

MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

„Physiologische und musikalische Synchronität:
Forschungen zu Zusammenhängen von
physiologischer und musikalischer Synchronität
zwischen zwei Musiker:innen.“

verfasst von | submitted by

Magdalena Mittermayr BA

angestrebter akademischer Grad | in partial fulfilment of the requirements for
the degree of

Master of Arts (MA)

Wien | Vienna, 2024

Studienkennzahl lt. Studienblatt |
Degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 066 836

Studienrichtung lt. Studienblatt | Degree
programme as it appears on the student
record sheet:

Masterstudium Musikwissenschaft

Betreut von | Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Christoph Reuter M.A.

Danksagung

Zuerst möchte ich meinen herzlichen Dank an Herrn Univ.-Prof. Dr. Christoph Reuter, M.A. aussprechen. Ihre engagierte Betreuung dieser Arbeit, Ihre große Unterstützung im gesamten Entstehungsprozess und Ihre wertvolle Fachexpertise waren von unschätzbarem Wert für mich. Ohne Ihre geduldige Anleitung und konstruktiven Ratschläge wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Meiner Schwester Eva möchte ich ebenfalls von Herzen danken, für die sorgfältige Korrektur aller meiner wissenschaftlichen Arbeiten, im Laufe meiner Studienzeit.

Geteiltes Leid ist halbes Leid – danke an alle Freund:innen, die mich meine Studienzeit begleitet und unterstützt haben. Euer offenes Ohr für meine Zweifel und Sorgen und die schönen Abende zur Ablenkung, haben mich durch die letzten Jahre getragen.

Der größte Dank gebührt jedoch meinen Eltern, die mir das Studium ermöglichten und mir die Freiheit gaben, meinen Interessen und Leidenschaften bedingungslos nachzugehen. Danke für Euer großes Vertrauen in mich!

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
1.1 Forschungshintergrund.....	3
1.2 Aufbau der Arbeit.....	6
1.3 Mögliche Implikationen.....	6
 2. Physiologische Synchronität	8
2.1 Emotional contagion	8
2.2 Leaders affect Followers / Gruppendynamik.....	11
2.3 Interpersonale Physiologie allgemein.....	12
2.3.1 Das vegetative Nervensystem.....	12
2.3.2 Physiologische Synchronität.....	12
2.3.3.1 Physiologische Synchronität als Mittel für Kooperation	15
2.4 Physiologische Auswirkungen von Musik	18
 3. Musikalische Synchronität.....	20
3.1 Emotionen	20
3.2 Emotionstheorien.....	22
3.3 Musik und Emotionen.....	25
3.4 Emotionen bei Musizierenden, im speziellen Auftrittsangst	29
3.5 Begriffsdiskussion: Synchronisation vs. Entrainment.....	36
3.6 Synchronisation in Ensembledarbietungen.....	37
3.7 Musikalische Synchronität: Auswirkungen auf die künstlerisch-musikalische Qualität.....	39
 4. Forschungsstand	40
4.1 Fragestellung	45
 5. Studiendesign und Methoden.....	47
5.1 Versuchsaufbau	48

5.1.1 Proband:innen.....	48
5.1.2 Studienverlauf	49
5.2 Materialien	53
5.3 Erhobene Messdaten	53
5.3.1 Physiologische Daten	54
5.3.2 Psychologische Daten.....	55
5.3.2.1 MRF (Multi-Rater-Feedback).....	55
5.3.2.2 K-MPAI (The Kenny Music Performance Anxiety Inventory)	55
5.3.2.3 Demographischer Fragebogen	56
5.3.3 Audiodaten	56
5.4 Datenanalyse	57
5.4.1 Audiofeatures	58
6. Ergebnisse	59
7. Diskussion.....	64
8. Zusammenfassung.....	66
Literatur.....	68
Abbildungsverzeichnis.....	78
Tabellenverzeichnis	79
Anhang.....	80
Abstract (Deutsch)	89
Abstract (English).....	90

1. Einleitung

Musik zählt zu den tiefgründigsten Ausdrucksformen menschlicher Kreativität und Interaktion. Das Zusammenspiel von Musiker:innen bietet ein faszinierendes Beispiel für Synchronität auf mehreren Ebenen – sowohl musikalisch als auch physiologisch. Diese Masterarbeit untersucht die komplexen Zusammenhänge zwischen der physiologischen und musikalischen Synchronität von Musiker:innen während des gemeinsamen Musizierens. Hierbei werden physiologische, psychologische und akustische Messdaten herangezogen, um ein tiefgehendes Verständnis der Dynamiken zu gewinnen, die diese Form der Zusammenarbeit prägen.

Im ersten Teil dieser Arbeit werden die theoretischen Grundlagen beider Synchronitätsformen umfassend dargelegt. Die physiologische Synchronität wird durch die Prozesse der emotionalen Ansteckung und der Gruppendynamik beschrieben. Die musikalische Synchronität wird im Rahmen von Emotionstheorien und dem Konzept des Entrainments untersucht. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Wechselbeziehung zwischen physiologischen und musikalischen Prozessen, um die Relevanz dieser Synchronitäten für die Koordination und Kooperation von Musiker:innen im Ensemble zu verdeutlichen. Der aktuelle Forschungsstand wird anhand von fünf Studien präsentiert, welche auch eine wesentliche Grundlage für den Versuchsablauf dieser Arbeit bilden. Aufbauend auf dem Forschungsstand wurden die Fragestellungen formuliert und ausgewählt.

Der Hauptteil dieser Arbeit umfasst die empirischen Untersuchungen sowie die Analyse der gewonnenen Daten. Das Studiendesign nutzt detaillierte Methoden und Materialien, die zur Datenerhebung eingesetzt wurden. Der Versuchsaufbau wird beschrieben, um die Vorgehensweise und Rahmenbedingungen der Datenerhebung transparent darzustellen.

Anschließend erfolgt eine umfassende Analyse der erhobenen Daten sowie eine Diskussion der Ergebnisse im Kontext der formulierten Fragestellungen.

Diese Masterarbeit zielt darauf ab, neue Erkenntnisse über die Wechselwirkungen zwischen physiologischer und musikalischer Synchronität zu gewinnen und somit einen Erkenntnisgewinn in diesem Forschungsbereich zu generieren. Sie schließt mit Anregungen für zukünftige Forschungsfragen und -projekte, die auf den gewonnenen Erkenntnissen aufbauen können.

