



MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Das Musiktempo gibt den Takt vor: Vorläufige empirische
Befunde zum Einfluss des Musiktempos selbstausgewählter
Musik auf die akute subjektive Stress- und
Schmerzwahrnehmung

verfasst von | submitted by
Matthias Engelbertz BSc

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

Wien | Vienna, 2024

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

Betreut von | Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Urs Markus Nater

Inhalt

Inhalt	1
Einleitung	2
Musik und Stress	4
Musiktempo und Stress.....	10
Selbstaugewählte Musik in Bezug auf Stress und das Musiktempo.....	11
Musik und Schmerz.....	15
Musiktempo und Schmerz	21
Selbstaugewählte Musik in Bezug auf Schmerz und das Musiktempo	23
Das Musikgedächtnis – Echoeffekt oder Ohrwurm?	30
Fragestellung & Hypothesen	32
Methode.....	33
Versuchsplan & Untersuchungsdesign.....	33
Stichprobenbeschreibung	36
Messinstrumente/gemessene Variablen.....	37
Ergebnisse	39
Diskussion	46
Conclusio	57
Literaturverzeichnis.....	59
Abbildungsverzeichnis	70
Abkürzungsverzeichnis.....	71
Tabellenverzeichnis	72
Anhang	73
Danksagung.....	74
Zusammenfassung.....	75
Abstract	76

Einleitung

Musik ist ausnahmslos wie auch die Sprache in allen Kulturen der Menschen vorhanden. Das Wort Musik stammt etymologisch aus dem Griechischen und bedeutet *Kunst der Musen* oder auch *musische Kunst*. Im alten Griechenland bezeichnete dieser Begriff alle schönen Künste und wurde ab dem frühen Mittelalter als Tonkunst bezeichnet. Apollo und die Musen sollen den Menschen die Musik gebracht haben (Lederer, 2021). Die Ableitung aus dem Griechischen für *Músa* steht für die bei uns bekannte Muse, eine griechische Göttin und Schirmherrin der Künste, Gesang und Dichtkunst sowie der Wissenschaft. Die Musen waren die Töchter des Göttervaters Zeus und der Mnemosyne. Musik bewegte die Menschen in solch einer außergewöhnlichen Art und Weise, dass sie in vielen Kulturen als gottgeschaffen angesehen wurde. Orpheus, einem Sänger und Dichter, wurde nachgesagt, dass er wilde Tiere und sogar Felsen mit seinem Gesang besänftigen konnte. Musik sei eine grundlegende Ausdrucksform der Menschen und sei zusammen eng mit Tanz und Tanzrhythmus, Lied und Melodie sowie Kult und Gesang aufgetreten. Musik bestehe aus Melodie, Rhythmus und Harmonie, welche ein ordnendes und gliederndes Formprinzip im Ablauf der Zeit sei (Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache, o.D.; DBG-Handlexikon, 1964, S.608). Das soziale Zusammenspiel und die Emotionen der Menschen waren eng mit der Musik verknüpft (Bernatzky et al., 2011; Spitzer, 2002). Gilboa et al. (2006) bezeichnen die Musik dabei als einen zusätzlichen Kanal, um Emotionen auszudrücken und diese zu kommunizieren. Den Autor*innen nach war Musik schon sehr umfangreich mit Emotionen verknüpft, lange bevor diese Untersuchungsgegenstand empirischer Forschung war und betonen damit die immense Bedeutung und Integration in die Lebensweise der Menschen. Die ältesten Funde von Musikinstrumenten in Europa sind ca. 35.000 – 50.000 Jahre alt und stammen aus der mittleren Altsteinzeit (Conard et al., 2009; D’Errico et al., 2003). Es handelt sich dabei um Knochenflöten oder auch Schwirrgeräte¹. Solche Funde traten überall auf der Welt zutage und deshalb wird davon ausgegangen, dass Musik nicht nur in den Hochkulturen eine bedeutende Rolle gespielt hat, sondern diese zum alltäglichen Leben jedes Menschen überall auf der Welt dazu gehörte - z.B. auch beim Jagen durch das Nachahmen von Tierlauten (Yehuda, 2011). Trommeln haben bereits weit vorher bestanden, bleiben aber im Gegensatz zu Knochen nicht so lange erhalten, da sie aus Holz und Leder bestanden, die schneller verrotten und sich damit der heutigen wissenschaftlichen Forschung

¹ Ein Schwirrgerät beschreibt einen Gegenstand, der an einer Schnur befestigt und um den Träger herum im Kreis geschwungen wird. Durch verschiedene Formen der Schwirrgeräte oder auch Schwirrhölzer und durch die Tätigkeit des Schwingens werden in der Luft Wirbel erzeugt, die Töne entstehen lassen.

entziehen. Die Gattung des Homo sapiens wird mittlerweile auf ein Alter von mindestens 350.000 Jahren geschätzt (Schlebusch et al., 2017), wovon wir aber nicht die ganze Zeitspanne über behaupten können, alles über die Menschen und ihren Musikgebrauch zu wissen oder wissenschaftlich belegen zu können. Das betont die Wichtigkeit dieses Themas. Ein erneuter Blick in die Vergangenheit zeigt abseits der Mythologie Musikeffekte, die konkret angewandt wurden. Während der Olympischen Spiele im antiken Griechenland (ca. 776 v. Chr. bis 393 n. Chr.) wurden Musiker*innen angestellt mit dem Ziel durch Musik die Leistung der Sportler zu erhöhen (Cervellin & Lippi, 2011). Musik basierte dabei auf drei verschiedenen Modi (dorisch, phrygisch und lydisch). Diese waren weiter auf zwei bis drei Sub-Modi unterteilt. Der dorische Modus war die männliche Tonart und soll die Charakterfestigkeit sowie das Tugendhafte versinnbildlicht haben, der phrygische Modus soll Begeisterung und den Enthusiasmus gefördert haben und der lydische Modus vertrat die Liebeslyrik und sollte durch seine weiche Art überzeugen. Pythagoras, der im 6. Jhd. v. Chr. lebte, wird als einer der ersten Wissenschaftler bezeichnet, der Musik in Verbindung mit Mathematik brachte. Er untersuchte die Intervalle auf einer Saite im Verhältnis zu kleinen ganzen Zahlen, sodass Töne erzeugt werden, die für das menschliche Ohr als miteinander harmonisierend wahrgenommen werden (Cartwright et al., 2021; Lehmann & Kopiez, 2018). Etwa 2300 Jahre später beauftragte König Georg I. von England im frühen 18. Jahrhundert Friedrich Händel ein spezielles Musikstück zu komponieren. Der König litt unter Gedächtnisproblemen und Stress. Sich auf die biblische Geschichte von König Saul beziehend (ca. 11. Jhd. v.Chr.), der dieselben Probleme gehabt haben soll und dem Musik Linderung verschafft hatte, glaubte König Georg I. ihm dies gleichzutun (Yehuda, 2011). Friedrich Händel schuf für ihn daraufhin die *Wassermusik*, die bis in die heutige Zeit berühmt geblieben ist. Musik spielte nicht nur in unserer Vergangenheit eine entscheidende Rolle, sondern ist bis heute eine der grundlegendsten Dinge in Kultur und Gesellschaft geblieben. Musik ist für die Menschen sogar so wichtig, dass sie sie anderen Lebensformen von anderen Planeten als eines der elementarsten Dinge der Menschheit übermitteln möchten. Als Beispiel hierfür lassen sich die zwei goldenen Schallplatten nennen, die an der *Voyager 1 und 2* angebracht worden sind, die 1977 ins Weltall gestartet sind. Die beiden Raumsonden bewegen sich seitdem immer noch durch das Weltall und sollen eine Botschaft an außerirdische intelligente Lebensformen überbringen, wenn sie diese denn anträfen. Das renommierte Forscherteam um Carl Sagan versah daher die goldenen Platten mit 116 analog gespeicherten Bildern, einer Art Karte, die die Lokalisierung der Erde ermöglicht,

gesprochene Grüße in 55 Sprachen, Tiergeräusche und *außerdem 90 Minuten ausgesuchter Musik von Pop bis Klassik*. Die hier dargestellte geschichtliche Entwicklung und Bedeutung von Musik, die bis in unsere heutige Zeit reicht, betont die enorme Wichtigkeit der Musik für den Menschen seit jeher.

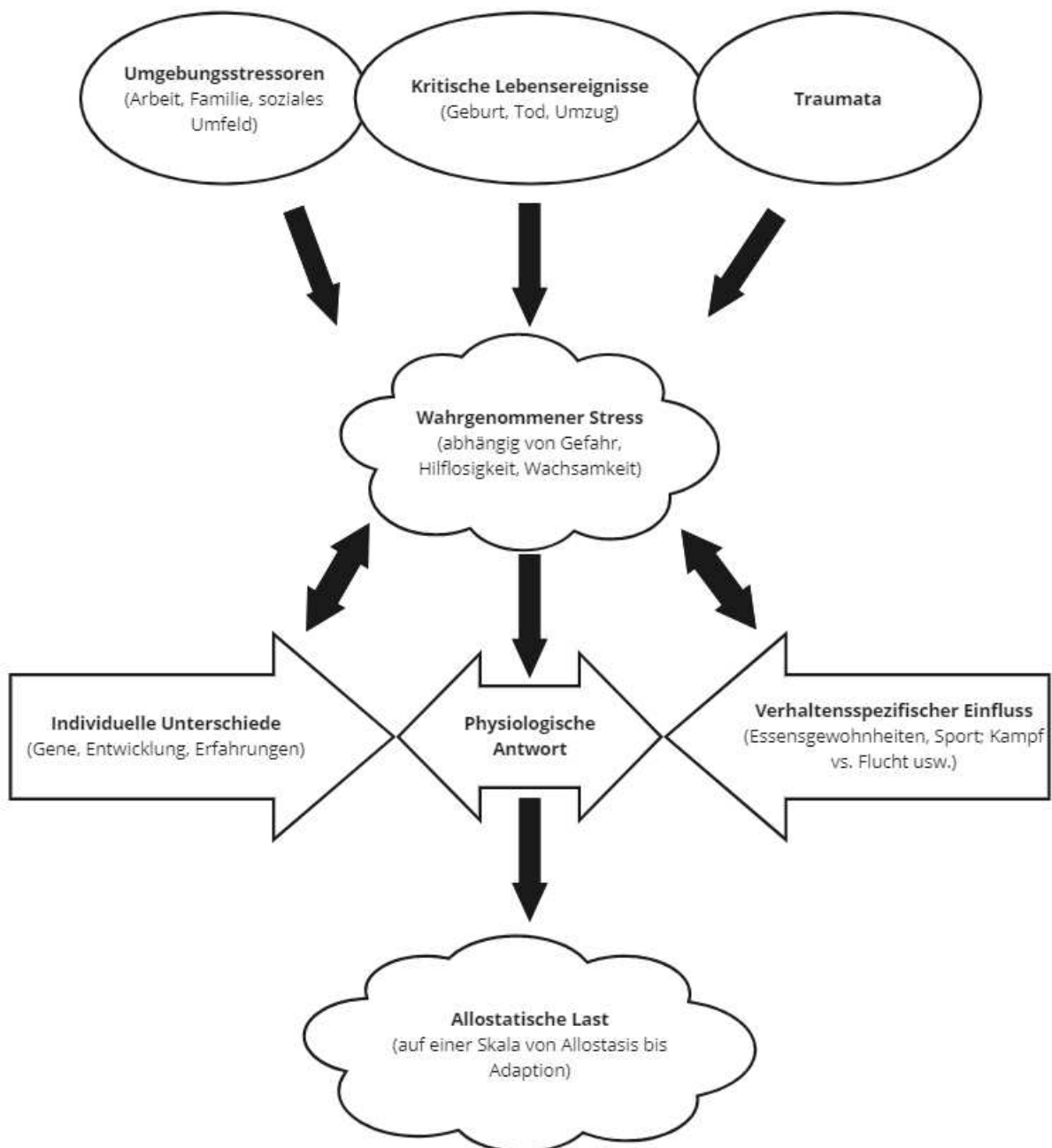
Es stellt sich die Frage nach den genauen Wirkweisen und/oder Faktoren innerhalb der Musik und ob diese übergreifend für alle Menschen gelten. So behandelten zwar König Saul vor ca. 3000 Jahren und König Georg I., 2300 Jahre später, ihren Stress mit Musik, doch stellt sich die Frage ob Händels Wassermusik auch bei anderen Menschen denselben Effekt gehabt hätte. Stress hat einen enormen Einfluss auf unseren Körper und kann bei Chronifizierung zu Krankheit führen, wie weiter unten detailliert aufgezeigt wird. Krankheit kann enorme Schmerzen verursachen, wobei sich die interessante Frage stellt, ob Musik auch eine schmerzlindernde Wirkung haben kann. Als nicht-invasive kostengünstige Möglichkeit bietet diese Methode enormes Entwicklungspotential besonders in Anbetracht der oft hohen Medikamentenpreise, die teilweise schwere Nebenwirkungen mit sich bringen. Ein besonderer Aspekt innerhalb der Musik stellt das Musiktempo und die Selbstauswahl eigener gehörter Musik dar, was in den folgenden Abschnitten genauer dargelegt wird. Dabei wird zunächst von einem allgemeinen Zusammenhang zwischen Musik, Stress und Schmerz bis hin zu einer spezifischen Fragestellung hingearbeitet, die das Musiktempo sowie die Selbstauswahl miteinbeziehen.

Musik und Stress

Stress ist in der heutigen Gesellschaft ein gewichtiger Faktor und kann der Gesundheit bei chronischer Ausprägung von Stress großen Schaden zufügen und zu Krankheiten führen. Dies ist bereits vielfach belegt worden (McEwen, 1998; Pinel & Pauli, 2007; Schneiderman et al., 2005). So werden mit chronischem Stress u.a. kardiovaskuläre Erkrankungen, Diabetes sowie Krebs in Verbindung gebracht (Cohen et al., 2007). McEwen (1998) stellt das *The Stress Response and Development of Allostatic Load - Stressmodell* auf (übersetzt: *Die Stressantwort und Entwicklung allostatistischer Last*), wonach der subjektiv wahrgenommene Stress von einem multifaktoriellen System abhängig ist. Wenn Stress erlebt wird, wird die Stresswahrnehmung durch Faktoren wie die eigenen Erfahrungen, Genetik und Verhalten beeinflusst und führen zu einer physiologischen Antwort (siehe Abbildung 1). Über längere Zeit kann diese physiologische Antwort auf Stress den Körper schädigen.

Abbildung 1

Die Stressantwort und Entwicklung allostatischer Last



Anmerkung: In Anlehnung an McEwen (1998, S.172)

Wird internal oder auch external Stress hervorgerufen z.B. durch Arbeit, innere Anspannung, Angst, Traumata oder kritische Lebensereignisse, wird dieser individuell verarbeitet, beeinflusst durch Resilienz, Verhalten, genetische Prädispositionen sowie spezifische Erfahrungen und schließlich daraus eine physiologische Antwort generiert. Diese physiologische Antwort ist eng mit unserem Immunsystem verknüpft und dient dazu Stabilität zu gewährleisten bzw. eine adaptive Anpassungsreaktion hervorzurufen, um einen

Ausgleich zu erzeugen. Bei chronischer Ausbildung/chronischem Stress ist von allostatischer Last die Rede, die auf Dauer zu Krankheit führen kann. Ein weiteres bekanntes Stressmodell, welches genannt werden sollte, ist das *transaktionale Modell der Stressreaktion* (Lazarus & Folkman, 1984). Hier lässt sich ähnliches finden. So beschreibt das Grundmodell bei einer Reizwahrnehmung die individuelle kognitive Bewertung der Situation und ob der Reiz ein Stressor ist bzw. dieser schädlicher Natur ist und in einem zweiten Schritt, ob und in welcher Form etwaige Bewältigungsstrategien vorliegen. Es erfolgt eine Kategorisierung darüber, was für die Person kontrollierbar und unkontrollierbar ist. Es kann auch zu einer Neubewertung der Situation kommen. Ist ein Mensch somit von Stressoren umgeben, die bewältigbar sind, so können diese einen positiven Effekt auf die Charakterentwicklung und den Körper haben. Ist ein Mensch jedoch dauernd mit Stressoren konfrontiert, die nicht lösbar sind, kann dies zu chronischem Stress führen und in weiterer Folge zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen und Krankheiten. Zwei wesentliche stressbezogene Systeme in unserem Körper sind dabei maßgeblich beteiligt, um die Homöostase zwischen Stress und psychologischen als auch physiologischen Prozessen zu gewährleisten. Zum einen ist das die *Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse* (englisch: *Hypothalamic-pituitary-adrenal axis; HPA*) und zum anderen das *autonome Nervensystem* (ANS). Die HPA schüttet Cortisol aus, ein Stresshormon, welches in höheren Konzentrationen und über längere Zeit das menschliche Immunsystem schwächen kann (Pinel & Pauli, 2007; Smyth et al., 1997). Allerdings ist dieses Steroidhormon aus der Gruppe der Glukokortikoide in seiner normalen Funktion für den Menschen lebensnotwendig. Es stellt nämlich u.a. durch die Gluconeogenese dem Körper ausreichend Energie zur Verfügung in Form von Glukose (also Traubenzucker bzw. ein Einfachzucker), damit der Körper - mit genug Energie versorgt - adäquat auf eintreffende Stressoren/Bedrohungen reagieren kann. Das ANS bzw. ein Teil davon, das sympathische Nervensystem, sorgt für eine erhöhte Herzrate, erhöhten Hautleitwert und regelt die Aktivität des Enzyms Alpha-Amylase. Letzteres kann im Speichel von Menschen und Säugetieren nachgewiesen werden und stellt einen guten nicht-invasiven Prädiktor/Parameter für Stress dar (Rohleder & Nater, 2009). Cortisol steht klar in Verbindung mit der menschlichen Gesundheit (Slavich, 2016; Thoma et al., 2013). In Hinblick auf chronischen Stress und dessen potenziell schädliche Wirkung auf den menschlichen Körper und Geist, stellt sich die Frage nach der Prävention im alltäglichen Leben, in welchem akuter Stress kumulativ zu Chronizität führen kann. Stressoren können dabei z.B. Uni-, Arbeitsstress, Leistungsdruck,

(wiederholende) kritische Lebensereignisse, aber auch stressige Aktivitäten und sogenannte *Daily Hassles* sein (übersetzt: *alltägliche Auseinandersetzungen*) und zu signifikanten kurzfristigen Änderungen im Cortisolspiegel führen (Schlotz et al., 2006). Unter alltäglichen Auseinandersetzungen sind kleine Ärgernisse gemeint, die sich wiederholen, sich anhäufen und dadurch zu einer regelmäßigen Stressantwort führen können. McEwen (1998) formuliert es auf Seite 171 recht treffend, dass chronischer Stress die kumulative Ladung von kleinerem alltäglichen Stress sei. Der Ansatz, im alltäglichen Leben akuten Stress zu kontrollieren, zu bewältigen bzw. auch zu vermeiden, scheint voraussagend für zukünftige Chronizität und somit auch für unseren Gesundheitszustand zu sein. Die vorliegende Arbeit möchte daher den Fokus auf den akuten Stress hin untersuchen und wie dieser subjektiv wahrgenommen wird. Schulz et al. (2004) beschreiben im *Trier Inventar zum chronischen Stress: TICS* akuten Stress als einmalige oft außergewöhnliche Belastung mit einem abrupten Beginn und erkennbarem Anfang. Die Belastung ist dabei von kurzer Dauer und mit neuen Anforderungen sowie wechselnden Umgebungsbedingungen verknüpft. Es muss in weiterer Folge die Tendenz sichtbar sein, besondere Bewältigungsmaßnahmen zur Stressreduktion einzusetzen. Die wissenschaftliche Bezeichnung zur Stressbewältigung wird *Coping* genannt.

Solche Bewältigungsmaßnahmen können vielfältig sein. Richardson und Rothstein (2008) schildern in ihrer Meta-Analyse, dass ein Großteil davon aus Entspannungs- und Meditationstechniken besteht, dicht gefolgt von kognitivem-behavioralen Fähigkeitstrainings. Darunter werden u.a. Techniken wie die progressive Muskelentspannung, Atemübungen, aber auch auf organisationaler Ebene Stresstrainings, Widerstandsfähigkeitstrainings sowie Psychoedukation und Therapien genannt. Die systematische wissenschaftliche Untersuchung von musikalischen Therapiemöglichkeiten geht auf die 1940er- und 1950er-Jahre zurück. Gaston (1951) gilt als Vorreiter und untersuchte in den Nachkriegsjahren die psychologischen und physiologischen Einflüsse von Musik an Kriegsveteranen, die unter Ängsten, Stress, Traumata und psychischen Störungen litten. Zudem setzte er sich dafür ein die Musiktherapie als wissenschaftliche Disziplin zu etablieren. Hier lässt sich ein breites Anwendungsfeld erkennen, da Stress in verschiedensten Lebensbereichen erzeugt und erlebt werden kann. Nicht immer sind Menschen solche Interventionen oder Örtlichkeiten (die Organisation/Arbeit) verfügbar und/oder sind an Personen (Trainer*innen/Therapeut*innen) gebunden. Durch die digitale Entwicklung unserer Gesellschaft haben sich neue Möglichkeiten der Stressbewältigung in der Musik

aufgetan. Es ist es nicht mehr nötig einen klobigen *Walkman* oder *Discman* mit sich herumzutragen. Heutzutage sind MP3-Player kostengünstig erschwinglich und sehr klein. Beinahe jeder Mensch trägt heutzutage ein Handy bei sich, auf das sich ohne Weiteres eine Music-Player-App installieren lässt. Die Vorteile von musiktherapeutischen Interventionen liegen hier bei der Orts- sowie Personenunabhängigkeit, enormen Varietät, Flexibilität, den geringen Kosten und der Nebenwirkungsfreiheit. In Anbetracht der positiven Effekte von Musik auf Stress eröffnet dies viele neue Möglichkeiten der Stressbewältigung. Die positiven Effekte werden in vielen Studien bestätigt, dennoch sind bis in die heutige Zeit nicht alle unterliegenden Effekte der Musik vollends wissenschaftlich erforscht worden oder waren durch unterschiedliche Methodik nur sehr eingeschränkt vergleichbar (Bringman et al., 2009; Cervellin & Lippi, 2011; Linnemann et al., 2015; Pelletier, 2004; Thoma et al., 2013; Trappe, 2022). De Witte et al. (2019) fanden in ihrer Meta-Analyse heraus, dass Musikinterventionen einen übergreifenden signifikanten Effekt auf die Stressreduktion hatten und das bezogen auf sowohl psychologische ($d = .545$; mittlerer Effekt) als auch physiologische ($d = .380$; geringer Effekt) Stressoutcomes. Die Autoren betonen die Dringlichkeit der Erforschung moderierender Eigenschaften von Musikinterventionen auf die Stressreduktion, um Effekte genau bestimmen und auseinander halten zu können. So sind zwar stressreduzierende und beruhigende Effekte der Musik jene, die am besten erforscht sind, jedoch zeigt die Studienlandschaft ein sehr heterogenes Bild hinsichtlich der methodischen Evaluierung, was eine systematische Vergleichbarkeit von Effekten erschwert (Chanda & Levitin, 2013; Pelletier, 2004). Interventionen reichten von der Untersuchung passiven Musikhörens bis hin zu aktiver Leistung des Musizierens und bilden damit erstens unterschiedliche Spektren ab und zweitens unterschiedliche Konstrukte, die gemessen werden. Ein weiterer Einflussfaktor waren die unterschiedlichen Musikarten in den Studien (z.B. alltägliche Musik vs. Labormusik; Klassik vs. Pop). Ferner ist ein wichtiger Unterscheidungsfaktor, ob die Musik der Proband*innen selbst- oder fremdgewählt ist. Letztlich anzumerken ist der soziale Kontext, der in den Studien ebenfalls sehr heterogen ist: z.B. Einzel- vs. Gruppenaktivitäten, Entspannungsgruppenaktivitäten oder auch tägliche Therapie geleitete Interventionen. Diese verschiedenen Eigenschaften erschweren eine systematische sowie standardisierte Untersuchung der Effekte über mehrere Studien hinweg und werden im Folgenden beleuchtet, um ein besseres Verständnis über die Komplexität des Zusammenhanges zwischen Stress und Musik zu erlangen. Wuttke-Linnemann et al. (2019) fanden heraus, dass Paare, die zusammen Musik gehört haben, eine höhere Alpha-Amylase-

Aktivität zeigten. Wird psychologischer Stress wahrgenommen, erhöht sich die Alpha-Amylase-Aktivität. Das bedeutet, dass es einen Unterschied macht, ob jemand allein oder mit dem/der Partner*in zusammen Musik hört. Dies muss daher in Studiendesigns generell berücksichtigt werden. In einer 45-minütigen Erholungsphase nach einem Stressor, konnten Khalfa et al. (2003) nachweisen, dass jene, die währenddessen Musik hörten, eine verringerte Cortisolkonzentration im Speichel aufwiesen. Die Autor*innen weisen auf den positiven Effekt beruhigender Musik auf die Post-Stress Antwort der HPA hin. Linnemann et al. (2018) bestätigen generell die positiven stressreduzierenden Effekte von Musik und weisen auf einen zeitverzögernden Effekt hin. Sie haben herausgefunden, dass die subjektiv abgegebenen Stressratings der Probandinnen niedriger waren, wenn zumindest 20 Minuten lang Musik gehört worden war. Nilsson (2008) schlägt und empfiehlt in ihrem systematischen Review für die klinische Praxis eine Mindestmusikhördauer von 30 Minuten. Es scheint also für einen stressreduzierenden Effekt durch Musikhören zusätzlich eine Mindesthördauer von zumindest 20 bzw. 45 Minuten zu geben. Auch Helsing et al. (2016) kamen zu ähnlichen Ergebnissen. So gaben die 41 Probandinnen der Studie einen signifikant verringerten subjektiven Stresslevel und positivere Emotionen an, wenn sie 30 Minuten täglich über zwei Wochen zur Entspannung selbstausgewählte Musik gehört hatten - im Vergleich zum Entspannen ohne Musik. Allerdings wurden hier nur Frauen zwischen 25 und 45 Jahren untersucht, um diesbezüglich noch einmal die Heterogenität und schwer zu erreichende Vergleichbarkeit in den Studien anzusprechen. Eine rein weibliche Stichprobe erschwert die Generalisierbarkeit auf die Population und auch die Vergleichbarkeit mit anderen Studienergebnissen, da hier erst festgestellt werden müsste, ob es einen Geschlechtereffekt bei der subjektiven Stressantwort der einzelnen Musikmodi gibt oder nicht.

