



universität  
wien

# MASTERARBEIT/MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Kann frequenzveränderte Musik die Schlafqualität verbessern?“

verfasst von / submitted by

Karl – Friedrich Eugen Wittstock BSc.

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

Wien, 2020

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

## Inhaltsverzeichnis

1	Abstract .....	2
2	Einleitung .....	3
3	Theoretischer Hintergrund.....	6
3.1	Schlaf.....	6
3.2	Schlafqualität und Gesundheit.....	8
3.3	Musikbasierte Interventionen.....	9
3.4	Der empirische Zusammenhang zwischen Musikinterventionen und Schlafqualität.....	10
3.5	Der Effekt von Musik auf die menschliche Physiologie.....	14
3.6	Die Audiovisuelle Wahrnehmungsförderung (AVWF).....	17
3.7	Die polyvagale Theorie von Porges.....	18
3.8	Empirische Wirksamkeit der AVWF-Methode.....	21
4	Fragestellung und Hypothesen .....	23
5	Methode .....	25
5.1	ProbandInnen .....	25
5.2	Materialien .....	26
5.3	Studiendesign.....	27
5.4	Untersuchungsräume und Ausstattung.....	28
5.5	Musikinterventionen.....	28
5.6	Untersuchungsdurchführung .....	29
5.7	Statistische Verfahren.....	31
6	Ergebnisse .....	32
7	Diskussion.....	34
8	Literatur .....	37

## 1 Abstract

**Hintergrund und Fragestellung:** Musikbasierte Interventionen bieten bei der klinischen Behandlung von PatientInnen viele Vorteile im Vergleich zu herkömmlichen Methoden und haben einen positiven Effekt auf die Schlafqualität. Es ist wenig darüber bekannt durch welche Komponenten in der Musik die Schlafqualität gefördert wird. Die AVWF-Methode ist eine musikbasierte Intervention, welche auf der Modulierung der Frequenzen beruht. Durch die Modulierung soll ein positiver Effekt auf gesundheitsbezogene Outcomes entstehen. Ziel dieser Forschungsarbeit ist es, die empirische Wirksamkeit der AVWF-Methode bezüglich der Schlafqualität, in einem randomisierten und kontrollierten Setting, zu untersuchen.

**PatientInnen und Methodik:** 15 ProbandInnen wurden randomisiert und anschließend zur Placebo-Gruppe oder Verum-Gruppe zugeteilt. In der Verum-Gruppe wurde über 3 Wochen frequenzveränderte Musik gehört. Die Placebo-Gruppe hörte die gleiche Musik, jedoch ohne eine Modulation der Frequenzen.

**Ergebnisse:** Die Mixed-Design ANOVA mit den Faktoren Zeit (3) und Bedingung (2) war für beide Faktoren nicht signifikant.

**Folgerungen:** Unsere Daten stützen die von der AVWF-Methode induzierte Indikation bezüglich der Schlafqualität nicht. Ob die Modulierung der Frequenzen in der Musik einen positiven Effekt auf gesundheitsbezogene Outcomes hat, muss unter randomisierten und kontrollierten Bedingungen beobachtet werden.

## 2 Einleitung

Musik ist seit Anbeginn der menschlichen Zivilisation ein fester Bestandteil des kulturellen Lebens. Vor circa 45 000 Jahren stellten die Neandertaler erste Flöten aus Rohrknochen her (Spitzer, 2002). Diese frühen Zeugnisse musikalischer Aktivität stammen aus dem heutigen Slowenien, wo sie 1995 entdeckt wurden. Ab 3000 v. Chr. begannen Menschen Musik als kulturellem Ausdruck zu verwenden. Abbildungen von Saiteninstrumenten aus China, Babylon und Ägypten zeigen, dass Musik sich unabhängig von Religion, Herkunft oder kulturellen Hintergrund entwickelte. Somit stellt Musik eine der ältesten Formen kulturellen Handelns dar (Spitzer, 2002). Andere Kulturaktivitäten, wie Malerei oder Bildhauerei entstanden nicht früher als die Musik. Doch welche Funktion hatte die Musik für unsere Vorfahren?

Musik hatte für die frühzeitlichen Gesellschaften unter anderem eine heilende Funktion (Gasenzer & Neugebauer, 2011). Der Schamanismus ist dabei hervorzuheben und gilt als einer der ältesten Formen von Musiktherapie. Die Schamanen wandten neben Pflanzenwirkstoffen, auch musikalische Untermalung an, um PatientInnen zu heilen. Die Musik diente in diesem Fall als Ritual, um Götter und Geister zu beschwören (Spitzer, 2002). Die PatientInnen waren auf Grund der musikalischen Untermalung von den körperlichen Schmerzen abgelenkt und es wird angenommen, dass folglich die Schmerztoleranz erhöht wurde (Altenmüller, 2002).

In der Antike gewann die therapeutische Wirkung von Musik weiter an Bedeutung und wurde von einigen Naturphilosophen jener Zeit, wie Platon oder Pythagoras, aufgegriffen. Einzelne Komponenten der Musik, wie Harmonie und Rhythmus, wurden entschlüsselt und es entstand die Theorie, dass aus diesen Teilkomponenten eine Kraft entstehe, welche eine heilende Wirkung auf das Seelenleben der Menschen habe (Médioni, 2000). Die griechische Musiktheorie wird „systema teleion“ genannt und besteht aus sieben verschiedenen Tonleitern (Spitzer, 2002). Dieser Theorie nach lösen die unterschiedlichen Tonleitern bei den ZuhörerInnen eine emotionale Reaktion aus, welche sich in traurig (ernst), mäßig, traurig (weinerlich), ehrenvoll, aufregend, fröhlich und theatralisch gliedert. Die „systema teleion“ bildete die Grundlage für die mittelalterlichen Kirchentönen.

Im Mittelalter wurde in den Klöstern das Wissen über Naturheilkunde und musikalische Theorien bewahrt und weitergegeben (Gasenzer & Neugebauer, 2011). Papst Gregor sammelte einstimmige Choralgesänge, woraus die Notwendigkeit

entstand, eine Notenschrift mit fünf Linien zu entwickeln (Spitzer, 2002). Arabische Quellen berichten über den Arzt Ibn al-Qifti, welcher im 13. Jahrhundert zu einem Schlaganfallpatienten gerufen wurde (Lambertini, 2000). Dort ließ er laut dieser Quellen seine Schüler ein Musikstück für den Kranken spielen. Es wurde berichtet, dass sich danach der gesundheitliche Zustand des Patienten verbessert habe. Sein „Geist“ kehrte zurück und er begann wieder zu sprechen. Nachdem die Musik verstummt war, sei der Patient in seinen ursprünglichen Zustand zurück verfallen.

Während der Renaissance gab es die Theorie, dass die heilende Wirkung von Musik auf Vibrationen zurückzuführen sei (Dobrzyńska, Cesarz, Rymaszewska & Kiejna, 2006). Die Vibrationen würden durch die Musik ausgelöst und würden Haut, Muskeln und andere physiologische Strukturen stimulieren. Entlang der Nervenbahnen würden sich die Vibrationen ausbreiten und zu einer Veränderung in der Flüssigkeitszirkulation im Körper führen. Das Ausmaß der Veränderungen im Körper hängt dabei von der Qualität und Quantität der akustischen Vibration ab. Es wurde angenommen, dass Musik durch die Vibrationen pathogene Faktoren (z. B. Beeinträchtigungen in der Gewebespannung oder Flüssigkeitszirkulation) verringern könne.

Im späten 19. Jahrhundert und frühen 20. Jahrhundert gab es erste Experimente, welche die Wirkung von Musik auf den Körper beschrieben (Dobrzyńska et al., 2006). Es konnte gezeigt werden, dass akustische Reize zu Veränderungen beim Blutdruck, Puls und der Atemfrequenz führen (Galińska, 1987). Ungewöhnliche akustische Reize führten hingegen zu Anspannung und einer erhöhten Aktivität des vegetativen Nervensystems bei den ProbandInnen.

Wissenschaftliche Relevanz erlangte die Musiktherapie nach dem Zweiten Weltkrieg. In den USA wurde die Musiktherapie für die Rehabilitation von ehemaligen Soldaten eingesetzt (Spitzer, 2002). Es entstand die „National Association of Music Therapy“ (NAMC) als erster Dachverband von Musiktherapeuten, welche bis heute das „Journal of Music Therapy“ publizieren. Die „American School“ der Musiktherapie verfolgt einen empirischen Ansatz mit einem Anwendungsbezug für das klinische Setting (Schwabe, 1972). In Europa entstand hingegen eine andere Form der Musiktherapie, „Swedish School“ genannt“. Die „Swedish School“ zeichnet sich durch eine holistische Betrachtungsweise aus (Pontvik, 1948). Laut dem Begründer der „Swedish School“, Aleks Pontvik, hat die Musik einen strukturierenden und

intellektuellen Einfluss auf den Menschen durch das Phänomen der Psychoresonanz.

Die therapeutische Anwendung von Musik hat eine lange Tradition in der Menschheitsgeschichte und ist auch in der heutigen Zeit ein wichtiger Ansatz zur Behandlung von psychologischen Störungen. Musikbasierte Interventionen gewinnen in der medizinischen und psychologischen Behandlung von PatientInnen an Bedeutung, da sie nicht invasiv sind, keine pharmakologischen Nebenwirkungen nach sich ziehen und das Ausmaß des Arbeitsaufwandes für das betreuende Personal gering gehalten werden kann. Metaanalytische Studien konnten zeigen, dass musikbasierte Interventionen, Stress senken und Entspannung fördern können (Pelletier, 2004). Zudem könnte ein der Entspannung ähnlicher Zustand, wie Schlaf, positiv von musikbasierten Interventionen beeinflusst werden. Erkenntnisse aus Metaanalysen bestätigen, dass musikbasierte Interventionen einen moderaten Effekt auf die Schlafqualität haben (De Niet, Tiemens, Lendemeijer & Hutschemaekers, 2009).

Die Audiovisuelle Wahrnehmungsförderung (AVWF) ist eine Musikintervention, bei welcher die PatientInnen passiv Musik hören (Conrady, 2011). Den theoretischen Rahmen der AVWF-Methode bildet die Annahme, dass in Individuen durch eine Modulierung von Schallwellen in der Musik die Fähigkeit der Selbstregulation gefördert würde. Stressreiche Situationen können in der Folge auf kognitiver Ebene besser bewältigt werden und zu Verhaltensweisen, wie Selbstberuhigung führen.

Da neben selbstregulatorischen Fähigkeiten auch die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit positiv beeinflusst werden soll, ist das primäre Einsatzgebiet der AVWF-Methode bisher der Leistungssport. Des Weiteren kann die AVWF-Methode laut den Aussagen der HerstellerInnen bei PatientInnen mit Burnout, Depression, Stresssymptomen, Angststörungen oder Schlafproblemen angewendet werden, sodass eine Verwendung im klinischen Setting als geeignet erscheint. Jedoch ist die empirische Evidenz der AVWF-Methode bisher unklar (Maringer, 2013). Es liegen bisher keine Studien vor, welche die Schallmodulation von Frequenzen in der Musik, unter randomisierten und kontrollierten Bedingungen erforscht haben.

Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit ist es, die empirische Wirksamkeit der AVWF-Methode bezüglich der Schlafqualität zu untersuchen. Die Relevanz der

Beantwortung jener Fragestellung ergibt sich aus den verwendeten methodischen Studiendesign, da alle Daten unter kontrollierten, doppelt-verblindeten und randomisierten Bedingungen erhoben werden. Zusätzlich ist dies, unseres Wissens nach die erste Studie, welche den Effekt von Frequenzmodulation im Rahmen von musikbasierten Interventionen, auf die Schlafqualität untersucht.

### 3 Theoretischer Hintergrund

#### 3.1 Schlaf

Schlaf wird definiert als leicht reversibler Zustand, in welchem die Reaktion und Interaktion mit der Umwelt verringert sind (Bear, Connors & Paradiso, 2007). Schlaf sei demnach ein universelles Phänomen, welches bei den meisten Arten beobachtet werden könne, angefangen von der *Drosophila melanogaster* (Fruchtfliege) bis hin zum Menschen (Borbély & Achermann, 2000). Messungen der elektrischen Gehirnaktivität durch bildgebende Verfahren, wie dem Elektroenzephalogramm (EEG), haben die Schlafforschung erheblich bereichert und bilden bis heute die Grundlage für die Diskriminierung von Wach- und Schlafzuständen. Schlafzustände werden in zwei Phasen unterteilt: rapid eye-movement (REM) und non-rapid eye-movement (NREM). Die NREM-Schlafphase zeichnet sich durch große und langsame EEG-Wellen aus, welche eine hohe Synchronisation aufweisen. Im Vergleich zur REM-Schlafphase und dem Wachzustand ist die Neuronenaktivität in der NREM-Schlafphase am geringsten im Tagesverlauf. Während der NREM-Schlafphase ist die Muskelspannung verringert und Bewegungen des Körpers sind nur selten beobachtbar. Aus der Zunahme der Aktivität des parasympathisch-autonomen Nervensystems resultiert eine verringerte Aktivität von physiologischen Prozessen, wie beispielsweise der Herzfrequenz, des respiratorischen Systems und der Nierenfunktion.

Die EEG-Messungen der Gehirnaktivität während der REM-Schlafphase zeichnen sich durch schnelle Wellen mit kleinen Amplituden aus. Der Sauerstoffverbrauch des Gehirns steigt an und die Skelettmuskulatur ist gelähmt. Nur die Muskulatur zum Erhalt des respiratorischen Systems ist voll funktionsfähig. Eine Ausnahme bilden die Muskeln, welche die Augenbewegungen kontrollieren und die Muskeln des inneren Ohres. Obwohl die Augenlider geschlossen sind, bewegen sich die Augen während der REM-Schlafphase schnell hin und her. Aus diesem Grund

wurde diese Schlafphase „rapid eye-movement“ genannt. Zudem steigt die sympathische Aktivität an, was sich darin äußert, dass sich die Herz- und Atemfrequenz erhöhen.

Ein Schlafrhythmus besteht aus 4 Phasen der NREM-Schlafphasen und einer REM-Schlafphase. Dabei umfasst der REM-Schlaf 25 % und der NREM 75 % des gesamten Schlafes. Die erste Phase beschreibt den Übergang vom Wachzustand zum Schlafzustand. Die Alphawellen des EEGs verlieren an Gleichmäßigkeit und die Augen machen langsam-rollende Bewegungen. Die zweite Phase ist gekennzeichnet von einem tieferen Schlaf. Die EEG-Wellen fallen auf ein Niveau von 8-14 Hz und werden Schlafspindeln genannt. Zusätzlich treten in der zweiten Phase „K-complex“-Wellen auf, welche sich durch hohe Amplituden auszeichnen. In der dritten Phase weisen die EEG-Wellen große Amplituden mit langsamen Deltarhythmen auf. Bewegungen der Augen und des Körpers sind nur noch im geringen Ausmaß vorhanden. Die vierte Phase ist die tiefste Schlafphase. Die EEG-Wellen haben eine Frequenz von 2 Hz oder weniger. Nach der vierten Phase zeigen die EEG-Wellen Muster der dritten und zweiten Phase auf. Darauf folgt die REM-Schlafphase, welche durch Beta- und Alphawellen des EEGs und schnelle Augenbewegungen gekennzeichnet ist. Eine Nacht kann aus bis zu drei Schlafrhythmen bestehen. Mit fortschreitender Schlafdauer erhöht sich der Anteil des REM-Schlafes, während der Anteil der NREM-Schlafphasen abnimmt.