1.1 Forschungshintergrund

Ängste vor Auftritten und Darbietungen können Musiker:innen jeden Alters oder jeden Geschlechts treffen, unabhängig von der Anzahl der Ausbildungsjahre oder vom Grad der Erfahrung. Über alle demografische Gruppen hinweg berichten Musiker:innen von der Angst, ihre Leistung bei einem Auftritt nicht wie vorbereitet erbringen zu können (Simon & Martens, 1979; Wolfe, 1989; Wesner et al, 1990; Cox & Kenardy, 1993; Brotons, 1994; Tamborrino, 2001; Kenny & Ackermann, 2016).

Es existieren verschiedene Bezeichnungen für die Angst vor Auftrittssituationen. In der Umgangssprache wird am häufigsten der Begriff Lampenfieber verwendet. Dieser suggeriert jedoch eine Bühnensituation, welche somit die Gänge des Spektrums nicht erfassen kann. In dieser Arbeit wird die englische Bezeichnung „Musical Performance Anxiety“ (kurz MPA) verwendet (Salmon, 1990). Damit werden auch Auftrittssituationen inkludiert, wie etwa Probespiele oder das Vorspielen vor Musikpädagog:innen oder Mitmusiker:innen. Diese Leistungsangst ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf hohe Ansprüche und Erwartungen an sich selbst zurückzuführen, wie auch auf die Angst vor der eigenen Bewertung der Leistung. Damit einher geht eine Sozialphobie, die besonders die Meinung anderer im negativen Sinne überschätzt (Abbott & Rapee, 2006, S. 655ff).

Die Auswirkungen der musikalischen Leistungsangst (MPA) können sich auf vielfältige Weise manifestieren und betreffen Körper, Geist und Verhalten in unterschiedlichem Ausmaß. Diese reichen von psychoneurobiologischen und physiologischen bis hin zu klinischen Symptomen. Mögliche Anzeichen umfassen Depressionen, ein geringes Selbstwertgefühl, somatische Belastungsstörungen sowie übermäßige Muskelanspannung. Letztere kann sich durch Verkrampfungen, Zittern oder sogar den Verlust der feinmotorischen Kontrolle äußern. Zudem

kann die Anspannung den Magen-Darm-Trakt beeinträchtigen und zu Symptomen wie Übelkeit, Krämpfen oder starkem Harn- und Stuhldrang führen (Kenny, 2011, S. 60).

Die Anforderungen an Musiker:innen bei Live-Auftritten sind äußerst hoch, da sie mehrere Aufgaben gleichzeitig beachten und bewältigen müssen. Musiker:innen konzentrieren sich simultan auf Aspekte wie Tempo und Dynamik, die/den Dirigent:in, die anderen Musiker:innen oder das Orchester sowie die Intonation. Die Liste der Herausforderungen ist lang. Auftrittsängste beeinträchtigen jedoch den Fokus der Musizierenden erheblich. Sorgen über mögliche Fehler oder eine negative Bewertung durch andere Personen sowie eine steigende physiologische Aktivität, wie erhöhter Puls und der Versuch, sich selbst zu regulieren, lenken die Aufmerksamkeit von der eigentlichen Darbietung ab (Steptoe, 2001, S. 291-293). MPA kann einen Kontrollverlust hervorbringen und damit eine gelungene Performance sabotieren.

Für Musiker:innen mit Auftrittsängsten stellen diese Symptome erhebliche Hindernisse und Barrieren für eine erfolgreiche Darbietung dar. Daher sollte in der Ausbildung ein besonderer Schwerpunkt auf die Vorbereitung von Musiker:innen auf öffentliche Auftritte und Wettbewerbsumgebungen gelegt werden. Besonders zentral ist hierbei die Pädagogik des Musikunterrichts, die darauf abzielen muss, Schüler:innen nicht nur als Musiker:innen, sondern auch in ihrer Persönlichkeitsentwicklung zu stärken. Das Ziel ist, ihre Resilienz und Selbstreflexion in Stresssituationen und bei Auftritten zu fördern (Kenny, 2011, S. 61-62).

Für das Zusammenspiel von Musiker:innen ist es von großer Bedeutung sich aufeinander einzulassen und aufeinander zu reagieren. Die Resonanz innerhalb eines Ensembles kann sich nicht nur in einer musikalischen,

sondern auch in einer physiologischen Synchronisation erkennbar machen.

Gordon et al. (2020) untersuchten die physiologische Synchronität von Trommler:innen, bei denen durch Tempovariationen eine Kooperation der Musiker:innen provoziert wurde, um eine synchrone, gemeinsame Rhythmusabfolge zu erreichen. Dabei wurden mittels EKG die Herzströme gemessen, sowie über Fragebögen das Empfinden einer Gruppenbildung und die empfundene Synchronität der Teilnehmer:innen abgefragt. Dabei kam man zu der Erkenntnis, dass die Bewältigung der Trommelaufgabe zu einer Erhöhung der physiologischen Synchronität (Angleichung der Herzfrequenz) zwischen den Teilnehmer:innen führte. Diese Messdaten konnten auch die subjektive Einschätzung und Erfahrung der Gruppenkohäsion der Trommler:innen vorhersagen. So führte eine hohe physiologische Synchronität auch zu einem größeren empfundenen Gruppengefühl.

Fraglich ist jedoch, inwiefern sich Belastungen durch Stress und Nervosität einer/eines einzelnen Musiker:in auf die Mitglieder eines Ensembles auswirken. Die Forschung beschäftigt sich mit der Frage, wie das Zusammenspiel von Musiker:innen positiv und negativ beeinflusst wird und welche physiologischen und musikalischen Faktoren hierbei eine Rolle spielen. Diese Arbeit knüpft an dieses Forschungsgebiet an, und untersucht ob Stress oder Nervosität einer/eines Einzelnen, auch Auswirkungen auf eine:n Duettpartner:in haben.

