiterhin belasten, erscheinen rein auditive Naturreize besonders geeignet. Sie lassen sich diskret und ohne technischen Zusatzaufwand über an Büroarbeitsplätzen häufig bereits vorhandene Kopfhörer oder Headsets nutzen.

Mikropausen mit Naturschall könnten somit eine einfach realisierbare und zugleich theoretisch fundierte Maßnahme darstellen, die arbeitswissenschaftliche und umweltpsychologische Perspektiven verbindet. Aufgrund der auditiven Reize können sie „micro-restorative experiences“ im Sinne von Kaplan (1995) auslösen, also Erholungserfahrungen in kurzer Zeit ermöglichen. Im Sinne der ART (Kaplan und Kaplan 1989) und der SRT (Ulrich 1983) bieten sie das Potenzial, kognitive Ressourcen zu regenerieren sowie physiologische und affektive Erholung zu fördern. Zugleich erlauben sie es aus arbeitswissenschaftlicher Sicht, den Beanspruchungsverlauf kurzfristig zu unterbrechen, ohne den Arbeitsfluss wesentlich zu stören.

Im Büroalltag ist insbesondere in Gruppen- und Großraumbüros eine gewisse Schallkulisse allgegenwärtig, häufig in Form von Hintergrundsprache oder Geräuschen technischer Geräte (klingelnde oder vibrierende Telefone, Tastaturklappern). Hintergrundsprache kann nicht nur subjektiv störend wirken, sondern auch kognitive Leistungen beeinträchtigen und physiologische Stressreaktionen hervorrufen (vgl. Radun et al. 2024). Über Kopfhörer angehörte Naturschall können hier auch eine Pause von der bürotypischen Geräuschkulisse bieten.

Die Forschung zur Erholung durch Naturexposition befasste sich bislang vor allem mit visuellen oder multimodalen (z. B. audiovisuellen) Naturerlebnissen während längerer Pausen im Freien, in VR-Umgebungen oder in der Freizeit. Zwar wurde dabei die restorative Wirkung von Naturerleben wiederholt empirisch belegt (z. B. Schertz und Berman 2019; Stevenson et al. 2018), im Büroalltag fehlen jedoch oft Zeit, Raum oder technische Mittel für physische oder VR-basierte Naturerfahrungen.

Die Befundlage zu rein auditiver Naturexposition ist bislang begrenzt und uneinheitlich. Einige Studien berichten positive Effekte von Naturschall auf subjektive Stressreduktion und affektives Erleben (Benfield et al. 2014; Largo-Wight et al. 2016; Kawai et al. 2024), während andere keine Unterschiede zwischen Naturschall, Stille und urbanen Geräuschen fanden (Emfield und Neider 2014; Hartanto et al. 2023). Auch für kognitive Leistungen reichen die Ergebnisse von positiven Effekten (Van Hedger et al. 2019; Zhang et al. 2017) bis zu Nullbefunden (Song et al. 2023). Zusammenfassend ergibt sich eine Forschungslücke hinsichtlich der Frage, ob Naturschall im Kontext kurzer Arbeitsunterbrechungen wirksam zur kognitiven, subjektiven und physiologischen Erholung beitragen können.

1.4 Forschungsfrage und Hypothesen

Diese aus drei Experimenten bestehende Studienreihe untersucht, ob bereits eine kurzzeitige, rein auditive Naturexposition während Mikropausen die Erholung der kognitiven Leistung fördert, das subjektive Empfinden verbessert und physiologische Stressreaktionen reduziert. Auf Grundlage der dargestellten theoretischen Überlegungen und empirischen Befunde wird angenommen, dass Naturschall während einer Mikropause signifikante Vorteile im Vergleich zu Bürolärm oder Ruhe aufweist.

Studie A untersuchte dafür die Effekte von Naturschall auf die Erholung der Aufmerksamkeit, Studie B auf die Regeneration des Arbeitsgedächtnisses und Studie C auf die Förderung kreativer Leistung. In den Studien A und B, die im Labor durchgeführt wurden, wurden zusätzlich das subjektive Empfinden sowie die Herzratenvariabilität (HRV) zur Analyse physiologischer Stress- bzw. Erholungsmarker erfasst. Daraus ergeben sich folgende Hypothesen:

(H1) Mikropausen mit Naturschall führen zu höheren kognitiven Leistungen (Aufmerksamkeit, Arbeitsgedächtnis, Kreativität) nach der Mikropause als Mikropausen mit Bürolärm oder in Ruhe.

(H2) Mikropausen mit Naturschall führen im Vergleich zu Bürolärm oder Ruhe zu günstigeren subjektiven Bewertungen nach der Mikropause (geringere erlebte kognitive Ermüdung oder Stress bzw. günstigere Affektlage).

(H3) Mikropausen mit Naturschall führen zu einer stärkeren physiologischen Erholung als Mikropausen mit Bürolärm oder in Ruhe. Es wird also eine Interaktion von Schallbedingung und Messzeitpunkt erwartet.

Die Hypothesen wurden abhängig vom jeweiligen Messdesign entweder als schallinduzierte Unterschiede nach der Mikropause unter Kontrolle der Ausgangswerte oder als differenzielle Verläufe über die Messzeitpunkte geprüft.

2 Methode

2.1 Allgemeines Vorgehen

Allen drei Experimenten lag ein vergleichbares Grunddesign zugrunde. Es umfasste eine Eingangsphase mit Instruktion und Baseline-Erhebung, eine Stressinduktionsphase, eine erste Testphase (T1) für die jeweilige kognitive Leistung (Studie A: Aufmerksamkeit; Studie B: Arbeitsgedächtnis; Studie C: Kreativität), eine sechsminütige Mikropause unter einer bestimmten Schallbedingung (Naturgeräusche, Bürolärm, Ruhe; Ruhe nur in Studien A und C), eine zweite

Testphase (T2) zur erneuten Leistungsmessung sowie eine Nachbefragung. Subjektive Maße wurden in allen Experimenten mindestens nach der Stressinduktion und nach der Mikropause erhoben. In den Laborexperimenten (Studien A und B) wurde die HRV während der gesamten Testung aufgezeichnet und später abschnittsweise analysiert.

2.2 Stichprobe

In die Analysen gingen die Daten von 75 Personen in Studie A (69 % weiblich, 83 % Studierende, $M=26$ Jahre, $SD=8$, Range=18–60), 129 Personen in Studie B (72 % weiblich, 92 % Studierende, $M=23$ Jahre, $SD=5$, Range=18–43) und 158 Personen in Studie C (77 % weiblich, 84 % Studierende, $M=24$ Jahre, $SD=6$, Range=18–46) ein. Die Proband*innen wurden über Mailinglisten der RWTH Aachen University, Aushänge am Campus sowie institutseigene Versuchspersonenlisten rekrutiert, sodass die meisten Proband*innen Studierende waren. Die Zuordnung zu den Experimentalgruppen und damit zur Schallbedingung während der Mikropause (Naturschall, Bürolärm; zusätzlich Ruhe in den Studien A und C) erfolgte in allen Studien randomisiert. In Studie A hörten $n_1=25$ Personen Naturschall in der Mikropause, $n_2=24$ Personen Bürolärm und $n_3=26$ Personen keinen zusätzlichen Schall (Ruhebedingung). In Studie B hörten $n_1=66$ Personen Naturschall und $n_2=63$ Personen Bürolärm. In Studie C waren $n_1=58$ Personen der Naturschallbedingung zugeordnet, $n_2=47$ hörten Bürolärm und $n_3=53$ Personen wurden der Ruhebedingung zugeordnet.