Über die Funktion des Schlafes gibt es eine Vielzahl an hypothetischen Annahmen. Die ontogenetische REM-Schlaf-Hypothese postuliert, dass für eine adäquate neuronale Entwicklung, Schlaf eine wichtige Funktion innehat (Frank & Heller, 2003). Es konnte gezeigt werden, dass sich unter Schlafmangel die Gehirnmasse verringert, was mit Verhaltensproblemen einhergehen kann (Mirmiran, Scholtens, Van de Poll, Uylings, Van der Gugten & Boer, 1983). Schlaf kann ebenfalls zu Konsolidierung von Gedächtnisinhalten beitragen. Die NREM-Schlafphasen tragen anscheinend mehr zu Konsolidierung von deklarativen Gedächtnisinhalten bei, wohingegen im REM-Schlaf, eher prozedurale Gedächtnisinhalte konsolidiert werden (Rasch & Born, 2013). Die synaptisch-homöostatische-Hypothese besagt, dass durch Schlaf, die synaptischen Verbindungen zwischen Neuronen geschwächt würden (Tononi & Cirelli, 2014). Während des Wachzustandes würden die synaptischen Verbindungen gestärkt, was jedoch Energie des Organismus benötige. Schlaf führe hingegen zu einer

Schwächung der synaptischen Verbindungen. Das Gehirn könne mit Hilfe von diesem Mechanismus, unwichtige Informationen herausfiltern, Energiereserven widerherstellen und zellulären Stress vermeiden (Tononi & Cirelli, 2014).

### **3.2 Schlafqualität und Gesundheit**

Schlaf ist ein essenzieller Faktor für gesundheitsbezogene Outcomes (Buysse, 2014). Eine hohe Schlafqualität ist ein wichtiger Indikator für das physische und psychische Wohlbefinden (Lemola, Ledermann, & Friedman, 2013). Jedoch sind Schlafstörungen weit verbreitet und die Prävalenzraten variieren je nach Definition zwischen 22.1% für die DSM-IV-(The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders) Kriterien bis hin zu 3.9% für ICD-10-(The International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems) Kriterien (Roth et al., 2011). Allein den in USA gaben 50 bis 70 Millionen Menschen an, unter Schlafproblemen zu leiden (Centers for Disease Control and Prevention, 2011).

Der ICD-10 klassifiziert Schlafstörungen in organische und nicht-organische Ursachen. Nicht-organische Insomnie ist von Ein- und Durchschlafstörungen gekennzeichnet, was in der Folge zu einer verminderten Schlafqualität führt. Andere nicht-organische Schlafstörungen sind durch Abweichungen vom gesellschaftlich üblichen Schlaf-Wach-Rhythmus definiert, was für die Betroffenen zu Einschränkungen des sozialen Lebens führen kann. Zusätzlich werden im ICD-10 Parasomnien, welche sich durch abnormale Schlafepisoden auszeichnen, als nicht-organische Schlafstörungen klassifiziert. Dazu zählen Schlafwandeln, Nachtangst und Alpträume. Zu den Schlafstörungen, welche aufgrund von organischen Ursachen auftreten, zählen Ein- und Durchschlafstörungen, Störungen des Schlaf-Wach-Rhythmus und Schlafapnoe (World Health Organisation, 1992)

Die Abwesenheit von Schlafstörungen ist wichtig, um eine hohe Schlafqualität gewährleisten zu können. Schlaf ist ein entscheidender Faktor, um Zellen zu reparieren, Hormone zu regulieren und Gedächtnisinhalte zu konsolidieren (National Sleep Foundation). Eine verkürzte Schlafdauer und schlechte Schlafqualität erhöhen das Risiko an Diabetes (Typ 2) zu erkranken (Pyykkönen et al., 2014), zu sterben (Kojima et al., 2000), einer Depressionserkrankung (Baglioni et al., 2011), an anderen psychischen Störungen zu erkranken (Fernandez-Mendoza et al., 2016) und kardiovaskulären Krankheiten zu leiden (Hoevenaer-Blom, Spijkerman, Kromhout, van den Berg, & Verschuren, 2011).

Psychologische, kognitive und andere Störungen können den Schlaf und die Schlafqualität beeinflussen (Arroll, Fernando, Falloon, Goodyear-Smith, Samaranayake, & Warman, 2012). Ein Kreislauf entsteht, welcher für die Betroffenen schwer zu durchbrechen ist. Einerseits können die Schlafstörungen zu psychologischen Dysfunktionen führen (Drake, Roehrs & Roth, 2003). Andererseits beeinträchtigen die psychologischen Störungen den Schlaf. Zusätzlich kann die Einnahme von Antidepressiva ebenfalls Nebenwirkungen, wie Schlafstörungen verursachen (Mayers & Baldwin, 2005). Die Suche nach effektiven Methoden, um Schlafstörungen zu behandeln und die Schlafqualität zu verbessern, ist demnach ein wichtiger Bestandteil, um die psychologische und körperliche Gesundheit aufrechterhalten zu können. Musikbasierte Interventionen könnten eine Alternative zu bestehenden Therapieformen bilden, um die Schlafqualität nachhaltig zu fördern.

### **3.3 Musikbasierte Interventionen**

Musikbasierte Interventionen gliedern sich in zwei Kategorien: Musikmedizin und Musiktherapie (Dileo, 2006). Als Musikmedizin gilt das passive Hören von Musik im medizinischen Kontext. Dabei steht die Absicht im Vordergrund, den Heilungsprozess der PatientInnen mit Hilfe von Musik zu fördern. Die Implementierung der musikbasierten Intervention in der Musikmedizin wird vom medizinischen Personal vorgenommen und erfordert kein Vorwissen. In der Musiktherapie ist hingegen die Beziehung zwischen TherapeutIn und KlientIn ein wichtiger Bestandteil des therapeutischen Prozesses. Die therapeutische Beziehung soll durch aktives Musizieren gestärkt werden. Im Folgenden wird der Terminus „musikbasierte Intervention“ synonym zu „Musikmedizin“ verwendet, da die AVWF-Methode eine passive Musikintervention darstellt.

Die steigende Zahl von musikbasierten Interventionen im klinischen Kontext (Costa et al., 2018) zeigt die Relevanz für komplementäre Behandlungsansätze in der Medizin und Psychologie. Empirische Evidenz über die Wirksamkeit musikbasierter Interventionen konnte in mehreren gesundheitsbezogenen Outcomes bestätigt werden. Eine Metaanalyse konnte zeigen, dass neben der Schlafqualität auch Störungsbilder, wie die Parkinsonkrankheit, Schizophrenie und Depressionen, positiv von musikbasierten Interventionen beeinflusst werden (Kamioka et al., 2014). Des Weiteren wurden musikbasierte Interventionen im Bereich Schmerz und Stress eingesetzt. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass regelmäßiges Musikhören zu

einer Reduktion von Schmerz-(Chanda & Levitin, 2013) und Stressparameter (Pelletier, 2004) führen kann.

Die Vorteile von musikbasierten Interventionen gegenüber herkömmlichen Methoden sind vielfältig. Medikamente wie Psychopharmaka, welche häufig bei der Behandlung von psychischen Störungen eingesetzt werden, sind in der Regel mit Nebenwirkungen für die PatientInnen verbunden. Musikbasierte Interventionen weisen hingegen keine oder kaum-/nicht gesundheitsbeeinträchtigende Nebenwirkungen auf. Zusätzlich erfordern musikbasierte Interventionen einen geringen Arbeitsaufwand für das betreuende medizinische Personal. Des Weiteren ist die Anwendung für die PatientInnen einfach und problemlos Zuhause durchführbar. Musikbasierte Interventionen können unabhängig vom Alter, kognitiver Leistungsfähigkeit, Geschlecht oder Kulturkreis der PatientInnen angewendet werden.

### **3.4 Der empirische Zusammenhang zwischen Musikinterventionen und Schlafqualität**

Musik zählt zu den am häufigsten angewendeten Selbsthilfemaßnahmen, um Schlaf zu fördern. Mehr als ein Viertel der BewohnerInnen aus Gemeindewohnungen gaben an, dass sie Musik hören, um ihren Schlaf zu verbessern (Morin, LeBlanc, Daley, Gregoire & Mérette, 2006). Eine Umfrage aus Finnland mit TeilnehmerInnen aus dem urbanen Lebensraum ergab, dass Musik der zweit wichtigste Faktor war, um die Schlafqualität zu fördern (Urponen, Vuori, Hasan & Partinen, 1988). Die systematische Verwendung von Musik in Form von musikbasierten Interventionen zur Förderung der Schlafqualität hat in letzten den Jahren zugenommen und ist deshalb Gegenstand psychologischer Forschungsarbeiten.

Eine Metaanalyse bestätigt den Effekt von musikbasierten Interventionen auf die Schlafqualität und kommt zu dem Ergebnis, dass es sich um eine moderate Effektstärke (standardisierte Mittelwertsdifferenz, -0.74; 95% KI: -0.96,-0.46) handelt (de Niet et al., 2009). Für Menschen mit Schlafproblemen gilt, dass musikbasierte Entspannungsverfahren die Schlafqualität statistisch signifikant fördern ohne Nebenwirkungen hervorzurufen. In die Analyse wurden nur randomisierte und kontrollierte Studien eingeschlossen, welche PatientInnen mit Schlafproblemen untersuchte. Als Suchbegriff wurde „music-assisted relaxation“ verwendet, was dazu führte, dass die meisten Studien neben einer musikbasierten Intervention auch

Entspannungsverfahren (z. B. progressive Muskelrelaxation) oder Textpassagen mit Entspannungstexten verwendeten. Nur in einer Studie wurde Musik ohne Entspannungsverfahren gehört (Harmat & Takács & Bodizs, 2008), was die Interpretation von Musikeffekten per se schwierig macht. Es konnte in allen Studien ein signifikanter Effekt von musikbasierten Interventionen für die Schlafqualität festgestellt werden. Kritisch sehen die Autoren den Umstand, dass keine der inkludierten Studien ein verblindetes Design verwendete. Sie gehen jedoch davon aus, dass Musikinterventionen, wenn sie systematisch angewendet werden, die Schlafqualität bei Menschen mit Schlafproblemen fördert. Es bleibt offen, unter welchen äußeren Bedingungen (Dauer der Intervention, sonstiger zeitlicher Rahmen der Intervention) und für welche Populationen (z. B. Ältere Menschen, Erwachsene, Kinder) musikbasierte Interventionen effektiv wirksam sind.

Um die Auswirkungen einer musikbasierten Intervention auf die Schlafqualität bei Kindern im Grundschulalter zu untersuchen, wurden 86 Kinder aus der fünften Klasse in Taiwan rekrutiert (Tan, 2004). Die Kinder aus der Experimentalgruppe hörten täglich 45 Minuten entspannende Hintergrundmusik bevor sie ins Bett gingen und während des Mittagsschlafes in der Schule. Die Kinder aus der Kontrollgruppe wurden instruiert, wie gewohnt ohne Musik einzuschlafen (sie hörten jedoch ebenfalls die Hintergrundmusik während des Mittagsschlafes). Die Intervention dauerte insgesamt 3 Wochen und beinhaltete 4 Messzeitpunkte (inklusive Pretest). Als diagnostisches Instrument zur Erfassung der Schlafqualität wurde der Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) (Buysse, Reynolds, Monk, Berman, & Kupfer, 1989) verwendet. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die globale Schlafqualität in der Experimentalgruppe, im Vergleich zur Kontrollgruppe, signifikant verbesserte. Signifikante Unterschiede waren zudem in weiteren Komponenten des PSQI, der Schlafeffizienz und der Schlafdauer, zu beobachten. Keine signifikanten Gruppenunterschiede konnten in den anderen Komponenten (wahrgenommene Schlafqualität, Tagesmüdigkeit, Schlaflatenz und Schlafstörungen) festgestellt werden. Da die Stichprobe aus Kindern im Grundschulalter bestand, wurde die Komponente des Schlafmittelgebrauchs nicht erhoben. Ein limitierender Aspekt der Studie war unter anderem, dass weder die TeilnehmerInnen, noch die UntersucherInnen verblindet waren. Die Ergebnisse könnten demnach teilweise vom Hawthorne Effekt beeinflusst sein, da sich die ProbandInnen bewusst waren, dass sie an Studie teilnahmen. Zusätzlich verfügte das Studiendesign über kein Follow-Up

Messzeitpunkt. Somit kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob die Effekte von musikbasierten Interventionen auf die Schlafqualität bei Grundschulkindern, längerfristig zu beobachten sind.

In einer Studie, welche mit StudentInnen durchgeführt wurde, konnte gezeigt werden, dass das Hören von klassischer Musik vor dem Schlafengehen die Schlafqualität verbesserte (Harmat et al., 2008). Die Schlafqualität wurde ebenfalls mit dem PSQI erhoben. Neben der Kontrollgruppe, die keine Musik hörte, gab es eine Experimentalgruppe, die ein Audiobook vor dem Schlafengehen konsumierte und eine Experimentalgruppe, welche klassische Musik hörte. In die Studie wurden nur ProbandInnen inkludiert, bei welchen eine schlechte Schlafqualität gemessen wurde (globaler PSQI Score >5). Die TeilnehmerInnen der Experimentalgruppen wurden instruiert jeden Tag vor dem Schlafengehen 45 Minuten die vorgesehene Musik oder das Audiobook zu hören. Die Studie hatte eine Dauer von 3 Wochen. Nur in der Musikgruppe konnte eine signifikante Verbesserung der Schlafqualität beobachtet werden. Zwischen der Audiobookgruppe und der Musikgruppe gab es ab der zweiten Woche einen signifikanten Unterschied in der Schlafqualität. Die AutorInnen schlussfolgerten, dass die Effekte von musikbasierten Interventionen bezüglich der Schlafqualität, verzögert auftreten können. Ein limitierender Faktor der Studie war, dass nur Personen mit einem niedrigen PSQI Score (>5) teilgenommen haben. Die Autoren nehmen an, dass sich die Schlafqualität der TeilnehmerInnen auch ohne Intervention wieder normalisieren könne, da die Population gesund sei und unter keinen pathologischen Schlafstörungen leide. Über eine Verblindung der TeilnehmerInnen oder ein Follow-Up Messzeitpunkt wurde ebenfalls nichts berichtet.

