



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Der Einfluss frequenzmodulierter Musik auf das
Schmerzerleben und die Schlafqualität“

verfasst von / submitted by

Julia Camilla Jandl, BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien, 2021 / Vienna 2021

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 066 840

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Psychologie UG2002

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Urs Markus Nater

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle herzlich bei Rosa Maidhof bedanken, die stets ein offenes Ohr für meine Fragen hatte und mir mit ihrem Rat zur Seite stand. Außerdem möchte ich Univ.-Prof. Dr. Urs Nater für seine konstruktiven Anregungen danken, die mir sehr weitergeholfen haben. Mein Dank gilt auch meiner Kommilitonin Bianca, mit der ich die eine oder andere Hürde zusammen bewältigen konnte. Des Weiteren möchte ich mich bei meinem Partner, meiner Familie und meinen Freund*innen für ihre liebevolle Unterstützung und ihr Interesse bedanken. Insbesondere möchte ich meinem Freund Simon, meiner Mutter Sabine, meinem Bruder Peter, meinem Bruder Florian und seiner Freundin Katharina für das aufmerksame Korrekturlesen danken.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Theoretischer Hintergrund.....	6
2.1 Zusammenhang zwischen Schmerz und Schlaf	6
2.2 Einfluss von Musikinterventionen auf Schmerz	8
2.3 Einfluss von Musikinterventionen auf Schlaf	10
2.4 Einfluss von Musik auf Schlaf & Schmerz.....	12
2.5 Frequenzmodulierte Musik: Fokus auf die AVWF-Methode	13
2.6 Forschungslücken und ethische Bedenken hinsichtlich der AVWF-Methode	20
3. Fragestellungen & Hypothesen	22
4. Methodik	23
4.1 Studiendesign	23
4.2 Messinstrumente.....	25
4.3 Studienablauf	28
4.4 Randomisierung	32
4.5 Beschreibung der Stichprobe.....	32
5. Analyse.....	34
6. Ergebnisse.....	38
6.1 Gruppenunterschiede zum Baseline Termin	38
6.2 Ergebnisse der Hypothese 1.1	38
6.3 Ergebnisse der Hypothese 1.2	40
6.4 Ergebnisse der Hypothese 2	44
6.5 Ergebnisse der Hypothese 3	46
6.6 Explorative Analyse	48
7. Diskussion	50
7.1 Stärken und Limitationen des Studiendesigns	53
7.2 Operationalisierung	55
7.3 Implikationen für die Praxis.....	56
7.4 Ausblick für zukünftige Forschung.....	57
Literaturverzeichnis.....	59
Abstracts, Abbildungs-, Tabellen-, Abkürzungsverzeichnis, Anhang (Musik, VAS, PSQI, Flyer).....	68

1. Einleitung

Schlafprobleme sowie Schmerzen stellen zwei gravierende Gesundheitsprobleme dar, welche auch in Österreich sehr weit verbreitet sind und vor allem mit erheblichen Belastungen für die Betroffenen einhergehen. In der Gesundheitsbefragung aus dem Jahr 2014 gaben 3.6 Millionen Österreicher*innen an, in den letzten 4 Wochen Schmerzen gehabt zu haben und rund 1/5 der Bevölkerung kämpft sogar mit chronischen Schmerzen (Statistik Austria, 2015). Schmerz wird definiert als „ein unangenehmes Sinnes- und Gefühlserlebnis, das mit aktueller oder potenzieller Gewebeschädigung verknüpft ist [...]“ (Merskey & Boduk, 1994, S. 210). Schmerz kann akut sein und einige Sekunden bis hin zu Wochen andauern. Er steht jedoch in allen Fällen in einem Zusammenhang mit einem Auslöser. Mit Wegfallen des Auslösers verschwindet in weiterer Folge auch der Schmerz. Im Unterschied dazu werden Schmerzen, die über eine Dauer von 3 Monaten bestehen, chronisch genannt. Bei diesen ist der Schmerz nicht mehr an einen Auslöser gebunden (Wagner & Zernikow, 2014). Laut Müller-Schwefe und Überall (2011) haben chronische Schmerzen mehr Einfluss auf die Lebensqualität als alle anderen chronischen Krankheiten. Schmerz setzt sich aus einer sensorischen Wahrnehmung (Nozizeption) und einer emotionalen Komponente zusammen. Durch die emotionale Komponente kann es zu unterschiedlichen Schmerzbewertungen und in weiterer Folge auch zu unterschiedlichen Schmerzbewältigungen kommen (Kröner-Herwig, 2011). Psychische Belastungen durch anhaltende Schmerzen stellen vermutlich eher die Regel als die Ausnahme dar. Außerdem kommen gerade bei der Behandlung von Schmerzen, aber auch bei Schlafproblemen, sehr häufig Pharmazeutika zum Einsatz.

Ebenfalls sehr belastend und mit gravierenden Einschränkungen verbunden, kann eine verminderte Schlafqualität sein. Eine online Befragung bezüglich der Schlafqualität in Österreich zeigte, dass zum Erhebungszeitpunkt 48.84% der befragten Österreicher*innen unter Schlafproblemen litten (Blume et al., 2019). Nicht erholsamer Schlaf oder Schlafstörungen können zu „[...] Einschränkungen der Gesundheit, der geistigen und körperlichen Leistungsfähigkeit sowie der Teilhabe am beruflichen und sozialen Leben“ (DGSM, 2009, S. 10) führen. Dieses Zitat zeigt, wie weitreichend die Auswirkungen von Schlafstörungen sein können. Bezüglich der gesundheitlichen Folgen lässt sich festhalten, dass eine schlechte Schlafqualität das Auftreten von Infektionserkrankungen begünstigen oder auch mit dem Fortschreiten kardiovaskulärer Krankheiten einhergehen kann (Irwin, 2015). Darüber hinaus postuliert Irwin (2015) sogar einen Zusammenhang zwischen schlechter Schlafqualität und Krebs. Erholsamer Schlaf ist aber nicht nur essenziell für die Erholung des Körpers, sondern auch für die Erholung des

Geistes. Schlaf spielt nämlich eine große Rolle beim Erlernen neuer Informationen. Die Hypothese der „aktiven systemischen Konsolidierung im Schlaf“ geht davon aus, dass neue Gedächtnisinhalte im Tiefschlaf erneut abgerufen werden und es so zu einer besseren Speicherung kommt. Dadurch kommt es zur Integration neuer Informationen und zu einer Reorganisation bereits vorhandener Gedächtnisinhalte (Göder et al., 2014). Auch Walker und Stickgold (2006) gehen davon aus, dass Schlaf essenziell für die Festigung des Langzeitgedächtnisses und für die Förderung der Gehirnplastizität ist. Aber auch auf das psychische Wohlbefinden kann die Schlafqualität einen großen Einfluss ausüben. So wird ihr beispielsweise eine große Rolle bei der Emotionsverarbeitung zugeschrieben. Der Review von Walker und van der Helm (2009) legt nahe, dass die Emotionsverarbeitung von einem erholsamen Schlaf abhängig ist. Die affektiven neuronalen Netzwerke scheinen in der Nacht moduliert zu werden und die kürzlich erlebten emotionalen Erfahrungen werden (nochmals) verarbeitet. Durch diesen Prozess, an dem vor allem der REM (Rapid Eye Movement) Schlaf beteiligt ist, wird die Verbindung zwischen dem limbischen und dem autonomen System gestärkt. Prause et al. (2003) konnten insgesamt eine starke Korrelation zwischen der subjektiv empfundenen Schlaf- und Aufwachqualität und der subjektiven gesundheitsbezogenen Lebensqualität zeigen.

Musik ist für Viele ein ständiger Begleiter und kann darüber hinaus gezielt einen Einfluss auf das Verhalten, das Wohlbefinden oder die Gesundheit ausüben. Das Wissen über ihre positiven Effekte ist jedoch definitiv keine Errungenschaft der modernen Zeit. Spahn et al. (2015) beschreiben die Geschichte des Einsatzes von Musik als Interventionsform und postulieren, dass sie vermutlich schon seit Jahrtausenden in verschiedenen Kulturen als Heilmittel eingesetzt wurde. Ihrer Auffassung nach waren Naturvölker ebenso von der Wirkung der Musik überzeugt wie die Menschen in den alten Hochkulturen bis hin zur griechisch-römischen Antike. Da Krankheiten in der christlichen Welt als Strafe Gottes angesehen wurden, wurde der therapeutischen Wirkung der Musik in dieser Zeitspanne wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Dies änderte sich jedoch mit dem Zeitalter der Aufklärung. Durch die Emanzipation entwickelte sich die Musik zu einer Form des Lebensgenusses. Es konnte beobachtet werden, dass die Musik Menschen erheitern und ihnen beim Ausdruck und Hervorrufen von Emotionen behilflich sein kann. Dadurch war der Grundstein für die therapeutische Verwendung von Musik gelegt. Im 18. Jahrhundert wurde diese zunehmend bei psychischen Störungen eingesetzt, woraus sich die Bahnen der Musiktherapie der heutigen Zeit ebneten. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde diese als eigenständige Therapieform für psychische sowie psychosomatische Krankheiten anerkannt. Auch heute ist sie ein fixer Bestandteil auf psychosomatischen und psychiatrischen

Stationen, kann aber auch bei diversen Krankheiten eingesetzt werden. Seit 2009 wird ihr Einsatz vom Musiktherapiegesetz geregelt. In Deutschland orientiert sich der Einsatz der Musiktherapie an den Behandlungsleitlinien der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften. Darin ist beispielsweise enthalten, dass Musik nachweisbar für Menschen mit Psychosen, Schädel-Hirn-Traumata, Schlaganfall, Demenz, im Koma, Krebs (Psychoonkologie) oder, wie bereits oben genannt, im Bereich der Psychosomatik und Psychiatrie behilflich sein kann (Spahn et al., 2015). In Österreich wird der Einsatz von Musik als Therapieform dagegen breiter mit folgenden Zwecken umschrieben: Prävention einschließlich Gesundheitsförderung, Behandlung von akuten und chronischen Erkrankungen, Rehabilitation, Förderung von sozialen Kompetenzen darunter Supervision sowie Lehre und Forschung (Musiktherapiegesetz – MuthG). An dieser Stelle bedarf es noch einer genaueren begrifflichen Abgrenzung. Bei der Musiktherapie steht das aktive Auseinandersetzen mit der Musik unter therapeutischer Anleitung im Vordergrund, während die Musikmedizin passives Musikhören über Kopfhörer umfasst. Außerdem werden noch andere musikbasierte Interventionen unterschieden, die eine Kombination von Musik und anderen Entspannungsverfahren umfasst (Stegeman et al., 2019). In der vorliegenden Arbeit steht die Musikmedizin im Fokus.

Ganz allgemein stellt die Möglichkeit, Schmerzen zu reduzieren und die Schlafqualität der Bevölkerung zu verbessern, ein großes allgemeines Interesse dar, unter anderem aufgrund der Tatsache, dass sehr häufig Medikamente zur Bekämpfung dieser Umstände eingesetzt werden. Der Einsatz von Medikamenten zur Bekämpfung gewisser Leidenszustände hat heutzutage ein großes Ausmaß angenommen und kann psychisch sehr belastend sein aber auch für den Körper und die Organe, welche die Medikamente verstoffwechseln, eine zusätzliche Beanspruchung darstellen. Eine erfolgreiche Musikintervention könnte hierzu eine vielversprechende kostengünstige, einfach einzusetzende und nebenwirkungsfreie Alternative darstellen. Dementsprechend wäre eine erfolgreiche Intervention durch eine Frequenzveränderung von Musik sehr vorteilhaft, um die medizinischen und therapeutischen Handlungsmöglichkeiten zu erweitern. Ein Beispiel für eine solche Modulation, welche auch die Steigerung der Schlafqualität und eine Reduktion von Schmerzen anstrebt, ist die Audiovisuelle Wahrnehmungsförderung (AVWF) von Ulrich Conrady. Doch für den Einfluss dieser frequenzveränderten Musik auf die Schlafqualität und das Schmerzerleben gibt es bisher keine ausreichende Evidenz. Es braucht vor allem randomisierte kontrollierte Studien, um den Effekt empirisch zu überprüfen. Diese Lücke soll durch die vorläufigen Ergebnisse der vorliegenden Masterarbeit zumindest ein Stück weit geschlossen werden.

2. Theoretischer Hintergrund

2.1 Zusammenhang zwischen Schmerz und Schlaf

Die Beziehung zwischen Schlafqualität und Schmerzempfinden scheint bidirektional zu sein, worauf in diesem Kapitel näher eingegangen wird.

Einfluss von Schmerz auf Schlaf

Anhaltender Schmerz ist eine der größten Beeinträchtigungen des Schlafes bei älteren Erwachsenen. So kommen bei 67-88% der chronischen Schmerzstörungen auch Schlafstörungen vor (Finan et al., 2013). Diverse Schmerzen können zu unterschiedlichen Störungen des Schlafes führen. Zu möglichen Beeinträchtigungen zählen u.a. eine verringerte Schlafeffizienz oder eine veränderte Struktur von Schlafphasen, welche besonders von Wachphasen, Non-REM (Rapid Eye Movement) und weniger Tiefschlafphasen gekennzeichnet wird (Onen et al., 2005). Kelly et al. (2011) sichteteten 17 Artikel über den Einfluss chronischer unterer Rückenschmerzen auf die Schlafqualität. Es gibt konsistente Hinweise darauf, dass diese Art von Schmerzen mit vermehrten Schlafstörungen, reduzierter Schlafdauer und -qualität, mit mehr Zeit zum Einschlafen, schlechteren Tagesleistungen und Unzufriedenheit mit dem Schlaf sowie Distress einhergehen. Ähnliches zeigte auch der Review von Keskindag und Karaaziz (2017), welcher einen Zusammenhang zwischen Schmerzen durch Fibromyalgie (chronische Schmerzen der Muskulatur und des Bindegewebes) und schlechter Schlafqualität, -dauer, -effizienz und erhöhter Einschlafdauer, Wachphasen und allgemeinen Störungen fand. Zudem reduzieren manche Ärzt*innen nachts die Schmerzmedikation, wodurch der Schmerz den Schlaf noch leichter dominieren und verdrängen kann. Bei der Schmerzmedikation sollte allgemein die Rolle des Schlafes berücksichtigt werden, da sich gezeigt hat, dass Kortikoide oder auch Opioide oftmals einen sehr negativen Einfluss auf den Schlaf haben können (Müller, 2016).

Schmerz kann sich also vielfältig auf den Schlaf auswirken, geht in den meisten Fällen jedoch mit einer erheblichen Beeinträchtigung von eben jenem einher. Bis dato lag der Fokus der Forschung primär auf der Untersuchung chronischer Schmerzen und weniger auf dem Einfluss von akutem Schmerz.

Einfluss von Schlaf auf Schmerz

Vice versa scheint auch Schlaf einen großen Einfluss auf das Schmerzerleben zu haben. Laut Finan et al. (2013) leiden 50% aller Betroffenen von Insomnie auch an chronischen Schmerzen. Sie fanden sogar heraus, dass Insomnie einen starken Prädiktor für chronische

Schmerzen darstellt. Eine schlechte Schlafqualität oder Müdigkeit scheinen sich also auf das Schmerzerleben auszuwirken, was auch Chhangani et al. (2009) zeigen konnten. Sie fanden bei Proband*innen, die müde waren, eine Tendenz zu Hyperalgesie, also eine Tendenz zu einer Schmerzüberempfindlichkeit. Diese fiel deutlich stärker aus als bei ausgeruhten Proband*innen. Ähnliches zeigte auch der Review von Kundermann et al. (2004), in dem die Mehrheit der Studien zu der Erkenntnis kam, dass Schlafentzug zu hyperalgetischen Veränderungen führt. Darüber hinaus kann der Entzug von Schlaf sogar den analgetischen Effekt von Pharmazeutika mit opioider oder serotonerger Wirkung hemmen.

Eine weitere Studie (Simonelli et al., 2019) fand heraus, dass eine Erhöhung des Schlafes, entweder in der Nacht oder tagsüber, die Schmerzempfindlichkeit in einem experimentellen Setting reduzieren kann. Das Schlafverhalten wurde von jungen, gesunden, schmerzfremen und normalschlafenden Proband*innen zuerst zu Hause und im Anschluss in einem Schlaflabor aufgezeichnet. Dort mussten sich die Versuchsteilnehmer*innen in den ersten zwei Nächten 8 Stunden im Bett aufhalten, bevor in den darauffolgenden fünf Nächten eine Verlängerung des Schlafes um 2 Stunden erfolgte. Vor und nach der Verlängerung der Schlafdauer wurde ein Cold Pressor Test (CPT) durchgeführt und es konnte eine Steigerung der Schmerztoleranz nach der Erhöhung der Schlafdauer festgestellt werden. Der Effekt war besonders groß bei Personen, die regelmäßig das Gefühl hatten, zu wenig zu schlafen. Die Schmerzschwelle, also die Zeit bis der Schmerz einsetzte, änderte sich nicht signifikant. Aus dem Review von Pieh et al. (2011) geht hervor, dass die Ergebnisse hinsichtlich der Schmerzschwelle weitestgehend heterogen sind. So zeigte eine Studie, dass eine Nacht mit erholsamem Schlaf nach eingänglicher Tiefschlafdeprivation die mechanische Schmerzschwelle um 15% ansteigen ließ. Zwei andere Studien konnten wiederum keine Änderung der mechanischen Schmerzschwelle nach Schlafdeprivation finden. Weitere zwei Studien fanden nach einem Schlafentzug eine Verringerung der Schmerzschwelle bei Hitzereizen, jedoch keine signifikanten Änderungen bei Kältereizen. Die Ergebnisse sind teilweise heterogen, sprechen jedoch insgesamt dafür, dass sich schlechter Schlaf auf das Schmerzerleben wie z.B. auf die Schmerzschwelle auswirken kann.

Auch die groß angelegte Studie von Sivertse et al. (2015) zeigte, dass die Einschlafdauer, die Schlafeffizienz sowie die Häufigkeit und der Schweregrad von Insomnie mit einer Verringerung der akuten Schmerztoleranz, gemessen anhand der Sekunden im Cold Pressor Test, einhergehen. Die Häufigkeit und Schwere der Insomnie, die Einschlafdauer sowie die Schlafeffizienz standen mit der Schmerzsensitivität sogar in einer Dosis-

Wirkungsabhängigkeit, also je schlechter der Schlaf, desto höher war die Schmerzsensitivität. Außerdem konnte ein synergetischer Interaktionseffekt bei einer Kombination von Insomnie und chronischen Schmerzen auf die Schmerztoleranz gefunden werden. Die Autor*innen schlossen aus den Ergebnissen, dass es durch Schlafprobleme zu einem deutlich erhöhten Risiko einer herabgesetzten Schmerztoleranz und zu einer höheren Sensitivität kommen kann.

Schmerz scheint also tendenziell zu einer geringeren Schlafqualität zu führen, welche sich wiederum negativ auf das Schmerzerleben auswirkt. Sie beeinflussen einander folglich gegenseitig. Es kann angenommen werden, dass Schmerzen tendenziell mehr Aufmerksamkeit in der Behandlung geschenkt werden als Schlafproblemen. Auch wenn eine begleitende Schlafförderung von immenser Bedeutung wäre, ist es unklar, inwiefern der erhebliche Effekt der Schlafqualität in der praktischen Behandlung berücksichtigt wird.

2.2 Einfluss von Musikinterventionen auf Schmerz

In den letzten Jahren gab es einen Anstieg von Musikinterventionen und Musiktherapien zur Schmerzlinderung im klinischen Bereich. Aber auch außerhalb des klinischen Bereiches kann eine Musikintervention sehr effektiv sein (Linnemann et al., 2016). Besonders intensiv wurde im Rahmen von Operationen geforscht. Der Review von Ernten et al. (2019) untersuchte den Einfluss von Musik in unterschiedlichen Phasen eines operativen Eingriffes. Es stellte sich heraus, dass der Einsatz in der prä-operativen Phase bislang vergleichsweise wenig erforscht wurde. Allerdings gibt es Hinweise darauf, dass Musik vor einer Operation helfen kann, der Angst und dem Stress, welche oftmals mit einer Operation einhergehen, entgegenzuwirken. Das kann sich sogar auf die post-operative Schmerzwahrnehmung auswirken. Das Hören von Musik vor und während der Operation stellte sich mehreren Studien zufolge als sehr wirksam heraus. Hier sei aber anzumerken, dass die Effektivität von der Art und Tiefe der Sedierung abhing. Nur Patient*innen, welche die Musik bewusst wahrgenommen haben, konnten daraus einen Nutzen ziehen. Lediglich eine Studie fand gegenteilige Ergebnisse, denn dort kam es zu vermehrten Schmerzen in der Musikgruppe während eines Schwangerschaftsabbruches. Dies könnte damit zusammenhängen, dass durch das Musikhören die Kommunikation mit dem medizinischen Personal gestört wurde und daher Angst und Unsicherheit dominierten. Beim Einsatz von Musik in der post-operativen Phase konnten nur positive Effekte festgestellt werden, beispielsweise nach einer Mastektomie (Entfernung des Brustgewebes), nach einer Operation am offenen Herzen oder beim ersten Gehen mit einer Knieprothese. Außerdem konnte ein nachweislich verringerter Gebrauch von Schmerzmitteln verzeichnet werden.

Auch im Review von Cepeda et al. (2006) konnte durch Musikhören eine maßgebliche Verringerung der post-operativen Schmerzintensität ebenso wie ein reduzierter Bedarf an Schmerzmedikation festgestellt werden. Eine andere randomisierte kontrollierte Studie konnte beispielsweise eine Steigerung des Wohlbefindens bei Hernien-OPs durch das Hören von Musik festmachen, wenn auch der Schmerzmittelverbrauch nicht rückläufig war (Hundstorfer et al., 2015). Die Metaanalyse Dileo und Bradt (2005) fand je nach vorliegender Schmerzart verschiedene Effektstärken für Musikinterventionen. Sie fanden einen kleinen Effekt bei chirurgischen Eingriffen, einen mittleren Effekt bei somatischen Erkrankungen und einen großen Effekt bei Tumor- oder anderen Schmerzen in der Terminalphase. Sogar bei Verbrennungsschmerzen half eine Musikintervention, den Schmerz beim Umziehen signifikant zu verringern (Hsu et al., 2016).

Der systematische Review von Nilsson (2008) prüfte 42 randomisierte kontrollierte Studien, welche die Effekte von Musikinterventionen auf Ängstlichkeit und Schmerz in perioperativen Settings erforschten. Schmerz wurde in circa der Hälfte der Studien (22) erhoben. Ein signifikanter schmerzreduzierender Effekt konnte in 13 der 22 Studien (59%) gefunden werden. In 15 Studien wurde auch der Schmerzmitteleinsatz erhoben, der in sieben Studien (47%) in der Interventionsgruppe signifikant geringer ausfiel als in der Kontrollgruppe.

Linnemann et al. (2015) untersuchten den Einfluss von Musik auf Schmerzen, die mit Fibromyalgie einhergehen und fanden nach einer 14-tägigen Musikintervention eine gesteigerte wahrgenommene Kontrolle über den Schmerz. Dies galt insbesondere, wenn die Musik eine positive Valenz aufwies und zu Zwecken der Aktivierung oder Entspannung gehört wurde. Die Schmerzintensität blieb hingegen unverändert.

Die Metaanalyse von Lee (2016) untersuchte 97 randomisierte kontrollierte Studien und zeigte, dass es durch Musikinterventionen zu folgenden signifikanten Mittelwertdifferenzen (MD) und standardisierten Mittelwertdifferenzen (SMD) kam: Verringerung von Schmerz auf einer Schmerzskala von null bis 10 (MD = -1.13), auf anderen Schmerzskalen (SMD = -0.39), emotionaler Distress hervorgerufen von Schmerz (MD = -10.83), Schmerzmitteleinnahme (SMD = -0.56), Opioideinnahme (SMD = -0.24), Herzrate (MD = -4.25), systolischer Blutdruck (MD = -3.34), diastolischer Blutdruck (MD = -1.18) und Atemfrequenz (MD = -1.46).

Der Mechanismus hinter der schmerzlindernden Wirkung ist noch nicht vollständig aufgeklärt. Ernsten et al. (2019) zufolge wird durch angenehme, aber auch unangenehme Musik unter anderem das limbische System aktiviert, welches maßgeblich an der Wahrnehmung und

Modulation von Schmerz beteiligt ist. Außerdem haben die Strukturen des limbischen Systems einen großen Einfluss auf die affektive Komponente der Schmerzwahrnehmung (Nozizeption). Des Weiteren vermuten einige Forscher*innen, dass Musik das dopaminerge System stimulieren kann, was eine Ausschüttung endogener Opioide zur Folge haben kann. Hauck et al. (2013) untersuchten gesunde Proband*innen mit Hilfe einer Polysomnographie (Aufzeichnung des Schlafverlauf mit EEG, EOG EMG) und konnten feststellen, dass es bei Musik, die für die Proband*innen wichtig war, zu einer kurzzeitigen Aktivität in Hirnarealen kam, welche generell bei der Schmerzverarbeitung eine Rolle spielen. Diese Erkenntnis spricht für den Einsatz selbstgewählter Musik, was in der Diskussion wieder aufgegriffen wird.

Die Mehrheit der Studien konzentrierte sich auf klinische Stichproben. Die Metaanalyse von Lu et al. (2020) untersuchte daher den analgetischen Effekt von Musik, verglichen mit einer musikfreien Bedingung, in einer gesunden Stichprobe. Eine signifikante Reduktion der Schmerzwahrnehmung (Intensität und Unannehmlichkeit) und eine vermehrte Schmerztoleranz ($g = 0.52$, 95% KI [0.41, 0.63], $p < .0001$) in der Interventionsgruppe konnten gefunden werden.

