
BACHELORARBEIT

Herr

Lennart Sbach

**Der Einfluss von funktionalem
Sound am Arbeitsplatz**

2023

Fakultät: Medien

BACHELORARBEIT

Der Einfluss von funktionalem Sound am Arbeitsplatz

Autor/in:

Lennart Sbach

Seminargruppe:

MG18wC-B

Erstprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Jörn Hübelt

Zweitprüfer:

B.A. Florian Fetzer

Einreichung:

Karlsruhe, 31.07.2023

Faculty of Media

BACHELOR THESIS

The influence of functional sound at the workspace

author:

Lennart Sbach

course of studies:

Media- and Acoustical Engineering

seminargroup:

MG18wC-B

first examiner:

Prof. Dr.-Ing. Jörn Hübelt

second examiner:

B.A. Florian Fetzner

submission:

Karlsruhe, 31.07.2023

Bibliografische Angaben

Sbach, Lennart

Der Einfluss von funktionalem Sound am Arbeitsplatz

69 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences, Fakultät Medien,
Bachelorarbeit, 2023

Abstract

Diese Arbeit beschäftigt sich mit funktionalem Sound am Arbeitsplatz. Es wird der Frage nachgegangen, ob funktionaler Sound am Arbeitsplatz genutzt werden kann, um das Stresslevel von Mitarbeitern zu senken und Entspannung zu fördern. Zudem werden weitere positive Auswirkungen von funktionalem Sound auf den Arbeitsplatz untersucht. Ziel der Arbeit ist es, einen Überblick über das Thema „funktionaler Sound am Arbeitsplatz“, seine Wirkung und Bestandteile zu geben, und so die oben genannte Frage zu beantworten. Anhand einer umfassenden Literaturstudie werden der Forschungsstand vermittelt und Erkenntnisse dargelegt. Die Arbeit beschäftigt sich mit funktionalen Sounds wie binauralen und monauralen Beats, isochronen Tönen, Naturgeräuschen sowie mit Musik, auch unter Verwendung von Sprache. Die Ergebnisse der Literaturrecherche verdeutlichen, dass bestimmte funktionale Sounds eingesetzt werden können, um die Entspannung am Arbeitsplatz zu fördern.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis / Tabellenverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis.....	I
Abkürzungsverzeichnis	II
1 Einleitung	1
2 Psychoakustische Vorbetrachtung	4
2.1 Wahrnehmung von Schall im Menschen.....	4
2.2 Emotionale Wirkung von Sound.....	6
2.3 Stress und Entspannung.....	7
2.4 Brainwave Entrainment	10
2.5 Yerkes-Dodson-Gesetz	11
2.6 Habituationseffekt.....	12
3 Funktionaler Sound	12
3.1 Einsatzbereiche von funktionalem Sound	13
3.2 Eignung von funktionalem Sound am Arbeitsplatz.....	15
3.2.1 Binaurale Beats	16
3.2.2 Monaurale Beats	20
3.2.3 Isochrone Töne.....	23
3.2.4 Naturgeräusche	26
3.2.5 Musik	28
3.3 Lärm - unerwünschter Sound im Büro.....	32
3.3.1 Irrelevant Sound Effect	33
3.3.2 Akustische Maßnahme: Soundmasking	34
3.4 Soundanbieter für den Arbeitsplatz – eine Marktanalyse.....	35
4 Diskussion der Ergebnisse	39
5 Fazit und Ausblick.....	46
Literaturverzeichnis.....	III
Eigenständigkeitserklärung.....	XVI

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau des menschlichen Ohres	4
Abbildung 2: EEG-Messgerät auf dem Kopf eines Menschen	8
Abbildung 3: Yerkes-Dodson-Gesetz	12
Abbildung 4: Erzeugung eines binauralen Tons im Gehirn	17
Abbildung 5: Erzeugung eines binauralen Beats in Ableton Live 11 mit Operator	17
Abbildung 6: Erzeugung eines monauralen Beats in Ableton Live 11 mit Operator und Mono Plugin	20
Abbildung 7: Monaurale Beat Stimulation	21
Abbildung 8: Wellenform eines isochronen Beats in iZotope RX	23
Abbildung 9: Erzeugung eines isochronen Tons in Ableton Live 11 mit Operator und einem LFO	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen Frequenzbereich der Gehirnwellen und dem Bewusstseinszustand	9
Tabelle 2: Frequenzbereiche der Gehirnwellen	10

Abkürzungsverzeichnis

ALcons	Articulation loss of consonants
ASMR	autonome sensorische Meridianreaktion
BPM	Beats-Per-Minute
BWE	Brainwave Entrainment
EEG	Elektroenzephalographie
Hz	Hertz
STI	Speech Transmission Index
TRLV Lärm	Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung
VNS	vegetatives Nervensystem

1 Einleitung

Stress wird in Deutschland zu einem immer größeren Problem. Das belegt die Stresstudie 2021 - "Entspann dich, Deutschland!" der Techniker Krankenkasse. Im Jahr 2013 waren laut dieser Studie 57 Prozent der Personen manchmal gestresst. 2021 waren es schon 64 Prozent. (vgl. TK-Stresstudie 2021, 2021, S. 8)

2022 wurden in einer Studie von Wallenfels 26.000 Mitarbeiter in der EU auf Stress befragt. Laut dieser Studie falle es jedem zweiten Befragten leichter, über das Thema Stress am Arbeitsplatz zu sprechen. Dabei gaben 44 Prozent an, dass ihr Stresslevel während der Covid-19-Pandemie gestiegen sei. Viele berichteten im Rahmen der Umfrage auch von Gesundheitsproblemen, welche durch die Arbeit bedingt waren. Circa ein Drittel der Befragten gaben an, dass sie unter einer oder mehreren Beschwerden wie Kopfschmerzen, Muskelproblemen oder anderen Schmerzen leiden. (vgl. Wallenfels, 2022)

Generell ist Stress eine für das Überleben wichtige Reaktion. Stress unterstützt das Handeln im Alltag, aber insbesondere in problematischen Situationen. Er setzt Mensch und Tier in Alarmbereitschaft, um zum Beispiel vor einer Bedrohung wegzurennen oder aktiv zu werden. Heutzutage ist Stress bei vielen Menschen durch langanhaltende Belastungen im persönlichen und beruflichen Umfeld aber zu einem Dauerzustand geworden und wirkt sich gehäuft negativ auf den gesamten menschlichen Organismus aus. Er ist oft Auslöser für schwere körperliche und psychische Erkrankungen. (vgl. Berufsgenossenschaft Handel und Warendistribution, 2011, S. 7)

„Die Gesundheit ist ein Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens und nicht nur das Fehlen von Krankheit oder Gebrechen.“ (World Health Organization, 2020, S. 1)

Aus diesem Grund beschäftigen sich inzwischen Krankenkassen und Unternehmen mit dem Thema Stressprävention, denn vor allem für Arbeitgeber wird das Thema mentale Gesundheit immer aktueller. Zunehmend werden den Mitarbeitern im Rahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung unter anderem Angebote zur Stressreduzierung gemacht. Hier kommen auch psychoakustische Elemente zum Einsatz. Es gibt bereits viele Anbieter von Apps mit Sound- und Videoproduktionen in diesem Bereich. Unternehmen, wie zum Beispiel *sonamedic* oder *7Mind*, produzieren Audioinhalte wie geführte Meditationen, Musik und Videos, die sich durch den gezielten Einsatz von Sound positiv auf die menschliche Psyche und damit auf den ganzen Organismus auswirken. Dabei geht es nicht

nur um Stressreduzierung, sondern auch um Konzentrationsförderung, Behebung von Schlafstörungen, Achtsamkeitstraining, Selbstbewusstseinstaining usw. Es gibt zum Beispiel auch Anbieter von Massagesesseln, die unterstützend Sound nutzen, um den Entspannungseffekt zu erhöhen.

Stress kann auch durch schlechte akustische Bedingungen entstehen, zum Beispiel durch Lärm am Arbeitsplatz. Eine akustisch optimierte Arbeitsumgebung kann dem Stress entgegenwirken. Hier sind nicht nur Bauakustiker, sondern auch Soundingenieure gefragt.

Um Menschen beim Stressabbau, Entspannen oder Schlafen zu helfen, wird also gezielt Sound eingesetzt. In diesem Zusammenhang spricht man auch von „funktionalem Sound“. Funktionaler Sound wird aber auch in anderen Bereichen unseres Lebens vielseitig angewendet, zum Beispiel in Kaufhäusern, Fitnessstudios, Saunen, Arztpraxen und Krankenhäusern. In jedem dieser Bereiche wird ein anderes Ziel oder ein bestimmter Zweck verfolgt.

Diese Arbeit untersucht vor allem den Einfluss von funktionalem Sound am Arbeitsplatz. Als spezifischer Arbeitsplatz wird hier das Büro oder auch Homeoffice definiert. Dabei soll erläutert werden, welche Soundkomponenten bzw. welche Art von Sounds am besten für den Arbeitsplatz geeignet sind. Außerdem soll untersucht werden, ob sich funktionaler Sound am Arbeitsplatz positiv auf die Mitarbeiter auswirkt. Aus diesem Ziel resultiert folgende Forschungsfrage: Kann funktionaler Sound am Arbeitsplatz genutzt werden, um das Stresslevel von Mitarbeitern zu senken bzw. die Entspannung zu fördern?

Um dem Thema näherzukommen, wird in Kapitel 2 eine psychoakustische Vorbetrachtung mit theoretischen Grundlagen zur Schallwahrnehmung und Auswirkungen auf den menschlichen Organismus angeführt. Auf die Themen Stress, Entspannung, Brainwave Entrainment, das Yerkes-Dodson-Gesetz und den Habituationseffekt wird dabei ebenfalls eingegangen. Im Kapitel 3 werden funktionaler Sound, seine allgemeinen Einsatzgebiete und die Eignung am Arbeitsplatz erläutert. Dabei wird auf ausgewählte Soundkomponenten eingegangen und anhand von Literatur- und Studienrecherchen die Effektivität des Einsatzes am Arbeitsplatz überprüft. In diesem Zusammenhang wird auch Bezug auf Lärm als unerwünschten Sound genommen und die Anwendung von Soundmasking zur Lärmverdeckung erklärt. Abschließend werden anhand einer Marktanalyse Anbieter für Applikationen mit funktionalem Sound vorgestellt, die für den Einsatz am Arbeitsplatz in Frage kommen bzw. welche bereits in Unternehmen eingesetzt werden.

Um die Forschungsfrage zu beantworten, werden abschließend in Kapitel 4 die gesammelten Informationen ausgewertet. Nach Diskussion aller Ergebnisse soll eine Aussage über die Wirkung von funktionalem Sound im Allgemeinen und insbesondere über den Einfluss von funktionalem Sound am Arbeitsplatz getroffen werden.

Der Autor dieser Arbeit hat bei der Firma *sonamedic* GmbH an einer App und an einem Kurs zur Stressprävention mitgearbeitet, der auf Sound- und Videoproduktionen basiert. Der Kurs wird auch von den gesetzlichen Krankenkassen unterstützt bzw. finanziert. Dabei hat sich der Autor mit der Produktion von funktionalen Sounds, auch mit Verwendung von binauralen Beats, isochronen Tönen, Naturgeräuschen usw. beschäftigt. Diese Arbeit greift die im Praktikum erworbenen Kenntnisse auf und setzt sich eingehender mit dem Thema „Funktionaler Sound am Arbeitsplatz“ auseinander.¹

¹ **Gender-Hinweis:**

In dieser Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.

2 Psychoakustische Vorbetrachtung

Der Begriff „Sound“ kommt aus dem Englischen und bedeutet so viel wie Schall. Sound ist allgegenwärtig. Er umgibt den Menschen jeden Tag auf verschiedenste Weise. Sound wird von Menschen, Tieren, Pflanzen und der Umwelt erzeugt und unterschiedlich wahrgenommen.

Sound oder Schall ist die mechanische Schwingung in einem elastischen Medium. Ein solches Medium kann Luft, Wasser oder auch ein Festkörper (Körperschall) sein. Oft wird ein Festkörper zum Schwingen angeregt und erzeugt Schall in Form von Körperschall. Dieser Körperschall wird dann in Luftschall übertragen und an das menschliche Ohr übermittelt. Der Mensch nimmt diese Schwingung mit den Ohren in einem Frequenzbereich von 16 Hz bis 16.000 Hz (maximal bis 20.000 Hz) wahr. Die obere Grenze des Hörbereichs nimmt mit zunehmenden Alter ab. (vgl. Dickreiter et al., 2014, S. 119; Höfker, 2017, S. 435)

2.1 Wahrnehmung von Schall im Menschen

Der Mensch besitzt zwei Ohren. Zusammen sind sie für die Ortung von Schallquellen oder Objekten im Raum verantwortlich. Das Ohr (siehe Abbildung 1) ist für die Wahrnehmung von Schall und auch für das Gleichgewicht im Menschen verantwortlich. Es wird häufig in Außenohr, Mittelohr und Innenohr aufgeteilt. (vgl. Dickreiter et al., 2014, S. 115)

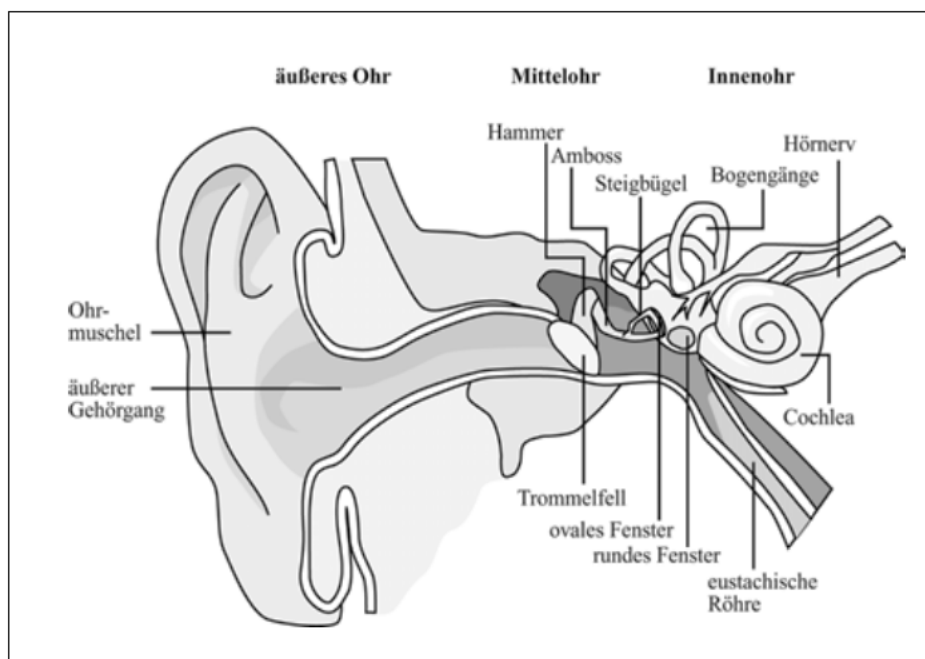


Abbildung 1: Aufbau des menschlichen Ohres (Dickreiter et al. 2014 S. 115)

Das Außenohr besteht aus Ohrmuschel, äußerem Gehörgang und Ohrenschalz. Es dient der Schallaufnahme. Die Unförmigkeit der Ohrmuschel dient zur Bestimmung der Schalleinfallrichtung. Der äußere Gehörgang ist ca. 3-4 Zentimeter lang und mit dem Trommelfell verbunden. Das Ohrenschalz ist ein natürlicher Schutz gegen Verschmutzung und Krankheitserreger. (vgl. Dickreiter et al., 2014, S. 115)

Das Mittelohr beginnt mit dem Trommelfell und ist für die Schallleitung verantwortlich. (vgl. Dofek, 2019, S. 5) Es besteht aus Trommelfell, Gehörknöchelchen (Hammer, Amboss, Steigbügel), ovalem Fenster und eustachischer Röhre. Der Schall trifft vom Außenohr auf das Trommelfell. Dieses wird zum Schwingen angeregt und überträgt die Schwingung über Hammer, Amboss und Steigbügel zum ovalen Fenster. (vgl. Dickreiter et al., 2014, S. 116)

Das ovale Fenster ist die Grenze zwischen Mittelohr und Innenohr. Die Schallaufnahme erfolgt im Außenohr, die Schallleitung und Übertragung im Mittelohr und die Schallwahrnehmung im Innenohr (vgl. Dofek, 2019, S. 5).

Das Innenohr besteht aus Cochlea und Gleichgewichtsorgan. Beide sind mit einer Flüssigkeit gefüllt, die verantwortlich für die Schallübertragung ist. Die Härchen, oder auch Haarzellen genannt, sind mit dieser Flüssigkeit verbunden. Die Haarzellen befinden sich am cortischen Organ, welches sich in der Cochlea (oder auch Gehörschnecke genannt) befindet. Ein Schallsignal wird über neuronale Rezeptoren in Nervenimpulse umgewandelt. Dies erfolgt im cortischen Organ (vgl. Kröger, 2018, S. 2). Die Flüssigkeit in der Cochlea überträgt die Schallwellen und gibt sie an die Haarzellen weiter. Diese biegen sich durch die Schallübertragung und verursachen so die Nervenimpulse. An den inneren Haarzellen entspringen ca. 95 % der Hörnervenfasern (vgl. Dickreiter et al., 2014, S. 117). Die Nervenimpulse werden über den Hörnerv an das Gehirn weitergeleitet (vgl. Dickreiter et al., 2014, S. 117). Sie gelangen zum auditorischen Cortex im Gehirn (vgl. Salzmann, 2007, S. 51).

Der achte Hirnnerv bzw. achter Kranielnerv bildet sich aus dem Gleichgewichtsnerv (Nervus vestibularis) und dem Hörnerv (Nervus cochlearis) (vgl. Huggenberger et al., 2019, S. 130). Weil die meisten Kranielnerven zum Ohr führen, wird das Ohr auch das Rom des Körpers genannt. Zehn von zwölf Kranielnerven werden vom Ohr beeinflusst (vgl. Leeds, 2010, S. 35). Einer der Nerven ist der Vagusnerv. Er ist der zehnte Kranielnerv. Der Vagusnerv wird auch Wander- oder Vagabunden-Nerv genannt, weil er sich vom Gehirn bis in die Brust und die Bauchhöhle windet. Dieser Nerv ist auf seinem Weg vom Gehirn zum Unterkörper am äußeren und inneren Trommelfell verbunden. Er steuert die Muskeln im Mittelohr (vgl. Hodapp et al., 2018, S. 149). Außerdem erreichen ihn sensible Informationen des äußeren Gehörgangs und der hinteren Ohrmuschel (vgl. Walek, 2023). Die Aufgabe dieses Nervs ist

die funktionelle Regulierung von einer Vielzahl an Organen, angefangen beim Kehlkopf, Herz, Lungen, Magen, Leber, Blase, Nieren, Dünndarm und Dickdarm bis hinunter zum Anus. Das akustische Zusammenspiel des Vagus-Nerves bedeutet, dass in die Anweisungen für das Nervensystem an unsere wichtigsten Organe Vibrationen des Trommelfells eingemischt sind. Das heißt, dass man über Sound nicht nur Einfluss auf das Trommelfell hat, sondern auch Einfluss auf viele wichtige Organe nehmen kann. Das Ohr überträgt Energie, die uns von Kopf bis Fuß berührt. Sound lässt nicht nur das Trommelfell vibrieren, sondern hat Einfluss auf unseren gesamten Körper. (vgl. Leeds, 2010, S. 35)

2.2 Emotionale Wirkung von Sound

Musik hat eine enge Verbindung zu den menschlichen Emotionen (vgl. Rötter, 2017, S. 35). Wenn ein Mensch Musik hört, werden oft auch bestimmte Emotionen ausgelöst. Das limbische System ist ein Teil unseres Gehirns und verantwortlich für die Verarbeitung von Emotionen. Es ist verbunden mit Hirnrinde, Hypothalamus und dem Hirnstamm.

Die emotionale Wirkung von Musik ist jedoch von Mensch zu Mensch unterschiedlich. Das fanden Blood und Zatorre in einem Experiment heraus. Sie baten 10 Studenten mit 8-jähriger Musikausbildung ein Musikstück auszuwählen, bei dem sie positive Gefühle oder Gänsehaut bekamen. Anschließend hörten die Probanden ihr eigenes ausgewähltes Musikstück, ein anderes Musikstück eines anderen Probanden und Rauschen. Dabei stellte man fest, dass Musikstücke, die bei einem Probanden Gänsehaut oder positive Gefühle hervorriefen, bei einem anderen Musiker nichts bewirkten. (vgl. Blood & Zatorre, 2001, S. 11818) Das belegt, dass Musik auf jeden Menschen unterschiedlich wirkt.