Einschlusskriterien waren ein Alter zwischen 18 und 60 Jahren, uneingeschränktes Hör- und Sehvermögen (ggf. korrigiert), sehr gute Deutschkenntnisse und ein guter allgemeiner Gesundheitszustand (Selbstbericht). Für die Online-Studie C war zusätzlich ein Zugriff auf einen Desktop-Computer oder Laptop sowie Kopfhörer erforderlich. Als Vergütung erhielten die Proband*innen entweder eine Aufwandsentschädigung (10 €/Stunde) oder Versuchspersonenstunden, die Studierende der Psychologie im Rahmen ihres Studiums absolvieren.

2.3 Material

Apparatur Alle Studien wurden computerbasiert durchgeführt. Die Laborstudien A und B wurden auf Desktop-Computern vom Typ Dell OptiPlex mit 24-Zoll-Monitoren (60 Hz Bildwiederholrate), Standardtastatur und Maus sowie Sennheiser HD 280 Pro Kopfhörern durchgeführt. Bei Studie C handelte es sich um eine Online-Studie, für die die Proband*innen ihre eigenen Desktop-Computer oder Laptops verwendeten, wobei die Nutzung von Kopfhörern verpflichtend war. Während die Laborstudien in PsychoPy (Version 2022.1.1; Peirce et al. 2019) programmiert waren,

wurden für die Online-Studie PsychoJS (Version 2022.1.2) und die Plattform Pavlov.org verwendet.

Hintergrundschallbedingungen Es wurden drei Hintergrundschallbedingungen eingesetzt: (a) Naturschall, bestehend aus Vogelgezwitscher und Wasserplätschern (Jayrope Berlin 2017), dessen Erholungspotenzial in Pretests als hoch eingeschätzt wurde (Sartorius 2022; Seidler 2022); (b) Bürolärm, bestehend aus typischen Großraumbürogeräuschen (z.B. Telefonklingeln und -vibrationen, Tastaturanschläge, Benachrichtigungstöne) sowie mehrstimmiger Hintergrundsprache in Hindi zur Vermeidung semantischer Interferenzen (Yadav et al. 2023); und (c) Ruhe. Alle Stimuli wurden binaural über Kopfhörer bei LAeq=55 dBA dargeboten und zuvor mithilfe eines künstlichen Ohrs und eines omnidirektionalen Mikrofons kalibriert. Bei allen Bedingungen wurden die Proband*innen angewiesen, die Kopfhörer während der gesamten Mikropause aufzubehalten. In der als Online-Studie umgesetzten Studie C wurden Manipulationskontrollen eingesetzt, um die Einhaltung der Vorgabe zu sicherzustellen.

Kognitive Aufgaben Alle Aufgaben wurden visuell präsentiert. In Studie A wurde zur Messung der Aufmerksamkeit der Attention Network Test (ANT; Fan et al. 2002) eingesetzt. Hier muss die Richtung eines zentral präsentierten Pfeils, der von flankierenden Pfeilen und Hinweisreizen begleitet wird, so schnell und korrekt wie möglich angegeben werden. In Studie B wurde die Arbeitsgedächtniskapazität mittels der automatisierten Version des Operation Span Task (aOSPAN; Unsworth et al. 2005) erfasst, bei dem Buchstabenfolgen unterschiedlicher Länge (3–7 Items) in wechselnder Abfolge mit einfachen Rechenaufgaben präsentiert und anschließend in der korrekten Reihenfolge erinnert werden müssen. In Studie C wurde die Kreativitätsleistung mit der Verb-Generierungsaufgabe nach Prabhakaran et al. (2014) gemessen. Hier müssen zu vorgegebenen Substantiven möglichst originelle Verben produziert werden. Die Kreativität der Antworten wurde über die semantische Distanz zwischen Substantiv und generiertem Verb berechnet.

Stressinduktion Zur Stressinduktion wurden in den drei Studien jeweils unterschiedliche Verfahren eingesetzt. In Studie A bearbeiteten die Proband*innen in einer 15-minütigen Arbeitsphase visuelle Serial-Recall-Aufgaben (Schlittmeier et al. 2021) unter Bürolärm. Dabei wurden Sequenzen aus sieben Ziffern präsentiert, die in genau der präsentierten Reihenfolge wiedergegeben werden mussten. In Studie B lasen die Proband*innen einen kurzen Text, der eine stark belastende Arbeitssituation schilderte (u.a. Zeitdruck, Überforderung, hohe Verantwortung und unkooperatives Vorgesetztenverhalten; nach Staats et al.

2003). Sie sollten sich so intensiv wie möglich in diese Situation hineinversetzen, während sie Bürolärm ausgesetzt waren. In Studie C bearbeiteten die Proband*innen in einer 15-minütigen Phase unter Bürolärm aOSPAN-Aufgaben (Unsworth et al. 2005, vgl. oben)¹.

Subjektive Maße In den Studien A und B wurden das „aktuelle Stresslevel“, die „aktuelle Leistungsfähigkeit“ und die „aktuelle Aufmerksamkeitskapazität“ über bipolare visuelle Analogskalen (VAS) erhoben (von „sehr niedrig“ bis „sehr hoch“), sowie die kognitive Ermüdung mittels der deutschen Kurzversion des Swedish Occupational Fatigue Inventory (SOFI; Åhsberg et al. 1997; Jilg 2004). In Studie C wurden über VAS-Skalen die „aktuelle Stimmung“ (affektive Valenz; von „äußerst negativ“ bis „äußerst positiv“), die „aktuelle Erregung“ (Arousal; von „äußerst niedrig“ bis „äußerst hoch“) sowie „Mindwandering“ (von „gar nicht“ bis „die ganze Zeit“) erfasst. Es wurden weitere subjektive Maße (Noise Sensitivity Questionnaire, NoiSeQ; Schütte et al. 2007; Environmental Identity Scale—Revised, EID-R; Clayton et al. 2021; VAS zu Erholung, Ruhe, Motivation und Ablenkung) erhoben, deren Auswertung in diesem Beitrag nicht berichtet wird.

Physiologische Maße In den Laborstudien A und B wurde die HRV mit einem mobilen EKG-Gerät (Faros 180, Bittium) bei 1000 Hz erfasst. Zehn HRV-Parameter wurden berechnet (mittlere Herzrate, SDNN, RMSSD, pNN20, SD1, SD2, SD1/SD2, LF, HF und LF/HF; vgl. Sammito und Böckelmann 2016; Shaffer und Ginsberg 2017). Die Artefaktkontrolle erfolgte mittels visueller Inspektion durch zwei unabhängige Beurteilende.

2.4 Versuchsablauf

Die drei Studien A, B und C bauen aufeinander auf und wurden auf Grundlage der jeweils zuvor gewonnenen Erkenntnisse iterativ weiterentwickelt. Dies und die Wahrung einer Mindestvergleichbarkeit begründen die im Folgenden dargestellten Gemeinsamkeiten wie Unterschiede in den Versuchsabläufen.