Die Förderung der Schlafqualität nach einer musikbasierten Intervention konnte auch bei depressiven PatientInnen mit der Diagnose Major Depression festgestellt werden (Deshmukh, Sarvaiya, Seethalakshmi & Nayak, 2009). Die 50 TeilnehmerInnen der Studie, wurden in 2 Gruppen unterteilt. Eine Versuchsgruppe wurde mit Medikamenten behandelt (Diazepam und Chlordiazepam). Die andere Versuchsgruppe hörte täglich 45 Minuten entspannende indische Raga-Musik. Die Studie beinhaltete eine 4-wöchige Intervention sowie einem 2 Wochen späteren Follow-Up-Termin. Der PSQI diene als diagnostisches Instrument. In beiden Gruppen wurde eine signifikante Verbesserung der Schlafqualität festgestellt. Signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen konnten erst nach dem Beenden der Interventionen (nach 30 Tagen) beobachtet werden. Während sich die

Schlafqualität in der Medikamentengruppe zwischen der Beendigung der Intervention (nach 4 Wochen) und dem Follow-Up-Termin nicht veränderte, konnte in diesem Zeitraum eine signifikante Verbesserung der Schlafqualität in der Musikgruppe festgestellt werden. Die AutorInnen begründeten den verzögerten Effekt der Schlafförderung in der Musikgruppe mit dem Umstand, dass Musik Neurotransmitter (Dopamine und Endorphine) beeinflusst und diese länger benötigen, um auf ihr Baselinenniveau zurückzukehren.

Daten, welche mit Hilfe von Polysomnographie erhoben wurden, konnten die Effekte von musikbasierten Interventionen auf die Schlafqualität nicht bestätigen (Lazic & Ogilvie, 2007; Iwaki, Tanaka & Hori, 2003). Polysomnographie stellt den Goldstandard der Schlafmessung dar, da Gehirnströme (EEG), Augenbewegungen (EOG) Herzrhythmus (ECG) und Muskelaktivitäten (EMG) während des Schlafes gemessen werden können. Somit entsteht ein objektives und umfassendes Bild der Schlafqualität.

Für die polysomnographische Untersuchung der Schlafqualität wurden 10 ProbandInnen rekrutiert (Lazic & Ogilvie, 2007). Alle TeilnehmerInnen übernachteten an 4 aufeinander folgenden Nächten im Schlaflabor. Die erste Nacht wurde für die Adaption an die Laborbedingungen verwendet. Ab der zweiten Nacht wurden die TeilnehmerInnen an die polysomnographischen Geräte angeschlossen. Insgesamt gab es drei unterschiedliche Versuchsbedingungen: in der Kontrollgruppe gab es keine auditiven Stimuli, in der ersten Experimentalgruppe wurde Musik gespielt und in der zweiten Experimentalgruppe wurden Töne abgespielt (um die Effekte von allgemeinen auditiven Stimuli mit den Musikstimuli zu vergleichen). Fünf Minuten nachdem die TeilnehmerInnen eingeschlafen waren, wurde die Musik oder die auditiven Stimuli ausgeschaltet. Als Indikator für den Eintritt in die Schlafphase galt das Auftreten von „K-complex“ Wellen bei den ProbandInnen. Die Ergebnisse zeigen, dass die ProbandInnen, welche Musik hörten keine bessere Schlafqualität zeigten. Zwischen der Kontrollgruppe und den beiden Experimentalgruppen gab es keine Unterschiede in der Schlafbeginnlatenz, Schlaffeffizienz und Dauer des Wachseins nach dem Schlafbeginn. Als limitierender Aspekt an der Studie ist anzumerken, dass die statistische Power von 10 ProbandInnen klein ausfällt und Befunde aus Laborstudien nicht uneingeschränkt auf den Alltag übertragen werden können.

Zusammenfassend sind signifikante Effekte von musikbasierten Interventionen auf die Schlafqualität unter Einsatz von subjektiven Messmethoden in verschiedenen

Populationen, wie Kindern (Tan, 2004), Studenten (Harmat et al., 2008), Opfern häuslicher Gewalt (Hernandez-Ruiz, 2005), Personen mit medizinischen Erkrankungen (Kulich, Bernatzky, Hesse, Wendtner, Likar, & Klein, 2003; Zimmerman, Nieveen, Barnason & Schmaderer, 1996), älteren Menschen mit Schlafproblemen (Lai & Good, 2003) und Personen mit psychischen Einschränkungen (Deshmukh et al., 2009; Innes, Selfe, Khalsa, & Kandati, 2016) zu beobachten. Diese Effekte konnten in Studien mit objektiven Messmethoden nicht beobachtet werden (Lazic & Ogilvie, 2007; Iwaki et al., 2003). Dass der Harthorne Effekt zudem die Ergebnisse signifikant beeinflusst, ist bei allen hier dar gestellten Studien nicht auszuschließen, da keine der Studien über eine Verblindung berichtet.

Die Mehrzahl der Studien, welche den schlaffördernden Effekt von musikbasierten Interventionen mit Hilfe des PSQI untersucht haben, weisen einen methodischen Nachteil auf, da sie kein Follow-Up Design beinhalten. Obwohl die Effekte von musikbasierten Interventionen auf die Schlafqualität verzögert auftreten können (Harmat et al., 2008), wird dies selten im Studiendesign berücksichtigt. Ob die moderaten Effekte von musikbasierten Interventionen auf die Schlafqualität tatsächlich nachhaltig beobachtbar sind, kann nur durch ein adäquates Follow Up-Design untersucht werden. Jedoch gibt es nur eine kleine Anzahl an Studien, welche ein Follow Up-Messung benutzen und als diagnostisches Instrument den PSQI verwenden (Innes et al., 2016; Deshmukh et al., 2009). Es konnte gezeigt werden, dass sich die Schlafqualität in einem Zeitraum von bis zu 3 Monaten nach Beendigung der Musikintervention weiterhin verbesserte.

### **3.5 Der Effekt von Musik auf die menschliche Physiologie**

Die Annahme, dass die Schlafqualität durch musikbasierte Interventionen gefördert werden kann, stützt sich nicht allein auf den Placebo- oder Erwartungseffekt, sondern hat physiologische Hintergründe. Es wird davon ausgegangen, dass entspannende Musik das autonome Nervensystem beeinflussen kann (Standley, 1986; Cervellin & Lippi, 2011). Konkret scheint die Aktivität des sympathischen Nervensystems zu sinken, bei gleichzeitigem Anstieg der parasympathischen Aktivität. Diese durch Musik hervorgerufene physiologische Veränderung führt in der Folge zu einer Modulation des Blutdruckes, des Herzschlags und der Atemfrequenz (Bernardi, Porta & Sleight, 2006; Salamon, Bernstein, Kim, Kim & Stefano, 2003; Reinhardt, 1999; Standley, 1986).

Für die Untersuchung, dass Musik den Blutdruck modulieren kann, wurden 16 ProbandInnen rekrutiert (Salamon et al., 2003). Alle TeilnehmerInnen gaben an, klassische Musik zu präferieren. Es wurden 2 Versuchsgruppen gebildet. Die Experimentalgruppe hörte 20 Minuten klassische Musik und die Kontrollgruppe hörte 20 Minuten Rockmusik. Demnach unterschieden sich beide Versuchsgruppen in der Präferenz der gehörten Musik. Der Blutdruck wurde jeweils vor und nach der musikbasierten Intervention gemessen. Die Ergebnisse zeigen, dass in der Gruppe, die klassische Musik hörte, der systolische und diastolische Blutdruck abnahm. In der Gruppe, die Rockmusik hörte, kam es hingegen zu keiner Verringerung der systolischen und diastolischen Blutdruckwerte. Wenn die ProbandInnen die Musik präferierten (klassische Musik), kam es zu einer signifikanten Verringerung des Blutdruckes.

Musik kann aber auch andere physiologische Vorgänge wie den Herzschlag beeinflussen (Reinhardt, 1999). Die Stichprobe bestand aus 28 KrebspatientInnen mit chronischen Schmerzen, welche ein 14-tägiges Entspannungstraining durchliefen, um ein besseres Einschlafen zu ermöglichen. Das Entspannungsprogramm beinhaltete schlafliedähnliche rhythmisch-dominierte Musik. Die Intervention dauerte 30 Minuten. Mit fortschreitender Übung kam es zu einer Synchronisation des Herzschlages an die „Beats per Minute“ (BPM) der gespielten Musik. Wenn die BPM der Musik zwischen 48 und 42 lag, konnte eine 2:3-Synchronisation mit der Herzfrequenz der ProbandInnen beobachtet werden.

Bernardi et al. (2003) fanden ebenfalls Anzeichen dafür, dass das Tempo der Musik physiologische Vorgänge beeinflussen kann. 24 ProbandInnen (12 Musiker, 12 waren keine Musiker) wurden 6 verschiedene Musikrichtungen vorgespielt. Es konnte gezeigt werden, dass es in Abhängigkeit vom gespielten Tempo der Musik, zu einem Arousal- oder Entspannungseffekt bei den ProbandInnen kam. Schnelleres Tempo in der Musik beschleunigte die Atemfrequenz, den Herzschlag und Blutdruck. Langsameres Tempo verringerte hingegen die physiologischen Parameter der Atemfrequenz, des Herzschlages und des Blutdruckes.

Neben dem kardiovaskulären System kann Musik auch Vorgänge im endokrinen System modulieren. Eine Studie befasste mit der Ausschüttung des Hormons Oxytocin nach einer offenen Herzoperation (Nilsson, 2009). Wenn die PatientInnen beruhigende Musik während einer Entspannungsphase nach einer Operation hörten, stieg ihr Oxytocinlevel an. In der Kontrollgruppe, welche in der

Entspannungsphase keine Musik hörten, konnte hingegen keine Veränderung des Oxytocinlevels festgestellt werden. Oxytocin ist ein Hormon, welches parallel zur Stressantwort des Körpers wirkt und sympathische Aktivität unterdrückt (Evans, 1997). Die PatientInnen aus der Musikgruppe gaben zudem an, weniger subjektiven Stress zu empfinden. Die AutorInnen führten dies auf die vermehrte Ausschüttung von Oxytocin zurück.

In Untersuchungen aus einem geriatrischen Krankenhaus konnte ebenfalls festgestellt werden, dass Musiktherapie einen Einfluss auf den Hormonhaushalt hat (Okada et al., 2009). In die Studie wurden nur Menschen mit einer zerebrovaskulären Krankheit oder mit einer Demenzdiagnose eingeschlossen. Die Experimentalgruppe erhielt, mindestens einmal pro Woche über 3 Wochen lang, insgesamt 10 Einheiten von musikbasierter Intervention und die Kontrollgruppe erhielt, neben der Standardbehandlung, keine Musiktherapie. Die Ergebnisse zeigen, dass die Cytokine im Plasma und die Catecholaminkonzentration in der Experimentalgruppe stärker verringerten, als in der Kontrollgruppe. Dadurch stieg die parasympathische Aktivität, wohingegen die sympathische Aktivität verringert wurde.

Obwohl die biochemischen und kardiovaskulären Mechanismen hinter der Musik noch nicht vollständig encodiert wurden, wird davon ausgegangen, dass die beschriebenen physiologischen Modulationen einen Entspannungseffekt bei den PatientInnen hervorrufen (Nilsson, 2009). Die physiologische Antwort des Körpers auf Musik vermittelt emotionale Inhalte durch veränderte Aktivität des autonomen Nervensystems (Bernardi, Porta, Bernardi & Sleight, 2009). Wahrscheinlich wirkt dieser Mechanismus bidirektional. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass es starke positive Korrelation zwischen den angenehmen Aspekten des Musikhörens und der emotionalen Erregung gibt. (Salimpoor, Benovoy, Longo, Cooperstock & Zatorre, 2009). Musik fördert zudem Muskelentspannung und Ablenkung von Gedanken (Zimmermann et al., 1996; Lai & Good, 2005; Johnson, 2003).

Untersuchungen mit Ratten kommen zu dem Ergebnis, dass eine Modulierung der Musikfrequenzen den systolischen Blutdruck verringern kann (Akiyama & Sutoo, 2011). Den Tieren wurde ein Stück von Mozart vorgespielt. Es wurden 3 Gruppen gebildet, in welchen das Musikstück jeweils in hohen Frequenzen (4000–16000 Hz), mittleren Frequenzen (250–2000 Hz) und tiefen Frequenzen (32–125 Hz) abgespielt wurde. Die Verringerungen im systolischen Blutdruck waren dabei für die hohen Frequenzen am größten und vergleichbar mit den Blutdruckveränderungen, wenn die

Musik unmoduliert abgespielt wurde. Zudem konnte bei den mittleren Frequenzhöhen eine signifikante Verringerung des systolischen Blutdruckes festgestellt werden. Einzig im tiefen Frequenzbereich konnten keine signifikanten Effekte beobachtet werden. Die Autoren schlussfolgerten, dass das Hören von hohen Frequenzen die Dopaminsynthese stimuliere und darüber hinaus verschiedene Gehirnfunktionen beeinflusse.

Dass die Modulation von Frequenzen auch einen Einfluss auf die menschliche Physiologie haben kann, konnte in einer Untersuchung mit 12 Frauen beobachtet werden (Nakajima, Tanaka, Mima & Izumi, 2016). Die Probandinnen hörten 90 Sekunden „white noise“ gefolgt von 90 Sekunden Stressgeräuschen (z. B. Kratzen an einer Tafel). Anschließend wurde für 224 Sekunden entweder hochfrequente Musik (3500 Hz oder höher), niedrigfrequente Musik (Verstärkung der mittleren und niedrigen Töne unter 0,5 Hz) oder Originalmusik abgespielt. Abschließend wurden Fragebögen vorgelegt (semantisches Differential), um die Wahrnehmung zu evaluieren. Diese Prozedur wiederholte sich drei Mal in einer zufälligen Reihenfolge. Es konnte gezeigt werden, dass die Aktivität des peripheren Nervensystems signifikant höher war, wenn hochfrequente Musik abgespielt wurde (im Vergleich zur Originalmusik und niedrigfrequenter Musik). Dies kann als Indikator dafür gesehen werden, dass das Hören von hochfrequenter Musik zu einer Förderung der Stressregeneration führt.

Zusammenfassend können musikbasierte Interventionen Entspannungseffekte auf psychologischer und physiologischer Ebene auslösen, was in der Folge die Schlafqualität steigern kann. Verantwortlich für diese Entspannungseffekte könnten gewisse Eigenschaften in der Musik sein, wie das beispielsweise das Tempo (Bernardi et al., 2003) oder auch die Präferenz der gespielten Musik (Salamon et al., 2003). Ebenfalls konnte festgestellt werden, dass die Modulierung der Musikfrequenzen physiologische Parameter beeinflussen kann (Akiyama & Sutoo, 2011; Nakajima et al., 2016). Ob darüber hinaus eine Frequenzmodulierung einen schlaffördernden Effekt auslösen kann, ist bisher von keiner Studie adressiert worden und sollte deshalb als relevanter Forschungsgegenstand betrachtet werden.