Obwohl die stressreduzierenden beruhigenden Effekte von Musik gut belegt sind, gibt es dennoch uneindeutige oder auch schwankende Ergebnisse über mehrere Studien hinweg (Lai et al., 2011). Ein Grund dafür könnte durch die bereits angesprochene Studienheterogenität erklärt werden (Stichprobenerhebung, unterschiedliche Musikhördauer, verschiedene Musikinterventionen, nicht konstant gehaltene Musikarten, verschiedene Stressinstrumente/-auslöser usw.). Einflussfaktoren wie die Musikhördauer, das Geschlecht, Musikhören allein oder mit anderen Menschen beleuchten das multifaktorielle Zusammenspiel der Musikeffekte auf Stress. Eine genaue kausale Zuordnung der unterschiedlichen Effekte zu einzelnen musikbezogenen Parametern (z.B. Musiktempo,

Akzentuierung, Dur/Moll etc.) scheint ein Muss zu sein, um diese in weiterer Folge valide von der Stichprobe auf die Population induzieren sowie abgrenzen zu können. Es bleibt damit klar hervorzuheben, wie wichtig die Erforschung dieses Themas ist. Musik hat als nicht-invasives niederschwelliges Instrument für die Behandlung von Stress, zur Förderung der Gesundheit sowie zur Krankheitsprävention eine enorme Bedeutung, die der wissenschaftlichen Zuwendung bedarf, um die bereits erforschten positiven Effekte genauer bestimmen und definieren zu können.

Musiktempo und Stress

Es wurde bereits erläutert, dass die Anwendung von Trommeln schon weit früher bestanden haben könnte als die der Schwirrgeräte oder Knochenflöten. Vielleicht mag dem ein oder anderen Menschen hierbei Bilder von Kriegstrommeln oder Marschmusik durch den Kopf gehen. Die übergreifende Vorstellung von Trommeln hin zum Takt, Rhythmus und Musiktempo ist da nicht weit. Die Termini müssen allerdings sauber auseinandergehalten werden, um eine Vermischung zu vermeiden und das Verständnis sowie die Abgrenzung wissenschaftlich zu unterstreichen. So beschreibt das Musiktempo die reine Geschwindigkeit oder auch Schnelligkeit der Musik und wird in der internationalen Literatur in *Beats per Minute (bpm)* (übersetzt: *Schläge pro Minute*) angegeben. Werden diese (Takt-) Schläge rhythmisch bzw. zeitlich in Beziehung gesetzt, ist von einem Takt die Rede (z.B. ein Dreivierteltakt im Wiener Walzer). Musikstücke können auch unterschiedliche Taktarten innerhalb desselben Stückes haben. Hinsichtlich der Studienlandschaft wird klar, dass das Musiktempo als wichtiger oder sogar der wichtigste Moderator bei der Aktivierung bzw. Entspannung angesehen werden kann (Bernardi et al., 2006; de Witte et al., 2019; Fernández-Sotos et al., 2016; Gomez & Danuser, 2007; Liu et al., 2018; Nilsson, 2008; Thoma et al., 2013). Die vorliegende Arbeit bezieht sich daher rein auf das Musiktempo, um hier einen detaillierten Blick zu wagen. Der Zusammenhang zwischen Entspannung, also der Stressreduktion und Musik bezogen auf das Musiktempo ist gut erforscht. Das Musiktempo liegt dabei zwischen 60 bis 80 bpm (langsames Tempo) und erzielt dabei die größten Effektstärken bei der Stressreduktion und der damit einhergehenden reduzierten Herzrate. Die Herzrate, Atmung und der Hautleitwert korrelieren positiv mit dem Musiktempo (Armon et al., 2011; Bernardi et al., 2006; Bringman et al., 2009; de Witte et al., 2019; Gomez & Danuser, 2007; Kulinski et al., 2022; Loomba et al., 2012). Die Herzrate verringert sich demnach signifikant bei langsamer Musik und erhöht sich signifikant bei schneller Musik

(Brownlow, 2017). Suguna und Deepika (2017) bestätigen diesen Effekt in ihrer Meta-Analyse und erklären ihn durch die Verbindung zu unserem ANS. So reguliert das parasympathische Nervensystem die Herzrate herab, wenn dieses durch langsames Musiktempo stimuliert wird. Es gleicht sich also der Geschwindigkeit der Musik an. Bei schneller Musik tritt ein gegenteiliger Effekt durch das sympathische Nervensystem auf – die Herzrate wird erhöht. Langsame Musik zwischen 60 – 80 bpm entspricht dabei interessanterweise dem menschlichen Ruhepuls. Studien haben bei solch langsamer Musik einen Angstreduktions- bzw. einen Entspannungseffekt aufzeigen können und betonen den Zusammenhang zwischen langsamer Musik und Entspannung (Armon et al., 2011; Bernardi et al., 2006; Bora et al., 2017; Kulinski et al., 2021) bzw. schneller Musik und weniger Entspannung/Aktivierung bis hin zur Stressinduktion. Liu et al. (2018) beschreiben bei schnellem bzw. mittlerem Musiktempo (76 - 120 bpm) einen solchen stressinduzierenden Effekt, der Erregung/Aktivierung erzeugt. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das Musiktempo eng mit der akuten Stressantwort des menschlichen Körpers verbunden ist. Es ist jedoch sehr wenig über die genaue Interaktion sowie Moderation von verschiedenen Musikstücken mit den gleichen Tempi auf das Stresslevel bekannt. Das erschwert die Vergleichbarkeit, was die genaue Untersuchung des Musiktempos als einer der wichtigsten Einflussgrößen auf die akute subjektive Stresswahrnehmung noch entscheidender werden lässt (Cervellin & Lippi, 2011; Kulinski et al., 2022; Lynar et al., 2017).

Selbstaufgewählte Musik in Bezug auf Stress und das Musiktempo

Von Proband*innen selbstaufgewählte Musik scheint einen gewichtigen Einfluss auf das subjektive akute Stressempfinden zu haben. So fanden Jiang et al. (2016) heraus, dass der wichtigste Faktor bei der Reduzierung von Stress nicht die Bekanntheit der Musik war, sondern wie sehr diese gemocht wurde. Die Autor*innen schildern, dass die aktuellen Studien sich über die genauen kausalen Zusammenhänge und Interaktionen der Musikeffekte nicht ganz klar sind und es widersprüchliche Ergebnisse gibt. Sie erklären dennoch klar den Zusammenhang zwischen dem Stressempfinden und der Bekanntheit von Musik damit, dass die subjektive Musikpräferenz mit mehr und vor allem intensiveren Glücksgefühlen verbunden ist. Stützend für diese These kann Blood und Zatorre (2001) genannt werden, die mittels einer Positronen-Emissions-Tomographie (PET) herausfanden, dass das Hören von selbstaufgewählter Musik sogenannte *Chills* oder auch zu Deutsch: *Gänsehaut* auslöst, was mit Gehirnregionen verbunden ist, die in Prozessen für Belohnung/Motivation, Emotionen

und Erregung/Aktivierung involviert sind. Dies sind dieselben Gehirnregionen, die an euphorisch induzierten Stimuli beteiligt sind wie Essen, Sex oder sogar Drogenmissbrauch. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Musik, die gerne gehört wird, auch intensivere Glücksgefühle auslöst oder genauer gesagt, die Tendenz dazu aufweist. Diese Glücksgefühle induzieren positive Emotionen und damit Entspannung, sind kontraindizierend gegenüber Stress. Auch viele andere Autor*innen kamen in ihren Studien zu bedeutenden Stressreduktionsergebnissen bei selbstausgewählter Musik: Brownlow (2017), Burns et al. (2002), Groarke et al. (2019), Lai et al. (2011), Raglio et al. (2020), Radstaak et al. (2014) sowie Tan et al. (2012). Burns et al. (2002) fanden dabei schon vor mehr als 20 Jahren in ihrer Studie heraus, dass selbstmitgebrachte/selbstgewählte entspannende Musik einen signifikant positiven Effekt auf den Stress und die Herzrate hatte im Vergleich zu den Proband*innen, die *harte* fremdgewählte Rockmusik gehört haben. Die Gruppe derjenigen Proband*innen mit selbstmitgebrachter Musik berichteten den größten Entspannungseffekt. Die Musikhördauer betrug dabei 30 Minuten und wurde mit einer Kontrollgruppe verglichen, die währenddessen in Ruhe wartete, also keine Musik hörte. Helsing et al. (2016) verglichen in einer aktuelleren Studie, einer Längsschnittuntersuchung, energetisierende Musik und entspannende Musik mit einer Kontrollgruppe, die gar keine Musik hörte, über einen Zeitraum von zwei Wochen. Dabei sollte täglich 30 Minuten lang Musik gehört werden. In ihrer Studie fanden sie heraus, dass nur die entspannende selbstausgewählte Musik bei den Probandinnen signifikant mehr intensivere positive Emotionen ausgelöst hat im Vergleich zur energetisierenden, also schnelleren, selbstausgewählten Musik. Dazu wurden sowohl psychologische als auch physiologische Parameter herangezogen. Es wurden zudem selbst abgegebene Stressratings erfasst und das Cortisollevel gemessen. Hier scheint das Musiktempo nebst Selbstauswahl der Musik eine große Rolle zu spielen. Die Autor*innen betonen aber, dass es nicht einen spezifischen Typ von Musik gibt, der bei allen Menschen dieselben Emotionen auslöst. Eine weitere mögliche Erklärung für die positiven Effekte von selbstausgewählter Musik liefert der *Locus of Control - Ansatz*, der beschreibt, dass Menschen, die ihre eigene Musik hören, Selbstwirksamkeit und eine Art Kontrolle über die Situation verspüren und dies zu Entspannung und subjektiv wahrgenommener Schmerzlinderung führt (Chanda & Levitin, 2013; Knappe & Pinquart, 2009; Labbé et al., 2007; Nilsson, 2008). Letztere Autorin beschreibt in ihrer Metaanalyse wie Helsing et al. (2016), dass das Musiktempo zwischen 60 und 80 bpm bei Entspannung eines der wichtigsten Komponenten zur Stressreduktion ist.

Ähnliche Ergebnisse lassen sich auch bei Labbé et al. (2007) finden. Die Autor*innen schreiben, dass klassische sowie selbstausgewählte Musik die negative emotionale Verfassung und die physiologische Erregung im Vergleich zu Heavy Metal Musik oder gar keiner Musik/Stille signifikant reduzieren, wobei hier jeweils für 20 Minuten Musik gehört wurde. Bei Lai et al. (2011) hörten Krankenschwestern für 30 Minuten selbstausgewählte entspannende Musik zwischen 60 und 80 bpm. Die Kontrollgruppe saß die gleiche Zeit ruhig auf einem Stuhl ohne Musik. Die Autorinnen erklären die Auswahl der Stichprobe damit, dass der Beruf Krankenschwester als sehr stressig bezeichnet werden kann und somit gut geeignet wäre, eine Stressreduktion durch Musik zu untersuchen. Die Musik wurde von den Probandinnen sehr positiv bewertet und es konnte signifikant ein verringertes wahrgenommenes Stresslevel, verringertes Cortisol, niedrigere Herzrate und damit geringerer arterieller Druck während dem Musikhören nachgewiesen werden. Gegenteilige oder eher relativierende Effekte lassen sich bei Sharman und Dingle (2015) beobachten. Nach einer Wutinduktion durch das Wutinterview nach Dimsdale et al. (1988) ließen die Autorinnen die Versuchsgruppe ihre eigene selbstausgewählte Heavy-Metal-Musik hören und die andere Kontrollgruppe dieselbe Zeit (10 Minuten) in Ruhe verbringen. Es zeigte sich, dass die Heavy-Metal-Musik-Gruppe den gleichen Entspannungseffekt aufwies wie die Kontrollgruppe nach der Wutinduktion, was nicht zu erwarten war. Aufgrund des Musiktempos, welches generell zwischen 80 und 181 bpm lag und 61% der gehörten Musik sogar über 100 bpm, also schnell war, hätte jemand eine stärkere Erregung/Aktivierung erwartet, die tendenziell eher gegen Entspannungseffekte spricht. Es wurden also niedrigere Ratings bei der Entspannung erwartet als bei der Kontrollgruppe. Die erhöhte Herzrate bei der Versuchsgruppe im Vergleich zur signifikant verringerten Herzrate der Kontrollgruppe spricht auch für einen solchen Aktivierungseffekt, den die Proband*innen auch durch subjektive Ratings bestätigten, der Entspannung aber nicht zuwiderlief. Die beiden Autorinnen begründen diesen unerwarteten Effekt als eine Kongruenz zwischen extremer Musik und der wutinduzierten physiologischen Erregung, was die Proband*innen nicht noch wütender machte, sondern durch die Gleichschaltung/durch die Synchronizität der Musik und der stressigen Situation/der Wut zu einem Verspüren positiver Emotionen führte. Die Proband*innen befanden sich also nach dem Wutinterview auf einem hohen Stresslevel und hörten stressige, schnelle Musik, was der körperlichen Stressantwort auf die Wut ähnelte und damit als positiv erlebt wurde. Hier ist erneut zu betonen, dass es sich um die eigene Heavy-Metal-Musik der Proband:innen handelte und die Studie voraussetze, dass diese auch privat

gemocht wird. Interessant wäre hier ein Vergleich mit einer Kontrollgruppe gewesen, die keine Heavy-Metal-Musik mag und diese nach dem Wutinterview hört. Dies ist aber Gegenstand weiterer Forschung und zeigt abermals die Komplexität des Themas auf sowie die Heterogenität der Studien, die unterschiedliche stressinduzierende Instrumente, Stichproben und Musik untersuchten, was eine Vergleichbarkeit und das Erreichen von gesicherten replizierbaren Ergebnissen erschwert. Dennoch darf die Studie hier erwähnt bleiben, um die Wichtigkeit der Selbstauswahl/der Präferenz von Musik und dem Musiktempo aufzuzeigen. Es scheinen also sowohl das Musiktempo als auch die individuelle Selbstauswahl eigener bevorzugter Musik eine gewichtige Rolle bei der Stressreduktion zu spielen. Die Forscherinnen Peck et al. (2021) kommen in einer aktuellen Studie zu differenzierten Ergebnissen und fanden keinerlei signifikanten Unterschied zwischen Proband*innen, die selbstausgewählte Musik, von den Forscherinnen ausgewählte Musik oder weißes Rauschen hörten nach einer Stressindikation (*Trier Social Stress Test*; TSST). Bei der Gruppe mit den Menschen, die selbstausgewählte Musik gehört haben, ist aus drei der von ihnen selbst ausgewählten Musikstücke eines zufällig ausgewählt und in einer Dauerschleife 10 Minuten lang wiedergegeben worden. Dies geht nicht nur den oben genannten Zeitempfehlungen zuwider, sondern ist erneut eine andere Versuchsbedingungsmodulation im Vergleich zu jenen Menschen, die 30 Minuten lang verschiedene selbstausgewählte Lieder hören. Obwohl die Autorinnen einen Alterseffekt bzgl. des Musiktempos varianzanalytisch ausschließen konnten, bleibt eine weiterführende Analyse des Musiktempos ausständig. Die Autorinnen betonen in ihrer Studie die Wichtigkeit des zugrunde liegenden Stressors und ob dieser immer den gleichen Effekt hat, bzw. wie dieser interindividuell wahrgenommen wird. Abstufungen bei Stressinstrumenten (mild, moderat und stark) werden von ihnen angeraten zu untersuchen. Auch wird darauf hingewiesen zukünftig zu untersuchen, ob die Stressinduktion vor oder nach dem Musikhören in den Studien zur Anwendung kommt und welchen Unterschied das macht. In den bisherigen Studien wechselt dies sehr häufig und es kommen unterschiedliche Stressinstrumente zum Einsatz (TSST, Wutinterview, Mentale Rotationsaufgabe, Mentale Arithmetik Aufgabe, Klinikalltag bei Krankenschwestern, kognitiver Geschwindigkeitstest usw.). Abschließend ist hierbei noch eine aktuelle Studie von Song et al. (2024) zu nennen, die als erste Studie die Einflüsse von fremd- und selbstausgewählter Musik mit Stille und dem Geräusch von plätscherndem Wasser untersuchten. Sie erhoben dabei sowohl biologische als auch subjektive Stressparameter. Die 105 Probandinnen der Studie wurden

zufällig nach Absolvierung des TSST einer der genannten vier Konditionen zugeordnet. Die Studie konnte keine signifikanten Unterschiede in den Konditionen feststellen. Das Geräusch plätschernden Wassers zeigte interessanterweise im Vergleich zu den anderen Konditionen eine signifikante Verringerung der Herzrate. Die Cortisollevel stiegen in allen Konditionen an außer jener der fremdgewählten Musik. Die Autor*innen schreiben selbst, dass die Stichprobe hier rein weiblich ist und daher die Vergleichbarkeit als auch die ökologische Validität nicht ganz gegeben ist, woran sich nachfolgende Forschung orientieren sollte. Jedoch stellt diese Studie einen wichtigen Beitrag bereit, wenn es um den Vergleich unterschiedlicher Musikhörstile geht. Eine letzte Anmerkung ist noch zum eingesetzten TSST zu machen. Es wurde nachgewiesen, dass sich der Neurotizismuswert der Proband*innen - speziell bei diesem Test - auf das Stressrating/den gemessenen sozialen Stress auswirkt und diesen beeinflusst (Oswald et al., 2006; Zänkert et al., 2019), was die beiden vorangegangenen Studie allerdings nicht berücksichtigten. Das zeigt, wie wichtig zuallererst eine adäquate Eichung der Stressinstrumente ist. In weiterer Folge ist nachzuprüfen, ob im Zusammenhang mit den durchschnittlich höher zu erwartenden Neurotizismuswerten bei Frauen (Costa et al., 2001; Weisberg et al., 2011) ein signifikanter Unterschied in den Stresswerten zwischen Männern und Frauen zu verzeichnen ist. Dieses Themengebiet braucht weitere Forschung und muss systematisch mit gleichen Bedingungen in den Studien die Effekte voneinander valide trennen und replizieren zu können. Besonders die Trennung jener Variablen, die einen Effekt hervorrufen und die Einordnung der Gewichtung der jeweiligen Musikeigenschaften (selbst- vs. fremdgewählt, Musiktempo und Musikhördauer) ist wichtig, um kausal aussagen zu können, welche Eigenschaften wie stark auf den subjektiven Stress wirken. Auch intraindividuelle Eigenschaften wären interessant, um sehen zu können, ob sich bei unterschiedlichen Musiktempi im Rahmen selbstausgewählter Musik innerhalb einer Person etwas bzgl. der subjektiven Stresswahrnehmung verändert und welche Faktoren daran genau beteiligt sind. Hier gibt es noch erheblichen Forschungsbedarf.

Musik und Schmerz

Dem chinesischen Zeichen 藥 (Yao) wird die Bedeutung von Medizin, Arznei, Heilmittel als auch Medikament zugeordnet. Der untere Teil des Zeichens 樂 (le oder Yue) steht für Freude, Fröhlichkeit, aber ebenso für Musik und verknüpft damit Medizin, Musik und Freude miteinander, was eine interessante sprachliche Hermeneutik darstellt. Dies geht in der chinesischen Geschichte weit zurück bis zum berühmten gelben Kaiser, Huangdi, der

etwa 2700 Jahre v. Chr. geherrscht haben soll. Nach dem Kampf mit einem Kontrahenten war die Armee des gelben Kaisers schwer angeschlagen. Dessen Musikmeister verlieh den Soldaten daraufhin durch liebevolle Musik neue Lebenskraft (J. Zhang, 2007). Circa 2350 Jahre später auf einem anderen Kontinent bezeichnete Aristoteles (384 v. Chr. – 322 v. Chr.) die angeborene Fähigkeit Musik zu erkennen als etwas, dass Gefühle wie Furcht, Mitleid sowie Enthusiasmus übertreffen kann. Das kann dazu führen, dass die Seele gereinigt und geheilt wird (Bosanquet et al., 2014). Im Mittelalter (6. bis 15. Jahrhundert) galt der wechselnde Klang der Flöte und Harfe als ein Heilmittel für Gicht. Im 19. Jahrhundert widmete sich der Mediziner, Physiologe und Physiker Herman von Helmholtz der Untersuchung emotionaler Effekte von Harmonien auf die menschliche Psyche, was die klinische wissenschaftliche Forschung bedeutend vorantrieb (Conrad, 2010). Es ist wichtig hervorzuheben, welche Bedeutung der Musik als einfaches nicht-invasives Mittel ohne Nebenwirkungen im Vergleich zu herkömmlichen Medikationen in der Schmerzbehandlung beigemessen werden kann. Die Erforschung dieses Themas hat einen erheblichen Einfluss auf das Gesundheitssystem und auf die Lebensqualität der Menschen, ohne dabei Schaden zu verursachen oder (einschneidende) Nebenwirkungen in Kauf nehmen zu müssen. Zudem ist Musik verglichen zu den oft hohen Medikamentenpreisen äußerst kosteneffizient/ökonomisch sowie leicht einsetzbar, was besonders ärmeren Ländern/Menschen sehr zugutekommen dürfte und die Wichtigkeit der Erforschung dieses Themas unterstreicht.

Bevor ein Überblick der momentanen Forschungslandschaft in Bezug auf Musik und Schmerz gegeben wird, soll zunächst ein näherer Blick auf die Schmerzdefinition, -entstehung sowie subjektive Schmerzwahrnehmung zum besseren Verständnis der folgenden Ausführungen dieser Arbeit geworfen werden. Bezogen auf die *International Association for the Study of Pain (IASP)* sei Schmerz nach der überarbeiteten Fassung im Januar 2020 ein unangenehme sensorische und emotionale Erfahrung, die mit einer tatsächlichen oder potenziellen Gewebeschädigung verbunden sei oder dieser ähnele (Raja et al., 2020, S.2). Diese Beschreibung findet sich auch unter *MG30 Chronischer Schmerz* im *International statistical classification of diseases and related health problems (ICD-11; World Health Organization, 2019)* wieder. Chronischer Schmerz sei ein Schmerz, der für länger als 3 Monate bestehe oder wiederkehre. Akuter Schmerz rangiert dabei unterhalb dieser Zeitspanne und ist im ICD-11 unter *MG31* so vermerkt. Bei Raja et al. (2020) stehen weiter

als wichtige Kriterien bezogen auf die Schmerzdefinition auf Seite 7 (ins Deutsche übersetzt):

- Schmerz ist immer eine persönliche Erfahrung, die im unterschiedlichen Maße durch biologische, psychologische und soziale Faktoren beeinflusst wird.
- Schmerz und Nozizeption sind unterschiedliche Phänomene. Schmerz kann allein durch die Aktivität sensorischer Neuronen ausgelöst werden.
- Über die Lebensspanne hinweg lernen Individuen das Konzept von Schmerz kennen.
- Der Bericht einer Person über eine Schmerzerfahrung soll respektiert werden.
- Obwohl Schmerz für gewöhnlich eine adaptive Rolle einnimmt, kann er nachteilige Effekte auf das funktionale, soziale und psychologische Wohlbefinden haben.
- Die verbale Beschreibung ist lediglich eine Art von vielen Verhaltensweisen Schmerz auszudrücken; die Unfähigkeit zu kommunizieren negiert nicht die Möglichkeit von Menschen und Tieren Schmerz zu erleben.

Die oben erwähnte Nozizeption (lateinisch: *noxius* für schädlich, verletzend) bezieht sich dabei auf sogenannte Nozizeptoren, Sinnesrezeptoren, die durch mechanische, thermische oder elektrische Stimulation das zentrale Nervensystem vor einer möglichen Gewebeschädigung warnen (Tracey, 2017). Die Nozizeptoren agieren dabei unabhängig vom zugrunde liegenden Organismus. So können Schmerzeffekte auch mit einem Organpräparat in vitro, also im Labor, untersucht werden (Meßlinger, 1997). Das zentrale Nervensystem nimmt hier lediglich eine modulierende Rolle ein, wobei die Nozizeptoren Schmerzsignale über das Rückenmark bis zum Gehirn weiterleiten. Die Antwort des Nozizeptors, so heißt es ebd. auf Seite 354, könne dabei mit zunehmender Intensität des noxischen Reizes bis zur Schädigung des Gewebes ansteigen. Dies betont die Wichtigkeit der Untersuchung von akutem Schmerz. Bleiben akute starke Schmerzen unbehandelt oder unzureichend behandelt, kann das Spuren im Nervensystem, im Gewebe und sogar im Rückenmark hinterlassen, die nachhaltig die Schmerzwahrnehmung und das Schmerzgedächtnis negativ beeinflussen (Sandkühler, 2001). Dies kann in weiterer Folge zu Hyperalgesie, einer krankhaft gesteigerten Schmerzempfindlichkeit, führen und durch die Veränderung des Schmerzgedächtnisses zu einer Chronifizierung der Schmerzen beitragen (Tambornino, 2013).