In den Laborstudien (Studien A und B) wurden die Proband*innen einzeln in einer schallgedämmten Kabine am Institut für Psychologie der RWTH Aachen University getestet. Die Online-Studie C führten die Proband*innen zu Hause durch, wobei sie angewiesen wurden, für eine ruhige und störungsfreie Umgebung zu sorgen.

Die Testung begann mit einer standardisierten Aufklärung über Ziel und Ablauf des Experiments, der informier-

¹ Die aOSPAN-Aufgabe wurde in Studie C zur Belastungsinduktion genutzt, in Studie B hingegen zur Erfassung der Arbeitsgedächtniskapazität.

ten Einwilligung zur Teilnahme, dem Anlegen des mobilen EKGs (Studien A und B), einer schriftlichen Instruktion und der Erfassung demografischer Angaben sowie der ersten VAS-Erhebung als Baseline-Messung (nur in Studie A). Anschließend erfolgte in allen drei Studien eine etwa 15-minütige Stressinduktion unter Bürolärm. Nach der Stressinduktion wurde in Studie A eine VAS zum aktuellen Stresslevel erhoben, in Studie B wurde an dieser Stelle keine VAS-Erhebung durchgeführt, und in Studie C erfolgte die Erfassung der affektiven Valenz und des Arousal über VAS. Anschließend begann die sechsinminütige Mikropause. Während dieser Pause wurde in den Studien A und C eine der drei Schallbedingungen – Bürolärm, Naturschall oder Ruhe – präsentiert, in Studie B dagegen nur Bürolärm oder Naturschall. Die Proband*innen wurden instruiert, die Pause zur Erholung zu nutzen, die Augen zu schließen, ruhig zu sitzen und sich zu entspannen. Nach der Mikropause wurden in Studie A VAS-Angaben erhoben, in Studie B das SOFI, und in Studie C die affektive Valenz, das Arousal sowie Mindwandering per VAS erfasst. Danach erfolgte die zweite Leistungsmessung (T2) mit derselben Aufgabe wie zuvor, erneut unter Bürolärmbedingungen.

Zum Abschluss bearbeiteten die Proband*innen weitere Fragebögen (Studie A: NoiSeQ; Studie B: EID-R; Studie C: Compliance-Checks), eine Nachbefragung zum jeweiligen Versuch.

3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der drei Studien A, B und C werden im Folgenden thematisch zusammengefasst und in stark komprimierter Form dargestellt. Trotz vergleichbarer Grundstruktur unterschieden sich die Experimente in Design, Aufgaben und Messinstrumenten, sodass die Befunde jeweils studienspezifisch berichtet werden. Exemplarisch werden einzelne Befunde in Abbildungen veranschaulicht. Die hier dargestellten statistischen Analysen erfolgten varianzanalytisch (ANOVA/ANCOVA), wobei die Schallbedingung als 3-fach gestufter between-subject Faktor in Studien A und C (Naturschall, Bürolärm, Ruhe) bzw. als 2-fach gestufter between-subject Faktor in Studie B (Naturschall, Bürolärm) realisiert wurde. Für subjektive und physiologische Maße wurde der Messzeitpunkt als within-subject Faktor berücksichtigt. Aus Gründen der Lesbarkeit und Übersichtlichkeit werden die zentralen Teststatistiken (F , p , η_p^2) berichtet. Die vollständigen statistischen Detailtabellen finden sich in Friess (2025).

3.1 Kognitive Leistung

Vor der Analyse der Effekte der Schallbedingungen wurde geprüft, ob sich die Experimentalgruppen bereits zu

Studienbeginn in ihrer kognitiven Ausgangsleistung unterschieden. Dies war in keiner Studie der Fall: Einfaktorielle Varianzanalysen zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Baseline-Mittelwerten (alle $F \leq 1,76$, $p \geq 0,103$, $\eta_p^2 \leq 0,02$).

Aufmerksamkeit (Studie A) Die Aufmerksamkeitsleistung wurde mit dem ANT erfasst und drei Schallbedingungen in der Mikropause between-subject realisiert: Naturschall, Bürolärm und Ruhe. Zur Prüfung von Schalleffekten auf die Leistung nach der Mikropause (T2) wurde eine einfaktorielle ANCOVA auf dem 3-fach gestuften Faktor Schall gerechnet, in der die ANT-Leistung zu T2 als abhängige Variable und die Leistung zu T1 als Kovariate berücksichtigt wurde. Es zeigten sich keine signifikanten Haupteffekte der Schallbedingung auf die verschiedenen Kennwerte des ANT (alle $F \leq 0,33$, $p \geq 0,718$, $\eta_p^2 \leq 0,01$). Die Art des in der Mikropause gehörten Schalls beeinflusste die Aufmerksamkeitsleistung nach der Pause somit nicht.

Arbeitsgedächtnis (Studie B) Die Arbeitsgedächtniskapazität wurde mittels aOSPAN gemessen und es wurden zwei Schallbedingungen als between-subject Faktor geprüft: Naturschall und Bürolärm. Analog zu Studie A wurde die aOSPAN-Leistung zu T2 als abhängige Variable analysiert und die jeweilige Leistung zu T1 als Kovariate in eine einfaktorielle ANCOVA aufgenommen. Dabei zeigte sich, dass Naturschall und Bürolärm nicht differenziell auf die verschiedenen Maße des aOSPAN wirkten (alle $F \leq 0,69$, $p \geq 0,409$, $\eta_p^2 \leq 0,01$). Die Arbeitsgedächtniskapazität nach der Pause unterschied sich also nicht je nachdem welcher Schall während der Mikropause gehört worden war.

Kreativität (Studie C) Die Kreativitätsleistung wurde mit der Verbgenerierungsaufgabe erfasst und drei Schallbedingungen – Naturschall, Bürolärm, Ruhe – in der Mikropause realisiert (3-fach gestufter between-subject Faktor). Zur Prüfung von Schalleffekten auf die Leistung nach der Mikropause (T2) wurde auch hier eine einfaktorielle ANCOVA gerechnet, in der die Kreativitätsleistung zu T2 als abhängige Variable und die jeweilige Leistung zu T1 als Kovariate berücksichtigt wurde. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Schallbedingungen in ihrer Wirkung auf die Kreativitätsleistung ($F(2, 155) = 0,32$, $p = 0,837$, $\eta_p^2 \leq 0,01$). Damit führte die Schallbedingung während der Mikropause nicht zu Unterschieden in der Kreativitätsleistung nach der Pause.

3.2 Subjektive Bewertungen

Zur Erfassung subjektiver Erholung und Beanspruchung kamen in allen drei Studien Selbstauskunftsmaße zum Einsatz. In den Laborstudien A und B wurde das SOFI zur

erlebten kognitiven Ermüdung (Fatigue) eingesetzt, sowie in Studie A VAS zu aktuellem Stress, Aufmerksamkeitskapazität und Leistungsfähigkeit. In der Online-Studie C wurden affektive Valenz, Arousal und Mindwandering über VAS erfasst.