Blood und Zatorre weisen außerdem darauf hin, dass Musik zwar nicht zwangsläufig für unser Überleben wichtig ist, aber von erheblichem Nutzen für unser mentales und körperliches Wohlbefinden ist. Sie haben gezeigt, dass Musik das neuronale Belohnungs- und Emotionssystem anspricht. Das sind ähnliche Systeme wie die, welche bei Nahrung, Sex oder Drogen angesprochen werden. (vgl. Blood & Zatorre, 2001, S. 11823)

Außerdem hat man in einer Studie von Fried & Berkowitz herausgefunden, dass Studenten eher hilfsbereit waren, wenn sie angenehme Musik hörten, als wenn sie keine Musik oder Musik hörten, welche sie nicht mochten (vgl. Fried & Berkowitz, 1979).

2.3 Stress und Entspannung

Stress ist ein Zustand und nicht die Ursache. Stress entsteht durch verschiedene Gründe, diese werden Stressoren genannt. Diese sind zum Beispiel Ärger, Frustration oder zu starke Belastung. Ärger oder Frustration kann zum Beispiel durch mangelndes Lob und Betonung von Fehlern kommen (vgl. Kollak, 2008). Weiterhin kann eine schlechte akustische Umgebung die Ursache von Stress sein. Menschen arbeiten in völlig unnatürlichen Umgebungen abseits der Natur.

Zu hohe Arbeitsanforderungen und Stress über einen längeren Zeitraum können zu gravierenden gesundheitlichen Problemen führen, wie zum Beispiel Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder psychosomatische Beschwerden führen. Stress kann auch Ursache für Verdauungsprobleme, Kopfschmerzen, Rückenschmerzen, Hautprobleme usw. sein. (vgl. Ghadiri & Singh, 2016, S. 241)

Stress ist zum Beispiel an der Herzfrequenz messbar. Ist ein Mensch in einer stressigen Situation, ist die Herzfrequenz höher als in einer entspannenden Situation. Man kann mittels einer Analyse der Herzfrequenzvariabilität den Zustand des vegetativen Nervensystems (VNS) messen. Dieses Nervensystem reguliert Atmung, Herzschlag und Stoffwechsel. Das vegetative Nervensystem besteht aus zwei Hauptteilen, dem Sympathikus und dem Parasympathikus. Der Sympathikus ist das Nervensystem, das für Kampf oder Fluchtinstinkte, also für Stress verantwortlich ist. Wird der Sympathikus durch einen Stressor aktiviert, steigen Herzfrequenz und Blutdruck. Die Verdauung wird vernachlässigt, damit mehr Energie für die Muskulatur zur Verfügung steht. Der Parasympathikus wird im Gegensatz dazu mit Entspannung, Ruhe und Verdauung in Verbindung gebracht. (vgl. Harbs, 2021, S. 85 f.)

Der menschliche Organismus strebt nach einer Balance zwischen Anspannung und Entspannung (vgl. D'Amelio, 2009 S. 1 ff.). Entspannung ist beim Menschen ein Zustand der körperlichen und mentalen Ruhe. In diesem Zustand sind Stress, Ängste und Sorgen reduziert. Entspannung ist ebenfalls messbar über die Herzfrequenz, Atemfrequenz und über den Blutdruck, die im Vergleich zu einer stressigen Situation in der Regel niedriger sind. (vgl. Gebhardt, 2016, S. 11 f.) Außerdem lässt die Muskelanspannung nach und die elektrische Aktivität im Gehirn wird reduziert. Bei einer Entspannungsreaktion sinkt die Hautleitfähigkeit und die Hauttemperatur steigt. Aufgrund der entspannten Muskulatur im Körper kommt es auch zu einer Blutgefäßerweiterung und einer besseren Durchblutung. Damit steigt die Temperatur in der Körperperipherie, also in den Bereichen, die weiter weg von der Körpermitte sind, wie zum Beispiel Hände und Füße. Dieser Vorgang erklärt das

Steigen der Hauttemperatur bei einem entspannten Menschen. Die Temperatur im Körperinneren kann dabei abfallen. (vgl. Falk, 2002, S. 64 f.)

Wenn ein Mensch in einem entspannten Zustand ist, fühlt er sich wohl, innerlich ruhig, gelassen und gelöst. In der Medizin ist aber auch die subjektive Beschreibung von Entspannung ein Maß für Entspannung. Das heißt, man kann den Entspannungszustand von Menschen durch physiologische Messungen, aber auch durch Einsatz von Fragebögen ermitteln. (vgl. D'Amelio, 2009 S. 1 ff.) Menschen können darin über Skalen Auskunft zu ihrem subjektiven Entspannungszustand geben. Außerdem kann man den Entspannungszustand eines Menschen auch direkt beobachten, zum Beispiel über die Weichheit bzw. Entspannung der Muskulatur, ein herabfallender Kiefer, ein entspannter Gesichtsausdruck und über die Körperhaltung. (vgl. Falk, 2002. S. 64)

In einer Entspannungsphase verändert sich ebenfalls die elektrische Aktivität im Gehirn. Über eine Elektroenzephalographie (EEG) sind dann vermehrt Theta- und Alpha-Gehirnwellen messbar (vgl. Falk, 2002, S. 66).

Die elektrische Aktivität kann in verschiedenen Teilen des Gehirns durch eine Elektroenzephalographie (EEG) gemessen und mittels eines Elektroenzephalogramms aufgezeichnet werden. Das Gerät, das für das Elektroenzephalogramm verwendet wird, sitzt auf der Kopfhaut und ist mit einem Kinnriemen sowie mehreren Referenzelektroden befestigt, die hinter jedem Ohr angebracht sind (Abbildung 2). (vgl. Howorka, 2022, S. 12)



Abbildung 2: EEG-Messgerät auf dem Kopf eines Menschen (Howorka 2022 S. 12)

Jedes Neuron im Gehirn produziert eine elektrische Ladung und die Milliarden von Neuronen, aus denen das Gehirn besteht, erzeugen Gehirnwellen mit unterschiedlichen Frequenzen. Diese Frequenzen werden in Hertz (Hz) angegeben und sind in bestimmte Gruppen aufgeteilt: Delta, Theta, Alpha und Beta. Jede Gruppe entspricht einem bestimmten Frequenzbereich, der wiederum mit einem bestimmten Bewusstseinszustand des Menschen korreliert (siehe Tabelle 1). (vgl. Doherty, 2014, S. 8)

Tabelle 1

Zusammenhang zwischen Frequenzbereich der Gehirnwellen und dem Bewusstseinszustand (vgl. Doherty, 2014, S. 9)

Name des Frequenzbereichs	Frequenz der gemessenen Gehirnwellen	Bewusstseinszustand
Delta	0.2 Hz - 3 Hz	tiefer, traumloser Schlaf
Theta	3 Hz - 8 Hz	leichter Schlaf oder tiefe Entspannung
Alpha	8 Hz - 12 Hz	wach, aber entspannt
Beta	12 Hz - 38 Hz	Wachzustand

Anmerkung: Die Frequenzbereiche sind von Quelle zu Quelle unterschiedlich.

Zhuang et al. geben noch zusätzlich den Gamma-Bewusstseinszustand an. Dieser liegt frequenzmäßig noch über den Beta-Bereich. Laut ihnen geht der Gamma- Bereich von 25 Hz bis 100 Hz (vgl. Zhuang et al., 2009, S. 81). Dieser Frequenzbereich steht in Verbindung mit Belastung von bestimmten kognitiven oder motorischen Funktionen (vgl. Zhuang et al., 2009, S. 84). Von Quelle zu Quelle variieren diese Frequenzbereiche. Also unterschiedliche Autoren benutzen leicht unterschiedliche Frequenzbereiche. Nach Aparecido-Kanzler et al. sehen die gut etablierten Frequenzbereiche wie folgt aus:

Tabelle 2

Frequenzbereiche der Gehirnwellen (vgl. Aparecido-Kanzler et al., 2021, S. 239)

Name des Frequenzbereichs	Frequenz der Gehirnwellen
Delta	1 Hz - 4 Hz
Theta	4 Hz - 8 Hz
Alpha	8 Hz - 13 Hz
Beta	13 Hz - 30 Hz
Gamma	30 Hz - 70 Hz

Man kann erkennen, dass die Frequenzbereiche bei Tabelle 2 von Aparecido-Kanzler et al. im Vergleich zu Tabelle 1 von Doherty abweichen. Im Vergleich zu Doherty ist besonders der Beta-Frequenzbereich unterschiedlich. Zusätzlich sieht man in Tabelle 2 noch den Gamma-Bereich, welcher auch zu Zhuang et al. abweicht. Nichtsdestotrotz stimmen die Frequenzbereiche ungefähr überein.

2.4 Brainwave Entrainment

Der Begriff "Brainwave Entrainment (BWE)" kommt aus dem Englischen und bedeutet so viel wie Gehirnwellen-Synchronisation. Brainwave Entrainment bezieht sich auf den Effekt, dass sich die Gehirnwellen auf natürliche Weise mit dem Rhythmus periodischer externer Reize synchronisieren (vgl. Doherty, 2014, S. 8).

Entrainment ist ein Prozess, bei dem zwei interagierende Schwingungssysteme, die unabhängig voneinander unterschiedliche Perioden haben, nach einer bestimmten Zeit die gleiche Periode annehmen. Die beiden Schwingungssysteme können in Synchronität fallen. Ein Beispiel für Entrainment ist folgendes: Schlägt man eine Stimmgabel an, die auf die Frequenz eines G-Tons gestimmt ist und in die Nähe einer Gitarre hält, wird man feststellen, dass die G-Saite der Gitarre auch zu schwingen beginnt. Dieses Phänomen zeigt an, dass die Gitarre auf die Frequenz der Stimmgabel eingestimmt ist. (vgl. Zhuang et al., 2009, S. 81)

In der Psychoakustik bedeutet Entrainment die Veränderung der Geschwindigkeit von Gehirnströmen, Atemzügen oder Herzschlägen von einer Geschwindigkeit zur anderen. Ein

häufiges Beispiel für Entrainment ist, wenn man den Fuß oder Kopf zum Rhythmus der Musik bewegt. (vgl. Leeds, 2010, S. 40)

Rhythmisches Entrainment ist ansteckend: Wenn das Gehirn nicht mit dem Rhythmus resoniert, werden Atmung und Herzrate auch nicht resonieren. Aber rhythmisches Entrainment ist laut Leeds ein mächtiges Schallwerkzeug, sei es für motorische Funktionen oder autonome Prozesse wie Gehirnwellen, Herzschlag oder Atemfrequenz. Die Herzschlagfrequenz ist gekoppelt mit der Atemfrequenz. Das heißt, wenn die Herzschlagfrequenz steigt, dann steigt auch die Atemfrequenz. Wenn man also eine Frequenz (so wie die Gehirnwellen) durch Musik ändert, dann werden die anderen Hauptfrequenzen (Herz- und Atemfrequenz) sich zwangsmäßig mit ändern. Musik beeinflusst laut Leeds das Nervensystem des Menschen hauptsächlich durch Entrainment.

Es gibt nach Leeds drei Regeln von Entrainment (vgl. Leeds, 2010, S. 43):

1. Die Resonanzregel: Damit ein System mit einem anderen mitschwingen kann, muss das zweite System in der Lage sein, die gleiche Schwingungsfrequenz zu erreichen. Mit anderen Worten: Ein Mensch kann sich nicht in einen Stein einschwingen, aber er kann sich in einen anderen Menschen einschwingen.
2. Die Machtregel: Damit ein System ein anderes mitreißen kann, muss das erste die Kraft haben, das zweite zu überwinden. Daher ist die Nähe ein wichtiger Faktor. Wenn die Systeme weit voneinander entfernt sind, nimmt die Kraft mit der Entfernung ab.
3. Die Konsistenzregel: Damit ein System in der Lage ist, ein anderes mitzureißen, muss das erste eine konstante Frequenz oder Amplitude haben. Hier kommt die Periodizität ins Spiel: Die Rhythmen müssen konstant und regelmäßig sein.

Wenn man das Gehirn mit Brainwave Entrainment in einer bestimmten Frequenz stimuliert, synchronisiert sich das Gehirn nach einer gewissen Zeit. Das heißt, mittels Brainwave Entrainment ist es möglich, bestimmte Gehirnwellen zu fördern bzw. ganz bestimmte Bewusstseinszustände im Menschen hervorzurufen. Zum Beispiel könnte man mit einem Brainwave Entrainment von 3 Hz den Schlaf eines Menschen fördern.

2.5 Yerkes-Dodson-Gesetz

Das Yerkes-Dodson-Gesetz ist aus dem Jahr 1908 und besagt, dass die Leistungsfähigkeit bei einer Aufgabe am höchsten ist, wenn das Erregungsniveau mittelmäßig ist (siehe Abbildung 3). Wenn das Erregungsniveau zu niedrig ist, dann ist die Leistungsfähigkeit auch

niedrig. Wenn das Erregungsniveau jedoch zu hoch ist, dann ist die Leistungsfähigkeit trotzdem niedrig. Die Leistungsfähigkeit ist also optimal, wenn das Erregungsniveau weder zu hoch noch zu niedrig ist. Je nach Schwierigkeit der Aufgabe variiert das Erregungsniveau. (vgl. Dörfler, 2007, S. 36)

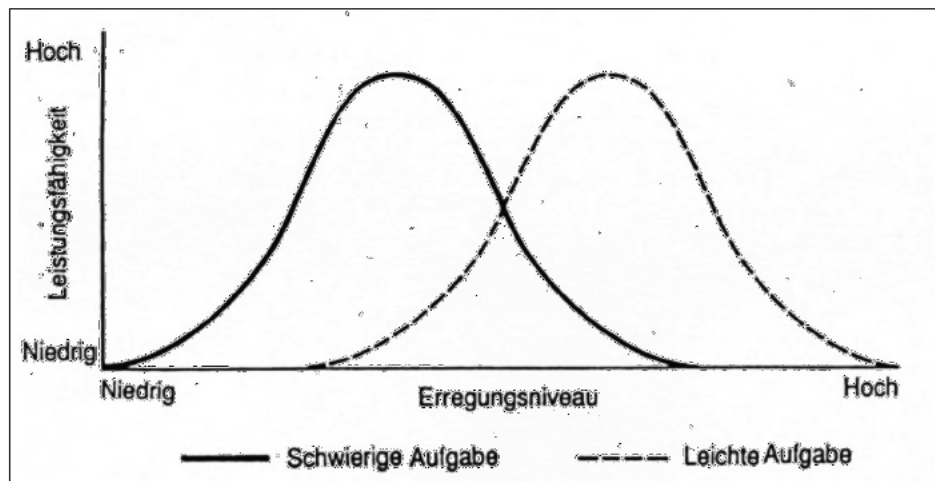


Abbildung 3: Yerkes-Dodson-Gesetz (Dörfler 2007 S. 36)

2.6 Habituationseffekt

Der Habituationseffekt besagt, dass eine Gewöhnung eintritt, wenn ein Reiz öfter und wiederholt auftritt und sich als unwichtig darstellt. Gerade bei der aktivierenden Wirkung von Musik kann sich dieser Effekt negativ auswirken. Denn wenn die Musik dauerhaft gehört wird, kann sich das Individuum daran gewöhnen und die aktivierende Wirkung der Musik entfällt. (vgl. Rötter & Reinhardt, 2021, S. 257) Die Konsequenz ist, dass man den funktionalen Sound regelmäßig ändern muss.

3 Funktionaler Sound

Wenn Sound einen bestimmten Zweck oder eine Funktion erfüllt, spricht man von „funktionalem Sound“. Der Begriff „funktionaler Sound“ wird jedoch selten verwendet. Man spricht häufiger von „funktionaler Musik“. Der Begriff „funktionale Musik“ ist jedoch nicht ganz passend, wenn man von Naturgeräuschen redet. Altenmüllers Definition von Musik lautet wie folgt:

„Im weitesten Sinn kann Musik als nach Regeln gestaltetes, in der Zeit strukturiertes akustisches Muster verstanden werden. [...] Musik ist die bewusst gestaltete, zeitlich strukturierte Ordnung von akustischen Ereignissen in sozialen Kontexten“ (Altenmüller, 2015, S. 139)

Nach Altenmüllers Definition kann man Naturgeräusche (z. B. ein Rauschen eines Wasserfalls) nicht als Musik definieren, weil sie kein in der Zeit strukturiertes akustisches Muster sind. Sie sind meistens zufällig und haben einen hohen Rauschanteil. Das heißt also, funktionaler Sound ist ein Überbegriff für funktionale Musik, der alle funktionalen Geräusche miteinschließt. Daher wird in dieser Arbeit für alle Geräusche, die einen bestimmten Zweck erfüllen, das Wort „funktionaler Sound“ benutzt und dabei schließt Sound auch Musik mit ein.

3.1 Einsatzbereiche von funktionalem Sound

Geschichtlich gesehen spielt funktionaler Sound seit Jahrhunderten eine Rolle im menschlichen Leben. Menschen benutzen ihn seit jeher im Alltag und bei der Arbeit, zum Beispiel in Form von Wiegenliedern zur Beruhigung des Kindes, als Anfeuerung in den damaligen Kampfarenen von Rom bis heute in den Fußballstadien, als Marschmusik beim Militär, zum Taktgeben beim Drachenbootrennen usw. Sklaven auf Baumwollfeldern sangen, um die Monotonie der Arbeit besser zu ertragen.

In der Zeit des Nationalsozialismus wurde in Konzentrationslagern Musik aber auch zur Ablenkung, Täuschung und zur Kaschierung verwendet. Damit sollten einerseits die Inhaftierten, aber auch die auswärtigen Besucher getäuscht werden. Die Musik in Konzentrationslagern konnte nicht die Haftbedingungen verbessern, jedoch konnte sie die Inhaftierten von den grausamen Arbeitsbedingungen ablenken. Die Schutzstaffel (SS) ordnete diese Musik an und nutzte sie als Mittel zur Unterdrückung. Die Musik diente dabei als Mittel zur Verspottung, Demütigung und Disziplinierung der Inhaftierten. Musik wurde nach dem Motto „Zuckerbrot und Peitsche“ eingesetzt und abends für die Inhaftierten gespielt. Sie sollte also auch als Trost dienen. Jedoch wurde Musik im Gegensatz dazu von den Häftlingen als Form des Widerstandes genutzt. Durch das gemeinsame Singen wurde die Psyche der Häftlinge gestützt, sich Mut gemacht und eine Einigkeit der Häftlinge symbolisiert. Ein bekanntes Liedbeispiel ist „Die Moorsoldaten“. Es regte 1933 im KZ Bürgermoor zum Widerstand an und wurde schließlich auch im KZ verboten. (vgl. Fasching, 2014, S. 38 ff.; Fackler, 2007, S. 3 f.)

Musik und Sound kann aber nicht nur auf den Menschen wirken, sondern auch auf Tiere und Pflanzen. Schallwellen können positive und negative Auswirkungen auf das Wachstum von Pflanzen haben. Außerdem kann Schall die Immunabwehr gegen Krankheitserreger von Pflanzen stärken. (vgl. Bachmann & Wampfler, 2022) Das bedeutet, funktionaler Sound kann auch auf andere Bereiche und Lebewesen angewendet werden.

Im aktuellen menschlichen Alltag findet funktionaler Sound zum Beispiel Anwendung in Fitnessstudios, Saunen und Kaufhäuser. Sein Einsatz dient immer einem Zweck oder verfolgt ein bestimmtes Ziel.

In Fitnessstudios wird meistens Musik mit etwas mehr „Beats-per-Minute“ (BPM) abgespielt. Umgangssprachlich ist es dann schnellere Musik mit einer höheren Taktfrequenz. Der Sinn und Zweck dahinter ist, dass Sportler dadurch motiviert werden, mehr Leistung im Training zu erbringen. (vgl. Rötter, 2017, S. 19) Langsamere Musik, also Musik mit einer geringeren Taktfrequenz, wird in Fitnessstudios meist vermieden, weil diese Musik eher eine entspannende Wirkung hat. Diese wird sich aber in Saunen und Wellnessbereichen zunutze gemacht. Dort hört man häufig langsame Ambient-Musik, weil sie beruhigend wirkt. Damit möchte man die Entspannung der Kunden fördern und eine Wohlfühlatmosphäre erzeugen. (vgl. Bartl, 2023) Manchmal werden in Saunen auch Naturgeräusche, wie das Plätschern eines Baches oder Vogelgezwitscher über Lautsprecher wiedergegeben. Das ist auch eine funktionale Anwendung von Sound. Beim Einsatz in Kaufhäusern geht es darum, den Umsatz durch Musik zu steigern. Man setzt dort häufig langsame Musik ein, weil der Kunde dadurch länger im Geschäft verweilt und mehr Einkäufe tätigt als mit schneller Musik. (vgl. Rötter, 2017, S. 175)

Weitere Anwendungsbeispiele für funktionalen Sound sind Musik in der Gastronomie sowie in der Werbung und Filmproduktion. (vgl. Rötter & Reinhardt, 2021, S. 254)

In Restaurants oder Cafés setzt man lieber langsame Musik ein, weil der Gast dann länger bleibt und mehr Geld ausgibt als bei schneller Musik. Das Tempo der Musik beeinflusst auch das Ess- und Trinkverhalten. Bei schnellerer Musik wird auch schneller gegessen und getrunken als bei langsamer Musik. Klassische Musik lässt das Restaurant gehobener und teuer erscheinen und kann die Ausgaben des Gastes und damit den Umsatz den Restaurants erhöhen.