Allen (2013) unterscheidet Schmerzen zusätzlich in prozeduralen, akuten und chronischen Schmerz. Da akuter und chronischer Schmerz schon oben definiert und

beschrieben worden sind, soll hier nur noch der prozedurale Schmerz zum besseren Verständnis nachfolgender Begrifflichkeiten und Studien kurz erklärt werden. Dabei handelt es sich um Schmerz, der durch medizinische Eingriffe aufgrund einhergehender Gewebs- oder Nervenschäden verursacht worden ist. Es ist noch die Erläuterung der Schmerzintensität und Schmerztoleranz zum weiteren Verständnis wichtig und was damit in der Wissenschaft gemeint ist. Sie beschreiben eine Möglichkeit der Schmerzmessung. Die *Schmerzintensität* stellt dabei die Messung dar, wie schmerzhaft etwas subjektiv von den Proband*innen wahrgenommen wird. Diese können z.B. auf einer *visuellen Analogskala (VAS)*, einer Gerade mit 10cm Länge, angeben, wie schmerzhaft etwas für sie ist. Die *Schmerztoleranz* hingegen beschreibt, wie lange (z.B. gemessen in Sekunden, Minuten usw.) ein Schmerzreiz ausgehalten werden kann – also der/die Proband:in mitteilt, dass die eigene Schmerzgrenze/ die eigene Toleranz erreicht ist und sich dem auslösenden Schmerz entziehen will. Als Beispiel lässt sich hier der Kaltwassertest (englisch: *Cold Pressor Test; CPT*) nennen, der weiter unten im Abschnitt *Messinstrumente* genau erläutert wird.

J. H. Lee (2016) untersuchte in ihrer Meta-Analyse 97 randomisierte kontrollierte Studien (englisch: *Randomized controlled trials; RCT*) aus den Jahren 1995 bis 2014. Sie fand heraus, dass Musikinterventionen einen statistisch signifikanten Effekt auf die Reduktion von akutem sowie prozeduralem Schmerz aufwiesen. Die Schmerzintensität wurde dabei in den untersuchten Studien mittels einer VAS mit 0–10 Punkten gemessen. Beide Schmerzarten waren leicht effektiver durch Musikinterventionen beeinflusst worden im Vergleich zu chronischem Schmerz. Musikinterventionen verringerten demnach allgemein den Schmerz um 1.13 Punkte auf der 10 Punkte Skala. Dieser Effekt war um einiges höher als jener der vergleichbaren Meta-Analyse von Cepeda et al. (2006), die nur 0.46 Punkte auswies. Als mögliche Erklärung für den generellen Schmerzreduktionseffekt durch Musikinterventionen wird bei J. H. Lee (2016) die *Gate Control Theory* (Melzack, 1996) genannt. Übersetzt als *Kontrollschrankentheorie* lässt sich diese bei 20 der 97 untersuchten Studien finden und beschreibt eine Schmerztheorie, die auf Ronald Melzack sowie Patrick David Wall zurückgeht und erstmals 1965 veröffentlicht wurde. Das Modell erhielt später eine Adjustierung und gilt als eine der einflussreichsten Theorien in der Geschichte der Schmerzforschung (Trachsel et al., 2022). Darin werden sowohl physiologische als auch psychologische Faktoren bei der Schmerzentstehung berücksichtigt. Besonders die Betrachtung psychologischer Faktoren erweiterte die Schmerzforschung und umfasste damit nicht nur das rein Körperliche als mögliche Ursache, sondern auch das

Psychologische, was erstmals eine Multidimensionalität als neuen Ansatz mit sich brachte. Die *Kontrollschrankentheorie* beschreibt eine Hemmung oder eben Nicht-Hemmung bzw. Modulation der subjektiv wahrgenommenen Schmerzen, die durch Signale der Nozizeptoren durch die dünnen C-Fasern sowie die dicken A-Fasern im und durch das Rückenmark an das Gehirn weitergeleitet werden. Diese Modulation, Weiterführung der Schmerzen zum Gehirn, kann daher situationsabhängig und individuell variieren; die Kontrollschranke schließt oder öffnet sich (stärker/schwächer) je nach Situation und verändert dadurch die Stärke des Schmerzsignals an das Gehirn. Die Hemmung kann z.B. durch positive emotionale Reize hervorgerufen werden und dadurch den wahrgenommenen Schmerz mindern. Der Zusammenhang zwischen Musikhören und einer Schmerzreduktion zeigt sich in dieser Theorie durch positive Emotionen, die durch entspannende langsame (stressreduzierende) und auch selbstgewählte Musik hervorgerufen werden können. Diese Entspannungsinduktion und gleichermaßen Stressreduktion durch positive Emotionen *schließt* die Kontrollschranke und hemmt das Schmerzsignal, was anschließend zu weniger stark empfundenen Schmerzen führt. Ist die Schranke *offen*, können Stress und negative Emotionen über diesen Weg den wahrgenommenen Schmerz verstärken sowie verlängern (Garland, 2012). Auch bei Linnemann et al. (2015) wird angenommen, dass Schmerzreduktionseffekte durch das Stressantwortsystem des Körpers mediiert werden. Die Kontrollschrankentheorie kann diesen Effekt gut darstellen. Die angesprochene Adjustierung dieser Theorie löst das veraltete Modell ab (Trachsel et al., 2022) und beschreibt neben der körperlichen und psychischen Verarbeitung des Schmerzes eine Art *Neuromatrix* mit mehreren Ebenen und wird daher als *Neuromatrixmodell* bezeichnet, durch welches die subjektive Schmerzwahrnehmung immer wieder neu gefiltert, bewertet und schließlich unterschiedlich subjektiv wahrgenommen wird. Diese Ebenen sind ineinander verwoben und binden neue Konstrukte in die Schmerzwahrnehmung/-verarbeitung mit ein wie z.B.: Kultur, Genetik, soziales Lernen, Bewertung der Schmerzintensität, dessen Bedeutung und Auswirkung für den Körper und Stress (Melzack, 2001; Melzack & Katz, 2013). J. H. Lee (2016) weist in ihrer Meta-Analyse weiter darauf hin, eine deutliche Inkonsistenz bezüglich der Systematisierung der Studien gefunden zu haben, was zu heterogenen Effekten führt. So haben die meisten Studien nur nach dem Musiktyp in den Musikinterventionen differenziert, nicht aber die genauen Liedtitel angegeben, was eine systematische Vergleichbarkeit oder auch Replizierbarkeit unmöglich macht. Ähnliche Kritik äußerten Cepeda et al. (2006), die bereits in ihrer 10 Jahre zuvor erschienen Meta-Analyse die Heterogenität der untersuchten

Studien bemängelten und dies sogar statistisch nachweisen konnten ($I^2 = 85.3\%$). Ein solcher I^2 -Wert oder Index, der oft für Meta-Analysen hergenommen wird und über 75% liegt, bezeichnet eine hohe Studienheterogenität, wobei 25% eine niedrige aufweisen würde (Huedo-Medina et al., 2006). Cepeda et al. (2006) beziehen sich dabei auf die nicht erklärbaren heterogene Effekte von Musik auf die Wahrnehmung der Schmerzintensität. Die Heterogenität verschwindet, wenn es sich lediglich um die Reduktion des postoperativen Schmerzes handelte. Hier war die Schmerzintensität auf einer VAS um 0.5 Punkte geringer als bei jener Gruppe, die keiner Musik ausgesetzt worden war. Dieser Effekt ist sehr klein und die Autor*innen betonen, dass zumindest eine Reduktion von zwei bis drei Punkten erscheinen sollte, um einen wahrnehmbaren Einfluss erkennen zu lassen. Allgemein stellten sie fest, dass 50% der 51 analysierten Studien von niedriger Qualität waren. Sie konnten zwar einen schwachen positiven Einfluss von Musik auf die Schmerzreduktion in ihrer Meta-Analyse feststellen, schreiben aber klar, dass der Effekt zu klein und die klinische Relevanz damit fraglich sei. Nilsson (2008) fand in mehr als der Hälfte der 42 analysierten randomisiert-kontrollierten Studien einen förderlichen Effekt der Musik auf den Schmerz und die Angstreduktion im perioperativen Setting. Die Musik in den Studien war beruhigend gewesen (60 – 80 bpm) und die meisten untersuchten Studien ($n = 29$) beinhalteten selbstausgewählte Musik. Die übrigen 15 Studien bestanden aus Musik, die von den Forschern ausgewählt worden war, wobei der Fokus auf Genres wie New Age, Klassik, langsame Instrumentalmusik, Piano und Panflöte lag. Die meisten Studien ließen die Proband*innen 15 bis 30 Minuten Musik hören. Generell lässt sich auch in der Meta-Analyse von Martin-Saavedra et al. (2018) konstatieren, dass Musikinterventionen nicht länger als 30 Minuten dauern und zwischen 14 und 30 Tagen angewandt werden sollen, um die Heterogenität der Ergebnisse gering zu halten. Die Musikhördauer um die 30 Minuten wird auch von anderen Autor*innen empfohlen, um förderlich auf den akuten Schmerz zu wirken (Akombo, 2006; Nilsson, 2008). Solche Ergebnisse decken sich mit denen, die bereits weiter oben in Bezug auf Stress genannt worden sind. Die Qualität der Studien betrug bei Cepeda et al. (2006) durchschnittlich drei Punkte, wobei sechs Punkte das Maximum waren. Bei Nilsson (2008) waren es sechs im Durchschnitt und die methodologisch hochwertigsten Studien erhielten neun Punkte. Die Studienqualität hat einen erheblichen Einfluss auf die jeweiligen Outcomes und Messzahlen der einzelnen Studien und in weiterer Folge auf die Meta-Analysen, die versuchen eine möglichst einheitliche Messzahl bzw. Übersicht zu schaffen, ob ein und derselbe Effekt über mehrere Studien hinweg nachweisbar

ist. Ist die Qualität schlecht (wie bei beiden Meta-Analysen aufgezeigt) und die Heterogenität hoch, braucht es mehr Systematisierung der Studien und ein einheitliches Vorgehen, was die Bedeutung der weiteren wissenschaftlichen Erforschung dieses Fachgebiets unterstreicht. Zusammenfassend lässt sich trotz der angesprochenen Heterogenität und den angeführten eher geringen Effekten in den Metanalysen feststellen, dass Musik prinzipiell einen förderlichen Effekt auf die akute subjektive Schmerzwahrnehmung hat und dies in der Forschungslandschaft als nachgewiesen gilt (Akombo, 2006; Bernatzky et al., 2011; Hsiao & Hsieh, 2009; Knox et al., 2011; J. H. Lee, 2016; Linnemann et al., 2015; Lu et al., 2023; Nilsson, 2008). Auch Studien neueren Datums bestätigen schmerzreduzierende Effekte von Musik, benennen aber klar, dass einige Zusammenhänge zwischen Musik und deren Wirkung auf den Körper noch nicht ganz geklärt sind und individuell sehr variieren können (D. Lee et al., 2021; Lu et al., 2023; Trappe, 2022). Letzterer Autor betont besonders die positiven Effekte von Musik in vielen Fachdisziplinen sowie in der Intensivmedizin.

Musiktempo und Schmerz

Knox et al. (2011) betonen die Notwendigkeit neben sowohl der Musikpräferenz auch tonale Musikeigenschaften wie das Musiktempo miteinzubeziehen. Ihre Untersuchung zeigte, dass klangfarbliche Eigenschaften sehr wichtig sowohl für das Erleben der Schmerzintensität als auch für das Erleben der Schmerztoleranz sind. Die Meta-Analyse von Martin-Saavedra et al. (2018) bestätigt die positiven Effekte der Musik auf die Schmerzwahrnehmung, besonders bei nicht-prozeduralem Schmerz. Das Musiktempo (60 - 80 bpm) in den untersuchten Studien zeigte keinen signifikanten Effekt auf die Schmerzreduktion, es ist jedoch diesbezüglich klar die hohe Heterogenität ($I^2 = 93\%$) zu benennen, wodurch nicht per se von keinem Effekt des Musiktempos auf die akute Schmerzwahrnehmung gesprochen werden kann. Es ist vielmehr durch die Unterschiedlichkeit der Studien oder dem Miteinbeziehen/Miteinwirken anderer Faktoren innerhalb der Musiktempos (Rhythmus, Lautstärke, Schlagzeug, Gesang oder ohne Gesang) keine klare kausale Ableitung möglich bzw. lässt die Frage nach einer tragenden Rolle des Musiktempos offen. Die Autor*innen finden auf Seite 87 ihrer Meta-Analyse klare Worte und betonen, ähnlich wie auch schon viele Forscher*innen vor ihnen, dass die musikalischen Interventionen zwischen den Studien zu unterschiedlich seien, um sie adäquat vergleichen zu können. Solange es in den Studien weiter subjektive musikalische Beschreibungen gebe, können keine präzisen Rückschlüsse erreicht werden. Weiter fordern sie mehr formale

Kategorisierung, die sich explizit auf musiktheoretische Konzepte bezieht wie das Musiktempo, die Melodie/Harmonie und die Instrumentation. Erst durch Minderung der Heterogenität in den Studien kann es eine Replizierbarkeit der Studien geben, um Effekte auch wirklich unter genormten Bedingungen messen zu können.

Das Musiktempo gilt als eines der wichtigsten Kriterien für Entspannung und damit einhergehender Stressreduktion, wie weiter oben dargelegt wurde. Das *Neuromatrixmodell* kann hier als Wirkmechanismus und theoretische Fundierung herangezogen werden. Langsame Musik bedingt demnach nicht nur eine Stressreduktion und induziert positive Gefühle, sondern könnte eben durch diese Effekte laut des *Neuromatrixmodells* auch schmerzlindernd wirken. Entspannung/positive Emotionen, die durch langsame Musik (60 – 80 bpm) hervorgerufen werden, hemmen das Schmerzsignal, die *Kontrollschranke* schließt sich und die akute subjektive Schmerzwahrnehmung ist vermindert. Der zugrunde liegende Zusammenhang zwischen der Entspannungsinduktion durch Musik und deren Auswirkung auf den Körper bzw. das Stresslevel wurde bereits weiter oben ausführlich erläutert. Martin-Saavedra und Ruiz-Sternberg (2020) konnten in dieser zwei Jahre später erschienenen Studie aufzeigen, dass das Musiktempo (hier 60 bpm) einen förderlichen schmerzreduzierenden Effekt hatte. Dabei achteten sie auf die genaue Beschreibung ihrer Musik, um den Ansprüchen ihr vorherigen Meta-Analyse gerecht zu werden. Die Stichprobe bestand aus 51 Frauen, die unter Dysmenorrhoe (Regelschmerzen) litten und mittels einer VAS den akuten subjektiven Schmerzgrad angeben sollten. Die von den Forscher*innen für diese Studie komponierte Musik wurde während den ersten zwölf Stunden der Menstruation gehört, wo sie den größten Effekt zeigte. Das systematische Review von Nilsson (2008) zeigt bei der Untersuchung von 42 RCTs dezidiert auf, dass das Musiktempo (60 - 80 bpm) eines der wichtigsten Faktoren bei der Schmerz- und Stressreduktion zu sein scheint, was die mögliche Anwendung bzw. Erklärung durch die oben genannte *Kontrollschrankentheorie* bzw. durch das *Neuromatrixmodell* untermauert. Eine andere Studie entdeckte einen Geschlechtereffekt bzgl. der Schmerzwahrnehmung (Kenntner-Mabiala et al., 2007). So war bei Frauen in der Studie die Schmerzintensität bei schnellem Musiktempo höher als bei langsamem. Gleichschaltend mit höherem Musiktempo erhöhte sich auch die Herzrate, Atmung sowie die körperliche Erregung/Aktivierung. Bei Männern in der Studie zeigte sich kein solcher Effekt. Die Autor*innen implizieren daraus, dass Musiktherapie effektiver bei Frauen als bei Männern sein könnte. Wie weiter oben beschrieben, gab es auch schon vorher Diskrepanzen bei der Schmerzintensität, die nicht ohne weiteres erklärbar waren und weitere

Erforschung verlangen. Eine intraindividuelle Betrachtung fehlt meines Wissens gänzlich in der wissenschaftlichen Literatur und könnte einen weiteren Einblick in die unterschiedliche Verarbeitung von Musik geben und zudem dessen Volatilität aufzeigen. Zu meiner Kenntnis ist bis dato nicht mehr in der Forschungslandschaft zu finden und unterstreicht die Wichtigkeit weiterer wissenschaftlicher Analysen und Erforschung des Musiktempos hinsichtlich der akuten Schmerzwahrnehmung und weiterführend der Schmerzintensität sowie Schmerztoleranz.

Abschließend ist bei der empirischen Erfassung des Musiktempos noch auf einen Alterseffekt hinzuweisen, wobei jüngere Menschen schnellere Musik präferieren (Dobrota & Ercegovic, 2015; Knox et al. 2011; Leblanc et al., 1988; H. J. Trappe, 2011). LeBlanc et al. (2000) konnten zusätzlich empirisch nachweisen, dass bei jüngeren Menschen unterschiedlicher Länder bzw. Kontinente diese Musikpräferenz zu schnellem Musiktempo weiterhin besteht. Es ist also bezüglich der Stichprobe darauf zu achten diese altershomogen zu halten. Dies sei am Rande erwähnt, um auch hier eine mögliche Konfundierung (Störung) in den vergangenen Studien zu benennen, die zu heterogenen Ergebnissen geführt haben mag. Für die vorliegende Arbeit mit einer altershomogenen Stichprobe ist dieser Hinweis als vernachlässigbar anzusehen.

Selbstausgewählte Musik in Bezug auf Schmerz und das Musiktempo

In diesem Abschnitt geht es dezidiert darum die Studienlandschaft hinsichtlich selbstausgewählter Musik, akutem Schmerz und dem Musiktempo zu untersuchen und inwiefern diese drei Parameter gemeinsam verarbeitet und untersucht worden sind. So fand das bereits vielfach hier zitierte systematische Review von Nilsson (2008) förderliche Effekte selbstausgewählter, langsamer Musik auf den Schmerz und die Angstreduktion im perioperativen Setting. Die Musik in den untersuchten Studien war beruhigend gewesen (60 – 80 bpm) und 26 der insgesamt 42 untersuchten Studien beinhalteten selbstausgewählte Musik. Trappe (2011) bezeichnet Musik als sehr individuell und sie sollte nach den Wünschen von Patient*innen ausgewählt werden, um positive Effekte bei der Schmerzwahrnehmung zu erzeugen. Dieser Meinung sind auch Mitchell und MacDonald (2006) und konnten dies empirisch nachweisen. So erhöhte die selbstausgewählte Musik die Schmerztoleranz. Die Schmerzintensität verringerte sich signifikant allerdings nur bei den weiblichen Studienteilnehmerinnen. Die Autor*innen räumen ein, dass die selbstgewählte

Musik der Proband*innen bzgl. der musikalischen Strukturen (u.a. Musiktempo) keine Gemeinsamkeiten hatte und sie den Fakt, dass die Musik selbst ausgewählt wurde, eine wichtigere Rolle zuschreiben als dem Musiktempo, können das aber aufgrund ihres Forschungsdesigns nur mutmaßen, da die selbstausgewählte Musik nicht genauer aufgeschlüsselt worden war. Dies ist ein großer Kritikpunkt in der Forschungsliteratur, wie weiter oben bereits dargelegt wurde. Als weiteres Argument der Förderlichkeit selbstausgewählter Musik führen sie die erlebte Kontrolle über die Musik an, die Proband*innen verspüren. In einer Studie desselben Jahres konnten sie erneut die positiven Effekte selbstausgewählter Musik auf die Schmerztoleranz bestätigen, allerdings nicht bezogen auf die Schmerzintensität (Mitchell et al., 2006). Hier scheint es noch viel Forschungsbedarf zu geben und die Forschungsgemeinde ist sich nicht ganz sicher, welche genauen unterliegenden Faktoren die Unterschiede zwischen Schmerztoleranz und -intensität erklären können. Knox et al. (2011) führten eine Analyse von drei Schmerzstudien durch, in denen selbstausgewählte Musik gehört worden war. Sie fanden signifikante schmerzreduzierende Effekte sowohl für die Schmerztoleranz als auch für die Schmerzintensität. Sie heben die emotionale Involviertheit mit der eigenen selbstausgewählten Musik hervor, die zu verringerter Schmerzwahrnehmung sowie zu verringerter Schmerztoleranz und -intensität führen kann. Die akustischen Eigenschaften von Musik - wie z.B. das Musiktempo - sind laut den Autor*innen sehr wichtig für den Ausdruck von Emotionen. Auch ist hier erneut der *Locus of Control – Ansatz* zu nennen, der das Zusammenspiel von wahrgenommener Schmerzreduktion und selbstgewählter Musik erklären kann. Menschen, die ihre eigene präferierte Musik hören, verspüren eine Art Selbstwirksamkeit und Kontrolle über die Situation, was sich positiv auf die subjektiv wahrgenommene Schmerzwahrnehmung auswirkt. Emotionale Aspekte innerhalb selbstausgewählter Musik haben ebenfalls positive Auswirkungen auf die akute Schmerzwahrnehmung. Diese und allgemein generell förderliche Effekte sind in der Studienlandschaft gut erforscht und belegt, es mangelt allerdings an Generalisierbarkeit, Replizierbarkeit und damit an klarer Rückführung auf valide Faktoren innerhalb der Musik (Chanda & Levitin, 2013; Garcia & Hand, 2016; Knappe & Piquart, 2009; Labbé et al., 2007; Mitchell & MacDonald, 2006; Nilsson, 2008; Timmerman et al., 2023). Bernatzky et al. (2011) schreiben, dass selbstausgewählte Musik meistens, aber nicht immer effektiver als fremdgewählte Musik bezogen auf die Schmerzwahrnehmung ist und viele unterliegende Mechanismen weitestgehend unbekannt sind. Er sieht die Lösung darin, die mit Musik und

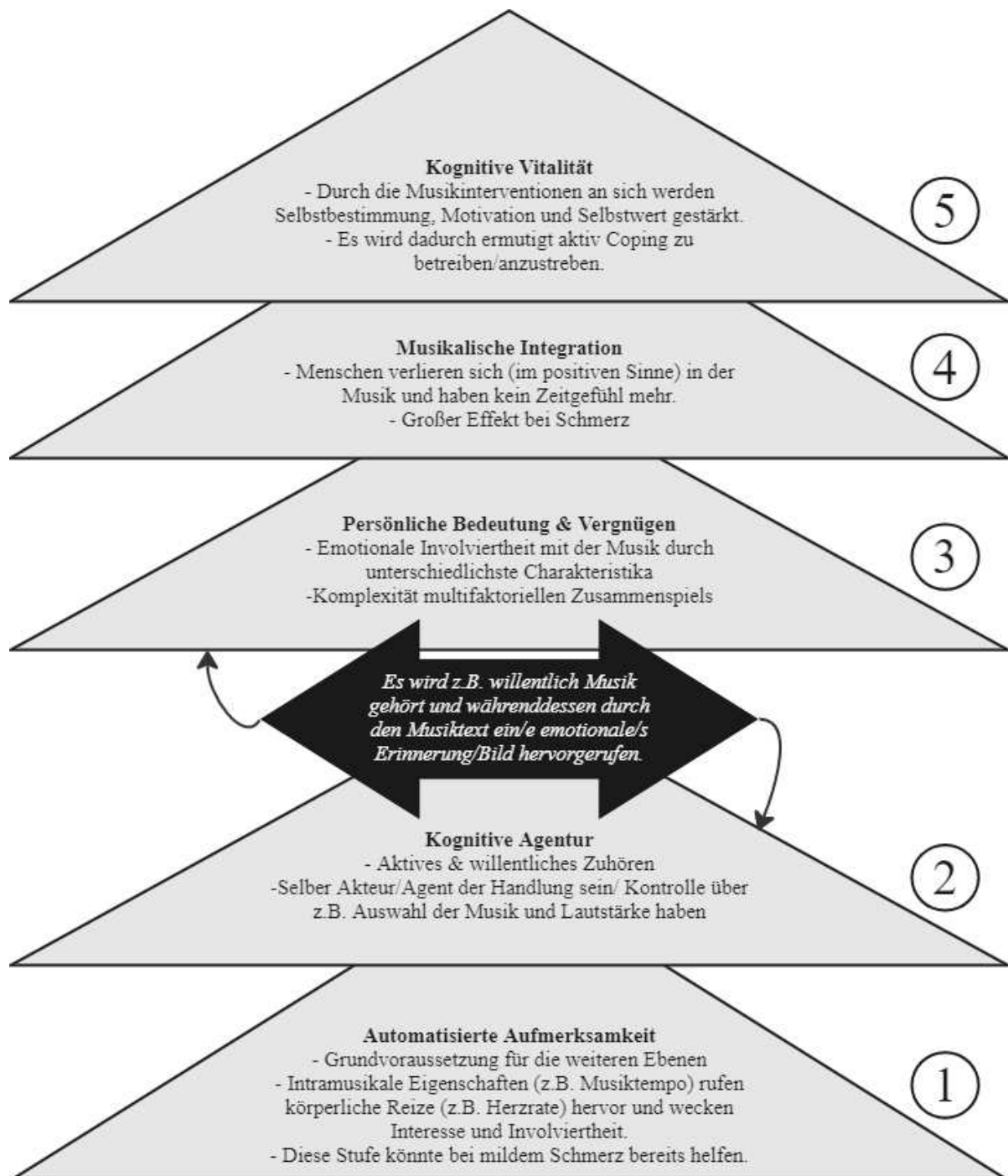
Schmerz verbundenen neuronalen Prozesse im menschlichen Gehirn dahingehend zu untersuchen. Lu et al. (2023) könnten mit einer aktuellen Studie dem Nagel auf den Kopf getroffen haben, wobei sie Gehirnareale untersuchten, die die akute Schmerzwahrnehmung (hier: Schmerzintensität) medieren. Proband*innen hörten von ihnen präferierte Hintergrundmusik (die Kontrollgruppe hörte Musik, die nicht gemocht wurde), während mittels *funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRI)* das Gehirn auf Aktivität hin gescannt worden war. Währenddessen wurde mit einem Laser ein Schmerzreiz ausgelöst. Sie fanden heraus, dass jene Areale im Gehirn wie der prä- sowie postzentrale Gyrus (Teil des Frontallappens), der anteriore cinguläre Cortex, das bilaterale Putamen und das linke Cerebellum aktiviert worden waren, die bei der motorischen Kontrolle, der sensorischen Verarbeitung von Schmerz und dessen Vermeidung in Zusammenhang stehen. Hier gab es einen Unterschied in der Aktivität zwischen jener Gruppe, die präferierte Musik hörte, zu jener Gruppe, die nicht-präferierte Musik hörte. Die Schmerzreize waren bei der Musikpräferenzgruppe im Vergleich zu den Gruppen mit nicht-präferierter Musik und keiner Musik sowohl im Schmerzrating als auch in der Gehirnaktivität signifikant weniger ausgeprägt. In diesem Zusammenhang lässt sich auch erneut die *Kontrollschrankentheorie* bzw. das *Neuromatrixmodell* nennen. Da selbstausgewählte Musik jene Musik ist, die durch die Selbstauswahl per se ja mehr gemocht wird als andere Musik, ist diese auch prinzipiell mit positive(re)n Emotionen verknüpft. Die Kontrollschranke schließt sich (stärker/schwächer je nach Situation) und verändert dadurch die Stärke des Schmerzsignals an das Gehirn.