1.2 Aufbau der Arbeit

Die Kapitel 2 und 3 liefern die theoretische Grundlage und Hintergrundinformationen zu den Themenbereichen physiologische und musikalische Synchronität. In diesen Kapiteln wird ausführlich auf die durch Emotionen beeinflussten Prozesse eingegangen, die die menschliche Interaktion prägen und in einer Wechselbeziehung zur Musik stehen.

Der Forschungsstand wird in Kapitel 4 diskutiert und präsentiert und anschließend die daraus resultierenden Forschungsfragen für diese Arbeit formuliert.

Kapitel 5 widmet sich detailliert der Beschreibung des Versuchsaufbaus und der Auswahl der Messmethoden. Hier werden die spezifischen Verfahren und Instrumente erläutert, welche zur Datenerhebung eingesetzt wurden.

In den nachfolgenden Kapiteln 6 und 7 werden die erhobenen Daten präsentiert und analysiert. Kapitel 6 stellt die Daten in strukturierter Form dar und bietet eine erste Interpretation der Ergebnisse. Kapitel 7 geht tiefer in die Analyse und diskutiert die Befunde im Kontext der theoretischen Grundlagen und der bestehenden Forschungsliteratur.

Das abschließende Kapitel fasst die wichtigsten Ergebnisse zusammen, diskutiert deren Implikationen und bietet einen Ausblick auf mögliche zukünftige Forschungsthemen.

1.3 Mögliche Implikationen

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, die Bedeutung von Resilienz und die Fähigkeit zur Bewältigung von Stresssituationen hervorzuheben. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der pädagogischen Relevanz im Musikunterricht. Dabei wird auf den Stellenwert für die Ausbildung von

Musiker:innen verwiesen, welche junge Musizierende auf außergewöhnliche Stressbedingungen vorbereiten soll und Methoden zur Bewältigung von Angstzuständen bieten soll.

Darüber hinaus zielt die Arbeit darauf ab, die Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen physiologischer und musikalischer Synchronität zu untersuchen und die damit verbundenen Prozesse detailliert zu erklären. Insbesondere wird analysiert, wie diese Synchronität durch verschiedene Faktoren beeinflusst wird und welche Auswirkungen dies auf die musikalische Performance und das Wohlbefinden der Musiker:innen hat.

Durch eine Kombination von theoretischen Analysen und empirischen Untersuchungen soll ein erweitertes Verständnis der komplexen Wechselwirkungen zwischen physiologischen Reaktionen und musikalischen Prozessen entwickelt werden. Die Erkenntnisse dieser Arbeit sollen sowohl zur Verbesserung der pädagogischen Praxis im Musikunterricht als auch zur Weiterentwicklung der Forschung im Bereich der musikalischen und physiologischen Synchronität beitragen.

2. Physiologische Synchronität

Physiologische Synchronität beschreibt das Phänomen, bei welchem die Körperfunktionen mehrerer Personen in einer Gruppe oder Beziehung im Laufe der Zeit in Einklang geraten (Palumbo et al., 2017, S. 99) Dieses Zusammenspiel erstreckt sich über verschiedene physiologische Prozesse wie Herzschlag, Atmungsmuster und sogar hormonelle Aktivitäten. Die Erforschung dieser Synchronität wirft ein Licht auf die komplexen Wechselwirkungen zwischen sozialen Beziehungen, emotionalen Bindungen und physiologischen Reaktionen und bietet Einblicke in die grundlegenden Mechanismen der menschlichen Interaktion und Verbundenheit.

2.1 Emotional contagion

Der Fokus bei der Beschäftigung mit Emotionen ist häufig, dass vermehrt das Augenmerk nur auf das intrapersonelle System gelegt wird, welches aus Komponenten wie Erfahrung, Physiologie und Verhalten besteht, die in ihrer Zusammenwirkung emotionale Reaktionen hervorbringen. Oftmals außer Acht gelassen wird dabei, dass viele Emotionen in einem sozialen Kontext entstehen und wirken. Durch soziale Interaktionen und Beziehungen werden interpersonelle Emotionssysteme gebildet, welche Reaktionen nicht nur innerhalb der Person sondern auch bei den Interaktionspartner:innen hervorrufen (Butler, 2011, S. 367).

Emotionen begleiten den Menschen von Geburt an und fließen in jede soziale Interaktion mit ein. Wir existieren unser ganzes Dasein als Teil sozialer Systeme. Diese reichen von Zweierbeziehungen bis hin zu Nationen und darüber hinaus (Butler, 2011, S. 368). Wird man angelächelt, so ist es eine natürliche Reaktion, dass zurückgelächelt wird und man sich sozusagen der Emotion der anderen Person anpasst (Barger & Grandey,

2006; S. 1229-1238). Bei Gesprächen oder Interaktionsfeldern mit beteiligten Personen neigen Menschen instinktiv dazu sich den emotionalen Zuständen der/des Gesprächspartner:in anzugleichen. Emotionen können ansteckend sein und kognitiv sowie physisch aktivieren und anregen (Schachter & Singer, 1962). Sichtbar wird dies durch einen ähnlichen Ausdruck in der Mimik, der Stimme oder der Körpersprache und Haltung, wie auch durch neurophysiologische und neurologische Reaktionen (Hatfield et al., 1994). Als Folge der emotionalen Ansteckung (emotional contagion¹) sind Synchronitäten im Verhalten, der Aufmerksamkeit und der Emotionen erkennbar (Hatfield et al., 1992, S. 160). Diese gemeinschaftliche Emotionsregulation beruht womöglich auf der Evolutionsgeschichte. Sexuelle und intime Verhaltensweisen aktivieren biologische Systeme, welche Stress abbauen und hervorbringen. Durch Konditionierung von Paarungsverbindungen und Reproduktion wurden diese zu den externen emotionalen und biologischen Regulatoren der/des jeweiligen Anderen. Somit wurde eine erfolgreiche Emotionsregulierung zu einem wichtigen Element des Überlebens der Menschen (Butler, 2011, S. 369).

Die emotionale Ansteckung steht historisch betrachtet in unmittelbarem Zusammenhang mit den Gefühlen Sympathie und Empathie (Hatfield et al, 1994, S. 81). In den Untersuchungen zur Gefühlsansteckung wird oftmals eine Verknüpfung mit der emotionalen Erregung gesehen, da Emotionen eine Kombination aus Gefühlen und Erregung sind.