2.3 Einfluss von Musikinterventionen auf Schlaf

Musik kann sich sehr positiv auf die Schlafqualität auswirken. Musik wird von Vielen bereits als Einschlafhilfe genutzt, was die Studie von Morin et al. (2006) zeigte. Dort gaben 25.2% an, Musik zur Förderung des Schlafes zu nutzen, während 15% Pharmazeutika auf Naturbasis und 11% verschreibungspflichtige Schlafmittel einnahmen.

Die Metaanalyse von de Niet et al. (2009) untersuchte fünf randomisierte kontrollierte Studien hinsichtlich des Einflusses musikbasierter Entspannungsverfahren auf die Schlafqualität. Unter musikbasierte Entspannungsverfahren fallen therapeutische Verfahren, dessen zentraler Aspekt die Musik ist, aber noch zusätzliche Entspannungsanleitungen (gesprochen oder geschrieben) enthält. Nur eine Studie und eine Bedingung einer Studie enthielten keine zusätzlichen Entspannungsverfahren zur Musik. Die Stichproben setzten sich aus Patient*innen im Krankenhaus (drei Studien), selbstständig lebenden älteren Personen (eine Studie) und Student*innen (eine Studie) zusammen. Die Dauer der Interventionen reichte von 20 bis 45 Minuten und der Nachtermin (= Follow-Up Termin) fand zwischen 2 Tagen und 3 Wochen nach der Intervention statt und zur Beurteilung des Schlafes wurden Selbsteinschätzungsfragebögen eingesetzt. Die musikbasierten Entspannungsverfahren hatten einen moderaten Effekt auf die Schlafqualität, $SMD = -0.74$, 95% KI [-0.96, -0.46]. Jedoch ist unklar, ob der Effekt der Musik oder den zusätzlich eingesetzten Entspannungstechniken zuzuschreiben ist.

Bezogen auf die einzelnen Stichproben kann festgehalten werden, dass bei Studierenden mit Schlafproblemen das Hören klassischer Musik vor dem Schlafengehen zu einer signifikanten Verbesserung der Schlafqualität führte. Die Studierenden wurden randomisiert einer von drei Bedingungen zugeteilt: Der Musikgruppe, der Audiobuchgruppe oder der Kontrollgruppe. Die Teilnehmer*innen hörten 45 Minuten vor dem Schlafengehen klassische Musik oder ein Hörbuch, während die Kontrollgruppe keine Intervention erhielt. Die statistischen Analysen zeigten eine signifikante Verbesserung des Schlafes der Musikgruppe, während es in der Hörbuchgruppe oder der Kontrollgruppe zu keinen signifikanten Veränderungen kam (Harmat et al., 2008).

Doch die positiven Effekte beschränken sich nicht auf eine junge Bevölkerungsschicht. In mehreren Studien standen auch ältere Menschen im Fokus, da diese generell sehr häufig mit Schlafproblemen zu kämpfen haben. Wang et al. (2016) konnten eine signifikante Verbesserung der Schlafqualität durch eine Musikintervention feststellen, ebenso wie Lai und Good (2005), welche eine signifikante Verbesserung der allgemeinen Schlafqualität, eine längere Schlafdauer, bessere Schlafeffizienz, weniger Einschlafzeit, weniger Schlafstörungen sowie weniger tägliche Beeinträchtigungen am nächsten Tag verzeichnen konnten. Diese Merkmale verbesserten sich mit jeder Woche der Intervention, was auf einen kumulativen Dosis-Wirkungs-Effekt hinweist. Li et al. (2017) teilten ältere Personen mit schlechter Schlafqualität randomisiert zu einer Interventions- oder Kontrollgruppe zu. Die Kontrollgruppe erhielt nur Informationen über eine gesunde Schlafhygiene, während die Interventionsgruppe zusätzlich eine Musikintervention erhielt. Im prä-post Vergleich konnten signifikante Gruppenunterschiede gefunden werden, wobei sich die Schlafqualität der Interventionsgruppe deutlich verbesserte.

Im Review von Wang et al. (2014) wurde der Einfluss von Musikinterventionen gezielt auf akute und chronische Schlafstörungen beleuchtet. Die Grundlage des Reviews bildeten 10 Studien. Eine signifikante Verbesserung der Schlafqualität war die Folge, $SMD = -0.63$ $p < .001$, 95% KI [-0.92, -0.34]. Außerdem wurde ein kumulativer Dosis-Effekt bei den chronischen Schlafstörungen gefunden. Weiters betonen Wang et al. (2014) die Bedeutung einer Follow-Up Erhebung von mehr als 3 Wochen nach der Intervention, um den Effekt adäquat abbilden zu können. Dies unterstreichen auch die Ergebnisse von Harmat et al. (2008), wo sich die Schlafdauer erst nach 2 bzw. 3 Wochen deutlich verbesserte. Bei Innes et al. (2016) hielten die positiven Effekte sogar 6 Monate an.

Da der Fokus der Forschung auf bereits bestehenden Schlafproblemen liegt, untersuchten Koenig et al. (2013) den Einfluss einer Musikintervention in einer Stichprobe bestehend aus jungen Teilnehmer*innen ohne Beeinträchtigungen des Schlafes. Die Kontrollgruppe hörte, anders als die Experimentalgruppe, keine Musik vor dem Schlafengehen. Im Gegensatz zu den oben genannten Ergebnissen, konnten sie keinen Einfluss der Musik auf die Schlafqualität finden. Es gab keine Zeit x Gruppe Interaktion und ein Post-Hoc-Vergleich zeigte, dass die Musik zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Schlafqualität hatte.

Um eine objektive Messung zu gewährleisten, führten Lazic und Ogilvie (2007) eine Erhebung im Schlaflabor mittels einer Polysomnographie durch. Die Datengrundlage bildete eine Anfallsstichprobe von 10 Frauen im Alter von 17 bis 24 Jahren, welche keine klinischen Schlafprobleme aufwiesen. Sie verglichen die Musikbedingung mit einer Kontrollbedingung. Die Teilnehmenden der Kontrollgruppe hörten nur einen Ton, um zu prüfen, ob der schlaffördernde Effekt einer generellen auditiven Stimulation zuzuschreiben ist. Es konnte kein maßgeblicher Vorteil des Musikhörens gegenüber der Ton-Bedingung gefunden werden.

2.4 Einfluss von Musik auf Schlaf & Schmerz

Kulich et al. (2003) untersuchten Patient*innen mit chronischen Rückenschmerzen während einer stationären Rehabilitation. Die Patient*innen erhielten eine standardisierte physikalische Therapie und wurden zudem randomisiert zu einer Gruppe mit Musik- und Entspannungsanleitung oder zu einer Gruppe ohne additiver Musik zugeordnet. Die Musik wurde speziell für Schmerzzustände entwickelt und wurde über Kopfhörer mindestens drei Mal täglich über einen Zeitraum von 3 Wochen gehört. Das globale Schmerzempfinden wurde anhand einer visuellen Analogskala (VAS) erhoben und es zeigte sich eine signifikante Verbesserung durch die Musikintervention. Auch der Druckschmerz konnte durch das Hören der Musik sichtlich verringert werden. Ebenfalls von großer Bedeutung war, dass es in der Musikgruppe zu einer deutlichen Verbesserung der Schlafqualität kam, was anhand des Pittsburgh Schlafqualitätsindex (PSQI) festgestellt wurde.

Da durch eine Musikintervention einerseits die Möglichkeit zur Schmerzlinderung und andererseits zur Verbesserung des Schlafes besteht, sollte dem definitiv nachgegangen werden. Mit dem erfolgreichen Einfluss auf eine der beiden Variablen könnte der Kreis der gegenseitigen Beeinflussung von Schlaf und Schmerz durchbrochen werden und eine deutliche Verbesserung der Lebensqualität könnte die Folge daraus sein.

2.4 Frequenzmodulierte Musik: Fokus auf die Audiovisuelle Wahrnehmungsförderung

Es gibt verschiedene Ansätze, welche sich mit dem Einfluss spezieller Frequenzen beschäftigen. Der bekannteste Ansatz ist vermutlich jener der Binauralen Beats (BB). Bei diesem psychoakustischen Phänomen werden Sinustöne über Kopfhörer präsentiert, jedoch auf jedem Ohr mit einer leicht unterschiedlichen Frequenz. Bei regulären Schwebungen gibt es eine physische Interferenz von Schallwellen, während es bei Binauralen Beats zu einer neuronalen Interaktion kommt. Die Wellen werden im Gehirn als ein Ton wahrgenommen, welcher der Differenz beider Frequenzen entspricht (Oster, 1973). Wird beispielsweise auf einem Ohr eine Frequenz von 210 Hz gehört und auf dem anderen Ohr eine Frequenz von 205 Hz, wird es vom Gehirn als 5 Hz wahrgenommen. In weiterer Folge kommt es laut Smith et al. (1975) zu einer Synchronisation der neuronalen Aktivität mit dieser Frequenz, was mit dem Begriff Entrainment beschrieben wird. Dadurch soll das Gehirn in unterschiedliche Schwingungen versetzt werden können, die entweder aktivierend oder entspannend wirken sollen. Alpha Wellen (7 – 13 Hz) kommen sowohl im Wachzustand bei geschlossenen Augen als auch im Schlaf vor. Wenn die Aufmerksamkeit aktiv nach außen gerichtet wird, dominieren meist die Beta Wellen (13 – 30 Hz). Je höher die Frequenz, umso größer ist in der Regel die Unruhe oder der Stress. Das Gehirn befindet sich in einem Zustand von Gamma Wellen (30 – 50 Hz), wenn schwierige kognitive Aufgaben bearbeitet werden, bei denen ein hohes Maß an Aufmerksamkeit erforderlich ist. Delta Wellen (0.5 – 4 Hz) kommen im Tiefschlaf vor, während Theta Wellen (4 – 7 Hz) bei Müdigkeit, Zuständen tiefer Entspannung oder auch in anderen Schlafstadien vorkommen (Bear et al., 2018).

Gkolias et al. (2020) untersuchten den Einsatz von Binauralen Beats bei einer Stichprobe von Personen mit chronischen Schmerzen. In dieser randomisierten kontrollierten Doppelblindstudie hörten die Teilnehmer*innen eine Woche lang täglich 30 Minuten entweder Binaurale Beats oder eine Musikatrappe ebendieser. Schon nach den ersten 30 Minuten kam es in der BB-Gruppe zu einer verringerten Schmerzwahrnehmung des akuten Schmerzes auf einer numerischen Skala, was auch am Ende der Woche beobachtet werden konnte. In der Placebo-Bedingung konnte keine signifikante Reduktion auf der numerischen Schmerzskala vermerkt werden. Auch der Einsatz analgetischer Medikamente während der Woche war in der Binauralen Beats-Gruppe signifikant geringer als in der Kontrollgruppe. Der Mittelwert des täglichen Schmerzes war in der Interventionsgruppe im Vergleich zu vor der Intervention signifikant verringert, was bei der Kontrollgruppe nicht der Fall war. Ein Vergleich zwischen den Gruppen hinsichtlich des Mittelwertes des täglichen Schmerzes zeigte jedoch keine signifikante

Differenz. Eine Aufzeichnung mittels EEGs zeigte in der BB-Gruppe, anders als in der Kontrollgruppe, tatsächlich eine mittlere Theta Power von 5 Hz.

Ähnliche Ergebnisse hinsichtlich des chronischen Schmerzes fand auch Zampi (2016), der in der Experimentalgruppe, verglichen mit einer Kontrollgruppe, einen starken Haupteffekt in der Binauralen Beats-Bedingung feststellen konnte. In der Placebo-Gruppe, welche Töne mit 300 Hz hörten, kam es ebenfalls zu einem signifikanten Rückgang der Schmerzangaben. Ein Bonferroni-korrigierter Post-Hoc-Test zeigte jedoch, dass die Reduktion in der Experimentalgruppe um 77% stärker ausfiel. So sank der Mittelwert in der Experimentalgruppe von $M = 4.60$ vor der Intervention auf $M = 2.74$ nach der Intervention, während der Mittelwert der Kontrollgruppe von $M = 4.60$ auf $M = 4.17$ sank.

Die Metaanalyse von Garcia-Argibay et al. (2019) untersuchte den Effekt von Binauralen Beats auf Kognition, Ängstlichkeit und Schmerzwahrnehmung und fand auf einer Grundlage von 22 Studien und 35 Effektstärken eine allgemeine mittlere, konsistente und signifikante Effektgröße von $g = 0.45$.

Shumov et al. (2017) prüften die Einschlafdauer nach dem Hören von Binauralen Beats, Monauralen Beats und einer ähnlichen Musik ohne Beats. Bei den Monauralen Beats werden zwei leicht verschiedene Frequenzen zuerst gemischt und dann präsentiert. Die kürzeste Einschlafdauer konnte mit einer durchschnittlichen Zeit von 429 Sekunden bei den Binauralen Beats gefunden werden. Bei den Monauralen Beats waren es 926 Sekunden und bei der Kontrollgruppe 809 Sekunden.

In der Studie von Bang und Kollegen (2019) kam es in einer Stichprobe von Personen mit subklinischer Insomnie durch eine zweiwöchige Intervention in beiden Gruppen (Interventionsgruppe und Kontrollgruppe) zu einer Reduktion des Insomnia Severity Index, welche jedoch nicht signifikant war. Allerdings war der Effekt in der Interventionsgruppe größer und ein EEG nach der Intervention zeigte vermehrte Beta Schwingungen im Wachzustand der BB-Gruppe, was von den Autor*innen als Steigerung der Aufmerksamkeit interpretiert wurde.

In einer gesunden Stichprobe von 15 jungen Fußballspieler*innen wurde der Einsatz der Binauralen Beats während des Schlafes untersucht, indem sie 8 Wochen während des Schlafes Musik zwischen 2-8 Hz hörten. Die Kontrollgruppe bildeten 15 Sportstudent*innen, die keine Musik hörten. Einmal pro Woche mussten alle Teilnehmer*innen ein Schlaftagebuch führen, Adjektive zu ihrem psychophysischen und motivationalen Status auflisten und einen Fragebogen bezüglich der Schlaf- und Aufwachqualität ausfüllen. Das Ergebnis war eine signifikante

Verbesserung der subjektiven Einschätzung der Schlaf- und Aufwachqualität, der Müdigkeit und der Motivation in der Experimentalgruppe (Abeln et al., 2014).

Auch Jirakittayakorn und Wongsawat (2018) untersuchten den Einsatz der BB während des Schlafes. In der Experimentalgruppe wurden diese im N2 Schlafstadium, welches dem ersten Schlafstadium nach der Einschlafphase entspricht, abgespielt und gestoppt, sobald das N3 Schlafstadium, die Tiefschlafphase, entrat. Die Tiefschlafphase setzte in der Experimentalgruppe früher ein als in der Kontrollgruppe und dauerte darüber hinaus auch länger an.

Manche Musiker*innen und Theoretiker*innen schreiben der 432 Hz Frequenz eine „heilende Wirkung“ zu, unter anderem auch bezüglich des Schlafes und Schmerzes. Relativ wenig Studien erheben die Beziehung jedoch mit randomisierten kontrollierten Bedingungen inklusive doppelter Verblindung und Kontrollgruppe. Calamassi et al. (2020) führten jedoch eine ebensolche Studie durch und fanden eine signifikante Verbesserung des Schlafes ($+3.6$, $p = .02$) nach dem Hören einer 432 Hz Musik, während bei der Kontrollgruppe, die Musik mit einer Frequenz von 440 Hz gehört haben, keine Verbesserung (-1.50 , $p = .34$) beobachtet werden konnte. Bezüglich des Einflusses der 432 Hz Frequenz auf das Schmerzerleben konnten nur Artikel ohne Kontrollgruppe gefunden werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Forschungslage hinsichtlich des Einflusses spezieller Frequenzen auf das Schmerzerleben und die Schlafqualität noch ausbaufähig ist. Es gibt jedoch Hinweise auf die Effektivität hinsichtlich der Verbesserung des Schlafes und der Reduktion von Schmerzen. Aufgrund der spärlichen Forschungslage liegen keine Studien vor, die prüfen, ob das Schmerzerleben über eine Verbesserung der Schlafqualität vermittelt wird. Allerdings können auch die Forschungsergebnisse der konventionellen Musik zu Rate gezogen werden. Aus diesen geht hervor, dass Musikinterventionen die Schlafqualität maßgeblich verbessern können und zudem, dass eine gute Schlafqualität in den meisten Fällen zu einer geringeren Schmerzempfindlichkeit führt. Dies könnte auf eine vorliegende Mediation hinweisen, welche durch den potenziellen Vorteil der Frequenzmodulation noch stärker ausfallen könnte.

Es gibt auch noch weitere Ansätze wie die Solfeggio Frequenz oder die isochronischen Töne, diese weisen jedoch keine wissenschaftliche Grundlagen auf. Auch für die frequenzveränderte Musik der Firma „Schallpause“ konnte keine empirische Forschung gesichtet werden. Diese basiert auf demselben theoretischen Prinzip wie die AVWF-Methode, welche in der vorliegenden Studie zum Einsatz kam und auf welche nun eingegangen wird.

Die Audiovisuelle Wahrnehmungsförderung wurde ursprünglich von Ulrich Conrady für verhaltensauffällige und lernschwache Kinder entwickelt. Der Einsatz beschränke sich laut Hersteller jedoch nicht nur auf Kinder, sondern kann auch im Jugend- oder im Erwachsenenalter genutzt werden. Über spezielle Kopfhörer gelangt schallmodulierte Musik ins Mittelohr, über dessen Nervenfasern, Conrady (o. J) zufolge, das autonome Nervensystem stimuliert und in Balance gebracht werden soll. Dies soll sich wiederum sehr positiv auf die Selbstregulation auswirken. Zudem soll ein neurologisches Gefühl von Sicherheit entstehen. Die beiden Faktoren sollen es ermöglichen, zukünftige stressreiche Situationen besser bewältigen zu können. Die Stimulation mittels frequenzmodulierter Schallwellen soll auch das Lernvermögen verbessern. Die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung soll schneller und der Transfer zwischen den beiden Gehirnhälften verbessert werden. Der Einsatz der AVWF beschränke sich Conrady (o. J) zufolge jedoch nicht auf kognitive Fähigkeiten, sondern soll auch bei Antriebsschwäche, Depression, Angstzuständen, Altersproblemen, Stresssymptomen, motorischen Schwierigkeiten, neurologischen Erkrankungen u.v.m. Abhilfe schaffen können. Als Einsatzbereiche werden auch chronischen Schmerzen sowie Schlafprobleme genannt, worauf der Fokus dieser Arbeit liegt. Bei Kindern ist der Einsatzbereich sogar noch breiter. Ulrich Conrady nennt beispielsweise Lernschwächen, Wahrnehmungsstörungen, Verhaltensstörungen oder Entwicklungsstörungen. Außerdem kommt die Methode häufig im Bereich des (Hochleistungs-) Sports zum Einsatz, um die Belastbarkeit sowie die Wahrnehmung und Bewegung zu fördern (Conrady, 2011).

Es wird ersichtlich, dass von Conrady ein sehr breites Spektrum an Einsatzmöglichkeiten genannt wird. Zudem sind es primär Bereiche, in denen erfolgreiche Interventionen essentiell wären. Ein solch umfangreich einzusetzendes Instrument wäre bei nachgewiesener Effektivität von großem allgemeinen Interesse. Für die meisten Einsatzbereiche gibt es bis dato jedoch keine empirische Forschung und daher keine Belege für die Wirksamkeit, weshalb das Zustandekommen des großen Einsatzbereiches deutlich kritisch hinterfragt werden muss.

Die Frequenzmodulation findet im hörbaren Bereich von 50 bis 4000 Hz statt und erfolgt mit Hilfe einer speziellen Software. Obwohl die Modulation im wahrnehmbaren Bereich stattfindet, sei sie laut dem Gründer mit einer durchschnittlichen Hörfähigkeit nicht erkennbar. Die Frequenzmodulation filtert die Oberschwingungen zuerst im niedrigen Frequenzbereich (in der vorliegenden Studie: Sitzungen eins bis sieben) und später zusätzlich im hohen Frequenzbereich (in der Studie: Sitzungen acht bis 10) (Feneberg et al., 2020). Die Modulation erfolgt, indem über einen unveränderten Tonträger ein modulierendes Signal gelegt wird, woraus in

weiterer Folge der modulierte Tonträger resultiert. Diese Methodik ermöglicht es, dass beliebige Musikstücke frequenzmoduliert dargeboten werden können (Conrady, 2011).

2.6 Forschungsstand der Audiovisuellen Wahrnehmungsförderung

Olbrich et al. (2015) lieferten erste Ergebnisse zum Einsatz der Audiovisuellen Wahrnehmungsförderung in einer psychosomatischen Rehabilitationsklinik. Das Hören der AVWF-Musik erfolgte zusätzlich zum regulären Behandlungsplan der Rehabilitation. Die Stichprobe der Personen, die die AVWF testeten, belief sich auf $n = 70$, während als Vergleichsgruppe die Gesamtheit der Personen in der Rehabilitationsklinik ($n = 1474$) herangezogen wurde. Die praktische Durchführung erfolgte durch geschultes Personal, welches zuvor mit der AVWF-Methode vertraut gemacht wurde. In den 10 Musiksitzungen hörten je drei Patient*innen parallel die vorausgewählte Musik mit derselben Modulationsstufe. Mit fortschreitenden Sitzungen stieg auch der Grad der Modulation. Die psychische Gesamtbelastung der letzten 7 Tage verringerte sich in der AVWF-Bedingung um 0.46 Punkte und in der Vergleichsgruppe um 0.40 Punkte. Bezüglich der Selbsteinschätzung gaben 76% an, dass sich ihr körperliches Befinden verbessert habe und 83% gaben an, dass sich ihr psychisches Befinden gesteigert hatte. Die Autor*innen geben an, dass diese Werte über jenen der Vergleichsgruppe lagen, nennen jedoch keine Referenzen diesbezüglich. Als biologische und neurologische Ergebnisse wurden eine Verbesserung der auditiven und akustischen Ordnungsschwelle sowie eine Verbesserung der Herzratenvariabilität nach dem Einsatz der AVWF-Methode genannt. Jedoch wurden auch hier keine Werte der Vergleichsgruppe angegeben, weswegen die Ergebnisse nicht in einen Rahmen gesetzt und dementsprechend interpretiert werden können. Der Einfluss der Schlafqualität wurde nicht aktiv erhoben, jedoch wird von einem Einzelfall berichtet, bei dem ein Patient, der seit 30 Jahren an Schlafstörungen litt, nach der Anwendung der AVWF-Methode einige Nächte durchschlafen konnte. Zudem verbesserte sich seine Schlafqualität allgemein. Im Großen und Ganzen geht die Überlegenheit der AVWF aus dieser Studie aufgrund diverser Limitationen nicht vollständig hervor. Zum einen werden die Werte aus der Vergleichsgruppe nicht genannt, ebenso wenig wie die statistischen Kenngrößen hinsichtlich des Unterschieds. Zum anderen könnte der Effekt auch durch das Musikhören per se erfolgt sein, da es keine Kontrollgruppe gab, die unveränderte Musik hörte. Außerdem fand keine randomisierte Zuteilung statt, weshalb Verzerrungen aufgrund der Erwartungen hinsichtlich der Methode nicht auszuschließen sind. Die Veränderungen könnten aber auch durch andere erfolgte Behandlungen im Zuge der Rehabilitation oder durch das Abfallen des Alltagsstress hervorgehoben worden sein.

Außerdem muss angemerkt werden, dass einer der Autor*innen der Hersteller der Methode selbst war. Auch das sollte bei der Interpretation berücksichtigt werden.

Die Veränderungen der Cortisol-Aufwachreaktion (CAR) nach einer Stimulation mit der AVWF-Methode untersuchten Olbrich und Näher im Jahr 2017. Auch hier wurde der Einsatz in einer psychosomatischen Rehabilitationsklinik geprüft. Bei der CAR wird das Cortisol im Speichel unmittelbar nach dem Aufstehen gemessen. Dieses steigt in der Regel innerhalb von 30 bis 45 Minuten um circa 50 – 155%. Die CAR ist bei starker Stressexposition meistens erhöht, kann aber in manchen Fällen auch außergewöhnlich niedrig ausfallen. Auch in dieser Studie erhielten alle Patient*innen die regulären Behandlungen (Treatment as usual) und 22 Personen testeten zusätzlich die AVWF-Methode. Als Vergleichsstichprobe wurden 22 Personen aus der Gesamtgruppe der Rehabilitand*innen des Jahres 2015 ausgewählt. Dies geschah laut Angaben der Autor*innen aufgrund von Alter, Geschlecht und „erfüllter Bedingungen“. Näher wurde dies nicht spezifiziert. Zu Beginn sowie am Ende des Klinikaufenthaltes wurde je 2 Tage lang die Cortisol-Aufwachreaktion mit Hilfe von Speichelproben direkt beim Aufwachen sowie 30, 45 und 60 Minuten später gemessen und über beide Tage hinweg gemittelt. Es konnte hierbei eine allgemeine Tendenz zur Normalisierung der Cortisol-Aufwachreaktion verzeichnet werden. So kam es bei einer erhöhten CAR zu einer Verringerung und bei einer Unterregulierung zu einer Erhöhung. Generell dominierte in der Stichprobe das Auftreten einer erhöhten Cortisol-Aufwachreaktion. Bezüglich der Bedingung konnten signifikante Gruppenunterschiede über die Zeit hinweg festgestellt werden. So war die Verringerung des Cortisols 60 Minuten nach dem Aufstehen in der AVWF-Gruppe stärker als in der Treatment as usual-Gruppe. Die Generalisierbarkeit der Ergebnisse kann allerdings auch hier nicht problemlos erfolgen. Die Ergebnisse werden relativ einseitig berichtet und statistische Kennzahlen bezüglich der Signifikanz werden nicht genannt. Außerdem könnte die Verbesserung auch dem Musikhören selbst, anderen Behandlungen oder dem Abfallen des Alltagsstressses zugeschrieben werden. Des Weiteren erfolgte keine randomisierte Zuteilung, weswegen Erwartungen das Ergebnis beeinflussen könnten. Zudem gab es keine Vergleichsgruppe, die unveränderte Musik hörte.