Ein weiteres Modell stellen Howlin und Rooney (2020) erstmals in ihrer Sondierungsstudie (siehe Abbildung 2) vor. Die Autor*innen beklagen, dass lediglich ein kleiner Anteil ihrer 75 untersuchten Studien überhaupt dazu fähig war kognitive Mechanismen in Zusammenhang mit Schmerz zu erfassen. Das Modell heißt: *Das kognitive Vitalitätsmodell*. (englisch: *The Cognitive Vitality Model*). Es soll Forscher*innen bei zukünftigen schmerzbezogenen Musikhörstudien dabei helfen Interventionen und Forschungsdesigns bezogen auf dieses Modells zu erstellen, da nach wie vor viele Zusammenhänge zwischen Musik und Schmerz nicht geklärt sind. Die Autor*innen merken an, dass neben den teilweise ungeklärten Mechanismen auch andere Mängel bestehen. So benutzten viele Studien nach wie vor fremdselektierte Musik, obwohl der Nutzen selbstausgewählter Musik klar gegeben sei (ebd., S.150). Zudem betonen sie, dass vorrangegangene Studien die heterogenen Interventionen bemängelten, die bisher in der

Forschungslandschaft zum Einsatz kamen. In Bezug auf Krebs oder chronischen Schmerz lässt sich laut den Wissenschaftler*innen eine Häufung bzw. ein Fokus auf nur diese Themen erkennen. Eine Untersuchung des akuten subjektiven Schmerzes hinsichtlich homogener oder vielmehr replizierbarer Interventionen, um Effekte einheitlich messen und miteinander vergleichen zu können, wäre hier wünschenswert, um die Forschung voranzubringen. Das angesprochene *kognitive Vitalitätsmodell* greift laut den Autor*innen auf 10 Jahre Forschung zurück und soll dazu beitragen den Mangel zu beheben, kein adäquates theoretisches Grundkonzept für kognitive Mechanismen bei Musikinterventionen zu haben. Es geht darum, welche kognitiven Mechanismen unter welchen Bedingungen ausgelöst werden und welchen Einfluss das auf wissenschaftliche Musikinterventionen hat. Diese Zusammenhänge zu verstehen und manipulieren zu können kann unerwünschte Nebeneffekte oder auch heterogene Ergebnisse minimieren oder gar gänzlich ausschalten. So hatten lediglich 19 der untersuchten 75 Studien (also 25.3%) ein Untersuchungsdesign, um kognitive Mechanismen bei Musikinterventionsstudien exakt wissenschaftlich manipuliert zu betrachten, worunter z.B. Engagement, durch Musik induzierte emotionale imaginäre Bilder, Erwartungen, Erregung und emotionale Inhalte fielen. Durch die thematische Synthese nach Thomas und Harden (2008) erarbeiteten die Autor*innen fünf Oberbegriffe/Ebenen, die mit kognitiven Mechanismen innerhalb der Musikinterventionsstudien in Zusammenhang stehen (siehe Abbildung 2). Demnach stellt die unterste Ebene die Grundvoraussetzung dar, um als Musikhörer:in überhaupt auf den nächsten Ebenen weiter involviert zu werden. Die erste Ebene, *Automatisierte Aufmerksamkeit* (englisch: *Automated Attention*), beschreibt eine Involviertheit in die Musik durch psychologische Reaktionen auf intramusikalische Eigenschaften. Diese erregen Aufmerksamkeit und die Hörer*innen fühlen sich quasi zur Musik hingezogen. Die Autor*innen vermuten, dass es bereits hier einen milden schmerzlindernden Effekt geben kann. Als nächste Ebene kommt die *Kognitive Agentur* (englisch: *Cognitive Agency*), worunter sich im Deutschen erst einmal nichts vorstellen lässt. Die Ebene beschreibt das aktive und willentliche Zuhören, welches die Schmerzwahrnehmung mit beeinflusst. Besonders die Kontrolle über die Musik zu haben (z.B. die Musiklautstärke, Auswahl der Musik) hat einen positiven Effekt auf die Schmerzwahrnehmung. Der Übergang zur nächsten Ebene *Persönliche Bedeutung & Vergnügen* (englisch: *Meaning Making & Enjoyment*) ist eher fließend und die Grenze zur vorangegangenen Ebene ist überlappend, wie auch in der Abbildung 2 gut ersichtlich und mit einem Beispiel gekennzeichnet.

Abbildung 2

Das kognitive Vitalitätsmodell (*englisch: The Cognitive Vitality Model*)



Anmerkung: In Anlehnung an Howlin & Rooney (2020, S.154)

So beinhaltet diese Ebene die persönliche und emotionale Interpretation der Musikhörenden und betont die Komplexität als auch das multifaktorielle Zusammenspiel zwischen den eigenen Musikpräferenzen, Musikcharakteristika sowie dem Musiktext und eigener

subjektiver emotionaler Interpretation (z.B. Erinnerungen). Die Autor*innen betonen außerdem die Bedeutung und notwendige systematische Analyse zusammenhängender neuraler und physiologischer Aktivierung wie z.B. bei den sogenannten *Chills*, welche bereits weiter oben erklärt worden sind. Sie wollen mit ihrem Modell einen Rahmen für kognitiven Erklärungsmodelle schaffen. Als nächste Ebene folgt *die musikalische Integration* (englisch: *Musical Integration*), die den Effekt beschreibt, dass sich die Musikhörenden in die Musik integrieren und gleichsam das Zeitgefühl verlieren, was eine hohe emotionale, körperliche, neurale als auch befriedigende Involviertheit voraussetzt. Hier sehen die Autor*innen den größten Schmerzreduktionseffekt. Sie gehen besonders auf die Bedeutsamkeit des *Neuromatrixmodells* ein, die die bereits angesprochene Adjustierung der *Kontrollschrankentheorie* darstellt und durch ihre multifaktorielle Struktur als Erklärungsmodell mehrere Parameter in die Schmerzverarbeitung mit integriert und damit mit dieser Ebene eng in Verbindung steht. Die fünfte und damit letzte Ebene des kognitiven Vitalitätsmodells wird als *Kognitive Vitalität* (englisch: *Cognitive Vitality*) bezeichnet und beschreibt die positiven Auswirkungen durch musikbezogene Interventionen, die nicht nur die Selbstwirksamkeit sowie Selbstwahrnehmung von Patient*innen, die an Schmerz leiden, stärken, sondern auch Bewältigungsstrategien (*Coping*) und Motivation vermitteln kann.

Zusammenfassend lassen sich neben Knox et al. (2011) auch andere Wissenschaftler*innen nennen, die signifikante positive Effekte selbstausgewählter Musik auf die akute subjektive Schmerzwahrnehmung bestätigen können (Howlin & Rooney, 2021; Mitchell & MacDonald, 2006; Mitchell et al., 2006; Lu et al., 2023; Timmerman et al., 2023), allerdings mit Einschnitten, die im Folgenden ausgeführt werden sollen. Erstere Autor*innen fanden signifikante Schmerzreduktionseffekte selbstausgewählter Musik bezogen auf die Schmerztoleranz sowie Schmerzintensität, was sich mit den Ergebnissen von Lu et al. (2023) und Timmerman et al. (2023) deckt, nicht aber mit jenen der beiden anderen aufgeführten Studien (Mitchell & MacDonald, 2006; Mitchell et al., 2006), die keinen Einfluss selbstausgewählter Musik auf die Schmerzintensität nachweisen konnten. Timmerman et al. (2023) fügen an, dass es aufgrund der vorherigen Forschungsarbeiten für sie nicht möglich war die für alle übergreifend perfekten Musikcharakteristika zu identifizieren. Zwar sind sich die Autor*innen der angegebenen Studie darüber einig, dass die Selbstauswahl und Kontrolle über die gehörte Musik einen signifikanten Schmerzreduktionseffekt hat, aber nicht darüber, welche genauen Musikcharakteristika bei der Schmerzintensität für unterschiedliche Ergebnisse sorgen. Zudem ist hervorzuheben,

dass bei Howlin und Rooney (2021) selbstgewählte Musik aus einem durch die Forscher*innen vorher ausgewählten Pool vorgegeben wurde und nicht per se von den Proband*innen gänzlich frei z.B. von Zuhause mitgebracht worden war. Sie beobachteten zwar ein Muster bei entspannender und aktivierender Musik zwischen 60-80 bpm bzw. 100-110 bpm, behaupten aber, dass die Kontrolle über die Musik bei schmerzlindernden Effekten eine wichtigere Rolle spiele als die intramusikalische Beschaffenheit der gehörten Musikstücke. Bei Mitchell und MacDonald (2006) wird dies ähnlich gesehen und eher angenommen, dass die Selbstauswahl an sich für die schmerzreduzierenden Effekte maßgeblich verantwortlich sind als die intramusikalischen Eigenschaften. Dies lässt sich allerdings nicht nachprüfen, da die selbstausgewählte Musik der Proband*innen in der Studie nicht genannt werden, was der Kritik von J. H. Lee (2016) weiter oben entspricht. Es ist somit nicht wissenschaftlich replizier- oder nachprüfbar, welche Rolle das Musiktempo in Zusammenhang mit selbstausgewählter Musik in Bezug auf Schmerz spielt. Hier könnte ein mediierender/moderierender Effekt des Musiktempos und der selbstausgewählten Musik vorliegen, der bisher nicht untersucht worden ist und die weitere Erforschung dieses Themas unterstreicht. Diesbezüglich ist Jafari et al. (2012) zu nennen, die einen Effekt des Musiktempos innerhalb selbstausgewählter Musik messen konnten. Dort konnte der akute Schmerz bzw. die Schmerzintensität nach einer Herzoperation signifikant durch beruhigende Musik (60 – 80 bpm oder weniger) verringert werden. Zwar war die Musik von den Patient*innen präferiert worden, diese wurde allerdings im Vorhinein von Experten ausgewählt und nicht rein von den Patient*innen z.B. von zuhause aus der persönlichen Selektion mitgebracht worden, was die bereits angesprochene Problematik der Definitionsvermischung in der Studienlandschaft verdeutlicht: Wo ist die Grenze zwischen gänzlich frei gewählter Musik (z.B. Musik, die jemand in einer Playlist Zuhause hört) und selbstgewählter Musik aus einem vorherausgewählten Pool (z.B. durch Expertenrating)? Das in dieser Arbeit schon oft zitierte Review von Nilsson (2008) legt auf Seite 803 folgende Empfehlungen für Musikinterventionen im klinischen Bereich fest (ins Deutsche übersetzt):

- Langsame und fließende Musik (etwa 60 - 80 bpm)
- Keine Liedtexte innerhalb der Musik
- Maximale Lautstärke von 60 dB
- Eigene Patient*innenentscheidung unter Anleitung
- Adäquates Equipment je nach Situation
- Mindestmusikhördauer von 30 Minuten

- Messung, Nachtestung (Follow-up) & Dokumentation der Effekte

Abschließend ist Wulff et al. (2017) zu nennen, die die bereits genannten Kritikpunkte ebenfalls bemängeln. Sie schreiben, dass es keine konsistenten Ergebnisse bzgl. selbst- oder fremdausgewählter Musik in Bezug auf das Genre und das Musiktempo gibt. Hier bestehen erhebliche Forschungslücken und es lassen sich Effekte nicht klar voneinander trennen oder genau bemessen aufgrund der erheblichen Designvariationen in den genannten Studien. Intraindividuelle Beobachtungen liegen ebenso wenig vor. Diese könnten einen Einblick in die intrapersonale Variation des Musiktempos innerhalb selbstausgewählter Musik geben, um erfassen zu können, ob innerhalb einer Person unterschiedliche Musiktempi eigener präferierter Musik einen Unterschied in der Schmerzwahrnehmung ausmachen oder nicht und welche (weiteren) Musikparameter dafür verantwortlich sein könnten. Weitere Studien, die dezidiert selbstausgewählte Musik, das Musiktempo und den akuten Schmerz gemeinsam untersuchen, gibt es bis zu diesem Zeitpunkt meines Wissens nicht.

Das Musikgedächtnis – Echoeffekt oder Ohrwurm?

Bei der wissenschaftlichen Recherche für diese Arbeit war auffällig, dass sich keine der bisher genannten Studien mit dem sogenannten *Echogedächtnis* oder dem allseits bekannten *Ohrwurm* auseinandergesetzt oder diesen kontrolliert haben, um konfundierende Effekte zu vermeiden. Ergebnisse könnten dadurch verfälscht sein, da eine dominierende Melodie, ein Motiv oder auch ein emotionaler Musikinhalt eines Musikstückes innerhalb einer musikalischen Intervention viel mehr Einfluss auf die anschließende Schmerz- und/oder Stressmessung haben kann als die ganze Musikhördauer oder mehrere hintereinander gehörte Lieder zusammen. Hier sei auch noch einmal auf das *Kognitive Vitalitätsmodell* und auf die Ebenen der *emotionalen Involviertheit* bzw. der *musikalischen Integration* verwiesen. Es kann also der letzte Song in einer Sitzung *hängen* bleiben und dieser bestimmt/dominiert die anschließende Messung. Somit wären die Studienergebnisse verzerrt, da dieser Effekt nicht bei allen Proband*innen im gleichen Maße auftreten muss, aber kann. Spitzer (2002) schreibt in seinem Fachbuch über das Phänomen des *Echogedächtnisses*, welches eigentlich dem Ultrakurzzeitgedächtnis angehört und daher nur Millisekunden oder einige wenige Sekunden dort verbleiben sollte. Der Autor räumt allerdings die Möglichkeit ein, dass Motive oder auch emotionale Inhalte von Musik länger in unserem Kopf widerhallen können. Er spricht als ein Beispiel das sogenannte *Priming*

(deutsch: *Bahnung*) an. Durch wiederholende Inhalte wie z.B. der Refrain eines Liedes oder ein sehr einprägsamer Spruch bahnt sich ein Pfad in unser Gehirn – bildlich gesprochen. Durch die ständige Wiederholung braucht unser Gehirn weniger Rechenleistung und kann den auditiven Reiz immer besser kategorisieren und in weiterer Folge besser abspeichern sowie verarbeiten. Hinzu kommen emotionale Inhalte, die uns in bestimmten Musikstücken berühren oder auch durch den Gesang vermittelt werden. Diesbezüglich sprachen sich einige Autor*innen für Musik ohne Gesang aus (Martin-Saavedra et al., 2018; Martin-Saavedra & Ruiz-Sternberg, 2020; Nilsson, 2008). Hier braucht es mehr Forschungsarbeit. Die Übergänge vom Ultrakurzzeitgedächtnis, zum Kurzzeitgedächtnis bis hin zum Langzeitgedächtnis sind damit fließend. Ein Inhalt wird nicht nur wenige Sekunden oder Minuten erinnert oder bleibt als *Ohrwurm* hängen, sondern kann auch nach einigen Tagen, Wochen oder Jahren noch erinnert und vielleicht sogar wiedergegeben werden. Wer erinnert sich nicht an ein Kinderlied, dass er seit Jahrzehnten nicht mehr gehört hat und dieses Lied gewisse Emotionen und Kindheitserinnerungen auslöst? Das liegt daran, dass Musik im menschlichen Gehirn über die gesamte Großhirnrinde verteilt gespeichert wird. Assoziationsareale im Frontalhirn fügen die Musik wieder zusammen. Das Frontalhirn ist dabei außerdem für Persönlichkeitsmerkmale, Vorlieben für Musik wie auch für Emotionen und Empfindungen maßgeblich (H. J. Trappe, 2011) und erklärt den Zusammenhang biologisch recht gut. An dieser Stelle ist ebenfalls der *Primary-Recency-Effekt* oder auch *serieller Positionseffekt* zu nennen. Es wurde empirisch nachgewiesen, dass Menschen sich bei einer Reihe von gesagten, gehörten oder gelernten Dingen am besten den Anfang und das Ende merken können (Deese & Kaufman, 1957). Hier müsste in den Studien sichergestellt werden, dass nach einer mindestens 30-minütigen Musikhörsitzung nicht der zuletzt gehört Song erstens besser erinnert wird und zweitens auch hängen bleibt bzw. einen stärkeren Einfluss auf die anschließende Stress- und Schmerzmessung hat als die anderen gehörten Musikstücke. In einer aktuellen Studie von Arthur (2023) wird die Forschungslandschaft bzgl. des Themas *Ohrwurm* beleuchtet. In der wissenschaftlichen Literatur wird dieser auch als *unfreiwillige musikalische Bilder* (englisch: *involuntary musical imagery*) bezeichnet. Die Studie will insbesondere auf die Existenz zu weniger Studien bzgl. dieses Themas hinweisen und betont, dass vieles hier weder ausreichend erforscht noch verstanden wird. Die Autorin stellt dabei für die zukünftige Forschung des Ohrwurmphänomens drei große Fragen auf, warum dies bei Musik geschieht, welche genauen Kausalitäten dem zugrunde liegen und warum *Ohrwürmer* so weit verbreitet sind. Außerdem soll sich zukünftige

Forschung damit beschäftigen, ob eine Art spezielles musikalisches Gedächtnis, ein einfacher in uns liegender Wiederholungseffekt oder eine Art evolutionäres Prinzip dahintersteckt. Die hier vorliegende Masterarbeit möchte daher einen explorativen Vorstoß wagen, um zu schauen, ob nicht vielleicht das Musiktempo des zuletzt gehörten Songs einer Musikhörsitzung in Zusammenhang mit den anschließenden Schmerz- und Stressmessungen steht und im Sinne des Ohrwurmeffekts eine Art bleibenden Einfluss/Effekt hinterlässt und das subjektive Rating bedeutend und systematisch beeinflusst.

Fragestellung & Hypothesen

Inwiefern hängt das Musiktempo innerhalb selbstausgewählter Musik in Musikinterventionen mit dem subjektiv wahrgenommenen akuten Stress und Schmerz zusammen? Und in weiterer Folge bzgl. des Echoeffekts/Ohrwurmeffekts (explorativ): Hat das letzte Musikstück bzw. das Musiktempo des zuletzt gehörten Musikstückes in einer Musikintervention einen Einfluss auf das gleich danach abgegebene subjektive Stress- bzw. Schmerzrating? Daraus ergeben sich folgende Hypothesen:

H1a: Je höher der BPM-Mittelwert der jeweiligen Playlist je Sitzung ist, desto höher ist die subjektive akute Stresswahrnehmung nach der Musikintervention.

H1b: Die BPM des zuletzt gehörten Songs der jeweiligen Playlist je Sitzung hängen mit der subjektiven akuten Stresswahrnehmung nach der Musikintervention zusammen (explorativ).

H2a: Je höher der BPM-Mittelwert der jeweiligen Playlist je Sitzung ist, desto niedriger ist die subjektive akute Schmerztoleranz beim CPT.

H2b: Die BPM des zuletzt gehörten Songs der jeweiligen Playlist hängen mit der subjektiven akuten Schmerztoleranz beim CPT zusammen (explorativ).

H3a: Die BPM-Mittelwerte der jeweiligen Playlists je Sitzung hängen mit der subjektiven akuten Schmerzintensität nach dem CPT zusammen.

H3b: Die BPM des zuletzt gehörten Songs hängen mit der subjektiven akuten Schmerzintensität nach dem CPT zusammen (explorativ).

Methode

Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Daten wurden im Rahmen meiner Mitarbeit an der „Music-based Intervention for the Reduction of Pain“-Studie (MINTREP)² des Music and Health Labs des Instituts für Klinische und Gesundheitspsychologie der Universität Wien erhoben. In der Zeit meiner Mitarbeit im Wintersemester 2019/2020 sowie im Sommersemester 2020 kommen die dabei erlangten Daten hier zur Auswertung. Im Folgenden wird die genannte Studie nur so genau wie notwendig beschrieben, um als lesende Person ein adäquates Verständnis darüber zu bekommen, welche Daten und Variablen in der vorliegenden Arbeit analysiert werden. Unter Feneberg et al. (2020) lassen sich hierzu für interessierte Leser*innen detaillierte Einzelheiten des Pilotprojektes erfassen.

Versuchsplan & Untersuchungsdesign

Unter der deutschen Bezeichnung „Musik und Stressmanagement: Eine musikalische Interventionsstudie“ wurde mit einem Poster an verschiedenen Standorten (meist in Wien und rund um die Universität Wien in Österreich) und online auf Social Media Plattformen nach Proband*innen gesucht, die sich unter einer angegebenen E-Mail-Adresse melden konnten (siehe Anhang A). Nach Eingang einer E-Mail wurde ein etwa 20-minütiges Telefoninterview mit der jeweiligen Person durchgeführt, in welchem über die Studie und dessen Zweck aufgeklärt sowie der Ein- oder Ausschluss durch Angaben der Person festgelegt wurde. Wichtig war die Bereitwilligkeit über alle 10 Versuchstermine innerhalb von 3 Wochen teilzunehmen plus einem Vorbesprechungstermin, einem Nachbereitungstermin und einem Abschlusstermin. Jeder Termin dauerte ca. 70 – 80 Minuten, wovon 60 Minuten lang still in einem bequemen Sessel Musik gehört wurde. Die Musiklautstärke wurde vorher von einer testleitenden Person selbst überprüft und ob, diese gut hörbar, aber nicht zu laut war. Zudem wurde den Proband*innen mitgeteilt, dass sie Bescheid geben sollten, wenn die Musiklautstärke verändert werden sollte. Aufgrund des Versuchsaufbaus war dies nur durch eine testleitende Person möglich. Davor und danach waren Fragebögen auszufüllen. Während des Musikhörens wurden zudem biologische Daten aufgezeichnet. Aufgrund des hohen Aufwandes und der Verfügbarkeitsbereitschaft über einen langen Zeitraum wurde eine Aufwandsentschädigung von 80€ ausbezahlt. Danach

² <https://clinicaltrials.gov/study/NCT02991014> abgerufen am 04.10.2023

wurden die Termine festgelegt sowie die Person zufällig einer der drei in der Studie vorkommenden Untersuchungsbedingungen zugeordnet:

1) *Frequenzmodulierte fremdgewählte Musik*

Hier wurde von den Forscher*innen die zu hörende Musik aus unterschiedlichsten Genres vorgegeben, wobei gewisse Frequenzen herausgefiltert worden waren. Dies geht zurück auf die Methode der *audiovisuellen Wahrnehmungsförderung* (AVWF; Olbrich et al., 2015), die sich auf die polyvagale Theorie nach Porges (2007) stützt. Dies sei hier nur am Rande erwähnt, da dies für die vorliegende Arbeit nicht weiter relevant ist.

2) *Nicht-modulierte fremdgewählte Musik*

Hierbei handelt es sich um dieselbe Musikauswahl wie bei Bedingung 1), nur dass hier keine Frequenzen moduliert oder sonstige Veränderungen vorgenommen wurden.

3) *Selbstgewählte Musik*

Proband*innen, die dieser Versuchsbedingung zugeordnet worden sind, konnten 120 Minuten bevorzugter Musik mitbringen und davon 60 Minuten lang bei den Terminen hören. Dabei wurden diese in zufälliger Reihenfolge abgespielt. Es gab ansonsten keinerlei Vorgaben; die Musik konnte komplett frei gewählt werden.

Um Tageszeit abhängigen Störeffekten vorzubeugen, wurden die Termine möglichst zwischen 12 und 17 Uhr anberaumt. Es durfte eine Stunde vor der Testung/dem Termin weder geraucht, gegessen noch Sport gemacht werden. Zudem sollten am Tag der Testung kein Koffein oder anderweitig stimulierende/sedierende Substanzen konsumiert werden. Die Testungen wurden von jeweils zwei Testleiter*innen mit einer Doppelverblindung durchgeführt. Eine testleitende Person stellte die jeweilige Versuchsbedingung (ohne die zu testende Person zu sehen oder selbst gesehen zu werden) ein und die andere testleitende Person (weiblich, aufgrund des Anlegens des Brustgeschirrs zur Messung der Herzrate) übergab die Stress- bzw. Schmerzfragebögen (VAS) vor und nach den Musiksitzungen des 1., 3., 6. und 10. Termins. Die Testleiterin, die diese vorgab, führte auch die Schmerzindikation (CPT) zu den genannten Terminen durch. Bei der Schmerzindikation waren ebenfalls ausschließlich weibliche Testleiter im Einsatz, um geschlechtsspezifische Effekte bei der Schmerztestung konstant zu halten. Für den Baseline Termin am Anfang, dem Post-Termin am Ende und einem späteren Follow-up Termin galt dies auch. Beim Follow-up Termin wurde zudem ein ausführliches Debriefing über die Hintergründe der

Studie abgehalten und Feedback aufgenommen, was die getestete Person gut fand, aber auch, was sie als störend empfand, um die Qualität der laufenden Studie zu gewährleisten und besonders hier einen offenen Diskurs zu führen. Diese drei zuletzt genannten Termine sind allerdings für diese Arbeit nicht weiter relevant. Sie sollen aber hier der Vollständigkeit halber erwähnt bleiben. In Tabelle 1 ist der Versuchsplan zum besseren Verständnis ersichtlich.