Die emotionale Ansteckung zeigt sich nicht nur durch das Anpassen an die Stimmungslage der interagierenden Person, sondern auch durch die nonverbale Kommunikation. Ausdrücke im Gesicht oder durch den Körper werden in der Interaktion durch die Gefühlsansteckung kopiert

¹ Deutsche Übersetzung: Gefühlsansteckung, in: *dict.cc*. Abgerufen am 20. März 2024, von <https://www.dict.cc/englisch-deutsch/emotional+contagion.html>.

und nachgeahmt. Das Verhalten kann jedoch auch durch die Emotionen anderer Personen beeinflusst werden. Positive Emotionen lösen beispielsweise ebenso positive Affekte aus, die zu Freude oder Motivation führen können, welche wiederum das Verhalten und die Aktionen beeinflussen. Physiologische Reaktionen können durch den Hautleitwert gemessen werden. Dabei wird die Intensität der Erregung aufgezeichnet, was jedoch keine Auskunft über die Valenz – also ob positiv oder negativ – der Emotionen gibt (Herrando & Constantinides, 2021, S. 1-3).

Ein wichtiges Forschungsthema ist die Art der Prägung oder Beeinflussung von Gruppendynamiken durch geteilte Emotionen oder Gefühlsansteckungen. Kollektive Emotionen sind präzise Einflussfaktoren für das Zusammenwirken in sozialen Gefügen und können mitentscheidend sein für die Bewältigung von Aufgaben und Herausforderungen. Dabei muss man zwischen kognitiver und emotionaler Einfühlung unterscheiden. Ideen und Visionen werden – anders als Emotionen – verbalisiert und müssen nicht im unmittelbaren Kontakt geteilt werden. Über nonverbalen Austausch werden meist die Emotionen übermittelt, wodurch sie daher die direkte Nähe der Interaktionspartner:innen benötigen (Ilgen & Klein, 1989, S. 329).

Einige Elemente überschneiden sich sowohl bei der zielgerichteten kognitiven Ansteckung (z.B. Evaluation oder Interpretation) als auch bei der emotionalen Ansteckung. Dazu gehören Erwartungen, Interpretationen und Bewertungen der Ziele, die in beiden Prozessen mit den Interaktionspartner:innen geteilt werden sollen (Salancik & Pfeffer, 1978, S. 248-250). Doch Studien zeigen, dass die emotionale Ansteckung meist unbewusst und durch automatisierte Prozesse und Reaktionen verläuft (Barsade, 2002). Die Untersuchungen von Totterdell (1998) zur Stimmung in Arbeitsteams zeigten, dass bei Krankenpfleger:innen, Buchhalter:innen und einem Profi Cricket Team das Arbeitsklima von den Kolleg:innen abhängig ist, auch nachdem geteilte Arbeitsprobleme

beseitigt wurden. Folglich sind für eine dynamische und harmonische Arbeitsgruppierungen die Emotionen der Einzelnen und nicht nur des Kollektivs wichtig und ausschlaggebend für eine produktive und zielgerichtete Arbeit.

2.2 Leaders affect Followers / Gruppendynamik

Die Errungenschaften des Menschen in der Technologie, Kultur oder sonst wo stützen sich auf komplexe soziale Interaktionen. Koordinierte soziale Interaktionen profitieren wesentlich von nonverbalen Interaktionen und sind notwendig, um gemeinsame Ziele zu erreichen. Durch die Evolution hat der Mensch in der Interaktion eine besondere Sensibilität gegenüber den Dialogpartner:innen und deren Stimmen und Körpern entwickelt, um Gedanken und Überzeugungen zu verstehen und deuten zu können (Chnag et al., 2017, S. 1). Die sozialen Kontexte zeichnen sich durch Gruppendynamiken aus. Die Unterteilungen in Leader und Follower zeigen sich insbesondere bei verbal geführten Aktivitäten, also wer im wahrsten Sinne des Wortes den Ton angibt.

Nicht so deutlich ist diese Spezifizierung bei nonverbalen Handlungen ersichtlich, etwa beim Musizieren. Obwohl mit den Notentexten schon eine Richtung vorgegeben ist, die den Musiker:innen als Orientierung für das gemeinsame Spiel dienen soll, fordert das Musizieren hingegen auch individuelle Strategien (etwa Variationen im Tempo, der Dynamik oder Phrasierung), um einen gemeinsamen musikalischen Ausdruck zu erzielen. Für eine koordinierte Durchführung müssen Rollen der Leader und Follower verteilt werden. In den Untersuchungen von Chnag et al. (2017) wird ersichtlich, dass zugewiesene Leader die Follower mehr beeinflussen als umgekehrt (siehe Kapitel 4). Des Weiteren zeigte sich, dass ein höherer Grad der Koppelung zwischen den Musiker:innen sich auch positiv auf die subjektive Bewertung des Auftritts auswirkte.

2.3 Interpersonale Physiologie allgemein

2.3.1 Das vegetative Nervensystem

Das vegetative (oder autonome, unwillkürliche) Nervensystem unterteilt sich in zwei Systeme: der Sympathikus und der Parasympathikus, welche beide dynamisch die inneren Organe, wie das Herz oder die Atmung regulieren. Das sympathische Nervensystem ist für die Aktivierung bei Stress- oder Notfallsituationen, also Fight or Flight Situationen verantwortlich. Der Parasympathikus ist der Antagonist des Sympathikus und trägt zur Entspannung und Regeneration des Körpers bei. Für die Verarbeitung von Umwelteinflüssen arbeiten beide Systeme dynamisch abwechselnd. Durch physiologische Messungen kann die Aktivierung des jeweiligen Systems erkannt werden. Die Synchronität von Atem- und Herzfrequenz lässt etwa in erster Linie auf den Parasympathikus schließen. Das sympathische System lässt sich durch verstärktes Schwitzen, also der Hautleitfähigkeit messen. Mittels dieser Methoden können die autonomen Prozesse der Individuen festgestellt und gemessen werden (Palumbo et al., 2017, S. 100).