Da die AVWF-Methode sehr häufig im Bereich des (Hochleistungs-) Sports eingesetzt wird, prüften Finkenzeller et al. (2018) den Einsatz bei Gymnasiast*innen mit Sportschwerpunkt. Die Stichprobe bestand aus 57 Schüler*innen, welche randomisiert einer von drei Bedingungen zugeteilt wurden: Der regulären Musikgruppe, der AVWF-Gruppe und der Kontrollgruppe. Die Musikgruppe hörte dieselbe Musik wie die AVWF-Gruppe, nur dass sie frequenzunverändert wiedergegeben wurde. Die Kontrollgruppe hörte dagegen keine Musik. Es fand

auch eine Verblindung statt, da die Teilnehmer*innen der Musikgruppe und die der AVWF-Gruppe dieselben Kopfhörer trugen und sie zu keinem Zeitpunkt wussten, ob die Musik frequenzverändert dargeboten wurde oder nicht. Die Intervention selbst bestand aus 10 Musiksitzen zu je 50 Minuten. Die Musik wurde in einer freien Stunde der Schüler*innen von ebenjenen gehört, die währenddessen reden, lesen oder Hausübung machen durften. Dies deckte sich mit den Angaben des Herstellers, die darauf hinweisen, dass die Stimulation unterbewusst stattfindet, weswegen jeder Aktivität währenddessen nachgegangen werden kann. Unmittelbar vor und nach der 14-tägigen Intervention sowie 4 Monate später wurde eine psychophysiologische und kognitive Testbatterie durchgeführt. Die physiologischen Parameter wurden anhand eines Elektrokardiogramms und einer Messung der Atemfrequenz erhoben. Die Bedingung hatte zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf das mentale Wohlbefinden, die kognitive Leistung oder auf die Erholung von Stress. Finkenzeller und et al. (2018) sehen die Annahme über die Effektivität der AVWF-Methode in einem theoretischen Rahmen, welcher aufgrund bisheriger Ergebnisse nicht in die Praxis übertragen werden kann.

Wieser et al. (2011) untersuchten den Einfluss der AVWF-Methode auf die Gehirnaktivität mit Hilfe einer funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT). Die Stichprobe bestand aus 13 Proband*innen, darunter drei Hochleistungssportler*innen. Die Musik bestand aus 10 verschiedenen Liedern unterschiedlicher Genres, die je 30 Sekunden lang abgespielt wurden. Jedes Lied wurde einmal frequenzmoduliert und einmal unverändert in zufälliger Reihenfolge wiedergegeben. Eine anschließende Befragung zeigte, dass die Proband*innen nicht fähig waren, zwischen den Varianten zu diskriminieren. Die Auswertung der fMRT Bilder zeigte, dass die frequenzmodulierte Musik eine stärkere Aktivität im auditiven Cortex zur Folge hatte. Außerdem beschreiben die Autor*innen eine starke und veränderte Aktivität in Regionen des Thalamus, welche jedoch „nicht so robust bzw. signifikant“ (Wieser et al., 2011, S. 7) ausfiel wie die des auditiven Cortex. Zudem konnte beim Hören der frequenzmodulierten Musik eine geringere Aktivität im prämotorischen- und motorischen Cortex registriert werden, woraus die Forscher*innen auf einen beruhigenden Effekt der AVWF-Methode schlossen. Auch diese Studie ist jedoch ein wenig kritisch zu betrachten, da die wissenschaftlichen Standards hinsichtlich des Vorgehens sowie der Auswertung nicht zur Gänze eingehalten wurden. Außerdem werden die Ergebnisse kaum hinsichtlich ihrer Aussagekraft diskutiert. Lediglich aus dem dritten Ergebnis wurden direkte Schlüsse gezogen.

2.7 Forschungslücken und ethische Bedenken hinsichtlich der AVWF-Methode

Allgemein ist unklar, auf welcher Grundlage der breite Einsatzbereich der AVWF-Methode basiert. Die Reduktion von Schmerzen und die Verbesserung der Schlafqualität wurden in keiner Studie aktiv erhoben, sondern scheinen eher eine theoretische Schlussfolgerung zu sein, da in der Erhebung von Olbrich et al. (2015) ein besseres Körpergefühl und auch eine Verbesserungen der Schlafqualität bei einem Einzelfall auftraten. Jedoch ist aufgrund der oben genannten Limitationen Vorsicht bei der Interpretation geboten. Die AVWF-Methode wird seit 2013 im Rehabilitationszentrum Bad Salzuflen zur Behandlung chronischer Schmerzen eingesetzt. Es ist fraglich, ob es tatsächlich transparent als innovatives Verfahren mit wenig empirischer Grundlage vorgestellt wird. Um die Wirksamkeit der AVWF-Methode zu prüfen, bedarf es vor allem an randomisierten kontrollierten Studien. Die Studie von Finkenzeller et al. (2018) gilt als erste Studie mit einem randomisierten kontrollierten Design und die Ergebnisse konnten keinen Vorteil der AVWF-Methode verzeichnen. Die Effektivität kann aufgrund der vorliegenden Datengrundlage also nicht zweifelsfrei angenommen werden, zu welchem Schluss auch Maringer (2013) in der Fachauskunft der österreichischen Sozialversicherungsträger kam. Aufgrund unzulänglicher Evidenz wurde die AVWF-Methode nicht als Krankenbehandlung aufgenommen. Allerdings wird die Effektivität seitens des Herstellers anders kommuniziert. Da die Anschaffung der Audiovisuellen Wahrnehmungsförderung mit 1530 € nicht gerade günstig ausfällt, wird die ethische Frage aufgeworfen, ob eine Methode als effektiv angepriesen werden darf, ohne eine ausreichende empirische Fundierung aufzuweisen. Dies verstärkt sich zusätzlich dadurch, dass die AVWF-Methode auf eine relativ vulnerable Zielgruppe abzielt (z.B. Personen mit Burn-out, Depressionen, Angstzuständen, Schlafstörungen, chronischen Schmerzstörungen etc.). All diese Merkmale gehen in der Regel mit erheblichen Belastungen einher, von denen sich die Betroffenen in der Regel schnellstmöglich Abhilfe schaffen wollen. Dass es bezüglich des Einsatzes der AVWF-Methode jedoch noch keine valide und aussagekräftige Evidenz gibt, wird den meisten Betroffenen höchstwahrscheinlich durch die stattfindende Kommunikation nicht bewusst sein. Empirisch gesicherte Ergebnisse sollen dieser potenziell verzerrten Wahrnehmung entgegenwirken. Ebenso soll die Forschung aus einem gesundheitspolitischen Interesse heraus vorangetrieben werden. Gilt die Wirksamkeit als bewiesen, wäre es von großem Interesse, die AVWF-Methode zugänglicher und allgemein erschwinglicher zu machen. Eine Verbesserung der Schlafqualität und eine Reduktion von (chronischen) Schmerzen könnten sogar das Gesundheitssystem entlasten. Außerdem könnte es durch den erfolgreichen Einsatz der

Methode zu einer Verringerung des Schmerz- und Schlafmittelkonsums kommen, was ebenfalls dem allgemeinen Interesse entspräche.

Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Schmerz- und Schlafprobleme auch in Österreich sehr weit verbreitet sind und einen erheblichen Einfluss auf das Wohlbefinden der Betroffenen haben. Es gibt einige Hinweise auf die bidirektionale Beziehung zwischen Schmerz und Schlaf. Zudem belegen viele Studien den schmerzlindernden Effekt von Musik. Bezüglich deren Effekts auf die Schlafqualität gibt es ebenso viel Evidenz, vor allem in Populationen mit vorliegenden Schlafproblemen und bei älteren Personen. Bei einer jungen Zielgruppe ohne Schlafstörungen sowie bei einer objektiven Messung konnten jedoch keine Verbesserungen vermerkt werden. Der Hersteller der AVWF-Methode verspricht einen sehr breiten Einsatzbereich in jedem Alter, obwohl unklar ist auf welcher Grundlage dieser basiert. Denn zum Zeitpunkt der Verfassung dieser Arbeit prüften nur vier Studien die Effektivität der Audiovisuellen Wahrnehmungsförderung, darunter keine explizit den Einfluss auf das Schmerzerleben, die Schlafqualität oder auf die weiteren genannten Einsatzbereiche. Lediglich ein Einzelfall in der Studie von Olbrich et al. (2015) berichtete von einer Verbesserung der Schlafqualität nach jahrelangen Schlafproblemen. Hinweise auf den Einfluss der AVWF-Methode auf das Schmerzerleben gibt es aufgrund der Literatur gar keine. Darüber hinaus können drei Studien aufgrund wissenschaftlicher Mängel maximal als richtungsweisend angesehen werden. Trotzdem wird der Einsatz laut Hersteller bei Schlafstörungen und Schmerzen empfohlen. Es scheint als würde die Effektivität der AVWF-Methode bis dato eher auf einem theoretischen Modell mit kaum empirischer Fundierung beruhen. Außerdem ist unklar, wie es zur Wirkung der frequenzveränderten Musik kommt. Conrady (o. J.) beruft sich auf die Polyvagal Theorie, für die jedoch auch keine empirische Fundierung vorliegt. Die fMRT Studie von Wieser et al. (2011) zeigt lediglich, dass die frequenzveränderte Musik anders im auditiven Cortex verarbeitet wurde, es eine erhöhte Aktivität im Thalamus und eine verringerte Aktivität im motorischen- und prämotorischen Cortex gab. Letzteres wird als beruhigende Wirkung interpretiert, die anderen beiden Ergebnisse wurden inhaltlich nicht eingeordnet. Die Forschungslücken sind also immens und bevor die Methode „effektiv“ genannt werden darf, braucht es noch umfangreiche empirische Prüfungen mit hohen wissenschaftlichen Standards (z.B. randomisierte kontrollierte Studien mit beidseitiger Verblindung). Die vorliegende Masterarbeit soll mit vorläufigen Ergebnissen erste Hinweise auf den Einsatz der Methode in den Bereichen Schlaf und Schmerz liefern.

3. Fragestellungen & Hypothesen

Aus der in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Literatur lassen sich folgende zwei Fragestellungen ableiten, welche im Zuge dieser Masterarbeit beantwortet werden sollen.

Fragestellung 1: Welchen Einfluss hat das Hören fremdgewählter frequenzmodulierter Musik im Vergleich zu fremdgewählter unveränderter Musik auf das Schmerzerleben und die Schlafqualität?

Fragestellung 2: Wird der Einfluss fremdgewählter frequenzmodulierter Musik oder der von fremdgewählter unveränderter Musik auf das Schmerzerleben über eine Verbesserung der Schlafqualität vermittelt?

Aus diesen Fragestellungen können folgende Hypothesen aufgestellt werden, welche es zu überprüfen gilt.

Hypothese 1: Durch das Hören fremdgewählter Musik kommt es zu einer Veränderung des Schmerzerlebens, wobei der Effekt bei fremdgewählter frequenzmodulierter Musik stärker ist als bei fremdgewählter unveränderter Musik.

Hypothese 1.1: Durch das Hören fremdgewählter Musik kommt es zu einer Reduktion der Schmerzintensität, wobei der Effekt bei fremdgewählter frequenzmodulierter Musik stärker ist als bei fremdgewählter unveränderter Musik.

Hypothese 1.2: Durch das Hören fremdgewählter Musik kommt es zu einer Erhöhung der Schmerztoleranz, wobei der Effekt bei fremdgewählter frequenzmodulierter Musik stärker ist als bei fremdgewählter unveränderter Musik.

Hypothese 2: Durch das Hören fremdgewählter Musik kommt es zu einer Verbesserung der Schlafqualität, wobei der Effekt bei fremdgewählter frequenzmodulierter Musik stärker ist als bei fremdgewählter unveränderter Musik.

Hypothese 3: Der Einfluss der Musik auf das Schmerzerleben wird über eine Verbesserung der Schlafqualität vermittelt, wobei der mediierende Effekt bei fremdgewählter frequenzmodulierter Musik stärker ist als bei fremdgewählter unveränderter Musik.

4. Methodik

Die Daten der vorliegenden Masterarbeit wurden im Rahmen des übergeordneten Forschungsprojektes „Musik und Stressmanagement- eine musikalische Musikinterventionsstudie“ erhoben. Dieses wird an der Universität Wien unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Urs Nater durchgeführt, mit Rosa Maidhof, MSc und Anja Feneberg, MSc als Studienleiterinnen. Die Datenerhebung begann bereits im Dezember 2016 an der Universität Marburg in Deutschland und wurde im Januar 2018 aufgrund des Umzuges des Forschungsteams nach Wien für 9 Monate pausiert. Im Oktober 2018 wurde sie in den Räumlichkeiten des Music and Health Labs der Fakultät für Psychologie fortgeführt. Das Ende der Datenerhebung ist bis spätestens Dezember 2022 angedacht, das übergeordnete Projekt ist somit noch nicht abgeschlossen. Das Ziel der Studie ist, die Auswirkungen drei verschiedener Musikbedingungen auf diverse Stress- und Schmerzparameter zu erheben. Es handelt sich mit einer geplanten Stichprobengröße von $N = 90$ um eine groß angelegte Studie. Diese 90 Studienteilnehmer*innen sollen sich zu gleichen Teilen auf drei Musikbedingungen aufteilen, woraus sich drei Teilstichproben zu je 30 Versuchspersonen ergeben. Darüber hinaus kann angemerkt werden, dass die Dauer der Studienteilnahme mit 13 Terminen zu je rund 75 Minuten recht lang ausfällt und dass eine simultane Studienteilnahme mehrerer Versuchspersonen nur begrenzt möglich ist. Diese Parameter wirken sich folglich auf den Zeitraum der Datenerhebung aus. Zum Zeitpunkt der Datenauswertung der vorliegenden Arbeit haben 25 Versuchspersonen die Musikintervention zur Gänze absolviert, also in etwa ein Drittel der geplanten Stichprobengröße. Für die vorliegende Arbeit gilt die Datenerhebung jedoch als abgeschlossen, weswegen die Ergebnisse nur als vorläufig angesehen und zwingend vor diesem Hintergrund interpretiert werden müssen.

4.1 Studiendesign

Bei dem Studiendesign handelte es sich um eine randomisierte kontrollierte Studie. Die Proband*innen wurden nach dem Studieneinschluss zufällig einer von drei Bedingungen zugeordnet. Der genaue Ablauf der Randomisierung wird unter dem Abschnitt 4.4 beschrieben. Die drei Bedingungen lauteten: 1) selbstgewählte nicht frequenzmodulierte Musik, 2) fremdgewählte unveränderte Musik und 3) fremdgewählte frequenzmodulierte Musik. In der ersten Bedingung wurden die Proband*innen angehalten, Musikstücke über insgesamt 120 Minuten auf einem portablen Medium mitzunehmen. Da sich die vorliegende Arbeit mit den Bedingungen zwei und drei beschäftigt, soll das weitere Vorgehen der Bedingung eins nicht näher beschrieben werden. Die fremdgewählte Musik wurde von der Studienleitung ausgewählt und dieselbe

Musik wurde einmal frequenzmoduliert und einmal unverändert wiedergegeben. Dadurch konnte die Bedingung mit Frequenzmodulation als Experimentalbedingung angesehen werden und die Bedingung ohne Frequenzmodulation als Kontroll- bzw. Placebo-Bedingung. Eine Musiksitzung beschränkte sich stets auf eines der folgenden Genres: Klassik, Instrumental, Pop, Rock und World Music. Zusätzlich kamen Alben, die eigens von dem Entwickler der Audiovisuellen Wahrnehmungsförderung komponiert und aufgezeichnet wurden, zum Einsatz. Die Liste der Musikstimuli in der abgespielten Reihenfolge kann dem Anhang entnommen werden. Die Musik wurde im Allgemeinen von elektronischen Instrumentalklängen beherrscht, nur zwei Sitzungen enthielten auch Gesang. Die Frequenzmodulation erfolgte durch ein eigenes Gerät, welches der Universität von Dr. Dieter Olbrich für die Durchführung der Studie zur Verfügung gestellt wurde. Die Reihenfolge der Musiksitzungen war von großer Relevanz, da die Intensität der Frequenzmodulation mit jeder Sitzung stieg.

Eine sehr wichtige Rolle nahm die Verblindung ein. Es gab während der Studie stets zwei Versuchsleiter*innen, die in der Regel Masterstudierende waren. Versuchsleiter*in II war für das Abspielen der Musik verantwortlich und wusste daher stets in welcher Bedingung sich die jeweilige Versuchsperson befand und welche Sitzung stattfand. Ab diesem Zeitpunkt durfte zwischen Versuchsleiter*in II und der Versuchsperson keine Interaktion mehr stattfinden, um eine potenzielle Beeinflussung zu verhindern. Deshalb saß Versuchsleiter*in II auch während des Musikhörens hinter einem Paravent, sodass keine nonverbale Interaktion stattfinden konnte. Versuchsleiterin I hingegen war für die Interaktion mit der Versuchsperson verantwortlich. Diese wurde in der Studie bewusst weiblich gehalten, um mögliche soziale Einflüsse aufgrund des Geschlechtes konstant zu halten. Da in der vorliegenden Arbeit die fremdgewählte Musik im Zentrum steht, konnte eine doppelte Verblindung gewährleistet werden, da weder die Versuchsperson noch die Versuchsleiterin I wusste, in welcher Bedingung sich die Person befand.

Die Untersuchungen fanden in den Räumlichkeiten „Haydn und Mozart“ des Music and Health Labs statt. Dort fand ein Voruntersuchungstermin (= Baseline Termin) statt und nach diesem hörten die Teilnehmer*innen an 10 Terminen je 60 Minuten lang Musik ihrer zugeteilten Bedingung, also entweder die Musik mit oder ohne Frequenzveränderung. Die Termine fanden stets im Zeitraum von 12:00 – 18:00 Uhr statt. Diese 10 Termine sollten möglichst innerhalb von 3 Wochen stattfinden, da dies den Vorgaben des Herstellers der AVWF-Methode entspricht. Nach den 10 Musikterminen erfolgten noch zwei Nachtermine. Der erste Nachtermin (= Post Termin) fand einige Tage nach der letzten Musiksitzung statt und der zweite

Nachtermin (= Follow-Up Termin) erfolgte circa 4 Wochen nach dem letzten Musiktermin. Der Baseline und der Post Termin zielten im Sinne eines prä-post Vergleichs darauf ab, die Veränderung gewisser Variablen durch die Musikintervention zu erheben. Im Follow-Up Termin wurde anschließend untersucht, ob auch Langzeiteffekte durch die Musikintervention verzeichnet werden können.

Sowohl die Pilotstudie an der Universität Marburg als auch die Folgestudie an der Universität Wien (Referenznummer 00331) wurde von der Ethikkommission begutachtet und genehmigt.

4.2 Messinstrumente

Die Schlafqualität wurde mit der deutschen Version des international eingesetzten Pittsburgh Schlafqualitätsindex von Buysse et al. (1989) erhoben (siehe Anhang). Dies erfolgte online im Baseline Fragebogen (vor der Musikintervention), sowie im Post und Follow-Up Termin. Im Post Termin bezog sich die Schlafqualität auf den Zeitraum der Musikintervention. Es handelte sich hierbei um eine retrospektive subjektive Bewertung der Schlafqualität. Die Items setzten sich einerseits aus numerischen Angaben und andererseits aus der Beantwortung einer 4-stufigen Likert-Skala zusammen. Der Fragebogen bestand aus sieben verschiedenen Komponenten: Subjektive Schlafqualität, Schlaflatenz, Schlafdauer, Schlafeffizienz, Schlafstörungen, Schlafmittelkonsum und Tagesmüdigkeit. Die subjektive Schlafqualität wurde beispielsweise direkt mit der Frage „Wie würden Sie insgesamt die Qualität Ihres Schlafes während der letzten 4 Wochen beurteilen?“ erfragt. Die Schlaflatenz wurde über die Einschlafdauer sowie anhand der Häufigkeit, wie oft die Versuchsperson angab, nicht in den ersten 30 Minuten einschlafen zu können, ermittelt. Die tatsächliche Schlafdauer wurde im offenen Format erfragt und die Schlafeffizienz wurde anhand des Terms (Schlafzeit in h) / (Anzahl der im Bett verbrachten Stunden) x 100 berechnet. Mittels Likert-Skala wurde erfragt, wie oft folgende Beeinträchtigungen auftraten: Schlechtes Einschlafen, nächtliches Erwachen, Atembeschwerden, Husten, Schnarchen, Harndrang, Kälte, Hitze, Alpträume, Schmerzen oder andere Störungen. Der Schlafmittelkonsum wurde ebenfalls direkt erfragt und die Tagesmüdigkeit wurde anhand von Schwierigkeiten, in gewissen Situationen wach zu bleiben oder Problemen tagsüber „in Schwung“ zu kommen operationalisiert. Die jeweiligen Wertebereiche beliefen sich auf 0 bis 3, woraus sich durch die Summation der einzelnen Komponentenscores ein Gesamtscore von 0 bis 21 ergeben konnte. Der von den Testautor*innen empfohlene Cut-Off-Wert liegt bei 5, wobei Personen mit einem Wert unter 5 als „gute Schläfer*innen“ und Personen mit einem Wert

über 5 als „schlechte Schläfer*innen“ eingestuft wurden. Eine weitere differentialdiagnostische Einteilung konnte nicht erfolgen, da es sich bei dem PSQI um ein Screeningverfahren handelt.

Der systematische Review und die Metaanalyse von Mollaveeva et al. (2016) betrachtete die psychologischen Kennwerte des Pittsburgh Schlafqualitätsindex in klinischen sowie nicht klinischen Stichproben. Hierfür wurden 37 Studien hinsichtlich ihrer Konstruktvalidität, internen Konsistenz, Known-Group Validität und Test-Retest Reliabilität gesichtet. Die interne Konsistenz, welche anhand der Interkorrelation der Items eruiert wurde, fiel in neun Studien positiv im Vergleich der Within- und Betweengroup aus. Die Werte des Cronbachs Alpha reichten von $\alpha = 0.70$ bis 0.83 . Die Studien, die den akzeptablen Bereich von 0.70 nicht erreichten, verfehlten ihn nur knapp ($\alpha = 0.64$, $\alpha = 0.67$, $\alpha = 0.69$). Die Test-Retest-Reliabilität wurde in drei Studien erhoben. Die Studie von Rener-Sitar et al. (2014) fand eine Intraklassen-Korrelation von 0.86 bei einer Zeitspanne von 2 Wochen zwischen Test und Retest. Buysse et al. (1991) publizierten einen Pearson Korrelationskoeffizienten von 0.82 bei einer Periode von 28 Tagen zwischen Test und Re-Test. Nur bei der Gruppe der depressiven Personen konnte ein signifikanter Unterschied zwischen Test und Re-Test festgemacht werden. Bei der Studie von Knutson et al. (2006) wurde ein Test-Retest von einem Jahr durchgeführt. Die Intraklassenkorrelation betrug zwischen 0.70 und 0.83 und der Pearson Korrelationskoeffizient derselben Stichprobe betrug 0.68 . Bezüglich der konvergenten Konstruktvalidität konnte ein starker Zusammenhang zwischen dem PSQI und anderen Messungen der Schlafqualität gefunden werden (z.B. klinische Diagnosen von Insomnie, Insomnia Severity Index, Aktigraphie u.v.m). Für die divergente Validität sprach, dass mit verwandten Konstrukten (z.B. Demenz, Erbrechen, Ärger, Spastizität, Blasenfunktionsstörung etc.) nur schwache oder keine Assoziationen gefunden wurden. Auch die Known-Group Validität galt als evident. So wurden gesunde Personen mit Patient*innen mit Schlafproblemen verglichen, wofür der PSQI zu signifikanten Unterschieden kam. Anders bei Studien, die Unterschiede innerhalb einer Gruppe untersuchten (z.B. aufgrund Herkunft, Alter, Geschlecht usw.). Diese konnten keine signifikanten Unterschiede feststellen, was deutlich für das Verfahren spricht. Zusammenfassend weist der PSQI zufriedenstellende psychologische Testkennwerte auf.

Der akute Schmerz wurde mit dem Cold Pressor Tests (von Baeyer et al., 2005) operationalisiert und in der Baseline sowie im Post und Follow-Up Termin eingesetzt. Darüber hinaus kam der Kälteschmerztest in den Musiksitzen eins, drei, sechs und 10 zum Einsatz. Diese Daten sind jedoch für die Beantwortung der vorliegenden Fragestellungen nicht relevant

und wurden daher in den Analysen nicht berücksichtigt. Beim Cold Pressor Test mussten die Versuchspersonen ihre dominante Hand in ein Behältnis mit Wasser mit circa einem Grad Celsius ($\pm 0,5$ °C) halten. Das Wasser wurde durch Eiswürfel gekühlt und eine Pumpe ermöglichte durch Zirkulation des Wassers überall eine gleichmäßige Temperatur. Die Temperatur wurde vor dem Einsatz mittels Thermometer überprüft und notiert. Die Versuchspersonen erhielten die Instruktion, ihre Hand „so lange es geht“ ins Wasser zu halten. Die Maximaldauer betrug drei Minuten, was die Proband*innen jedoch nicht wussten. Die Versuchsleiterin I stoppte die Zeit, in der sich die Hand im Wasser befand. Die Schmerztoleranz wurde definiert anhand der Sekunden, in der die Hand ins Wasser gehalten wurde. Die Schmerzintensität wurde durch eine visuelle Analogskala (siehe Anhang) erhoben, welche unmittelbar vor und nach dem CPT mit der nicht-dominanten Hand ausgefüllt wurde. Die visuelle Analogskala enthielt folgende Aussagen: „Ich habe Schmerzen“ und „Ich fühle mich gestresst“. In der visuellen Analogskala nach dem CPT wurde noch zusätzlich ausgesagt „Der Test war schmerzhaft“. Um die Beurteilung abzugeben, mussten die Versuchspersonen auf einer waagrechten Linie von null bis 100 einen senkrechten Strich bei ihrer Einschätzung setzen. Zur Auswertung wurde das Item „Ich habe Schmerzen“ zu Rate gezogen. Die Schmerzintensität wurde anhand der Differenz der Schmerzen nach dem Cold Pressor Test und davor ermittelt (Δ Schmerz = Schmerz post - Schmerz prä). Dies ermöglichte eine Berücksichtigung von Schmerzen, die bereits vor dem CPT auftraten.