Die Ziele von funktionaler Musik in der Gastronomie sind vor allem, eine angenehme Atmosphäre zu schaffen, den Konsum und damit den Umsatz bzw. Gewinn zu steigern. Der Gast soll sich wohlfühlen, sodass er im Optimalfall wiederkommt und die Gastronomie weiterempfiehlt. Wichtig ist, dass das Restaurant nicht wahllose Musik spielt, sondern auf

seine Kundschaft eingeht. So wird zum Beispiel in Musikkneipen Rockmusik oder in Bars entspannende Soulmusik gespielt, damit die Gäste sich den Erwartungen entsprechend gut unterhalten bzw. entspannt fühlen. Denn je mehr dem Gast die Musik im Restaurant oder in der Location gefallen hat, umso eher wiederholt er dort seinen Besuch.

Werbemusik oder Jingles haben oft den Zweck, bei dem Zuschauer eine bestimmte Emotion zu wecken oder auch einen Wiedererkennungswert zu bieten, wie zum Beispiel der Jingle der Deutschen Telekom. Das eigentliche Ziel ist somit das Bewerben der eigenen Produkte. (vgl. Rötter, 2017, S. 254)

Auch in der Klang- und Musiktherapie wird häufig Entspannungsmusik eingesetzt. Ebenso finden hier Klangschalen oder verschiedene Soundinstallationen Anwendung, um Entspannung zu fördern, Meditationen zu vertiefen oder auch andere therapeutische Zwecke zu erfüllen, wie zum Beispiel die Unterstützung bei der Therapie von psychischen Erkrankungen oder bei Geburten. Auch hier wird funktionaler Sound als Mittel zum Zweck eingesetzt und soll den Zuhörer in einer bestimmten Art und Weise beeinflussen.

Auf der Video-Plattform YouTube findet man beispielsweise Musik zum Lernen, Entspannen, Arbeiten und Schlafen. Dies ist theoretisch alles funktionale Musik, jedoch ist die Wirkung meistens nicht wissenschaftlich geprüft worden und damit nicht garantiert.

Für funktionale Musik am Arbeitsplatz ist diese Art von Musik auch sehr interessant, weil Stress am Arbeitsplatz ein großes Problem darstellt. Darauf wird im folgenden Kapitel speziell eingegangen.

3.2 Eignung von funktionalem Sound am Arbeitsplatz

Funktionale Musik am Arbeitsplatz kann zum einen darauf abzielen, den Mitarbeiter zu entspannen. Zum anderen kann sie aber auch eingesetzt werden, damit Mitarbeiter produktiver und leistungsfähiger werden. Sie kann aber auch dazu dienen, die Arbeiterschaft zu uniformieren oder dazu missbraucht werden, die Kommunikation zwischen Mitarbeitern zu erschweren und ihren Austausch über schlechte Arbeitsverhältnisse zu verhindern. (vgl. Rötter & Reinhardt, 2021, S. 254)

Genauso kann Musik am Arbeitsplatz aber auch genutzt werden, um den Arbeitsplatz angenehmer zu gestalten. Monotone Arbeit kann leichter von der Hand gehen. Musik kann einerseits zur Aktivierung genutzt werden, um die körperliche und kognitive Leistungsfähigkeit zu erhöhen, oder andererseits zur Deaktivierung, um körperlich und geistig zu entspannen. (vgl. Rötter & Reinhardt, 2021, S. 256)

1915 hat Thomas Edison das erste Mal Experimente zu funktionalem Sound am Arbeitsplatz durch den Einsatz von Musik gemacht. Die Erforschung der Wirkung von funktionalem Sound begann jedoch erst durch Wyatt et al. in den 1930er Jahren. Sie fanden erstmals produktivitätsfördernde Effekte durch den Einsatz von Musik. (vgl. Rötter, 2017, S. 231 f.)

Auch heute ist dies ein aktuelles Thema, mit dem sich auch viele Wissenschaftler beschäftigen. Es ist schwer, pauschal eine Aussage darüber zu treffen, ob Sound am Arbeitsplatz geeignet ist oder nicht, weil es viele Komponenten gibt, die zu beachten sind. Zum Beispiel kann für einen Kassierer Musik sehr störend sein, weil es ihm dann schwer fällt, sich auf die Kommunikation mit dem Kunden zu konzentrieren. Genauso kann es aber auch umgekehrt sein, dass für jemanden, der im Homeoffice arbeitet, Entspannungsmusik mit Naturgeräuschen eventuell sogar förderlich ist, um die Arbeit als weniger stressig wahrzunehmen. Vielleicht arbeitet es sich auf der Terrasse sogar besser, weil man von Naturgeräuschen wie Vogelgezwitscher umgeben ist?

Gerade weil es so schwer ist, eine klare Aussage über die Eignung von Musik am Arbeitsplatz zu treffen, wird im folgenden Teil der Stand der Forschung dargestellt. In den nächsten Kapiteln geht es darum herauszufinden, welche Soundkomponenten für die funktionale Musik am Arbeitsplatz geeignet sind. Diese Arbeit bezieht sich nur auf einen ausgewählten Teil von möglichen Soundkomponenten, welche gut erforscht und vielversprechend in Bezug auf den gewinnbringenden Einsatz von funktionalen Sounds am Arbeitsplatz sind. Dabei fließen Erfahrungswerte aus dem Praktikum bei sonamedic mit ein. Außerdem wird in diesem Zusammenhang auch auf Lärm als unerwünschten Sound und auf Soundmasking als Beispiel für indirekten Einsatz von funktionalem Sound eingegangen.

3.2.1 Binaurale Beats

Binaurale Beats wurden im Jahr 1839 von dem deutschen Physiker Heinrich Wilhelm Dove entdeckt (vgl. Schamber et al., 2015, S. 241). Binaurale Beats erzeugen einen Ton im Gehirn. Dieser Ton ist eine psychoakustische Erscheinung und entsteht nur im Gehirn des Zuhörers. Um diesen Ton zu erzeugen, ist es erforderlich, dass der Hörer mit Stereokopfhörern ausgestattet wird. Auf dem linken und rechten Stereokanal werden zwei leicht versetzte Frequenzen abgespielt, zum Beispiel 215 Hz links und 225 Hz rechts (Abbildung 4). Die Differenz der Frequenzen ergibt den binauralen Ton im Gehirn.

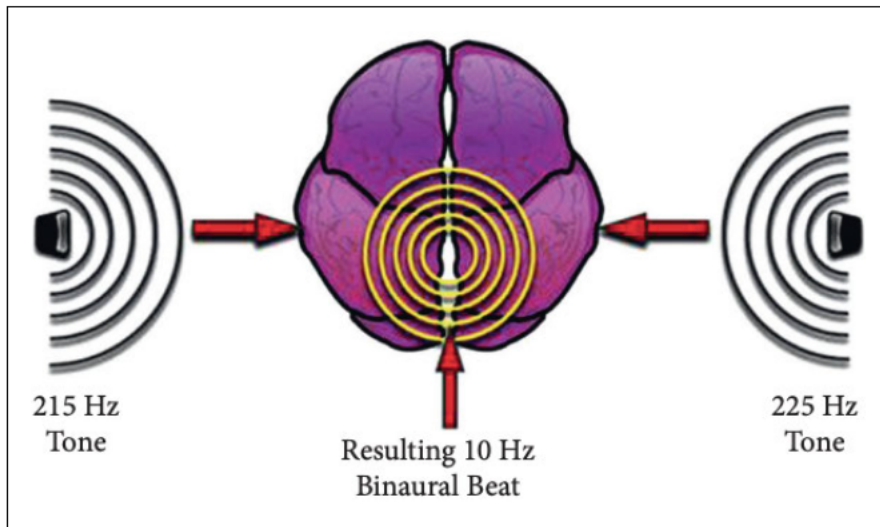


Abbildung 4: Erzeugung eines binauralen Tons im Gehirn (Abadin et al. 2021 S. 3)

Mit Mono-Kopfhörern oder Lautsprecher-Boxen würde der binaurale Beat im Gehirn nicht entstehen. Es würde lediglich ein monauraler Beat entstehen, welcher im folgenden Kapitel erklärt wird.



Abbildung 5: Erzeugung eines binauralen Beats in Ableton Live 11 mit Operator (eigene Abbildung)

In Abbildung 5 ist die Produktion eines Binauralen Beats in Ableton Live 11 mit dem Operator Synthesizer veranschaulicht. Im Prinzip wird ein Sinuston auf dem rechten Kanal in einer Frequenz von 146 Hz erzeugt und auf dem linken eine Frequenz von 156 Hz. Das ist eine Frequenzdifferenz von 10 Hz und würde somit einen binauralen Beat von 10 Hz erzeugen.

Binaurale Beats werden normalerweise im Hörbereich des Menschen produziert, also innerhalb des Frequenzbereiches von 16 bis 20.000 Hz. Die Frequenzdifferenz zwischen den zwei verschiedenen Tönen liegt dabei meist im Bereich der Gehirnwellen des Menschen, also von 0,1 bis 30 Hz. (vgl. Schamber et al., 2015, S.240)

Binaurale Beats werden am besten wahrgenommen, wenn die Trägerfrequenzen, also die Töne auf dem linken und rechten Ohr, ungefähr 440 Hz betragen. In einem darüber liegenden Frequenzbereich werden die binauralen Beats undeutlich bzw. schwerer wahrnehmbar. Unter ca. 90 Hz könnte der Zuhörer die binauralen Beats mit den Tönen verwechseln, welche den binauralen Beat erzeugen sollen. Über 1.000 Hz sind nicht mehr wahrnehmbar. Laut Osters Testungen war keine Person in der Lage, einen binauralen Beat mit einer Trägerfrequenz höher als 900 Hz wahrzunehmen. Die Intensität der Töne und die Art der Kopfhörer beeinflussen die Wahrnehmung. Oster verweist aber auch darauf, dass andere Forscher berichteten, dass binaurale Beats wahrnehmbar waren, die mit Tönen bis zu 1.500 Hz produziert wurden. Oster verweist in diesem Zusammenhang auf den Forscher J. C. R. Licklider. (vgl. Oster, 1973, S. 95; Licklider et al., 1950)

Binaurale Beats können genutzt werden, um im Gehirn vermehrt Gehirnwellen im beliebigen Bereich zu erzeugen. Wenn man einen binauralen Beat mit einer Frequenzdifferenz von 10 Hz über Stereo-Kopfhörer anhört, sind nach 7 Minuten vermehrt Alpha-Wellen von 10 Hz im Gehirn zu messen. Das ist der Entspannungszustand des Gehirns und der Mensch nimmt dann Entspannung wahr. Jedoch weichen Theorie und Praxis oftmals voneinander ab und daher wird auch hier der Stand der Forschung im folgenden Teil abgebildet:

In einer Untersuchung der Universität Chemnitz wurde die Unwirksamkeit von binauralen Beats diskutiert. Dabei wurden 102 Probanden zufällig drei Gruppen zugewiesen. Die erste Gruppe wurde mit binauralen Beats beschallt, die zweite mit einfacher Musik ohne binaurale Beats. Die dritte Gruppe wurde nicht beschallt. Die Untersuchungen ergaben, dass die binauralen Beats zu keiner besseren Entspannung führten. (vgl. Schamber et al., 2015)

Auf der anderen Seite findet man in der Forschung auch wissenschaftliche Artikel, die eine positive Wirkung von binauralen Beats beschreiben. Laut einer Studie von Kraus haben sie

nachweislich einen positiven Effekt auf das Arbeits-Gedächtnis (vgl. Kraus & Porubanova, 2015, S. 135).

In einer weiteren Studie von Abeln et al. mit 15 jungen Fußballspielern wurde der Einfluss von binauralen Beats acht Wochen lang auf den Schlaf untersucht. Zudem gab es auch eine Kontrollgruppe mit 21 Testpersonen, welche keine binauralen Beats hörte. Dabei konnte beobachtet werden, dass durch binaurale Beats zwischen 2 bis 8 Hz die empfundene Schlafqualität der Probanden stieg. Außerdem hat sich dadurch der Wach-Zustand nach dem Schlafen verbessert. Die Probanden, welche binaurale Beats hörten waren motivierter und weniger müde, als die Probanden der Kontrollgruppe. (vgl. Abeln et al., 2014, S. 396 ff.)

In einer Studie von McConnel et al. wurde bei 21 Probanden der Einfluss von binauralen Beats auf die Herzfrequenzvariabilität untersucht. Weiterhin befragten sie auch die Teilnehmer nach ihrem subjektiven Entspannungszustand. Es gab zwei Sitzungen, in denen die Teilnehmer zuerst ein Fitness-Training absolvieren mussten. Anschließend haben sie 20 Minuten lang binaurale Beats angehört und sollten sich entspannen. Bei der zweiten Sitzung wurde ein ähnliches Vorgehen verwendet, nur dass die Teilnehmer statt binauralen Beats nun einem Placebo-Sound ausgesetzt wurden. In dem Placebo-Sound wurden mehrere Töne in pinkes Rauschen eingebettet. Dabei kam heraus, dass binaurale Beats im Theta-Frequenzbereich eine erhöhte Aktivierung des Parasympathikus (Entspannungsreaktion) verursachen können. Die Teilnehmer ordneten den binauralen Beats eine entspannende Wirkung zu. (vgl. McConnell et al., 2014)

Gupta et al. haben in einer Studie 10 Teilnehmer untersucht und einen binauralen Beat von 10 Hz im Alpha-Frequenzbereich verwendet. Als Trägerfrequenzen wurden 370 Hz und 380 Hz verwendet. Die Gehirnwellen der Teilnehmer wurden mit einem EEG-Messgerät gemessen. Die Daten wurden auf den Aufmerksamkeitszustand und Meditationszustand untersucht. Die Studie liefert Beweise dafür, dass binaurale Beats dabei helfen können, einen entspannten oder meditativen Zustand besser zu erreichen. (vgl. Gupta et al., 2016)

In einer Studie von Lee et al. mussten 80 Teilnehmer über drei Wochen die Wirkung von binauralen Beats und Sounds testen, die eine autonome sensorische Meridianreaktion (ASMR) hervorrufen. Die ASMR wird als wohliges Gefühl wahrgenommen und wird ebenfalls mit Entspannung in Verbindung gebracht. Die Probanden mussten sich die Sounds tagsüber 15 Minuten lang anhören und vor dem Einschlafen 30 Minuten lang. Die Frequenzdifferenz des binauralen Beats war tagsüber 8 Hz und vor dem Einschlafen 5 Hz. Dabei kam heraus,

dass binaurale Beats und ASMR-Sounds gleich effektiv zur Stressreduzierung beitragen. Bei den binauralen Beats konnte jedoch kein Brainwave-Entrainment-Effekt beobachtet werden. ASMR-Sounds konnten einen erhöhten Betawellenzustand hervorrufen. (vgl. Lee et al., 2022)

3.2.2 Monaurale Beats

Monaurale Beats sind in der Produktion ähnlich wie binaurale Beats. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass sie in Mono abgespielt werden. Das heißt auf dem linken und rechten Stereokanal wird das gleiche Signal wiedergegeben. Der Vorteil von monauralen Beats ist dabei, dass keine Kopfhörer benötigt werden. Der Zuhörer kann also monaurale Beats auch einfach über Lautsprecher wahrnehmen.



Abbildung 6: Erzeugung eines monauralen Beats in Ableton Live 11 mit Operator und Mono Plugin (eigene Abbildung)

In Abbildung 6 ist die Erzeugung eines monauralen Beat mit dem Operator Synthesizer in Ableton Live 11 dargestellt. Man erzeugt dort einen Sinuston auf dem linken Kanal mit 156 Hz und einen Sinuston auf dem rechten Kanal mit 146 Hz. Direkt nach dem Operator ist ein Mono-Plugin geschaltet, welches beide Kanäle miteinander vermischt bzw. die beiden Stereokanäle zu einem Monokanal vermischt. Anschließend kommt dann ein monauraler Beat aus dem eingestellten Audioausgang. Der physikalische Mechanismus von monauralen Beats ist ein Fall von Welleninterferenz. Zu jedem Zeitpunkt ist die Amplitude des

resultierenden Tons gleich zu der algebraischen Summe der Amplituden der Originaltöne. (vgl. Oster, 1973, S. 94) Das heißt, bei monauralen Beats werden leicht versetzte Frequenzen überlagert bzw. miteinander amplitudenmoduliert. Die Amplitudenmodulation wird auch in Abbildung 7 veranschaulicht. Dort werden ein 440 Hz und ein 480 Hz Sinuston überlagert. Dabei kommt ein Überlagerungssignal heraus, das in 40 Hz pulsiert.

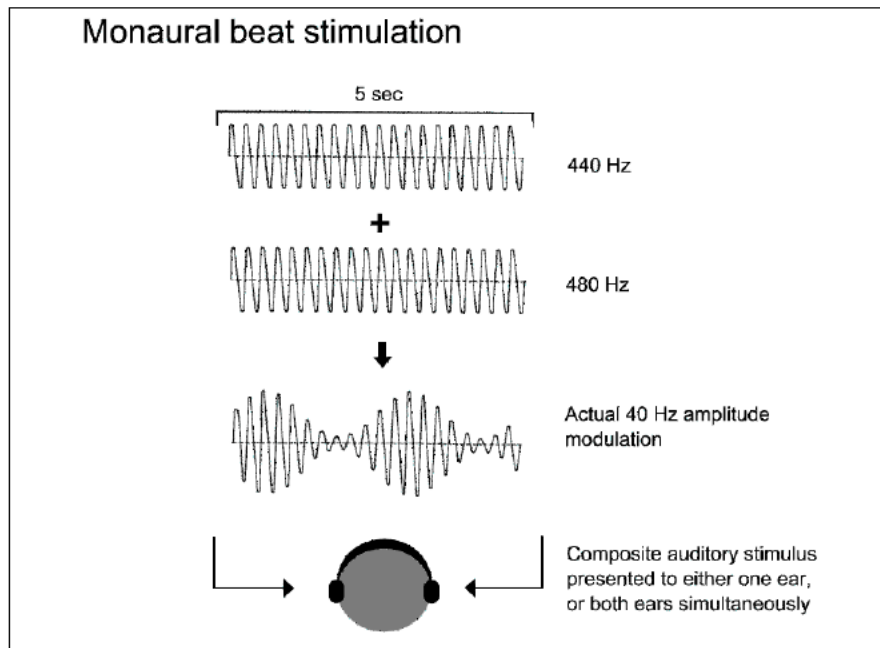


Abbildung 7: Monaurale Beat Stimulation (Chaieb et al. 2015 S. 2)

Wenn die Differenz zwischen den Eingangsfrequenzen verkleinert wird, können sehr langsame monaurale Beats erzeugt werden, die bis zu etwa einer Sekunde wahrgenommen werden können. Schnelle monaurale Beats bis zu etwa 30 Hz werden als Rauheit gehört, die den Klang überlagert. Bei noch größeren Differenzen werden die Schläge nicht gehört. Die beiden Töne werden getrennt wahrgenommen. Laut Oster können binaurale und monaurale Beats maximal bis zu einer Frequenzdifferenz von ca. 30 Hz gehört werden. Bei Frequenzdifferenzen über 30 Hz werden die Beats nicht als solche wahrgenommen. Sie werden als zwei einzelne Töne wahrgenommen. (vgl. Oster, 1973, S. 94)

An dieser Stelle ist anzumerken, dass es Unternehmen gibt, welche Soundanwendungen mit binauralen Beats über 30 Hz verkaufen. Es könnte daher sein, dass diese binauralen und monauralen Beats nicht die versprochene Wirkung erzielen. Deshalb sind solche Angebote kritisch zu betrachten.