2.3.2 Physiologische Synchronität

In der Interaktion zweier oder mehrerer Menschen spielen Emotionen eine wichtige Rolle. Der Kontakt und das Zusammenspiel aktivieren das vegetative Nervensystem. Dabei werden auch nonverbale Signale und Reize verarbeitet und regen entweder das sympathische oder das parasympathische Nervensystem an. Mittels Messdaten können die erhobenen Werte der Interaktionsteilnehmer:innen verglichen und abgeglichen werden. Eine ähnliche oder sogar gleiche Aktivierung (z.B. Hautleitwert oder Herzrate) kann Auskunft über eine physiologische Synchronität der Personen geben. Wird eine Person von einer anderen

gestressten Person beispielsweise „angesteckt“, so kann man das an einer erhöhten Hautleitfähigkeit, also einer Aktivierung des Sympathikus, feststellen (Palumbo et al., 2017, S. 100ff).

Physiologische Synchronität definiert grundsätzlich eine Interdependenz zwischen physiologischen Signalen von mindestens zwei Interaktionspartner:innen. Dabei ist die Identifizierung einer Synchronität abhängig vom Testverfahren und je nach Analysemethoden wird unterschiedlich nach Mustern und Beziehungen gesucht. Dabei werden auch unterschiedliche Komponenten untersucht. Nach Palumbo et al. (2017, S. 102-103) gibt es sechs Schlüsselparameter, welche zur Definierung von physiologischer Synchronität relevant sein können: die Stärke, die Vorzeichen, die Richtung, die Verzögerung, das Timing und das Maß der Erregung:

Die Stärke

Die Stärke bezieht sich auf die Ausprägung der Synchronität, ein höheres Maß der Synchronität weist auf eine größere Abhängigkeit der Signale der Interaktionspartner:innen hin.

Die Vorzeichen

Die Vorzeichen (also positiv oder negativ, auch Valenz) zeigen an, ob das Erregungsniveau zwischen den Interaktionspartner:innen synchron oder asynchron verläuft (positive oder negative Korrelation). Eine positive Synchronität zeigt eine Angleichung an und eine negative Synchronität deutet darauf hin, dass eine Bewegung in oder entgegen der Richtung der/des Partner:in stattfindet.

Die Richtung

Die Richtung bezieht sich auf Vorhersehbarkeit der Physiologie der Interaktionspartner:innen. Bei einer multidirektionalen Beziehung wird ein gewisser Anteil der Physiologie des Gegenübers vorhergesagt und umgekehrt.

Die Verzögerung

Hier wird die zeitliche Verzögerung beschrieben, sodass ein physiologisches Muster bei einer Person erst nach einer kurzen Verzögerung bei der zweiten Person ersichtlich ist.

Das Timing

Das Timing ist insofern relevant, da es sich auf die Zeitspanne bezieht, welche analysiert wird. Kurzfristige oder längerdauernde Interaktionen können unterschiedliche physiologische Prozess aufzeigen, weshalb entscheidend ist, welche Zeitskala bewertet wird.

Das Maß der Erregung

Das Erregungsmaß ist hilfreich, um eine physiologische Synchronität zu erkennen, da hier die Ausprägungen der physiologischen Werte der Interaktionspartner:innen mit einander verglichen werden können, um Abhängigkeiten feststellen zu können.

Anhand dieser unterschiedlichen Variablen können unterschiedliche Daten erhoben und miteinander korreliert werden, um in weiterer Folge Auskunft darüber zu geben, ob eine emotionale Ansteckung vorliegt (Palumbo et al., 2017, S. 102ff). Mögliche statistische Methoden zur

Auswertung sind beispielsweise die Kreuzkorrelationsanalyse, Zeitreihenanalyse oder die Betrachtung des Verzögerungseffekts (Julien, Brault, Chartrand & Begin, 2000; Feldman, 2003).

2.3.3.1 Physiologische Synchronität als Mittel für Kooperation

Kooperation ist eine wichtige Komponente im gesellschaftlichen Zusammenleben und essenziell für Entwicklungen und Innovation. Für die Zusammenarbeit förderlich ist primär die Kommunikation, also das Verbalisieren von Absichten und Intentionen. Ebenso liegt es in der Natur des Menschen, dass Signale und nonverbale Äußerung bewusst und unbewusst durch Mimik und Gestik vermittelt werden bzw. von den Interaktionspartner:innen gelesen werden. Untersuchungen zeigen, dass die nonverbalen Signale und die darauf basierenden physiologischen Prozesse sich synchronisieren und in weiterer Folge die Kooperation beeinflussen können. Kooperationsverbindungen können riskant sein, da Einzelne ausnützen können, dass jemand anderes Zeit und Ressourcen investiert. Um die wohlwollenden Absichten einschätzen zu können, ist das Lesen von nonverbalen Äußerungen ein Mittel, um eine erfolgreiche Zusammenarbeit garantieren zu können. Viele dieser durch Emotionen ausgelösten nonverbalen Signale sind mit den bloßen Augen nicht erkennbar, können dennoch unbewusst einen Einfluss auf das Gegenüber haben. Dabei zeigt sich, dass eine Synchronisation im Verhalten auf einer neurologischen und auf einer physiologischen Ebene stattfinden kann.

Behrens et al. (2020) untersuchten mittels 152 Teilnehmer:innen die Wechselbeziehung von physiologischer Synchronität und Kooperation. Dabei mussten die Personen in Zweiergruppen ein Kooperationsspiel gemeinsam spielen und konnten in zwei Durchgängen einmal das Gesicht der/des Partner:in sehen und einmal nicht (siehe Abbildung 1). Die

Fragestellung war zum einen, ob eine physiologische Synchronität während der Interaktion auftritt und zum anderen, ob die Synchronie mit einem kooperativen Erfolg zusammenhängt. Gemessen wurden die Herzrate, die Hautleitfähigkeit und die Augenbewegungen. Die Ergebnisse zeigten, dass der Interaktionseffekt zwischen der Hautleitfähigkeit, der Synchronie und die (Un-)Sichtbarkeit der/des Spielpartner:in den kooperativen Erfolg signifikant vorhersagt. Beim Durchlauf des Versuch, bei dem sich die Proband:innen sehen konnten, ist eine positive Steigung der Interaktion zu erkennen, wobei das Ausblenden von nonverbalen Signalen eine leicht negative Steigung zeigte (siehe Abbildung 2). Wie in Abbildung 3 sichtbar, konnte eine höhere physiologische Synchronität bei der Sichtbarkeit der/des Partner:in erkannt werden. Der Kontakt von Angesicht zu Angesicht steigerte die Synchronität von Herzfrequenz und Hautleitwert der Dyaden. Eine Kontrollanalyse mit neu-gemischten Paaren ergab ähnliche Ergebnisse, so konnte ausgeschlossen werden, dass mögliche Störfaktoren Auswirkungen auf das Experiment hatten.