Tabelle 1

Versuchsplan

Erhobene Variablen	Baseline	Zehn Musiksitzungen innerhalb von drei Wochen										Post	Follow- up
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
CPT:	Ja	Ja	Ja				Ja				Ja	Ja	Ja
1.Schmerztoleranz													
2.Schmerzintensität													
Subjektiver Stress	Ja	Ja	Ja				Ja				Ja	Ja	Ja
Herzratenvariabilität	Ja	Ja	Ja				Ja				Ja	Ja	Ja
Elektrodermale Aktivität	Ja	Ja	Ja				Ja				Ja	Ja	Ja
Haarkortisol	Ja												Ja

Die Musikhörsitzungen 1, 3, 6 und 10 unterscheiden sich prinzipiell aufgrund der erhobenen Variablen von den anderen Sitzungen, in denen nichts erhoben wird. Hier ist anzumerken, dass die Tabelle 1 den ursprünglichen Versuchsplan darstellt. Im Laufe des Projekts wurde klar, dass es besser wäre in allen 10 Musiksitzungen vor und nach dem Musikhören den akuten subjektiven Stress zu messen, um Musikeffekte besser eruieren zu können. Ansonsten wurde nichts geändert und der Ablauf erfolgte so: Am Anfang der genannten Termine werden Geräte zur Messung der Herzratenvariabilität und der elektrodermalen Aktivität bei

der zu testenden Person angeschlossen, dann erfolgt die einstündige Musikhörsitzung. Anschließend wird vor als auch nach der Musikhörsitzung (60 Minuten) der akute subjektive Stress und die Stimmung gemessen. Gleich danach erfolgt die Schmerzindikation mittels CPT, wobei davor als auch danach der akute subjektive Stress und Schmerz gemessen wird. Dann werden die Instrumente vom Körper entfernt und die Verabschiedung erfolgt.

Stichprobenbeschreibung

Es handelt sich hier während meiner Teilnahme bzw. Tätigkeit an der genannten Studie um eine Anfallsstichprobe, da im näheren Umfeld Wiens und der Universität Wien Menschen akquiriert worden sind. Es wurde bei der Akquirierung und schon während des Telefoninterviews auf Ein- bzw. Ausschlusskriterien geachtet, um mögliche Störeffekte zu vermeiden. Dies geschah durch einen Screening Fragebogen bzw. eine Selbstauskunft. In die Studie inkludiert wurden Männer und Frauen im Alter zwischen 18 und 35 Jahren, die normalgewichtig (Body-Mass-Index [BMI] 18,5 – 30) und keine professionellen Musiker*innen sind, ausreichend fließend deutsch sprechen, einen regelmäßigen Menstruationszyklus, keine psychischen Störungen und kein absolutes Gehör³ haben. Zudem darf es keinen regelmäßigen Drogenkonsum oder regelmäßige Tabletteneinnahme geben. Hörschädigungen, Tinnitus, kardiovaskuläre, arterielle Erkrankungen, Bluthochdruck oder niedriger Blutdruck sowie Diabetes als auch das Raynaud Syndrom müssen ausgeschlossen werden können. Hier zur Untersuchung gelangen zwei Probandinnen. Diese geringe Anzahl lässt sich mit dem Längsschnittstudiendesign, des enormen Aufwandes und den drei randomisierten Bedingungszuweisungen erklären, so dass durch die zufällige Zuordnung und durch die Ressourcenauslastung der Testleiter*innen – aufgrund der Längsschnittuntersuchung – in diesem Zeitraum schwerlich möglich war mehr Proband*innen zu akquirieren.

Die Studie und die Akquirierung der Proband*innen startete bereits in Marburg, Deutschland, und wurde in Wien, Österreich, weitergeführt, wobei in Marburg leider keine Screenshots der Playlists in der Bedingung der selbstausgewählten Musik gemacht worden waren. Aufgrund eines Missverständnisses wurde mir anfangs mitgeteilt, dass es aus dieser Zeit Screenshots zur Untersuchung gäbe. Dies bewahrheitete sich später leider nicht. Daher

³ Menschen mit einem absoluten Gehör können die Höhe eines Tones ohne weiteres exakt bestimmen und benennen.

werden die während meiner Mitarbeit erhobenen Daten von 2 Probandinnen, beide 20 Jahre alt, hier zur Auswertung gelangen, wobei bei einer Probandin, Versuchsperson (VP) mit der Kodierung 19022, erst mit der 4. Sitzung begonnen wurde Screenshots der selbstmitgebrachten Musik anzufertigen. Die zweite Probandin wurde mit der Zahl 19023 kodiert und hier sind alle Screenshots der Playlists je Sitzung vorhanden.

Messinstrumente/gemessene Variablen

Subjektive Stress- und Schmerzmessung (Schmerzintensität)

Zur Operationalisierung kamen für die Messung der akuten subjektiven Stress- und Schmerzempfindung die bereits erwähnte VAS zur Anwendung. Proband*innen können auf einer Gerade von 10cm Länge angeben, wie schmerzhaft etwas für sie war oder wie sehr sie sich gestresst fühlen. Dazu wird einfach von den Proband*innen ein Strich auf der Gerade eingezeichnet, um ihr subjektives Stress- bzw. Schmerzempfinden anzugeben. Wobei 0 kein Schmerz und 10 maximaler Schmerz bedeutet (bei Stress entsprechend angepasst). Dieser Strich wird später durch die Forscher*innen in Millimetern zwischen 0-100 nachgemessen und dieser daraus resultierende metrische Wert für die statistische Auswertung hergenommen.

Schmerzindikation & Schmerztoleranz

Hier kam der *Cold Pressor Test* (deutsch: *Kaltwassertest*) zur Anwendung. Ein Mensch steckt eine Hand in sehr kaltes Eiswasser, dann wird die Zeit in Sekunden gemessen, wie lange dieser Mensch die Hand im kalten Eiswasser belassen kann, bevor er diese vor Schmerz herauszieht/den Kälteschmerz nicht mehr aushalten kann. Die gemessene Zeit entspricht der *Schmerztoleranz*.

Selbstausgewählte Musik

Proband*innen erhielten eine Anweisung per E-Mail im Vorhinein (siehe Anhang B). Die selbstausgewählte Musik wurde für die Dauer der Testung gespeichert und zu jeder Musikhörsitzung zufällig in einer Playlist wiedergegeben. Dabei bestand jedes Mal die Möglichkeit die Lautstärke zu regulieren.

Messung des Musiktempo

Die selbstausgewählte Musik wurde für jede 60-minütige Sitzung zufällig wiedergegeben und anschließend Screenshots angefertigt (siehe Abbildung 3). Das Musiktempo in bpm wurde für jedes Musikstück mittels <https://getsongbpm.com/> und <https://www.bpmdatabase.com/> eruiert und beide Werte verglichen, um Fehler bei der Zuordnung zu vermeiden. Bei den beiden Internetseiten handelt es sich um die größten und bekanntesten Musikdatenbanken. Bei der Eruiierung des zuletzt gehörten Liedes wurde darauf geachtet, dass bei jeder Sitzung zumindest einschließlich bis zum Refrain zugehört worden war. Aufgrund der eigenen selbstmitgebrachten Musik und der damit verbundenen unterschiedlichen Musikstücklänge war es theoretisch möglich, dass gerade ein Lied abgespielt wurde, wenn die vorgeschriebenen 60 Minuten der Musikhörsitzung verstrichen waren. Das gehörte Musikstück würde somit unterbrochen werden. In dem Fall wurde das vorangegangene Lied als zuletzt gehörtes Musikstück hier in die Untersuchung aufgenommen.

Abbildung 3

Playlist Screenshots der Zufallswiedergabe

Nicht gespeicherte Liste			
The Theory of Everything Soundtrack 03 ...	★★★★★	2:41	
Maroon 5 - One More Night (Lyric Video)	★★★★★	3:43	
Feeling Good - Michael Buble (Lyrics on ...)	★★★★★	3:56	
Killer Queen	★★★★★	3:19	
BØRNS - Electric Love (Official Music Vid...	★★★★★	3:41	
Atlantis - Seafret (lyric video)	★★★★★	3:44	
Beirut - Elephant Gun (Lyrics)	★★★★★	4:33	
Dean Lewis - Waves (Official Video)	★★★★★	4:04	
Family of the Year - Hero (Official Music ...)	★★★★★	3:17	
Sia - Helium (Lyrics)	★★★★★	4:10	
Queen - Bohemian Rhapsody (Official Vi...	★★★★★	6:07	
Blanche - City Lights (Official Music Video)	★★★★★	2:56	
Why Did It Have To Be Me	★★★★★	3:19	
Fun. ft Janelle Monae - We Are Young Of...	★★★★★	4:13	
Alexis Ffrench - Bluebird	★★★★★	3:49	
Vargas & Lagola - Roads (Audio)	★★★★★	3:56	
Miley Cyrus - Malibu (Official Video)	★★★★★	3:48	
The Script - The Man Who Can't be Mov...	★★★★★	4:04	
Billie Jean by Michael Jackson w Lyrics	★★★★★	4:54	
Kodaline - High Hopes Lyrics	★★★★★	3:48	
Dean Lewis - Be Alright (Lyrics)	★★★★★	3:16	
Piso 21 - Me Llamas (Video Oficial)	★★★★★	3:54	
bastille - world gone mad (lyrics)	★★★★★	3:18	
Hall and Oats - You make my dreams co...	★★★★★	2:17	
Jason Mraz - Have It All Lyric	★★★★★	4:06	
Queen - Don't Stop Me Now (Official Vid...	★★★★★	3:37	
LCD Soundsystem - New York I Love You...	★★★★★	5:38	
Saint Motel - Cold Cold Man	★★★★★	3:51	
Adele - Chasing Pavements	★★★★★	3:41	
Grizzly Bear - Two Weeks (music video in...	★★★★★	4:10	

In Bezug auf *The Cognitive Vitality Model* nehme ich an, dass mit dem Hören des Refrains als Kernstück jedes Liedes dann bereits eine gewisse Wertigkeit/emotionale Involviertheit vorliegt und diese damit großen Einfluss hat. Durch dieses Kernstück oder Charakteristikum

gehe ich davon aus, dass das grundsätzliche Musiktempo des Liedes damit von den Zuhörenden erfasst werden kann, weswegen ich mich für diese Methode entschieden habe.

Ergebnisse

Aufgrund der geringen Stichprobengröße ist eine quantitative Analyse wenig sinnvoll. Es ist zu wenig Varianz bzw. Datenmaterial vorhanden, um durch quantitative, inferenzstatistische Analysen von der Stichprobe auf die Population Rückschlüsse ziehen zu können. Dennoch können die Daten explorativ und deskriptiv analysiert werden, was im Folgenden geschehen wird und den Vorteil hat, detaillierter und vor allem erkundend interessante Aspekte und Daten hervorheben zu können. Die Ergebnisse gelangen aufgrund der Widrigkeiten der weltweiten Covid-19-Pandemie und mit der damit einhergehenden Pausierung dieser Masterarbeit erst jetzt zur Verschriftlichung. Die Proband*innen-, die Datenakquise und -auswertung fand jedoch davor statt und bleibt von einer möglichen Verfälschung unberührt. Es folgt zum besseren Verständnis pro Hypothese eine deskriptive Ergebnis- bzw. Einzelfalldarstellung der beiden Probandinnen. Um Vergleiche besser visualisieren und darstellen zu können, werden jeweils zwei Graphen mit den Ergebnissen der beiden Probandinnen gegenübergestellt. Die Graphen sind dabei immer gleich aufgebaut: Auf der horizontalen X-Achse sind die 10 Musikhörtermine verzeichnet und auf der vertikalen Y-Achse die jeweiligen metrischen Werte der gemessenen und in der Legende angegebenen Variablen.

H1a: Je höher der BPM-Mittelwert der jeweiligen Playlist je Sitzung ist, desto höher ist die subjektive akute Stresswahrnehmung nach der Musikintervention.

Die H1a Hypothese kann - wie in Abbildung 4 und 5 ersichtlich – für beide Probandinnen nicht bestätigt werden. Es gibt keinen augenscheinlichen Zusammenhang zwischen den durchschnittlichen Musiktempos je Musikhörsitzung der selbstausgewählten Musik, die von den Proband*innen mitgebracht worden war und dem nach dem Musikhören abgegebenen Stressrating der beiden Probandinnen. Die (leicht) erhöhten Stressratings der subjektiven akuten Stressbewertung der beiden Probandinnen in der dritten sowie achten Musiksitzung (nur bei VP 19022) sind nicht nachvollziehbar. Es zeigt sich hier kein nennenswerter Zusammenhang zwischen den nach dem Musikhören abgegebenen Stressratings und dem durchschnittlichen Musiktempo der randomisierten Playlists je Musiksitzung. Die beiden höchsten BPM der VP 19022 in Sitzung 5 und 9 zeigen nur einen

sehr geringen Wert von 7, wobei 100 das Maximum wäre. VP 19023 war zum dritten Musikzeitpunkt nach dem Musikhören sogar noch gestresster als zuvor.

Abbildung 4

VP 19022 H1a

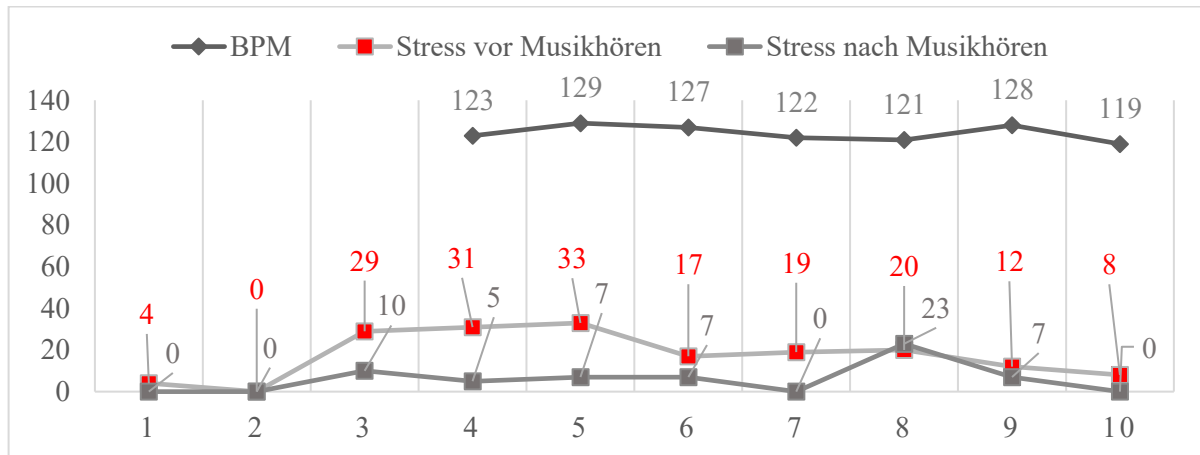
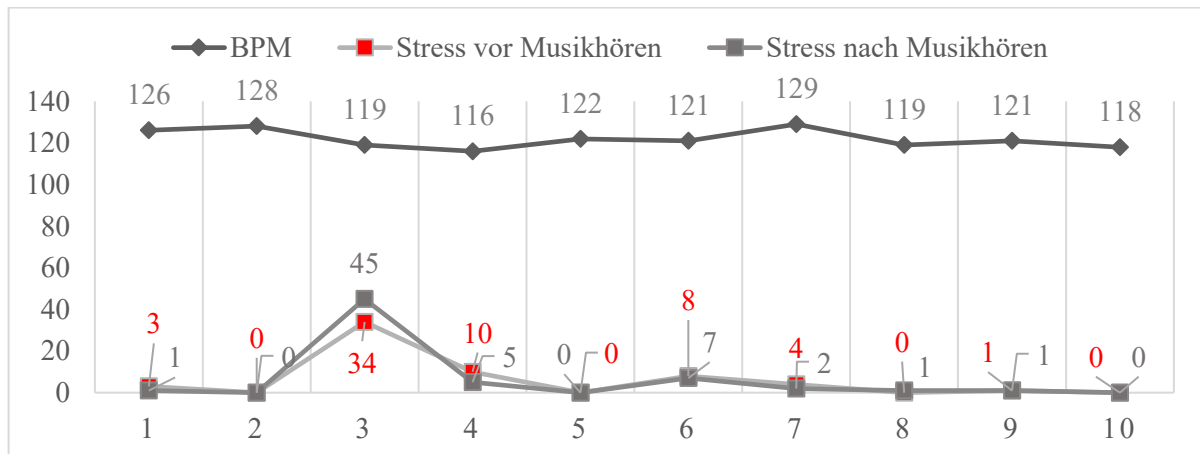


Abbildung 5

VP 19023 H1a



Es lässt sich bei ihr augenscheinlich nicht feststellen, dass die Musikhörsitzungen überhaupt einen positiven oder nur sehr geringen Effekt auf den akuten subjektiven Stress gehabt haben. Anders verhält es sich bei VP 19022, wo prinzipiell schon ein Stressreduktionseffekt durch das Musikhören per se zu beobachten ist trotz des durchschnittlichen schnellen Musiktempos der ausgewählten Musik in den gehörten Playlists ($M = 124$ bpm). Das durchschnittliche Musiktempo der VP 19023 liegt bei $M = 122$ über alle 10 Sitzungen

hinweg. Dies sei hier jedoch nur am Rande erwähnt, da dies nicht explizit Fragestellung war, aber im Rahmen eines deskriptiven und explorativen Vorgehens in den Ergebnissen Platz haben soll.

H1b: Die BPM des zuletzt gehörten Songs der jeweiligen Playlist je Sitzung hängen mit der subjektiven akuten Stresswahrnehmung nach der Musikintervention zusammen (explorativ).

Abbildung 6

VP 19022 H1b

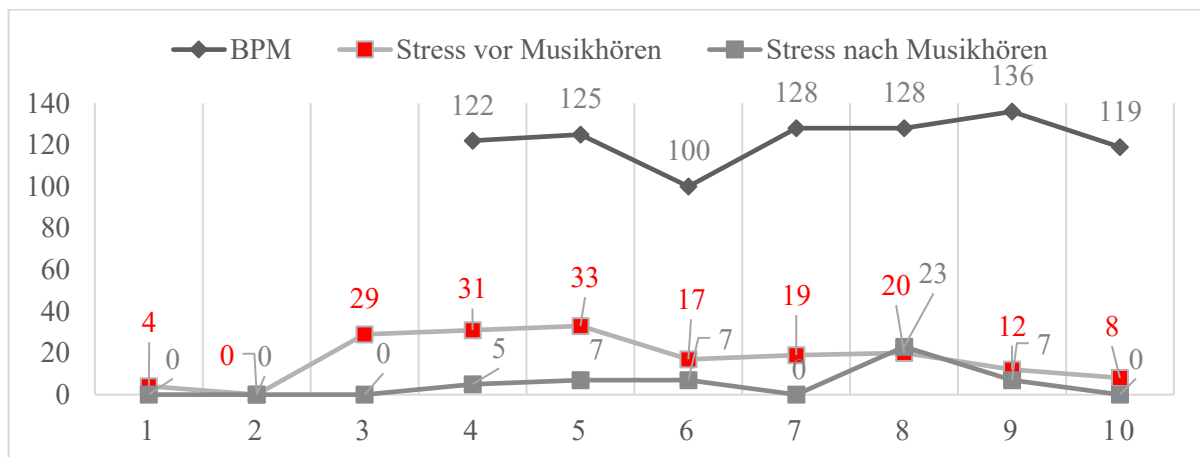
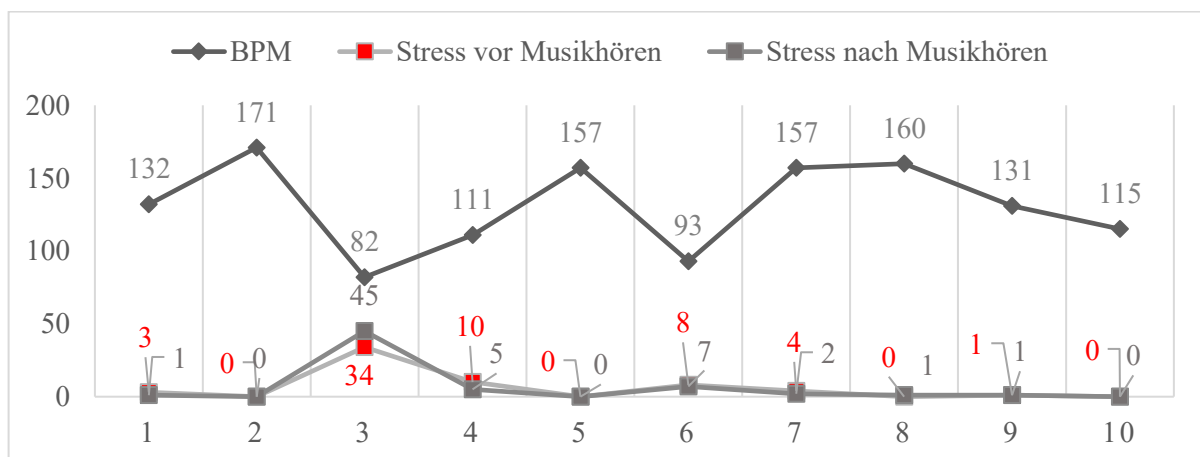


Abbildung 7

VP 19023 H1b



Bei VP 19022 lässt sich augenscheinlich kein Zusammenhang zwischen dem Musiktempo des zuletzt gehörten Songs und dem danach stattfindenden subjektiven Stressrating feststellen. Schnelle Musik des zuletzt gehörten Musikstückes, wie in der 5. und 9. Sitzung, erreichte denselben Stresswert wie bei mittelschneller Musik (dem niedrigsten

Wert) in der 6. Musikhörsitzung. Die Stressreduktion durch Musik ist bei VP 19022 in Sitzungen mit schneller Musik als letzten Song (Sitzung 4,5 und 7) sogar noch größer, wobei es hier ein BPM-Unterschied von 22 bis 28% gibt. Bei der anderen Probandin, VP 19023, gibt es augenscheinlich auch keinen Zusammenhang, jedoch scheinen hier die beiden höchsten Stresswerte (nach der 3. und 6. Sitzung) mit den beiden niedrigsten BPM-Werten der zuletzt gehörten Songs zusammenzuhängen, wobei der angegebene subjektive Stress in der 6. Musikhörsitzung mit 7 im Vergleich zu 45 in der 3. Musikhörsitzung deutlich geringer ausfällt.

H2a: Je höher der BPM-Mittelwert der jeweiligen Playlist je Sitzung ist, desto niedriger ist die subjektive akute Schmerztoleranz beim CPT.

Vorweg ist hier auf den Deckeneffekt bei VP 19022 in Abbildung 8 hinzuweisen. Die maximal zu messende Zeit beim *Kaltwassertest* von 180 Sekunden - einmal wurden 183 Sekunden verzeichnet, was keine weitere Bedeutung hat - wurde beim CPT erreicht und der Test musste ab da abgebrochen werden. Es lässt sich hier daher schwerlich eine Aussage hinsichtlich der aufgestellten Hypothese treffen. Zudem fehlen die Werte der ersten und dritten Sitzung, da – wie weiter oben bereits erwähnt – erst später Screenshots von den Playlists der selbstmitgebrachten Musik angefertigt wurden. Bei der VP 19023 in Abbildung 9 ist es hingegen ganz anders.

Abbildung 8

VP 19022 H2a

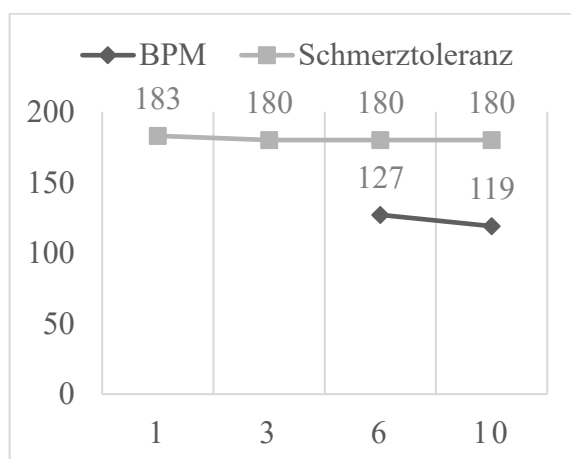
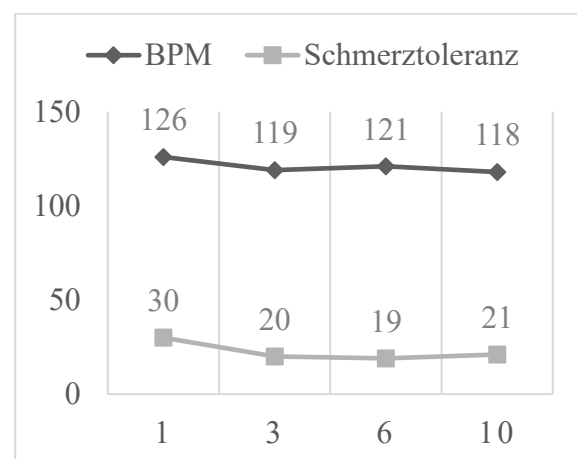


Abbildung 9

VP 19023 H2a



Hier wurde die Hand über alle vier Sitzungen hinweg nur bis maximal 30 Sekunden im kalten Eiswasser behalten. Es ist kein Trainingseffekt durch gesteigerte Toleranz über die Sitzungen hinweg erkennbar. Es lässt sich augenscheinlich ein sehr schwacher positiver

Zusammenhang zwischen dem Musiktempo und der akuten subjektiven Schmerztoleranz erkennen. Bei den Sitzungen Drei, Sechs und Zehn waren die BPM-Mittelwerte um die 120 und auch die Schmerztoleranz lag um die 20 Sekunden. Der BPM-Durchschnitt verhält sich gleichsam zur gemessenen Schmerztoleranz. Bei der ersten Musiksitzung heben sich sowohl das durchschnittliche Musiktempo als auch die Schmerztoleranz an, was gegen die aufgestellte negativ gerichtete Hypothese spricht, weswegen auch diese bei beiden Probandinnen verworfen werden muss.