### **3.6 Die Audiovisuelle Wahrnehmungsförderung (AVWF)**

Die AVWF-Methode zählt zu den musikbasierten Interventionen, welche auf einer Modulierung der Frequenzen beruht. Die ProbandInnen hören an 10 Terminen

innerhalb von 3 Wochen jeweils 1 Stunde Musik (Conrady, 2011). Da die ProbandInnen die Musik nur hören und nicht aktiv musizieren, zählt die AVWF-Methode zu den passiven musikbasierten Interventionen. Der Wirkmechanismus wird durch eine Veränderung der Frequenzen der gespielten Musik hervorgerufen, welcher eine Stimulation des autonomen Nervensystems bedingt. Da die Stimulation unterbewusst geschieht, können die ProbandInnen auch andere Aktivitäten während des Musikhörens ausführen.

Zu den Anwendungsbereichen der AVWF-Methode im Leistungssport zählen unter anderem Fußball, Skispringen und Judo. Da die AVWF-Methode auch bei Nicht-Leistungssportlern die Lern- und Leistungsfähigkeit, Motorik, Aufnahmefähigkeit, sowie die mentale und körperliche Leistungsfähigkeit erhöhen soll (Conrady, 2011), wird von den HerstellerInnen auch eine klinische Implikation von AVWF empfohlen. Kinder mit Lernschwierigkeiten (z. B. Lese- und Rechtschreibschwäche oder Rechenschwäche), Verhaltensstörungen (z. B. ADHS), motorischen Schwierigkeiten oder Entwicklungsstörungen können ebenfalls mit Hilfe der AVWF-Methode behandelt werden. Zudem wird postuliert, dass die AVWF-Methode für Erwachsene mit Antriebsschwäche, Depressionen, Burn-Out, Angstzuständen, Altersbeschwerden und Schlafproblemen wirksam ist.

### **3.7 Die polyvagale Theorie von Porges**

Die polyvagale Theorie von Porges (2001) bildet den theoretischen Rahmen für die AVWF-Methode und basiert auf einer von Annahme Paul D. Lean (1990), wonach sich das zentrale Nervensystem phylogenetisch entwickelt habe. Der entwicklungsgeschichtlich gesehen älteste Teil sei der Hirnstamm. Im Hirnstamm würden reflexive Überlebensinstinkte reguliert. Das limbische System stelle die zweite Entwicklungsstufe des zentralen Nervensystems dar und zeichne sich dadurch aus, dass Informationen der Umwelt mit Informationen der Innenwelt vereinigt würden. Dies führe bei Organismus zu emotionalem Erleben und Empfinden. Der Cortex sei die jüngste Entwicklungsstufe des zentralen Nervensystems. Umweltreize würden im Cortex bewusst verarbeitet, was zu Handlungsweisen wie Denken, Handeln oder Entscheiden, führe.

Porges (2001) postulierte im Rahmen der polyvagalen Theorie, dass sich das autonome Nervensystem ebenfalls phylogenetisch ausgebildet habe. Der 10. Hirnnerv (Nervus Vagus) stünde dabei im Zentrum der Stressregulation und sei in

zwei Teile aufgegliedert (dorsaler und ventraler Vaguskomplex). Insgesamt gebe es 3 neuronale Schaltkreise der Stressregulation, welche sich phylogenetisch ausdifferenziert hätten. Die älteste Form der Stressregulation gehe dabei auf den dorsalen Vaguskomplex zurück. Bei der unmittelbaren Wahrnehmung einer Gefahrquelle würde der dorsale Vaguskomplex aktiviert, was sich in Verhaltensweisen, wie Immobilisation (Totstellreflex), widerspiegelt. Eine übermäßige Aktivierung des dorsalen Vaguskomplexes führe beim Organismus zu Rückzug, Apathie, Resignation, Demotivation und Interessenlosigkeit.

Der Sympathikus stelle entwicklungsgeschichtlich die zweite Stufe der Stressregulation dar. Hierbei käme es zu einer Aktivierung des Organismus (Flucht- und Kampfsystem) als Reaktion auf gefährliche Umweltreize. Die sympathisch-autonome Stressregulation sei ressourcenintensiv und der Organismus habe Schwierigkeiten, die sympathische Aktivität wieder auf ein Ausgangsniveau zu regulieren. In der Folge reagiere der Organismus mit unangemessener Angst und Aggressivität.

Der ventrale Vaguskomplex sei laut Porges das entwicklungsgeschichtlich jüngste System der Stressregulation und ist ausschließlich bei Säugetieren zu finden. Der Organismus könne mit Hilfe des ventralen Vaguskomplexes stressreiche Situationen auf kognitiver Ebene bewältigen, indem die sympathische Aktivität gehemmt würde. In Folge dessen könne es zu Verhaltensweisen wie beispielsweise Selbstberuhigung kommen. Wenn die sympathische Aktivität durch den ventralen Vaguskomplex nicht ausreichend unterdrückt wird, resultiere dies in Erschöpfungssymptomen, da die sympathisch-autonome Stressregulation ressourcenintensiv sei. Der ventrale Vaguskomplex würde jedoch nur aktiviert werden, wenn der Organismus seine Umwelt als ausreichend sicher wahrnehme (Conrady, 2011). Um das Risiko einer Situation einschätzen zu können, stünden die Stressregulationssysteme über Feedbackschleifen miteinander in Verbindung. Je nach Bewertung der Situation würde dann das adäquate Regulierungssystem aktiviert. Das phylogenetisch gesehen jüngere System unterdrücke in der Regel das ältere. Die Bewertung einer Situation sei jedoch fehleranfällig und dies könne folglich zu Aktivierung des falschen Systems führen. Bei chronischem Stress sei die Funktionsfähigkeit des ventralen Vaguskomplexes eingeschränkt, sodass es zu einer Aktivierung der älteren Anteile des autonomen Nervensystems komme. Da die Funktionsweise des Sympathikus und des dorsalen Vaguskomplexes hauptsächlich

aufs Überleben ausgerichtet sind, seien soziale Interaktionen und kognitive Denkprozesse innerhalb dieser Systeme nur eingeschränkt möglich.

Um eine adäquate Verarbeitung der Stimuli gewährleisten zu können, sei es wichtig, niedrigfrequente Töne aus akustischen Reizen herauszufiltern, welche die menschliche Stimme leicht übertönen können. Dieser Vorgang würde durch den Steigbügelmuskel (*musculus stapedius*) reguliert. Der Vagusnerv moduliert die Steigbügelmuskel, was zu einer Steifheit der Gehörknöchelchen führe und in der Folge die Lautstärke der niedrigfrequenten Töne dämpfe. Wenn die Filterung jedoch nicht gelänge, führe dies beim Organismus zu Anzeichen von erhöhter Alarmbereitschaft. Zudem kann es zu Kommunikationsproblemen kommen, welche Störungen der Sprachentwicklung und des Sprachverständnisses nach sich ziehen können.

Gemäß der polyvagalen Theorie führe eine Stimulation des ventralen Vaguskomplexes zu einer Verbesserung sozialen Kontaktverhaltens (Porges, 2001). Da die Mittelohrmuskulatur mit den Gesichtsmuskeln innerviert sei, könne eine Stimulation der Gehörknöchelchen auch die Mimik, das Sprechen, Sehen oder Hören beeinflussen. Um seine Annahmen zu überprüfen, untersuchte Porges (2001) bei 65 Kindern mit einer autistischen Störung das Sozialverhalten. Für die akustische Stimulation der Mittelohrmuskeln wurden die Frequenzen, welche außerhalb der menschlichen Stimme liegen, herausgefiltert. Das Studiendesign war doppelt verblindet und randomisiert. Es konnte gezeigt werden, dass das Sozialverhalten und die Kommunikationsfähigkeiten der Kinder nach der akustischen Intervention Verbesserungen aufwies.

Die AVWF-Methode erweitert den Ansatz der polyvagalen Theorie um den Faktor Musik. Conrady (2011) postulierte, dass eine Modulation der Frequenzen in der Musik die Regulation der Stresssysteme fördere, welche mit dem Nervus Vagus in Verbindung stünden. Die Modulierung der Frequenzen, welche die Grundlage der AVWF-Methode bildet, findet in einem hörbaren Bereich zwischen 50 Hz und 4000 Hz statt und wird von einer speziellen Software ausgeführt (Olbrich & Näher, 2017). Basierend auf der polyvagalen Theorie von Porges (2001) nehme der Organismus tiefe Frequenzen als bedrohlich wahr. Aus diesem Grund würden die Oberschwingungen der tiefen Frequenzen aus dem Frequenzbereich herausgefiltert. In den ersten 7 Sitzungen wird lediglich im tiefen Frequenzspektrum moduliert. In den letzten 3 Sitzungen werden dann zusätzlich die Oberschwingungen der hohen

Frequenzbereiche herausgefiltert, da davon ausgegangen wird, dass auch hohe Frequenzspektren als bedrohlich aufgefasst werden können, was in der Folge die sympathische Aktivität steigern könne. Über die Mittelohrmuskulatur und den Vagusnerv könne die frequenzveränderte Musik das zentrale Nervensystem stimulieren. Durch das zeitgleiche Takten afferenter und efferenter Nervenbahnen im Vagus könne die korrekte Abfolge der Stressregulationssysteme sichergestellt werden. Dies führe beim Organismus zur Wiederherstellung des inneren Gleichgewichts und zu einem Gefühl der Sicherheit. Gehirnströme, welche mit Hilfe des Elektroenzephalogramms erfasst wurden, zeigten während der AVWF-Modulierung eine Messung von 4-Hz-Wellen (Conrady, 2011). Diese Theta-Wellen (4 Hz bis 8 Hz) werden sonst im Zustand tiefster Entspannung oder im Tiefschlaf beobachtet.

### **3.8 Empirische Wirksamkeit der AVWF-Methode**

Erste empirische Untersuchungen der AVWF-Methode fanden in einem Rehabilitationszentrum statt (Olbrich, Conrady & Olbrich, 2015). Die Studie umfasste 70 ProbandInnen, welche Stresssymptome aufwiesen und mit der AVWF-Methode behandelt wurden. Nach der Behandlung mit frequenzmodulierter Musik konnte eine Veränderung der Intensität und Ausprägung der Herzratenvariabilität (HRV) festgestellt werden, welche als Hinweis für eine Zunahme der parasympathischen Aktivität angesehen wurde. Des Weiteren verbesserte sich die subjektive Stressbelastung bei den PatientInnen, welche mit AVWF behandelt wurden. Die Kontrollgruppe bestand aus PatientInnen, welche im gleichen Zeitraum in dem Rehabilitationszentrum behandelt wurden. Somit fehlt der Studie eine angemessene Vergleichsgruppe, welche unmodulierte Musik hörte. Zudem gab es keine randomisierte Zuteilung der ProbandInnen zu den Versuchsgruppen, weshalb systematische Verzerrungen der Ergebnisse nicht ausgeschlossen werden können.

Daten, welche ebenfalls in einem Rehabilitationszentrum erhoben wurden, konnten zeigen, dass die Cortisolaufwachreaktion (CAR) von PatientInnen, welche zusätzlich zum üblichen Therapieprogramm mit frequenzmodulierter Musik behandelt wurden, sich eher dem Normalverlauf der CAR von gesunden Personen annäherte, als die CAR von PatientInnen, welche den vorgesehenen Behandlungsplan durchliefen und keine AVWF-Behandlung erhielten (Olbrich & Näher, 2017). Die AutorInnen schlussfolgerten, dass die AVWF-Methode biologische Parameter der

Stressregulation, wie Cortisol, beeinflussen und normalisieren kann. Jedoch waren methodische Mängel in der Studie zu beobachten. Die Kontrollgruppe war keiner Musikintervention ausgesetzt und die TeilnehmerInnen wurden nicht verblindet. Die beobachteten Effekte können demnach auch durch die Erwartungen der TeilnehmerInnen oder durch das Musikhören an sich (unabhängig von der Frequenzmodulation) erklärbar sein. Des Weiteren gab es ebenfalls keine randomisierte Zuteilung der TeilnehmerInnen in die Versuchsgruppen.

In einer weiteren Studie wurden mit Hilfe von fMRT Messungen, die Aktivität des Cortexes von PatientInnen, welche mit frequenzmodulierter Musik behandelt wurden, und PatientInnen, welche Musik ohne Frequenzmodulierung gehört hatten, miteinander verglichen (Wieser, Wengg & Kronbichler, 2011). Es konnten Unterschiede in den Cortexaktivität festgestellt werden, was sich darin äußerte, dass der auditive Cortex und die Thalamusregionen des auditiven Cortexes ein erhöhtes Aktivitätsniveau in der Gruppe aufwiesen, welche Musik mit AVWF-Frequenzmodulierung gehört hatten. Darüber hinaus kam es zu einem Abfall der Aktivität des prämotorischen und motorischen Cortexes, was laut den AutorInnen der Studie als Beleg dafür gewertet werden kann, dass die AVWF-Methode motorischer Unruhe entgegenwirkt. Ebenfalls kritisch, muss in dieser Studie die methodische Herangehensweise betrachtet werden. Mit 13 Versuchsteilnehmern fiel die Stichprobe klein aus und Angaben über eine Verblindung der TeilnehmerInnen sind nicht zu finden. Zudem entsprechen die bereitgestellten Materialien der Studie nicht den wissenschaftlichen Standards, da die Informationen zum Studiendesign oder den verwendeten statistischen Verfahren nur in rudimentärer Form gegeben sind.

Da es nur eine kleine Anzahl von empirischen Studien zum Thema AVWF gibt, möchten wir an dieser Stelle auf eine empirische Arbeit eingehen, welche im Rahmen einer Diplomarbeit durchgeführt wurde (Partl, 2013). Um die Auswirkungen der AVWF-Methode auf die kognitive Leistungsfähigkeit zu untersuchen, wurde eine Schulklasse in Salzburg rekrutiert. Die erste Experimentalgruppe wurde mit Hilfe von AVWF behandelt, eine zweite Experimentalgruppe erhielt die gleiche Intervention, jedoch ohne Modulierung der Frequenzen, und die Kontrollgruppe erhielt keine musikbasierte Intervention. Zwischen den Gruppen konnten keine signifikanten Unterschiede in der kognitiven Leistungsfähigkeit festgestellt werden. Zudem unterschieden sich die psychophysiologischen Parameter (Herzratenvariabilität) in den einzelnen Gruppen nicht. Auf Grundlage der Daten kann nicht angenommen

werden, dass die AVWF-Methode durch eine Modulation des autonomen Nervensystems die kognitive Leistungsfähigkeit bei Kindern erhöht.