Aufmerksamkeit (Studie A) Für die Analyse der SOFI-Werte wurde analog zur Auswertung der kognitiven Leistungsmaße eine einfaktorielle ANCOVA auf den SOFI-Scores an T2 gerechnet, mit dem between-subject Faktor Schallbedingung und den SOFI-Scores zu T1 als Kovariate. Es zeigte sich kein signifikanter Haupteffekt der Schallbedingung auf die subjektiv berichtete kognitive Ermüdung nach der Mikropause ($F(2, 71) = 2,13, p = 0,127, \eta_p^2 \leq 0,06$). Damit unterschied sich die kognitive Ermüdung nach der Mikropause nicht in Abhängigkeit von der während der Pause gehörten Schallbedingung.

Ergänzend wurden VAS-Ratings zum aktuellen Stress, zur Aufmerksamkeitskapazität und zur Leistungsfähigkeit über die Messzeitpunkte hinweg ausgewertet. Hier zeigten keine signifikanten Interaktionen zwischen Schallbedingung und Messzeitpunkt (alle $F \leq 1,73, p \geq 0,091, \eta_p^2 \leq 0,05$) und keine Haupteffekte der Schallbedingung (alle $F \leq 1,39, p \geq 0,256, \eta_p^2 \leq 0,04$), jedoch durchgängig signifikante Haupteffekte des Messzeitpunkts (alle $F \geq 28,25, p < 0,001, 0,28 \leq \eta_p^2 \leq 0,36$). Dies spricht für eine generelle Veränderung des subjektiven Zustands im Studienverlauf, die unabhängig von der Schallbedingung in der Mikropause war.

Ergänzend zeigte sich deskriptiv, dass Proband*innen in der Naturschallbedingung die Mikropause retrospektiv häufiger als „sehr entspannend“ bewerteten als Proband*innen der Bürolärm- oder Ruhebedingung (siehe Abb. 1). Rund 60 % der Proband*innen, die Naturschall in der Mikropause hörten, bewerteten diese als „sehr entspannend“, verglichen mit 38 % in der Ruhebedingung und 25 % in der Bürolärmbedingung.

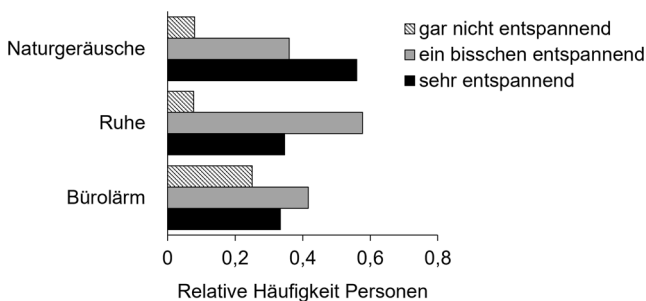


Abb. 1 Ergebnisse der Nachbefragung in Studie A. Relative Häufigkeiten der Antworten auf die Frage „Wie entspannend empfanden Sie die Mikropause rückblickend?“; n_1 (Naturgeräusche) = 25, n_2 (Bürolärm) = 24, n_3 (Ruhe) = 26

Fig. 1 Results of the post-experimental survey in Study A showing the relative frequencies of responses to the question „How relaxing did you find the microbreak in retrospect?“; n_1 (Nature sounds) = 25, n_2 (Office noise) = 24, n_3 (Silence) = 26

Arbeitsgedächtnis (Studie B) Analog zu Studie A wurden in Studie B die erlebte kognitive Ermüdung mittels des SOFI erhoben. Aufgrund der drei Messzeitpunkte in Studie B (T1, T2, T3) wurde eine 2-faktorielle ANOVA mit dem between-subject Faktor Schallbedingung (Naturschall, Bürolärm) und dem within-subject Faktor Messzeitpunkt gerechnet. Hier zeigte sich keine statistisch signifikante Interaktion zwischen Schallbedingung und Messzeitpunkt ($F(1,83, 232,05) = 2,46, p = 0,092, \eta_p^2 = 0,02$), wie auch kein signifikanter Haupteffekt des Messzeitpunkts ($F(1,83, 232,05) = 1,23, p = 0,290, \eta_p^2 = 0,01$). Entsprechend der a priori formulierten Hypothesen wurde ein geplanter paarweiser Vergleich zwischen den beiden Schallbedingungen an T2, also unmittelbar nach der Mikropause, durchgeführt. Hier zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der erlebten kognitiven Ermüdung zwischen den beiden Gruppen ($F(1, 127) = 9,72, p = 0,006, \eta^2 = 0,07$), wobei Proband*innen der Naturschall-Mikropause eine geringere kognitive Ermüdung berichteten als Proband*inne der Bürolärm-Mikropause (vgl. Abb. 2). Die Mittelwerte lagen insgesamt im mittleren Bereich ($M = 2,22\text{--}2,60$ auf einer 5-stufigen Skala), was auf eine moderate Beanspruchung durch die Aufgabenbearbeitung hinweist.

Kreativität (Studie C) Hier wurden affektive Valenz, Arousal und Mindwandering mittels VAS erfasst. Zur Prüfung von Schalleffekten nach der Mikropause (T2) wurde jeweils eine einfaktorielle ANCOVA mit dem 3-stufigen between-subject Faktor Schallbedingung (Naturschall, Bürolärm, Ruhe) gerechnet. Die jeweiligen Werte zu T2 dienten als abhängige Variable, die entsprechenden T1-Werte wurden als Kovariate berücksichtigt. Es zeigten sich signifikante Haupteffekte der Schallbedingung auf die affektive Valenz ($F(2, 154) = 10,08, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,12$) und das Arousal ($F(2, 154) = 4,89, p = 0,009, \eta_p^2 = 0,06$). Bonferroni-Holm-

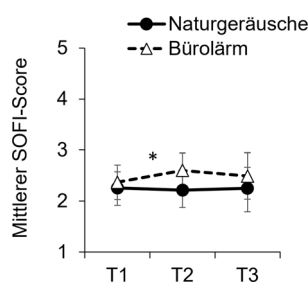


Abb. 2 Mittlere SOFI-Scores in Studie B zu den Zeitpunkten T1 (prä-Pause), T2 (post-Pause) und T3 (nach der Aufgabenbearbeitung an T2). Fehlerbalken zeigen die Standardabweichungen der Mittelwerte. n_1 (Naturschall) = 66, n_2 (Bürolärm) = 63. * $p < 0,010$

Fig. 2 Mean SOFI scores in Study B at the time points T1 (pre-break), T2 (post-break), and T3 (after aOSPAN at T2); error bars represent standard deviations of the means; n_1 (Nature sounds) = 66, n_2 (Office noise) = 63; * $p < 0,010$

korrigierte² post-hoc Tests ergaben für die affektive Valenz, dass die Naturschallbedingung signifikant höhere Werte aufwies als sowohl Bürolärm als auch Ruhe; und dass sich Bürolärm und Ruhe ebenfalls unterschieden (alle $p_{Holm} \leq 0,049$). Für das Arousal zeigte sich ein anderes Muster: Bürolärm in der Mikropause führte zu signifikant geringerem Arousal als Ruhe ($p_{Holm} = 0,008$), während sich Naturschall weder von Ruhe ($p_{Holm} = 0,079$) noch von Bürolärm ($p_{Holm} = 0,266$) signifikant unterschied. Für Mindwandering als spontanes Abschweifen der Gedanken zeigte sich ebenfalls einen signifikanten Haupteffekt der Schallbedingung ($F(2, 155) = 7,17$, $p = 0,001$, $\eta_p^2 = 0,09$). Bonferroni-Holm-korrigierte post-hoc Tests ergaben, dass in der Ruhebedingung signifikant stärkeres Gedankenabschweifen berichtet wurde als in den beiden anderen Schallbedingungen (beide $p_{Holm} = 0,004$), die sich wiederum nicht voneinander unterschieden ($p_{Holm} = 0,870$).