H2b: Die BPM des zuletzt gehörten Songs der jeweiligen Playlist je Sitzung hängen mit der subjektiven akuten Schmerztoleranz beim CPT zusammen (explorativ).

Bei VP 19022 lässt sich aufgrund des bereits angesprochenen Deckeneffekts der Schmerzmessung bei der Schmerztoleranz keine Aussage treffen. Bei VP 19023 lässt sich augenscheinlich ein sehr schwacher positiver Zusammenhang ersehen, so wurde bei höheren BPM des zuletzt gehörten Songs auch eine höhere Schmerztoleranz erreicht, wobei anzumerken ist, dass Sitzung drei, sechs und zehn sehr wenig Varianz, also sehr eng beieinander liegende Werte aufweisen.

Abbildung 10

VP 19022 H2b

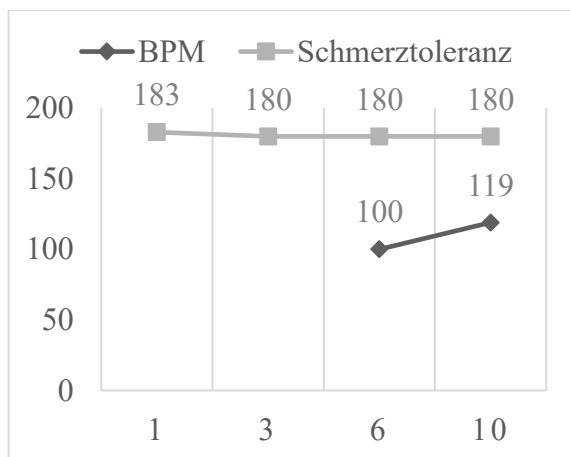
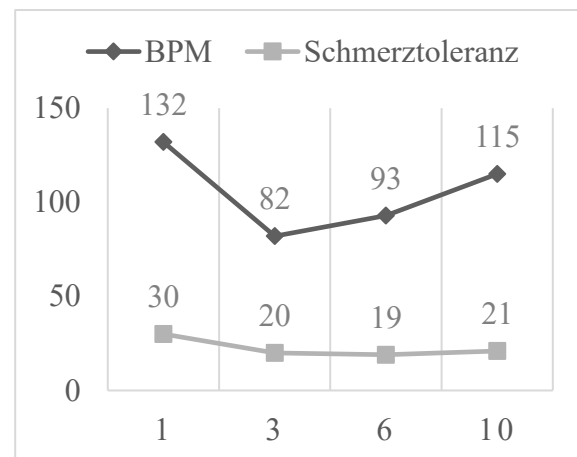


Abbildung 11

VP 19023 H2b



Umgekehrt lässt sich allerdings aussagen, dass die beiden höchsten BPM-Werte der zuletzt gehörten Songs mit den beiden höchsten Schmerztoleranzwerten zusammenfallen, womit zumindest augenscheinlich ein schwacher Zusammenhang zu sehen ist, womit die aufgestellte Hypothese bei VP 19023 bestätigt werden kann.

H3a: Die BPM-Mittelwerte der jeweiligen Playlists je Sitzung hängen mit der subjektiven akuten Schmerzintensität nach dem CPT zusammen.

Die wahrgenommene subjektive Schmerzintensität hängt bei VP 19022 augenscheinlich negativ mit dem durchschnittlichen Musiktempo der Playlists in den Sitzungen 6 und 10 zusammen. Je schneller die durchschnittlich gehörte Musik war, desto geringere Angaben bei der Schmerzintensität. Bei VP 19023 ist es genau umgekehrt. Es lässt sich ein schwacher positiver Zusammenhang erkennen: Je schneller die durchschnittlich gehörte Musik war, desto größer war die Schmerzintensität. Die aufgestellte Hypothese kann damit bestätigt werden, unterscheidet sich bei den Probandinnen aber bezüglich der Richtung des Zusammenhangs.

Abbildung 12

VP 19022 H3a

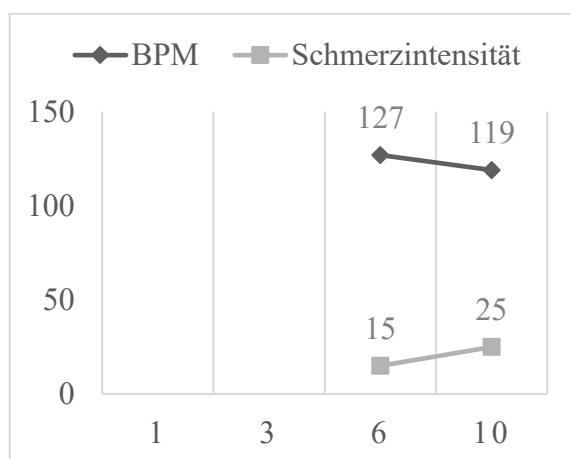
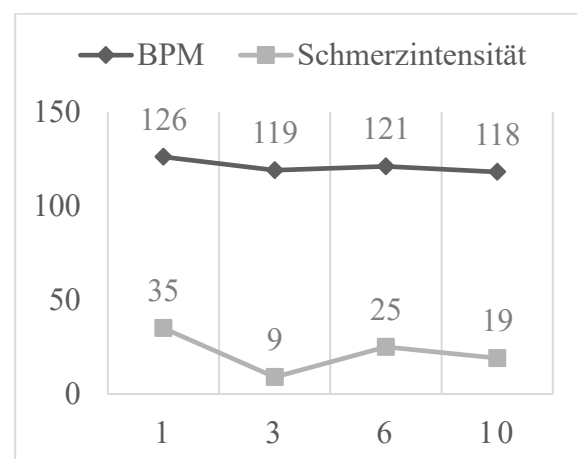


Abbildung 13

VP 19023 H3a



H3b: Die BPM des zuletzt gehörten Songs hängen mit der subjektiven akuten Schmerzintensität nach dem CPT zusammen (explorativ).

Bei der Betrachtung des Musiktempos des zuletzt gehörten Songs kehrt sich der Effekt bei VP 19022 im Vergleich zu der zuletzt genannten Hypothese um: Je schneller der zuletzt gehörte Song war, desto höher war die wahrgenommene Schmerzintensität. Bei VP 19023 zeigt sich der gleiche positive Zusammenhang außer bei der 10. Musikhörsitzung, wo die wahrgenommene Schmerzintensität geringer ausfiel, als in Anbetracht der anderen Sitzungen erwartet. Dies ähnelt den Ergebnissen derselben VP in der Hypothese 2a bzgl. der

Schmerztoleranz, wo sich in der 10. Sitzung der Zusammenhang scheinbar umkehrt. Die Hypothese kann dennoch augenscheinlich bzw. größtenteils bestätigt werden.

Abbildung 14

VP 19022 H3b

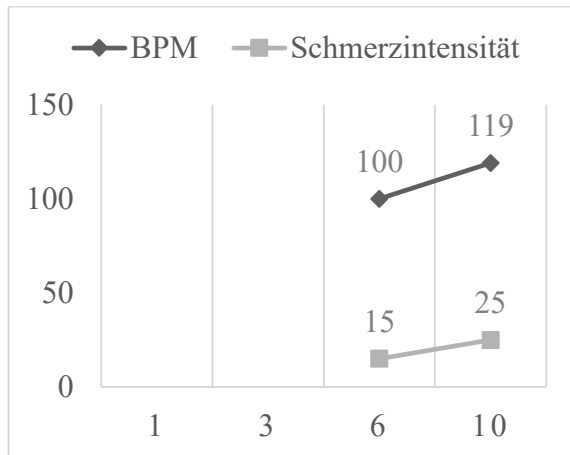
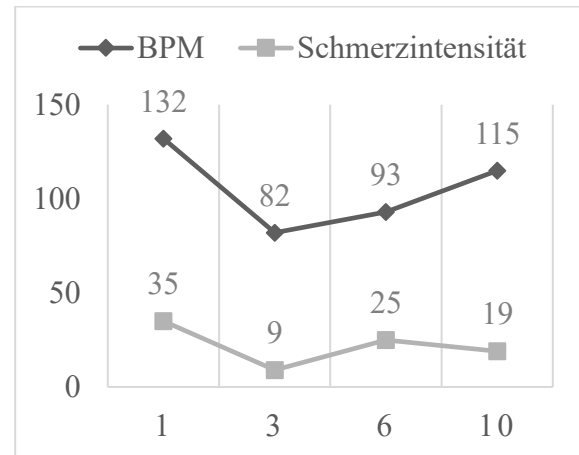


Abbildung 15

VP 19023 H3b



Post Hoc Analyse

Es ist auffällig, dass wenig Varianz bei den BPM-Mittelwerten der Playlists gegeben ist. Die gesamte von VP 19022 mitgebrachte Musik betrug durchschnittlich $M = 121$ bpm, wobei 90 bpm das langsamste und 166 bpm das schnellste Lied maß. Die mitgebrachte Musik der anderen Probandin, VP 19023, maß durchschnittlich $M = 122$ bpm, wobei 75 bpm für das langsamste und 175 bpm für das schnellste Lied eruiert wurde. So ist zwar schnelle bis sehr schnelle Musik häufig vertreten, jedoch langsame Musik zwischen 60 und 80 bpm absolut unterrepräsentiert. Bei VP 19022 war sogar gar kein Lied der gehörten Playlists in den Sitzungen im langsamen Tempobereich. Dies erklärt sich dadurch, dass sie 120 Minuten mitgebrachte Musik zufällig über 60 Minuten lang vorgegeben werden. Ist also ein gewisses Musikcharakteristikum unterrepräsentiert, ist die Wahrscheinlichkeit auch höher, dass dieses nicht gehört werden kann. Bei VP 19023 waren es zumindest 14 von 171 (8,2%) der gehörten Lieder der 10 Musikhörsitzungen von langsamem Musiktempo zwischen 60 und 80 bpm. Es war auffällig, dass bei VP 19023 ca. 40% der gehörten Lieder in der Moll-Tonart lagen, während bei der anderen Probandin nur lediglich ein Lied von insgesamt 37 (ca. 3%) in Moll in den Playlists vorhanden war. Zusätzlich war das Pop-Genre in der

selbstmitgebrachten Musik mit ca. 73% bei VP 19022 und 67% bei VP 19023 sehr stark vertreten.⁴

Diskussion

Die vorliegende Masterarbeit wurde im Rahmen der MINTREP-Studie durchgeführt und ersucht mit Fokus auf das Musiktempo und auf selbstausgewählte Musik akuten Stress und Schmerz zu untersuchen. Sie versucht zudem in diesem Kontext und aufgrund mangelnder empirischer Daten besonders die Forschung, aber auch Forschungslücken sowie die Heterogenität der Studienlandschaft aufzuzeigen, um im Weiteren Störfaktoren identifizieren und diese in Zukunft besser eingrenzbar zu machen. So ist noch sehr wenig über das Musiktempo innerhalb selbstausgewählter Musik bekannt und es gibt noch nicht viele Studien insbesondere im Schmerzbereich. Das hat enorme Bedeutung für die Praxis, in der durch Musik nebenwirkungsfrei und ökonomisch Menschen geholfen werden kann. Die MINTREP-Studie bot dafür sehr gute Versuchsbedingungen, um Stress- und Schmerzparameter nach jeder Sitzung anschauen und auswerten zu können. Die potenzielle Verfügbarkeit der Musikplaylists und das daraus resultierende deskriptive Potential eröffnen neue Möglichkeiten der Interpretation und der Eingrenzung heterogener Effekte. So z.B. fiel während der Untersuchung und wissenschaftlichen Recherche auf, dass keine einzige Studie den Ohrwurmeffekt berücksichtigte. Auch konnte die vorliegende Masterarbeit aufzeigen, dass es eine Eichung der Schmerz- bzw. Stressinterventionen braucht. So konnte u.a. dargelegt werden, dass ein höherer Neurotizismuswert das Stressrating beim TSST beeinflusst. Studien belegen, dass Frauen durchschnittlich einen höheren Wert aufzeigen als Männer und daher Studien mit einer rein weiblichen Stichprobe erneut zu hinterfragen sind. Im Folgenden wird detaillierter auf die Ergebnisse dieser Arbeit mit Hinblick auf die Forschungsliteratur und Herausarbeitung möglicher konfundierender Variablen eingegangen.

Zur Fragestellung, inwieweit sich das Musiktempo selbstausgewählter Musik auf den subjektiven akuten Stress und Schmerz auswirkt, konnte hier bei den beiden Probandinnen bzgl. *der ersten aufgestellten gerichteten Hypothese* kein augenscheinlicher Zusammenhang zwischen dem durchschnittlichen Musiktempo der gehörten Playlists je Musikhörtermin und dem danach abgegebenen Stressrating beobachtet werden. In der herausgearbeiteten Literatur wird prinzipiell bei höherem Musiktempo innerhalb selbstausgewählter Musik auch

⁴ <https://www.chosic.com/music-genre-finder/>; abgerufen am 07.02.2024. Es erfolgt bei der angegebenen Webseite ein Abgleich mit Spotify und Wikipedia, um das oder die passenden Genres genau zu eruieren.

ein subjektiv höherer Stresswert angenommen - entspannende bzw. langsame Musik mit einem niedrigerem Stresswert in Verbindung gebracht. Ein Grund für das hier widersprüchliche Ergebnis kann sowohl die geringe Stichprobe als auch die geringe Datenvariation im Musiktempo sein. Dies unterstreicht, dass viele Effekte sowie Einflüsse von Musik noch nicht gänzlich geklärt sind und inter- oder sogar intraindividuell sehr schwanken können. Hier bräuchte es eine möglichst große Musiktempovariation und zudem eine große Stichprobe an Proband*innen. Eine hohe Studienheterogenität lässt darauf schließen, dass die Wissenschaft mit vielen Methoden, unterschiedlichen Fragestellungen und Instrumenten nach wie vor auf der Suche nach einer klaren Abgrenzung von Effekten ist. Es stellt sich außerdem die Frage, ob es hier einen medierenden oder moderierenden Effekt gibt. Ist also eher die Selbstauswahl der Musik entscheidend oder das Musiktempo oder haben beide zusammen in einer Mediation/Moderation einen stärkeren Effekt als jeweils allein auf die Stressreduktion. Diese Fragen sind nach wie vor offen und bedürfen weiterer Forschung. Interessanterweise lässt sich bei einer der beiden Probandinnen eine generelle Stressreduktion durch das Musikhören feststellen (siehe Abbildung 4, VP 19022), bei der anderen jedoch nicht bzw. nur teilweise (siehe Abbildung 5) und dies in Anbetracht des durchschnittlich schnellen Musiktempos der gehörten Playlists. Wünschenswert wären mehrere Proband*innen mit unterschiedlichen präferierten Musiktempi, um differenzierte Effekte messen zu können und ob es innerhalb selbstausgewählter Musik bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Musik zu ebenso unterschiedlichen Schwankungen in den Stressratings kommt. Dies ließe sich dann nicht nur inter- sondern auch intraindividuell untersuchen, um Effekte klarer abgrenzen und objektiv benennen zu können. Hier lässt sich wieder Hellsing et al. (2016) nennen, die schreiben, dass es keinen spezifischen Musiktypus gibt, der bei allen Menschen dieselben Emotionen auslöst. Hier wären intraindividuelle Betrachtungsweisen, vielleicht sogar Musiktypenratings (welchem Musiktypus jemand angehört) und Schwankungen in Verbindung mit qualitativen Befragungen der Proband*innen zielführender. Es könnte dabei z.B. erfragt werden, was genau die Person mit gewissen Liedern verbindet – ganz im Sinne des oben genannten *The Cognitive Vitality Model* (Howlin & Rooney, 2021) oder auch welches Lied der VP nach einer Musikhörsitzung hängen geblieben ist und wieso (im Sinne des *Ohrwurmeffekts*). Bei der nächsten untersuchten *ungerichteten Hypothese H1b* konnte kein Zusammenhang zwischen dem Musiktempo des zuletzt gehörten Songs und dem Stressrating bei beiden VP beobachtet werden. Obwohl es hier bei VP 19023 mehr Varianz beim Musiktempo der

zuletzt gehörten Lieder gab, konnte keine systematische Variation beobachtet werden. Interessant war, dass die beiden höchsten Stresswerte, die von dieser VP nach den Musikhörsitzungen abgegeben worden waren, mit den beiden langsamsten zuletzt gehörten Liedern zusammenfallen (siehe Abbildung 7). Hier sei erneut auf Sharman und Dingle (2015) verwiesen, die mit ihrer Untersuchung zeigen konnten, dass es - je nach Musiktempopräferenz - Menschen gibt, die sich auch bei Heavy-Metal-Musik entspannen und Stress reduzieren können. Es stellt sich die Frage, ob es möglich wäre, dass ein gegenteiliger Effekt – in dem Fall langsame Musik, die nicht der eigenen Präferenz entspricht – Stress induzieren kann oder vielleicht als irritierend wahrgenommen wird und dadurch Stress induziert. Dies ist Gegenstand weiterer Forschung.

Bei *Hypothese 2a und 2b* ist aufgrund des bereits angesprochenen Deckeneffekts der Schmerztoleranz beim CPT bei VP 19022 keine Aussage möglich. Dennoch lässt sich dies verwerten. Es zeigt nämlich, wie wichtig die Auswahl eines geeigneten Stressors bzw. einer geeigneten Schmerzindikation ist und dass dieser unterschiedlich wahrgenommen werden kann - wie in der Einleitung schon angesprochen (Peck et al., 2021). Bei der anderen Person (VP 19023) lässt sich bei der gerichteten H2a augenscheinlich ein schwacher positiver Zusammenhang zwischen dem Musiktempo innerhalb selbstausgewählter Musik und der Schmerztoleranz erkennen. Die gemessene Schmerztoleranz stieg somit mit den durchschnittlichen Musiktempi der Musikhörsitzungen an, wobei anzumerken ist, dass dies in Sitzung 1 gut zu beobachten ist, also der höchste Schmerztoleranzwert mit dem schnellsten Musiktempo zusammenhängt, die anderen drei Messreihen allerdings etwa das gleiche Musiktempo und somit auch die gleiche Schmerztoleranz aufweisen. Hier bräuchte es mehr Datenvarianz (in weiterer Folge mehr Proband*innen), um einen Effekt valide eingrenzen zu können. Laut Forschungsliteratur sollte sich die Schmerztoleranz allerdings erhöhen, wenn langsame Musik gehört wird: je entspannter die VP ist, desto mehr hält sie aus, desto höher die Schmerztoleranz. Die zu testende Person sollte also durch langsame Musik entspannter und dadurch weniger schmerzaffin sein. Die Forschungsgemeinde ist sich nicht ganz im Klaren wie individuell Ergebnisse schwanken können. Da Stress, Entspannung oder auch positive Emotionen durch langsame Musik laut *Kontrollschrankentheorie/Neuromatrixmodell* als Moderatoren für die Schmerzwahrnehmung herangezogen werden können, erklärt dies prinzipiell einen positiven Zusammenhang – je schneller die Musik, desto stressiger fühlt sich der Mensch, desto schmerzhafter ein weiteres stressvolles/schmerzhaftes Erlebnis. Es lässt sich hier unbedingt

die bereits angesprochene Synchronizität mit dem Stressor und die Affinität zu schneller Musik nennen (Sharman & Dingle, 2015), wonach schnelle Musik eher Stress induziert und sich dies mit dem stressigen/schmerzhaften Erlebnis des CPT synchronisiert und damit als eher positiv wahrgenommen werden kann bzw. die Schmerztoleranz viel höher ausfällt als bei Personen, die generell ruhige Musik präferieren. Hier kommt die Post Hoc Untersuchung von oben zum Tragen. Die Musikstücke von VP 19023 und VP 19022 waren zwar ähnlich schnell, jedoch gab es einen Unterschied in der Häufigkeit der Tonart, wobei ca. 40% der mitgebrachten Lieder der VP 19023 in Moll waren. Hatte dies den entscheidenden Einfluss auf die Schmerztoleranz und kehrte den Zusammenhang um? War die VP vielleicht durch die Moll-Tonart und eher trauriger gestimmten Liedern in einer innengekehrten traurigen Grundstimmung als die andere VP? Stancak et al., (2013) konnten diesbezüglich herausfinden, dass negative emotionale Musik oder Klänge mit stärkerem Schmerz einhergehen als neutrale oder positive Musik. Eine weitere Untersuchung diesbezüglich würde allerdings den Rahmen dieser Arbeit sprengen, sollte aber hier genannt werden, um die Wichtigkeit weiterer Erforschung bzgl. der Musikpräferenztypen und umgekehrter Effekte zu beleuchten. Anzumerken ist noch, dass es keinen Referenzwert für die Schmerztoleranz dieser Stichprobe gibt, da diese zu klein ist bzw. die andere VP die Maximaldauer erreichte. Ich kann keinerlei Aussagen darüber treffen, wie lange der Kaltwassertest ausgehalten werden sollte oder könnte und wie unterschiedlich sich dies in der eigenen Stichprobe im Vergleich zur Population interindividuell verhält. Hier braucht es eine adäquate Parallelisierung der Stichprobe und hohe Varianz der Daten (ergo größere Stichprobe), um Ergebnisse in ihrer ganzen Breite abbilden und anschließend valide bewerten zu können. Die ungerichtete H2b zeigt bei VP 19023 wieder einen schwach positiven Zusammenhang. Zwar könnte man konstatieren, dass diese Ergebnisse mit jenen der vorangegangenen Hypothese übereinstimmen, jedoch sollte hier von kausalen Interpretationen Abstand genommen werden, da vier Messreihen nicht ausreichend sind - besonders bei einer intraindividuellen Betrachtung nur einer einzigen Person. Hier steht klar der explorative Charakter dieser Arbeit im Vordergrund, um einen Vorstoß zu wagen und um weitere Forschung anzustoßen. Es ist jedoch spannend, bei dieser Hypothese einen (schwachen) Effekt beobachten zu können, als gar keinen – wie bei Hypothese H1b, wo das Musiktempo des zuletzt gehörten Songs keinen augenscheinlichen Zusammenhang mit dem Stress zu haben schien.

Die *Hypothese H3a* ist ungerichtet formuliert worden, da es bzgl. der Schmerzintensität in der Forschungsliteratur widersprüchliche Effekte gibt. Es werden konfundierende Variablen vermutet, die bisher noch nicht operationalisiert werden konnten. Auch trägt die Studienheterogenität zu unterschiedlichen Effekten bei, was valide Studienergebnisse erschwert. H3a zeigt bei VP 19022 einen negativen Zusammenhang, während bei der anderen VP augenscheinlich ein schwacher positiver Zusammenhang besteht. Die Ergebnisse sind entgegengesetzt. Hier bräuchte es definitiv mehr Testreihen, um präzise Effekte sehen und vergleichen zu können. Es ist dennoch wichtig festzustellen, dass die unterschiedliche Gerichtetheit der Ergebnisse der beiden Probandinnen die Literatur bzgl. der Schmerzintensität widerspiegelt und es hier noch viel Forschungsbedarf gibt, welche genauen Faktoren den Ergebnissen zugrunde liegen. Könnte man hier die Moll-Tonart als zusätzlichen Moderator heranziehen? Die *Hypothese H3b*, die aufgrund des explorativen Charakters und des Mangels an wissenschaftlicher Forschung wie alle b-Hypothesen ungerichtet formuliert worden ist, zeigte bei der Auswertung bei beiden Probandinnen einen positiven Zusammenhang. Während sich bei VP 19022 die Gerichtetheit im Vergleich zu H3a umkehrt, zeigt sich bei der anderen VP ein – wenn auch nur schwacher – Zusammenhang. Bei VP 19023 war auffällig, dass sich dieser positive Zusammenhang bei beiden Hypothesen (3a und b) in der 10. Musikhörsitzung umkehrte bzw. abschwächte. Hier wäre es interessant gewesen von der VP selbst zu erfahren, woran das gelegen haben könnte, um im Rahmen einer qualitativen Analyse in Verbindung mit quantitativer Auswertung die genauen Effekte oder Artefakte in der Messung valide eingrenzen zu können. Bei VP 19022 ist noch einmal auf das Fehlen der Playlistaufzeichnung verwiesen, weswegen zwei Messreihen fehlen (1. und 4.). Es wäre sehr interessant gewesen zu sehen, ob sich der umgekehrte Effekt auf spezifische Faktoren zurückführen ließe. Bei beiden Probandinnen ist noch zu erwähnen, dass die angegebene subjektive Schmerzintensität nicht den vollen Rahmen der VAS abdeckt. Das abgegebene Rating der beiden VP liegt hier nur zwischen 15 und maximal 35 Punkten, wobei 100 als Maximum gilt. Hier wäre eine Adjustierung des Schmerzindikators wünschenswert. Der CPT dient nicht nur als Schmerz- sondern auch als Stressindikator, muss aber aufgrund des hier auftretenden Deckeneffekts in Frage gestellt werden (falls sich der Deckeneffekt in weiterer Folge öfters zeigte). Zusätzlich ist bei den Stressinterventionen der Neurotizismuswert der Proband*innen zu berücksichtigen, wie oben bereits beschrieben. Die Adjustierung eines Schmerz- oder Stressreizes sollte natürlich unter Berücksichtigung höchster ethischer Standards geschehen, beschreibt aber auch die Kritik,

wie in der Einleitung beschrieben, dass die Forschung eine Eichung und Kategorisierung des Stressors benötigt, da dieser unterschiedlich wirken kann, was in der Forschung bereits zum Tragen kam und einen Teil der heterogenen Ergebnisse erklären kann (Peck et al., 2021).