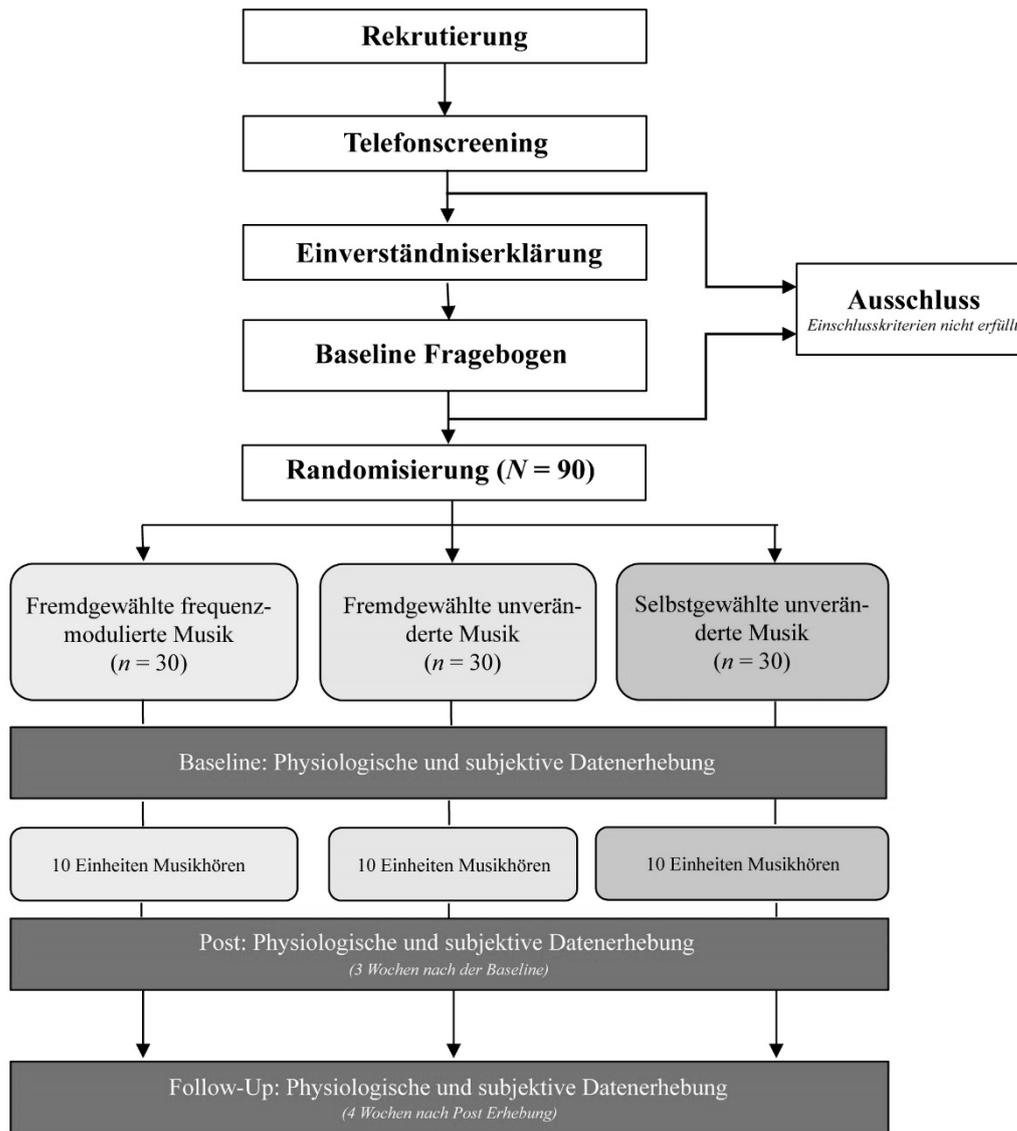
Die zur Erhebung der Schmerzintensität eingesetzte visuelle Analogskala ist laut Schomacher (2008) ein reliables, valides und objektives Instrument zur Erhebung von Schmerz. Zudem ist sie sehr sensibel für eine Veränderung in der Schmerzwahrnehmung. Dies konnten auch Haefeli und Elfering (2006) bestätigen, welche der VAS eine gute Test-Retest Reliabilität zuschreiben. Darüber hinaus entdeckten sie eine hohe Korrelation der visuellen Analogskala mit anderen Selbstbeurteilungen der Schmerzintensität. Zudem stellt die Differenz zweier Messzeitpunkte einen „wahren Unterschied“ des Schmerzausmaßes dar, was einen großen Vorteil gegenüber anderen Instrumenten birgt.

4.3 Studienablauf

Im nachfolgenden Abschnitt soll genauer auf den Studienablauf eingegangen werden, welcher in Abbildung 1 grafisch dargestellt ist.

Abbildung 1

Ablauf der geplanten Gesamtstudie



Anmerkung. Die Datengrundlage der vorliegenden Arbeit bilden die Bedingungen „Fremdgewählte frequenzmodulierte Musik“ und „Fremdgewählte unveränderte Musik“.

Ablauf: Rekrutierung/Baseline Fragebögen

Die Rekrutierung erfolgte über eine Ausschreibung mittels Flyer (siehe Anhang), auf sozialen Medien, über Mund-zu-Mund Propaganda sowie gezielt über den Bekanntenkreis der Studierenden. Es handelte sich somit um eine Anfallsstichprobe. Interessierte Teilnehmer*innen hatten die Möglichkeit, sich auf einer für die Studie eingerichteten Mailadresse zu melden. Dort sollten sie ihren Namen, ihre Telefonnummer sowie die Zeiten ihrer Erreichbarkeit mitteilen, um ein Telefoninterview durchführen zu können. In diesem Interview wurde den potenziellen Studienteilnehmer*innen der Ablauf und die Ziele der Studie grob skizziert. Außerdem wurden die Voraussetzungen für die Teilnahme mittels gezielter, standardisierter Fragen erhoben. Bei weiterhin bestehendem Interesse seitens der Versuchsperson und sofern alle Voraussetzungen erfüllt wurden, kam es zum Studieneinschluss. In diesem Fall konnte bereits telefonisch ein Baseline Termin vereinbart werden. Gab es zu dem Zeitpunkt keine Kapazitäten für eine Teilnahme, da bereits mehrere Versuchspersonen simultan getestet wurden, gab es die Möglichkeit einer Warteliste. Hier wurde die Versuchsperson kontaktiert, sobald eine Studienteilnahme wieder möglich war. Bestanden nach dem Telefoninterview noch Zweifel hinsichtlich der Eignung, wurde dies mit der Studienleitung abgesprochen. Nach erfolgreichem Studieneinschluss wurden per E-Mail eine umfangreiche Teilnehmer*inneninformation, die Einverständniserklärung sowie der Link zum online auszufüllenden Baseline Fragebogen übermittelt. Der Baseline Fragebogen diente dazu, diverse Parameter vor der Intervention zu erheben, unter anderem die Schlafqualität. Die Versuchsperson hatte circa eine Woche Zeit, um die Teilnehmer*inneninformation zu lesen und online in Form einer Einwilligungserklärung (informed consent) zu bestätigen. Die Studienteilnahme basierte auf Freiwilligkeit und konnte jederzeit ohne Nennung von Gründen abgebrochen werden. In dem Fall wurden die wahrgenommenen Termine aliquot vergütet. Das Ausfüllen des Fragebogens musste bis spätestens 2 Tage vor dem Baseline Termin erfolgen, um die randomisierte Zuteilung zu gewährleisten.

Ablauf: Baseline Termin

Beim Baseline Termin wurde die Studie ausführlicher erläutert, nochmals die Freiwilligkeit der Studienteilnahme betont und im Anschluss wurden zwei Einwilligungserklärungen unterschrieben, eine für die Versuchsperson und eine für die Dokumentation. Außerdem wurde ein Subject Identification Lock ausgefüllt. Dabei handelte es sich um das einzige Dokument, auf dem der Versuchspersonencode mit dem Vor- und Nachnamen der Versuchsperson in Verbindung gebracht werden konnte. Dieses Dokument wurde der Studienleitung umgehend nach

dem Baseline Termin ausgehändigt und verschlossen aufbewahrt. Ab diesem Moment wurde nur mehr der Versuchspersonencode verwendet und zu keinem Zeitpunkt mehr der Name. Anschließend wurde die vorab per E-Mail versandte Checkliste mit der/m Studienteilnehmer*in durchgegangen, um zu überprüfen, ob alle Vorgaben eingehalten wurden. Daraufhin wurde die erste visuelle Analogskala sowie weitere psychologische Testverfahren vorgegeben. Des Weiteren wurden verschiedene physiologische Parameter in der Studie erhoben, welche jedoch für die Beantwortung der Fragestellungen dieser Arbeit nicht relevant sind, weswegen nicht näher auf diese eingegangen wird. Während die biologischen Parameter erfasst wurden, bereitete die Versuchsleiterin I den Cold Pressor Test vor. Unmittelbar vor der Durchführung des Cold Pressor Tests füllte der/die Studienteilnehmer*in erneut eine visuelle Analogskala aus. Daraufhin las die Versuchsleiterin I die Instruktionen vor, in der die Versuchsperson angehalten wurde, ihre dominante Hand „so lange es geht“ in das Eiswasser zu halten. Die Versuchsleiterin I stand dabei hinter der Versuchsperson und stoppte die Zeit, in der sich die Hand im Wasser befand. Unmittelbar nach dem Herausziehen der Hand, musste die Versuchsperson mit der nicht-dominanten Hand zum dritten und letzten Mal eine in Reichweite liegende visuelle Analogskala ausfüllen. Anders als bei den vorigen zwei Erhebungen, enthielt diese noch zusätzlich die Aussage „Der Test war schmerzhaft“. Nach dem Ausfüllen der Skalen durfte sich die Versuchsperson die Hand abtrocknen. Im Anschluss darauf wurden die 10 Musiktermine entsprechend vereinbart, sodass sie möglichst innerhalb von 3 Wochen stattfanden. Danach wurden noch die Bankdaten der Versuchspersonen erfasst, worauf die Verabschiedung und die Erinnerung an den nächsten Termin erfolgte. Nach dem Baseline Termin wurden die sensiblen Daten (Bankdaten, Subject Identification Lock) umgehend an die Studienleitung übergeben, wo sie unzugänglich verwahrt wurden.

Ablauf: Musikszung mit Cold Pressor Test

Der Cold Pressor Test kam vier Mal nach dem Musikhören zum Einsatz (zu den Musikszungen eins, drei, sechs und 10). Im Folgenden soll eine Sitzung mit CPT beschrieben werden. Nach einer Begrüßung sowie weiteren Formalitäten (Glas Wasser, Handy und Uhr ablegen, Toilette etc.) wurde die vorab per E-Mail verschickte Checkliste besprochen. Anschließend erfolgte ein Raumwechsel, in dessen Folge die vorausgewählte Musik gehört wurde. Dort legte sich die Versuchsperson auf einen Liegestuhl und füllte die erste VAS aus. Nachdem die Kopfhörer richtig eingestellt wurden (Größe, Lautstärke) verließ die Versuchsleiterin I den Raum. Versuchsleiter*in II saß hinter einem Paravent und achtete auf das reibungslose Abspielen der

Musik und behielt die Zeit im Auge. Versuchsleiter*in II musste nicht nur die Bedingung wissen, in der sich die Versuchsperson befand, sondern auch, um welche Musiksitzung es sich handelte. Dies war vor allem für die frequenzmodulierte Musik von großer Relevanz, da diese in einer speziellen Reihenfolge abgespielt werden musste. Während des Musikhörens wurde der Cold Pressor Test im ersten Raum von der Versuchsleiterin I vorbereitet. Nach 60 Minuten ungestörtem Musikhören wurde die Lautstärke der Kopfhörer auf das Minimum reduziert und die Versuchsleiterin I betrat wieder den Raum. Sie gab die zweite visuelle Analogskala vor, welche noch auf dem Liegestuhl ausgefüllt wurde. Im Anschluss erfolgte ein Raumwechsel zum zuvor vorbereiteten Cold Pressor Test. Danach wurde der CPT wie oben beschrieben durchgeführt, mit der Abfrage einer visuellen Analogskala davor und danach. Nach einem Abschlussfragebogen erfolgte die Verabschiedung mit einer Erinnerung an den nächsten Termin.

Ablauf: Musiksitzung ohne CPT

Eine Musiksitzung ohne CPT verlief nahezu gleich, jedoch kam kein Cold Pressor Test nach dem Musikhören zum Einsatz. Dementsprechend wurde eine visuelle Analogskala weniger ausgefüllt, also nur eine VAS vor und eine nach dem Musikhören.

Ablauf: Post Termin

Der Post Termin sollte möglichst 3 Tage nach dem 10. Musiktermin stattfinden. Nach der Begrüßung und der Checkliste sowie weiteren Fragebögen, wurde die erste visuelle Analogskala ausgefüllt. Im Anschluss daran füllte die Versuchsperson die Post Fragebögen am Computer aus, was circa 30 Minuten in Anspruch nahm. Danach holte die Versuchsleiterin I den hinter der Trennwand bereits vorbereiteten CPT hervor. Der Cold Pressor Test wurde wie gewohnt durchgeführt, mit je einer VAS davor und danach. Daraufhin wurde ein Abschlussfragebogen am Tisch ausgefüllt und es wurde ein Follow-Up Termin ausgemacht, falls dies zuvor noch nicht geschehen war.

Ablauf: Follow-Up Termin

Der Follow-Up Termin sollte circa 4 Wochen nach dem letzten Musiktermin stattfinden. Der Ablauf war dem des Post Termins sehr ähnlich, jedoch mit kleinen Unterschieden. Wie bereits im Post Termin, wurden zuerst die Follow-Up Fragebögen am Computer aufgefüllt, gefolgt von der Durchführung des Cold Pressor Tests mit je einer visuellen Analogskala vor und nach der Durchführung. Im Anschluss fand ein Aufklärungsgespräch statt, in dem die

Intention der Studie offengelegt wurde und die Versuchsperson die Möglichkeit hatte, Fragen zu stellen oder auch Anmerkungen und Kritikpunkte zu äußern. Außerdem erfuhren die Versuchspersonen nun, in welcher Versuchsbedingung sie sich befunden hatten. Im Anschluss daran erhielten sie noch Informationen über die Kompensation, womit die Studienteilnahme abgeschlossen war. Die Teilnehmer*innen erhielten 80 € bzw. eine anteilige Vergütung bei einem Studienabbruch als Aufwandsentschädigung per Überweisung.

4.4 Randomisierung

Die Randomisierung erfolgte anhand einer Block-Randomisierung. Hierfür wurde mit dem Randomisierungstool R die Stichprobengröße auf 90 Teilnehmer*innen festgelegt. Um eine gleichmäßige Verteilung der Geschlechter zu gewährleisten, wurde eingestellt, dass eine Hälfte davon ($n = 45$) weiblich und die andere Hälfte ($n = 45$) männlich sein sollte. Diese sollten sich annähernd gleich auf die drei Bedingungen aufteilen. Die Block-Randomisierung führte dazu, dass sich stets annähernd gleich viele Versuchspersonen in den drei Bedingungen befanden, was eine Auswertung noch während der Durchführung der Studie ermöglichte. Durch die Randomisierung konnte der Versuchspersonencode einer Bedingung zugeordnet werden. Die zugeordneten Bedingungen wurden von einer studienfernen Mitarbeiterin der Fakultät notiert, in Kuverts gegeben und unzugänglich aufbewahrt, bis ein Studieneinschluss erfolgte und ein Versuchspersonencode vergeben wurde. Erst dann wurde von der Studienleitung das jeweilige Kuvert geöffnet und Versuchsleiter*in II wurde informiert, dessen/deren Aufgabe das Abspielen der Musik darstellte. Versuchsleiterin I, welche für die Interaktion verantwortlich war, erfuhr die Bedingung nicht.

4.5 Beschreibung der Stichprobe

Bei der Stichprobenszusammensetzung gab es bestimmte Voraussetzungen. So wurden selbstidentifizierte Männer und Frauen zwischen 18 und 35 Jahren ausgewählt, welche körperlich und psychisch gesund waren. Das bedeutete, dass keine akuten oder chronischen Krankheiten und auch keine diagnostizierten psychischen Störungen vorliegen durften. Es wurden ausreichende Deutschkenntnisse vorausgesetzt, um das Verständnis der Fragebögen zu gewährleisten. Darüber hinaus mussten die Proband*innen ausreichend Zeit für die Testung mitbringen, da die 10 Musiktermine innerhalb von 3 Wochen stattfinden sollten. Abschließend stellte ein Body-Mass-Index (BMI) im Normalbereich ($18,5$ bis 30 kg/m^2) ein Einschlusskriterium

dar. Als Ausschlusskriterium galt die regelmäßige Einnahme von Medikamenten (speziell Schmerzmedikamenten), Drogen oder ein überdurchschnittlicher Alkoholkonsum. Hormonelle Kontrazeptive führten zu keinem Ausschluss, wurden jedoch miterhoben. Für Frauen war die Studienteilnahme beim Vorliegen einer Schwangerschaft oder im Zeitraum des Stillens nicht möglich. Außerdem wurde ein regelmäßiger Menstruationszyklus vorausgesetzt und es sollte kein prämenstruelles Syndrom vorliegen. Personen, die sich professionell mit Musik beschäftigen oder ein absolutes Gehör aufweisen, wurden ebenfalls von der Studie ausgeschlossen. Ein absolutes Gehör beschreibt die Fähigkeit, einen Ton ohne Referenzton erkennen zu können. Dies wurde vorausgesetzt, damit das musikalische Vorwissen keinen Einblick in die Bedingung ermöglicht, was vor allem in Hinblick auf die Frequenzmodulation essenziell war.

Die Gesamtstichprobe der vorliegenden Arbeit beschränkt sich durch die zugrundeliegenden Fragestellungen auf die Proband*innen der Bedingungen zwei und drei (fremdgewählte unveränderte Musik und fremdgewählte frequenzveränderte Musik). Zum Zeitpunkt der Auswertung setzte sich die Stichprobe aus 17 Versuchsteilnehmer*innen zusammen, darunter 10 Frauen (58.8%) und sieben Männer (41.2%). In Marburg, wo die Studie entwickelt wurde, haben sieben Versuchspersonen die Musikintervention absolviert, während 10 Personen in Wien teilgenommen haben. Neun Versuchsteilnehmer*innen (vier Männer, fünf Frauen) haben die frequenzmodulierte Musik gehört, was einem Prozentsatz von 52.9% entspricht und acht Teilnehmer*innen (drei Männer, fünf Frauen) waren in der Bedingung der unveränderten Musik, was sich auf einen Prozentsatz von 47.1% beläuft. Die Einteilung des PSQI teilte die Gesamtstichprobe zum Baseline Termin in 12 gute (70.6%) und fünf schlechte (29.4%) Schläfer*innen. Werden die Musikbedingungen separat betrachtet, waren sieben gute (77.8%) und zwei schlechte (22.2%) Schläfer*innen in der AVWF-Bedingung und fünf gute (62.5%) und drei schlechte (37.5%) Schläfer*innen in der Placebo-Bedingung. Aufgrund der strengen Einschlusskriterien handelte es sich um eine junge Stichprobe mit einem Durchschnittsalter von 23.24 Jahren ($SD = 6.78$). Hinsichtlich der beruflichen Situation gaben alle 17 Proband*innen an, Student*innen zu sein und wiesen somit als Bildungsstand mindestens Abitur/eine allgemeine Hochschulreife auf. Als Familienstand gaben alle 17 Personen „ledig“ an. Aufgrund diverser Gründe kam es im Laufe der Studie zu vier Studienabbrüchen in den Bedingungen zwei und drei. Diese wurden aus der Analyse ausgeschlossen, da die vollständige Datenerhebung einer Versuchsperson wesentlich für die statistischen Verfahren war.

5. Analyse

Die Grundlage für die Analyse bilden die Daten der Bedingungen „fremdgewählte frequenzmodulierte Musik“ und „fremdgewählte unveränderte Musik“. Für die in weiterer Folge beschriebenen Analysen kommt das Softwareprogramm IBM SPSS Statistics 27 zum Einsatz. Zu Beginn soll eine Betrachtung der deskriptiven Statistik einen Überblick über die vorhandenen Daten bieten. In weiterer Folge steht die erste Hypothese, welche sich mit der Veränderung des Schmerzerlebens durch die Musik befasst, im Fokus. Diese Hypothese besteht aus zwei Unterhypothesen, welche die Veränderung des Schmerzerlebens im Sinne einer verringerten Schmerzintensität und gesteigerten Schmerztoleranz noch weiter spezifizieren. Dies geschieht unter der Annahme, dass der Effekt für die frequenzmodulierte Musik stärker ausfällt als für die unveränderte Musik. Diese Hypothesen sollen mit einer zweifaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwiederholung auf einen Faktor (Zeit) überprüft werden. Der Interaktionseffekt der Variablen Zeit x Bedingung überprüft, ob die Zeitverläufe zwischen den Bedingungen unterschiedlich ausfallen. Der große Vorteil der ANOVA ist, dass durch das gemischte Design auch der Einfluss des Innersubjektfaktors „Zeit“ (Baseline, Post, Follow-Up), als auch der des Zwischensubjektfaktors „Bedingung“ (AVWF/Placebo) auf die abhängige Variable „Schmerzintensität“ (Hypothese 1.1) oder auf die „Schmerztoleranz“ (Hypothese 1.2) geprüft werden kann. Es wird angenommen, dass die Veränderung im Schmerzerleben im Post Termin erkennbar ist und bei Langzeiteffekten auch im Follow-Up Termin Gültigkeit hat. Da es sich um ein parametrisches Verfahren handelt, gibt es laut Bühner und Ziegler (2009) folgende Voraussetzungen, welche es zu überprüfen gilt:

- 1) Intervallskalenniveau der AV
- 2) Normalverteilung der Messwerte in allen Teilstichproben
- 3) Homogenität der Gruppenvarianzen
- 4) Homogenität der Varianzen und Kovarianzen der Messwiederholungen (Sphärizität)
- 5) Balanciertheit des Designs

Außerdem wird oft genannt, dass keine Ausreißer vorliegen sollten, weshalb dies ebenfalls berücksichtigt werden soll. Die Normalverteilung der abhängigen Variable in jeder Faktorstufe soll anhand des empfohlenen Shapiro-Wilk-Tests durchgeführt werden. Dieser ist dem Kolmogorov-Smirnov-Test aufgrund seiner höheren Teststärke und, vor allem bezogen auf die vorliegende Arbeit, aufgrund seiner Überlegenheit bei kleinen Stichproben vorzuziehen.

Nichtsdestotrotz gilt die ANOVA mit Messwiederholung als relativ robust gegenüber einer Verletzung der Normalverteilung (Bühner & Ziegler, 2009). Zur Überprüfung der Homogenität der Gruppenvarianzen soll der Levene-Test zum Einsatz kommen. Der Levene-Test soll basierend auf dem Median zu Rate gezogen, da dieser als robuster gilt (Brown & Forsythe, 1974). Die Überprüfung der Sphärizität soll anhand des Mauchly-Tests erfolgen, für dessen Verletzung SPSS automatisch Korrekturen ausgibt. Hier werden die Freiheitsgrade angepasst, indem sie mit dem Korrekturverfahren Epsilon multipliziert werden. In diesem Fall gilt abzuwägen, welche Korrektur eingesetzt wird. Die Greenhouse-Geisser-Korrektur gilt als restriktiver als die Huynh-Feldt-Korrektur. Bei der Entscheidungsfindung wird die Betrachtung des Epsilon Wertes nach Greenhouse-Geisser empfohlen. Liegt dieser unter .075, gilt die Greenhouse-Geisser-Korrektur als bevorzugtes Verfahren, während bei einem Epsilon über .075 die Verwendung der Huynh-Feldt-Korrektur angeraten wird (Girden, 1992).

Alle jene Voraussetzungen gilt es im Vorhinein zu prüfen und abzuwägen, wie mit potenziellen Verletzungen umgegangen wird. Bei größeren Verletzungen der Voraussetzungen sollte auf die nicht-parametrische Aligned Rank Transformation (ART; Wobbrock et al., 2011) zurückgegriffen werden, da diese, anders als der Friedman Test, auch den Zwischensubjektfaktor der Bedingung in die Analyse miteinbeziehen kann. In diesem Verfahren wird die abhängige Variable im ersten Schritt ausgerichtet (Englisch: aligned). Dies geschieht, indem von der abhängigen Variable alle Effekte abgezogen werden, bis auf jenen, für den die abhängige Variable angepasst wird. Im nächsten Schritt werden die Variablen in einen mittleren Rang umgerechnet (Englisch: ranked). Mit diesen angepassten und in Rängen sortierten Daten kann die ANOVA mit Messwiederholung erfolgen. Hier ist es allerdings von großer Relevanz, dass nur jene Effekte interpretiert werden können, wofür die Variable auch im vorigen Schritt ausgerichtet und in einen Rang umgerechnet wurde. Daraus ergibt sich eine Berechnung von drei ANOVAs.