3.3 Physiologische Parameter

Zur Erfassung physiologischer Erholungsprozesse wurde in den Laborstudien A und B die HRV gemessen, während Studie C als Online-Experiment ohne physiologische Messungen durchgeführt wurde.

Aufmerksamkeit (Studie A) Hier wurde die HRV über zehn konsekutive 5-Minuten-Intervalle analysiert. Zur Prüfung von Effekten der Schallbedingung auf den zeitlichen Verlauf der HRV wurde für jeden HRV-Parameter eine 2-faktorielle Varianzanalyse mit dem between-subject Faktor Schallbedingung (Naturschall, Bürolärm, Ruhe) und dem within-subject Faktor Zeit gerechnet. Für keinen der analysierten HRV-Parameter traten signifikante Interaktionseffekte zwischen Zeit und Schallbedingung auf (alle $F \leq 1,51$, $p \geq 0,120$, $\eta_p^2 \leq 0,06$), sodass keine Unterschiede zwischen den physiologischen Erholungsverläufen in Abhängigkeit von der Schallbedingung nachweisbar waren. Ebenso zeigten sich keine signifikanten Haupteffekte der Schallbedingung (alle $F \leq 1,82$, $p \geq 0,173$, $\eta_p^2 \leq 0,07$). Für alle HRV-Parameter ergaben sich jedoch signifikante Haupteffekte des Faktors Zeit (alle $F \geq 5,00$, $p < 0,001$, $0,09 \leq \eta_p^2 \leq 0,39$). Diese zeigen an, dass die Stressinduktion erfolgreich war und sich die HRV-Werte über den Versuchsverlauf hinweg veränderten, wenn auch unabhängig von der jeweils dargebotenen Schallbedingung in der Mikropause.

Arbeitsgedächtnis (Studie B) Hier wurden die HRV-Parameter über drei Messintervalle (prä-Pause, Pause, post-Pause) ausgewertet. Analog zu Studie A wurde eine 2-faktorielle Varianzanalyse gerechnet, nun mit dem 2-fach gestuften between-subject Faktor Schallbedingung (Naturschall, Bürolärm) und dem 3-fach gestuften within-subject Faktor Zeit. Die varianzanalytische Auswertung ergab für keinen der zehn HRV-Parameter signifikante Interaktionseffekte zwischen Schallbedingungen (Naturschall, Bürolärm) und Zeit (alle $F \leq 1,31$, $p \geq 0,272$, $\eta_p^2 \leq 0,013$) sowie keinen Haupteffekt der Schallbedingung (alle $F \leq 0,58$, $p \geq 0,448$, $\eta_p^2 \leq 0,006$). Obgleich inferenzstatistisch nicht absicherbar, zeigten einigen HRV-Parametern deskriptiv numerische Unterschiede in der physiologischen Erholung zugunsten der Naturschallbedingung. Abb. 3a, b veranschaulichen dies exemplarisch für zwei HRV-Parameter (SDNN und RMSSD). Analog zu Studie A zeigten sich ein signifikanter Haupteffekt auf dem Faktor Zeit bei sechs der zehn HRV-Parameter (alle $F \geq 11,44$, $p < 0,001$, $0,10 \leq \eta_p^2 \leq 0,44$), was auch hier eine Veränderung des Stresslevels der Proband*innen über den Studienverlauf hinweg belegt.

4 Diskussion

4.1 Forschungsfrage und Hauptbefunde

Ziel dieser Studienreihe war zu prüfen, ob Mikropausen mit Naturschall kognitive Ressourcen regenerieren und empfundenen Stress sowie physiologische Stressreaktionen reduzieren können. Dabei wurden drei unterschiedliche kognitive Domänen untersucht: Aufmerksamkeit (Studie A), Arbeitsgedächtnis (Studie B) und Kreativität (Studie C). In allen Studien wurden subjektive Urteile zur wahrgenommenen Erholung und zu weiteren Aspekten erhoben, in den Laborstudien (Studien A und B) zudem die HRV als physiologischer Indikator für Stress und Erholung erfasst.

Über alle drei Studien hinweg zeigte sich ein konsistentes Befundmuster: Während sich auf objektiver Ebene – kognitiv wie physiologisch – keine signifikanten Vorteile von Naturschall gegenüber Bürolärm oder Ruhe nachweisen ließen, verbesserte Naturschall die subjektiv wahrgenommene Erholung im Vergleich zu den anderen Schallbedingungen. Damit ergeben die Befunde keinen inferenzstatistisch abgesicherten Hinweis auf eine von der Attention Restoration Theory (ART; Kaplan und Kaplan 1989; Kaplan 1995) postulierte Wiederherstellung kognitiver Ressourcen oder auf eine von der Stress Reduction Theory (SRT; Ulrich 1983; Ulrich et al. 1991) erwartete physiologische Stressreduktion, auch wenn einzelne HRV-Parameter (z. B. SDNN, RMSSD) deskriptiv günstigere Verläufe unter Naturschall aufwiesen. Zugleich zeigten sich in allen Studien subjektiv positive Effekte der Naturschall-Mikropause

² Zur Kontrolle der α -Fehler Kumulierung bei multiplen paarweisen Vergleichen wurde das Holm-Bonferroni-Verfahren angewandt; entsprechend werden Holm-adjustierte p -Werte (p_{Holm}) berichtet. Diese geben an, wie groß die p -Werte nach Korrektur sind und werden direkt mit $\alpha = 0,05$ verglichen.

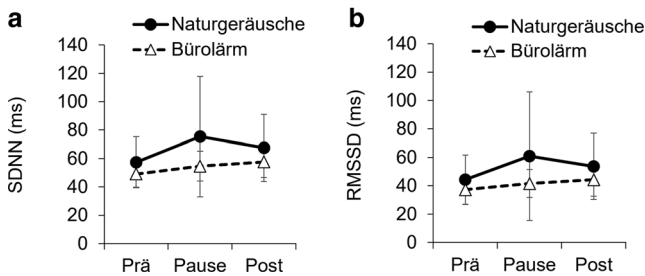


Abb. 3 Mittelwerte der ausgewählten HRV-Parameter **a** SDNN und **b** RMSSD über die drei Messintervalle in Studie B. Höhere Werte zeigen eine größere Erholung an. Fehlerbalken zeigen die Standardabweichungen der Mittelwerte. n_1 (Naturschall)= 48, n_2 (Bürolärm)= 54

Fig. 3 Mean values of the selected HRV parameters **a** SDNN and **b** RMSSD across the three measurement intervals in Study B; higher values indicate greater recovery; error bars represent standard deviations of the means; n_1 (Nature sounds)= 48, n_2 (Office noise)= 54

gegenüber anderen Schallbedingungen (Bürolärm, Ruhe). So beurteilten in Studie A absolut mehr Proband*innen retrospektiv Naturschall-Mikropausen als erholsamer als Ruhe oder Bürolärm. In Studie B war das subjektive Stressniveau der Proband*innen unmittelbar nach der Mikropause mit Naturschall signifikant niedriger als das nach einer Mikropause mit Bürolärm. Und in Studie C berichteten Proband*innen, die die Mikropause unter Naturschall verbrachten, eine positivere Stimmung (affektive Valenz) als Proband*innen der Ruhe- oder Bürolärmbedingung. Beim Arousal (Erregung) zeigte sich unter Naturschall ebenfalls eine Reduktion gegenüber der Ruhebedingung, wenngleich das Arousal unter Bürolärm sogar noch geringer ausfiel.