In einer Studie von Chaieb et al. hat man die Wirkung von monauralen Beats auf Angst, Stimmung und Gedächtnisleistung untersucht. Die Trägerfrequenzen waren dabei zwischen 110 Hz und 220 Hz. Es wurden monaurale Beats mit 6 Hz (107 bis 113 Hz), 10 Hz und 40 Hz Frequenzunterschied erzeugt. Um die monauralen Beats spannender zu gestalten, hat man beide Trägerfrequenzen über eine Minute linear von 110 Hz auf maximal 220 Hz erhöht. Das heißt, man hat die Tonhöhe (Pitch) der Frequenzen erhöht. Die Differenz zwischen den Trägerfrequenzen blieb dabei gleich, sodass der monaurale Beat die gleiche Frequenz hatte. Danach hat man sie wieder von 220 Hz auf 110 Hz fallen lassen. Dieser Vorgang des Erhöhens und Reduzieren der Tonhöhe wurde über die Dauer von fünf Minuten wiederholt. Zum Schluss der Studie wurden die 25 gesunden Teilnehmer (davon 13 Frauen) der Studie mit einem Kontroll-Signal beschallt, dieses war ein einfacher Sinuston, den die Teilnehmer auch von 110 Hz bis 220 Hz selbst regulieren konnten. Die Teilnehmer hörten sich auch diesen für fünf Minuten an und mussten, nachdem sie monaurale Beats oder das Kontrollsignal hörten, Aufgaben lösen und Fragen beantworten. Alle drei monauralen Beats konnten im Vergleich zum Kontroll-Signal die Angstgefühle der Teilnehmer verringern. Die Ergebnisse bestätigen, dass monaurale Beats Angstgefühle verringern können. Es wurden keine signifikanten Effekte auf das Langzeitgedächtnis, Arbeitsgedächtnis oder auf das Wachsamkeitslevel gefunden. (vgl. Chaieb et al., 2017)

In einer Studie von Cheng et al. wurde die Entspannungswirkung von monauralen Beats an 20 Teilnehmer (davon 8 Frauen) getestet. Besonders an dieser Studie ist, dass die Trägerfrequenzen der monauralen Beats bei 18 kHz waren, also fast außerhalb des menschlichen Hörbereiches. Tatsächlich sollen die monauralen Beats nicht hörbar gewesen sein. Es wurden monaurale Beats mit 9 Hz (Alpha), 5,5 Hz (Theta) und 2 Hz (Delta) über einen Signalgenerator erzeugt und angewendet. Die Autoren berichten, dass die monauralen Beats effektiv zum Entspannen anregen können. Dabei sollen die 2 Hz (Delta) monauralen Beats die signifikantesten Effekte erzielt haben. (vgl. Cheng et al., 2022)

In einer Studie von Lin & Chen wurde ebenfalls die Wirkung von monauralen Beats an 12 Teilnehmern (davon 7 Frauen) in Bezug auf Entspannung getestet. Diesmal lagen die Trägerfrequenzen aber im Infraschallbereich unterhalb der menschlichen Hörschwelle von 20 Hz. Dabei wurden monaurale Beats in 9 Hz erzeugt, die zu einem gewissen Entspannungseffekt beigetragen haben. Die Entspannung kann mit dieser Methode gefördert werden. (vgl. Lin & Chen, 2023)

Shepherd et al. haben in einer Studie 57 Studenten (davon 43 Frauen) untersucht. Es wurden 5 Bedingungen untersucht: Monaurale Beats mit 6 Hz (Theta), monaurale Beats mit 16 Hz (Beta), der Song „Weightless“ von Marconi Union, Flugzeuggeräusche und Stille. Die Teilnehmer wurden jeweils 2 Minuten einer Stressaufgabe ausgesetzt und anschließend hörten sie 4 Minuten lang eines der Audiofiles. Dieser Prozess wurde 5-mal wiederholt. Es wurden Hautleitwiderstand, Herzfrequenz und Atemfrequenz gemessen. Dabei kam heraus, dass der Song „Weightless“ sehr entspannend wirkt und den Hautleitwert um ca. 36 % senkt. Die Hautleitfähigkeit, die Herzrate und Atemfrequenz waren jedoch bei den monauralen Beats mit 6 Hz am stärksten verringert. Das schließt darauf, dass der monaurale Beat mit 6 Hz effektiver war, um Entspannung hervorzurufen. Der 16 Hz monaurale Beat erzielte auch eine stärkere Verringerung als die Stille-Bedingung, jedoch waren „Weightless“ und der monaurale Beat von 6 Hz effektiver. (vgl. Shepherd et al., 2023)

3.2.3 Isochrone Töne

Ein isochroner Ton ist ein einzelner Trägerton, der sich in gleichmäßigen Intervallen ein- und ausschaltet und dabei einen Takt erzeugt. Die Frequenz des Taktes hängt von der Länge der Intervalle ab. (vgl. Engelbregt et al., 2019, S. 200; Fry et al., 2021, S. 2) Will man also einen isochronen Ton mit 5 Hz erzeugen, muss der Ton 5-mal pro Sekunde mit fünf entsprechend langen Pausen abgespielt werden. Das Wort „isochron“ kommt aus dem Griechischen und bedeutet so viel wie gleich lang dauernd. (vgl. Peters, 2017)

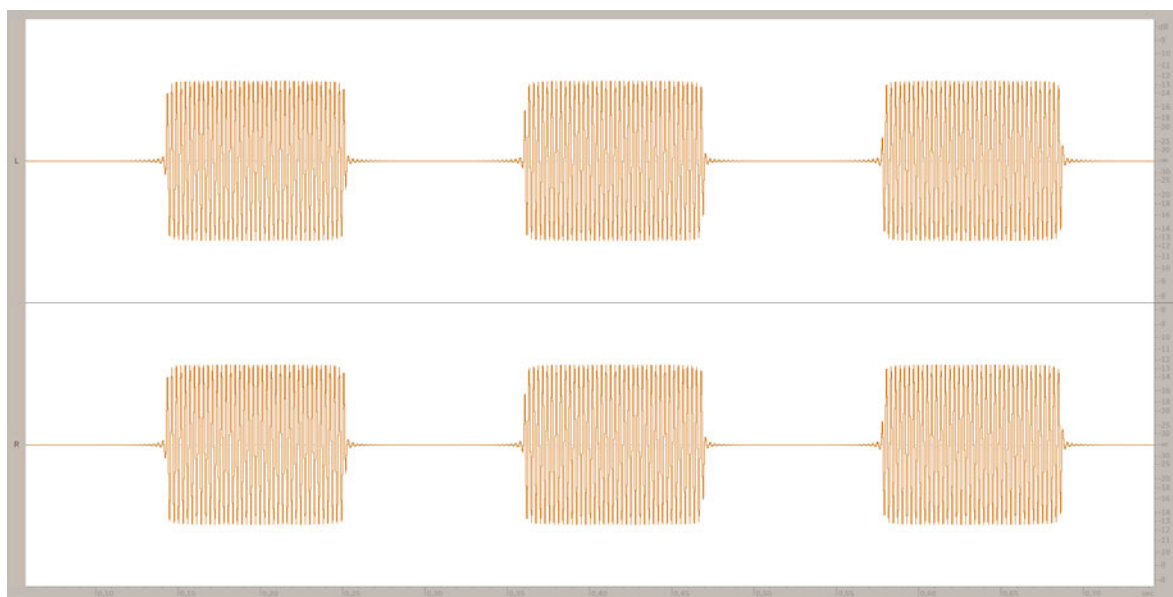


Abbildung 8: Wellenform eines isochronen Beats in iZotope RX (eigene Abbildung)

In Abbildung 8 ist die Wellenform eines isochronen Beats dargestellt. Oben im Bild ist der linke (L) Stereokanal und unten der rechte (R) Stereokanal zu sehen. Auf der unteren Achse ist die Zeit abgebildet und die rechte Achse zeigt den Schalldruckpegel in dB an. Zu sehen ist, dass das Signal (die Trägerfrequenz) in rhythmischen Abständen an- und ausgeschaltet wird. Die Wirkung der isochronen Töne kann sich sowohl über Lautsprecher, als auch über Kopfhörer entfalten. Das ist ein Vorteil gegenüber den binauralen Beats, welche für die Entfaltung ihrer Wirkung Stereo-Kopfhörer benötigen.



Abbildung 9: Erzeugung eines isochronen Tons in Ableton Live 11 mit Operator und einem LFO (eigene Abbildung)

In Abbildung 9 ist die Produktion eines isochronen Tons in Ableton Live 11 zu sehen. Mit dem Operator Synthesizer wurde hier ein Sinuston von 396 Hz (Trägerfrequenz) erzeugt. Anschließend wurde die Lautstärke dieses Tons mit einem Low Frequency Oscillator (LFO) mit einer Frequenz von 5 Hz an- und ausgeschaltet. Das heißt, der Ton geht 5-mal in einer Sekunde an und aus.

Aufgrund ihrer vorhersehbaren Muster sollen isochrone Töne ein Kennzeichen des Rhythmus sein und sie zu einer wirksamen Art von Brainwave Entrainment machen. (vgl. Engelbregt et al., 2019, S. 200) Isochrone Töne und binaurale Beats werden oft in Musik eingebettet. Auch dazu gibt es bereits viele Forschungen. (vgl. Fry et al., 2021, S. 2)

In einer Studie von Merrill & Amin wurde belegt, dass isochrone Töne, welche in Musik eingebettet waren, Schmerzempfinden lindern konnten. Außerdem sank die Medikamentendosis um über 60 %. Dazu mussten die 13 erwachsenen Teilnehmer zuerst über einen Zeitraum von 4 Wochen zweimal täglich eine halbe Stunde isochrone Töne mit Musik hören. Anschließend durften sie 4 Wochen lang gar keine Musik hören. (vgl. Merrill & Amin, 2021, S. 2)

Eine weitere Studie belegt, dass isochrone Töne, welche in Musik eingebettet wurden, den gleichen Effekt hatten wie isochrone Töne alleinstehend. Die Teilnehmer der Studie berichten, dass die isochronen Töne mit Musik zu höherem Komfort beigetragen haben. Außerdem bringt Musik Abwechslung in den monotonen isochronen Ton hinein. (vgl. Doherty, 2014, S. 5)

In einer Studie von Moniz-Lewis & Frederick wurden 60 Studenten auf die Wirkung von isochronen Tönen auf die Gehirnwellen getestet. Dabei wurde ein isochroner Ton von 8 Hz (Alpha) erzeugt und in einen Song eingebettet. Als Kontrolle wurde der gleiche Song auch ohne isochrone Töne einigen Studenten per Zufallsprinzip vorgespielt. Also haben einige Studenten einen Song mit isochronen Tönen und einige Studenten den gleichen Song ohne isochrone Töne gehört. Die Gehirnwellen wurden mittels eines EEGs vor und nach dem Anhören gemessen. Die Hypothese der Studie war, dass bei Teilnehmern, welche den Song mit isochronen Tönen hörten, eine erhöhte Alpha-Gehirnwellen-Aktivität mit dem EEG zu messen sei. Jedoch war das Gegenteil der Fall: Im EEG waren nach dem Hören des Songs mit und ohne isochrone Töne weniger Alpha-Gehirnwellen zu messen. Die Autoren weisen kritisch daraufhin, dass bei der Verwendung von kommerziellen isochronen Tönen Vorsicht geboten ist, bis diese weiter und besser erforscht sind. (vgl. Moniz-Lewis & Frederick, 2020) Das Problem ist, dass durch die Musik die Aussagen über den isochronen Ton unklar werden, weil die Studienergebnisse auch durch den Einfluss der Musik zustande kommen können. Es ist daher schwer, in solchen Studien eine klare Aussage über die Wirkung von isochronen Tönen zu treffen.

Diese Studie von Moniz-Lewis & Frederick kommt im Prinzip zu einem anderen Ergebnis als die Aussagen der Unternehmen bzw. Internetplattformen Kyo.app und Neowake:

„Isochrone Beats (isochron: griech. gleich lang dauernd) gelten als eine der effektivsten Methoden der Gehirnwellen-Stimulation. Sie bestehen aus extrem schnell hintereinander abgespielten Tönen gleicher Stärke. Will man zum Beispiel

Gehirnwellen im Theta-Frequenzbereich von 5 Hz erzeugen, wird der Ton fünf Mal in der Sekunde mit fünf entsprechend langen Pausen abgespielt. Das menschliche Gehirn geht in Resonanz und bildet die entsprechend gewünschte (hier 5 Hz-) Gehirnwellen.“ (Peters, 2017)

„Damit eine Frequenz von 10 Hz im menschlichen Stammhirn generiert wird, kommen isochrone Töne mit ebenfalls 10 Schwingungen pro Sekunde zum Einsatz. Es ist möglich isochrone Töne in Reinform zu konsumieren. Angenehmer ist aber – wie bei binauralen Beats – die maskierte Version in Form einer der vielfältigen, thematischen Neowake-Sessions mit Musik. Die Wirksamkeit ist unseren Erfahrungen nach in beiden Fällen sehr ähnlich.“ (Alberg, 2021)

3.2.4 Naturgeräusche

Naturgeräusche sind eine weitere Soundkomponente, die für funktionalen Sound am Arbeitsplatz in Frage kommt. Eine Studie von Buxton et al. belegt, dass Naturgeräusche auf den Menschen stressmindernd wirken. Sie verbessern die Gesundheit und reduzieren Ärger. (vgl. Buxton et al., 2021, S.1)

Stressminderung kann im Arbeitsalltag eine wichtige Rolle spielen, um Entspannung und Gesundheit zu fördern. Darum liegt die Vermutung nahe, dass mit dem Mikrofon aufgenommene Naturgeräusche auch eine entspannende Wirkung auf den Menschen haben können. Man könnte also Naturgeräusche in eine Musiksession einbinden, um so die positiven Effekte dieser auf den Zuhörer zu übertragen.

Außerdem hat man in Experimenten herausgefunden, dass sich Menschen, die Straßenverkehrslärm ausgesetzt sind, durch die zusätzliche Beschallung mit Wassergeräuschen wohler fühlen. Die Untersuchung hat ergeben, dass Straßenverkehrslärm mit Wassergeräuschen als angenehmer empfunden wurde als Straßenverkehrslärm alleinstehend. (vgl. Steffens et al., 2014, S. 514)

In einer Studie von Van Hedger et al. hat man untersucht, ob sich Naturgeräusche positiv auf die Wiederherstellung der Aufmerksamkeit auswirken. Dabei hat man herausgefunden, dass die Naturgeräusche die gerichtete Aufmerksamkeit positiv beeinflussen können. Teilnehmer, die Naturgeräuschen hörten, hatten eine signifikant bessere kognitive Leistung als Teilnehmer, die Stadtgeräusche hörten. (vgl. Van Hedger et al., 2019)

In einer Studie von Frings et al. wurden 75 Teilnehmern (davon 52 weiblich) Naturgeräusche mit Bürolärm oder Ruhe verglichen. Es wurden für die Naturgeräusche Vogelgezwitscher und Wassergeräuschen verwendet. Dabei konnte bestätigt werden, dass nach Mikropausen mit Naturgeräuschen die Aufmerksamkeitserholung im Vergleich zu Bürolärm oder Ruhe nicht verbessert war. Die Autoren geben aber trotzdem an, dass die Teilnehmer subjektiv mehr Erholung in den Pausen mit Naturgeräuschen wahrgenommen haben als mit Bürolärm oder Ruhe. (vgl. Frings et al., 2023)

Musik und eine Kombination aus Musik und Naturgeräuschen hatten mittlere bis große Effekte auf Schmerz und Angst. Naturgeräusche hatten eine kleine bis große Wirkung auf Schmerzen und eine kleine bis mittlere Wirkung auf Ängste. Die Teilnehmer wählten am häufigsten taiwanesisches Volksmusik und Waldgeräusche und nutzten die Interventionen unabhängig voneinander durchschnittlich vier Stunden lang. (vgl. Chiang, 2012)

In einer Studie in Japan hat man 12 junge Erwachsene Naturgeräusche, Musik und eine Kombination aus beidem hören lassen. Als Naturgeräusche wurden fließendes Wasser und Wellenrauschen ausgewählt. Für die Entspannungsmusik wurde unter anderem Musik mit Solfeggio-Frequenzen, verwendet. Das sind Frequenzen, welchen eine heilende Wirkung zugesprochen wird. Eine Solfeggio-Frequenz ist zum Beispiel 528 Hertz und sie soll Stressreduzieren und den Schlaf verbessern. In der Studie wurden auch Entspannungsmusik mit Naturgeräuschen gemischt, wobei die Entspannungsmusik lauter war als die Naturgeräusche. Die Studie zeigte, dass die Mischung aus Entspannungsmusik und Naturgeräuschen den höchsten Entspannungseffekt hatte. Den zweitbesten Entspannungseffekt hatten die Naturgeräusche und danach kam die Entspannungsmusik. Der Entspannungseffekt nach dem Hören dieser Sounds war immer höher als davor. Das deutet darauf hin, dass alle in der Studie verwendeten Sounds sehr gut zur Entspannung beitragen. Die Studie deutet außerdem darauf hin, dass die Mischung von Entspannungsmusik, die das autonome Nervensystem beeinflusst, und Naturgeräuschen, die das Zentralnervensystem beeinflussen, einen synergistischen Effekt haben könnte. (vgl. Hikaru et al., 2022) Es ist kritisch zu betrachten, dass an dieser Studie lediglich 12 Probanden teilnahmen. Das stellt die Aussagekraft der Ergebnisse in Frage.

In einer weiteren Studie wurden 133 Studenten einem beunruhigenden Video ausgesetzt. Sie berichteten anschließend über eine Verschlechterung des Geisteszustandes. Nachfolgend mussten sich die Teilnehmer per Zufallsprinzip entweder eine Geräuschkulisse mit natürlichen Geräuschen oder eine Vergleichssituation mit einer Mischung aus

verschiedenen Geräuschen (Naturgeräusche, menschliche Stimmen, motorisierte Fahrzeuggeräusche) hören. Teilnehmer, die den Naturgeräuschen ausgesetzt waren, zeigten eine bessere Stimmungserholung als diejenigen, die den verschiedenen Geräuschen ausgesetzt waren. Die Studie sagt aus, dass natürliche Klanglandschaften erholsame Vorteile bieten können. (vgl. Benfield et al., 2014)

In einem Online-Experiment haben sich 295 Teilnehmer zwei verschiedene Sounds angehört. Die Teilnehmer hörten Straßenverkehrslärm oder Vogelgesänge. Sie hörten sich diese für 6 Minuten an und mussten anschließend einen Fragebogen zur geistigen Verfassung ausfüllen und Aufgaben lösen. Dabei kam heraus, dass Vogelgesänge Angst und Paranoia verringern. Weiterhin wurden beide Geräusche auf die Wirkung bei depressiven Zuständen untersucht. Die Vogelgesänge hatten keinen Effekt auf depressive Zustände, jedoch verstärkte Verkehrslärm depressive Zustände. (vgl. Facharztmagazine, 2022, S. 9)

3.2.5 Musik

Musik muss in Instrumentalmusik und Vokalmusik unterschieden werden, weil der Zusatz von Vokalen oder Sprache einen Einfluss auf die Aufmerksamkeit hat.

Instrumentalmusik beinhaltet ausschließlich Instrumente, also keinen Gesang oder Texte. Genau wegen dieser Eigenschaft ist sie interessant für den Arbeitsplatz, weil Texte oder Gesang sehr leicht ablenken können. Ein Genre der Instrumentalmusik ist zum Beispiel Ambient-Musik, sie zeichnet sich durch sanfte und atmosphärische Klänge aus. Sie wird häufig zum Meditieren oder Entspannen benutzt und ist meist sehr langsam in der Geschwindigkeit.