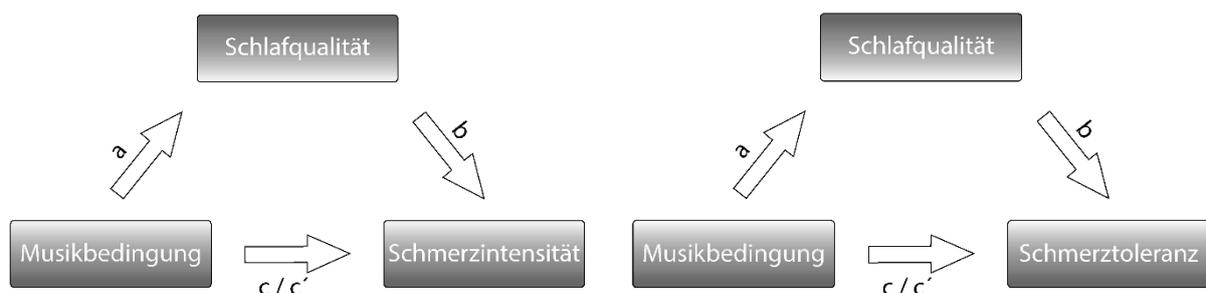
Das oben beschriebene Vorgehen gilt auch für die Prüfung der zweiten Hypothese, welche besagt, dass sich die Schlafqualität durch das Hören der Musik verbessert und der Effekt für die frequenzmodulierte Musik stärker ausfällt. Auch hier soll eine zweifaktorielle ANOVA mit Messwiederholung auf einen Faktor (Zeit) durchgeführt werden. Den Innersubjektfaktor stellt auch hier die „Zeit“ (Baseline, Post, Follow-Up) dar und der Zwischensubjektfaktor wird anhand der „Bedingung“ (AVWF/Placebo) festgemacht. Die Interaktion „Zeit x Bedingung“ prüft, ob es unterschiedliche Zeitverläufe zwischen den Bedingungen gibt. Die zweifaktorielle ANOVA prüft den Einfluss der Faktoren auf die abhängige Variable „Schlafqualität“. Für diese

werden ebenfalls die oben genannten Voraussetzungen für die parametrische Analyse geprüft. Sollten diese nicht ausreichend gegeben sein, soll die ART zum Einsatz kommen.

Die dritte Hypothese untersucht, ob der Einfluss der Musik auf das Schmerzerleben über eine Verbesserung der Schlafqualität vermittelt wird. Eine Mediation bedeutet, dass die unabhängige Variable, oder auch X (Musikbedingung), die Schlafqualität (Mediator) verändert und sich diese Veränderung auf die abhängige Variable Y (Schmerzintensität bzw. Schmerztoleranz) auswirkt. Zur Veranschaulichung ist dies in Abbildung 2 dargestellt.

Abbildung 2

Mediationsanalysen: Links Schmerzintensität, rechts Schmerztoleranz



Anmerkung. Mediationsanalyse mit Pfaden a, b, c (totaler Effekt) und c' (direkter Effekt).

Im ersten Schritt der Mediationsanalyse wird der Effekt der unabhängigen Variable auf die abhängige Variable beleuchtet. Diese Beziehung wird c oder totaler Effekt genannt. Laut klassischen Annahmen von Baron und Kenny (1986) würde ein nicht signifikantes Ergebnis des totalen Effekts für einen Abbruch sprechen. Dies wird später noch einmal aufgegriffen. Im nächsten Schritt wird der Mediator ins Modell aufgenommen und es wird die Beziehung zwischen der unabhängigen Variable und dem Mediator überprüft. Dieser Pfad wird als Pfad a bezeichnet und sollte ebenfalls signifikant ausfallen. In weiterer Folge wird die Beziehung zwischen dem Mediator und der abhängigen Variable untersucht (Pfad b). Auch dieser Koeffizient müsste bei einer vorliegenden Mediation signifikant werden. Der Einfluss der unabhängigen Variable auf die abhängige Variable wird nach Aufnahme des Mediators Pfad c' oder direkter Effekt genannt. Ist der Effekt von X auf Y aufgrund der Aufnahme des Mediators nicht mehr signifikant, würde von einer vollständigen Mediation gesprochen werden, was jedoch in der Praxis selten vorkommt. Bleibt der Pfad c' signifikant, liegt eine partielle Mediation vor, welche

weitaus häufiger beobachtet werden kann. Dies bedeutet, dass der Mediator einen Teil des Effekts der unabhängigen Variablen auf die abhängige Variable erklärt. Im letzten Schritt wird der indirekte Effekt von X über den Mediator auf Y betrachtet. Hierfür liegt das Augenmerk auf dem Konfidenzintervall des indirekten Effekts. Ist Null in diesem enthalten, ist der indirekte Effekt nicht signifikant. Aktuell stehen Statistiker*inner im Diskurs, ob alle oben genannten Schritte erfüllt werden müssen, um von einer Mediation sprechen zu können. MacKinnon (2008) postuliert beispielsweise, dass allein das Auftreten signifikanter Pfade a und b bereits für eine Mediation spricht. Zhao et al. (2010) vertreten sogar die Ansicht, dass bereits von einem signifikanten indirekten Effekt auf eine Mediation geschlossen werden kann. Die Analyse der vorliegenden Arbeit soll folglich im Sinne von Zhao et al. (2010) bis zur Prüfung des indirekten Effekts fortgeführt werden.

Bezüglich der Berechnung der Mediationsanalyse hat sich in erster Linie das SPSS Zusatzpaket PROCESS Makro von Andrew F. Hayes durchgesetzt. Die Analyse basiert auf einer linearen Regression nach der Methode der kleinsten Quadrate, um die oben genannten Pfade zu bestimmen und zu untersuchen. Außerdem kommt Bootstrapping mit 500 Iterationen zum Einsatz, um Konfidenzintervalle und Inferenzstatistiken zu erheben. Dabei gilt ein Effekt als signifikant, wenn Null nicht im Konfidenzintervall enthalten ist (Hayes, 2018). Die Voraussetzungen der Mediationsanalyse nach Hayes (2018) lauten: Linearität, Normalverteilung der Residuen, Homoskedastizität und Unabhängigkeit. Die Voraussetzung der zeitlichen Präzedenz nennt Hayes (2018) nicht explizit als eigenständige Bedingung, sondern sieht diese viel mehr als generelle Voraussetzung im Streben nach Kausalität.

Für alle genannten Analysen gilt das gängige α -Niveau von .05, um von Signifikanz sprechen zu können. Da es sich bei den Hypothesen eins und zwei um gerichtete Hypothesen handelt, erfolgt eine einseitige Testung. Hierfür wird der empirische p -Wert halbiert. Bei der dritten Hypothese, der Mediationsanalyse, rät Hayes (2018) jedoch von einer einseitigen Signifikanztestung ab, weshalb die dritte Hypothese zweiseitig getestet wird.

Da es sich bei der ANOVA mit Messwiederholung um ein Omnibusverfahren handelt, also um ein Verfahren, welches lediglich darüber Auskunft gibt, ob es einen Unterschied gibt, muss bei einem signifikanten Ergebnis ein Post-Hoc-Test durchgeführt werden. Dieser kann darüber Auskunft geben, welche Messzeitpunkte sich signifikant voneinander unterscheiden.

6. Ergebnisse

6.1 Gruppenunterschiede zum Baseline Termin

Um mögliche Verzerrungen aufgrund bereits bestehender Unterschiede zu vermeiden, wurde zu Beginn überprüft, ob zum Baseline Termin bereits signifikante Unterschiede der Stichprobe bezüglich der Schmerzintensität, der Schmerztoleranz oder der Schlafqualität vorlagen. Dafür wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben für die Schmerzintensität, die Schmerztoleranz sowie die Schlafqualität durchgeführt, wobei die Bedingung (AVWF/Placebo) die Gruppierungsvariable darstellte. Zur Überprüfung der Varianzhomogenität kam der Levene-Test zum Einsatz, der mit p -Werten $> .05$ weder für die Schmerztoleranz, die Schmerzintensität noch für die Schlafqualität signifikant ausfiel. Von Varianzhomogenität konnte somit ausgegangen werden. Der t-Test konnte zeigen, dass keine signifikanten Gruppenunterschiede zur Baseline bezüglich der Schmerztoleranz $t(15) = -0.72, p = .480, d = -0.352$, der Schmerzintensität $t(14) = -1.09, p = .296, d = -0.547$ oder der Schlafqualität $t(15) = 0.46, p = .651, d = 0.224$ vorlagen.

6.2 Ergebnisse der Hypothese 1.1

Die Hypothese 1.1 besagt, dass es durch das Hören fremdgewählter Musik, insbesondere durch die frequenzmodulierte Musik, zu einer Verringerung der Schmerzintensität kommt. Dafür wurde zuerst die deskriptive Statistik betrachtet. Wie in Tabelle 1 ersichtlich ist, sank der Mittelwert der Gesamtstichprobe vom Baseline Termin zum Post Termin mit einem kleinen Anstieg beim Follow-Up Termin.

Tabelle 1

Deskriptive Statistik der Gesamtstichprobe bezüglich der Schmerzintensität

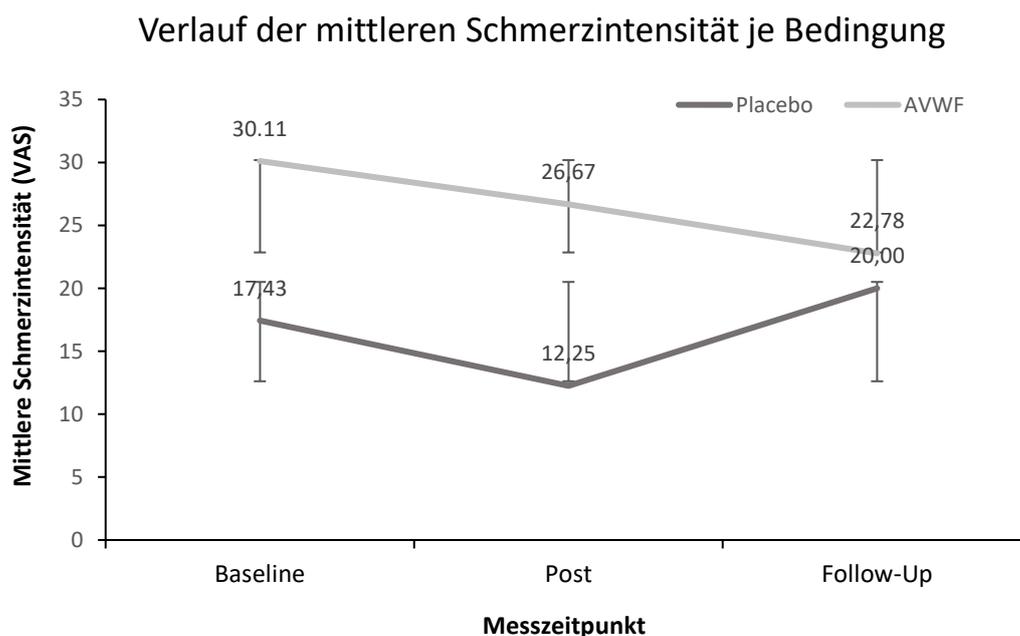
Schmerzintensität	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	SD
Baseline	16	0.00	69.00	24.56	23.34
Post	17	0.00	65.00	19.94	18.09
Follow-Up	17	-2.00	59.00	21.47	20.58

Anmerkung. Schmerzintensität = Wert der VAS nach dem CPT - Wert der VAS vor dem CPT.
SD = Standardabweichung.

Wird der in Abbildung 3 dargestellte Verlauf der Schmerzintensität jedoch getrennt nach Bedingungen betrachtet, kann festgestellt werden, dass die AVWF-Bedingung einen deutlich höheren Mittelwert im Baseline Termin aufwies. Im Verlauf der Zeit konnte bei der AVWF-Bedingung eine stetige Verringerung der Schmerzintensität verzeichnet werden. In der Placebo-Bedingung hingegen konnte vom Baseline zum Post Termin ein Rückgang festgestellt werden, jedoch kam es im Follow-Up Termin 4 Wochen später zu einer deutlichen Steigerung. Damit näherten sich die Mittelwerte der Schmerzintensität beider Bedingungen stark an.

Abbildung 3

Mittelwert der Schmerzintensität zu den drei Messzeitpunkten je Bedingung



Anmerkung. Fehlerbalken zeigen \pm eine Standardabweichung.

Inferenzstatistische Ergebnisse der Hypothese 1.1

Im nächsten Schritt wurden die Voraussetzungen für die zweifaktorielle ANOVA bezüglich der Schmerzintensität überprüft. Das Intervallskalenniveau der abhängigen Variable sowie die Balanciertheit des Designs konnten aufgrund des Studiendesigns und des eingesetzten Verfahrens als gegeben angesehen werden. Die Prüfung auf Normalverteilung erfolgte anhand des Shapiro-Wilk-Tests, fiel im Baseline Termin mit $p = .017$ signifikant aus und zeigte daher

eine Verletzung der Normalverteilung. Zum Post und Follow-Up Termin sprachen Werte von $p > .05$ für eine gegebene Normalverteilung. Zudem konnten keine Ausreißer anhand der Betrachtung der Box-Plots gefunden werden. Der Mauchly-Test fiel mit $p = .045$ signifikant aus, weshalb die Sphärizität nicht gegeben war und auf die bei einem Epsilon unter $.075$ empfohlene Greenhouse-Geisser-Korrektur zurückgegriffen wurde. Die Gleichheit der Varianzen war aufgrund des Levene-Tests ($p > .05$) für alle Messzeitpunkte als gegeben.

Die Verletzungen der Sphärizität konnte anhand der Greenhouse-Geisser-Korrektur ausgeglichen werden und da die Normalverteilung nur in einer von drei Faktorstufen verletzt wurde und die ANOVA mit Messwiederholung insgesamt relativ robust gegenüber dieser Verletzung ist, konnten die Voraussetzungsverletzungen als vernachlässigbar beurteilt werden. Aus diesem Grund konnte die zweifaktorielle ANOVA durchgeführt werden.

Der Interaktionseffekt Zeit x Bedingung fiel unter Berücksichtigung der Greenhouse-Geisser-Korrektur und der Halbierung des p -Wertes nicht signifikant aus, $F(1.45, 20.31) = 1.31$, $p = .141$, $\eta^2p = .086$. Der Haupteffekt der Zeit fiel ebenfalls nicht signifikant aus, $F(1.45, 20.31) = 0.29$, $p = .340$, $\eta^2p = .020$. Zudem ergab der Test der Zwischensubjekteffekte, dass die jeweilige Bedingung keinen signifikanten Anteil der Varianz der Schmerzintensität erklärte, $F(1, 14) = 0.88$, $p = .182$, $\eta^2p = .059$.

Die Hypothese 1.1 fand somit trotz Halbierung des p -Wertes aufgrund der einseitigen Testung keinen signifikanten Interaktionseffekt der Zeit x Bedingung. Die Zeitverläufe unterschieden sich somit nicht maßgeblich zwischen den Gruppen. Sowohl der Haupteffekt der Zeit als auch der Zwischensubjekteffekt wurde nicht signifikant. Die Zeit und die Bedingung für sich allein betrachtet hatten folglich keinen maßgeblichen Einfluss auf die Schmerzintensität. Hypothese 1.1 musste somit verworfen werden.

6.3 Ergebnisse der Hypothese 1.2

Um einen ersten Eindruck über die Daten der Schmerztoleranz zu erlangen, wurde ebenfalls zuerst die deskriptive Statistik betrachtet. In Tabelle 2 lässt sich erkennen, dass der Mittelwert der Gesamtstichprobe bezüglich der Schmerztoleranz über alle drei Messzeitpunkte hinweg stetig fiel. Die größte Spannweite war zum Baseline Termin gegeben, gefolgt von der Spannweite zum Follow-Up Termin.

Tabelle 2

Deskriptive Statistik der Gesamtstichprobe bezüglich Schmerztoleranz

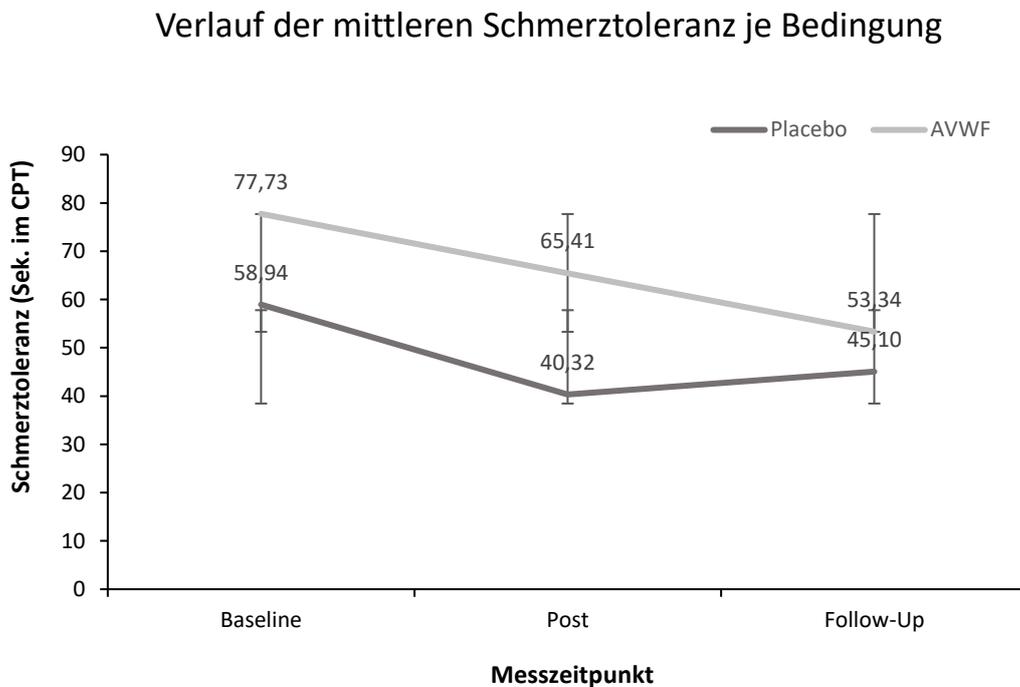
Schmerztoleranz	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	SD
Baseline	17	9.70	180.00	68.89	52.62
Post	17	10.10	126.00	53.60	35.03
Follow-Up	17	12.48	173.00	49.46	42.07

Anmerkung. Schmerztoleranz = Sekunden im CPT. SD = Standardabweichung.

An dieser Stelle wird der Verlauf der Schmerztoleranz gesondert für die Musikbedingungen betrachtet. In Abbildung 4 lässt sich erkennen, dass die Experimentalbedingung zu Beginn eine höhere Schmerztoleranz als die Placebo-Bedingung aufwies. Diese fiel jedoch mit der Zeit, ähnlich wie in der Placebo-Bedingung. Jedoch konnte in dieser ein leichter Anstieg vom Post zum Follow-Up Termin vermerkt werden, anders als in der Experimentalbedingung.

Abbildung 4

Mittelwert der Schmerztoleranz zu den drei Messzeitpunkten je Bedingung



Anmerkung. Fehlerbalken zeigen \pm eine Standardabweichung.

Inferenzstatistische Ergebnisse der Hypothese 1.2

Im nächsten Schritt wurden die Voraussetzungen für die Varianzanalyse der Unterhypothesen 1.2 überprüft. Auch hier konnten das Intervallskalenniveau der abhängigen Variable aufgrund des eingesetzten Verfahrens und die Balanciertheit des Designs als erfüllt angesehen werden. Der Shapiro-Wilk-Test fiel sowohl im Baseline Termin ($p = .016$) als auch im Follow-Up Termin signifikant aus ($p = .001$), weswegen die Normalverteilung in diesen Stufen nicht gegeben war. Im Post Termin wurde sie hingegen mit $p > .05$ erfüllt. Zudem wurde in diesem Schritt mittels Box-Plots erkenntlich, dass es im Follow-Up Termin zwei Ausreißer gab, darunter auch ein extremer Ausreißer, also ein Wert, der mehr als das Dreifache des Interquartilabstands entfernt ist. Zur Überprüfung der Sphärizität kam der Mauchly-Test zum Einsatz. Dieser fiel nicht signifikant ($p > .05$) aus, weshalb von Sphärizität ausgegangen werden konnte. Der Levene-Test fiel für alle drei Messzeitpunkte nicht signifikant ($p > .05$) aus. Die Varianzhomogenität galt folglich als gegeben.

Aufgrund der Verletzung der Normalverteilung, der zwei Ausreißer und insbesondere vor dem Hintergrund der kleinen Stichprobengröße, wurde auf das nicht-parametrische Verfahren der Aligned Rank Transformation zurückgegriffen. Die Daten wurden hierfür zuerst in einer speziellen Reihenfolge in Excel aufbereitet, damit in weiterer Folge das ARTool verwendet werden konnte. Mit Hilfe des kostenlosen Programmes in der Version 2.1.0 konnten die Daten zuerst angepasst und in weiterer Folge auch in Ränge umgerechnet werden. Der besondere Vorteil der Aligned Rank Transformation ist, dass der Interaktionseffekt Zeit x Bedingung sowie zusätzlich die Effekte der Zeit und der Bedingung für sich allein gesondert für jeden Messzeitpunkt betrachtet und angepasst (Englisch: aligned) werden konnten. Die resultierenden Variablen lauteten: alignedSchmerztoleranzforZeitBedingung.1, alignedSchmerztoleranzforZeitBedingung.2 und alignedSchmerztoleranzforZeitBedingung.3. Diese Variablen untersuchten den Einfluss des Interaktionseffekts auf die Schmerztoleranz für jeden Messzeitpunkt (= .1/.2/.3). Dasselbe geschah mit dem Einfluss des Zwischensubjektfaktors Bedingung (alignedSchmerztoleranzforBedingung.1/.2/.3) und dem Effekt der Zeit (alignedSchmerztoleranzforZeit.1/.2/.3). Im nächsten Schritt wurde jede der genannten Variablen in einen mittleren Rang umgerechnet (Englisch: ranked). Aus der Umrechnung mit dem ARTool entstanden folgende Variablen: ARTSchmerztoleranzforZeitBedingung.1/.2/.3. und für die Faktoren Zeit und Bedingung ARTSchmerztoleranzfor- Zeit.1/.2/.3 bzw. - Bedingung.1/.2/.3. Mit diesen angepassten und in Rängen sortierten Daten konnten schlussendlich die drei ANOVAs mit

Messwiederholungen durchgeführt werden. Hier konnten jedoch nur jene Effekte interpretiert werden, für die die Schmerztoleranz im vorherigen Schritt auch ausgerichtet und in einen Rang umgerechnet wurde. Wurde die Schmerztoleranz also an die Interaktion angepasst, konnte nur der Interaktionseffekt von Zeit x Bedingung betrachtet werden. Bei der Anpassung an die Zeit, konnte nur der Haupteffekt der Zeit interpretiert werden und bei der Bedingung war lediglich der Zwischensubjekteffekt aussagekräftig.

Zuerst wurde die Interaktion zwischen der Zeit und Bedingung und ihr Einfluss auf die Schmerztoleranz getestet. Wegen einer Verletzung der Sphärizität ($p = .010$) kam die bei einem Epsilon unter .075 empfohlene Greenhouse-Geisser-Korrektur zum Einsatz. Unter Berücksichtigung dieser konnte kein signifikanter Interaktionseffekt gefunden werden, $F(1.35, 20.25) = 1.57, p = .087, \eta^2p = .116$. Im nächsten Schritt wurde der Einfluss der Zeit auf die Schmerztoleranz erhoben. Die ANOVA zeigte bei gegebener Sphärizität ($p > .05$), dass die Zeit mit Halbierung des p -Wertes einen signifikanten Haupteffekt auf die Schmerztoleranz hatte, $F(2, 30) = 4.74, p = .008, \eta^2p = .240$. Das partielle Eta Quadrat (η^2p) gilt als großer Effekt. Da es sich bei der ANOVA um ein Omnibusverfahren handelt, musste mit einem Post-Hoc-Test erhoben werden, welche Zeitpunkte sich unterschieden. Dieser erfolgte anhand eines Bonferroni-korrigierten paarweisen Vergleichs. Die Zeitpunkte eins und drei unterschieden sich mit einer Signifikanz von $p = .051$, womit der Wert die Signifikanzschwelle minimal verfehlte. Die Betrachtung des deskriptiven Verlaufs (siehe Abbildung 4) zeigt jedoch, dass die Schmerztoleranzen beider Bedingungen im Follow-Up Termin geringer als im Baseline Termin ausfielen. Im letzten Schritt wurde der Einfluss der Bedingung auf die Schmerztoleranz untersucht. Der Test des Zwischensubjekteffekts konnte trotz p -Wert Halbierung keinen signifikanten Effekt der Bedingung auf die Schmerztoleranz verzeichnen, $F(1, 15) = 0.91, p = .178, \eta^2p = .057$.

Die Hypothese 1.2 konnte einen signifikanten Haupteffekt der Zeit auf die Schmerztoleranz festmachen. Die Messzeitpunkte Baseline und Follow-Up unterschieden sich anhand des Bonferroni-korrigierten paarweisen Vergleichs mit $p = .051$. Allerdings unterscheiden sie sich dahingehend, dass die Schmerztoleranz im Follow-Up Termin geringer als im Baseline Termin ausfiel, was nicht der Richtung der Hypothese entspricht. Weitere Anregungen diesbezüglich werden in der Diskussion aufgegriffen.