In der Gesamtschau werden die Hypothesen (H1–H3) daher nur teilweise bestätigt: Mikropausen mit Naturschall führten zu einer stärkeren subjektiv wahrgenommenen Erholung (H2), nicht jedoch zu einer verbesserten kognitiven Leistung (H1) oder zu einer nachweisbaren physiologischen Erholung (H3) gegenüber Mikropausen mit Bürolärm oder unter Ruhe.

4.2 Divergenz zwischen subjektiver und objektiver Erholung

Diese Divergenz zwischen subjektiv erlebter und objektiv messbarer Erholung kann verschiedene Ursachen haben. Zum einen ist denkbar, dass sich während der kurzen auditiven Mikropausen tatsächlich keine messbaren kognitiven oder physiologischen Veränderungen vollzogen haben. Das Hören von Naturschall – gegenüber Bürolärm oder Ruhe – könnte aufgrund ästhetischer Präferenzen oder der positiven affektiven Valenz natürlicher Klangumgebungen (vgl. z. B. Ratcliffe 2021) zu positiveren subjektiven Urteilen und Erholungseinschätzungen geführt haben, ohne dass kognitive oder physiologische Erholungsvorgänge stattgefunden haben. Diese Interpretation steht im Einklang mit früheren

Befunden, wonach auditive Naturreize primär emotionale, nicht aber kognitive oder physiologische Wirkungen zeigen (z. B. Benfield et al. 2014; Hartanto et al. 2023). Das vorliegende Befundmuster lässt sich zudem mit der SRT (Ulrich 1983; Ulrich et al. 1991) vereinbaren, wenn man annimmt, dass zunächst affektiv-evaluative Effekte natürlicher Reize einsetzen, denen physiologische Erholungsprozesse zeitlich nachgelagert folgen. Unter den Bedingungen der hier nur sechsminütigen Pause könnte sich diese zweite Phase physiologischer Effekte jedoch noch nicht messbar eingestellt haben.

Zum anderen ist möglich, dass physiologische und kognitive Erholungsprozesse zwar bereits während der Mikropause begannen, sich aber in den objektiven Indikatoren (noch) nicht widerspiegeln. Diese Interpretation ergänzt eine zweite mögliche Erklärung, die auf die unterschiedliche Sensitivität subjektiver und objektiver Maße verweist. Subjektive Einschätzungen reagieren möglicherweise sensibler auf Schalleffekte als objektive Maße. Aus der kognitiven Lärmwirkungsforschung ist bekannt, dass subjektive Störungsurteile häufig stärker zwischen Schallbedingungen differenzieren als objektive Leistungsmaße; ein Befund, der als erhöhte Sensitivität der subjektiven Urteile interpretiert wurde (vgl. z. B. Schlittmeier et al. 2015). Übertragen auf die vorliegenden Ergebnisse ließe sich dementsprechend annehmen, dass Proband*innen bereits eine beginnende psychophysiologische Erholung wahrgenommen haben, die sich in den objektiven Parametern (kognitive Leistung, HRV) noch nicht inferenzstatistisch nachweisbar niedergeschlagen hatte. Künftige Studien könnten hier ansetzen, indem sie längere als die aktuell sechsminütige Mikropause oder wiederholte Pausen über längere Belastungsphasen bzw. den Arbeitstag hinweg einsetzen. So ließe sich prüfen, ob und ab welcher Expositionsdauer zusätzlich zur subjektiv erlebten Erholung auch physiologische und kognitive Veränderungen statistisch abgesichert werden können.

4.3 Grenzen der auditiven Naturexposition und methodische Einflussfaktoren

Die Diskrepanz zwischen subjektiven und objektiven Befunden kann auch durch methodische Aspekte bedingt sein. So könnte die rein akustische Naturexposition die von der ART postulierten kognitiv-restorativen Mechanismen – etwa „soft fascination“ und „being away“ – nicht ausreichend aktiviert haben. Denn das in der vorliegenden Studienreihe beobachtete Muster subjektiv positiver, aber objektiv ausbleibender Effekte deckt sich mit Befunden, die die Übertragbarkeit der Biophilia-Hypothese (Kellert und Wilson 1993; Wilson 1986) auf unimodale oder künstliche Naturexpositionen kritisch diskutieren (Hartanto et al. 2023; Joye und Dewitte 2018). Physiologische Veränderungen traten in anderen Studien erst bei multimodaler oder immersiver

ver Naturerfahrung auf (z. B. Annerstedt et al. 2013; Payne und Delphinus 2019). Eine rein akustische Naturexposition während der Mikropause könnte somit nicht ausreichend gewesen sein, um eine parasympathische Aktivierung messbar zu induzieren, auch wenn deskriptive Trends in unseren Daten auf physiologische Erholung hindeuten.

Schließlich ist aus methodischer Perspektive zu beachten, dass in beiden Laborstudien die physiologischen Parameter insgesamt niedrige Belastungswerte zeigten, und die Stressinduktion während der Arbeitsphase unter Bürolärm somit eher gering war. Dies kann, im Sinne eines Bodeneffekts, die Nachweisbarkeit physiologischer Veränderungen eingeschränkt haben. Nach dem transaktionalen Stressmodell (Lazarus und Folkman 1987) hängt Stress stark von der subjektiven Bewertung der Situation ab. Das wenig alltagsnahe Laborsetting und die homogene, überwiegend studentische Stichprobe könnten dazu geführt haben, dass die experimentell induzierten Stressoren als wenig herausfordernd wahrgenommen wurden und damit geringere physiologische Reaktionen auslösten. Künftige Arbeiten könnten daher ökologisch validere Stressoren (z. B. realistische Arbeitssimulationen) und immersivere Präsentationsformen (räumliches Audio/3D-Sound) einsetzen, um die von der ART angenommenen Mechanismen („being away“, ungerichtete Aufmerksamkeit) stärker zu aktivieren.