Ein wichtiger Faktor für die für die Wirksamkeit der Musik ist also die Geschwindigkeit, angegeben in Beats-Per-Minute (kurz BPM). (vgl. Rötter, 2017, S.12) Sie hat Einfluss auf das Verhalten des Zuhörers. (vgl. Kämpfe et al., 2011, S. 17)

Die Ergebnisse einer Studie von Shih et al. mit 102 Teilnehmern (davon 46 Frauen) deuten darauf hin, dass Musik am Arbeitsplatz am besten ohne Gesang und Lyrics geeignet ist. Die Teilnehmer wurden mit Hintergrundmusik mit und ohne Sprache beschallt. Dabei wurde die Konzentration in einem Aufmerksamkeitstest gemessen. Hintergrundmusik mit Vocals hat die Aufmerksamkeit und Leistung der Mitarbeiter verringert. (vgl. Shih et al., 2012)

In einer Studie von Nawamba wurde der Einfluss von klassischer Instrumentalmusik auf 30 Studenten (davon 7 Frauen) in einer Matheprüfung getestet. Es wurden die Testergebnisse

der Prüfung und die Testangst untersucht mit dem Resultat, dass je leiser die Instrumentalmusik war, desto niedriger war die Punktzahl im Test. Die Punktzahl stieg mit zunehmender Lautstärke an. Die Studie zeigt auch, dass Musik benutzt werden kann, um Angst vor Matheprüfungen zu senken. Die Studie zeigte auch einen umgekehrten Zusammenhang zwischen Prüfungsangst und erreichter Punktzahl. Das heißt, je geringer die Prüfungsangst war, umso besser waren die Ergebnisse in der Prüfung. (vgl. Namwamba, 2012)

Außerdem kann Musik speziell vor Leistungsaufgaben eine positive Wirkung haben und das Stresslevel und die Angst vor einem Test senken. Dies hat man in Untersuchungen von Stephane E. Haynes herausgefunden. (vgl. Haynes, 2003) Die Musik von Mozart führte auch zu einer kurzzeitigen Verbesserung der Testleistungen. (vgl. Rötter, 2017, S. 13; Rauscher et al., 1993)

In einer Studie von Goldenberg et al. hat man auch die Wirkung von klassischer Musik auf Prüfungsangst und Prüfungsleistung untersucht. Dabei wurde auch die Musik von Mozart verwendet. Man konnte dort aber keine Effekte in Bezug auf Prüfungsangst oder Prüfungsleistung finden. (vgl. Goldenberg et al., 2013)

In einer Studie von Jacoby (1968) wurden ca. 800 Arbeiter zu Musik am Arbeitsplatz befragt. Mitarbeiter und Vorgesetzte waren der Meinung, dass Musik das Arbeitsklima verbessert, jedoch keinen Effekt auf die Arbeitsleistung hat. (vgl. Rötter, 2017, S. 233)

In einer anderen Studie von Khalifa et al. hat man eine Testgruppe aus 24 Studenten einem Stressor ausgesetzt und sie anschließend Entspannungsmusik oder keine Musik (Stille) hören lassen. Man hat während des gesamten Experiments bei beiden Gruppen den Cortisolwert im Speichel gemessen. Cortisol ist das Stresshormon im Körper. Je mehr Cortisol im Körper vorhanden ist, umso gestresster ist die Person in der Regel. Die Studie hat ergeben, dass die Studenten durch den Einsatz von Entspannungsmusik keinen Anstieg des Cortisols verzeichneten. Als die Gruppe jedoch in Stille ausgesetzt war, stieg der Cortisolwert über 30 Minuten kontinuierlich an. Das heißt, dass Entspannungsmusik wahrscheinlich stressmindernd wirkt im Vergleich zur Stille. (vgl. KHALFA et al., 2003)

Im Jahr 1937 haben Wyatt et al. Arbeitern in der Mitte des Arbeitstages 75 Minuten lang Musik eingespielt. Die Arbeiter erledigten vor allem monotone, repetetive Arbeit. Man hat dabei eine leichte Steigerung der Produktivität von ungefähr 6 % feststellen können. (vgl. Rötter, 2017, S. 232)

In einer Studie von Lesiuk wurde die Wirkung des Musikhörens gemessen. Es wurden positive Effekte, die Arbeitsqualität und die Arbeitszeit bei Entwicklern von Computerinformationssystemen untersucht. Die Auswirkungen von Musik auf die Arbeitsleistung, in diesem Fall das Softwaredesign, können durch eine Zunahme des positiven Zustandseffekts erklärt werden. Daten von 56 Entwicklern (davon 15 Frauen) wurden von vier verschiedenen kanadischen Softwareunternehmen gesammelt. Die Datenerhebung erfolgte über fünf Wochen in der realen Arbeitsumgebung der Teilnehmer. In den ersten drei Wochen durften die Softwareentwickler ihre Lieblingsmusik oder Musik aus einer Musikbibliothek hören. In der vierten Woche hingegen durften sie keine Musik hören. In der fünften und letzten Woche war das Musikhören wieder erlaubt. Dabei wurde festgestellt, dass in der vierten Woche, in der keine Musik gehört werden durfte, die Arbeitsqualität am schlechtesten war und die Entwickler mehr Zeit für ihre Aufgaben benötigten. In den Wochen mit Musik war die Arbeitsqualität höher als in der Woche ohne Musik und die Stimmung der Mitarbeiter war besser. Außerdem wird von einer verbesserten Wahrnehmung von Design während der Arbeit gesprochen. Es wurde auch festgestellt, dass Teilnehmer, welche die Benutzung von Musik nicht gewohnt waren, mehr Zeit brauchten, um einen positiven Effekt durch die Musik zu haben. (vgl. Lesiuk, 2005; Rötter, 2017, S. 233)

Fünf Jahre später in einer weiteren Studie von Lesiuk, bei der 24 Mitarbeiter von einem IT-Unternehmen teilnahmen, wurde in einem Drei-Wochen-Experiment der Effekt von Lieblingsmusik erforscht. Die Teilnehmer durften die Musik hören, wann sie wollten. In der ersten Woche durften die Teilnehmer Musik hören. In der zweiten Woche durfte gar keine Musik gehört werden. In der dritten Woche wiederum durfte die Lieblingsmusik gehört werden. Selbstberichte über positive Effekte, negative Effekte und kognitive Leistung wurden ausgewertet. Die Ergebnisse weisen auf eine deutliche Verbesserung des Gemütszustands und der kognitiven Leistungsfähigkeit hin. (vgl. Lesiuk, 2010)

In einer Studie von Speer wurde die Wirkung von Hintergrundmusik, Sprache und Stille auf die selektive Aufmerksamkeit von 26 Büroangestellten untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass die Teilnehmer unter Musikeinfluss die meisten Testaufgaben meisterten und die höchsten Konzentrationsergebnisse hatten. Unter dem Einfluss von Stille machten die Büroangestellten die meisten Fehler. Außerdem wurde folgendes festgestellt: Unter den Teilnehmern, die glaubten, dass Musik sie produktiver machte und nicht ablenkte, schlossen die Teilnehmer mehr Aufgaben unter Musikeinfluss ab als unter dem Einfluss von Sprache oder Stille. Die Teilnehmer, die glaubten, dass Musik eine Ablenkung darstellt, erledigten die wenigsten Aufgaben unter dem Einfluss von Musik. Das deutet darauf hin, dass die

Teilnehmer realistische Annahmen über die Wirkung von Musik auf ihre Fähigkeit hatten, sich einer Aufgabe zu widmen. (vgl. Speer, 2011, S. VII)

In einer Untersuchung von Haake wurden qualitative und quantitative Daten von 295 Büroangestellten erhoben. Die Studie untersuchte den Einfluss von Musik auf: Inspiration, Konzentration, positive Ablenkung, Stressabbau und Verwaltung des persönlichen Freiraums. Die Angestellten hörten ein Drittel ihrer Arbeitswoche Musik. Den Angestellten half die Musik, um sich besser auf die Arbeit einzulassen, aber auch um dem Arbeitsalltag zu entfliehen. Außerdem nutzten sie die Musik, um sich von der Büroumgebung abzuschotten. Für die Befragten war die Inspiration durch Musik ein wichtiger Aspekt. Sie hörten Musik, um die Kreativität zu steigern und um stimuliert zu werden. Außerdem lenkte Musik die Mitarbeiter von ihren eigenen Gedanken ab und brachte ihnen ein Gefühl von Entspannung. Des Weiteren gaben Befragte in einer Umfrage von Haake an, dass sie in der Musik Inspiration fanden. Die Befragten hörten bei der Arbeit Musik, um kreativer und stimulierter zu sein. Jedoch tritt dieser Effekt nicht immer beim Hören von Musik auf.

Die Umfrage von Haake legt nahe, dass Musik auch ablenken und die Konzentration stören kann. Jedoch beschreibt Haake auch, dass Ablenkung und Störung nicht immer einen negativen Effekt haben müssen. Musik kann die Mitarbeiter von ihren eigenen Gedanken ablenken und ein Gefühl von Freizeit in ihr Arbeitsumfeld bringen. Haake berichtet, dass einige kommerzielle Musikanbieter darauf abzielen, Mitarbeitern klassische Musik im Büro anzubieten. Die Daten von Haake weisen jedoch darauf hin, dass die Mitarbeiter in Büros zwar klassische Musik hören, jedoch auch eine Vielzahl andere Musikrichtungen und Künstler hören. Außerdem hat Haake herausgefunden, dass das Hören von klassischer Musik nicht zwangsläufig mit einem höheren Maß an Entspannung zusammenhängt. Stattdessen stellte sich heraus, dass Erfahrungen von Kontrolle für die Befragten ein stärkerer und wichtigerer Aspekt vom Musikhören ist als die Entspannung, weil selbst ausgewählte Musik den Mitarbeitern ein Gefühl von Kontrolle über ihre Umgebung und über ihre Emotionen gibt. Die Daten von Haake geben auch Auskunft darüber, warum Menschen keine Musik am Arbeitsplatz hören wollen. Mitarbeiter waren unter anderem besorgt, dass ihr eigenes Musik-Hörverhalten sich auf andere auswirkt. Die Mitarbeiter achteten darauf, dass ihre Kollegen nicht gestört werden und waren besorgt darüber, wie ihr visuelles Erscheinungsbild beim Hören von Musik das Unternehmensimage beeinflusst. Es scheint außerdem ein Spannungsverhältnis zwischen individuellen Wünschen und äußeren Anforderungen zu bestehen, das Mitarbeiter bewältigen müssen, wenn sie Musik am Arbeitsplatz hören möchten. (vgl. Haake, 2011, S. 121)

Das Verstehen eines Textes wird vor allem durch Vokalmusik getrübt. Das Textverständnis ist besser bei Instrumentalmusik und am besten bei Stille. Das bedeutet, dass Musik beim Recherchieren und Lesen von Texten ungeeignet ist. Listen sollten am besten in Stille abgerufen werden, weil die richtige Reihenfolge dann besser eingehalten werden kann als mit Musik. (vgl. Rötter, 2017, S. 14 f.)

„Die Wirkung und Wirkungslosigkeit von Musik beruht auf komplexen Beziehungen. Ein klar bestimmbares Verhältnis von „Input und Output“ ist unmöglich. Determinanten spielen eine Rolle: nicht nur die Musik, sondern auch die Person mit ihrer gesamten Lerngeschichte und gegenwärtig situativen Befindlichkeit. Solche intervenierenden Variablen erschweren eine sichere Voraussage.“ (Rötter, 2017, S. 13)

3.3 Lärm - unerwünschter Sound im Büro

Lärm beziehungsweise unerwünschter Schall ist häufig der größte Störfaktor an Büroarbeitsplätzen. Mitarbeiter in Mehrpersonenbüros beschwerten sich häufig über Ablenkungen und Störungen aufgrund schlechter akustischer Bedingungen. Insbesondere die verständliche Sprache aus der Umgebung wie Gespräche, Lachen oder Telefongespräche ist die Hauptursache von Störungen, zusammen mit anderen Geräuschen im Büro. (vgl. VDI 2569, 2019, S. 12)

Um auf die Störung durch Lärm im Büro einzuwirken, gibt es die Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV Lärm). Hier wird angegeben, dass Lärmpräventionsmaßnahmen für kognitive Anspruchsvolle Aufgaben schon unterhalb eines Tages-Lärmexpositionspegel von 80 dB(A) wichtig sind (vgl. TRLV Lärm, 2017, S. 30). Der Tages-Lärmexpositionspegel ist der gemittelte Lärmpegel, dem eine Person während eines Arbeitstages ausgesetzt ist, normalerweise während einer Arbeitszeit von 8 Stunden. Tageslärmexpositionspegeln unterhalb von 80 dB(A) können negative körperliche und psychische Effekte auf die Gesundheit des Mitarbeiters haben (vgl. TRLV Lärm, 2017, S. 29).

Lärm kann die (Stress-)Hormonausschüttung beeinflussen, körperliche Verspannungen hervorrufen, Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems und Schlafstörungen verursachen. Man hat in einer Studie gemessen, dass Probanden, welche einem 55 dB(A)-bewerteten Schalldruckpegel ausgesetzt waren, einen deutlich höheren Adrenalinpiegel aufwiesen als die Probanden, welche einem leiseren Schalldruckpegel ausgesetzt waren. Man hat auch festgestellt, dass Menschen, die einer Lärmsituation ausgesetzt sind, weniger körperliche

Haltungsänderungen am Arbeitsplatz vornehmen als Menschen an einem ruhigen Arbeitsplatz. Man geht davon aus, dass der Lärm eine Anspannung im Muskelgewebe hervorruft und sich der Mensch in der Lärmsituation daher weniger bewegt. Lärm ist also eine körperliche und psychische Belastung und führt zu einem erhöhten Stresslevel. Lärm hat somit negative Auswirkungen auf die Gesundheit und damit auch auf die Leistung der Mitarbeiter im Büro. (vgl. VDI 2569, 2019, S. 13)

In Mehrpersonenbüros arbeiten viele Menschen in unmittelbarer Nähe zusammen. Dabei kommt es oft zu kommunikativem Austausch zwischen den Mitarbeitern. Dieser ist für den Arbeitsprozess manchmal zwingend erforderlich, kann jedoch die Konzentration der anderen Mitarbeiter stören oder sie sogar belästigen. Einige Mitarbeiter fühlen sich dann unwohl, sind reizbar, nervös oder erschöpft. Außerdem können die gestörten Mitarbeiter ein verändertes Kommunikationsverhalten aufzeigen, indem sie sich zurückziehen und weniger Interaktion zeigen.

Die empfundene Lärmbelästigung steigt fast linear mit der Anzahl der Mitarbeiter im Büro an. Das heißt, je mehr Menschen gleichzeitig in einem Büro arbeiten, umso höher ist die empfundene Belästigung. (Klink & Meis, 2016) Auf diesen Punkt wird im nächsten Kapitel näher eingegangen.

3.3.1 Irrelevant Sound Effect

Untersuchungen haben gezeigt, dass Sprachgeräusche oder sprachähnliche Geräusche im Vergleich zu einer ruhigen Arbeitsumgebung die Leistung des Arbeitsgedächtnisses verringern. Diesen negativen Effekt nennt man „Irrelevant Speech Effect“ oder auch „Irrelevant Sound Effect“. Man hat herausgefunden, dass Sprachgeräusche das Merken von Text-, Zahlen- oder Buchstabenreihen verschlechtern.

Dieser Effekt bezieht sich nicht nur auf die verständliche Sprache, sondern auch auf dem Zuhörer unbekannt Fremdsprachen oder auch Musik. Dieser Effekt kann auch schon bei niedrigen Schalldruckpegeln auftreten. Die VDI 2569 besagt, dass der Effekt schon bei 35 dB(A)-bewerteten Sprachpegeln entsteht. Dabei müssen die Sprachgeräusche jedoch sehr deutlich sein. Der Zuhörer nimmt diese Geräusche nicht unbedingt als Lärm wahr, dennoch verringern sie die Leistung des Arbeitsgedächtnisses. (vgl. VDI 2569, 2019, S. 12)

Schlittmeier et al. haben Experimente zur Sprachverständlichkeit gemacht. Die Experimente zeigen, dass die kognitive Leistung durch hoch verständliche Hintergrundsprache bei 55 dB(A) erheblich beeinträchtigt wird. Wenn man aber den Sprachschallpegel und die

Sprachverständlichkeit vermindert, dann wirkt es weniger störend. Ein daraus resultierendes leises Sprachsignal mit schlechter Verständlichkeit beeinträchtigt die Leistung im Vergleich zu Stille nicht signifikant. (vgl. Schlittmeier et al., 2008, S. 17)

Sprachgeräusche oder Vokalmusik haben also oft einen Einfluss auf den Mitarbeiter.

Um dem negativen Effekt des Lärms entgegenzuwirken, kann man zum Beispiel Noise-Cancelling-Kopfhörer verwenden oder auch akustische Maßnahmen ergreifen, um den Lärm-Schalldruck-Pegel zu verringern, z.B. durch den Einsatz von Schallabsorbieren. Aber auch durch den Einsatz von funktionalem Sound kann man die Lärmwahrnehmung vermindern.

3.3.2 Akustische Maßnahme: Soundmasking

In den letzten Jahren sind Coworking-Spaces und Großraumbüros immer relevanter geworden, und die Anzahl solcher Arbeitsbereiche ist in den letzten Jahren gestiegen (vgl. Gauger et al., 2020, S. 5). Ein Coworking-Space ist ein Büro oder Arbeitsbereich, der von mehreren Mitarbeitern und Unternehmen gleichzeitig genutzt wird. Großraumbüros bieten im Vergleich zum Privat-Büro den Vorteil, dass die Mitarbeiter direkt miteinander kommunizieren können und so der Austausch schnell vonstatten geht. Der Nachteil ist, dass Mitarbeiter durch den Sprachschall anderer gestört werden können.

Soundmasking ist ein Prinzip, bei dem Lautsprecher im Büro eingebaut werden, die dann ein Geräusch bzw. meistens ein Rauschsignal abgeben. Dieses Geräusch soll dann den störenden Sprachschall der Mitarbeiter überdecken und so das akustische Wohlbefinden im Büro verbessern. (vgl. Renz et al., 2019) Dabei geht es aber auch darum, die Sprachverständlichkeit zu verschlechtern, so dass das Zuhören erschwert wird.

Die Sprachverständlichkeit hängt von dem Verhältnis zwischen Sprachpegel und Geräuschpegel ab. Also je höher der Geräuschpegel, desto niedriger die Sprachverständlichkeit. (vgl. Lazarus et al., 2007, S. 154 f.)

Besonders stark wird die Sprachverständlichkeit durch tieffrequente Geräusche verschlechtert. Ein (Sprach-)Signal kann auch durch ein Geräusch maskiert bzw. verdeckt werden, welches weit außerhalb des Frequenzspektrums des Signals liegt. Das nennt man dann Weitabverdeckung. (vgl. Lazarus et al., 2007, S. 24)

Vokale werden ab einem geringeren mittleren Pegel besser verstanden als Konsonanten. Die Konsonanten enthalten jedoch mehr Informationen und sind daher wesentlich wichtiger für eine gute Sprachverständlichkeit. (vgl. Lazarus et al., 2007, S. 26 f.) Will man also die

Sprachverständlichkeit senken, so müssen die Konsonanten eher verdeckt werden als die Vokale.

Articulation loss of consonants (ALcons) ist ein Bewertungsverfahren für die Sprachverständlichkeit. Ein weiteres Bewertungsverfahren ist der Speech Transmission Index (STI), auf deutsch Sprachübertragungsindex. Beide beinhalten den Einfluss der Nachhallzeit und des Geräuschpegels. (vgl. Lazarus et al., 2007, S. 256)

In einer Studie mit 13 Teilnehmern testete man die Wirkung von Soundmasking in einem offenen Großraumbüro. Die Studie liefert Beweise dafür, dass Soundmasking in Großraumbüros angewendet werden kann, wenn Mitarbeiter mit ihrer akustischen Umgebung unzufrieden sind. Die Teilnehmer der Studie gaben weiterhin an, dass sie weniger Zeit durch die negativen Auswirkungen von ablenkenden Geräuschen verschwenden. Die Studie ist aufgrund der geringen Teilnehmerzahl jedoch eher weniger aussagekräftig. (vgl. Hongisto, 2008, S. 7 f.)

In einer Sitzung von DeLoach et al. wurde auch besprochen, dass man Naturgeräusche als Maskierungsgeräusch verwenden kann. Naturgeräusche wie Meeresrauschen, Blätter im Wald oder das Rauschen eines Flusses haben in der Regel einen hohen Rauschanteil. Daher sind sie theoretisch für die Anwendung als Maskierungsgeräusch geeignet. Zusätzlich zum Maskierungseffekt von unerwünschtem Sprachschall haben Naturgeräusche, wie im Kapitel dazu zuvor beschrieben, viele positive Effekte in Bezug auf Konzentration und Aufmerksamkeit. Das heißt, Naturgeräusche sind sehr vielversprechend, jedoch ist hier noch weitere Forschung nötig. DeLoach et al. stellen auch die Hypothese auf, dass Naturgeräusche als Maskierungsgeräusch genauso gut funktionieren, wie herkömmliche Maskierungsgeräusche (Rauschen) und dabei noch die Zufriedenheit der Arbeiter und ihre Konzentrationsfähigkeit erhöht. (vgl. DeLoach et al., 2015)

3.4 Soundanbieter für den Arbeitsplatz – eine Marktanalyse

Nach eingehender Internetrecherche wird in diesem Teil eine relevante Auswahl an aktuellen Unternehmen vorgestellt, welche funktionalen Sound bzw. Anwendungen für den Arbeitsplatz anbieten.