Abbildung 1 Versuchsaufbau bei Kooperation mit blockiertem Blickkontakt (links) und freiem Blickfeld (rechts) für die Proband:innen (Behrens et al., 2020, S. 2).

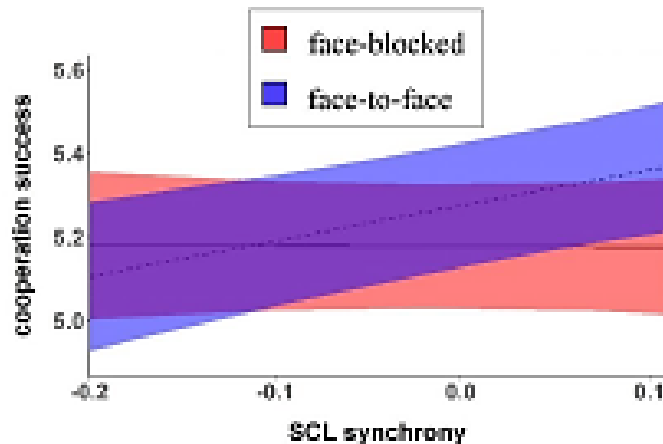


Abbildung 2: Synchronität der Hautleitfähigkeit (SCL synchrony) in Abhängigkeit zum Kooperationserfolg mit und ohne Blickkontakt (Behrens et al., 2020, S. 2).

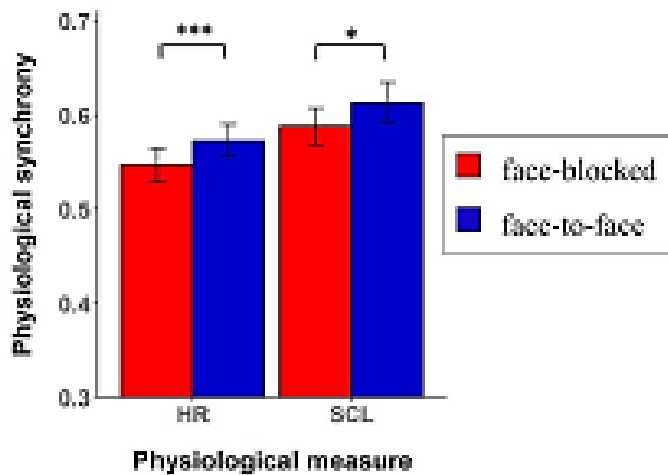


Abbildung 3 Physiologische Synchronität von Herzrate (HR) und Hautleitfähigkeit (SCL) mit und ohne Blickkontakt (Behrens et al., 2020, S. 2).

Die Ergebnisse dieser Studien zeigen, dass Menschen subtile Veränderungen im Gesicht einer interagierenden Person wahrnehmen und darauf reagieren können. Damit wird auch der Erfolg der Zusammenarbeit positiv beeinflusst. Physiologische Synchronität wirkt hierbei als unbewusster Mechanismus, der das Verhalten und somit auch den Erfolg von sozialen Interaktionen beeinflusst. Durch Mimik und Gestik können wertvolle Informationen an andere vermittelt werden. Diese Signale können jedoch bewusst gesteuert und vorgetäuscht

werden. Physiologische Reaktionen hingegen sind schwer zu manipulieren, wodurch sie wichtige Hinweise über Absichten und Einstellungen von Personen bieten können. Wie die Untersuchung zeigt, wird die Zusammenarbeit verbessert, wenn die Interaktionspartner:innen ihre autonomen Reaktionen synchronisieren können, weil sie die emotionalen Gefühlszustände auf selbst wahrgenommene emotionalen Signale des Gegenübers abstimmen können (Behrens et al., 2020, S. 3ff).

2.4 Physiologische Auswirkungen von Musik

Wie bereits erwähnt, treten physiologische Angleichungen innerhalb sozialer Gruppen, insbesondere bei gemeinsamen Aktivitäten auf, so auch beim kollektiven Musizieren. Durch Kooperation und Koordination des gemeinsamen Vortrags, stellen sich auch die Körper aufeinander ein. Verschiedene Studien konnten beim Singen von mehreren Personen physiologische Synchronisationen erkennen lassen:

Vickhoff et al. (2013) untersuchte Herzraten-Variabilität von Sänger:innen beim gemeinsamen Chorsingen. In der Studie wurde erforscht, wie Singen sich auf die Herzraten-Variabilität und die Synchronisation zur Atmung (Respiration) verhält. Das Singen führte hier zu einem „gelenkten Atmen“, d.h. die Atemfrequenzen wurden bewusst durch die Phrasierungen beeinflusst. Die Proband:innen sollten einen einzelnen Ton gemeinsam summen, eine freie Melodie ohne vorgegebene Atempausen und auch ein Mantra mit Phrasierungen gemeinsam singen. Dabei zeigte sich ein Zusammenhang und eine Angleichung zwischen den Personen bei der Gesangstruktur, der Atmung und der Herzfrequenz. Das gemeinsame Singen regelmäßiger Liedstrukturen führte dazu, dass sich die Herzfrequenz der Sänger:innen einander angleichen und synchroner wurden.

Ruiz-Blais et al. (2020) untersuchten ebenso das Synchronitätsverhalten beim Singen, hierbei jedoch im Speziellen bei Nicht-Expert:innen, also keinen geübten Sänger:innen. Die Autor:innen kamen zu dem Schluss, dass durch gemeinsames Singen ein höheres Maß an Kopplung der Versuchspersonen erreicht werden konnte als bei der Basismessung im Ruhezustand (ohne Sprechen und Bewegen). Es wurde auch hier der Zusammenhang zur Atmung untersucht und es zeigte sich, dass eine Kopplung der Herzraten-Variabilität hauptsächlich von der Synchronisation der Atmungsaktivität angetrieben wird. Die Atemfrequenz wird besonders bei einer gemeinsamen Vokalisation synchroner.