Insgesamt kann auf Grundlage der bereits durchgeführten Studien keine Evidenz erbracht werden, dass die AVWF-Methode empirisch wirksam ist. Einerseits ist die Anzahl an durchgeführten Studien zu gering. Andererseits führen methodische Mängel in den Studien dazu, dass die Ergebnisse und die postulierten Wirkmechanismen hinter der AVWF-Methode nicht ausreichend empirisch abgesichert sind. Maringer (2013) schreibt in einer Fachauskunft für den Hauptverband der österreichischen Sozialversicherungsträger, dass „das Hören von frequenzmodulierter Musik stressgeplagte Menschen effektiver beruhigt als andere Musik, kann nur in randomisierten, kontrollierten Studien untersucht werden, die bis dato nicht vorliegen“ (S.8) und „Die AVWF-Methode kann für wissenschaftliche Zwecke auf experimenteller Ebene interessant sein, als Krankenbehandlung kann sie jedoch derzeit wegen fraglicher Wirksamkeit bei unklarer Indikation, fehlender Validität und eventuell möglichem Schaden nicht empfohlen werden“ (S.10).

#### **4 Fragestellung und Hypothesen**

Dass musikbasierte Interventionen die Schlafqualität, zumindest subjektiv, positiv beeinflussen können, wurde in verschiedenen Populationen gezeigt (De Niet et al., 2009). Conrady (2011) postulierte, dass frequenzmodulierte Musik die Schlafqualität verbessern kann, jedoch wurde diese Annahme bisher in keiner empirischen Arbeit ausreichend untersucht und bleibt deshalb unbeantwortet. Aus diesem Grund wird die nachfolgende Forschungsarbeit in einem randomisierten, kontrollierten und doppelt-verblindeten Setting stattfinden, um die empirische Evidenz der Ergebnisse gewährleisten zu können. Um die Fragestellung adäquat beantworten zu können, wurden fünf Hypothesen postuliert.

1. Die Schlafqualität verbessert sich signifikant in der Verum-Gruppe (Baseline zu Post).
2. Die Schlafqualität verbessert sich signifikant in der Placebo-Gruppe (Baseline zu Post).

3. Die Schlafqualität verbessert sich signifikant in der Verum-Gruppe (Post zu Follow Up).
4. Die Schlafqualität verbessert sich signifikant in der Placebo-Gruppe (Post zu Follow Up).
5. Der schlaffördernde Effekt ist in der Verum-Gruppe stärker ausgeprägt, als in der Placebo-Gruppe.

In der Experimentalgruppe (Verum-Gruppe) hören die ProbandInnen frequenzveränderte Musik. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse gewährleisten zu können, wird es eine Kontrollgruppe geben. Die Kontrollgruppe (Placebo-Gruppe) hört die gleiche Musik, jedoch werden die Frequenzen nicht moduliert.

Es ist davon auszugehen, dass es zu einer signifikanten Verbesserung der Schlafqualität im Zeitraum zwischen Baseline- zu Postmessung in beiden Gruppen kommt, da allein das Hören von Musik die Schlafqualität verbessern kann (De Niet et al., 2009). Sollte die AVWF-Methode darüber hinaus die postulierten Indikationen bezüglich der Schlafqualität bewirken, so müsste sich die Schlafqualität in der Verum-Gruppe im Vergleich zu Placebo-Gruppe in einem stärkeren Ausmaß verbessern, da sonst die beobachteten Effekte nur auf die Musikintervention an sich und nicht auf die Modulation der Frequenzen zurück geführt werden könnte. Wir können mit dem derzeitigen Wissensstand nicht voraussagen, ab wann sich beide Gruppen signifikant voneinander unterscheiden werden. Deshalb wählen wir den größtmöglichen Zeitraum (Baseline zu Follow Up), in welcher eine Verbesserung der Schlafqualität in der Verum-Gruppe stärker ausgeprägt sein sollte, als in der Placebo-Gruppe.

Vor dem Hintergrund, dass die AVWF-Methode ressourcenintensiv ist (z.B. Geld, spezielle Software und Geräte notwendig), sollte der schlaffördernde Effekt in der Verum-Gruppe größer ausfallen, weil sonst eine unmodulierte Musikintervention ökonomischer wäre. Unterscheiden sich die schlaffördernden Effekte zwischen beiden Gruppen nicht signifikant, sollte von der Verwendung von frequenzmodulierter Musik abgesehen werden.

Studien mit Follow Up-Messung kommen zu dem Ergebnis, dass der schlaffördernde Effekt verzögert auftreten kann (Innes et al., 2016; Deshmukh et al., 2009). Wir postulieren deshalb, dass sich die Schlafqualität sowohl in der Verum-

Gruppe als auch in der Placebo-Gruppe im Zeitraum zwischen Postmessung und Follow Up-Messung signifikant verbessert.

## 5 Methode

### 5.1 ProbandInnen

Alle TeilnehmerInnen wurden in Wien (Österreich) und Marburg (Deutschland) rekrutiert. Das Rekrutierungsverfahren umfasste Aushänge im Psychologieinstitut und Anfragen über Email-Verteiler. Zusätzlich wurden TeilnehmerInnen in sozialen Netzwerken wie Facebook rekrutiert. Aus diesem Grund wurde ein digitaler Aushang entworfen und in Facebookgruppen, wie beispielsweise „Masterstudium Psychologie Uni Wien“ und „Psychologie Uni Wien“, veröffentlicht. Die Studie begann im Dezember 2016 in Marburg und dauert bis zum heutigen Tage an. Es ist geplant, insgesamt 90 ProbandInnen für die Studie zu rekrutieren und für jede Bedingung jeweils 30 TeilnehmerInnen randomisiert zuzuweisen.

Für die vorliegende Arbeit wurden die Daten von 15 ProbandInnen für die statistische Auswertung herangezogen, da die Rekrutierung noch nicht vollständig abgeschlossen ist. Das Alter der ProbandInnen lag zwischen 23 und 33 Jahren ( $M=26.8$ ,  $SD=3.25$ ). Die weiteren demografischen Merkmale gestalteten sich wie folgt: 100 % der ProbandInnen waren ledig, 93 % besaßen eine Hochschulreife, 7 % andere Schulabschlüsse und 100 % waren Studenten. Zusätzlich gaben 6,7 % an, halbtags und 33,3 % weniger als halbtags zu arbeiten. Die restlichen 60 % gingen keiner Erwerbstätigkeit nach. Für eine erfolgreiche Teilnahme erhalten die ProbandInnen eine Aufwandsentschädigung von 80 Euro.

Die Einschlusskriterien sind: ein Alter zwischen 18 und 35 Jahren, gute Deutschkenntnisse, einen BMI (Bodymaßindex) zwischen 18,5 und 30 und die Möglichkeit an 10 Terminen in drei aufeinander folgenden Wochen jeweils 70 Minuten lang das „Music and Health Lab“ aufzusuchen.

Ausgeschlossen von der Teilnahme werden Personen, welche einem musikbezogenen Beruf nachgehen. Dazu zählen Personen professionelle Musiker, Studenten der Musikwissenschaften oder Menschen, die in der Musikbranche arbeiten (z. B. Tontechniker oder Musiklehrer). Menschen, die über ein absolutes Gehör verfügen, werden ebenfalls nicht die Studie inkludiert. Die Studie basiert auf

der Untersuchung von musikalischen Effekten, weshalb die Stichprobe in Bezug auf musikalische Vorerfahrungen möglichst homogen ausfallen sollte. Zudem werden RaucherInnen, welche nach zwei Stunden ohne Rauchen Entzugserscheinungen verspüren ebenfalls aus der Studie ausgeschlossen.

Des Weiteren können Personen mit einer diagnostizierten psychischen Störung nicht an der Studie teilnehmen. Darunter fallen folgende Störungsbilder: somatoforme Störungen, Substanzabhängigkeit mit Diagnose innerhalb der letzten 2 Jahre, Psychose, Schizophrenie, bipolare Störung, Essstörung mit Diagnose innerhalb der letzten 5 Jahre, Major Depression, Angststörung und prämenstruelles Syndrom.

Da neben dem Herzkreislaufsystem auch das Schmerzempfinden bei einer Studienteilnahme beansprucht werden kann, ist die körperliche Gesundheit der ProbandInnen eine Voraussetzung für die Teilnahme. Aus diesem Grund werden Personen mit Herzkreislauferkrankungen, Bluthochdruck, arteriellen Verschlusskrankheiten, Bluthochdruck, niedrigem Blutdruck, Diabetes, chronischen Schmerzen, Tinnitus, anderen Hörbeeinträchtigungen und Raynaud-Syndrom nicht eingeschlossen.

Die Studienleitung kann bei körperlichen Erkrankungen, welche weniger Beeinträchtigungen bei der Studienteilnahme nach sich ziehen, im Einzelfall über einen Einschluss entscheiden. Zu den folgenden Erkrankungen gehören: Demenz, koronare Herzerkrankungen, Organversagen, Erkrankungen der Leber, Nierenschäden, hämatologische Erkrankungen, Intoxikation, neurologische Erkrankungen, infektiöse Erkrankungen, hormonelle Erkrankungen, Krebserkrankungen und Autoimmunerkrankungen.

Die Einnahme von schmerzlindernden Medikamenten (z. B. Analgetika) oder Medikamenten, welche im zentralen Nervensystem wirken (z. B. Psychopharmaka) ist ebenfalls untersagt. Zudem sollten Frauen einen regelmäßigen Menstruationszyklus aufweisen und nicht schwanger sein oder stillen.

## **5.2 Materialien**

Zur Messung der Schlafqualität wurde der PSQI (Buysse et al., 1989) verwendet, welcher zum wesentlichen Teil ein Selbstbeurteilungsfragebogen. Für die Studie wurde die deutsche Adaption des PSQI verwendet (Riemann & Backhaus, 1996). Die einzelnen Komponenten des PSQI bestehen aus: subjektiver

Schlafqualität (1 Item), Schlaflatenz (2 Items), Schlafdauer (1 Item), Schlafeffizienz (wird aus 3 Items berechnet), Schlafstörungen (9 Items), Gebrauch von Schlafmittel (1 Item) und Tagesmüdigkeit (2 Items). Das Antwortformat umfasst einerseits numerische Angaben (z. B. Uhrzeit des Ins-Bett-Gehens oder Dauer des Einschlafprozesses) und andererseits viertstufige Ratingskalen, welche von „Sehr gut“ bis „Sehr schlecht“ reichen können (z. B. Qualität des Schlafes). Alle Antworten beziehen sich einen Zeitraum der letzten 2 Wochen. Die Originalversion bezieht sich allerdings auf einen Zeitraum von 4 Wochen, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse einschränkt.

Der Gesamtscore des PSQI kann bis zu 21 Punkten betragen und wird als globale Schlafqualität definiert. Die einzelnen Komponenten können Werte von 0 bis 3 annehmen. Eine niedrige Punktzahl wird mit einer guten Schlafqualität assoziiert, wohingegen eine hohe Punktzahl auf eine verminderte Schlafqualität hinweist. Ab unter 5 Punkten wird von einer guten Schlafqualität ausgegangen. Eine Punktzahl von über 5 Punkten deutet auf eine schlechte Schlafqualität hin.

Die psychometrische Qualität des PSQI wurde in mehreren Studien untersucht. Die Test-Retest Reliabilität für den Gesamtscore liegt zwischen .82 (Gentili, Weiner, Kuchibhatla & Edinger, 1995) und .89 (Backhaus, Niemann, Hohagen, Riemann, & Junghanns, 2001). Für die einzelnen Komponenten des PSQI wurde eine Test-Retest-Reliabilität zwischen .45 für Tagesmüdigkeit (Gentili et al., 1995) und .84 für Schlaflatenz (Buysse et al., 1989) errechnet. Die interne Konsistenz für den Gesamtscore ist als akzeptabel anzusehen mit einem Cronbachs alpha von .77 (Doi, Minowa, Uchiyama & Okawa, 2001) bis .80 (Carpenter & Andrykowski, 1998).

### **5.3 Studiendesign**

Das Studiendesign lässt sich als randomisiert, verblindet (einfach) und kontrolliert beschreiben. Die TeilnehmerInnen werden zufällig einer Versuchsbedingung zugeordnet, was die Kriterien einer randomisierten Studie erfüllt. Insgesamt gibt es drei Bedingungen: frequenzmoduliert fremdgewählt, unmoduliert fremdgewählt und unmoduliert selbstgewählt. Für die Beantwortung der vorliegenden Fragestellung sind ausschließlich die Bedingungen frequenzmoduliert fremdgewählt und unmoduliert fremdgewählt relevant.

Des Weiteren wissen weder der Testleiter noch die ProbandInnen, in welche Versuchsbedingung sie zugeordnet wurden, womit eine verblindete Versuchsbedingung geschaffen wird. Die Intervention findet in einem kontrollierten Umfeld statt und die äußeren Bedingungen gleichen sich über alle Messzeitpunkte und TeilnehmerInnen hinweg. Neben der Schlafqualität werden zudem Variablen der Schmerztoleranz, Schmerzintensität, von subjektiven und biologischen Stressmarker, der Emotionsregulation, Müdigkeit und musikbezogenen Emotionen erhoben. Für die Beantwortung der vorliegenden Fragestellung ist jedoch nur die Variable Schlafqualität von Bedeutung.

#### **5.4 Untersuchungsräume und Ausstattung**

Die Räumlichkeiten für die Studiendurchführung befinden sich im Music & Health Lab an der Fakultät für Psychologie, Liebiggasse 5 in Wien. Insgesamt gibt es zwei Räume, welche genutzt werden. Im ersten Raum werden die ProbandInnen in Empfang genommen. Hier bekommen die ProbandInnen Instruktionen von Testleitung und füllen eventuell einige Fragebögen aus. Zusätzlich werden hier die Geräte für die Messung der Herzrhythmusvariabilität angebracht (EKG-Sensor Weste). Danach gelangen die TeilnehmerInnen in den zweiten Raum, wo ein weiterer Testleiter hinter einer Trennwand die entsprechende Musik einstellt. Dort befindet sich auch eine Liege, worauf die ProbandInnen Platz nehmen und die Musik hören.

Die ProbandInnen hören mittels Kopfhörer die Musikstücke, welche von zwei unterschiedlichen Computern abgespielt werden. Ein Computer moduliert dabei die Frequenzen der Musik. Der andere Computer spielt die Musik unmoduliert ab. Beide Geräte verfügen über einen Touchdisplay und mehrere Audioausgänge, um die Kopfhörer anschließen zu können. Das Betriebssystem Windows ist auf beiden Computern installiert, was eine reibungslose Wiedergabe der Musik durch die AVWF-Software gewährleisten soll. Nach dem Öffnen des Programms „AVWF-Rot“ wird der Windows Media Player als Abspielmedium genutzt.