Die Online Plattform *YouTube* wurde 2005 gegründet und hat seinen Sitz in San Bruno in den USA. YouTube hat monatlich 2,5 Milliarden aktive Nutzer weltweit (Stand Januar 2023). (vgl. We Are Social et al., 2023) Aufgrund der hohen Nutzerzahl und der Bekanntheit ist

YouTube sehr relevant für die Nutzung von funktionalem Sound am Arbeitsplatz. YouTube bietet neben einer Vielzahl von anderen Medieninhalten auch kostenlose Musik für den Einsatz am Arbeitsplatz an, unter anderem Videos mit Naturgeräuschen, binauralen Beats, monauralen Beats, isochronen Tönen, Instrumental- und Vokalmusik, spezielle Musik für den Arbeitsplatz und Meditationen. Es gibt auch mehrstündige Musiksessions, die vor allem für längeres Arbeiten geeignet sind. Youtube bietet eine App und Webanwendung an. Problematisch bei YouTube ist jedoch, dass jeder Nutzer berechtigt ist, mit einem eigenen YouTube-Kanal Videos und Audiotracks hochzuladen. Daher sollte man die Qualität der funktionalen Sounds immer prüfen und nicht auf die versprochenen Effekte vertrauen. Des Weiteren kann es bei der kostenfreien Version von YouTube zu Werbeunterbrechungen kommen, die beim Arbeiten ablenken. Weiterhin findet man auf Youtube auch allerlei andere Videos, welche den Mitarbeiter ebenfalls schnell von seiner Arbeit ablenken können. Daher ist für den Einsatz von YouTube die Medienkompetenz des Mitarbeiters gefragt. (vgl. YouTube, 2023)

Der digitale Streamingdienst *Spotify* wurde 2006 gegründet und kommt aus Stockholm in Schweden. Auf Spotify findet man Naturgeräusche, binaurale Beats, isochronische Töne, Entspannungsmusik, Musik zum Arbeiten und Lernen, Musik zum Konzentrieren und vieles mehr. Man kann Spotify per App und Webanwendung nutzen. Spotify kann man auch offline benutzen, indem man die Audiofiles runterlädt.

Spotify ist jedoch nicht auf funktionalen Sound spezialisiert, sondern auf Musik. Jeder Mensch kann über einen Musikvertrieb auf Spotify hochladen. Das heißt, dass die Qualität der funktionalen Sounds nicht geprüft wird. (vgl. Spotify, 2023)

Auracle Sound wurde im Jahr 2007 gegründet und hat seinen Sitz in Berlin. Das Unternehmen bietet Hintergrundmusik für Büros an. Auracle Sound verspricht eine Verbesserung der Produktivität, Konzentration, Arbeitsleistung, Arbeitsqualität. Auracle Sound bietet Musik-streaming an. Man kann per App, Webplayer oder auch durch einen speziellen Hardware-Player Musik streamen. Es gibt Playlists, welche sich für den Büro-Arbeitsplatz eignen, wie zum Beispiel Ambient Chill, Classic Light, Mellow Pop. (vgl. Auracle Sounds, 2021)

Tunify wurde 2012 gegründet und hat seinen Sitz in Belgien. Tunify ist ein Musik-Streaming-Service und bietet spezielle Musik für den Büro-Arbeitsplatz an, zudem auch weitere funktionale Musik für Cafes, Hotels, Fitnessstudios oder Museen. Tunify kann über Webanwendung oder per App benutzt werden. (vgl. Tunify, 2023)

Soundtrack Your Brand wurde 2013 gegründet und kommt auch aus Stockholm in Schweden. Soundtrack Your Brand ist ein Anbieter, der sich auf die Bereitstellung von Musiklösungen für Unternehmen konzentriert. Sie bieten maßgeschneiderte Musik-Streaming-Dienste für den Arbeitsplatz mit bestimmten Funktionen an wie die Möglichkeit, Musik nach Stimmung oder Genre auszuwählen. Man kann die Songs oder Playlists selbst auswählen. Es wird eine positive Stimmung unter den Mitarbeitern versprochen und soll damit zur Entspannung beitragen. Soundtrack Your Brand bietet eine App an und einen Hardware-Player. Man ist mit der Anwendung auch in der Lage, verschiedene Musik in verschiedenen Räumen zu spielen. (vgl. Soundtrack Your Brand, 2022)

Das Unternehmen *Headspace* wurde 2010 gegründet und hat seinen Sitz in Kalifornien (USA). Headspace bietet geführte Meditationen für die Arbeit an, unter anderem auch Kurzmeditationen für volle Terminkalender. Headspace stellt eine eigene App zur Verfügung, welche viele Meditationen zu verschiedenen Themen wie Beziehungen, Selbstvertrauen, Trauer, Mitgefühl und Stress beinhaltet. Für diese App gibt es eine Sprachauswahl, unter anderem auch Deutsch. Headspace verspricht mehr Entspannung, Gelassenheit und Ruhe für den Alltag. In der App findet man Videos, Übungen und Musik, darunter Playlists von John Legend, Hans Zimmer und Monika Kruse. (vgl. Headspace, 2023)

Headspace wirbt mit Studien, dass Mitarbeiter, die Headspace nutzen, besser und glücklicher in ihrem Job sind. Eine Studie belegt, dass die Nutzung der Headspace-App über 10 Sessions Stress reduziert. (vgl. Economides et al., 2018)

Eine weitere 3-wöchige Studie mit der Headspace-App belegt, dass deren Anwendung aggressive Reaktionen auf Provokationen hemmt. (vgl. DeSteno et al., 2018)

Eine weitere Studie weist auch darauf hin, dass die Headspace-App sich als vielversprechend erweist, da sie wichtige Fähigkeiten zur Stressbewältigung vermittelt. (vgl. Wyld et al., 2017)

Calm wurde 2012 gegründet und hat seinen Sitz ebenfalls in Kalifornien (USA). Calm hat auch eine App für Meditation herausgebracht. Die App stellt Meditationen, Atemübungen, Einschlafgeschichten, Naturgeräusche und Entspannungsmusik zur Verfügung. Die App wurde bereits 30 Millionen Mal heruntergeladen und hat täglich 65.000 neue Nutzer. Calm hilft Nutzern bei Themen wie Stressreduzierung, Angstbewältigung, Schlafverbesserung, Selbstwertgefühl, Konzentration und Beziehungen. Die App ist kostenlos, jedoch können

Premiuminhalte nur mit einem kostenpflichtigen Abonnement freigeschaltet werden. (vgl. Smith, 2023)

Auch zu der Calm App wurden Studien gemacht. Calm wurde an 88 College-Schülern getestet. Die Studie belegt, dass die Durchführung von Calm-Meditationen effektiv ist, um Stress abzubauen und um Achtsamkeit und Selbstmitgefühl zu fördern. Die Mehrheit der Studienteilnehmer berichtete, dass Calm hilfreich ist, um Stress zu reduzieren. (vgl. Huberty et al., 2019)

7Mind wurde 2014 gegründet und hat seinen Sitz in Berlin. *7Mind* ist eine Meditations-App und Plattform, die mit einer Vielzahl von geführten Achtsamkeits- und Meditationsprogrammen wirbt. Dabei werden verschiedene Themen abgedeckt. Die Kurse sind auf verschiedene Bedürfnisse zugeschnitten, z. B. Stressabbau, ruhiger Schlaf, bessere Konzentration, gute zwischenmenschliche Beziehungen und persönliches Wachstum. Die App ist in verschiedenen Sprachen verfügbar. *7Mind* zielt darauf ab, Menschen dabei zu helfen, eine regelmäßige Meditationsgewohnheit zu entwickeln und Achtsamkeit in ihr tägliches Leben zu integrieren. (vgl. *7Mind*, 2023)

Eine Studie zur *7Mind* App belegt, dass die Anwendung der App unter anderem Arbeitsengagement, Arbeitszufriedenheit, emotionale Intelligenz und Kreativität fördert. (Möltner et al., 2018)

Neowake (Vibrant Ventures GmbH) hat seinen Sitz in Köln und wurde 2018 von einem jungen Youtuber gegründet. *Neowake* (ehemals *Neobeats*) ist eine Internetplattform und bietet über 400 Soundsessions für die Bereiche Schlaf, Meditation, Entspannung, Selbstfindung und Energie an. Diese Soundtracks wurden auch in Zusammenarbeit mit Neurowissenschaftlern produziert und beinhalten binaurale Beats, monaurale Beats, isochrone Töne, Instrumentalmusik und Naturgeräusche. Man kann auf die Audioinhalte per Webanwendung zugreifen und diese auch herunterladen. Die versprochenen Effekte sind zum Beispiel Entspannung, Stressreduktion, Kreativität, Regeneration, Immunstärkung, sportliche Leistungssteigerung, verbesserter Schlaf, Fokus und Produktivität. (vgl. *neowake*, 2023)

Das junge Startup-Unternehmen *sonamedic GmbH* wurde 2018 gegründet, kommt aus Deutschland und hat seinen Sitz in Ettlingen bei Karlsruhe. *Sonamedic* wirbt ebenfalls mit einer eigenen App, die in fünf verschiedene Kategorien unterteilt ist: Stressreduzierung, Gesundheit, Produktivität, Schlafverbesserung und Entspannung. In jeder Kategorie findet man verschiedene Playlists mit Audiosessions. Insgesamt enthält die App 120 Audiosessions.

Eine Session ist ca. zehn Minuten lang. Die Audiosessions beinhalten binaurale Beats, Instrumentalmusik, Sprecher und Naturgeräusche. Die Sprecher leiten häufig den Zuhörer zu einer Meditation oder einer Gedankenreise an. Man kann die Sessions aber auch ohne Sprecher hören. Es gibt Sessions zu vielen verschiedenen Themen, wie zum Beispiel Angst, Krisenbewältigung, Ernährung, Motivation, Selbstwert, Schlaf, Entschleunigung, Erholung und Achtsamkeit. Weiterhin bietet sonamedic einen Kurs zur Stressprävention an, der von den gesetzlichen Krankenkassen unterstützt wird. Dieser beinhaltet 12 Module zu verschiedenen Themen wie zum Beispiel Stress, Emotionen, Selbstwert und Schlaf. In den Modulen wird auch funktionaler Sound in Form von Entspannungsmusik mit Sprechern und Naturgeräuschen verwendet. Jedes Modul enthält auch eine Meditation. Außerdem bietet sonamedic Audio-Raumkonzepte für Unternehmen mit Natursounds an, um so die Entspannung der Mitarbeiter in einem Unternehmen zu fördern. (vgl. sonamedic, 2023)

Woodtec wurde 1989 gegründet und ist in Gau-Algesheim in der Nähe von Mainz ansässig. *Woodtec* bietet verschiedene Lösungen zur Optimierung der Akustik im Büro an. Es kommt Soundmasking mit Nutzung von Naturgeräuschen zum Einsatz, zum Beispiel Wind-, Wasser-, Wald- und Feuer-Sounds. Außerdem kann man hier Schallwandler beziehen, die zum Beispiel unter dem Tisch des Arbeitsplatzes montiert werden können. Der Schalldruckpegel und die Frequenz des Schallwandlers werden anschließend an den Raum angepasst. *Woodtec* wirbt mit einer höheren Konzentrationsfähigkeit, mehr Effizienz und Zufriedenheit der Mitarbeiter am Arbeitsplatz. (vgl. woodtec, 2023)

4 Diskussion der Ergebnisse

Funktionaler Sound am Arbeitsplatz bietet in der modernen Arbeitswelt vielseitige Möglichkeiten, wie zum Beispiel den Einsatz von Naturgeräuschen oder Entspannungsmusik. In dieser Arbeit wurden mittels umfassender Literatur- und Studienrecherche Forschungen zu ausgewählten Sounds wie binaurale Beats, monaurale und isochrome Töne sowie Naturgeräusche und Musik auf ihre Wirkung für den Einsatz am Arbeitsplatz untersucht.

Der Einfluss und die Wirkung von binauralen Beats sind differenziert zu betrachten. Die in dieser Arbeit ausgewerteten sechs Studien kommen zu verschiedenen Ergebnissen.

Eine Studie aus dem Jahr 2015 mit 102 Teilnehmern wurde in Chemnitz durchgeführt und belegt, dass binaurale Beats keinen Effekt auf die Entspannung des Menschen haben (vgl. Schamber et al., 2015). Hingegen fand man in drei anderen Studien Entspannungs- oder

Stressreduktionseffekte (vgl. McConnell et al., 2014; Gupta et al., 2016; Lee et al., 2022). Daher ist weitere Forschung notwendig, um zu untersuchen, ob binaurale Beats tatsächlich einen positiven Einfluss auf Entspannung haben.

Ein weitere Studie zeigte, dass binaurale Beats positive Effekte auf das Arbeitsgedächtnis haben (vgl. Kraus & Porubanova, 2015). Das heißt binaurale Beats können bei kognitiven Aufgaben förderlich sein. Weiterhin kam man in einer Studie zu dem Ergebnis, dass binaurale Beats einen positiven Einfluss auf den Schlaf von Menschen haben und auch den Wach-Zustand nach dem Schlafen verbessern. Die Müdigkeit war verringert und die Motivation im Alltag höher (vgl. Abeln et al., 2014). Das bedeutet, binaurale Beats können außerhalb des Arbeitsplatzes genutzt werden, um Entspannung bzw. Schlaf zu fördern. Eine bessere Schlafqualität kann sich schließlich auch positiv auf die Produktivität am Arbeitsplatz auswirken.

Kritisch zu betrachten ist, dass die Teilnehmerzahl der Studien oft sehr gering war. Vier der Studien wurden mit weniger als 100 Teilnehmer durchgeführt (vgl. Abeln et al., 2014; Gupta et al., 2016; Lee et al., 2022; McConnell et al., 2014). Das schwächt die Aussagekraft der Ergebnisse. Weiterhin sollte zusätzliche Forschung mit der Fragestellung betrieben werden, in welchem Frequenzspektrum konkret binaurale Beats wirken können, da die Forschungen von Oster zu diesem Thema schon 50 Jahre alt sind. (vgl. Oster, 1973) Des Weiteren muss auch näher untersucht werden, inwiefern binaurale Beats wirklich in der Lage sind, die Gehirnwellen zu beeinflussen, da eine Studie zu dem Ergebnis kam, dass binaurale Beats keinen Einfluss auf die Gehirnwellen hatten (vgl. Lee et al., 2022).

Zu monauralen Beats wurden vier Studien ausgewertet, die fast ausschließlich positive Effekte belegen (vgl. Chaieb et al., 2017; Cheng et al., 2022; Lin & Chen, 2023; Shepherd et al., 2023). Eine Studie berichtet über eine Reduzierung der Angstgefühle (vgl. Chaieb et al., 2017) und drei Studien berichten über verbesserte Entspannung (vgl. Cheng et al., 2022; Lin & Chen, 2023; Shepherd et al., 2023). Dabei ist kritisch zu betrachten, dass zwei der Studien monaurale Beats verwendet haben, welche sich außerhalb des Hörbereiches des Menschen befanden und somit nicht über das menschliche Gehör wahrnehmbar waren (vgl. Cheng et al., 2022; Lin & Chen, 2023). Dennoch belegen sie positive Effekte in Bezug auf die Entspannung. Weiterhin ist kritisch zu betrachten, dass die Teilnehmerzahl von drei Studien mit 12 bis 25 Teilnehmern gering war (vgl. Chaieb et al., 2017; Cheng et al., 2022; Lin & Chen, 2023). Lediglich eine Studie wurde mit 57 Teilnehmern durchgeführt (vgl. Shepherd et al., 2023).

Die Studienlage zu isochronen Tönen ist weniger ergiebig. In dieser Arbeit wurden drei Studien ausgewertet. Eine Studie belegte, dass mit Hinzunahme von isochronen Tönen das Schmerzempfinden reduziert und damit auch die Medikamentenzufuhr verringert werden können (vgl. Merrill & Amin, 2021). Das heißt, sie hatten einen positiven Effekt in Bezug auf Entspannung. In der Studie von Doherty wurde belegt dass isochrone Töne in Musik eingebettet werden können, um so die Monotonie des isochronen Tons mit der abwechslungsreichen Musik zu überdecken (vgl. Doherty, 2014). Allerdings ist die dritte Studie sehr kritisch gegenüber dem Einsatz von isochronen Tönen (vgl. Moniz-Lewis & Frederick, 2020). Man konnte nach der Anwendung von isochronen Tönen und Musik weniger Alpha-Wellen messen als zuvor, obwohl die isochronen Töne im Alpha-Bereich produziert wurden. Der Effekt ist möglicherweise auf die Musik zurückzuführen. Hier ist noch mehr Forschung nötig, um Klarheit über die Wirkung von isochronen Tönen auf das Gehirn zu schaffen.

In den acht Studien, welche zu Naturgeräuschen ausgewertet wurden, ist man sich in der Aussage einig, dass Naturgeräusche einen positiven Effekt auf den Menschen haben. Sie können Stress, Schmerzen und Ängste reduzieren, kognitive Leistung verbessern, Entspannung fördern und die Stimmung heben. Allerdings hatten Naturgeräusche keine Effekte in Bezug auf die Steigerung der Aufmerksamkeit oder das Abschwächen von depressiven Zuständen. Des Weiteren lassen sich Naturgeräusche gut in Pausen einsetzen, um die Entspannung zu fördern. Man kann sie auch mit Entspannungsmusik kombinieren, um so noch bessere Entspannungseffekte zu erzielen. Weiterhin konnte in einer Studie belegt werden, dass Wassergeräusche Straßenverkehrslärm angenehmer erscheinen lassen (vgl. Steffens et al., 2014). Diese Erkenntnis deutet darauf hin, dass Naturgeräusche als Maskierungsgeräusch beim Soundmasking eingesetzt werden können.

Die Studien zu Naturgeräuschen weisen durchschnittlich hohe Teilnehmerzahlen auf. Drei Studien wurden mit 75 bis 295 Teilnehmern durchgeführt, was für die Aussagekraft der Ergebnisse spricht. (vgl. Benfield et al., 2014; Facharztmagazine, 2022; Frings et al., 2023) Zusammenfassend sind Naturgeräusche vielversprechend für den Einsatz am Arbeitsplatz. Jedoch muss hier zwischen den verschiedenen Arten von Naturgeräuschen differenziert werden. Der Sound eines friedlich singenden Vogels wirkt anders als ein lautes, donnerndes Gewitter.

Diese Arbeit untersuchte außerdem elf Studien und Literatur zur Wirkung von Musik. Beim Einsatz von Musik ist die Geschwindigkeit (Beats per Minute) der Musik zu beachten. Sie ist

einer der wichtigsten Merkmale für die Wirkung der Musik. Langsamere Musik hat eher entspannende Effekte als schnelle Musik.

Einige Studien und Untersuchungen konnten positive Effekte von Musik belegen, wie Senkung von Prüfungsangst, Steigerung der Produktivität, Verbesserung der Arbeitsqualität und Stimmung, Steigerung der kognitiven Leistungsfähigkeit und bessere Konzentration.

Zwei Studien ergaben, dass klassische Musik die Prüfungsangst senken kann (vgl. Haynes, 2003; Namwamba, 2012). Je geringer die Angst ist, desto bessere Prüfungsergebnisse können erzielt werden (vgl. Namwamba, 2012). Diese Effekte sind auch auf den Arbeitsalltag übertragbar. Leidet ein Mitarbeiter angesichts einer Aufgabe unter Versagensangst, so ist Musik ein wirksames Mittel, um die Angst zu mindern. Andere Studien kamen aber zu anderen Ergebnissen und haben zum Beispiel den Effekt der Leistungssteigerung nicht belegen können (vgl. Goldenberg et al., 2013; Rötter, 2017, S. 233). Ob die Musik von Mozart die Leistung in einem Test verbessern kann, bleibt unklar. Eine Studie belegt diese Aussage (vgl. Rauscher et al., 1993; Rötter, 2017, S. 13), eine andere widerspricht ihr (vgl. Goldenberg et al., 2013).

Es muss nicht zwangsläufig klassische Musik eingesetzt werden. Viel wichtiger ist es, dem Mitarbeiter die Wahl über die Musik zu lassen. Das gibt den Mitarbeitern auch ein Gefühl von Kontrolle über ihre Umgebung. Musik wirkt auf jeden Menschen unterschiedlich (vgl. Blood & Zatorre, 2001). Für Musik am Arbeitsplatz ist das Verständnis dieser Tatsache grundlegend. Denn was bei dem einen Mitarbeiter entspannend wirkt, könnte bei einem anderen eine Stressreaktion auslösen oder diesen wütend machen. Deshalb sollte man unbedingt auf den Musikgeschmack des Mitarbeiters eingehen, wenn man eine positive Wirkung erreichen möchte. Berücksichtigt man diesen Aspekt, entstehen beim Mitarbeiter gute Laune und Wohlbefinden, was sich im Arbeitsalltag in Form von zunehmender Hilfsbereitschaft und Entspannung sowie Steigerung der Motivation und Arbeitsproduktivität zeigen kann.

Musik spricht das Belohnungssystem im Gehirn des Menschen an. Sie kann am Arbeitsplatz als Belohnung eingesetzt werden, zum Beispiel nach erfolgreicher Erledigung einer Aufgabe oder um das Wohlbefinden zu verbessern. Entspannungsmusik kann Stress reduzieren und das Cortisol-Level beeinflussen. Fühlt sich ein Mitarbeiter gestresst, ist es möglich, dem Anstieg des Stresslevels mit Hilfe von Entspannungsmusik gezielt entgegenzuwirken.