Durch die Untersuchungen von Müller und Lindenberg (2011) konnte die oszillatorische Kopplung von Herz- und Atmungsmuster als physiologische Grundlage für zwischenmenschliche Handlungskoordination gedeutet werden. Sie untersuchen die Synchronisation von elf Chorsänger:innen und einem Dirigenten. Es wurde festgestellt, dass eine Synchronität von Atmung und Herzfrequenz beim Singen höher ist als im Ruhezustand und die Synchronität der Atem- und Herzfrequenz beim Unisono-Singen höher ist als beim mehrstimmig Singen.

3. Musikalische Synchronität

Für das Musizieren in Gruppen kommen mehrere Musiker:innen in Interaktion, um gemeinsam Klänge zu erzeugen, indem sie ihre Aktionen und Rhythmen koordinieren. Dabei ist es essenziell zu kooperieren und sich aufeinander einzulassen. Um Tempo, Agogik oder Interpretation harmonisch gemeinsam zu bewältigen, bedarf es einer Synchronität der Musiker:innen. Diese Synchronität erstreckt sich über verschiedene Ebenen, von der präzisen Zeitgebung bis hin zur emotionalen Ausdruckskraft und führt zu einem musikalischen Erlebnis sowohl für die Ausführenden als auch für die Zuhörer:innen. Ferner spielen auch Emotionen eine große Rolle, welche besonders den Ausdruck und die Interpretation eines Musikstückes beeinflussen. Diese können positive aber auch negative Auswirkungen auf eine Darbietung haben, wie beispielsweise die Auftrittsangst. Die Erforschung musikalischer Synchronität bietet Einblicke in die kognitive und emotionale Dimension der menschlichen Koordination sowie in die kulturelle Bedeutung von Musik als universelle Sprache.

3.1 Emotionen

Aus dem Lateinischen übersetzt stammt das Wort Emotion von *emovere* ab, was u.a. „in Bewegung setzen“ bedeutet. Daher sind sie wesentliche Faktoren für die Erregung und Aktivierung des Menschen (Rothermund & Eder 2011, S. 165). Das tägliche Leben wird begleitet durch eine Vielzahl von Emotionen, welche individuell unterschiedlich wahrgenommen werden können (Plutchik 2001, S. 344). Eine konkrete Definition von Emotionen wiederzugeben, erweist sich jedoch als sehr schwierig, weshalb auch eine Vielfalt von Begriffsdefinitionen in der Literatur zu finden sind (Plutchik 2001, S. 344).

Kleinginna & Kleinginna versuchten 1981, einen Überblick über die Emotionstheorien darzulegen, um einer terminologischen Verwirrung durch diese Fülle entgegenzuwirken (Kleinginna & Kleinginna, 1981, S. 345ff.) Dabei sammelten sie 92 Definitionen und neun kritische Theorien und unterteilten diese wiederum in elf Kategorien, welche sich in die verschiedenen Aspekte von Emotionen gliedern (Kleinginna & Kleinginna 1981, S. 346-349). Die elf Kategorien konnten sie zu fünf Hauptkategorien zusammenfassen, welche im Besonderen die auslösenden Faktoren für Emotionen beschreiben. Die erste Kategorie umschließt Theorien, welche die subjektiven und kognitiven Aspekte von Emotionen betonen. Die Zweite beschreibt externe emotionale Stimuli als auslösende Faktoren für physiologische Mechanismen und Emotionen. Sie konnten auch Multiaspekt-Kategorien erkennen, welche Komponenten wie affektive, kognitive, physiologische und expressive Verhaltensweisen für wichtig erachten. Mittels restriktiver Kategorien wird eine Differenzierung von anderen psychologischen Konzepten betont. Eine weitere Hauptkategorie konnte gebildet werden, welche die Interferenz von Emotionen und Motivation als zentral erachtet (Kleinginna & Kleinginna 1981, S. 349-354). Es wird somit deutlich wie wenig Konsens über eine einheitliche Definition besteht. Die Autor:innen plädieren für eine Festlegung einer formelle Definition, welche umfassend und weit blickend sein sollte, um die traditionell signifikanten Facetten von Emotionen einzuschließen, jedoch auch versuchen soll, sich klar von anderen psychologischen Prozessen unterscheiden zu können (Kleinginna & Kleinginna, 1981, S. 355).

Als Modell-Definition schlagen sie einen Überblick der auslösenden Faktoren, der Prozesse, welche ausgelöst werden, und den Verhaltensweisen, die erregt werden vor:

„Emotion is a complex set of interactions among subjective and objective factors, mediated by neural-hormonal systems, which can (a) give rise to affective experiences such as feelings of arousal, pleasure/displeasure; (b) generate cognitive processes such as emotionally relevant perceptual effects, appraisals, labeling processes; (c) activate widespread physiological adjustments to the arousing conditions; and (d) lead to behavior that is often, but not always, expressive, goaldirected, and adaptive.“ (Kleinginna & Kleinginna, 1981, S. 355)

3.2 Emotionstheorien

Im Folgenden werden zwei Emotionstheorien vorgestellt, die häufig in Bezug auf die Auswirkungen von Musik herangezogen werden und auch in der Musikpsychologie eine bedeutende Rolle spielen.

Paul Ekman (1972) beschäftigte sich mit der Fragestellung, ob mimische Ausdrücke universell sind oder für die verschiedenen Kulturen individuell in Erscheinung treten. Dabei bezieht er sich auf Charles Darwin, dessen Auffassung nach emotionale Ausdrücke im Gesicht durch die Evolution universell über Generationen vererbt wurden, um als Adaptionismittel zu fungieren (Ekman, 1972, S. 208). Silvan Tomkins (1962) nahm diese Ansicht vorweg und betont, dass Basisemotionen vererbt werden. Jedoch vermutet er auch kulturelle Variationen in diesen emotionalen Ausdrücken (Ekman, 1972, S. 208). Ekman erkannte in seinen vier Experimenten kulturelle Elemente in den Gesichtsausdrücken der Emotionen und unterschiedliche Muskelbewegungen für gewisse Emotionen, sowie der Interpretation dieser. Als charakteristische Basisemotionen definierte er Angst, Wut, Trauer, Überraschung, Freude und Ekel. Dabei betont er, dass diese emotionalen Expressionen in der Mimik nicht in einem Vakuum entstehen können, sondern durch kulturelle Einflüsse geformt werden. In diesen Forschungen lag das