Konfundierende Variablen wurden in dieser Arbeit oft angesprochen und es gibt erwähnenswerte wichtige Aspekte bei der Auswahl der *Forschungsdesigns*, die dringend von der Wissenschaft vereinheitlicht werden müssen und im Folgenden zusammengefasst angesprochen werden. Dies ist äußerst wichtig und dient der wissenschaftlichen Reflexion. Zunächst sollte ein einheitlicher Terminus für *Selbstausgewählte Musik* geschaffen werden. Zum Beispiel wird die Musikpräferenz oft mit selbstausgewählter Musik gleichgesetzt, was definitiv nicht passieren darf, da es nicht unbedingt dem gleichen Konstrukt entsprechen muss, das gemessen wird. Dies müsste erst ausreichend belegt werden. Bei Lai et al. (2011) wird zwar die Musik selbst von den Probandinnen ausgewählt, allerdings handelt es sich hierbei nicht um ihre eigene Musik, die sie zum Beispiel von Zuhause mitgebracht haben, stattdessen wählten sie diese aus einem Pool aus, der von einem qualifizierten Musiktherapeuten akkreditiert wurde. Zwar ist es wünschenswert und teilweise notwendig die Musik homogen zu halten, um Effekte besser operationalisieren zu können, allerdings kann dies auch zu Verwirrung führen und fälschlicherweise Termini zusammenführen, die sich voneinander unterscheiden. Ein anderer Punkt, der bisher wenig in der Forschungsliteratur erwähnt wurde und bereits in der Einleitung angesprochen wurde, ist die *Musiklautstärke*. Nilsson (2008) gibt einen Richtwert von 60 dB vor, allerdings habe ich bei vielen Studien keinen Hinweis auf Kontrolle der Musiklautstärke entnehmen können, obwohl diese sehr wohl einen Effekt auf die zu testende Person haben kann. So wurde weiter oben bereits im *Cognitive Vitality Model* (Howlin & Rooney, 2021) dargelegt, dass besonders die Kontrolle über die Musik (z.B. die Musiklautstärke oder Auswahl der Musik) einen positiven Effekt auf die Schmerzwahrnehmung hat. Auch ist die Vorstellung legitim, dass es in einer selbstmitgebrachten Playlist unterschiedlich laute Lieder geben kann, bei denen man normalerweise die Lautstärke regulieren würde oder vielleicht sogar erschreckt. Hierbei ist darauf zu achten, ob die Lieder z.B. von Youtube heruntergeladen worden sind und von einer vertrauensvollen Quelle stammen. Lieder auf Youtube oder ähnlichen öffentlichen Plattformen sind nicht, wie bei vertrauenswürdigen Anbietern, in der Lautstärke geeicht. Viele Lieder sind von Privatperson dort hochgeladen worden, wodurch es zu Störeinflüssen kommen kann. Ein weiterer Störfaktor kann die *Musikhördauer* sein. Wie in der Einleitung dargelegt, schwankt diese erheblich und reicht von 20 Minuten bis hin zu 60

Minuten in den Studien. Martin-Saavedra et al. (2018) konnten in ihrer Meta-Analyse bei Studien, die sich mit dem Einfluss von Musik auf den Schmerz befassten, feststellen, dass bei mindestens 30 Minuten Musikhördauer keinerlei Studienheterogenität herrschte ($I^2 = 0\%$), was natürlich wünschenswert ist. Sie kritisierten generell die hohe Studienheterogenität und konnten weiter zeigen, dass auch der Untersuchungszeitraum in den Forschungsdesigns (Quer- vs. Längsschnittstudien), das Musiktempo, Gesang als auch die Selbst- bzw. Fremdauswahl voraussagend für die Heterogenität und den damit verbundenen sehr unterschiedlichen Ergebnissen sein kann. Ähnlich wie Nilsson (2008) fordern sie hoch kontrollierte Studien, um Messergebnisse besser replizieren und miteinander vergleichen zu können. Kenntner-Mabiala et al. (2007) führen dies noch genauer aus und schreiben, dass individuelle Musikparameter variiert und andere konstant gehalten werden sollten, um die genauen Effekte auf Schmerz messen zu können. Diese Aussagen der drei genannten Studien müssen den in dieser Arbeit aufgestellten Hypothesen gar nicht zuwiderlaufen, sondern zeigen vielmehr auf, wie wichtig die Eingrenzung der Effekte auf bestimmte Faktoren ist und wie wichtig die Replizierbarkeit ist, um einheitlich messen und langsam Fortschritt in der Operationalisierung machen zu können. Dies wird bei selbstausgewählter Musik - aufgrund ihrer per definitionem individuellen Musikgeschmacks - schwierig werden, kann aber gleichsam dazu verwendet werden durch weitere, eventuell sogar qualitative Verfahren, intrapersonelle Schwankungen und Parameter zu messen. Diese wiederum lassen dann Schlüsse auf Faktoren zu, die in weiteren Untersuchungen manipuliert und anschließend inferenzstatistisch verwertet werden können. Der angesprochene *Alters- und Geschlechtereffekt* ist eine weitere konfundierende Variable, die es besonders bei der Erstellung des Forschungsdesigns und der Akquirierung strikt zu beachten gilt. So konnte bereits gezeigt werden, dass es einen Geschlechtsunterschied bei der Schmerz- als auch der Kältewahrnehmung gibt (Bartley & Fillingim, 2013; S. Zhang & Zhu, 2022), um hier die Schmerzindikation ins Auge zu fassen und die Wichtigkeit zu nennen, die Schmerz- und Stressindikationen im Forschungsdesign adäquat zu wählen und zu eichen. Ein weiterer Geschlechtereffekt zeigte sich beim täglichen Musikgebrauch (Wuttke-Linnemann et al., 2019) sowie bei der Wahrnehmung und Linderung von Stress, wobei eine Verbindung zu den Geschlechtshormonen vermutet wird (Conrad, 2010). Zudem ist auf den oben genannten Alterseffekt bzgl. des Musiktempos zu achten (Knox et al., 2011). Wuttke-Linnemann et al. (2019) fanden in ihrer Untersuchung *Unterschiede zwischen den subjektiv wahrgenommenen und den körperlichen Effekten* von Musik. In der Einleitung weiter oben lassen sich hierzu

sogar Effektstärken für sowohl psychologische ($d = .545$; mittlerer Effekt) als auch physiologische ($d = .380$; geringer Effekt) Stressoutcomes finden, die dieses These untermauern (de Witte et al., 2019). Wuttke-Linnemann et al. (2019) vermuten, dass dies mit der späteren emotionalen Verarbeitung von musikalischen Parametern zusammenhängt und sich daher unterscheidet. Dies müsste noch weiter erforscht werden, unterstreicht aber auch die Aussage der aktuellen Studie von Howlin und Rooney (2020), die in ihrem Review aufzeigten, dass nur 25% der gefundenen Studien bzgl. Schmerz ein Forschungsdesign beinhalteten, was kognitive Mechanismen manipuliert betrachtete, worunter z.B. Engagement, durch Musik induzierte emotionale imaginäre Bilder, Erwartungen, Erregung und emotionale Inhalte fielen. In diesem Zusammenhang sind die *Chills* zu nennen und inwieweit diese abgrenzbar und replizierbar sind bzw. auch intraindividuelle Vorgänge beleuchten können, die sich auf die Messungen auswirken. Abschließend darf der *Ohrwurmeffekt* nicht fehlen, der bisher gar keine Berücksichtigung in der Stress- und Schmerzforschung hinsichtlich der Effekte von Musik fand und hier daher als letztes und stärkstes Argument genannt werden soll. Er soll für die Forderung stehen, in zukünftiger Forschung sich sowohl der Komplexität und der vielen Variablen gewiss zu sein; er soll aber auch als Teil der Erklärung der angesprochenen Studienheterogenität stehen. Hier ist die geeignete Richtung der wissenschaftlichen Forschung entscheidend. Zum Beispiel könnten zunächst alle Variablen im Sinne einer Faktorenanalyse eingegrenzt und dann manipuliert werden, um anschließend die Effektgröße bereits validierter Faktoren/Variablen in gerichteten Studien genauer messen zu können. Dieses Vorgehen gab es in der psychologischen Forschungsgeschichte schon einmal, und zwar bei den *Big-Five-Persönlichkeitsmerkmalen*, die global als äußerst reliabel und valide messbar gelten. Dieses Vorgehen hat einen positiven/minimierenden Effekt bzgl. der Heterogenität in der Studienlandschaft und schafft die Grundvoraussetzung Effekte besser und vor allem einheitlich replizieren zu können. Zur Eingrenzung von Effekten ist noch zu sagen, dass hier sowohl quantitative als auch qualitative Methoden hilfreich sein können und insbesondere Längsschnittstudien in den Forschungsdesigns berücksichtigt werden sollten, um intra- als auch interindividuelle Unterschiede valide und systematisch herausarbeiten zu können.

Limitationen

Trotz meiner langen Mitarbeit bei der MINTREP-Studie ergaben sich nur die Daten zweier Probandinnen, was die anschließende Datenauswertung sehr beeinflusst hat. Es zeigt sich wenig Varianz in den Daten, es sind keine quantitativen Auswertungen möglich, das

Geschlechtergleichgewicht konnte nicht ausgeglichen werden und Ausreißer können Ergebnisse bei geringer Stichprobe sehr verzerren. Das zeigt, dass Längsschnittstudien im Vergleich zu Querschnittstudien sehr aufwendig sind und es manchmal Jahre braucht, um genug Daten bzw. Varianz ansammeln zu können, um eine statistische Auswertung herbeizuführen. Es ist anzumerken, dass es hier zusätzlich zum angesprochenen Design drei Versuchsbedingungen gibt, zu denen die Studienbewerber*innen per Zufall zugeordnet worden sind, was die Wahrscheinlichkeit viele Daten in einer bestimmten Bedingung zu bekommen weiter reduziert. Allerdings ist es wichtig und erfreulich zu sehen, dass trotz des hohen Aufwandes der forschenden Personen ein solch komplexes Unterfangen im Rahmen einer Studie angegangen wurde, da besonders Längsschnittstudien einen großen Datenpool als auch Langzeiteffekte darstellen können, wozu Querschnittsstudien nicht in der Lage sind. Es ist zudem notwendig ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis im Proband*innenpool zu haben, um Geschlechtereffekte messen zu können. Besonders in meiner Auswertung, war es schade keine männliche VP gehabt zu haben, besonders in Bezug auf die zu beobachtende Musikpräferenz und das Musiktempo. Eine weitere Ursache für die geringe VP-Anzahl war ein Missverständnis bzgl. der Screenshot-Aufnahmen der Playlists in der Bedingung der selbstausgewählten Musik. So kam erst sehr spät zum Vorschein, dass keine Screenshots der Proband*innen aus Marburg vorliegen und erst in Wien damit begonnen wurde. Dies erklärt das Fehlen der Daten bei VP 19022, entzieht sich aber meinem Tätigkeitseinfluss. Dies mag sicher dem Umzug dieser groß angelegten Studie von Marburg nach Wien geschuldet sein, der zuzurechnen ist, dass sie sehr viele Daten akquirieren konnte und Studierenden zur Untersuchung zur Verfügung stellen konnte. Hier möchte ich definitiv die *positiven Eigenschaften der Studie* und deren Design hervorheben, anstatt deren Kritik. Durch ihre Größe war es erst möglich all diese Daten zu sammeln und auch diese Arbeit entstehen zu lassen. In weiterer Folge wäre es gut ein spezifisches Studiendesign zu wählen, was dezidiert auf selbstgewählte Musik und das Musiktempo, also auf die konkrete Fragestellung ausgelegt ist.

Eine potenzielle zukünftige Studie sollte darauf abzielen, wesentliche Faktoren zu bestimmen, die den Zusammenhang zwischen Musik und Stress oder Musik und Schmerz beeinflussen. Hier sollte eine Trennung erfolgen, da bei dieser Masterarbeit klar wurde, dass der Umfang und die Heterogenität bei nicht adäquater Eingrenzung zunehmen. Mit einer umfassenden Faktorenanalyse und einer größeren Proband*innenzahl könnten sowohl intra- als auch interindividuelle Unterschiede systematisch untersucht werden. Besonders wichtig

wäre es, Variablen wie Musiktempo, Musikpräferenz und den Einfluss selbstgewählter Musik auf die Wahrnehmung von Stress oder Schmerz zu analysieren. Im Folgenden wird ein mögliches Studiendesign beschrieben:

1. Stichprobe:

- Eine repräsentative Stichprobe von mindestens 100-200 Proband*innen, ausgewogen in Bezug auf Geschlechterverteilung, Alter und musikalische Vorlieben.
- Einschlusskriterien sind ähnlich wie bei dieser Studie zu formulieren.
- Es ist ein Musiktypus zu formulieren, der die VP nach musikalischen Vorlieben sortiert/parallelisiert (Tonart, Musiktempo, Genre usw.)

2. Design:

- Querschnittsstudie mit experimentellem Design als Laborversuch in absolut störungsfreier Umgebung mit größtmöglicher Autonomie der VP (Musiklautstärke, aufstehen vs. sitzen).
 - Längsschnittstudien sind auch sinnvoll, sollten aber nach der Faktorenanalyse angewandt werden, um die Stabilität der jeweiligen Konstrukte zu untersuchen.
- Die Proband*innen werden randomisiert unterschiedlichen Musikbedingungen (selbst- vs. fremdgewählte Musik, unterschiedliche Musikgenres und Tempi [langsam, normal, schnell]) zugewiesen und hören für mindestens 30 Minuten Musik.
- Auswahl und Vorab-Eichung eines geeigneten Stressors/Schmerzindikators (mild, moderat, stark).

3. Datenerhebung:

- Messung von physiologischen (z.B. Herzratenvariabilität, Cortisolspiegel) und subjektiven Stress- oder Schmerzparametern vor, während und nach Musikhörsitzungen.
- Es sollten sowohl biologische als auch subjektive Parameter erfasst werden, um eine umfassendere Perspektive zu erhalten.

- Eine *nachfolgende qualitative* Befragung zur Beleuchtung intraindividuellen/kognitiver Mechanismen und (!) eine *vorherige* qualitative Befragung wann, wo und wie welche Art von Musik gehört wird und was die Proband*innen damit kognitiv als auch emotional verbinden.
- Hier sind im Sinne des o.g. *kognitiven Vitalitätsmodells* insbesondere auf kognitive Mechanismen zu achten.

4. Statistische Analyse:

- Eine Faktorenanalyse zur Identifizierung der zentralen Einflussfaktoren (z.B. Musiktempo, -präferenz, Stressauslöser, Persönlichkeitsfaktoren [Neurotizismus], kognitive/emotionale/situative/erfahrungsbasierte Faktoren).
- Regressionstechniken zur Untersuchung der Beziehung zwischen identifizierten Faktoren und den Stress- und/oder Schmerzmessungen.

5. Weiteres Vorgehen:

- Es wäre im Nachhinein sinnvoll, Längsschnittstudien zu ergänzen, um langfristige Effekte zu messen und die Entwicklung individueller und intraindividuellen Unterschiede zu erfassen und eingrenzen zu können, um einen homogenen replizierbaren Forschungskonsens zu schaffen.

Der *CPT-Deckeneffekt* zeigt, dass es hier eine (generelle) Eichung braucht oder auch eine Kategorisierung von verschiedenen Schmerz- und Stresstests, wie schon Peck et al. (2021) aufgezeigt haben. Eine weitere Frage bzgl. des zu wählenden Stressors/Schmerztests ist jene, ob diese vor oder nach dem Musikhören eingesetzt werden sollten und ob dies einen Unterschied macht. Hier gibt es noch viel Forschungsbedarf.

Die *Musiklautstärke* wurde in der hier genannten MINTREP-Studie durch die Testleiter*innen zu Beginn der Musikhörsitzung eingestellt und Proband*innen mussten Bescheid geben, ob es so passt. Auch wäre dies während der Sitzung möglich gewesen, könnte aber zu einer vermeidbaren Störung der Musikintervention führen. Hier wäre es wünschenswert in Zukunft die mitgebrachte Musik im Vorhinein zu prüfen und notfalls digital zu normieren, da durch die Bezeichnung der Liedtexte klar wurde, dass viele der Musikstücke Musikdownloads von Youtube waren (erkenntlich durch Bezeichnungen wie: *Official Music*, *Lyrics*, *Audio* oder *Music Video*) bzw. das sehr wahrscheinlich ist. Bei

YouTube laden viele Privatpersonen Videos hoch und diese können bzgl. Qualität und Lautstärke sehr variieren sowie fehlerhaft sein.

Eine weitere Limitierung sind die *fehlenden intrapersonalen Befragungen* ganz im Sinne des *The Cognitive Vitality Model*, um innere kognitive Abläufe zu identifizieren. Die Studie war nicht darauf bezogen angelegt, womit diese hier auch nicht zu kritisieren ist. Im Rahmen der Literaturrecherche und Auswertung wurde allerdings klar, dass es intrapersonelle Befragungen benötigt, um individuelle Ausreißer oder auch atypische Verläufe bei den Proband*innen besser erklären und auf Faktoren eingrenzen zu können. Hierbei wäre z.B. ebenso zu erfragen, ob bei stark aktivierender, also schneller Musik das Stillsitzen im Stuhl als negativ empfunden wurde und dies systematisch bei anderen Menschen ebenso nachweislich das anschließende Rating beeinflusst.

Aufgrund der selbstmitgebrachten Musik und der Vorgabe 60 Minuten pro Sitzung Musik zu hören, kam es zu *Abbrüchen von Musikstücken*, die gerade abgespielt wurden, als die Zeit verstrichen war. In Zukunft wäre es sinnvoll, darauf Rücksicht zu nehmen und ein besser angepasstes Studiendesign zu wählen. Die testleitende Person muss nicht ins Zimmer kommen und mitteilen, dass die Zeit um ist und damit die Proband*innen sogar erschreckt. Es könnte z.B. durch eine Lampe ein Lichtsignal das Ende der Sitzung anzeigen und die Musik automatisch stoppen. Eine weitere Möglichkeit wäre es die randomisierte Playlist im Vorhinein durch die zweite testleitende Person überprüfen zu lassen und so einzustellen, dass sie +/- ein paar Minuten, jedoch bündig mit einem Lied und nicht mittendrin abschließt.

Eine sehr große Limitation war die *enorme Heterogenität in der Studienlandschaft*. Ich hatte das Gefühl, dass viele die Nadel im Heuhaufen suchten, anstatt systematisch und zielgerichtet Effekte einzugrenzen und replizierbar zu machen. Hier braucht es einheitliche Termini, Transparenz und Normen, um im weiteren Schritt die Heterogenität von Effekten gering zu halten und valide messen bzw. sich vorsichtig heran testen zu können. Sicher liegt die hohe Heterogenität auch daran, dass dieses Forschungsfeld so komplex ist. Dies bedeutet allerdings auch, dass sehr viel Zeit in die Literaturrecherche investiert werden muss, um einen klaren Durchblick zu bekommen.

Conclusio

Freilich lassen die Ergebnisse aufgrund der Stichprobengröße keine inferenzstatistisch verwertbaren Schlüsse zu, können aber durchaus durch die intraindividuelle und explorative Betrachtung neue Sichtweisen und Denkanstöße mit sich

bringen, um weitere Forschung im Rahmen selbstausgewählter Musik anzustoßen. So versteht sich die vorliegende Arbeit als Zusammenfassung und Aufschlüsselung bedeutender Faktoren eines sehr komplexen und heterogenen Themas, dem der Musikeffekte auf Stress und Schmerz. Es werden nicht nur detaillierte Forschungsfragen diskutiert, beschrieben und kritisiert, sondern auch aufgezeigt, was noch fehlt und vor allem, was es bei Störvariablen und Effekten zu beachten gilt. Als besonderer Erkenntnisgewinn dieser Arbeit gilt der explorative Vorstoß Variablen (das Musiktempo) innerhalb eines Musiktyps (selbstausgewählte Musik) zu testen und damit komplexe Variablenkonstellationen der Musik aufzuzeigen. Ein weiterer Erkenntnisgewinn, der besonders hervorzuheben ist, ist der *Ohrwurmeffekt*. Dieser fand in der Forschung bisher keinerlei Beachtung. Zwar fügt er sich einer langen Liste an Faktoren an, darf aber im Umkehrschluss auch nicht ignoriert werden und bedarf dringend weiterer Erforschung.

Literaturverzeichnis

- Akombo, D. O. (2006). Effects of listening to music as an intervention for pain and anxiety in bone marrow transplant patients. *ProQuest Dissertations and Theses*, 191.
- Allen, J. (2013). *Guidelines for music therapy practice in adult medical care*. Barcelona Publishers.
- Armon, R., Fisher, A., Goldfarb, B., & Milton, C. (2011). Effects of music tempos on blood pressure, heart rate, and skin conductance after physical exertion. *Journal of Advanced Student Science*, 1–12.
- Arthur, C. (2023). Why do songs get “Stuck in our Heads”? Towards a theory for explaining earworms. *Music and Science*, 6. doi: 10.1177/20592043231164581
- Bartley, E. J., & Fillingim, R. B. (2013). Sex differences in pain: a brief review of clinical and experimental findings. *BJA: British Journal of Anaesthesia*, 111(1), 52. doi: 10.1093/BJA/AET127
- Bernardi, L., Porta, C., & Sleight, P. (2006). Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the importance of silence. *Heart*, 92(4), 445–452. doi: 10.1136/hrt.2005.064600
- Bernatzky, G., Presch, M., Anderson, M., & Panksepp, J. (2011). Emotional foundations of music as a non-pharmacological pain management tool in modern medicine. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 35(9), 1989–1999. doi: 10.1016/j.neubiorev.2011.06.005
- Blood, A. J., & Zatorre, R. J. (2001). Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences - PNAS*, 98(20), 11818–11823. doi: 10.1073/pnas.191355898
- Bora, B., Krishna, M., & Dutta Phukan, K. (2017). The effects of music tempo on heart rate, blood pressure and respiratory rate - A Study in Gauhati Medical College. In *Indian J Physiol Pharmacol* (Vol. 61, Issue 4).
- Bosanquet, D. C., Glasbey, J. C. D., & Chavez, R. (2014). Making music in the operating theatre. In *BMJ (Online)* (Vol. 349). BMJ Publishing Group. doi: 10.1136/bmj.g7436
- Bringman, H., Giesecke, K., Thörne, A., & Bringman, S. (2009). Relaxing music as pre-

- medication before surgery: a randomised controlled trial. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 53(6), 759–764. doi: 10.1111/J.1399-6576.2009.01969.X
- Brownlow, B. (2017). The effect of music tempo on the psychophysiological measures of stress. *Continuum Undergraduate Research Journal*.
- Burns, J. L., Labbé, E., Arke, B., Capeless, K., Cooksey, B., Steadman, A., & Gonzales, C. (2002). The effects of different types of music on perceived and physiological measures of stress. *The Journal of Music Therapy*, 39(2), 101–116. doi: 10.1093/jmt/39.2.101
- Cartwright, J. H. E., González, D. L., & Piro, O. (2021). Dynamical systems, celestial mechanics, and music: pythagoras revisited. *Mathematical Intelligencer*, 43(1), 25–39. doi: 10.1007/s00283-020-10025-x
- Cepeda, M. S., Carr, D. B., Lau, J., & Alvarez, H. (2006). Music for pain relief. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 8. doi: 10.1002/14651858.CD004843.pub3
- 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
- Cohen, S., Janicki-Deverts, D., & Miller, G. E. (2007). Psychological stress and disease. *JAMA*, 298(14), 1685–1687. doi: 10.1001/JAMA.298.14.1685
- Conard, N. J., Malina, M., & Münzel, S. C. (2009). New flutes document the earliest musical tradition in southwestern Germany. *Nature*, 460(7256), 737–740. doi: 10.1038/nature08169
- Conrad, C. (2010). Music for healing: from magic to medicine. *The Lancet*, 376(9757), 1980–1981. doi: 10.1016/S0140-6736(10)62251-9
- Costa, P. T., Terracciano, A., & McCrae, R. R. (2001). Gender differences in personality traits across cultures: robust and surprising findings. *Journal of Personality and Social Psychology*, 81(2), 322–331. doi: 10.1037/0022-3514.81.2.322
- D’Errico, F., Henshilwood, C., Lawson, G., Vanhaeren, M., Tillier, A., Soressi, M., Maureille, B., Nowell, A., & Lakarra, J. (2003). Archaeological evidence for the

- emergence of language, symbolism, and music—An alternative multidisciplinary perspective. *Journal of World Prehistory*, 17(1), 1–70. doi: 10.1023/A:1023980201043
- de Witte, M., Spruit, A., van Hooren, S., Moonen, X., & Stams, G. J. (2019). Effects of music interventions on stress-related outcomes: a systematic review and two meta-analyses. *Health Psychology Review*, 0(0), 1–31. doi: 10.1080/17437199.2019.1627897
- Deese, J., & Kaufman, R. A. (1957). Serial effects in recall of unorganized and sequentially organized verbal material. *Journal of Experimental Psychology*, 54(3), 180–187. doi: 10.1037/h0040536
- Dimsdale, J. E., Stern, M. J., & Dillon, E. (1988). The stress interview as a tool for examining physiological reactivity. *Psychosomatic Medicine*, 50(1), 64–71. doi: 10.1097/00006842-198801000-00008
- Feneberg, A. C., Kappert, M. B., Maidhof, R. M., Doering, B. K., Olbrich, D., & Nater, U. M. (2020). Efficacy, treatment characteristics, and biopsychological mechanisms of music-listening interventions in reducing pain (MINTREP): study protocol of a three-armed pilot randomized controlled trial. *Frontiers in Psychiatry*, 11(November), 1–18. doi: 10.3389/fpsy.2020.518316
- Garcia, R. L., & Hand, C. J. (2016). Analgesic effects of self-chosen music type on cold pressor-induced pain: motivating vs. relaxing music. *Psychology of Music*, 44(5), 967–983. doi: 10.1177/0305735615602144
- Garland, E. L. (2012). Pain processing in the human nervous system: a selective review of nociceptive and biobehavioral pathways. *Primary Care*, 39(3), 561. doi: 10.1016/J.POP.2012.06.013
- Gaston, E. T. (1951). Dynamic music factors in mood change. *Music Educators Journal*, 37(4), 42–44. doi: 10.2307/3387360
- Gilboa, A., Bodner, E., & Amir, D. (2006). Emotional communicability in improvised music: the case of music therapists. *Journal of Music Therapy*, 43(3), 198–225. doi: 10.1093/jmt/43.3.198
- Gomez, P., & Danuser, B. (2007). Relationships between musical structure and psychophysiological measures of emotion. *Emotion*, 7(2), 377–387. doi: 10.1037/1528-3542.7.2.377