Die Hypothese 1, welche besagt, dass es durch das Hören fremdgewählter, insbesondere frequenzmodulierter Musik zu einer Veränderung des Schmerzerlebens kommt, konnte aufgrund der inferenzstatistischen Ergebnisse der ANOVA (Hypothese 1.1) sowie der ART

(Hypothese 1.2) nicht beibehalten werden. Für die Schmerztoleranz wurde lediglich ein signifikanter Haupteffekt der Zeit gefunden, der die aufgestellte Hypothese jedoch nicht stützt. Außerdem hatte die Bedingung in beiden Unterhypothesen keinen Einfluss auf das Schmerzerleben, weswegen die Hypothese 1 insgesamt verworfen werden musste.

6.4 Ergebnisse der Hypothese 2

Nun wurde die Hypothese 2 überprüft, welche der Frage nachgeht, ob es durch das Hören fremdgewählter Musik, insbesondere durch frequenzmodulierte Musik, zu einer Verbesserung der Schlafqualität kommt. Auch hier wurde zuerst die deskriptive Statistik unter die Lupe genommen. Wie in Tabelle 3 erkennbar ist, lag der Mittelwert der Gesamtstichprobe im Baseline Termin unter dem Cut-Off-Wert von 5. Im Post Termin stieg der Mittelwert und im Follow-Up Termin sank er auf den geringsten Wert, was auf eine Verbesserung der Schlafqualität hindeutet.

Tabelle 3

Deskriptive Statistik der Gesamtstichprobe bezüglich Schlafqualität

Schlafqualität	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	SD
Baseline	17	2.00	10.00	4.47	2.29
Post	17	1.00	10.00	5.00	2.21
Follow-Up	17	0.00	12.00	4.24	3.01

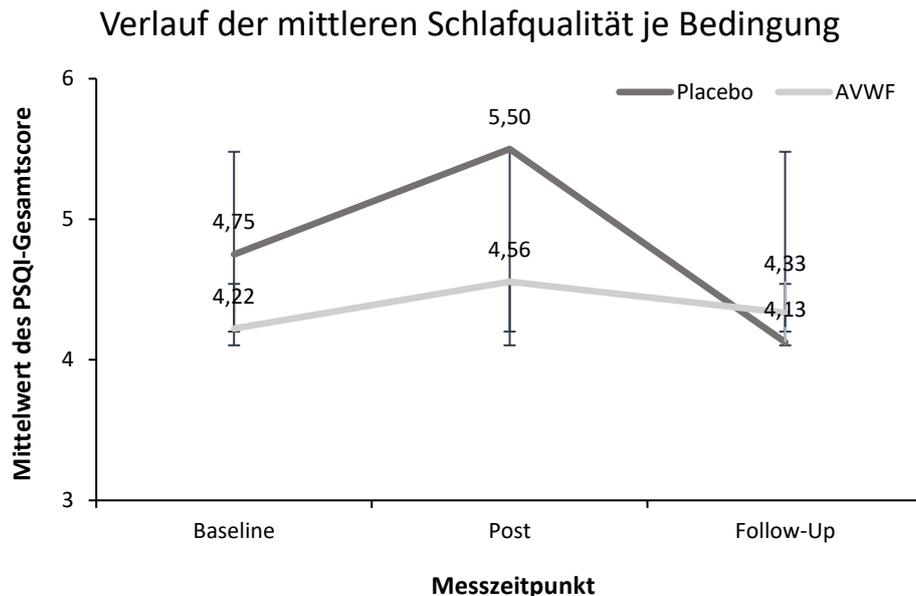
Anmerkung. Schlafqualität gemessen mit dem PSQI. Ein hoher Wert spricht für eine schlechte Schlafqualität. SD = Standardabweichung.

Werden die Bedingungen separat betrachtet, so lässt sich in der Placebo-Bedingung ein höherer Ausgangswert vermerken, wie in Abbildung 5 ersichtlich ist. Im Post Termin überschritt der Mittelwert sogar den empfohlenen Cut-Off-Wert des PSQI von 5. Im Follow-Up Termin kam es zu einer Reduktion des Mittelwertes, welcher schlussendlich geringer war als vor der Intervention und somit auf eine Verbesserung der Schlafqualität hindeutet. In der AVWF-Bedingung fielen die Veränderungen der Schlafqualität über die Messzeitpunkte hinweg geringer aus als in der Kontrollbedingung. Der Mittelwert zum Baseline Termin war niedriger und es konnte ebenfalls eine Verschlechterung zum Post Termin festgestellt werden. Der

Mittelwert des Follow-Up Termins lag mit 4.33 ($SD = 3.61$) zwischen dem Wert des Baseline- und des Post Termins und näherte sich dem Wert der Placebo-Bedingung stark an.

Abbildung 5

Mittelwert der Schlafqualität (PSQI) zu den drei Messzeitpunkten je Bedingung



Anmerkung. PSQI = Pittsburgh Schlafqualitätsindex von Buysse et al. (1989). Fehlerbalken zeigen \pm eine Standardabweichung.

Inferenzstatistische Ergebnisse der Hypothese 2

Um dies inferenzstatistisch zu prüfen, wurden zunächst die Voraussetzungen für die zweifaktorielle ANOVA überprüft. Das Intervallskalenniveau der abhängigen Variable sowie die Balanciertheit des Designs konnten aufgrund des Designs und des eingesetzten Verfahrens als erfüllt angesehen werden. Mithilfe des Shapiro-Wilk-Tests wurde die Normalverteilung der abhängigen Variable in jeder Faktorstufe überprüft. Dieser wurde in der Faktorstufe Baseline mit $p = .008$ signifikant, weshalb die Normalverteilung in dieser Stufe nicht gegeben war. Im Post und Follow-Up Termin wiesen p -Werte $> .05$ auf eine gegebene Normalverteilung hin. In diesem Schritt konnte auch grafisch mit Hilfe von Box-Plots bestätigt werden, dass keine Ausreißer vorlagen. Der Mauchly-Test fiel nicht signifikant ($p > .05$) aus, weshalb die Voraussetzung der Sphärizität als erfüllt galt. Die Varianzen waren aufgrund des nicht signifikanten ($p > .05$) Levene-Tests zu allen Messzeitpunkten gleich.

Da auch hier die Normalverteilung nur in einer Stufe verletzt wurde und alle weiteren Voraussetzungen erfüllt wurden, kam die zweifaktorielle ANOVA zum Einsatz.

Es konnte trotz Halbierung des p -Wertes keine signifikante Zeit x Bedingung Interaktion gefunden werden, $F(2, 30) = 0.24, p = .623, \eta^2p = .031$. Der Haupteffekt der Zeit auf die Schlafqualität fiel ebenfalls nicht signifikant aus, $F(2, 30) = 0.94, p = .201, \eta^2p = .059$. Ebenso fiel der Test der Zwischensubjekteffekte, also der Einfluss der Bedingung auf die Schlafqualität, nicht signifikant aus, $F(1, 15) = 0.16, p = .348, \eta^2p = .011$.

Die Hypothese 2, welche eine Verbesserung der Schlafqualität durch die Musikintervention, insbesondere aufgrund der frequenzmodulierten Musik, postulierte, wurde von den statistischen Analysen nicht gestützt und musste daher verworfen werden.

6.5 Ergebnisse der Hypothese 3

Die dritte Hypothese galt der Frage nach einer potenziellen Mediation vom Einfluss der Musik auf die Schmerzintensität bzw. Schmerztoleranz über eine Verbesserung der Schlafqualität. Hier wurde eine Mediationsanalyse mit dem SPSS Zusatzpaket PROCESS Makro in der Version v3.5 von Andrew F. Hayes durchgeführt.

Im ersten Schritt wurden die Voraussetzungen für die Mediation der Schmerzintensität geprüft. Die Linearität der metrischen Variablen (Schmerzintensität und PSQI-Gesamtsumme) wurde visuell mit Hilfe eines Matrixdiagrammes mit LOESS-Glättung überprüft und konnte augenscheinlich als weitgehend linear interpretiert werden. Die Normalverteilung der Residuen konnte anhand diverser Verfahren (Histogramm, QQ-Plot und Shapiro-Wilk-Test $p > .05$) als gegeben erachtet werden. Mit Hilfe des Breusch-Pagan-Tests konnte die Nullhypothese beibehalten werden, welche von varianzhomogenen Residuen ausgeht ($\chi^2(1) = .002, p = .967$). Aufgrund dessen galt die Homoskedastizität als gegeben. Die Voraussetzung der Unabhängigkeit konnte aufgrund des Studiendesigns, insbesondere durch die randomisierte Zuteilung, gewährleistet werden. Ebenso wurde die zeitliche Präzedenz aufgrund des Designs berücksichtigt, indem die unabhängige Variable (Musikbedingung) zeitlich am Beginn der Intervention stand, während der Mediator (Schlafqualität) zum Post Termin und die abhängige Variable (Schmerzintensität bzw. Schmerztoleranz) zum Follow-Up Termin erhoben wurde. Dadurch galt die zeitliche Präzedenz als erfüllt, was im Sinne des Strebens nach Kausalität stand. Da Hayes (2018) von einer einseitigen Signifikanztestung abrät, werden nachfolgend stets die zweiseitigen p -Werte dargestellt.

Die Mediationsanalyse wurde mit dem Model 4 durchgeführt. Im ersten Schritt wurde der totale Effekt betrachtet, also die Beziehung zwischen X (Musikbedingung) und Y (Schmerzintensität) ohne Berücksichtigung des Mediators. Dieser totale Effekt fiel mit $B = 2.778$, $p = .791$ nicht signifikant aus. Laut traditionellen Annahmen von Baron und Kenny (1986) würde dies bereits ein Abbruchkriterium darstellen. Jüngere Forschungsarbeiten betrachten diesen Schritt allerdings nicht länger als zwingend notwendig, weshalb die Analyse fortgesetzt wurde. Im nächsten Schritt wurden die Pfade a und b analysiert. Diese fielen mit $B = 0.944$, $p = .396$ (Pfad a) und $B = -3.097$, $p = .219$ (Pfad b) ebenfalls nicht signifikant aus. Dieser Schritt wird zwar von MacKinnon (2008) als essenziell angesehen, allerdings orientiert sich die Auswertung an Zhao et al. (2010), die dafür plädieren, dass eine Mediation auch anhand eines signifikanten indirekten Effekts erkennbar sei. Daher wurde die Analyse auch an dieser Stelle fortgesetzt. Der direkte Effekt wurde mit $c' = -0.148$, $p = .989$ nicht signifikant. Zuletzt wurde das Konfidenzintervall des indirekten Effekts $ab = 2.925$, 95% KI [-4.60, 15.42] betrachtet. Da dieses die Zahl Null enthielt, ließ sich schlussfolgern, dass kein signifikanter indirekter Effekt und somit auch keine Mediation vorlag.

Nun wurde die Linearität der metrischen Variablen Schmerztoleranz und PSQI-Gesamtsumme anhand des Matrixdiagrammes mit LOESS-Glättung überprüft, welches annähernd linear ausfiel. Die Normalverteilung der Residuen der Schmerztoleranz konnte allerdings weder durch eine Beurteilung des Histogramms, des QQ-Plots noch anhand des Shapiro-Wilk-Tests ($p < .05$) als gegeben angesehen werden. Da in der Mediationsanalyse in SPSS PROCESS Makro jedoch auch die nicht-parametrische Methode des Bootstrappings zum Einsatz kommt, gilt diese Voraussetzungsverletzung als vernachlässigbar. Der Breusch-Pagan-Test zeigte das Vorliegen von Homoskedastizität ($\chi^2(1) = .48$, $p = .490$) und die Unabhängigkeit sowie die zeitliche Präzedenz galten aufgrund des Studiendesigns als erfüllt.

Auch hier kam das Model 4 in SPSS PROCESS Makro zum Einsatz und zunächst wurde der totale Effekt von X (Musikbedingung) auf Y (Schmerztoleranz) betrachtet. Dieser wurde nicht signifikant ($B = 8.242$, $p = .700$), ebenso wie die Pfade a ($B = 0.944$, $p = .396$) und b ($B = 3.911$, $p = .941$). Wie bereits oben angeführt, orientiert sich die Auswertung der vorliegenden Arbeit an den Annahmen von Zhao et al. (2010), weswegen die Analyse bis zur Prüfung des indirekten Effekts durchgeführt wird. Der direkte Effekt von X auf Y nach der Aufnahme des Mediators war ebenfalls nicht signifikant ($c' = 8.611$, $p = .705$). Im letzten Schritt wurde der indirekte Effekt, also der Effekt von X auf Y über den Mediator, betrachtet. Dieser fiel mit ab

= -0.369, 95% KI [-20.28, 9.33] nicht signifikant aus, da Null im Konfidenzintervall enthalten war. Daraus konnte geschlossen werden, dass kein indirekter Effekt und dementsprechend keine Mediation vorlag.

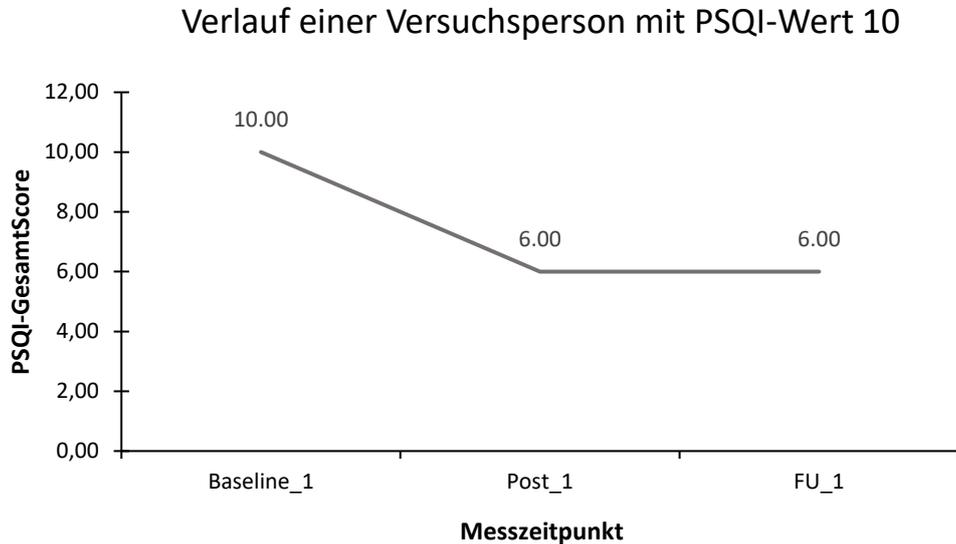
Es konnte also in beiden Mediationsanalysen kein signifikanter totaler Effekte von X auf Y gefunden werden. Zudem wurden weder die Pfade *a* noch die Pfade *b* signifikant. Die direkten Effekte von X auf Y, welche bei einer vollständigen Mediation zuerst signifikant und nach Aufnahme des Mediators nicht mehr signifikant ausgefallen wären, waren in beiden Fällen nicht signifikant. Ebenso wenig wie die indirekten Effekte von X auf Y unter Berücksichtigung der Mediatoren. Zusammenfassend lässt sich also konstatieren, dass der Einfluss der Musikbedingung auf die Schmerzintensität oder auf die Schmerztoleranz in der vorliegenden Stichprobe nicht über eine Verbesserung der Schlafqualität vermittelt wurde. Dementsprechend zeichnete sich auch kein Vorteil der frequenzmodulierten Musik hinsichtlich des mediierenden Effekts ab.

6.6 Explorative Analyse

Der Einsatz von Musikinterventionen wurde bislang primär an Personen mit beeinträchtigter Schlafqualität erforscht, wo sich der Einsatz als durchwegs effektiv herausstellte. Aus diesem Grund wurde als explorative Analyse eine deskriptive Betrachtung jener Personen vorgenommen, die zum Beginn der Intervention eine schlechte Schlafqualität aufwiesen. Der PSQI teilt alle Personen mit einem Gesamtscore über 5 als „schlechte Schläfer*innen“ ein. Obwohl das Screeninginstrument keine weiteren differentialdiagnostischen Unterscheidungen zulässt, kann erahnt werden, dass ein Wert von 10 auf das Vorliegen einer chronischen Schlafstörung hinweisen könnte. Im Baseline Termin wies eine Versuchsperson den Wert 10 und eine andere Versuchsperson den Wert 9 auf. Diese waren mit Abstand die höchsten Werte, weswegen sie als Extremwerte angesehen werden können. Zuerst wurde der Verlauf der Versuchsperson mit dem PSQI-Wert 10 betrachtet, der in Abbildung 6 zu erkennen ist. Diese Versuchsperson war in der Bedingung der fremdgewählten unveränderten Musik. Der PSQI Verlauf mit dem zweithöchsten Wert ist in Abbildung 7 zu erkennen. Diese Versuchsperson war in der Bedingung der fremdgewählten frequenzveränderten Musik. Die deskriptiven Verläufe zeigen, dass sich die Schlafqualitäten vom Baseline zum Post Termin maßgeblich verbesserten und diese Verbesserungen sogar bis zum Follow-Up Termin persistierten.

Abbildung 6

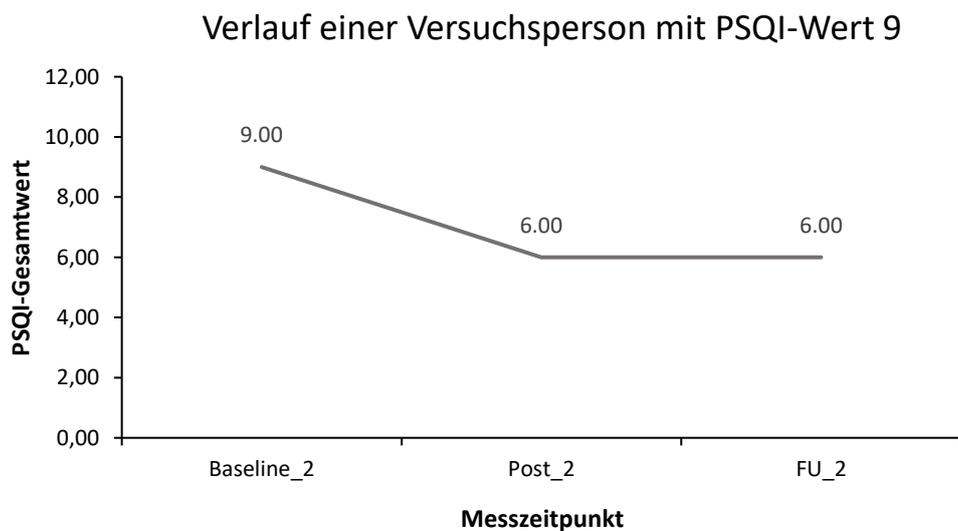
Verlauf einer Versuchsperson mit PSQI-Wert 10 zur Baseline



Anmerkung. PSQI = Pittsburgh Schlafqualitätsindex von Buysse et al. (1989). Bedingung: fremdgewählte unveränderte Musik.#

Abbildung 7

Verlauf einer Versuchsperson mit PSQI-Wert 9 zur Baseline



Anmerkung. PSQI = Pittsburgh Schlafqualitätsindex von Buysse et al. (1989). Bedingung: fremdgewählte frequenzveränderte Musik.

7. Diskussion

Die vorliegende Arbeit untersuchte den Effekt einer Musikintervention auf das Schmerzerleben sowie deren Auswirkungen auf die Schlafqualität. Zudem wurde überprüft, ob der Effekt der Musikintervention auf das Schmerzerleben vermittelt wurde, indem eine Verbesserung der Schlafqualität stattfand. Es wurde angenommen, dass es aufgrund der Musikintervention zu einer verringerten Schmerzintensität und zu einer erhöhten Schmerztoleranz im Cold Pressor Test kommt. Außerdem wurde eine Verbesserung der Schlafqualität angenommen, die durch den Pittsburgh Schlafqualitätsindex gemessen wurde. Die Hypothesen wurden aufgrund diverser Belege aus der Literatur aufgestellt, welche überwiegend positiv im Bezug zu einer, durch Musikinterventionen hervorgerufenen, schmerzreduzierenden und schlaffördernden Wirkung ausfielen. Darüber hinaus gibt es verschiedene Hinweise, dass die Schlafqualität einen großen Einfluss auf das Schmerzerleben hat, weshalb geprüft wurde, ob eine Mediation vorliegt. Außerdem untersuchte die vorliegende Arbeit die Wirksamkeit der Audiovisuellen Wahrnehmungsförderung von Ulrich Conrady. Der Hersteller postuliert eine Reduktion von Schmerzen und die Methode wird sogar bereits in einer Rehabilitationsklinik als Schmerzbehandlung eingesetzt. Außerdem verspricht er eine Verbesserung der Schlafqualität durch die Anwendung der AVWF. Für beide Thesen gibt es, basierend auf der aktuellen Forschungslage, keine ausreichende Evidenz. Es gibt jedoch Anhaltspunkte aus der Forschung über andere Frequenzen (Binaurale Beats, 432 Hz), welche die Annahmen stützten, wodurch die Hypothesen gerichtet formuliert werden konnten. Die vorliegende Arbeit prüfte, ob die AVWF der konventionellen Musik hinsichtlich der Schmerzreduktion und Verbesserung der Schlafqualität überlegen ist.

Aufgrund der durchgeführten statistischen Analysen mussten alle drei Hypothesen verworfen werden. Dies besagt, dass es durch die Musikintervention allgemein zu keinen maßgeblichen Veränderungen des Schmerzerlebens und der Schlafqualität kam. Ebenfalls von großem Interesse sind die Ergebnisse bezüglich der frequenzmodulierten Musik. Es wurde angenommen, dass die frequenzmodulierte Musik der unveränderten Musik überlegen ist, da dies seitens des Herstellers so kommuniziert wird und aufgrund von Literaturangaben über andere Frequenzmodulationen. Die Ergebnisse der Studie sind zwar nur vorläufig, sprechen aber zum jetzigen Zeitpunkt nicht für eine eindeutige Wirksamkeit der Audiovisuellen Wahrnehmungsförderung hinsichtlich der Verringerung des Schmerzerlebens und der Verbesserung der Schlafqualität. Zudem liegt auf Grundlage der aktuellen Daten keine Mediation des Einflusses der Musik über eine Veränderung der Schlafqualität auf das Schmerzerleben vor.

Bei der Beantwortung der Fragestellung 1 („Welchen Einfluss hat das Hören fremdgewählter frequenzmodulierter Musik im Vergleich zu fremdgewählter unveränderter Musik auf das Schmerzerleben und die Schlafqualität?“) muss folglich festgehalten werden, dass die statistischen Analysen keine signifikanten Effekte der Musikintervention auf das Schmerzerleben und die Schlafqualität zeigen konnten. Außerdem konnte kein Vorteil der frequenzmodulierten Musik festgestellt werden. Die Fragestellung 2 („Wird der Einfluss fremdgewählter frequenzmodulierter Musik oder der von fremdgewählter unveränderter Musik auf das Schmerzerleben über eine Verbesserung der Schlafqualität vermittelt?“) muss auf Grundlage der durchgeführten Mediationsanalysen mit „Nein“ beantwortet werden.

Im ersten Schritt werden die Ergebnisse zunächst näher betrachtet und eingeordnet. Die Hypothese 1.1 besagte, dass es zu einer Verringerung der Schmerzintensität durch die Musikintervention kommt. Aus der Betrachtung des Schmerzintensitätsverlaufs (Abbildung 3) geht hervor, dass der Verlauf der AVWF-Bedingung prinzipiell hypothesenkonform ausfiel. Es kam demnach zu einer stetigen Reduktion der Schmerzintensität über die Zeit hinweg. Diese Veränderung steht im Sinne der Hypothese, welche einen stärkeren Effekt bei der AVWF-Bedingung erwartete. Bei der Placebo-Bedingung konnte zuerst ebenfalls eine Reduktion der Schmerzintensität verzeichnet werden, anschließend kam es jedoch zu einem Anstieg vom Post zum Follow-Up Termin. Diese erhöhte Schmerzintensität nach 4 Wochen widerspricht der zugrundeliegenden Hypothese. Nun könnte vermutet werden, dass es durch das Hören fremdgewählter unveränderter Musik zu einem kurzfristigen, nicht aber zu einem langfristigen Effekt auf die Schmerzintensität kommt. Die inferenzstatistischen Analysen der Hypothese 1.1 konnten diese Annahme allerdings nicht bestätigen. Die zweifaktorielle ANOVA wurde weder für die Interaktion Zeit x Bedingung, den Haupteffekt der Zeit oder den Zwischensubjektfaktor der Bedingung signifikant, weswegen die Hypothese 1.1 verworfen werden musste.

Die Hypothese 1.2 beschäftigte sich mit der möglichen Steigerung der Schmerztoleranz durch die Musikintervention. Bei Betrachtung des deskriptiven Schmerztoleranzverlaufs (Abbildung 4), lässt sich erkennen, dass diese stetig weniger wurde. Die Ausnahme bildete ein kleiner Anstieg zwischen Post und Follow-Up Termin in der Placebo-Gruppe. Da erwartet wurde, dass die Schmerztoleranz steigt, ist die Reduktion demnach nicht hypothesenkonform. Bei den inferenzstatistischen Analysen musste aufgrund diverser Voraussetzungsverletzungen auf die nicht-parametrische Aligned Rank Transformation zurückgegriffen werden. Hier ergab sich ein signifikanter Haupteffekt der Zeit, $F(2, 30) = 4.74, p = .008, \eta^2p = .240$. Dieser ist sogar

als großer Effekt zu interpretieren. Der Faktor „Zeit“ hatte also einen direkten Effekt auf die Schmerztoleranz. Dieser Effekt war unabhängig von der Versuchsbedingung, es wurden also alle Daten dahingehend untersucht, ob es Unterschiede gab, die nur auf den Faktor „Zeit“ zurückzuführen sind. Ein signifikanter Haupteffekt der Zeit könnte Hinweise auf den Erfolg der Musikintervention geben, jedoch nur, wenn die Intervention die abhängige Variable zum Positiven verändert hat. Der Haupteffekt gibt nämlich keine Richtung an, sondern untersucht nur, ob die Zeit einen signifikanten Einfluss auf die abhängige Variable hatte. Der Bonferroni-korrigierte paarweise Vergleich verfehlte mit $p = .051$ minimal die Signifikanzschwelle für den Unterschied der Messzeitpunkte eins (Baseline) und drei (Follow-Up). An dieser Stelle muss angemerkt werden, dass die Bonferroni-Korrektur, welche der Alpha-Kumulierung entgegenwirkt, als sehr konservativ einzustufen ist. Werden die Messzeitpunkte eins und drei jedoch deskriptiv verglichen, wird ersichtlich, dass sich die Messzeitpunkte dahingehend unterscheiden, dass die Schmerztoleranz zum Follow-Up Termin in beiden Bedingungen geringer ausfällt als im Baseline Termin. Da dies der Richtung der Hypothese 1.2 widerspricht, musste sie daher trotz signifikantem Haupteffekt der Zeit verworfen werden.