#### **5.5 Musikinterventionen**

Insgesamt werden 10 Musikinterventionen im Rahmen der AVWF-Methode abgehalten. Jede einzelne Musikintervention hat eine Dauer von 60 Minuten und die ProbandInnen sollten die Termine innerhalb von 3 Wochen wahrnehmen. Die Dauer,

Häufigkeit und Anzahl der Musikinterventionen orientieren sich an vorrausgehenden klinischen AVWF-Studien (Olbrich et al., 2015; Olbrich & Näher, 2017).

Die AVWF-Musik wird in einer zuvor festgelegten Reihenfolge abgespielt. (Feneberg, Kappert, Maidhof, Doering, Olbrich & Nater (submitted)). Es handelt sich dabei um Musikstücke aus dem Genre Pop, Schlager, Rock, New Age und Instrumental Musik. Die ProbandInnen hören dabei eine Variation der Musikstücke von verschiedenen Alben und Interpreten.

Bei der ersten und sechsten Intervention wird ein Album mit dem Namen „Well-balanced“ von dem Interpreten Oliver Shanti abgespielt. Das gesamte Album hat eine Länge von 1:04:23. Während der dritten und neunten Intervention werden die Alben „QE2“ mit einer Länge von 39:53 und „Earth Moving“ mit einer Länge von 40:50 abgespielt. Beide Alben stammen vom Interpreten Mike Oldfield. Das Album „The Beatles“ vom Munich Symphonic Sound Orchestra mit einer Dauer von 46:02 und das Album, ebenfalls mit dem Titel „The Beatles“ vom Classic Dream Orchestra mit einer Dauer von 40:13 werden während der fünften und achten Intervention gespielt.

Zusätzlich werden Musikstücke, welche spezifisch für die AVWF-Methode komponiert wurden, verwendet. Dazu zählen das Album „AVWF – Classic I“, welches bei der zweiten Intervention gespielt wird, das Album „Violine Volume I“, welches bei der vierten und siebten Intervention verwendet wird und das Album „Guitar I“, welches bei der zehnten Intervention zum Einsatz kommt.

## **5.6 Untersuchungsdurchführung**

Die Durchführung der Untersuchung beginnt, nachdem die potenziellen TeilnehmerInnen ihr Interesse in Form einer Email bekunden. Ein Studienleiter nimmt telefonischen Kontakt mit den TeilnehmerInnen auf, um die Einschlusskriterien zu überprüfen. Die Dauer des Telefoninterviews ist mit 20 Minuten veranschlagt und wenn die TeilnehmerInnen alle Einschlusskriterien erfüllen, wird ein Termin zur Baselineuntersuchung vereinbart. Sollte das Screeningverfahren erfolgreich sein, wird den TeilnehmerInnen eine E-Mail zugesandt. Diese E-Mail enthält neben der Einverständniserklärung, auch Informationen über die Teilnahme. Dadurch sollen die TeilnehmerInnen über die Durchführung und Ziele der Studie aufgeklärt werden, um Missverständnissen vorzubeugen. Nachdem die Einwilligung erfolgt ist, werden weitere psychologische Variablen mittels Fragebögen erhoben. Dazu zählen

diagnostische Inventare zur Abklärung einer psychischen Erkrankung (Patient Health Questionnaire (Spitzer, Kroenke, & Williams, 1999)), Prämenstruelles Syndrom-Fragebogen (Ditzen, Nussbeck, Drobnjak, Spörri, Wüest & Ehlert, 2011), Beck Depression Inventar Revision (Beck, Steer, & Carbin, 1988), Fragebögen über musikalische Präferenzen und Musikhörerleben (Musik-Empathizer-Musik-Systemizer Fragebogen (Kreutz, Schubert, & Mitchell, 2008), Music Preference Questionnaire (Nater, Krebs & Ehlert, 2005)), Fragebögen über die Schlafqualität und Ermüdung (PSQI (Buysse et al., 1989), Multidimensional Fatigue Inventory (Smets, Garssen, Bonke, & De Haes, 1995)), Fragebögen zum individuellen Stressempfinden (Trierer Inventar zum chronischen Stress (Schulz, Schlotz, & Becker, 2004), Screening-Skala zum chronischen Stress (Schultz et al., 2004), Skala zur wahrgenommenen Stressreaktivität (Schlotz, Yim, Zoccola, Jansen, & Schulz, 2011)), Fragebögen zur Erfassung von Emotions- und Stimmungsregulation (Emotion Regulation Questionnaire (Gross & John, 2003), Brief Music in Mood Regulation Scale (Saarikallio, 2012) und Fragebögen zur Erfassung der sozialen Unterstützung und Persönlichkeit (Berlin Social Support Skalen (Schwarzer & Schulz, 2003) und die deutsche Adaption des Big Five-Inventary (Rammstedt & John, 2007)).

Vier Tage vor dem Baselinetermin sollten alle Fragebögen beantwortet werden, damit eventuelle Ausschlüsse aufgrund der Ergebnisse rechtzeitig vollzogen werden können. Erfüllen die TeilnehmerInnen alle Voraussetzungen, werden sie jeweils einer Versuchsbedingung zugeteilt und darüber in Kenntnis gesetzt (fremdgewählte oder selbstgewählte Musik) in welcher Bedingung sie sich befinden. Sollte die Bedingung selbstgewählte Musik sein, wird zusätzlich eine Erläuterung zur Musikauswahl geschickt.

Insgesamt folgen danach 13 Versuchstermine: ein Baselinetermin, 10 Musikinterventionstermine, ein Posttermin und ein Follow Up-Termin. Zwischen der Baseline- und Postmessung sollten nicht mehr als 3 Wochen Zeit vergehen. Der Follow Up-Termin sollte 4 Wochen nach dem Postmessungstermin erfolgen. Die TeilnehmerInnen haben die Möglichkeit, Montags bis Freitags zwischen 12 und 17 Uhr Termine zu vereinbaren. Es sollten nach Möglichkeit während der Testung keine Telefongespräche geführt werden, keine privaten Gespräche mit den TestleiterInnen geführt werden und nicht mehr die sanitären Einrichtungen aufgesucht werden. Die Versuchsleitung, welche mit den TeilnehmerInnen in Kontakt tritt, ist ausschließlich

weiblichen Geschlechts, da somit die Geschlechtereffekte kontrolliert werden können.

Damit die Konditionen während der Untersuchung für alle TeilnehmerInnen konstant gehalten werden können, werden die ProbandInnen angehalten, 60 Minuten vor der Testung nicht zu rauchen, zu essen, Sport zu treiben oder Koffein zu sich zu nehmen. Der Konsum von Drogen, Alkohol oder Medikamenten ist am Tag der Untersuchung ebenfalls untersagt.

Die Musikinterventionstermine laufen weitest gehend ähnlich ab. Die beiden VersuchsleiterInnen finden sich vor den ProbandInnen in den Untersuchungsräumen ein. Danach werden die ProbandInnen in den Untersuchungsraum geführt, wo sie auf einem Liegestuhl Platz nehmen können. Es folgt die Anpassung der Lautstärke durch die zuständige Versuchsleitung. Die AVWF-Musik wird nun in der zuvor beschriebenen Reihenfolge abgespielt. Nach exakt 60 Minuten wird die Musikintervention beendet und die Versuchsleitung betritt den Untersuchungsraum.

## **5.7 Statistische Verfahren**

Für die deskriptive Auswertung der Hypothesen 1 bis 5 wurde das Statistikprogramm SPSS 26.0 verwendet. Das verwendete Betriebsprogramm war Windows 10 und die Tabelle und Abbildungen entstanden mit Excel 2016. Die statistische Auswertung der Fragestellung erfolgte mit dem Verfahren der Repeated Measure ANOVA im mixed Design (auch Split Plot ANOVA genannt). Dieses Verfahren stellt eine Verbindung aus einem within-subject und between-subject Design dar. Es wurden zwei Hauptfaktoren gebildet: Bedingung (2 Level) und Zeit (3 Level), da im Versuchsdesign zwei Bedingungen und drei Messzeitpunkte vorgesehen waren.

Um die globale Schlafqualität zu messen, wurde der Gesamtscore des PSQI für jede ProbandIn gebildet. Anschließend wurde der Mittelwert aller ProbandInnen für jede Bedingung errechnet. Diese Mittelwerte bildeten über die einzelnen Messzeitpunkte hinweg die Grundlage für die Repeated Measure ANOVA.

Sollten sich die Schlafqualität in den jeweiligen Bedingungen voneinander unterscheiden, kann mit Hilfe einer Kontrastanalyse nachvollzogen werden, bei welchem Messzeitpunkten die Differenzen signifikant waren.

## 6 Ergebnisse

Die Voraussetzungen für die Repeated Measure ANOVA waren gegeben. Die abhängige Variable (Schlafqualität) war mindestens intervallskaliert. Der between-subject factor (Bedingung) und der within-subject factor (Zeit) waren unabhängig und nominalskaliert. Die PSQI-Werte waren für beide Bedingungen normalverteilt, was eine Überprüfung mit dem Shapiro-Wilk-Test ergab ( $p > .05$ ). Da die verwendete Stichprobe sehr klein ausfällt ( $n=15$ ) wurde zur Überprüfung der Sphärizität nicht der Mauchly-Test verwendet, sondern eine Greenhouse-Geisser Korrektur vorgenommen. Gemäß dem Levene-Test war die Homogenität der Fehlervarianzen zwischen den Bedingungen erfüllt ( $p > .05$ ).

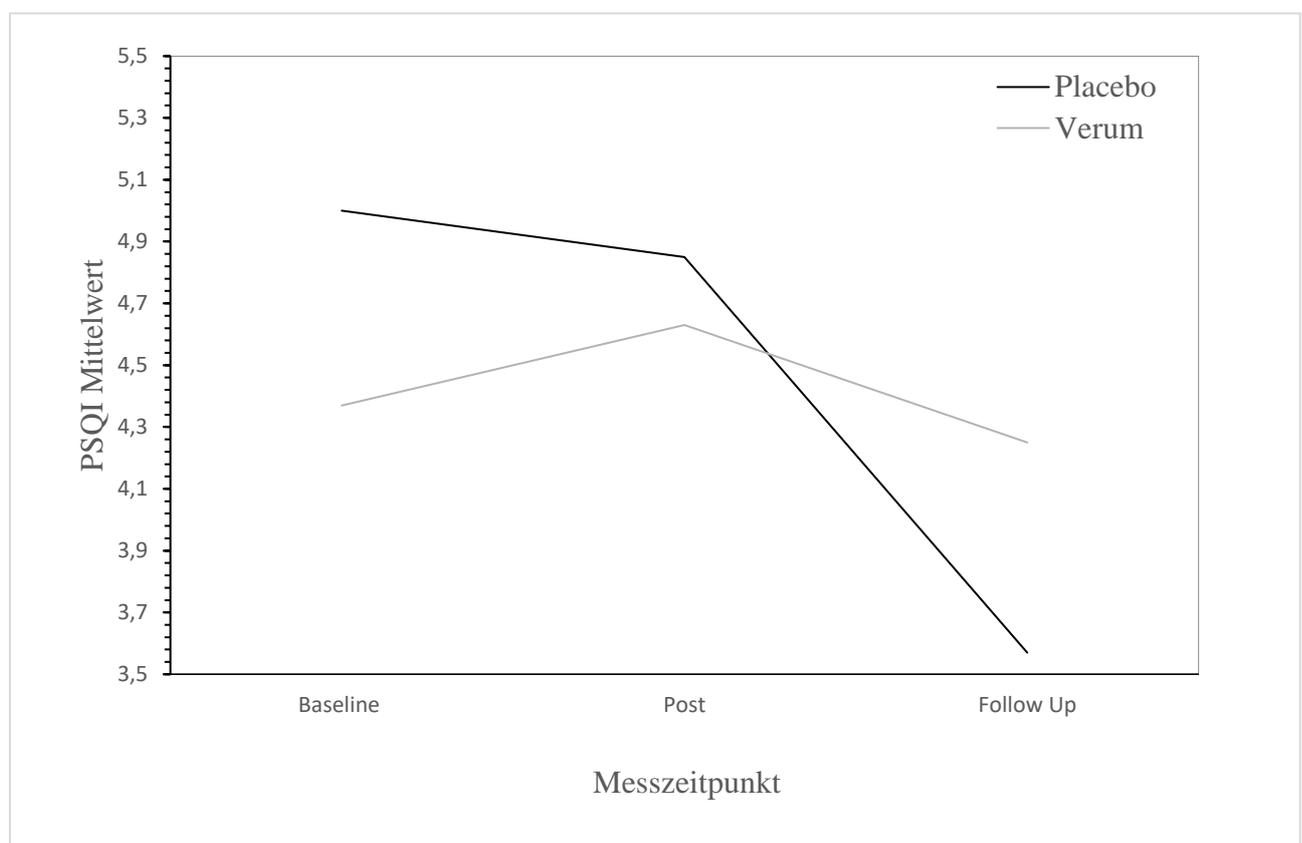
Es konnte kein signifikanter Haupteffekt für Zeit ( $F(2,1.901)=1,697$ ,  $p=.203$ ) oder Bedingung ( $F(1,13)=64,541$ ,  $p=.958$ ) für die Schlafqualität festgestellt werden. Weder der Zeitpunkt und noch die Bedingung hatten somit einen signifikanten Einfluss auf die Schlafqualität. Zudem war der Effekt der Interaktion von Zeit und Bedingung auf die Schlafqualität nicht signifikant ( $F(2,1.901)=.878$ ,  $p=.427$ ), was darauf hindeutet, dass sich die Verläufe der Schlafqualität in den 2 Bedingungen über die 3 Messzeitpunkte hinweg sich nicht signifikant unterschieden.

Die Auswertung der deskriptiven Statistiken zeigte in der Verum-Gruppe beim Baselinemesszeitpunkt einen Wertebereich von 2 bis 8 ( $M = 4.38$ ,  $SD = 1.92$ ) Punkten, beim Postmesszeitpunkt einen Wertebereich von 1 bis 7 ( $M = 4.63$ ,  $SD = 2.2$ ) Punkten und beim Follow Up einen Wertebereich von 0 bis 11 ( $M = 4.25$ ,  $SD = 3.58$ ) Punkten (siehe Abbildung 1 und Tabelle 1). Die Placebo-Gruppe wies einen Wertebereich beim Baselinemesszeitpunkt von 3 bis 10 ( $M = 5$ ,  $SD = 2.58$ ) Punkten, beim Postmesszeitpunkt von 3 bis 7 ( $M = 4.86$ ,  $SD = 1.57$ ) Punkten und beim Follow Up von 1 bis 6 ( $M = 3.57$ ,  $SD = 1.99$ ) Punkten auf.