Eine weitere Studie belegte, dass Teilnehmer realistische Annahmen über die Wirkung von Musik auf ihre Fähigkeiten hatten (vgl. Speer, 2011). Das heißt sie konnten schon im Voraus sagen, ob Musik sie ablenken würde oder produktiver macht. Weiterhin hat man herausgefunden, dass Musik genutzt werden kann, um die Kreativität zu steigern, um

Inspiration zu finden, um sich von der Büroumgebung abzuschotten oder dem Arbeitsalltag zu entfliehen.

Eine Studie kam zu dem Schluss, dass Vokalmusik negative Wirkung auf die Aufmerksamkeit und Arbeitsleistung hat (vgl. Shih et al., 2012). Schwierige Aufgaben, zum Beispiel die Bearbeitung von langen Listen oder Tabellen, sollten in Ruhesituationen erfolgen, weil man sich dann besser konzentrieren kann. Aufgaben, welche das Gedächtnis oder Erinnerungsvermögen benötigen, sollten daher ohne Musik ausgeführt werden.

Vokalmusik hat negative Auswirkungen auf das Textverständnis und ist deshalb beim Lesen und Verstehen von Texten generell nicht geeignet (vgl. Rötter, 2017, S. 14). Während des Arbeitens sollte also vor allem auf Vokalmusik verzichtet werden. In Pausen kann man jegliche Musik gut einsetzen, um die Stimmung zu heben und einen Entspannungseffekt zu erzielen. Die Teilnehmerzahlen der aufgeführten Studien und Umfragen zu Musik am Arbeitsplatz waren unterschiedlich hoch, variierend zwischen 24 und 800 Teilnehmern.

Innerhalb dieser Arbeit wurde außerdem Lärm am Arbeitsplatz untersucht. Lärm verringert die Aufmerksamkeit und Konzentration, erhöht damit die Fehlerquote, verringert die Reaktionsleistung und kann zudem die Gesundheit der Mitarbeiter gefährden. Aufgrund daraus resultierender Krankheitsausfälle, Unfälle oder Fehlentscheidungen der Mitarbeiter entstehen dem Unternehmen zusätzliche Kosten. Lärm fördert mitunter Missverständnisse zwischen Mitarbeitern, wodurch es ebenfalls zu Fehlentscheidungen und Konflikten kommen kann.

Unerwünschter Sprachschall, auch irrelevante Sprache oder irrelevanter Sound genannt, stört Mitarbeiter in Mehrpersonenbüros besonders. Dadurch werden Gedächtnisleistung und die kognitive Leistungsfähigkeit beeinträchtigt. Ähnliche Effekte wurden in den Untersuchungen zur Vokalmusik aufgezeigt. Sprache zieht die Aufmerksamkeit der Mitarbeiter auf sich und kann zu starker Ablenkung führen. Bei unerwünschtem Sprachschall ist es für ein Unternehmen von Vorteil, akustische Gegenmaßnahmen einzuleiten.

Zur Verbesserung der Raumakustik in Büros kann man unter anderem ein Soundmasking-System installieren. Diese Arbeit hat sich mit Soundmasking-Systemen beschäftigt, weil diese auch eine Art von funktionalem Sound verwenden. Eine Studie belegt, dass Soundmasking die negativen Auswirkungen von ablenkenden Geräuschen verringert (vgl. Hongisto, 2008). Kritisch an dieser Studie ist die mit dreizehn Probanden sehr geringe Teilnehmerzahl. Soundmasking muss also in weiteren Studien noch eingehender untersucht werden. Beim Soundmasking sollten vor allem Konsonanten verdeckt werden, weil diese

hauptsächlich für eine gute Sprachverständlichkeit verantwortlich sind. Soundmasking mit Naturgeräuschen bietet vielerlei Einsatzmöglichkeiten, da Naturgeräusche wie zum Beispiel ein Wasserfall oft einen hohen Rauschanteil haben. Zudem haben Naturgeräusche - wie oben bereits genannt - positive Effekte auf den Menschen und sind damit für Soundmasking am Arbeitsplatz relevant. Man könnte so einen Entspannungseffekt in ein Mehrpersonenbüro bringen. Voraussetzung dafür ist, dass alle Mitarbeiter mit dem Soundmasking einverstanden sind und sich damit wohlfühlen. Das ist auch der Kritikpunkt am Soundmasking mit Lautsprecherinstallationen. Man beschallt mehrere Mitarbeiter gleichzeitig und kann damit nicht auf individuelle Wünsche des Mitarbeiters eingehen. Zusätzlich steigt zwangsläufig der Lautstärkepegel, was störend auf Mitarbeiter wirken kann. Zusammengefasst sollte Soundmasking also vorrangig eingesetzt werden, um störende Sprache zu verdecken. Es eignet sich also in Mehrpersonenbüros, in denen Mitarbeiter viel kommunizieren und andere Mitarbeiter sich dadurch gestört fühlen.

Soundmasking wird häufig als ein System verkauft, bei dem Lautsprecher im Raum verbaut werden. Jedoch kann Soundmasking auch über Kopfhörer funktionieren.

Kopfhörer sind eine weitere Lösung gegen das Lärm-Problem. Häufig haben vor allem Over-Ear-Kopfhörer einen starken Schallabsorptionseffekt und schirmen den Träger von Schall ab. Eine erweiterte Form sind Noise-Cancelling-Kopfhörer, welche den Schall von außen fast komplett auslöschen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, funktionalen Sound, wie zum Beispiel Naturgeräusche, über die Kopfhörer abzuspielen, um deren positive Effekte zu nutzen und um eine noch bessere äußerliche Verdeckung von Schall zu erzielen.

Hinsichtlich des Yerkes-Dodson-Gesetzes muss darauf geachtet werden, dass funktionaler Sound am Arbeitsplatz eher bei monotonen, leichten Aufgaben geeignet ist als bei schweren, kognitiv anspruchsvollen Aufgaben. Die Leistungsfähigkeit kann bei leichten Aufgaben durch funktionalen Sound verbessert werden. Bei schwierigen Aufgaben wirkt funktionaler Sound eher störend und hat negative Auswirkungen in Bezug auf Leistungsfähigkeit und Konzentration der Mitarbeiter.

Bezüglich des Habituationseffektes muss beachtet werden, den funktionalen Sound am Arbeitsplatz regelmäßig zu wechseln, um einen Gewöhnungseffekt zu vermeiden. Falls eine Gewöhnung eintritt, könnte das die Effekte der funktionalen Sounds schwächen. Man sollte daher gelegentlich Abwechslung in die funktionalen Sounds am Arbeitsplatz bringen.

Die Erfolgstheorie des Brainwave Entrainments muss weiter untersucht werden, da mehrere, innerhalb dieser Arbeit ausgewertete Studien belegt haben, dass binaurale Beats

und isochrome Töne keine Effekte auf die Gehirnwellen hatten, also kein Brainwave-Entrainment-Effekt zustande gekommen ist.

Zusammenfassend sei gesagt:

Die vorliegende Arbeit konnte bei der Literaturrecherche nur einen Bruchteil der Vielzahl von Studien und Literatur abdecken. Es gibt noch viele andere relevante Studien und Literatur zu diesem Thema. Ein Großteil der Studien musste aus der englischen Sprache ins Deutsche übersetzt werden. Zudem waren Studien und Literatur nicht immer transparent und klar nachvollziehbar. Oft wurden keine spezifischen Angaben dazu gemacht, welche Naturgeräusche verwendet wurden oder welche Musikgenres oder Titel gehört wurden.

Zu binauralen Beats, isochronen Tönen und monauralen Beats wurden vergleichsweise wenig Studien ausgewertet, weil sich diese Arbeit auch auf die Erklärung der Produktion der Sounds fokussiert hat. Zu Naturgeräuschen und Musik wurden doppelt so viele Studien ausgewertet, aber selten die Anwendung und Wirkung von funktionalen Sounds über einen längeren Zeitraum untersucht, auch im Hinblick auf den Habituations- bzw. Gewöhnungseffekt.

In der Marktanalyse wurde eine Auswahl von elf Unternehmen bzw. Internetplattformen vorgestellt, die Applikationen mit funktionalem Sound anbieten. Am häufigsten werden Apps angeboten, welche funktionalen Sound beinhalten. Die Unternehmen Headspace, Calm und 7Mind haben mit Studien zu ihren Produkten die Wirksamkeit belegt. Dabei ist anzumerken, dass in dem Themenbereich der funktionalen Sounds Auftragsforschung von Unternehmen und Firmen durchgeführt wird. Daher kann es sein, dass Studien, welche keine oder negative Ergebnisse liefern, nicht veröffentlicht werden. Außerdem liegt es im Interesse der Unternehmen, positive Effekte zu vermarkten. Daher könnten Studien so konstruiert werden, dass sie positive Effekte begünstigen, jedoch in der Realität dann aber keine signifikanten Effekte auftreten.

Wenn Menschen bei ihrer Arbeit beobachtet werden, bringt das eine Verbesserung der Leistung mit sich. Das reine Beobachten der Mitarbeiter hat also Auswirkungen auf ihr Arbeitsverhalten. Das nennt man den Hawthorne-Effekt und dieser wird in Studien häufig nicht berücksichtigt. Mitarbeiter, welche die Aussicht auf eine Verbesserung der Arbeitsverhältnisse mit Musik haben, können in Studien positivere Antworten geben, weil sie die neuen Arbeitsverhältnisse beibehalten wollen. Darüber hinaus können Studien ein verfälschtes Ergebnis zeigen, weil Mitarbeiter unter monotonen Arbeitsbedingungen eher

Musik befürworten als Mitarbeiter, welche hohe Konzentration für ihren Job benötigen. Daher sind die Studienergebnisse mit Vorsicht zu betrachten. (vgl. Fasching, 2014, S.17)

5 Fazit und Ausblick

Ziel der Arbeit war es, den Einfluss von funktionalem Sound am Arbeitsplatz zu untersuchen und speziell die Forschungsfrage zu beantworten, ob funktionaler Sound am Arbeitsplatz das Stresslevel senken bzw. die Entspannung fördern kann. Als spezieller Arbeitsplatz wurde hier der Büroarbeitsplatz bzw. das Homeoffice definiert.

Zum Beginn der Arbeit wurden die theoretischen Grundlagen zur Schallwahrnehmung und emotionalen Wirkung von Sound näher erläutert. Auf wichtige Themen der Psychoakustik wie Stress, Entspannung, Brainwave Entrainment, das Yerkes-Dodson-Gesetz und den Habituationseffekt wurde dabei ebenfalls eingegangen. Im Hauptteil der Arbeit wurden mittels einer umfangreichen Literatur- und Studienrecherche binaurale Beats, monaurale Beats, isochrome Töne, Naturgeräusche, Instrumentalmusik und Vokalmusik als ausgewählte funktionale Sounds vorgestellt und ihre Anwendung am Arbeitsplatz in Bezug auf Erhöhung der Produktivität, Entspannung, Stressreduzierung und das Wohlbefinden von Mitarbeitern untersucht. Weiterhin wurde sich auch mit den Themen Lärm am Arbeitsplatz und Soundmasking als Möglichkeit zur Lärmreduzierung beschäftigt.

Nach umfassender Literaturrecherche und eingehender Diskussion der Ergebnisse kann abschließend festgestellt werden, dass bestimmte funktionale Sounds am Arbeitsplatz in Bezug auf Entspannungsförderung und Stressreduzierung genutzt werden können. Die Ergebnisse der Literaturrecherche zeigen sowohl positive als auch negative Effekte auf den Mitarbeiter. Funktionale Sounds mit positiven Effekten wären beispielsweise Naturgeräusche oder monaurale Beats, die entspannend wirken. Der Einsatz von funktionalen Sounds oder speziell Musik am Arbeitsplatz kann zum einen Einfluss auf das Wohlbefinden der Mitarbeiter nehmen, indem Stress reduziert und damit die Entspannung unterstützt wird. Insbesondere in Pausen kann funktionaler Sound effektiv zur Entspannung genutzt werden. Zum anderen wird durch die Anwendung von funktionalen Sounds Abwechslung in den Arbeitsalltag gebracht, die Zufriedenheit am Arbeitsplatz gestärkt und damit das Arbeitsklima durch gute Stimmung positiv beeinflusst.

Besonders wichtig ist es, auf die persönlichen Präferenzen der Mitarbeiter einzugehen, um eine Verstärkung der positiven Effekte zu erzielen. Zu vermeiden ist funktionaler Sound,

welche dem Mitarbeiter nicht gefällt. Außerdem ist je nach Aufgabe abzuwägen, ob funktionaler Sound angewendet werden soll. Bei leichten, monotonen und repetitiven Aufgaben kann funktionaler Sound angewendet werden und positive Effekte hervorrufen, während bei kognitiv-anspruchsvollen Aufgaben auf Vokalmusik und Sprache verzichtet werden sollte, weil diese zu stark ablenken kann. Hier sollte man wenn, dann nur subtilen funktionalen Sound anwenden.

Es hat sich außerdem erwiesen, dass auch durch Sprache hervorgerufener Lärm im Büro besonders stressfördernd ist. Deshalb sollten in Großraumbüros bei störendem Sprachschall neben bauakustischen Lösungen auch unbedingt präventive Maßnahmen in Form von Soundmasking getroffen werden. Mit Soundmasking sinkt die Sprachverständlichkeit des Sprachlärms und Mitarbeiter können sich besser konzentrieren. Besonders hier sollte man eher in Richtung Naturgeräusche für den Einsatz beim Soundmasking forschen, weil diese meist einen hohen Rauschanteil haben und somit relevant für Soundmasking sind.

Bei gemeinsamer Arbeit an einem Arbeitsplatz mit häufigen Unterhaltungen der Mitarbeiter ist die Verwendung von gut abschirmenden Kopfhörern oder Noise-Cancelling-Kopfhörern für die Anwendung von funktionalem Sound am besten, da dadurch der Störschallpegel der Büroumgebung gesenkt wird. Zusätzlich kann man über die Kopfhörer funktionalen Sound wie Naturgeräusche hören, um die Entspannung zu fördern und so einen besseren Maskierungseffekt zu erzielen.

Die Marktanalyse hat gezeigt, dass funktionaler Sound bereits in verschiedenen Varianten angeboten wird, zum Beispiel in Form von Apps, Webanwendungen und Soundmasking-Systemen. Es wurden auch Forschungen zu den Produkten durchgeführt, welche positive Effekte wie die Reduzierung von Stress belegen.

Die bisherige Forschung zu funktionalen Sounds bzw. funktionaler Musik am Arbeitsplatz ist noch jung und die Wirkungsmechanismen der funktionalen Sounds sind noch nicht vollständig erforscht. Es ist noch viel weitere Forschung erforderlich. Speziell ist insbesondere in Richtung Naturgeräusche als Soundmasking zu forschen, da das bisherige Soundmasking normalerweise mit einem Rauschen durchgeführt wird. Für den Einsatz am Arbeitsplatz ist weiterhin die Wirkung von Soundmasking mit Meeresrauschen, Blätterrauschen oder Vogelgezwitscher zu untersuchen.

Aufbauend auf dieser Literaturrecherche wäre es denkbar, eine Studie durchzuführen, welche die innerhalb dieser Arbeit beschriebenen, funktionalen Sounds in der Anwendung vergleicht. Eine spezielle Forschungsfrage könnte beispielsweise lauten: Welcher funktionale Sound wirkt am entspanntesten? Dabei wäre es vorstellbar, die hier vorgestellten Arten von funktionalem Sound an Probanden zu testen und in der Auswertung direkt gegenüberzustellen.

Generell ist es erforderlich, mehr das Gebiet der Akustik des Menschen zu erforschen. Im Grunde genommen basiert das menschliche Leben auch auf Schwingungen (Herzfrequenz, Atemfrequenz). Das Gehirn des Menschen schwingt in verschiedenen Frequenzen und es lassen sich Gehirnwellen messen. Diese stehen im Zusammenhang mit den Bewusstseinszuständen des Menschen wie Schlaf, Entspannung und Fokus. Wie kann man es erreichen, diese Bewusstseinszustände akustisch zu beeinflussen? Das klassische Brainwave Entrainment beschäftigt sich häufig lediglich damit, wie man mit Luftschall über das Gehör das Gehirn beeinflussen kann. Kann man das Gehirn auch über Körperschall beeinflussen? Durch weitere Forschung in diesen Bereichen könnte man ein noch besseres Verständnis dafür bekommen, wie Schall bzw. Schwingungen den Menschen beeinflussen können.

Literaturverzeichnis

- 7Mind. (2023). 7Mind | Achtsamkeit in Organisationen. Abgerufen 20. Juli 2023, von 7Mind website: <https://www.7mind.de/unternehmen>
- Abadin, A. F. M. Z., Imtiaz, A., Ahmed, M. M., & Dutta, M. (2021). A Brief Study of Binaural Beat: A Means of Brain-Computer Interfacing. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2021, e6814208. <https://doi.org/10.1155/2021/6814208>
- Abeln, V., Kleinert, J., Strüder, H. K., & Schneider, S. (2014). Brainwave entrainment for better sleep and post-sleep state of young elite soccer players – A pilot study. *European Journal of Sport Science*, 14(5), 393–402. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.819384>
- Alberg, M. (2021). Anleitung: Stimulation durch Isochrone Töne. Abgerufen 5. Juli 2023, von Neowake.de website: <https://neowake.de/isochrone-toene/>
- Altenmüller, E. (2015). Musik – die Sprache der Gefühle? Neurobiologische Grundlagen emotionaler Musikwahrnehmung: In R. Schnell (Ed.), *Wahrnehmung - Kognition - Ästhetik: Neurobiologie und Medienwissenschaften* (S. 139–156). Bielefeld: transcript Verlag. <https://doi.org/10.1515/9783839403471-006>
- Aparecido-Kanzler, S., Cidral-Filho, F. J., Prediger, R. D., Aparecido-Kanzler, S., Cidral-Filho, F. J., & Prediger, R. D. (2021). Effects of binaural beats and isochronic tones on brain wave modulation: Literature review. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 22(6), 238–247. <https://doi.org/10.24875/rmn.20000100>
- Auracle Sounds. (2021). Hintergrundmusik für Büros—Musik zur Konzentration. Abgerufen 20. Juli 2023, von <https://www.auraclesound.de/background-music/office-corporate/>
- Bachmann, H.-P., & Wampfler, B. (2022). *Wie wirken Schallwellen auf Pflanzen und Mikroorganismen?* <https://doi.org/10.34776/AFS13-168>

- Bartl, W. (2023). Musik in der Sauna. Abgerufen 23. Juni 2023, von Sauna Portal website:
<https://sauna-portal.com/blog/musik-in-der-sauna/>
- Benfield, J. A., Taff, B. D., Newman, P. B., & Smyth, J. M. (2014). Natural sound facilitates mood recovery. *Ecopsychology*, 6(3), 183–188.
<https://doi.org/10.1089/eco.2014.0028>
- Berufsgenossenschaft Handel und Warendistribution (Hrsg.). (2011). Handbuch Psychische Belastung am Arbeitsplatz. (1. Auflage). Jedermann-Verlag GmbH.
- Blood, A. J., & Zatorre, R. J. (2001). Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(20), 11818–11823.
<https://doi.org/10.1073/pnas.191355898>
- Buxton, R. T., Pearson, A. L., Allou, C., Fristrup, K., & Wittemyer, G. (2021). A synthesis of health benefits of natural sounds and their distribution in national parks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(14).
<https://doi.org/10.1073/pnas.2013097118>
- Chaieb, L., Caroline, W., Reber, T., & Fell, J. (2015). Auditory Beat Stimulation and its Effects on Cognition and Mood States. *Frontiers in Psychiatry*, 6.
<https://doi.org/10.3389/fpsy.2015.00070>
- Chaieb, L., Wilpert, E. C., Hoppe, C., Axmacher, N., & Fell, J. (2017). The Impact of Monaural Beat Stimulation on Anxiety and Cognition. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11. Abgerufen von
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2017.00251>
- Cheng, C.-M., Lin, T.-F., Chen, Y.-J., & Chen, L.-B. (2022). Promoting Relaxation Using Monaural Beats With Ultralow-Frequency Inaudible Sounds: An Empirical Case

Study. *IEEE Access*, 10, 50807–50818.