In weiterer Folge stand der Einfluss der Musikintervention auf die Schlafqualität im Fokus (Hypothese 2). Grafisch scheint die Veränderung der Schlafqualität (Abbildung 5) in der Placebo-Bedingung stärker auszufallen als in der AVWF-Bedingung. Jedoch veränderte sich die Schlafqualität nicht wie erwartet. Im Vergleich zum Baseline Termin konnte im Post Termin in beiden Bedingungen eine Verschlechterung der Schlafqualität verzeichnet werden. Diese fiel für die Placebo-Gruppe sogar noch extremer aus. Zum Follow-Up Termin konnte hingegen eine bessere Schlafqualität beobachtet werden, wobei auch hier die Veränderung der Placebo-Bedingung gravierender ausfiel. Insgesamt näherten sich die Mittelwerte zum Follow-Up Termin stark an und liegen beide unter dem Cut-Off-Wert von 5. Die Verschlechterungen der Mittelwerte zum Post Termin sind ebenso wenig im Sinne der aufgestellten Hypothese wie die stärkere Veränderung der Placebo-Bedingung. Die zweifaktorielle ANOVA konnte keine signifikanten Effekte für die Interaktion Zeit x Bedingung, den Haupteffekt Zeit oder den Zwischensubjektfaktor der Bedingung finden. Die Hypothese 2 musste somit abgelehnt werden.

Bei der Überprüfung der dritten Hypothese, welche die Vermittlung des Effekts der Bedingung auf das Schmerzerleben über eine Verbesserung der Schlafqualität untersuchte, kam eine Mediationsanalyse mit SPSS PROCESS Makro von Hayes (2018) zum Einsatz. Diese fand

jedoch keine signifikanten Effekte, weswegen die Hypothese 3 ebenfalls verworfen werden musste.

Außerdem wurde eine explorative Analyse mit jenen zwei Personen durchgeführt, die die schlechteste Schlafqualität aufwiesen. Denn aus der Literatur geht hervor, dass Musikinterventionen bei vorliegenden Schlafproblemen durchaus Abhilfe schaffen können. Bei einer Stichprobe von Personen, die keine Schlafprobleme aufwiesen, konnten Koenig et al. (2013) jedoch keinen Effekt der Musikintervention feststellen, was erahnen lässt, dass eine Musikintervention die Schlafqualität nur bei vorliegenden Schlafproblemen verbessern kann. Daher wurden die Versuchspersonen mit den Extremausprägungen im PSQI näher untersucht. Der höchste Wert lag bei 10, was deutlich über dem Cut-Off-Wert von 5 liegt, ab dem von einer schlechten Schlafqualität gesprochen wird. Der andere Wert war mit 9 mit Abstand der zweithöchste Wert. Die Versuchsperson mit dem PSQI-Wert 10 befand sich in der Placebo-Bedingung, während die Versuchsperson mit dem Wert 9 in der Experimentalbedingung war. Bei beiden Personen verringerte sich der Wert im Post Termin auf 6, wobei die Reduktion auch bis zum Follow-Up Termin anhielt. Dieser Wert liegt nur mehr knapp über dem Cut-Off-Wert von 5. Die Ergebnisse dieser Einzelfälle implizieren durchaus die Wirksamkeit der Musikintervention bei einer schlechten Schlafqualität. Jedoch konnte dadurch keine Überlegenheit der AVWF-Methode festgemacht werden, da die Verbesserung in beiden Bedingungen stattfand.

Nun stellt sich durchaus die Frage wieso, mit Ausnahme des widersprüchlichen Haupteffekts der Zeit auf die Schmerztoleranz, keine Ergebnisse signifikant wurden. Es gibt einige Parameter, die sich auf das Zustandekommen der Ergebnisse auswirken können und die bei deren Interpretation berücksichtigt werden müssen.

7.1 Stärken und Limitationen des Studiendesigns

Die Studie weist prinzipiell hohe Standards der wissenschaftlichen Forschung auf. Darunter ist beispielsweise die beidseitige Verblindung bei der fremdgewählten Musik, die Konstanthaltung vieler Variablen oder ein Follow-Up Termin nach empfohlener Dauer (Wang et al., 2014) zu erwähnen. Der gewählte Follow-Up Termin nach mindestens 3 Wochen ist von großer Relevanz, da sich einige Effekte, vor allem bei chronischen Schlafstörungen, oft nur zeitverzögert ändern (Harmat et al., 2008). Trotz der hohen wissenschaftlichen Standards gibt es einige Limitationen oder Faktoren, die bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen.

Als Hauptlimitation muss genannt werden, dass die vorliegende Studie im Zuge eines übergeordneten Forschungsprojektes durchgeführt wurde, welches andere Ziele und Forschungsfragen verfolgt als ebendiese Arbeit. Dies wirkt sich selbstverständlich auf die Planung und Operationalisierung der Studie aus, beispielsweise auf den Einsatz der Fragebögen.

Eine weitere Limitation, die stark ins Gewicht fällt, ist die kleine Stichprobe von 17 Proband*innen, wodurch bislang lediglich von vorläufigen Ergebnissen gesprochen werden kann. Aufgrund dieses Faktors ist die statistische Power nur partiell gegeben. Erst ab der geplanten Stichprobengröße von mindestens 60 Proband*innen in den Bedingungen der fremdgewählten Musik, kann die statistische Power als gegeben erachtet werden. Die Auswertungen müssen also definitiv wiederholt werden, sobald die gesamte Stichprobe rekrutiert wurde. Die Ergebnisse sind daher in jedem Fall unter Vorbehalt zu interpretieren. Außerdem handelt es sich um eine sehr homogene Stichprobe mit jungen und gesunden Teilnehmer*innen, was der Zielgruppe des übergeordneten Projektes entspricht. Die vorliegende Stichprobe setzte sich zur Gänze aus Student*innen zusammen, welche generell oftmals großem Druck und Stress ausgesetzt sind. Diese Parameter könnten sich unter Umständen negativ auf die intrinsische Bereitschaft zur Teilnahme und damit in weiterer Folge auch auf die Annahme der Intervention auswirken. Wenn beispielsweise diverse Aufgaben im Studium zu erledigen sind und die Studierenden sich gedanklich nur schwer von den Stressoren lösen können, wird die Entspannung durch die Intervention vermutlich geringer ausfallen. Die Tatsache, dass die Teilnehmer*innen ausschließlich Studierende waren, kann teilweise durch das festgelegte Alter von 18 – 35 erklärt werden, jedoch viel stärker ins Gewicht fiel vermutlich die Rekrutierung innerhalb des Bekanntenkreises der Studierenden und dass der tendenziell flexiblere Lebensstil von Studierenden die Teilnahme an den 10 Terminen zwischen 12:00 – 18:00 Uhr eher ermöglichte als ein Vollzeitjob. Es könnte auch sein, dass die Studienteilnahme an sich mit der hohen Frequenz an Terminen oder aufgrund der Durchführung des Cold Pressor Tests zusätzlichen Stress ausgelöst hat, welcher sich auf die Wirksamkeit der Intervention auswirken könnte. Da es jedoch der Empfehlung der AVWF-Methode entspricht, die 10 Termine möglichst innerhalb von drei Wochen durchzuführen, gelten der potenzielle Stress aufgrund der Termine aber auch aufgrund des Studiums nicht direkt als Limitationen, können jedoch berücksichtigt werden.

Laborstudien ermöglichen es, viele Variablen konstant zu halten, was vor allem für die Objektivität der Forschung unabdingbar ist. Jedoch könnte sich das Laborsetting auch auf die Wirksamkeit der Musikintervention ausgewirkt haben. Die Laborräumlichkeiten waren

aufgrund der Konstanthaltung relativ steril und spärlich eingerichtet. Außerdem befanden sich die Räumlichkeiten des Music and Health Labs in einem Untergeschoss, wodurch das künstliche Licht dominierte. Weiters wurde die Interaktion mit der Versuchsleiterin I relativ standardisiert gehalten, was sich eventuell auf die Stimmung und in weiterer Folge auf die Wirksamkeit der Musikintervention auswirken könnte. In vielen Studien wird die Musik zu Hause vor dem Schlafengehen gehört, was einem ganz anderen Setting als dem im Labor entspricht. Einerseits aufgrund der gewohnten Umgebung zu Hause und der Kontrollierbarkeit der Situation und andererseits aufgrund der zeitlichen Nähe zum Schlafen. Auch wenn das hohe Maß an Standardisierung unabdingbar für evidente Forschung ist, wäre es sehr spannend, in weiterer Folge die frequenzmodulierte Musik als Feldstudie bei Teilnehmer*innen zu Hause zu erproben, was im Ausblick für zukünftige Forschung nochmals aufgegriffen wird.

7.2 Operationalisierung

Hinsichtlich der Operationalisierung stehen die Messungen des Schmerzes sowie der Schlafqualität im Vordergrund. Das Schmerzerleben, welches mittels Cold Pressor Tests erhoben wurde, verbindet eine subjektive mit einer objektiven Messung. Die subjektive Messung erfolgt durch das Ausfüllen der visuellen Analogskala und als objektive Messung gilt der Zeitraum, in dem die Hand ins Wasser gehalten wird (Schmerztoleranz). Das Vereinen von subjektiven und objektiven Maßen bringt gerade in Bereichen mit hoher Variabilität einen großen Vorteil mit sich. Bezüglich der Operationalisierung muss angemerkt werden, dass es bei der Durchführung des Cold Pressor Tests in Marburg und Wien erhebliche Temperaturunterschiede gab. In Marburg umfasste die Temperatur eine Spanne von 1 – 4.5 °C, während sie in Wien in der empfohlenen Spannweite zwischen 0.5 – 1.5 °C lag. Dies könnte sich unter Umständen auf das Zustandekommen der Ergebnisse ausgewirkt haben.

Die Schlafqualität wurde mit dem international eingesetzten Pittsburgh Schlafqualitätsindex gemessen, welcher ein relativ kurzes Screeningverfahren ist und auf einer subjektiven retrospektiven Einschätzung beruht. Es wurden zusätzlich auch Angaben bezüglich der Personen gemacht, mit denen das Bett oder das Zimmer geteilt wird. Diese Informationen wurden in der Auswertung jedoch nicht weiter berücksichtigt, da die Angabe lediglich eine deskriptive und keine inhaltliche Aussagekraft besitzt. Außerdem gibt es beim PSQI die Möglichkeit einer zusätzlichen Fremdanamnese, welche sehr aufschlussreich sein könnte, jedoch in der Studie aus organisatorischen Gründen nicht durchgeführt werden konnte. Zudem für das übergeordnete Projekt nur ein Screeningverfahren benötigt wurde. Im Nachhinein betrachtet hätte eine

zusätzliche qualitative Erhebung mittels eines standardisierten Interviews oder mit offenen Fragen einen informativen Mehrwert gehabt, vor allem hinsichtlich der Verschlechterung der Schlafqualität zum Post Zeitpunkt. Dies sind jedoch Faktoren, die vor der Studie nur schwer berücksichtigt werden können und ebenfalls nicht im Sinne des übergeordneten Projektes gewesen wären.

Generell ist Schlaf sehr subjektiv und wie z.B. die Studie von Lazic und Ogilvie (2007) zeigt, differiert oftmals die subjektive Einschätzung von den objektiven Kennmassen. Es besteht also die Möglichkeit, dass die vorliegende Intervention die Schlafqualität objektiv und nicht subjektiv verbessert hat. Um dies zu prüfen, hätte es objektive Messungen des Schlafes benötigt, was jedoch ebenfalls kein Ziel des Forschungsprojektes war.

Um soziale Effekte möglichst konstant zu halten, wurde das Geschlecht der Versuchsleiterin I bewusst weiblich gehalten. Jedoch gibt es stets weitere Faktoren wie z.B. Sympathie oder Antipathie, welche im Vorhinein oftmals nicht bekannt und daher schwierig bis unmöglich zu berücksichtigen sind. Es konnte nicht nur eine Person als Versuchsleiterin I fungieren, da dies zeitlich für eine Person nicht schaffbar wäre.

Ein weiterer möglicher Einflussfaktor könnte die Tatsache gewesen sein, dass den Proband*innen die gehörte Musik nicht sonderlich zugesagt hat und ihre Wirksamkeit deswegen vermindert wurde. Das Gefallen von Musik kann einen großen Einfluss auf deren positive Wirkung haben (Jiang et al., 2013).

7.3 Implikationen für die Praxis

Auf Grundlage der vorliegenden vorläufigen Daten können keine Implikationen für die Praxis genannt werden, da die Anwendung aus jetziger Sicht nicht explizit empfohlen werden kann. Die vorliegende Studie kann als erste Studie angesehen werden, welche die AVWF-Methode hinsichtlich ihres Einflusses auf das Schmerzerleben und die Schlafqualität unter randomisierten kontrollierten Bedingungen untersuchte. Es konnte dabei keine Überlegenheit der Audiovisuellen Wahrnehmungsförderung gefunden werden. Aufgrund dessen ist es kritisch zu hinterfragen, auf welche Art die Effizienz der AVWF-Methode im Vertrieb dargestellt wird, obwohl bis dato keine stichhaltigen empirischen Belege vorliegen. Vor allem in Hinblick darauf, dass sich die Methode primär an eine vulnerable Zielgruppe wendet und der nötige finanzielle Aufwand als tendenziell hoch einzustufen ist. Diese Umstände beschreiben eine Diskrepanz zwischen theoretischer Forschung und dem praktischen Vertrieb.

7.4 Ausblick für zukünftige Forschung

Im Feld der Musikinterventionen, speziell jedoch im Bereich der Frequenzmodulation, gibt es noch viel Forschungsbedarf. Diverse Forschungsfragen stehen noch offen und die vorliegende Studie könnte in zukünftiger Forschung auch in verschiedene Settings übertragen werden wie z.B. in ein klinisches Setting. Der Fokus des übergeordneten Forschungsprojektes liegt auf einer gesunden Stichprobe, weswegen beispielsweise Personen mit Schmerzstörungen von der Studienteilnahme ausgeschlossen wurden. In der Literatur kann ein starker Fokus auf klinische Settings erkannt werden, durch die gezeigt wurde, dass Musikinterventionen bei verschiedenen Arten von Schmerzen wirksam sein können. Selbes gilt auch für Schlafstörungen im klinischen Bereich, bei denen große Erfolge von Musikinterventionen vermerkt werden konnten. Hier könnten vor allem objektive Messinstrumente wie z.B. der Einsatz einer Polysomnographie sehr aufschlussreich sein. Eine mögliche Erklärung für die Wirksamkeit im klinischen Setting könnten Erwartungen hinsichtlich des schlaffördernden oder schmerzlindernden Effekts der Musik darstellen. Wird die Musik explizit gehört, um die beeinträchtigte Schlafqualität zu steigern oder um vorliegende Schmerzen zu verringern, könnten die Erwartungen oder Hoffnungen auf eine Verbesserung auch tatsächlich eine Veränderung bewirken. Die Verbesserung der Zustände könnte in diesem Fall im weitesten Sinne als selbsterfüllende Prophezeiung angesehen werden. Wird der Bogen noch weiter gespannt, könnte die Musik mit Frequenzmodulation unter diesen Umständen noch größere Auswirkungen haben als die unveränderte Musik. Dies hätte einen hohen Mehrwert für die Behandlung von Schlaf- oder Schmerzstörungen. Wird dies allerdings so kommuniziert und damit suggeriert es gäbe empirisch abgesicherte Beweise für den Effekt der frequenzveränderten Musik, entspräche es laut jetzigem Wissensstand jedoch einer gezielten Täuschung. Daher bedürfe es einer umfassenden ethischen Abwägung.

Darüber hinaus könnte der Einsatz der AVWF-Methode in einer Stichprobe von Personen im Autismus-Spektrum oder anderen diagnostizierten Wahrnehmungsstörungen erprobt werden, da die Methode ursprünglich für ebendiese Zielgruppe entwickelt wurde. Auch hier könnten eventuell objektive Messinstrumente als informativer Mehrwert eingesetzt werden.

Künftige Forschung könnte außerdem eine Kontrollgruppe mit musikbasierten Entspannungsverfahren z.B. mit gesprochenen und geschriebenen Anleitungen hinzufügen. Diese Gruppe könnte darüber Auskunft erteilen, ob der Effekt maßgeblich von der Musik oder von den zusätzlich eingesetzten Entspannungsverfahren abhängt. Außerdem könnte durch die Schaffung einer Kontrollgruppe, die keine Intervention erhält, ein großer Informationsgewinn

erzielt werden. Die Teilnehmer*innen müssten nur zum Vor- und Nachtermin erscheinen und würden im Zeitraum der Intervention keine Vorgaben erhalten. Dadurch könnte überprüft werden, wie sich das Schmerzerleben und die Schlafqualität unabhängig von einer Intervention entwickeln. Des Weiteren würde die Kontrollgruppe keinen Stress durch die hohe Anzahl an Terminen erfahren.

Da die Frequenzmodulation auch bei selbstgewählter Musik möglich ist, könnte dieser Ansatz sehr vielversprechend sein und sollte unbedingt weiterverfolgt werden. Dies würde in einer Linie mit den Erkenntnissen von Hauck et al. (2013) stehen, welche eine Verarbeitung von persönlich wichtiger Musik in Hirnarealen beschreibt, die für die Schmerzverarbeitung relevant sind. Zudem beschreiben Jiang et al. (2013) den großen Einfluss des Gefallens der Musik, was durch die selbstgewählte Musik ebenfalls gesichert wäre. Die Kombination aus selbstgewählter Musik mit Frequenzmodulation könnte die positiven Effekte der selbstgewählten Musik mit den potenziellen Vorteilen der Frequenzmodulation verbinden. Außerdem könnte der Einsatz der AVWF-Methode in zukünftigen Forschungen generell im Feld erprobt werden z.B. auch vor dem Schlafengehen, wie es in vielen Studien handgehabt wird. Dadurch würde auch die potenzielle Beeinflussung durch das Laborsetting wegfallen.

Weitere Forschung könnte darüber hinaus noch andere Schmerztests als den CPT einsetzen. Vor allem vor dem Hintergrund, dass zwei Studien des Reviews von Pieh et al. (2011) eine Veränderung der Schmerzschwelle bei Hitzetests aber nicht bei Kältetests feststellen konnten. Eine allgemeine Frage, welche die Operationalisierung von Schmerztests betrifft, ist, ob sich der akute Schmerz des Tests auch adäquat auf chronische Schmerzen übertragen und generalisieren lässt. Auch hierzu könnte weitere Forschung aufschlussreich sein.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es auf Grundlage der vorliegenden Daten zu keiner maßgeblichen Veränderung des Schmerzerlebens oder der Schlafqualität aufgrund der Musikintervention kam. Jedoch gilt es, zunächst die Ergebnisse des übergeordneten Projektes abzuwarten, bis gesicherte Aussagen über die Wirksamkeit getroffen werden können. Der Einsatz von Musikinterventionen und der Audiovisuellen Wahrnehmungsförderung sollte weiter mit angemessenen wissenschaftlichen Standards untersucht werden, da die Relevanz nicht aus den Augen verloren werden darf. Eine erfolgreiche Musikintervention könnte eine alternative Behandlung für Bereiche, die primär von Pharmazeutika dominiert werden, darstellen und wäre darüber hinaus kostengünstig, non-invasiv, leicht einzusetzen und in der Regel frei von negativen Nebenwirkungen.

Literaturverzeichnis

- 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>
- Bang, Y. R., Choi, H. Y., & Yoon, I. Y. (2019). Minimal effects of Binaural Auditory Beats for subclinical insomnia: A randomized double-blind controlled study. *Journal of Clinical Psychopharmacology*, 39(5), 499–503.
<https://doi.org/10.1097/JCP.0000000000001097>
- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173–1182.
<https://doi.org/10.1037/00223514.51.6.1173>
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2018). *Neurowissenschaften* (4. Aufl.). Springer Verlag.
- Blume, C. R., Gruber, W. P., Heib, D., Schabus, M., Hauser, T., & Winkler, T. (2019). “How does Austria sleep?” Self-reported sleep habits and complaints in an online survey. *Sleep and Breathing*, 24, 735–741. <https://doi.org/10.1007/s11325-019-01982-5>
- Brown, M. B., & Forsythe, A. B. (1974). Robust tests for the equality of variances. *Journal of the American Statistical Association*, 69, 364–367.
<https://doi.org/10.1080/01621459.1974.10482955>
- Bühner, M., & Ziegler, M. (2009). *Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. Pearson Studium.
- Bundesgesetz über die berufsmäßige Ausübung der Musiktherapie (Musiktherapiegesetz – MuthG). StF: BGBl. I Nr. 93/2008 (NR: GP XXIII RV 552 AB 596 S. 61. BR: AB 7960 S. 757)
- Buyse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry research*, 28(2), 193–213. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(89\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4)

- Calamassi, D., Lucicesare, A., Pomponi, G. P., & Bambi, S. (2020). Music tuned to 432 Hz versus music tuned to 440 Hz for improving sleep in patients with spinal cord injuries: a double-blind cross-over pilot study. *Acta Biomed for Health Professions*, 30(91), S. 12: e2020008. <https://doi.org/10.23750/abm.v91i12-S.10755>
- Cepeda, M. S., Carr, D. B., Lau, J., & Alvarez, H. (2006). Music for pain relief. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD004843.pub2>
- Chhangani, B., Roehrs, T., Harris, E., Hyde, M., Drake, C., Hudgel, D., & Roth, T. (2009). Pain sensitivity in sleepy pain-free normals. *Sleep*, 32(8), 1011–1017.
<https://doi.org/10.1093/sleep/32.8.1011>
- Conrady, U. (2011). Audiovisuelle Wahrnehmungsförderung - Schallmodulierte Musik, die das Gehirn trainiert. *Informationsbroschüre für Ärzte, Lehrer und Therapeuten*, 1–18.
- Conrady, U. (o. J). AVWF® – Methode. <http://www.avwf.de/>
- de Niet, G., Tiemens, B., Lendemeijer, B., & Hutschemaekers, G. (2009). Music-assisted relaxation to improve sleep quality: Meta-analysis. *Journal of Advanced Nursing*, 65(7), 1356–1364. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2009.04982.x>
- Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM). (2009). S3-Leitlinie – Nicht erholsamer Schlaf/Schlafstörungen. *Somnologie*, 13, 4–160.
<https://doi.org/10.1007/s11818-009-0430-8>
- Dileo, C., & Bradt, J. (2005). *Medical music therapy: A meta-analysis and agenda for future research*. Jeffrey Books.
- Ernsten, L., Hepp, P., Fehm, T., & Schaal, N. K. (2019). Perioperative musikinduzierte Analgesie: Vergleich der Wirkung von Musik auf Schmerz zwischen prä-, intra- und postoperativer Anwendung. *Schmerz*, 33, 100–105. <https://doi.org/10.1007/s00482-018-0338-y>
- Feneberg, A. C., Kappert, M., Maidhof, R. M., Doering, B. K., Olbrich, D., & Nater, U. M. (2020). Efficacy, treatment characteristics, and biopsychological mechanisms of music-listening interventions in reducing pain (MINTREP): Study protocol of a three-armed

- pilot randomized controlled trial. *Frontiers in Psychiatry*, *11*, 518316.
<https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.518316>
- Finan, P. H., Goodin, B. R., & Smith, M. T. (2013). The association of sleep and pain: An update and a path forward. *The journal of pain: official journal of the American Pain Society*, *14*(12), 1539–1552. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2013.08.007>Finkenzeller
- Finkenzeller, T., Würth, S., & Amesberger, G. (2018). Consumer-grade brain stimulation devices in sports: A challenge for traditional sport psychology? *Journal of Applied Sport Psychology*, *30*(4), 473–493. <https://doi.org/10.1080/10413200.2018.1437846>
- Garcia-Argibay, M., Santed, M. A., & Reales, J. M. (2019). Efficacy of binaural auditory beats in cognition, anxiety, and pain perception: A meta-analysis. *Psychological Research*, *83*(2), 357–372. <https://doi.org/10.1007/s00426-018-1066-8>
- Girden, E. R. (1992). *ANOVA: Repeated measures*. Sage Publications, Inc.
- Gkolias, V., Amaniti, A., Triantafyllou, A., Papakonstantinou, P., Kartsidis, P., Paraskevopoulos, E., Bamidis, P. D., Hadjileontiadis, L., & Kouvelas, D. (2020). Reduced pain and analgesic use after acoustic binaural beats therapy in chronic pain - A double-blind randomized control cross-over trial. *European Journal of Pain*, *24*(9), 1716–1729.
<https://doi.org/10.1002/ejp.1615>
- Göder, R., Nissen, C., & Rasch, B. (2014). Schlaf, Lernen und Gedächtnis: Relevanz für Psychiatrie und Psychotherapie. *Nervenarzt*, *85*(1), 50–56.
<https://doi.org/10.1007/s00115-013-3894-5>
- Haefeli, M., & Elfering, A. (2006). Pain assessment. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, *15*(1), 17–24.
<https://doi.org/10.1007/s00586-005-1044-x>
- Harmat, L., Takács, J., & Bodizs, R. (2008). Music improves sleep quality in students. *Journal of Advanced Nursing*, *62*(3), 327–335.
<https://doi.org/10.1111/j.13652648.2008.04602.x>
- Hauck, M., Metzner, S., Rohlffs, F., Lorenz, J., & Engel, A. K. (2013). The influence of music and musictherapy on neuronal pain induced oscillations measured by magnetencephalography. *Pain*, *154*(4), 539–547. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2012.12.016>