4.4 Arbeitspsychologische Einordnung der Befunde

Die Befunde lassen sich auch in arbeitspsychologischen Rahmenmodellen interpretieren, die Erholung als Funktion von Anforderungen und verfügbaren Ressourcen konzeptualisieren. Diese Modelle gehen davon aus, dass Beanspruchung entsteht, wenn Anforderungen die verfügbaren Ressourcen übersteigen, und dass Erholung durch die Wiederherstellung dieses Ressourcen-Gleichgewichts ermöglicht wird. Im Rahmen des JD-R-Modells (Bakker und Demerouti 2017; Demerouti et al. 2001) kann Bürolärm als anhaltende Arbeitsanforderung (Job Demand) interpretiert werden, die die Ressourcenwiederherstellung behindert, während Naturschall als kurzfristig wirksame Ressource wahrgenommene Anforderungen reduziert und subjektive Erholung fördert. Damit ließe sich der subjektiv positive Effekt von Naturschall als Ergebnis einer situativ aktivierten Ressourcenregeneration interpretieren, die dem Belastungseffekt von Lärm entgegenwirkt.

Im Sinne des Effort-Recovery-Modells (Meijman und Mulder 1998) könnte die erhöhte Erholungseinschätzung unter Naturschall bereits einen beginnenden Rückgang psychophysiologischer Aktivierung widerspiegeln, also einen Übergang vom Beanspruchungs- zum Erholungszustand anzeigen, auch wenn objektive Indikatoren unverändert bleiben. Im Rahmen des Modells wird davon ausgegangen, dass vollständige Erholung erst dann eintreten kann, wenn Be-

lastungen entfallen und Ressourcen regeneriert werden können – Bedingungen, die bei kurzen, passiv gehörten Mikropausen nur eingeschränkt erfüllt sind.

Und schließlich ist zu bemerken, dass die Proband*innen durch den standardisierten Versuchsablauf die Mikropausen nicht flexibel nach Bedarf initiieren oder selbstbestimmt beenden konnten. Dies widerspricht dem konzeptionellen Verständnis von Mikropausen als informelle, selbstgesteuerte Unterbrechungen (Lee et al. 2015; Kim et al. 2018). Nach dem Demand-Control-Modell (Karasek 1979) könnte die fehlende Kontrolle über Zeitpunkt und Dauer die Pause selbst als zusätzliche Anforderung (Demand) statt als Kontrollmöglichkeit (Control) wirken lassen und damit den Erholungseffekt abgeschwächt haben. Dementsprechend würden nicht nur die akustische Bedingung, sondern auch Autonomie und situative Passung Moderatoren der Wirksamkeit von Mikropausen als selbstinitiierte Arbeitsunterbrechungen darstellen (vgl. auch Chan et al. 2022).

4.5 Praktische Implikationen

Naturschall-Mikropausen stellen eine niederschwellige, diskrete und sensorisch entlastende Erholungsoption dar, insbesondere angesichts der hohen visuellen Beanspruchung vieler Bildschirmtätigkeiten. Sind Headsets am Arbeitsplatz ohnehin verfügbar, lässt sich eine solche Intervention mit minimalem Aufwand umsetzen und als potenzielle „Low-Cost“-Maßnahme in die gesundheitsförderliche Bürogestaltung integrieren. In offenen Bürolandschaften, in denen aufgabenirrelevante Geräusche häufig als Stressoren wirken, könnten akustische Naturinterventionen zudem zur Steigerung des akustischen Komforts beitragen (vgl. Jahncke et al. 2011).

Zukünftige Studien sollten prüfen, ob selbstbestimmte Initiierung und Beendigung der Pausen, längere Expositionszeiten oder wiederholte Pausen über den Arbeitstag hinweg den Nachweis behavioraler und physiologischer Effekte ermöglichen. Feldstudien in realen Arbeitssituationen könnten darüber hinaus Aufschluss über Akzeptanz und Praktikabilität von Naturschall-Mikropausen geben und ihre positiven Effekte Stresserleben und Stimmung validieren. Damit würden die Befunde der vorliegenden Studienreihe theoretisch wie praktisch erweitert. Selbst wenn objektive physiologische oder Leistungseffekte ausbleiben, stellt subjektiv erlebte Erholung einen eigenständigen Mehrwert dar, der zu Wohlbefinden, Beanspruchungsregulation und Arbeitszufriedenheit beitragen kann.

Danksagung Ein besonderer Dank gilt der HEAD-Genuit Stiftung, die diese Studienreihe und die Beiträge von Katrin Frings, Isabel Schiller, Jacqueline Gädtke und Sabine Schlittmeier gefördert hat (FKZ: P-16/10-W). Der Beitrag von Manuj Yadav wurde von der DFG gefördert (Projektnummer 503914237). Zudem möchten sich die Autor*innen bei den studentischen Hilfskräften Sarah Irmer, Jo-