<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3173744>

Chiang, L.-C. (2012). *The Effects of Music and Nature Sounds on Cancer Pain and Anxiety in Hospice Cancer Patients* (Case Western Reserve University). Case Western

Reserve University. Abgerufen von

https://etd.ohiolink.edu/apexprod/rws_olink/r/1501/10?clear=10&p10_accession_num=case1323181038

D'Amelio, R. (2009). *Studienbrief Entspannung*. Abgerufen von [https://www.uniklinikum-](https://www.uniklinikum-saarland.de/fileadmin/UKS/Einrichtungen/Kliniken_und_Institute/Medizinische_Kliniken/Innere_Medizin_IV/Patienteninfo/Psychologe/Entspannung_EntspannungsverfahrenSTUDIENBRIEF.pdf)

[saarland.de/fileadmin/UKS/Einrichtungen/Kliniken_und_Institute/Medizinische_Kliniken/Innere_Medizin_IV/Patienteninfo/Psychologe/Entspannung_EntspannungsverfahrenSTUDIENBRIEF.pdf](https://www.uniklinikum-saarland.de/fileadmin/UKS/Einrichtungen/Kliniken_und_Institute/Medizinische_Kliniken/Innere_Medizin_IV/Patienteninfo/Psychologe/Entspannung_EntspannungsverfahrenSTUDIENBRIEF.pdf)

DeLoach, A., Carter, J., & Braasch, J. (2015). Tuning the cognitive environment: Sound masking with “natural” sounds in open-plan offices. *Journal of the Acoustical Society of America*, 137, 2291–2291. <https://doi.org/10.1121/1.4920363>

DeSteno, D., Lim, D., Duong, F., & Condon, P. (2018). Meditation Inhibits Aggressive Responses to Provocations. *Mindfulness*, 9(4), 1117–1122.

<https://doi.org/10.1007/s12671-017-0847-2>

Dickreiter, M., Dittel, V., Hoeg, W., & Wöhr, M. (Hrsg.). (2014). *Handbuch der*

Tonstudioteknik. Berlin, Boston: De Gruyter Saur.

<https://doi.org/doi:10.1515/9783110316506>

Dofek, S. J. (2019). *Genotyp-Phänotyp-Korrelation bei Schwerhörigkeit: Genetische Varianten im peripheren Hörsystem und die Hörleistung mit Cochlea-Implantat* (Dissertation, Universität Tübingen). Universität Tübingen.

<https://doi.org/10.15496/publikation-31325>

- Doherty, C. (2014). *A comparison of alpha brainwave entrainment, with and without musical accompaniment*. Abgerufen von <https://esource.dbs.ie/handle/10788/2020>
- Dörfler, T. (2007). *Intelligenz, Persönlichkeit und die mediierende Wirkung von Itembearbeitungszeiten*.
https://www.researchgate.net/publication/27560099_Intelligenz_Personlichkeit_und_die_mediiierende_Wirkung_von_Itembearbeitungszeiten
- Economides, M., Martman, J., Bell, M. J., & Sanderson, B. (2018). Improvements in Stress, Affect, and Irritability Following Brief Use of a Mindfulness-based Smartphone App: A Randomized Controlled Trial. *Mindfulness*, 9(5), 1584–1593.
<https://doi.org/10.1007/s12671-018-0905-4>
- Engelbregt, H., Meijburg, N., Schulten, M., Pogarell, O., & Deijen, J. (2019). The Effects of Binaural and Monoaural Beat Stimulation on Cognitive Functioning in Subjects with Different Levels of Emotionality. *Advances in Cognitive Psychology*, 15, 199–2017.
<https://doi.org/10.5709/acp-0268-8>
- Entspann dich, Deutschland!* (2021). Abgerufen von
<https://www.tk.de/resource/blob/2118106/cbdb7ed26363a35145d753516510f92d/stressstudie-2021-pdf-zum-download-data.pdf>
- Facharztmagazine, R. (2022). Vogelgesang mindert paranoide Zustände. *Schmerzmedizin*, 38(6), 9–9. <https://doi.org/10.1007/s00940-022-4058-0>
- Fackler, G. (2007). *Musik als Komponente des Lageralltags*. Abgerufen von <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2008/5313>
- Falk, H. (2002). *Entspannung als Element der Gesundheitsförderung im Schulsport—Ein Vergleich westlicher und fernöstlicher Entspannungsverfahren*.
https://epub.uni-regensburg.de/10079/1/E_72.PDF

- Fasching, E.-M. (2014). *Funktionale Musik ethisch bewertet / vorgelegt von Eva-Maria Fasching*. Abgerufen von <http://unipub.uni-graz.at/obvuhrhs/243180>
- Fried, R., & Berkowitz, L. (1979). Music hath charms. . . And can influence helpfulness. *Journal of Applied Social Psychology*, 9, 199–208. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1979.tb02706.x>
- Frings, K., Schiller, I. S., Yadav, M., & Schlittmeier, S. J. (2023). *Biophiles Design für die Ohren: Verbessern Naturgeräusche in Mikropausen die Aufmerksamkeits- und Stresserholung nach Arbeitsphasen?* [Online]. Berlin: Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V.
- Fry, A., Braren, S., Pitaro, N., Larson, B., & Putrino, D. (2021). Music Augmented With Isochronic Auditory Beats or Vibrotactile Stimulation Does Not Affect Subsequent Ergometer Cycling Performance: A Pilot Study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15. Abgerufen von <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2021.713193>
- Gauger, F., Pfnür, A., & Skarabi, J. (2020). *Arbeitswelten im Wandel: Coworking Spaces. Eine empirische Befragung der Eigenschaften und Nutzerpräferenzen von Coworking Spaces* (Working Paper Nr. 39). Arbeitspapiere zur immobilienwirtschaftlichen Forschung und Praxis. Abgerufen von Arbeitspapiere zur immobilienwirtschaftlichen Forschung und Praxis website: <https://www.econstor.eu/handle/10419/223375>
- Gebhardt, M. (2016). *Effektivität der Funktionellen Entspannung zur Stressprävention*. <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1286738/1286738.pdf>
- Ghadiri, A., & Singh, U. (2016). Entspannung und Leistungsfähigkeit durch Mind Machines. In A. Ghadiri, A. Ternès, & T. Peters (Hrsg.), *Trends im Betrieblichen Gesundheitsmanagement: Ansätze aus Forschung und Praxis* (S. 175–182). Wiesbaden: Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-07978-9_13

- Goldenberg, M., Floyd, A., & Moyer, A. (2013). *The effect of a brief music intervention No Effect of a Brief Music Intervention on Test Anxiety and Exam Scores in College Undergraduates*. Abgerufen von <https://www.semanticscholar.org/paper/The-effect-of-a-brief-music-intervention-No-Effect-Goldenberg-Floyd/b30aa1757368eb1a01c5f6eb34dee88816e702e7>
- Gupta, A., Ramdinmawii, E., & Mittal, V. K. (2016). Significance of alpha brainwaves in meditation examined from the study of binaural beats. *2016 International Conference on Signal Processing and Communication (ICSC)*, 484–489.
<https://doi.org/10.1109/ICSPCom.2016.7980629>
- Haake, A. B. (2011). Individual music listening in workplace settings: An exploratory survey of offices in the UK. *Musicae Scientiae*, 15(1), 107–129.
<https://doi.org/10.1177/1029864911398065>
- Harbs, D. (2021). Mental Balance – Das Wichtigste gegen Stress. In D. Harbs (Hrsg.), *Immun, fit und gesund – ohne Medikamente: Über 100 Antworten von Ihrem Arzt* (S. 81–100). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-62751-8_3
- Haynes, S. (2003). The effect of background music on the mathematics test anxiety of college algebra students. *Graduate Theses, Dissertations, and Problem Reports*. Abgerufen von <https://researchrepository.wvu.edu/etd/9010>
- Headspace. (2023). Headspace—Die App für Meditation und Entspannung. Abgerufen 24. Mai 2023, von Headspace website: <https://www.headspace.com>
- Hikaru, H., Keijiro, S., Okada, S., Hiromatsu, K., & Takeda, N. (2022). The Relaxation Effect of Music and Natural Sounds. *2022 IEEE 4th Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech)*, 198–199.
<https://doi.org/10.1109/LifeTech53646.2022.9754777>

- Höfker, G. (2017). Einführung in die Akustik. In P. Häupl, G. Höfker, M. Homann, C. Kölzow, A. Maas, C. Nocke, ... W. M. Willems (Hrsg.), *Lehrbuch der Bauphysik: Schall – Wärme – Feuchte – Licht – Brand – Klima* (S. 429–442). Wiesbaden: Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-16074-6_20
- Hongisto, V. (2008). Effects of sound masking on workers—A case study in a land-scaped office. *9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN) 2008*.
- Howorka, K. (2022). Brain Electrophysiology in the Presence of Acoustic Stimuli. *McKelvey School of Engineering Theses & Dissertations*. <https://doi.org/10.7936/2pvn-4c66>
- Huberty, J., Green, J., Glissmann, C., Larkey, L., Puzia, M., & Lee, C. (2019). Efficacy of the Mindfulness Meditation Mobile App “Calm” to Reduce Stress Among College Students: Randomized Controlled Trial. *JMIR MHealth and UHealth*, 7(6). <https://doi.org/10.2196/14273>
- Huggenberger, S., Moser, N., Schröder, H., Cozzi, B., Granato, A., & Merighi, A. (2019). Sehbahn und Hörbahn. In S. Huggenberger, N. Moser, H. Schröder, B. Cozzi, A. Granato, & A. Merighi (Hrsg.), *Neuroanatomie des Menschen* (S. 125–135). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56461-5_14
- Kämpfe, Sedlmeier, & Renkewitz, F. (2011). The impact of background music on adult listener: A meta-analysis. *Psychology of Music*, 39(4), 424-448. <https://doi.org/10.1177/0305735610376261>
- KHALFA, S., BELLA, S. D., ROY, M., PERETZ, I., & LUPIEN, S. J. (2003). Effects of Relaxing Music on Salivary Cortisol Level after Psychological Stress. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999(1), 374–376. <https://doi.org/10.1196/annals.1284.045>

- Klink, K., & Meis, M. (2016). *Schall- und Lärmwirkung. Grundlagen des Hörens, Schallwirkungen und Maßnahmen im Büroroumfeld*.
https://www.researchgate.net/publication/318339588_Schall-_und_Larmwirkung_Grundlagen_des_Horens_Schallwirkungen_und_Massnahmen_i_m_Buroumfeld
- Kollak, I. (2008). Selbstpflege—Die individuelle Balance zwischen Anspannung und Entspannung finden. In I. Kollak (Hrsg.), *Burnout und Stress: Anerkannte Verfahren zur Selbstpflege in Gesundheitsfachberufen* (S. 13–22). Berlin, Heidelberg: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-540-75601-9_3
- Kraus, J., & Porubanova, M. (2015). The effect of binaural beats on working memory capacity. *Studia psychologica*, 57. <https://doi.org/10.21909/sp.2015.02.689>
- Kröger, B. J. (2018). Anatomischer Aufbau und funktionale Struktur des Nervensystems. In B. J. Kröger (Hrsg.), *Neuronale Modellierung der Sprachverarbeitung und des Sprachlernens: Eine Einführung* (S. 91–138). Berlin, Heidelberg: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-55459-3_5
- Lazarus, H., Sust, C. A., Steckel, R., Kulka, M., & Kurtz, P. (Hrsg.). (2007). Einfluss psycholinguistischer Faktoren auf die Sprachverständlichkeit. In *Akustische Grundlagen sprachlicher Kommunikation* (S. 425–436). Berlin, Heidelberg: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-540-49986-2_9
- Lee, M., Lee, H. J., Ahn, J., Hong, J. K., & Yoon, I.-Y. (2022). Comparison of autonomous sensory meridian response and binaural auditory beats effects on stress reduction: A pilot study. *Scientific Reports*, 12(1), 19521. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24120-w>

- Leeds, J. (2010). *The Power of Sound: How to Be Healthy and Productive Using Music and Sound* (2nd Edition, Revised, Revised and Updated). Rochester, Vt: Healing Arts Press.
- Lesiuk, T. (2005). The effect of music listening on work performance. *Psychology of Music*, 33(2), 173–191. <https://doi.org/10.1177/0305735605050650>
- Lesiuk, T. (2010). The Effect of Preferred Music on Mood and Performance in a High-Cognitive Demand Occupation. *Journal of Music Therapy*, 47(2), 137–154. <https://doi.org/10.1093/jmt/47.2.137>
- Licklider, J. C. R., Webster, J. C., & Hedlun, J. M. (1950). On the frequency limits of binaural beats. *Journal of the Acoustical Society of America*, 22, 468–473. <https://doi.org/10.1121/1.1906629>
- Lin, T.-F., & Chen, L.-B. (2023). A Study of Promoting Relaxation System Using Extra-Conscious Sounds Containing Alpha Ultra-Low Frequency Monaural Beats. 2023 *IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)*, 1–2. <https://doi.org/10.1109/ICCE56470.2023.10043425>
- McConnell, P. A., Froeliger, B., Garland, E. L., Ives, J. C., & Sforzo, G. A. (2014). Auditory driving of the autonomic nervous system: Listening to theta-frequency binaural beats post-exercise increases parasympathetic activation and sympathetic withdrawal. *Frontiers in Psychology*, 5. Abgerufen von <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2014.01248>
- Merrill, R., & Amin, M. T. (2021). Rhythmically Enhanced Music as Analgesic for Chronic Pain: A Pilot, Non-Controlled Observational Study. *Biology and Life Sciences Forum*, 7(1), 2. <https://doi.org/10.3390/ECB2021-10266>

- Möltner, H., Leve, J., & Esch, T. (2018). Burnout-Prävention und mobile Achtsamkeit: Evaluation eines appbasierten Gesundheitstrainings bei Berufstätigen. *Das Gesundheitswesen*, 57(3), 295–300. <https://doi.org/10.1055/s-0043-114004>
- Moniz-Lewis, D. I. K., & Frederick, C. M. (2020). Are Isochronic Tones Effective? The Impact of Isochronic Tones on Brainwave Entrainment and Stress. *Inquiries Journal*, 12(11). Abgerufen von <http://www.inquiriesjournal.com/articles/1830/are-isochronic-tones-effective-the-impact-of-isochronic-tones-on-brainwave-entrainment-and-stress>
- Namwamba, J.-B. O. (2012). *THE EFFECT OF CLASSICAL INSTRUMENTAL BACKGROUND MUSIC VOLUME ON PERFORMANCE IN MATHEMATICS TESTS, SELF EFFICACY, AND TEST ANXIETY OF COLLEGE STUDENTS*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25146.24002>
- neowake. (2023). Neowake® Sound – Startseite. Abgerufen 20. Juli 2023, von Neowake.de website: <https://neowake.de/sound-startseite/>
- Oster, G. (1973). Auditory Beats in the Brain. *Scientific American*, 229(4), 94–102. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican1073-94>
- Peters, T. (2017, September 15). Wie Isochrone und Binaurale Beats funktionieren. Abgerufen 5. Juli 2023, von KYO website: https://kyo.app/isochrone_binaurale_beats/
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., & Ky, C. N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365(6447), 611–611. <https://doi.org/10.1038/365611a0>
- Renz, T., Leistner, P., & Liebl, A. (2019). Sound Masking in Bürourgebungen. *Bauphysik*, 41(3), 143–150. <https://doi.org/10.1002/bapi.201900006>

- Rötter, G. (Hrsg.). (2017). *Handbuch Funktionale Musik: Psychologie – Technik – Anwendungsgebiete*. Wiesbaden: Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/978-a3-658-10219-7>
- Rötter, G., & Reinhardt, J. (2021). Musikpsychologische Grundlagen der Funktionalen Musik. In S. Ronft (Hrsg.), *Eventpsychologie: Veranstaltungen wirksam optimieren: Grundlagen, Konzepte, Praxisbeispiele* (S. 253–266). Wiesbaden: Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-28888-4_12
- Salzmann, R. (Hrsg.). (2007). Zusammenfassung und Implikationen für Wissenschaft und Praxis. In *Multimodale Erlebnisvermittlung am Point of Sale: Eine verhaltenswissenschaftliche Analyse unter besonderer Berücksichtigung der Wirkungen von Musik und Duft* (S. 273–282). Wiesbaden: DUV. https://doi.org/10.1007/978-3-8350-5443-1_4
- Schamber, G., Meinicke, E., & Schäfer, T. (2015). Stressreduktion durch Binaurale Stimulation? Eine experimentelle Untersuchung zum Effekt einer Alpha-Stimulation auf die psychophysiologische Entspannungsreaktion. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 26(4), 239–248. <https://doi.org/10.1024/1016-264X/a000155>
- Schlittmeier, S., Hellbrück, J., Thaden, R., & Vorlaender, M. (2008). The impact of background speech varying in intelligibility: Effects on cognitive performance and perceived disturbance. *Ergonomics*, 51, 719–736. <https://doi.org/10.1080/00140130701745925>
- Shepherd, D., Hautus, M. J., Giang, E., & Landon, J. (2023). “The most relaxing song in the world”? A comparative study. *Psychology of Music*, 51(1), 3–15. <https://doi.org/10.1177/03057356221081169>
- Shih, Y.-N., Huang, R.-H., & Chiang, H.-Y. (2012). Background music: Effects on attention performance. *Work*, 42(4), 573–578. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-1410>

- Smith, L. (2023). Was ist Calm? Abgerufen 24. Mai 2023, von Calm website:
<https://support.calm.com/hc/de/articles/115002474527-Was-ist-Calm-sonamedic>.
- sonamedic. (2023). Startseite—Sonamedic. Abgerufen 20. Juli 2023, von
<https://sonamedic.de/>
- Soundtrack Your Brand. (2022). Streaming background music for offices. Abgerufen 21. Juli 2023, von Soundtrack Your Brand website:
<https://www.soundtrackyourbrand.com/music-for-offices/>
- Speer, S. (2011). *Effect of Background Music, Speech and Silence on Office Workers' Selective Attention*. Abgerufen von
<https://diginole.lib.fsu.edu/islandora/object/fsu%3A183125/>
- Spotify. (2023). Was ist Spotify? Abgerufen 27. Juli 2023, von Spotify website:
<https://support.spotify.com/de/article/what-is-spotify/>
- Steffens, J., Skoda, S., Becker-Schweitzer, J., Kameier, F., & Heinze, M. (2014). *Soundscaping im häuslichen Umfeld—Können Wassergeräusche Straßenverkehrslärm erträglicher machen?*
https://pub.dega-akustik.de/DAGA_2014/data/articles/000273.pdf
- TRLV Lärm. (2017). BAuA - Technischer Arbeitsschutz (inkl. Technische Regeln)—TRLV Lärm Teil 1: Beurteilung der Gefährdung durch Lärm—Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Abgerufen 5. Juni 2023, von BAuA - Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin website:
<https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRLV/TRLV-Laerm-Teil-1.html>
- Tunify. (2023). Musik für dein Unternehmen. Abgerufen 20. Juli 2023, von Tunify website:
<https://www.tunify.com/de-de/musik-fuer-dein-unternehmen-2/>

- Van Hedger, S. C., Nusbaum, H. C., Clohisy, L., Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., & Berman, M. G. (2019). Of cricket chirps and car horns: The effect of nature sounds on cognitive performance. *Psychonomic Bulletin & Review*, 26(2), 522–530.
<https://doi.org/10.3758/s13423-018-1539-1>
- VDI 2569—*Schallschutz und akustische Gestaltung in Büros*. (2019). Abgerufen von <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-2569-schallschutz-und-akustische-gestaltung-in-bueros>
- Walek, J. (2023). Hirnnerven. Abgerufen 2. Mai 2023, von Kenhub website:
<https://www.kenhub.com/de/library/anatomie/die-hirnnerven>
- Wallenfels, M. (2022). Arbeitnehmer sprechen Stress im Job öfter an. *Schmerzmedizin*, 38(6), 9–9. <https://doi.org/10.1007/s00940-022-4060-6>
- woodtec. (2023). Sound masking optimiert die Akustik im Büro. Abgerufen 21. Juli 2023, von <https://www.woodtec.de/raumsysteme/sound-masking>
- World Health Organization. (2020). *Basic documents*. World Health Organization. Abgerufen von <https://apps.who.int/iris/handle/10665/339554>
- Wylde, C. M., Mahrer, N. E., Meyer, R. M. L., & Gold, J. I. (2017). Mindfulness for Novice Pediatric Nurses: Smartphone Application Versus Traditional Intervention. *Journal of Pediatric Nursing: Nursing Care of Children and Families*, 36, 205–212.
<https://doi.org/10.1016/j.pedn.2017.06.008>
- YouTube. (2023). YouTube. Abgerufen 27. Juli 2023, von <https://www.youtube.com/>
- Zhuang, T., Zhao, H., & Tang, Z. (2009). A Study of Brainwave Entrainment Based on EEG Brain Dynamics. *Computer and Information Science*, 2(2), p80.
<https://doi.org/10.5539/cis.v2n2p80>

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Karlsruhe, 31.07.2023



Ort, Datum

Vorname Nachname