Tabelle 1

*Die Mittelwerte des Pittsburgh Sleep Quality Index geordnet nach Bedingungen und Messzeitpunkten*

Messzeitpunkte	Placebo-Gruppe (n = 7)		Verum-Gruppe (n = 8)	
	Mean	SD	Mean	SD
Baseline	5.00	2.58	4.38	1.92
Post	4.86	1.57	4.63	2.20
Follow Up	3.57	1.99	4.25	3.58



*Abbildung 1. Der Mittelwert des Pittsburgh Sleep Quality Index geordnet nach Bedingungen in den verschiedenen Messzeitpunkten.*

## 7 Diskussion

Die vorliegende Forschungsarbeit ist zwei Fragen nachgegangen: Erstens, ob die AVWF-Methode die Schlafqualität fördern kann und zweitens ob der schlaffördernde Effekt in der Verum-Gruppe größer ausfällt als in der Placebo-Gruppe. Nach der Auswertung der Daten sind beide Forschungsfragen als negativ zu bewerten.

Der Haupteffekt der Zeit war nicht signifikant, weshalb die Hypothesen 1, 2, 3 und 4 abzulehnen sind. Es konnten keine signifikanten Veränderungen der Schlafqualität zwischen der Baseline- und Postmessung, sowie zwischen der Post- und Follow Up-Messung, festgestellt werden. Unsere Daten zeigen keine Veränderung der Schlafqualität über die drei Messzeitpunkte hinweg.

Der Haupteffekt der Bedingung war ebenfalls nicht signifikant. Demnach ergab sich kein Unterschied der Schlafqualität zwischen den beiden Gruppen. Zusätzlich war der Interaktionseffekt zwischen Zeit und Bedingung nicht signifikant, weshalb die Hypothese 5 verworfen werden muss. Die Annahme, dass die Modulation der Frequenzen in der Musik die Schlafqualität in einem stärkeren Ausmaß verbessert als unmodulierte Musik, kann durch unsere Daten nicht gestützt werden. Es konnten keine signifikanten Unterschiede der Schlafqualität zwischen der Placebo- und Verum-Gruppe über alle Messzeitpunkte hinweg beobachtet werden.

Auch wenn die Repeated Measure ANOVA keine signifikanten Effekte aufweist, konnte die Auswertung der deskriptiven Statistiken zumindest unterschiedliche Tendenzen in der Schlafqualität zwischen den Gruppen aufzeigen. In der Placebo-Gruppe waren zwischen allen Messzeitpunkten Verbesserungen der Schlafqualität zu beobachten, auch wenn diese keine Signifikanz aufwiesen. Die größte Differenz in der Placebo-Gruppe konnte zwischen der Post- und Follow Up-Messung beobachtet werden. Dieses Ergebnis stützt vorherige Forschungsergebnisse anderer Studien, welche von einem verzögerten Effekt der Schlafqualitätsförderung nach Musikinterventionen ausgehen (Harmat et al., 2008, Innes et al., 2016; Deshmukh et al.; 2009). Auch wenn Zeiträume zwischen der Postmessung und dem Follow Up in den jeweiligen Studiendesigns variieren, waren in allen Studien verzögerte Effekte der Schlafqualität zu beobachten.

Dass der schlaffördernde Effekt in der Placebo-Gruppe nicht signifikant ausfiel, ist nicht konsistent mit der vorhandenen Literatur, welche mit Hilfe von metaanalytischen Methoden von einer moderaten Effektstärke der

Musikinterventionen auf die Schlafqualität ausgeht (De Niet et al., 2009). Auf Grundlage der deskriptiven Statistiken ist nur eine leichte Verbesserung der Schlafqualität in der Verum-Gruppe zu beobachten. Jedoch lag der Mittelwert beim Follow Up ungefähr auf dem Baselineniveau und zwischen der Baseline- und Postmessung war eine Verschlechterung der Schlafqualität zu beobachten. Der schlaffördernde Effekt, welcher durch die Musik ausgelöst wurde, war in der Verum-Gruppe deutlich geringer als in der Placebo-Gruppe. Auch wenn diese Unterschiede nicht signifikant waren, so scheint die Modulierung der Frequenzen den schlaffördernden Effekt der Musikintervention (zumindest deskriptiv) abzuschwächen.

Aufgrund der insgesamt kleinen Stichprobe und daraus resultierenden geringen statistischen Power ist die Generalisierbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt. In die Auswertung wurden insgesamt die Daten von 15 ProbandInnen einbezogen. Geringe Stichprobengrößen sind bei Musikinterventionsstudien häufig ein methodisches Problem und sind auch bei Studien zu beobachten, welche die Grundlage für diese Forschungsarbeit bilden (Hernandez-Ruiz, 2005; Kullich et al., 2003). Das gewählte Studiendesign verlangt von den ProbandInnen die Anwesenheit bei 10 Musikinterventionsterminen von je einer 1 Stunde mit zusätzlichen Baselinetermin, Posttermin und Follow Up. Aus diesem Grund war die Rekrutierung und Durchführung der Studie mit einem hohen Aufwand verbunden, was in der Folge zu einer geringen Anzahl an ProbandInnen führt. Zusätzlich ist anzumerken, dass unsere Studie noch nicht beendet ist. Das Studiendesign sieht eine Stichprobengröße von je 30 ProbandInnen für jede Bedingung vor, sodass sich die Zahl der TeilnehmerInnen in Bezug auf die behandelte Fragestellung auf insgesamt 60 steigern sollte. Die statistische Power wäre somit zufriedenstellend.

Des Weiteren ist eine Vergleichbarkeit der Studienergebnisse mit anderen Studien aufgrund methodischer Differenzen, nicht gegeben. Chanda und Levitin (2013) unterscheiden vier verschiedene Arten von methodischen Mängeln in Musikinterventionsstudien: Art der Intervention (passives vs. aktives Musikhören), Art der Musik (stimulierend vs. entspannend), Locus of Control (fremdgewählt vs. selbstgewählt) und sozialer Kontext (individuelle Aktivität, entspannende Gruppenaktivität oder dyadisch therapeutisch-geleitete Intervention). Zusätzlich ergänzen wir einen weiteren Aspekt zu Chanda und Levitins (2013) Ansichten, den Tageszeitpunkt der Musikintervention, welcher ebenfalls häufig von einander abweicht. Ein einheitliches Studiendesign ist in Musikinterventionsstudien schwer

umsetzbar. Die hohe Anzahl an unterschiedlichen Variablen gestaltet die Kontrolle aller Einflüsse als schwierig. Um konsistente Ergebnisse zu gewährleisten, sollten jedoch methodische Differenzen in der Zukunft überwunden werden.

Dass vorliegenden Ergebnisse auf Grundlage eines Selbstbewertungsfragebogens wie dem PSQI basieren, ist ebenfalls ein limitierender Aspekt der Forschungsarbeit. Obwohl der PSQI gute psychometrische Qualitäten aufweist, sind Verzerrungen infolge von Erwartungs- oder Placeboeffekten nicht auszuschließen. Dass Musikinterventionen die Schlafqualität positiv beeinflussen, darf nicht ausschließlich anhand subjektiver Messmethoden erforscht werden, sondern muss auch objektiven Messmethoden standhalten. Bisher gibt es wenige Studien, die mithilfe von objektiven Methoden, wie der Polysomnographie, die Schlafqualität messen. Die objektiven Messungen konnten den Effekt von Musikinterventionen auf die Schlafqualität nicht bestätigen (Lazic & Ogilvie, 2007).

Zukünftige Forschungsvorhaben sollten sich auch objektiver Messmethoden bedienen, um die Verbesserungen der Schlafqualität nach Musikinterventionen in allen Facetten zu verstehen. Auf Grundlage der bisher entstandenen Daten können wir davon ausgehen, dass die subjektive Schlafqualität infolge von Musikinterventionen mit einer moderaten Effektstärke verbessert wird (De Niet et al., 2009). Dass dieser Effekt auch mit objektiven Messungen beobachtbar ist, muss noch bestätigt werden.

Die vorliegende Forschungsarbeit war unseres Wissens nach, die erste wissenschaftliche Auseinandersetzung, welche die Effekte der AVWF-Methode auf die Schlafqualität untersucht hat. Das Studiendesign war doppelt verblindet, was einen signifikanten Einfluss des Hawthorne-Effektes auf die Ergebnisse unwahrscheinlich macht. Zusätzlich gab es eine Follow Up-Messung, welche bisher nur in wenigen Designs berücksichtigt wurde (Innes et al., 2016; Deshmukh et al., 2009) und die verzögerten Effekte von musikbasierten Interventionen teilweise bestätigen konnte.

Zukünftige Forschungsarbeiten sollten thematisieren, ob die AVWF-Methode unter wissenschaftlichen Maßstäben (Randomisierung, Kontrollierung, Verblindung) empirische Effekte auf die Schlafqualität aufweist und ob diese Effekte größer als in unmodulierten Musikinterventionen sind. Es gibt Anzeichen dafür, dass das Hören von hochfrequenter Musik, die menschliche Physiologie beeinflussen und Entspannungseffekte auslösen kann (Nakajima et al., 2016). Trotzdem kann mit dem

heutigen Kenntnisstand keine Aussage darüber getroffen werden, ob die postulierten Wirkmechanismen hinter der polyvagalen Theorie eine Veränderung im autonomen Nervensystem auslösen können. Zurzeit bleibt die Modulation der Frequenzen in der Musik ein theoretisches Konzept zur Verbesserung der Schlafqualität und anderen klinischen Indikationen. Unter dem Aspekt der bisher fehlenden empirischen Evidenz muss die Verbreitung von frequenzmodulierten Therapien im Leistungssport und Rehabilitationskliniken kritisch hinterfragt werden.

Angesichts der hohen Prävalenz von Schlafstörungen (Centers for Disease Control and Prevention, 2011) und damit in Verbindung stehende gesundheitlichen Beeinträchtigungen ist die Erforschung von musikbasierten Interventionen ein vielversprechender Ansatz zur Verbesserung der Lebensqualität.

Musikinterventionen bieten viele Vorteile (einfache Anwendung, wenig Arbeitsaufwand für betreuendes Personal, nicht invasiv, keine Nebenwirkungen), was eine zukünftige klinische Anwendung wahrscheinlich macht. Trotzdem bleiben zentrale Fragen, zum Beispiel welche Eigenschaften in der Musik, Entspannung hervorrufen, bisher unbeantwortet. Aus diesem Grund ist eine Standardisierung der Forschungsdesigns von Bedeutung, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse gewährleisten zu können.

Weitere Forschungsarbeit auf Themengebiet der Musikinterventionen ist notwendig, um die zugrunde liegenden Prozesse zu verstehen. Dieses Wissen kann im weiteren Verlauf dazu eingesetzt werden, um die Effektivität von Musikinterventionen zu steigern und den PatientInnen mit Hilfe von gesicherten Daten, eine für sie geeignete Therapieform anbieten zu können. Welche Rolle dabei die Modulation musikalischer Eigenschaften spielt und ob diese eine zusätzliche Verbesserung erzielen wird, ist am heutigen Tage noch nicht abzusehen.

## 8 Literatur

- Akiyama, K., & Sutoo, D. E. (2011). Effect of different frequencies of music on blood pressure regulation in spontaneously hypertensive rats. *Neuroscience letters*, 487(1), 58-60. doi:10.1016/j.neulet.2010.09.073
- Altenmüller, E. (2002). Musik im Kopf. *Gehirn und Geist*, 1, 18-25.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (DSM-5). American Psychiatric Pub.

- Arroll, B., Fernando, A., Falloon, K., Goodyear-Smith, F., Samaranayake, C., & Warman, G. (2012). Prevalence of causes of insomnia in primary care: A cross-sectional study. *British Journal of General Practice*, *62* (595), 99–103. doi:10.3399/bjgp12X625157
- Backhaus, J., Niemann, T., Hohagen, F., Riemann, D., & Junghanns, K. (2002). Test-retest reliability of the Pittsburgh Sleep Quality Index (= PSQI) in patients with primary insomnia. *Journal of psychosomatic research*, *53* (3), 737-740. doi:10.1016/s0022-3999(02)00330-6
- Baglioni, C., Battagliese, G., Feige, B., Spiegelhalder, K., Nissen, C., Voderholzer, U., Lombardo, C., & Riemann, D. (2011). Insomnia as a predictor of depression: A meta-analytic evaluation of longitudinal epidemiological studies. *Journal of Affective Disorders*, *135* (1–3), 10–19. doi:10.1016/j.jad.2011.01.011
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2007). *Neuroscience (Vol. 2)*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Carbin, M. G. (1988). Psychometric properties of the Beck Depression Inventory: Twenty-five years of evaluation. *Clinical psychology review*, *8* (1), 77-100.
- Bernardi, L., Porta, C., Bernardi, N.F., & Sleight, P. (2009). Music and the autonomic nervous system: Dynamic interactions between musical, cardiovascular and cerebral rhythms in man. *Circulation*, *119*, 3171–3180. doi:10.1161/circulationaha.108.806174
- Bernardi, L., Porta, C., & Sleight, P. (2006) Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the impotence of silence. *Heart* *92* (4), 445–452. doi:10.1136/hrt.2005.064600
- Borbély, A. A., & Achermann, P. (2000). Homeostasis of human sleep and models of sleep regulation. In Kryger, M., Roth, T. & Dement, W. (Hrsg.), *Principles and practice of sleep medicine*. (S. 377-390). Philadelphia: WB Saunders.
- Buysse, D. J. (2014). Sleep health: Can we define it? Does it matter? *Sleep*, *37* (1), 9–17. doi:10.5665/sleep.3298
- Buysse, D. J., Reynolds, III 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. *Journal of Psychiatric Research*, 28 (2), 193–213.  
doi:10.1016/0165-1781(89)90047-4
- Carpenter, J. S., & Andrykowski, M. A. (1998). Psychometric evaluation of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *Journal of Psychosomatic Research*, 45 (1): 5-13. doi:10.1016/s0022-3999(97)00298-5
- Centers for Disease Control and Prevention. (2011). Unhealthy sleep-related behaviors--12 States, 2009. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, 60(8), 233–8.
- Cervellin, G., & Lippi, G. (2011). From music-beat to heart-beat: a journey in the complex interactions between music, brain and heart. *European journal of internal medicine*, 22 (4), 371–374. doi:10.1016/j.ejim.2011.02.019
- Chanda, M. L., & Levitin, D. J. (2013). The neurochemistry of music. *Trends in cognitive sciences*, 17(4), 179-193. doi:10.1016/j.tics.2013.02.007
- Conrady, U. (2011). Audiovisuelle Wahrnehmungsförderung - Schallmodulierte Musik, die das Gehirn trainiert.
- Costa, F., Ockelford, A., & Hargreaves, D. J. (2018). The effect of regular listening to preferred music on pain, depression and anxiety in older care home residents. *Psychology of Music*, 46 (2), 174-191.
- 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. doi:10.1111/j.1365-2648.2009.04982.x
- Deshmukh, A. D., Sarvaiya, A. A., Seethalakshmi, R. S., & Nayak, A. S. (2009). Effect of Indian classical music on quality of sleep in depressed patients: A randomized controlled trial. *Nordic Journal of Music Therapy*, 18, 70–78. doi:10.1080/08098130802697269
- Dileo, C. (2006). Effects of music and music therapy on medical patients: a meta-analysis of the research and implications for the future. *Journal of the Society for integrative Oncology*, 4 (2), 67–70.
- Ditzen, B., Nussbeck, F., Drobnjak, S., Spörri, C., Wüest, D., & Ehlert, U. (2011). Validierung eines deutschsprachigen DSM-IV-TR basierten Fragebogens zum prämenstruellen Syndrom. *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie*, 40, 149-159.