nathan Plaß, Tom Jungbauer, Stine Düwel und Manuel Kretz für die Unterstützung bei den Datenerhebungen und Rohdatenaufbereitungen bedanken.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen. Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Åhsberg E, Garnerale F, Kjellberg A (1997) Perceived quality of fatigue during different occupational tasks development of a questionnaire. *Int J Indust Ergonom* 20(2):121–135. [https://doi.org/10.1016/s0169-8141\(96\)00044-3](https://doi.org/10.1016/s0169-8141(96)00044-3)
- Annerstedt M, Jönsson P, Wallergård M, Johansson G, Karlson B, Grahn P, Hansen ÅM, Währborg P (2013) Inducing physiological stress recovery with sounds of nature in a virtual reality forest—Results from a pilot study. *Physiol Behav* 118:240–250
- Bakker AB, Demerouti E (2017) Job demands–resources theory: taking stock and looking forward. *J Occup Health Psychol* 22(3):273–285
- Benfield JA, Taff BD, Newman P, Smyth J (2014) Natural sound facilitates mood recovery. *Ecopsychology* 6(3):183–188
- Chan PHH, Howard J, Eva N, Tse HHM (2022) A systematic review of at-work recovery and a framework for future research. *J Vocat Behav* 137:103747
- Clayton S, Czellar S, Nartova-Bochaver S, Skibins JC, Salazar G, Tseng Y-C, Irkhin B, Monge-Rodriguez FS (2021) Cross-Cultural Validation of A Revised Environmental Identity Scale. *Sustainability* 13(4):2387. <https://doi.org/10.3390/su13042387>
- De Bloom J, Kinnunen U, Korpela K (2015) Recovery processes during and after work. *J Occup Environ Med* 57(7):732–742
- Demerouti E, Bakker AB, Nachreiner F, Schaufeli WB (2001) The job demands-resources model of burnout. *J Appl Psychol* 86(3):499–512
- Emfield AG, Neider MB (2014) Evaluating visual and auditory contributions to the cognitive restoration effect. *Front Psychol* 5:548
- Fan J, McCandliss BD, Sommer T, Raz A, Posner MI (2002) Testing the efficiency and independence of attentional networks. *J Cogn Neurosci* 14(3):340–347
- Frings K (2025) Auditives Waldbaden am Büroarbeitsplatz: Verbessern Naturschalle während Mikropausen die kognitive und psychophysiologische Erholung von Arbeitsbelastungen? RWTH Publications, Aachen
- Hartanto A, Teo NLA, Lua VYQ, Tay KJY, Chen NRY, Majeed NM (2023) Does watching videos with natural scenery restore attentional resources? *Exp Psychol* 70(2):96–107
- Jahncke H, Hygge S, Halin N, Green AM, Dimberg K (2011) Open-plan office noise: cognitive performance and restoration. *J Environ Psychol* 31(4):373–382
- Jayrope Berlin (2017) Rivulet and birds. <https://freesound.org/people/jayrope/sounds/394651/> (Audio Aufnahme)
- Jilg M (2004) Das Inventar Bevorzugter Tätigkeiten (IBT)-Erfassung freizeitbezogener Belastungswirkungen mit skalometrisch beschriebenen Freizeittätigkeiten. Universität Würzburg (Dissertation)
- Joye Y, Dewitte S (2018) Nature's broken path to restoration: a critical look at attention restoration theory. *J Environ Psychol* 59:1–8
- Kaplan S (1995) The restorative benefits of nature: toward an integrative framework. *J Environ Psychol* 15(3):169–182
- Kaplan R, Kaplan S (1989) The experience of nature: a psychological perspective. Cambridge University Press, Cambridge
- Karasek RA (1979) Job demands, job decision latitude, and mental strain: implications for job redesign. *Adm Sci Q* 24(2):285–308
- Kawai C, Georgiou F, Pieren R, Tobias S, Mavros P, Schäffer B (2024) Investigating effect chains from cognitive and noise-induced short-term stress build-up to restoration in an urban or nature setting using 360° VR. *J Environ Psychol* 100:102466
- Kellert SR, Wilson EO (Hrsg) (1993) The Biophilia hypothesis. Island Press, Washington, DC
- Kim S, Park Y, Headrick L (2018) Daily micro-breaks and job performance: general work engagement as a cross-level moderator. *J Appl Psychol* 103(7):772–786
- Largo-Wight E, O'Hara BK, Chen W (2016) The efficacy of a brief nature sound intervention on muscle tension, pulse rate, and self-reported stress. *Health Environ Res Des J* 10(1):45–51
- Lazarus RS, Folkman S (1987) Transactional theory and research on emotions and coping. *Eur J Pers* 1(3):141–169
- Lee KE, Williams KJ, Sargent LD, Williams NS, Johnson KA (2015) 40-second green roof views sustain attention: the role of micro-breaks in attention restoration. *J Environ Psychol* 42:182–189
- Meijman TF, Mulder G (1998) Psychological aspects of workload. In: Drenth PJD, Thierry H, de Wolff CJ (Hrsg) *Handbook of work and organizational psychology*, 2. Aufl. Bd 2. Psychology Press, Hove, S 5–33
- Payne M, Delphinus E (2019) The most natural of natural therapies: a review of the health benefits derived from Shinrin-Yoku (forest bathing). *Adv Integr Med* 6:109–S110
- Peirce J, Gray JR, Simpson S, MacAskill M, Höchenberger R, Sogo H, Kastman E, Lindeløv JK (2019) PsychoPy2: Experiments in behavior made easy. *Behav Res Methods* 51:195–203. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-01193-y>
- Prabhakaran R, Green AE, Gray JR (2014) Thin slices of creativity: Using single-word utterances to assess creative cognition. *Behav Res* 46(3):641–659
- Radun J, Maula H, Tervahartiala I-K, Rajala V, Schlittmeier S, Hongisto V (2024) The effects of irrelevant speech on physiological stress, cognitive performance, and subjective experience—Focus on heart rate variability. *Int J Psychophysiol* 200:112352
- Ratcliffe E (2021) Sound and soundscape in restorative natural environments: a narrative literature review. *Front Psychol* 12:570563
- Sammito S, Böckelmann I (2016) Möglichkeiten und Einschränkungen der Herzfrequenzmessung und der Analyse der Herzfrequenzvariabilität mittels mobiler Messgeräte: Eine systematische Literaturübersicht. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol* 27(1):38–45
- Sartorius EL (2022) Naturgeräusche und Affekt – Vergleich unterschiedlicher Naturgeräusche und der Zusammenhang zur Naturverbundenheit. RWTH Aachen University (Unveröffentlichte Bachelorarbeit)
- Schertz KE, Berman MG (2019) Understanding nature and its cognitive benefits. *Curr Dir Psychol Sci* 28(5):496–502
- Schlittmeier SJ, Feil A, Liebl A, Hellbrück J (2015) The impact of road traffic noise on cognitive performance in attention-based tasks de-

- pendes on noise level even within moderate-level ranges. *Noise Health* 17(76):148–157
- Schlittmeier SJ, Mohanathanan C, Fintor E (2021) Paradigm for measuring verbal short-term memory capacity for auditorily or visually presented items: verbal serial recall task. RWTH Publications, RWTH Aachen University
- Shütte M, Marks A, Wenning E, Griefahn B (2007) The development of the noise sensitivity questionnaire. *Noise Health* 9(34):15–24
- Seidler L (2022) Vergleich des subjektiven Erholungspotenzials unterschiedlicher Naturgeräusche und der Zusammenhang zur Naturverbundenheit. RWTH Aachen University (Unveröffentlichte Bachelorarbeit)
- Shaffer F, Ginsberg JP (2017) An overview of heart rate variability metrics and norms. *Front Public Health* 5:258
- Song I, Baek K, Kim C, Song C (2023) Effects of nature sounds on attention and physiological and psychological relaxation. *Urban For Urban Green* 86:127987
- Staats H, Kieviet A, Hartig T (2003) Where to recover from attentional fatigue: An expectancy- value analysis of environmental preference. *J Environ Psychol* 23(2):147–157. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(02\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(02)00112-3)
- Stevenson MP, Schilhab T, Bentsen P (2018) Attention restoration theory II: a systematic review to clarify attention processes affected by exposure to natural environments. *J Toxicol Environ Health Part B* 21(4):227–268
- Trougakos JP, Hideg I (2009) Momentary work recovery: The role of within-day work breaks. In: Sonnentag S, Perrewé PL, Ganster DC (Hrsg) *Current perspectives on job-stress recovery. Research in occupational stress and well-being*, Bd 7. Emerald Group Publishing, Bingley, S 37–84
- Ulrich RS (1983) Aesthetic and affective response to natural environment. In: *Behavior and the natural environment*. Springer, Boston, S 85–125
- Ulrich RS, Simons RF, Losito BD, Fiorito E, Miles MA, Zelson M (1991) Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *J Environ Psychol* 11:201–230
- Unsworth N, Heitz RP, Schrock JC, Engle RW (2005) An automated version of the operation span task. *Behav Res* 37(3):498–505
- Van Hedger SC, Nusbaum HC, Clohisey L, Jaeggi SM, Buschkuhl M, Berman MG (2019) Of cricket chirps and car horns: the effect of nature sounds on cognitive performance. *Psychon Bull Rev* 26(2):522–530
- Wilson EO (1986) *Biophilia*. Harvard University Press, Cambridge
- Yadav M, Georgi M, Leist L, Klatte M, Schlittmeier SJ, Fels J (2023) Cognitive performance in open-plan office acoustic simulations: effects of room acoustics and semantics but not spatial separation of sound sources. *Appl Acoust* 211:109559
- Zacher H, Brailsford HA, Parker SL (2014) Micro-breaks matter: a diary study on the effects of energy management strategies on occupational well-being. *J Vocat Behav* 85(3):287–297
- Zhang Y, Kang J, Kang J (2017) Effects of soundscape on environmental restoration in urban natural environments. *Noise Health* 19(87):65–72

Hinweis des Verlags Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.