- Groarke, J. M., Groarke, A. M., Hogan, M. J., Costello, L., & Lynch, D. (2019). Does listening to music regulate negative affect in a stressful situation? Examining the effects of self-selected and researcher-selected music using both silent and active controls. *Applied Psychology: Health and Well-Being*. doi: 10.1111/aphw.12185
- Helsing, P., Västfjäll, D., Bjälkebring, P., Juslin, N. P., & Hartig, T. (2016). An experimental field study of the effects of listening to self-selected music on emotions, stress, and cortisol levels. *Music & Medicine*, 8(February 2017), 187–198. doi: 10.47513/mmd.v8i4.442
- Howlin, C., & Rooney, B. (2020). The cognitive mechanisms in music listening interventions for pain: a scoping review. *Journal of Music Therapy*, 57(2), 127–167. doi: 10.1093/JMT/THAA003
- Howlin, C., & Rooney, B. (2021). Cognitive agency in music interventions: increased perceived control of music predicts increased pain tolerance. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, 25(8), 1712–1722. doi: 10.1002/ejp.1780
- Hsiao, T.-Y., & Hsieh, H.-F. (2009). Nurse's experience of music therapy to relieve acute pain in a post-orthopedic surgery patient. *The Journal of Nursing*, 56(4), 5–10.
- Huedo-Medina, T. B., Sánchez-Meca, J., Marín-Martínez, F., & Botella, J. (2006). Assessing heterogeneity in meta-Analysis: Q statistic or I^2 index? *Psychological Methods*, 11(2), 193–206. doi: 10.1037/1082-989X.11.2.193
- Jafari, H., Zeydi, A. E., Khani, S., Esmaceli, R., & Soleimani, A. (2012). The effects of listening to preferred music on pain intensity after open heart surgery. *Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research*, 17(1), 1. /pmc/articles/PMC3590687/
- Jiang, J., Rickson, D., & Jiang, C. (2016). The mechanism of music for reducing psychological stress: music preference as a mediator. *Arts in Psychotherapy*, 48, 62–68. doi: 10.1016/j.aip.2016.02.002
- Kenntner-Mabiala, R., Gorges, S., Alpers, G. W., Lehmann, A. C., & Pauli, P. (2007). Musically induced arousal affects pain perception in females but not in males: a psychophysiological examination. *Biological Psychology*, 75(1), 19–23. doi: 10.1016/j.biopsycho.2006.10.005
- Khalifa, S., Dalla Bella, S., Roy, M., Peretz, I., & Lupien, S. J. (2003). Effects of relaxing

- music on salivary cortisol level after psychological stress. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999(1), 374–376. doi: 10.1196/annals.1284.045
- Knappe, S., & Pinquart, M. (2009). Tracing criteria of successful aging? Health locus of control and well-being in older patients with internal diseases. *Psychology, Health and Medicine*, 14(2), 201–212. doi: 10.1080/13548500802385717
- Knox, D., Beveridge, S., Mitchell, L. A., & MacDonald, R. A. R. (2011). Acoustic analysis and mood classification of pain-relieving music. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 130(3), 1673–1682. doi: 10.1121/1.3621029
- Kulinski, J., Ofori, E. K., Visotcky, A., Smith, A., Sparapani, R., & Fleg, J. L. (2022). Effects of music on the cardiovascular system. In *Trends in Cardiovascular Medicine* (Vol. 32, Issue 6, pp. 390–398). Elsevier Inc. doi: 10.1016/j.tcm.2021.06.004
- Labbé, E., Schmidt, N., Babin, J., & Pharr, M. (2007). Coping with stress: the effectiveness of different types of music. *Applied Psychophysiology Biofeedback*, 32(3–4), 163–168. doi: 10.1007/s10484-007-9043-9
- Lai, H.-L., Li, Y.-M., Chi, T., Md, M. S., & Physician, A. (2011). The effect of music on biochemical markers and self-perceived stress among first-line nurses: a randomized controlled crossover trial. *Journal of Advanced Nursing*, 67(11), 2414–2424. doi: 10.1111/J.1365-2648.2011.05670.X
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal and coping*. Springer New York LLC.
- Leblanc, A., Colman, J., Mccrary, J., Sherrill, C., & Malin, S. (1988). Tempo preferences of different age music listeners. *Journal of Research in Music Education*, 36(3), 156–168. doi: 10.2307/3344637
- LeBlanc, A., Jin, Y. C., Chen-Hafteck, L., Oliviera, A. D. J., Oosthuysen, S., & Tafuri, J. (2000). Tempo preferences of young listeners in Brazil, China, Italy, South Africa, and the Untied States. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, 147, 97–102.
- Lederer, F. (2021). Untersuchungen zur Stellung von Musik, den Vokalgattungen und Instrumenten in den Epen Homers. *Forum Classicum*, 2, 98–103. doi: 10.11588/fc.2021.2.82849

- Lee, D., Koo, K. C., Chung, B. H., & Lee, K. S. (2021). Pain relieving effect of music on patients during transrectal ultrasonography: a pilot study. *Prostate International*, 9(4), 181–184. doi: 10.1016/J.PRNIL.2021.04.004
- Lee, J. H. (2016). The effects of music on pain: a meta-analysis. *Journal of Music Therapy*, 53(4), 430–477. doi: 10.1093/jmt/thw012
- Lehmann, A. C. & Kopiez, R. (Hrsg.). (2018). Handbuch Musikpsychologie. Hogrefe.
- Linnemann, A., Kappert, M. B., Fischer, S., Doerr, J. M., Strahler, J., & Nater, U. M. (2015). The effects of music listening on pain and stress in the daily life of patients with fibromyalgia syndrome. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9(JULY), 1–10. doi: 10.3389/fnhum.2015.00434
- Linnemann, A., Wenzel, M., Grammes, J., Kubiak, T., & Nater, U. M. (2018). Music listening and stress in daily life—a matter of timing. *International Journal of Behavioral Medicine*, 25(2), 223–230. doi: 10.1007/s12529-017-9697-5
- Liu, Y., Liu, G., Wei, D., Li, Q., Yuan, G., Wu, S., Wang, G., & Zhao, X. (2018). Effects of musical tempo on musicians' and non-musicians' emotional experience when listening to music. *Frontiers in Psychology*, 9(NOV), 1–11. doi: 10.3389/fpsyg.2018.02118
- Loomba, R. S., Shah, P. H., Chandrasekar, S., Arora, R., & Molnar, J. (2012). Effects of music on systolic blood pressure, diastolic blood pressure, and heart rate: a meta-analysis. *Indian Heart Journal*, 64(3), 309–313. doi: 10.1016/S0019-4832(12)60094-7
- Lu, X., Hou, X., Zhang, L., Li, H., Tu, Y., Shi, H., & Hu, L. (2023). The effect of background liked music on acute pain perception and its neural correlates. *Human Brain Mapping*, October 2022, 1–13. doi: 10.1002/hbm.26293
- Lynar, E., Cvejic, E., Schubert, E., & Vollmer-Conna, U. (2017). The joy of heartfelt music: an examination of emotional and physiological responses. *International Journal of Psychophysiology*, 120(July), 118–125. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2017.07.012
- Martin-Saavedra, J. S., & Ruiz-Sternberg, A. M. (2020). The effects of music listening on the management of pain in primary dysmenorrhea: a randomized controlled clinical trial. *Nordic Journal of Music Therapy*, 29(5), 398–415. doi: 10.1080/08098131.2020.1761867
- Martin-Saavedra, J. S., Vergara-Mendez, L. D., Pradilla, I., Vélez-van-Meerbeke, A., &

- Talero-Gutiérrez, C. (2018). Standardizing music characteristics for the management of pain: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Complementary Therapies in Medicine*, 41(June), 81–89. doi: 10.1016/j.ctim.2018.07.008
- McEwen, B. S. (1998). Protective and damaging effects of stress mediators. *The New England Journal of Medicine*, 338, 171–179. doi: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM199801153380307>
- Melzack, R. (1996). Gate control theory. *Pain Forum*, 5(2), 128–138. doi: 10.1016/s1082-3174(96)80050-x
- Melzack, R. (2001). Pain and the neuromatrix in the brain. *Journal of Dental Education*, 65(12), 1378–1382. doi: 10.1002/j.0022-0337.2001.65.12.tb03497.x
- Melzack, R., & Katz, J. (2013). Pain. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 4(1), 1–15. doi: 10.1002/WCS.1201
- Meßlinger, K. (1997). Was ist ein Nozizeptor? In *Schmerz* (Vol. 11, Issue 5, pp. 353–366). doi: 10.1007/s004820050110
- Mitchell, L. A., & MacDonald, R. A. R. (2006). An experimental investigation of the effects of preferred and relaxing music listening on pain perception. *Journal of Music Therapy*, 43(4), 295–316. doi: 10.1093/JMT/43.4.295
- Mitchell, L. A., MacDonald, R. A. R., & Brodie, E. E. (2006). A comparison of the effects of preferred music, arithmetic and humour on cold pressor pain. *European Journal of Pain (London, England)*, 10(4), 343. doi: 10.1016/J.EJPAIN.2005.03.005
- Musik. (1964). In *DBG-Handlexikon*. (S.608). Ullstein Verlag
- Musik. (2021, 22. Dezember). In *Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache*. Abgerufen von <https://www.dwds.de/wb/Musik>
- Nilsson, U. (2008). The anxiety- and pain-reducing effects of music interventions: a systematic review. *AORN Journal*, 87(4). doi: 10.1016/j.aorn.2007.09.013
- Olbrich, D., Conrady, U., & Olbrich, D.-I. (2015). Einsatz von AVWF® (Audio-visuelle Wahrnehmungsförderung) in der Stressmedizin. *Ärztliche Psychotherapie*, 10(1), 39–45. <https://elibrary.klett-cotta.de/article/99.120110/aep-10-1-39>
- Oswald, L. M., Zandi, P., Nestadt, G., Potash, J. B., Kalaydjian, A. E., & Wand, G. S.

- (2006). Relationship between cortisol responses to stress and personality. *Neuropsychopharmacology* 2006 31:7, 31(7), 1583–1591. doi: 10.1038/sj.npp.1301012
- Peck, K., Totosy de Zepetnek, J., & Fiocco, A. J. (2021). Music listening does not inoculate the stress response in young and older adults. *International Journal of Stress Management*, 28(2), 154–164. doi: 10.1037/str0000217
- 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. doi: 10.1093/jmt/41.3.192
- Pinel, J. P. J., & Pauli, P. (2007). *Biopsychologie* (6., aktual). Pearson.
- Porges, S. W. (2007). The polyvagal perspective. *Biological Psychology*, 74(2), 116–143. doi: 10.1016/J.BIOPSYCHO.2006.06.009
- Radstaak, M., Geurts, S. A. E., Brosschot, J. F., & Kompier, M. A. J. (2014). Music and psychophysiological recovery from stress. *Psychosomatic Medicine*, 76(7), 529–537. doi: 10.1097/PSY.0000000000000094
- Raglio, R. A., Bellandi, D., Gianotti, M., Zancchi, E., Gnesi, M., Monti, M. C., Montomoli, C., Vico, F., Imbriani, C., Giorgi, I., & Imbriani, M. (2020). Daily music listening to reduce work-related stress: a randomized controlled pilot trial. *Journal of Public Health (United Kingdom)*, 42(1), E82–E88. doi: 10.1093/pubmed/fdz030
- Raja, S. N., Carr, D. B., Cohen, M., Finnerup, N. B., Flor, H., Gibson, S., Keefe, F. J., Mogil, J. S., Ringkamp, M., Sluka, K. A., Song, X. J., Stevens, B., Sullivan, M. D., Tutelman, P. R., Ushida, T., & Vader, K. (2020). The revised IASP definition of pain: concepts, challenges, and compromises. In *Pain* (Vol. 161, Issue 9, pp. 1976–1982). NLM (Medline). doi: 10.1097/j.pain.0000000000001939
- Richardson, K. M., & Rothstein, H. R. (2008). Effects of occupational stress management intervention programs: a meta-analysis. *Journal of Occupational Health Psychology*, 13(1), 69–93. doi: 10.1037/1076-8998.13.1.69
- Sandkühler, J. (2001). Schmerzgedächtnis: Entstehung, Vermeidung und Löschung. *Deutsches Ärzteblatt*, 98(42), A2725-2730.
- Schlebusch, C. M., Malmström, H., Günther, T., Sjödin, P., Coutinho, A., Edlund, H., Munters, A. R., Steyn, M., Soodyall, H., Lombard, M., & Jakobsson, M. (2017). Ancient genomes from southern Africa pushes modern human divergence beyond

260,000 years ago. *BioRxiv*, 655(November), 652–655. doi: 10.1101/145409

- Schlotz, W., Schulz, P., Hellhammer, J., Stone, A. A., & Hellhammer, D. H. (2006). Trait anxiety moderates the impact of performance pressure on salivary cortisol in everyday life. *Psychoneuroendocrinology*, 31(4), 459–472. doi: 10.1016/J.PSYNEUEN.2005.11.003
- Schneiderman, N., Ironson, G., & Siegel, S. D. (2005). Stress and health: Psychological, behavioral, and biological determinants. In *Annual Review of Clinical Psychology* (Vol. 1, pp. 607–628). doi: 10.1146/annurev.clinpsy.1.102803.144141
- Schulz, P., Schlotz, W., & Becker, P. (2004). *Trier Inventar zum chronischen Stress: TICS*. Hogrefe.
- Sharman, L., & Dingle, G. A. (2015). Extreme metal music and anger processing. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9(APR), 1–11. doi: 10.3389/fnhum.2015.00272
- Slavich, G. M. (2016). Life stress and health: a review of conceptual issues and recent findings. *Teaching of Psychology*, 43(4), 346–355. doi: 10.1177/0098628316662768
- Smyth, J. M., Ockenfels, M. C., Gorin, A. A., Catley, D., Porter, L. S., Kirschbaum, C., Hellhammer, D. H., & Stone, A. A. (1997). Individual differences in the diurnal cycle of cortisol. *Psychoneuroendocrinology*, 22(2), 89–105. doi: 10.1016/S0306-4530(96)00039-X
- Song, Y., Ali, N., & Nater, U. M. (2024). The effect of music on stress recovery. *Psychoneuroendocrinology*, 168(July), 107137. doi: 10.1016/j.psyneuen.2024.107137
- Spitzer, M. (2002). *Musik im Kopf: Hören, Musizieren, Verstehen und Erleben im neuronalen Netzwerk*. Schattauer.
- Stancak, A., Ward, H., & Fallon, N. (2013). Modulation of pain by emotional sounds: a laser-evoked potential study. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, 17(3), 324–335. doi: 10.1002/j.1532-2149.2012.00206.x
- Suguna, S., & Deepika, K. (2017). The effects of music on pulse rate and blood pressure in healthy young adults. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 5(12), 5268. doi: 10.18203/2320-6012.ijrms20175438
- Tambornino, L. (2013). *Schmerz: Über die Beziehung physischer und mentaler Zustände*. De

Gruyter.

- Tan, X., Yowler, C. J., Super, D. M., & Fratianne, R. B. (2012). The interplay of preference, familiarity and psychophysical properties in defining relaxation music the music settlement. *Journal of Music Therapy*, 49(2), 150–179. <https://academic.oup.com/jmt/article/49/2/150/870966>
- Thoma, M. V., La Marca, R., Brönnimann, R., Finkel, L., Ehlert, U., & Nater, U. M. (2013). The effect of music on the human stress response. *PLoS ONE*. doi: 10.1371/journal.pone.0070156
- Thomas, J., & Harden, A. (2008). Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 8(1), 45–45. doi: 10.1186/1471-2288-8-45
- Timmerman, H., van Boekel, R. L. M., van de Linde, L. S., Bronkhorst, E. M., Vissers, K. C. P., van der Wal, S. E. I., & Steegers, M. A. H. (2023). The effect of preferred music versus disliked music on pain thresholds in healthy volunteers. An observational study. *PLoS ONE*, 18(1 January), 1–14. doi: 10.1371/journal.pone.0280036
- Tracey, W. D. (2017). Nociception. In *Current Biology* (Vol. 27, Issue 4, pp. R129–R133). doi: 10.1016/j.cub.2017.01.037
- Trachsel, L. A., Munakomi, S., & Cascella, M. (2022). Pain Theory. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545194/>
- Trappe, H. J. (2011). Die Bedeutung von Musik für die kardiovaskuläre Chirurgie. *Zeitschrift Fur Herz-, Thorax- Und Gefasschirurgie*, 25(5), 297–304. doi: 10.1007/S00398-011-0868-4/METRICS
- Trappe, Hans Joachim. (2022). Effekte von Musik in der Intensivmedizin. *Medizinische Klinik Intensivmedizin Und Notfallmedizin* 1, 117, 49–56.
- Weisberg, Y. J., De Young, C. G., & Hirsh, J. B. (2011). Gender differences in personality across the ten aspects of the Big Five. *Frontiers in Psychology*, 2(AUG), 11757. doi: 10.3389/FPSYG.2011.00178/BIBTEX
- World Health Organization. (2019). *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (11th ed.)*. <https://icd.who.int/en>

- Wulff, V., Hepp, P., Fehm, T., & Schaal, N. K. (2017). Music in bbstetrics: an intervention option to reduce tension, pain and stress. *Geburtshilfe Und Frauenheilkunde*, 77(9), 967–976. doi: 10.1055/S-0043-118414/ID/R4258608-18/BIB
- Wuttke-Linnemann, A., Nater, U. M., Ehlert, U., & Ditzen, & B. (2019). *Sex-specific effects of music listening on couples' stress in everyday life*. doi: 10.1038/s41598-019-40056-0
- Yehuda, N. (2011). Music and stress. *Journal of Adult Development*, 18(2), 85–94. doi: 10.1007/s10804-010-9117-4
- Zänkert, S., Bellingrath, S., Wüst, S., & Kudielka, B. M. (2019). HPA axis responses to psychological challenge linking stress and disease: what do we know on sources of intra- and interindividual variability? *Psychoneuroendocrinology*, 105, 86–97. doi: 10.1016/J.PSYNEUEN.2018.10.027
- Zhang, J. (2007, 10. September). 藥 (Yao) - Heilmittel, Medizin, Arznei, Medikament. *The Epoch Times Deutschland*. <https://www.epochtimes.de/china/china-kultur/藥-yao-heilmittel-medizin-arznei-medikament-a179926.html?welcomeuser=1> (Abgerufen am 02.09.2021)
- Zhang, S., & Zhu, N. (2022). Gender differences in thermal responses to temperature ramps in moderate environments. *Journal of Thermal Biology*, 103, 103158. doi: 10.1016/J.JTHERBIO.2021.103158

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Stressantwort und Entwicklung allostatischer Last.....	5
Abbildung 2: Das kognitive Vitalitätsmodell (<i>englisch: The Cognitive Vitality Model</i>).....	27
Abbildung 3: Playlist Screenshots der Zufallswiedergabe.....	38
Abbildung 4: VP 19022 H1a.....	40
Abbildung 5: VP 19023 H1a.....	40
Abbildung 6: VP 19022 H1b.....	41
Abbildung 7: VP 19023 H1b.....	41
Abbildung 8: VP 19022 H2a.....	42
Abbildung 9: VP 19023 H2a.....	42
Abbildung 10: VP 19022 H2b.....	43
Abbildung 11: VP 19023 H2b.....	43
Abbildung 12: VP 19022 H3a.....	44
Abbildung 13: VP 19023 H3a.....	44
Abbildung 14: VP 19022 H3b.....	45
Abbildung 15: VP 19023 H3b.....	45

Abkürzungsverzeichnis

HPA =	Hypothalamic-pituitary-adrenal axis
ANS =	Autonomes Nervensystem
BPM =	Beats per minute
TSST =	Trier Social Stress Test
IASP =	International Association for the Study of Pain
ICD 11 =	International statistical classification of diseases and related health problems, Version 11
VAS =	Visuelle Analogskala
CPT =	Cold Pressor Test
RCT =	Randomized controlled trials
fMRI =	Funktionelle Magnetresonanztomographie
BMI =	Body-Mass-Index
VP =	Versuchsperson
MINTREP =	“Music-based Intervention for the Reduction of Pain”-Studie
AVWF =	Audiovisuelle Wahrnehmungsförderung

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Versuchsplan	35
-------------------------------	----

Anhang

Anhang A: Poster

Musik und Stressmanagement: Eine musikalische Interventionsstudie ProbandInnen gesucht



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

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

Studienleitung:
Studienkoordination:

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

Teilnahmevoraussetzungen:

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

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

Anhang B: Anweisung per E-Mail im Vorhinein

Liebe Teilnehmerin, lieber Teilnehmer,

Sie befinden sich in der Bedingung selbstgewählter Musik.

Bitte bringen Sie zum Vorbesprechungstermin eine selbst ausgewählte Zusammenstellung von Musikstücken im MP3-Format über insgesamt **120 Minuten** auf einem portablem Medium (z.B. MP3-Player/USB-Stick) mit.

Wählen Sie bitte Ihre persönlichen Lieblingslieder und bevorzugten Musikstücke aus.

Dabei sind Ihnen keine Vorgaben bezüglich des Genres gesetzt. Weitere Charakteristika der Musik wie Schnelligkeit, Lautheit, mit/ohne Gesang usw. sind ebenfalls frei wählbar. Dabei sollte die Qualität der Musikstücke so gewählt sein, wie Sie sie gern über unsere Kopfhörer hören möchten. Ihre Musikzusammenstellung wird von uns in keiner Weise bewertet.

Wählen Sie daher einfach die Musikstücke aus, die Sie am liebsten hören und die Sie gern eine Stunde lang in unseren Räumen anhören möchten. Eine Festsetzung der Abfolge der Lieder ist nicht notwendig, da die Stücke während des Musikhörens in zufälliger Reihenfolge präsentiert werden.

Vielen Dank!

Ihr Studienteam

Music and Health Lab

Arbeitsbereich Klinische Psychologie des Erwachsenenalters

Danksagung

Ich möchte mich von ganzem Herzen bei meiner Mutter und meinem Bruder Tobias für ihre andauernde Unterstützung bedanken, durch die mein Studium trotz der vielen Widrigkeiten überhaupt erst möglich war. Ich möchte Euch Beiden diese Arbeit widmen.

Zusammenfassung

Das Musiktempo innerhalb selbstausgewählter Musik auf Stress und Schmerz ist spärlich erforscht, Effekte teilweise sehr heterogen. Musik ist als nicht-invasives Mittel in der Krankheitsprävention wichtig und wirkt über das Musiktempo und die Musikselbstauswahl positiv auf unsere Stress- sowie Schmerzwahrnehmung. Zudem wird der *Ohrwurmeffekt* betrachtet und ob das Musiktempo des zuletzt gehörten Liedes einen Einfluss hat. In der „Music-based Intervention for the Reduction of Pain“-Studie an der Universität Wien wurden Versuchspersonen (VP) unter drei Bedingungen untersucht. Hier wurde nur die Bedingung der selbstausgewählten Musik herangezogen ($N = 2$; beide 20 Jahre). Die VP hörten ihre selbstmitgebrachte Musik über zehn Termine hinweg zu je 60 Minuten und absolvierten anschließend in vier von zehn Sitzungen einen *Kaltwassertest*. Der akute subjektive Stress bzw. Schmerz wurde vor und nach den Interventionen erhoben. Es erfolgte aufgrund der geringen Stichprobengröße eine deskriptive Analyse. Obwohl beide VP in etwa gleich schnelle Musik hörten ($M = 124$ bpm & $M = 122$ bpm), fielen die Ergebnisse unterschiedlich aus. Es war kein Zusammenhang zwischen dem Musiktempo selbstausgewählter Musik und dem Stress feststellbar. Bei der Schmerztoleranz zeigte sich bei einer VP ein Deckeneffekt und es ist entgegen der Literatur bei der anderen ein schwach positiver Zusammenhang ersichtlich. Bei der Schmerzintensität gab es gemischte uneindeutige Effekte, sodass sich die Zusammenhangsrichtung bei einer VP bzgl. des Musiktempos des zuletzt gehörten Liedes umdrehte. Die heterogenen Ergebnisse spiegeln das komplexe Parametergefüge in der Studienlandschaft wider. Die vorliegende Arbeit versteht sich als Hinweisgeber wichtiger Einflussfaktoren zur Minimierung heterogener Ergebnisse, die detailliert diskutiert werden.

Abstract

The impact of music tempo in self-selected music on stress and pain is sparsely researched. Effects are partially very heterogeneous. Music, as a non-invasive method in disease prevention, positively influences stress and pain through music tempo and music self-selection. Furthermore, the earworm effect and whether the tempo of the last heard song has an influence are discussed. In the “Music-based Intervention for the Reduction of Pain” study at the University of Vienna, participants (VP) were examined under three conditions. This analysis focuses solely on the condition of self-selected music ($N = 2$; 20 years old). The VP listened to their self-selected music in ten sessions of 60 minutes each and subsequently performed a *Cold Pressor Test* (CPT) in four out of ten sessions. Acute subjective stress and pain were measured before and after the procedures. Because of the small sample size, a descriptive analysis was performed. Although both VP listened to music of similar tempo ($M = 124$ bpm & $M = 122$ bpm), the results varied. No correlation was found between the tempo of self-selected music and stress. For pain tolerance, one participant showed a ceiling effect, while the other, contrary to the literature, showed a weak positive correlation. Pain intensity results varied, with correlation direction for the tempo of the last heard song reversing for one participant. The heterogeneous results reflect the complex parameter landscape in this study field. This work attempts to identify important factors that can lead to heterogeneous results, which are discussed in detail.