- Dobrzyńska, E., Cesarz, H., Rymaszewska, J., & Kiejna, A. (2006). Music Therapy - History, definitions and application. *Archives of Psychiatry and Psychotherapy*, 8, 47-52.
- Doi, Y., Minowa, M., Uchiyama, M., & Okawa, M. (2001). Subjective sleep quality and sleep problems in the general Japanese population. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 55 (3), 213-215. doi:10.1046/j.1440-1819.2001.00830.x
- Drake, C. L., Roehrs, T., & Roth, T. (2003). Insomnia causes, consequences, and therapeutics: An overview. *Depression and Anxiety*, 18 (4), 163–176. <http://doi.org/10.1002/da.10151>
- Evans, J. J. (1997). Oxytocin in the human – regulation of derivations and destinations. *European Journal of Endocrinology / European Federation of Endocrine Societies*, 137 (6), 559– 571. doi:10.1530/eje.0.1370559
- Feneberg, A. C., Kappert, M., Maidhof, R. M., Doering, B. K., Olbrich, D., & Nater, U. M. (submitted). Efficacy, Treatment Characteristics, and Biopsychological Mechanisms of Music-listening Interventions in Reducing Pain (MINTREP): Study Protocol of a Pilot Randomized Controlled Trial.
- Fernandez-Mendoza, J., Li, Y., Vgontzas, A. N., Fang, J., Gaines, J., Calhoun, S. L., Liao D. & Bixler, E. O. (2016). Insomnia is associated with cortical hyperarousal as early as adolescence. *Sleep*, 39 (5), 1029-1036.
- Frank, M. G., & Heller, H. C. (2003). The ontogeny of mammalian sleep: a reappraisal of alternative hypotheses. *Journal of sleep research*, 12(1), 25-34.
- Galińska, E. (1987). Die Anfänge der Musiktherapie als neue medizinische Disziplin. *Archiv der philosophischen Medizingeschichte*, 50 (3), 450-26.
- Gasenzer, E. R., & Neugebauer, E. A. M. (2011). Die Beziehung von Musik und Medizin in Geschichte und Gegenwart. *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 136 (51/52), 2644-2651. doi:10.1055/s-0031-1292878
- Gentili, A., Weiner, D. K., Kuchibhatla, M., & Edinger, J. D. (1995). Test-retest reliability of the Pittsburgh Sleep Quality Index in nursing home residents. *Journal of the American Geriatric Society*, 43 (11), 1317-1318. doi:10.1111/j.1532-5415.1995.tb07415.x
- Gross, J. J., & John, O. P. (2003). Individual differences in two emotion regulation processes: Implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of personality and social psychology*, 85 (2), 348-362. doi:10.1037/0022-3514.85.2.348

- Harmat, L., Takács, J., & Bodizs, R. (2008). Music improves sleep quality in students. *Journal of advanced nursing*, *62* (3), 327-335. doi: 10.1111/j.1365-2648.2008.04602.x
- Hernández-Ruiz, E. (2005). Effect of music therapy on the anxiety levels and sleep patterns of abused women in shelters. *Journal of Music therapy*, *42* (2), 140-158.
- Hoevenaar-Blom, M. P., Spijkerman, A. M. W., Kromhout, D., van den Berg, J. F., & Verschuren, W. M. M. (2011). Sleep duration and sleep quality in relation to 12-year cardiovascular disease incidence: The MORGEN study. *Sleep*, *34* (11), 1487–92. <http://doi.org/10.5665/sleep.1382>
- 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. doi:10.3233/JAD-151106
- Iwaki, T., Tanaka, H., & Hori, T. (2003). The effects of preferred familiar music on falling asleep. *Journal of music therapy*, *40* (1), 15-26.
- Johnson, J. E. (2003) The use of music to promote sleep in older women. *Journal of Community Health Nursing*, *20* (1), 27–35. doi:10.1207/S15327655JCHN2001\_03
- Kamioka, H., Tsutani, K., Yamada, M., Park, H., Okuizumi, H., Tsuruoka, K., Honda, T., & Mutoh, Y. (2014). Effectiveness of music therapy: a summary of systematic reviews based on randomized controlled trials of music interventions. *Patient preference and adherence*, *8*, 727-754. doi:10.2147/PPA.S61340
- Kojima, M., Wakai, K., Kawamura, T., Tamakoshi, A., Aoki, R., Lin, Y., Nakayama T., & Y. Ohno (2000). Sleep patterns and total mortality: A 12-year follow-up study in Japan. *Journal of Epidemiology*, *10* (2), 87–93. doi: 10.2188/jea.10.87
- Kreutz, G., Schubert, E., & Mitchell, L. A. (2008). Cognitive styles of music listening. Music perception: *An interdisciplinary journal*, *26* (1), 57-73.
- Kulich, W., Bernatzky, G., Hesse, H. P., Wendtner, F., Likar, R., & Klein, G. (2003). Musiktherapie–Wirkung auf Schmerz, Schlaf und Lebensqualität bei Low back pain. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, *153* (9-10), 217-221.
- Lai, H., & Good, M. (2005). Music improves sleep quality in older adults. *Journal of Advanced Nursing*, *49* (3), 234–244. doi:10.1111/j.1365-2648.2004.03281.x

- Lambertini, G. (2000). Die Schule von Salerno und die Universitäten von Bologna und Padua. In: R. Toellner (Hrsg.), *Illustrierte Geschichte der Medizin* (S. 761-868). Augsburg: Weltbildverlag. doi:10.1055/s-0031-1292878
- 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. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2006.10.004
- Lemola, S., Ledermann, T., & Friedman, E. M. (2013). Variability of sleep duration is related to subjective sleep quality and subjective well-being: An actigraphy study. *PLOS ONE*, 8 (8), e71292. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0071292>
- Maringer, B. (2013). Audiovisuelle Wahrnehmungsförderung (AVWF) Fachauskunft.
- Mayers, A. G., & Baldwin, D. S. (2005). Antidepressants and their effect on sleep. *Human Psychopharmacology, Clinical and Experimental*, 20 (8), 533–559.
- Médioni, G. (2000). Asklepiades und die Methodiker. In: R. Toellner (Hrsg.), *Illustrierte Geschichte der Medizin* (S. 372 –392). Augsburg: Weltbildverlag.
- Mirmiran, M., Scholtens, J., Van de Poll, N. E., Uylings, H. B. M., Van der Gugten, J., & Boer, G. J. (1983). Effects of experimental suppression of active (REM) sleep during early development upon adult brain and behavior in the rat. *Developmental Brain Research*, 7(2-3), 277-286.
- Morin, C. M., LeBlanc, M., Daley, M., Gregoire, J. P., & Mérette, C. (2006a) Epidemiology of insomnia: prevalence, self-help treatments, consultations, and determinates of self-seeking behaviours. *Sleep Medicine*, 7 (2), 123–130. doi: 10.1016/j.sleep.2005.08.008
- Nater, U. M., Krebs, M., & Ehler, U. (2005). Sensation seeking, music preference, and psychophysiological reactivity to music. *Musicae Scientiae*, 9 (2), 239-254.
- Nakajima, Y., Tanaka, N., Mima, T., & Izumi, S. I. (2016). Stress recovery effects of high-and low-frequency amplified music on heart rate variability. *Behavioural neurology*, 2016. doi:10.1155/2016/5965894
- National Sleep Foundation. (n.d.). Why do we need sleep? Retrieved 08.10.2019, from <https://sleepfoundation.org/excessivesleepiness/content/why-do-we-need-sleep>.
- Nilsson, U. (2009). Soothing music can increase oxytocin levels during bed rest after open heart surgery: a randomized control trial. *Journal of clinical nursing*, 18 (15), 2153–2161. doi:10.1111/j.1365-2702.2008.02718.x

- Okada, K., Kurita, A., Takase, B., Otsuka, T., Kodani, E., Kusama, Y., Atarashi, H., & Mizuno, K. (2009). Effects of music therapy on autonomic nervous system activity, incidence of heart failure events, and plasma cytokine and catecholamine levels in elderly patients with cerebrovascular disease and dementia. *International heart journal*, *50*(1), 95-110.
- 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.
- Partl., A. (2013). Einfluss audiovisueller Stimulation auf Vagus-Aktivität und kognitive Leistungen von SchülerInnen. Dipl. Arbeit, Universität Salzburg.
- Pelletier, C. L. (2004). The effect of music on decreasing arousal due to stress: A meta-analysis. *Journal of music therapy*, *41* (3), 192-214.
- Pontvik, A. (1948). *Grundgedanken zur psychischen Heilwirkung der Musik*. Zürich: Rascher.
- Porges, S. W. (2001). The polyvagal theory: Phylogenetic substrates of a social nervous system. *International Journal of Psychophysiology*, *42* (2), 123-146. doi:10.1016/s0167-8760(01)00162-3
- Pyykkönen, A.-J., Isomaa, B., Pesonen, A.-K., Eriksson, J. G., Groop, L., Tuomi, T., & Rääkkönen, K. (2014). Sleep duration and insulin resistance in individuals without type 2 diabetes: The PPP-Botnia study. *Annals of Medicine*, *46* (5), 324–329.
- Rammstedt, B., & John, O. P. (2007). Measuring personality in one minute or less: A 10-item short version of the Big Five Inventory in English and German. *Journal of Research in Personality*, *41* (1), 203-212. doi:10.1016/j.jrp.2006.02.001
- Rasch, B., & Born, J. (2013). About sleep's role in memory. *Physiological reviews*, *93*(2), 681-766.
- Reinhardt, U. (1999). Investigations into synchronisation of heart rate and musical rhythm in a relaxation therapy in patients with cancer pain. *Forschende Komplementärmedizin*, *6* (3), 135–141. doi:10.1159/000021235

- Richards, K. C., O'Sullivan, P. S., & Phillips, R. L. (2000). Measurement of sleep in critically ill patients. *Journal of Nursing Measurements, 8*(2), 131–144.
- Riemann, D., & Backhaus, J. (1996). *Behandlung von Schlafstörungen*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Roth, T., Coulouvrat, C., Hajak, G., Lakoma, M. D., Sampson, N. A., Shahly, V., Shillington, A.C., Stephenson, J.J., Walsh, J.K., & Kessler, R. C. (2011). Prevalence and perceived health associated with insomnia based on DSM-IV-TR; international statistical classification of diseases and related health problems, tenth revision; and research diagnostic criteria/international classification of sleep disorders, criteria: results from the America insomnia survey. *Biological psychiatry, 69* (6), 592-600.  
doi:10.1016/j.biopsych.2010.10.023
- Saarikallio, S. (2012). Development and validation of the brief music in mood regulation scale (BMMR). *Music Perception: An Interdisciplinary Journal, 30* (1), 97-105. doi:10.1525/mp.2012.30.1.97
- Salamon E., Bernstein S. R., Kim S. A., Kim M., & Stefano, G. B. (2003). The effects of auditory perception and musical preference on anxiety in naive human subjects. *Medicine Science Monitor, 9* (9), 396–399.
- Salimpoor V. N., Benovoy M., Longo G., Cooperstock J. R., & Zatorre, R. J. (2009). The rewarding aspects of music listening are related to degree of emotional arousal. *PLoS ONE 2009, 4* (10), e7487. doi:10.1371/journal.pone.0007487
- Schlotz, W., Yim, I. S., Zoccola, P. M., Jansen, L., & Schulz, P. (2011). The perceived stress reactivity scale: Measurement invariance, stability, and validity in three countries. *Psychological assessment, 23* (1), 80-94.  
doi:10.1037/a0021148.
- Schulz, P., Schlotz, W., & Becker, P. (2004). *Trierer Inventar zum chronischen Stress: TICS*. Göttingen: Hogrefe.
- Schwabe, C. (1972). *Musikbehandlung für Patienten mit Neurosen und Funktionsstörungen*. Warschau: PZWL-Verlag.
- Schwarzer, R., & Schulz, U. (2003). Soziale Unterstützung bei der Krankheitsbewältigung: Die Berliner Social Support Skalen (BSSS). *Diagnostica, 49* (2), 73-82. <http://dx.doi.org/10.1026//0012-1924.49.2.73>
- Smets, E. M. A., Garssen, B., Bonke, B. D., & De Haes, J. C. J. M. (1995). The Multidimensional Fatigue Inventory (MFI): Psychometric qualities of an

- instrument to assess fatigue. *Journal of psychosomatic research*, 39 (3), 315-325. doi:10.1016/0022-3999(94)00125-o
- Spitzer, M. (2002). *Musik im Kopf. Hören, Musizieren, Verstehen und Erleben im neuronalen Netzwerk*. Stuttgart: Schattauer.
- Spitzer, R. L., Kroenke, K., & Williams, J. B., P. (1999). Patient Health Questionnaire Primary Care Study Group. Validation and utility of a self-report version of PRIME-MD: The PHQ primary care study. *JAMA*, 282 (18), 1737-1744. doi: 10.1001/jama.282.18.1737
- Standley, J.M. (1986) Music research in medical/dental treatment: meta-analysis and clinical application. *Journal of Music Therapy* 23 (2), 56–122.
- Tan, L. P. (2004). The effects of background music on quality of sleep in elementary school children. *Journal of Music therapy*, 41(2), 128-150.  
<http://dx.doi.org/10.1093/jmt/41.2.128>
- Tononi, G., & Cirelli, C. (2014). Sleep and the price of plasticity: from synaptic and cellular homeostasis to memory consolidation and integration. *Neuron*, 81(1), 12-34.
- Urponen, H., Vuori, I., Hasan, J., & Partinen, M. (1988). Selfevaluations of factors promoting and disturbing sleep: an epidemiological survey in Finland. *Social Science & Medicine* 26 (4), 443–450. [http://dx.doi.org/10.1016/0277-9536\(88\)90313-9](http://dx.doi.org/10.1016/0277-9536(88)90313-9)
- Wieser, J., Wengg, S., & Kronbichler, M. (2011). Ergebnisbericht fMRT Testung der audiovisuellen Wahrnehmungsförderung (AVWF).
- World Health Organization. (1992). *The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders: clinical descriptions and diagnostic guidelines*. Genua: World Health Organization.
- Zimmerman, L., Nieveen, J., Barnason, S., & Schmaderer, M. (1996). The effects of music interventions on postoperative pain and sleep in coronary artery bypass graft (CABG) patients. *Scholarly inquiry for nursing practice*; 10 (2); 153-170.