- Hayes, A. F. (2018). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach* (2. Aufl.). Guilford Press.
- Hsu, K.-C., Chen, L. F., & Hsieh, P. H. (2016). Effect of music intervention on burn patients' pain and anxiety during dressing changes. *Burns*, *42*(8), 1789–1796. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2016.05.006>
- Hundstorfer, E. M., Bertsch, M., & Bernatzky, G. (2015). Schmerzinderung durch Musikexposition. *Musiktherapeutische Umschau*, *36*(1), 8–19. <https://doi.org/10.13109/muum.2015.36.1.8>
- Innes, K. E., Selfe, T. K., Khalsa, D. S., & Kandati, S. (2016). Effects of meditation versus music listening on perceived stress, mood, sleep, and quality of life in adults with early memory loss: A pilot randomized controlled trial. *Journal of Alzheimer's Disease*, *52*(4), 1277–1298. <https://doi.org/10.3233/JAD-15110>
- Irwin, M. R. (2015). Why sleep is important for health: A psychoneuroimmunology perspective. *Annual Review of Psychology*, *66*, 143–172. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115205>
- Jiang, J., Zhou, L., Rickson, D., & Jiang, C. (2013). The effects of sedative and stimulative music on stress reduction depend on music preference. *The Arts in Psychotherapy*, *40*(2), 201–205. <https://doi.org/10.1016/j.aip.2013.02.002>
- Jirakittayakorn, N., & Wongsawat, Y. (2018). A Novel Insight of Effects of a 3-Hz Binaural Beat on Sleep Stages During Sleep. *Frontiers in Human Neuroscience*, *12*, 387. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00387>
- Kelly, G. A., Blake, C., Power, C. K., O'Keeffe, D., & Fullen, B. (2011). The association between chronic low back pain and sleep. *The Clinical Journal of Pain*, *27*(2), 169–181. <https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e3181f3bdd5>
- Keskindag, B., & Karaaziz, M. (2017). The association between pain and sleep in fibromyalgia. *Saudi Med*, *38*(5), 465–475. <https://doi.org/10.15537/smj.2017.5.17864>
- Koenig, J., Jarczok, M. N., Warth, M., Harmat, L., Hesse, N., Jespersen, K. V., Thayer, J. F., & Hillecke, T. K. (2013). Music listening has no positive or negative effects on sleep quality of normal sleepers: Results of a randomized controlled trial. *Nordic Journal of Music Therapy*, *22*(3), 233–242. <https://doi.org/10.1080/08098131.2013.783095>

- Kullich, W., Bernatzky, G., Hesse, H.-P., Wendtner, F., Likar, R., & Klein, G. (2003). Music therapy-effect on pain, sleep and quality of life in low back pain. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 153(9-10), 217–221. <https://doi.org/10.1046/j.1563-258x.2003.02081.x>
- Kröner-Herwig, B. (2011). Schmerz als biopsychosoziales Phänomen – eine Einführung. In B. Kröner-Herwig, J. Frettlöh, R. Klinger & P. Nilges (Hrsg.), *Schmerzpsychotherapie* (7. Aufl., S. 3–14). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12783-0_1
- Kundermann, B., Krieg, J. S., Schreiber, W., & Lautenbacher, S. (2004). The effect of sleep deprivation on pain. *Pain Research & Management*, 9(1), 25–32. <https://doi.org/10.1155/2004/949187>
- Lai, H.-L., & Good, M. (2005). Music improves sleep quality in older adults. *Journal of Advanced Nursing*, 49(3), 234–244. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2004.03281.x>
- Lazic, S. E., & Ogilvie, R. D. (2007). Lack of efficacy of music to improve sleep: A polysomnographic and quantitative EEG analysis. *International Journal of Psychophysiology*, 63(3), 232–239. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2006.10.004>
- Lee, J. H. (2016). The effects of music on pain: A meta-analysis. *Journal of Music Therapy*, 53(4), 430–477. <https://doi.org/10.1093/jmt/thw012>
- Li, X., Li, J., Wang, D., Wang, Q., & Gao, R. (2017). The study of the elderly's sleep quality and the effects of music therapy on sleep disturbances. *Innovation in Aging*, 1(1), 1173. <https://doi.org/10.1093/geroni/igx004.4276>
- Linnemann, A., Kappert, M. B., Fischer, S., Doerr, J. M., Strahler, J., & Nater, U. M. (2015). The effects of music listening on pain and stress in the daily life of patients with fibromyalgia syndrome. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 434. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00434>
- Linnemann, A., Strahler, J., & Nater U. M. (2016). The stress-reducing effect of music listening varies depending on the social context. *Psychoneuroendocrinology*, 72, 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2016.06.003>
- Lu, X., Yi, F., & Hu, L. (2020). Music-induced analgesia: An adjunct to pain management. *Psychology of Music*. Online-Veröffentlichung. <https://doi.org/10.1177/0305735620928585>

- MacKinnon, D. P. (2008). *Introduction to Statistical Mediation Analysis (Multivariate Applications Series)*. Taylor & Francis Inc.
- Maringer, B. (2013). *Audiovisuelle Wahrnehmungsförderung (AVWF) Fachauskunft*.
<https://www.sozialversicherung.at/cdscontent/load?contentid=10008.714912&version=1391184730>
- Merskey, H., & Bogduk, N. (1994). *Classification of chronic pain (2. Aufl.)*. IASP: International Association of the Study of Pain.
- Mollayeva, T., Thurairajah, P., Burton, K., Mollayeva, S., Shapiro, C. M., & Colantonio, A. (2016). The Pittsburgh sleep quality index as a screening tool for sleep dysfunction in clinical and non-clinical samples: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 25, 52–73. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2015.01.009>
- Morin, C., Leblanc, M., Daley, M., Gregoire, J., & Merette, C. (2006). Epidemiology of insomnia: Prevalence, self-help treatments, consultations, and determinants of help-seeking behaviors. *Sleep Medicine*, 7(2), 123–130.
<https://doi.org/10.1016/j.sleep.2005.08.008>
- Müller, T. (2016). Was tun, wenn der Schmerz den Schlaf stört? *DNP - Der Neurologe & Psychiater*, 17(2), 16–17. <https://doi.org/10.1007/s15202-016-1158-5>
- Müller-Schwefe, G. H. H., & Überall, M. A. (2011). Schmerz und Lebensqualität. *Gesundheitsökonomie und Qualitätsmanagement*, 16(1), 20–22. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1245985>
- Nilsson, U. (2008). The anxiety- and pain-reducing effects of music interventions: A systematic review. *AORN Journal*, 87(4), 780–807. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2007.09.013>
- Olbrich, D., Conrady, U., & Olbrich, D. I. (2015). Einsatz von AVWF (Audio-visuelle-Wahrnehmungsförderung) in der Stressmedizin – Erfahrungen und erste Ergebnisse aus einer psychosomatischen Rehabilitationsklinik. *Ärztliche Psychotherapie*, 10(1), 39–45.
- Olbrich, D., & Näher, K. (2017). Veränderungen der Cortisol-Aufwachreaktion (CAR) nach Stimulation mit frequenzmodulierter Musik (AVWF) – Ergebnisse aus der psychosomatischen Rehabilitation. *Ärztliche Psychotherapie*, 1, 43–49.

- Onen, S. H., Onen, F., Courpron, P., & Dubray, C. (2005). How pain and analgesics disturb sleep. *The Clinical Journal of Pain, 21*(5), 422–431.
<https://doi.org/10.1097/01.ajp.0000129757.31856.f7>
- Oster, G. (1973). Auditory beats in the brain. *Scientific American, 229*(4), 94–102.
<https://doi.org/10.1038/scientificamerican1073-94>.
- Pieh, C., Popp, R., Geisler, P., & Hajak, G. (2011). Sleep and pain: A bi-directional relation? *Psychiatrische Praxis, 38*(4), 166–70. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1265949>
- Prause, W., Saletu, B., Anderer, P., Gruber, G., Löffler-Stastka, H., Klösch, G., Mandl, M., Grätzhofer, E., Saletu-Zyhlarz, G., & Katschnig, H. (2003). Quality of life in nonorganic and organic sleep disorders: II. Correlation with objective and subjective quality of sleep and awakening. *Wiener Klinische Wochenschrift, 115*(10), 326–333.
<https://doi.org/10.1007/BF03041484>
- Schomacher, J. (2008). Gütekriterien der visuellen Analogskala zur Schmerzbewertung. *Physioscience, 4*, 125–133. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1027685>
- Shumov, D. E., Arsen'ev, G. N., Sveshnikov, D. S., & Dorokhov, V. B. (2017). Comparative analysis of the effect of stimulation with a Binaural Beat and similar kinds of sounds on the falling asleep process: A brief note. *Moscow University Biological Sciences Bulletin, 72*(1), 33–36. <https://doi.org/10.3103/S0096392517010047>
- Simonelli, G., Mantua, J., Gad, M., St Pierre, M., Moore, L., Yarnell, A. M., Quartana, P. J., Braun, A., Balkin, T. J., Brager, A. J., & Capaldi, V. F. (2019). Sleep extension reduces pain sensitivity. *Sleep Medicine, 54*, 172–176.
<https://doi.org/10.1016/j.sleep.2018.10.023>
- Sivertsen, B., Lallukka, T., Petrie, K. J., Steingrimsdóttir, Ó. A., Stubhaug, A., & Nielsen, C. S. (2015). Sleep and pain sensitivity in adults. *Pain, 156*(8), 1433–1439.
<https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000131>
- Smith, J. C., Marsh, J. T., & Brown, W. S. (1975). Far-field recorded frequency-following responses: Evidence for the locus of brainstem sources. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 39*(5), 465–472. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(75\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0013-4694(75)90047-4)

- Spahn, C., Bernatzky, G., & Kreutz, G. (2015). Musik und Medizin - ein Überblick. In G. Bernatzky & G. Kreutz (Hrsg.), *Musik und Medizin Chancen für Therapie, Prävention und Bildung* (S. 17–24). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1599-2>
- Statistik Austria. (2015, November). *Österreichische Gesundheitsbefragung 2014*. http://www.statistik.at/web_de/services/publikationen/4/index.html?includePage=detailedView§ionName=Gesundheit&pubId=714
- Stegemann, T., Geretsegger, M., Quoc, E. P., Riedl, H., & Smetana, M. (2019). Music therapy and other music-based interventions in pediatric health care: An overview. *Medicines*, 6(1), 25. <https://doi.org/10.3390/medicines6010025>
- von Baeyer, C. L., Piira, T., Chamber, C. T., Trapanotto, M., & Zeltzer, L. K. (2005). Guidelines for the cold pressor task as an experimental pain stimulus for use with children. *The Journal of Pain*, 6, 218–227. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2005.01.349>
- Wagner, J., & Zernikow, B. (2014). Was ist Schmerz? *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 162(1), 12–18. <https://doi.org/10.1007/s00112-013-2958-8>
- Walker, M. P., & Stickgold, R. (2006). Sleep, memory, and plasticity. *Annual Review of Psychology*, 57, 139–166. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.56.091103.070307>
- Walker, M. P., & van der Helm, E. (2009). Overnight therapy? The role of sleep in emotional brain processing. *Psychological Bulletin*, 135(5), 731–748. <https://doi.org/10.1037/a0016570>
- Wang, C. F., Sun, Y. L., & Zang, H. X. (2014). Music therapy improves sleep quality in acute and chronic sleep disorders: A meta-analysis of 10 randomized studies. *International Journal of Nursing Studies*, 51(1), 51–62. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2013.03.008>
- Wang, Q., Chai, S. Y., Wong, E. M. L., & Li, X. (2016). The effects of music intervention on sleep quality in community-dwelling elderly. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 22(7), 1–9. <https://doi.org/10.1089/acm.2015.0304>
- Wieser, J., Wengg, S., & Kronbichler, M. (2011). fMRT TESTUNG der audiovisuellen Wahrnehmungsförderung (AVWF): Ergebnisbericht fMRT. *LimboBuisness*, 1–14.
- Wobbrock, J. O., Findlater, L., Gergle, D., & Higgins, J. J. (2011, 7. - 12. Mai). *The aligned rank transform for nonparametric factorial analyses using only ANOVA procedures*

[Session: Research Methods]. 29th Annual CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Vancouver, Canada. <https://doi.org/10.1145/1978942.1978963>

Zampi, D. D. (2016). Efficacy of theta Binaural Beats for the treatment of chronic pain. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 22(1), 32–38.

Zhao, X., Lynch, J. G., & Chen, Q. (2010). Reconsidering Baron and Kenny: Myths and truths about mediation analysis. *Journal of Consumer Research*, 37(2), 197–206. <https://doi.org/10.1086/651257>

Abstract

Hintergrund: Schmerzen stellen ebenso wie Schlafprobleme zwei gravierende Gesundheitsprobleme dar und scheinen in einem bidirektionalen Zusammenhang zu stehen. Schmerzen stören den Schlaf, was sich wiederum negativ auf die Schmerzempfindlichkeit auswirken kann. Es gibt Belege für die Wirksamkeit von Musikinterventionen zur Linderung der Problematiken. Eine Form von frequenzmodulierter Musik, die Audiovisuelle Wahrnehmungsförderung (AVWF), verspricht eine positive Wirkung auf diese, ist bis dato aber wenig erforscht.

Methode: Mit Hilfe einer randomisierten kontrollierten Studie wurde untersucht, ob das Hören fremdgewählter Musik zu einer Verringerung des Schmerzerlebens und einer Verbesserung der Schlafqualität führt. Außerdem wurde der Effekt der frequenzmodulierten Musik überprüft. Zudem wurde eruiert, ob die Veränderung des Schmerzerlebens über eine Verbesserung der Schlafqualität vermittelt wurde. Die Stichprobe bestand aus 17 jungen und gesunden Proband*innen, welche in einer 3-wöchigen Musikintervention an 10 Terminen zu je 60 Minuten entweder frequenzveränderte oder unveränderte Musik hörten. Die Schmerzintensität und -toleranz wurden mit dem Cold Pressor Test (CPT) und die Schlafqualität mit dem Pittsburgh Schlafqualitätsindex (PSQI) erhoben.

Ergebnisse: Die Ergebnisse der zweifaktoriellen ANOVAs mit Messwiederholung zeigten keine signifikanten Effekte ($p > .05$) bezüglich der Interaktion Zeit x Bedingung oder der Effekte Zeit und Bedingung separat betrachtet. Lediglich für die Schmerztoleranz fand ein nicht-parametrisches Verfahren einen signifikanten Haupteffekt der Zeit, welcher jedoch nicht hypothesenkonform ausfiel. Die Mediationsanalyse wurde ebenfalls nicht signifikant.

Schlussfolgerung: Die vorläufigen Ergebnisse zeigen keine maßgebliche Veränderung des Schmerzerlebens oder der Schlafqualität durch die Musikintervention. Außerdem konnte weder ein Vorteil der frequenzmodulierten Musik noch ein Mediationseffekt nachgewiesen werden.

Abstract

Background: Sleep disorders and pain are two major health concerns, which seem to have a bidirectional relationship. Pain can disturb sleep and the pain intensity increases consequently. There is some evidence that music interventions can effectively reduce those problems. A frequency-modulated music, the audio-visual perception (AVWF) promises a positive effect on the two variables but there is little evidence for that.

Method: A randomised controlled trial investigated the effect of researcher-selected music on pain and sleep. Furthermore, it was examined if there was a stronger effect in the AVWF-group. Additionally, the mediation effect of sleep quality on the relationship between music and pain was tested. 17 young and healthy participants completed the music intervention of three weeks and listened either to frequency-modulated or unmodulated music in 10 sessions per 60 minutes. Pain intensity and -tolerance were measured with the Cold Pressor Test (CPT) and sleep quality with the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI).

Results: The two-factorial ANOVAs with three measurements (before, after and four weeks after the intervention) showed no significant effect ($p > .05$) for the time x group interaction, time or group separately on pain or sleep. Only for pain tolerance a non-parametric procedure revealed a significant effect of time but was not in line with the hypothesis. The mediation analysis effect did not meet statistical significance.

Conclusion: Preliminary results showed no decisive effects of time x group interaction, time or group on pain or sleep. No advantage of the frequency-modulated music and no mediation effect was observed.

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1.</i> Ablauf der geplanten Gesamtstudie.....	28
<i>Abbildung 2.</i> Mediationsanalysen: Links Schmerzintensität, rechts Schmerztoleranz.....	36
<i>Abbildung 3.</i> Mittelwerte der Schmerzintensität zu den drei Messzeitpunkten je Bedingung.....	39
<i>Abbildung 4.</i> Mittelwerte der Schmerztoleranz zu den drei Messzeitpunkten je Bedingung.....	41
<i>Abbildung 5.</i> Mittelwerte der Schlafqualität zu den drei Messzeitpunkten je Bedingung.....	45
<i>Abbildung 6.</i> Verlauf einer Versuchsperson mit PSQI-Wert 10 im Baseline Termin.....	49
<i>Abbildung 7.</i> Verlauf einer Versuchsperson mit PSQI-Wert 9 im Baseline Termin.....	49

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1.</i> Deskriptive Statistik der Gesamtstichprobe bezüglich der Schmerzintensität.....	38
<i>Tabelle 2.</i> Deskriptive Statistik der Gesamtstichprobe bezüglich der Schmerztoleranz.....	41
<i>Tabelle 3.</i> Deskriptive Statistik der Gesamtstichprobe bezüglich der Schlafqualität.....	44

Abkürzungsverzeichnis

ART.....	<i>Aligned Rank Transformation</i>
AVWF.....	<i>Audiovisuelle Wahrnehmungsförderung</i>
BB.....	<i>Binaurale Beats</i>
CAR.....	<i>Cortisol-Aufwachreaktion</i>
CPT.....	<i>Cold Pressor Test</i>
fMRT.....	<i>funktionelle Magnetresonanztomographie</i>
MD.....	<i>Mittelwertsdifferenz</i>
PSQI.....	<i>Pittsburgh Schlafqualitätsindex</i>
SMD.....	<i>Standardisierte Mittelwertdifferenzen</i>
VAS.....	<i>Visuelle Analogskala</i>

Dargebotene Musikstimuli

Überblick über die in jeder Musiksitzung abgespielte Musik in den fremdgewählten Musikbedingungen

Musiksitzung	Titel des Albums	Interpret
1	Well-balanced	Oliver Shanti
2	AVWF - Classics I	AVWF®
3	QE2; Earth Moving	Mike Oldfield
4	Violine Volume I	AVWF®
5	The Beatles; The Beatles	Munich Symphonic Sound Orchestra; Classic Dream Orchestra
6	Siehe Sitzung 1	
7	Siehe Sitzung 4	
8	Siehe Sitzung 5	
9	Siehe Sitzung 3	
10	Guitar I	AVWF®

Anmerkung. Die Teilnehmer*innen hören einen Mix aus den Musikstücken des jeweiligen Albums und Interpreten für 60 Minuten in jeder Sitzung. Die Frequenzmodulation steigt mit jeder Sitzung.

Visuelle Analogskala zur Erhebung der Schmerzintensität**VAS**

Bitte zeichnen Sie bei den folgenden Fragen an der Stelle auf der Linie einen senkrechten Strich ein, die Ihrer **persönlichen Einschätzung** am meisten entspricht. Die Wertung 0 bedeutet, dass die Aussage überhaupt nicht auf Sie zutrifft und die Wertung 100, dass die Aussage voll und ganz zutrifft.

Ich habe Schmerzen	
0	100

Ich fühle mich gestresst	
0	100

Der Test war schmerzhaft	
0	100

Schlafqualitäts-Fragebogen (PSQI) von Buysse et al. (1989)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre üblichen Schlafgewohnheiten und zwar *nur während der letzten vier Wochen*. Ihre Antworten sollten möglichst genau sein und sich auf die Mehrzahl der Tage und Nächte während der letzten vier Wochen beziehen. Beantworten Sie bitte alle Fragen.

1. Wann sind Sie während der letzten vier Wochen gewöhnlich abends zu Bett gegangen?

Übliche Uhrzeit:

2. Wie lange hat es während der letzten vier Wochen gewöhnlich gedauert, bis Sie nachts eingeschlafen sind?

In Minuten:

3. Wann sind Sie während der letzten vier Wochen gewöhnlich morgens aufgestanden?

übliche Uhrzeit:

4. Wie viele Stunden haben Sie während der letzten vier Wochen pro Nacht tatsächlich geschlafen?
(Das muss nicht mit der Anzahl der Stunden, die Sie im Bett verbracht haben, übereinstimmen.)

Effektive Schlafzeit (Stunden) pro Nacht:

Kreuzen Sie bitte für jede der folgenden Fragen die für Sie zutreffende Antwort an. Beantworten Sie bitte alle Fragen.

5. Wie oft haben Sie während der letzten vier Wochen schlecht geschlafen, ...

- a) weil Sie nicht innerhalb von 30 Minuten einschlafen konnten?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 Weniger als einmal pro Woche
 Einmal oder zweimal pro Woche
 Dreimal oder häufiger pro Woche

- b) weil Sie mitten in der Nacht oder früh morgens aufgewacht sind?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
 Weniger als einmal pro Woche
 Einmal oder zweimal pro Woche
 Dreimal oder häufiger pro Woche

c) weil Sie aufstehen mussten, um zur Toilette zu gehen?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

d) ... weil Sie Beschwerden beim Atmen hatten?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

e) ... weil Sie husten mussten oder laut geschnarcht haben?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

f) ... weil Ihnen zu kalt war?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

g) ... weil Ihnen zu warm war?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

h) ... weil Sie schlecht geträumt hatten?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

i) ... weil Sie Schmerzen hatten?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

j) ... aus anderen Gründen?

Bitte beschreiben:

Und wie oft während des letzten Monats konnten Sie aus diesem Grund schlecht schlafen?

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

6. **Wie würden Sie insgesamt die Qualität Ihres Schlafes während der letzten vier Wochen beurteilen?**

- Sehr gut
- Ziemlich gut
- Ziemlich schlecht
- Sehr schlecht

7. **Wie oft haben Sie während der letzten vier Wochen Schlafmittel eingenommen (vom Arzt verschriebene oder frei verkäufliche)?**

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

8. **Wie oft hatten Sie während der letzten vier Wochen Schwierigkeiten wachzubleiben, etwa beim Autofahren, beim Essen oder bei gesellschaftlichen Anlässen?**

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

9. **Hatten Sie während der letzten vier Wochen Probleme, mit genügend Schwung die üblichen Alltagsaufgaben zu erledigen?**

- Keine Probleme
- Kaum Probleme
- Etwas Probleme
- Große Probleme

10. **Schlafen Sie allein in Ihrem Zimmer?**

- Ja
- Ja, aber ein Partner/Mitbewohner schläft in einem anderen Zimmer
- Nein, der Partner schläft im selben Zimmer, aber nicht im selben Bett
- Nein, der Partner schläft im selben Bett

Falls Sie einen Mitbewohner / Partner haben, fragen Sie sie/ihn bitte, ob und wie oft er/sie bei Ihnen folgendes bemerkt hat.

a) **Lautes Schnarchen**

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

b) **Lange Atempausen während des Schlafes**

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

c) Zucken oder ruckartige Bewegungen der Beine während des Schlafes

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

d) Nächtliche Phasen von Verwirrung oder Desorientierung während des Schlafes

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

e) Oder andere Formen von Unruhe während des Schlafes

- Während der letzten vier Wochen gar nicht
- Weniger als einmal pro Woche
- Einmal oder zweimal pro Woche
- Dreimal oder häufiger pro Woche

Flyer der Rekrutierung



Musik und Stressmanagement: Eine musikalische Interventionsstudie ProbandInnen gesucht



Ablauf: Die Studie umfasst insgesamt 13 Termine (davon 10 in drei aufeinanderfolgenden Wochen). Im Detail:

- 10 Musikhörtermine (à ca. 70 - 80 min): Sie hören Ihre Lieblingsmusik oder von uns ausgewählte Musik
- 1 Vortermine und 2 weitere Nachtermine (à ca. 60 min)
- Erhebung biologischer Maße und Ausfüllen von Fragebögen
- Sowie zu einigen Terminen: Durchführen eines (völlig unbedenklichen) Schmerztests

Studienleitung: Univ.-Prof. Dr. Urs M. Nater
Studienkoordination: Rosa M. Maidhof, MSc
Anja C. Feneberg, MSc

Teilnahmevoraussetzungen:

- Zeit, innerhalb von 3 Wochen 10 Termine wahrzunehmen
- Alter: 18 bis 35 Jahre
- Normalgewicht
- Ausreichende Deutschkenntnisse
- Psychische und körperliche Gesundheit
- Keine regelmäßige Einnahme von Schmerzmedikamenten
- Keine momentane Schwangerschaft oder Stillen

Für Ihren zeitlichen Aufwand erhalten Sie eine angemessene Entschädigung. Bei Interesse melden Sie sich bitte unter music10healthlab@gmail.com mit Angabe von **Name, Telefonnummer und Erreichbarkeit.**