Hauptaugenmerk auf der Isolation von universellen Emotionsausdrücken, um weiterführend Unterschiede zwischen den verschiedenen Kulturen zu suchen und finden. Die Ergebnisse der Untersuchungen von Ekman zu diesem Zeitpunkt zeigten jedoch eine starke Tendenz für universelle mimische Ausdrücke (Ekman, 1972, S. 234). In der weiteren Auseinandersetzung (1999) überdenkt Ekman seine festgelegten sechs Basisemotionen und bietet eine Liste an Charakteristiken, welche (Basis-) Emotionen beschreiben können und sie von anderen affektiven Phänomenen differenzieren. Damit versucht er, einen Schritt weg von der Universalität zu setzen und die Einzigartigkeit und Komplexität von Emotionen zu betonen, wodurch ein breiterer Diskurs möglich wird (Ekman, 1999, S. 56-57).

James Russell (1980) ordnet für sein Modell Emotionszustände mittels zwei Achsen (Valenz und Aktivierung) kreisförmig an. Zusammenhängende Emotionen, welche gegensätzliche Ausprägungen ausdrücken, z.B. happy und miserable, sind jeweils gegenüberliegend voneinander positioniert. An den vier Achsenende (siehe Abbildung 4) stehen die Emotionen pleasure (0°), arousal (90°), displeasure (180°) und sleepiness (270°). Dazwischen werden die unterschiedlichen Emotionen zirkulär angeordnet und somit kategorisiert (Russell, 1980, S. 1161).

Dieses Modell bietet eine simple und wirkungsvolle Möglichkeit, um Emotionen aufgrund ihrer Bewertung des Affekts (angenehm bzw. unangenehm) und der physiologischen Reaktionen (hohe und niedrige Erregung) zu organisieren. Russells Modell erfährt jedoch auch Kritik, da teils psychologische Unterscheidungen unscharf dargestellt werden. Es können beispielsweise Emotionen, welche in unmittelbarem Umfeld platziert sind, sehr unterschiedlich sein. Anger und Fear (siehe Abbildung 4) sind nebeneinander positioniert, da sie beide eine hohe Aktivität und ein großes Unbehagen ausdrücken, die Auswirkungen für den Organismus sind jedoch sehr unterschiedlich (Russell, 1980, S. 1161-1167).

Solch ein dimensionales Modell, wie das von Russell, findet jedoch besonders in der Musik seinen Nutzen, da mit ihrer Hilfe kontinuierliche Veränderungen im emotionalen Ausdruck erfasst werden können (Juslin & Sloboda, 2001, S. 77ff).

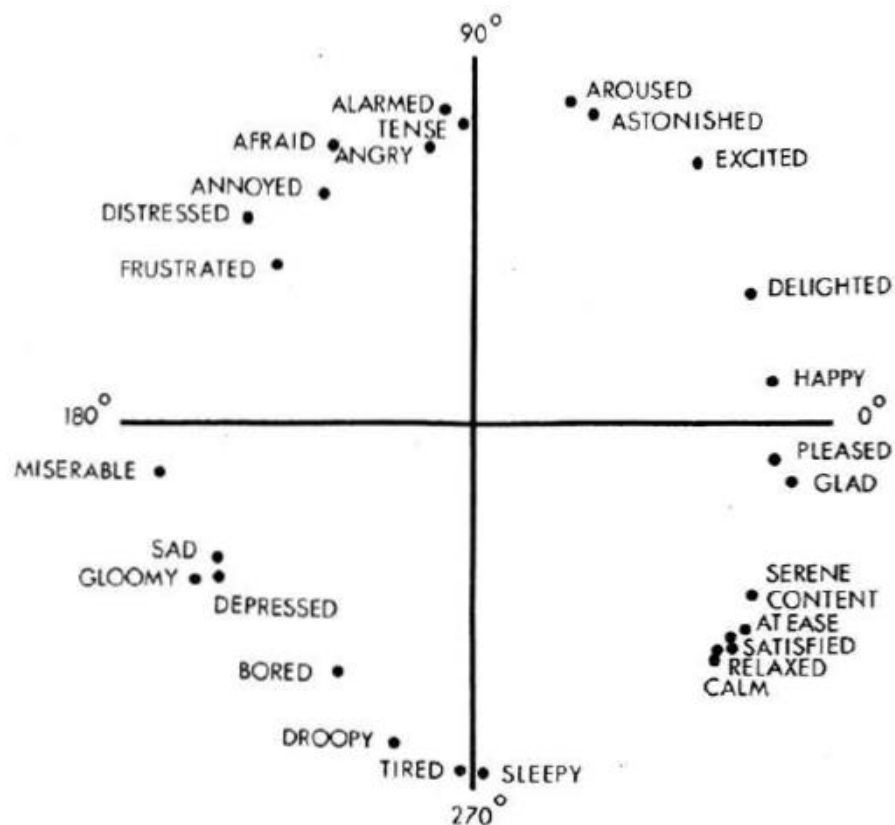


Abbildung 4 28 Emotionszustände zirkulär geordnet nach Valenz und Aktivierung (Russell, 1980, S. 1167).

3.3 Musik und Emotionen

Bereits im Jahr 1885 untersuchte Eduard Hanslick in seinem Werk „Vom Musikalisch-Schönen“ die Frage, in welchem Ausmaß Gefühle für die Wahrnehmung von Musik ausschlaggebend sind. In diesem Zusammenhang hinterfragt er die weit verbreitete Annahme, dass Emotionen entweder als finales Ziel eines Musikwerks hervorgerufen werden sollen oder als zentraler Inhalt der Kompositionen dienen sollen (Hanslick, 1885, S. 12). Gefühle entstehen jedoch nicht isoliert und können demnach nicht durch die Tonkunst allein erzeugt werden. Im Gegenteil sind sie abhängig von Vorstellungen und Begriffen, welche mit dem Gefühl verbunden sind, die das Gebiet und den Gestaltungsbereich der Musik überschreiten. Hanslick merkt an, dass Musik nie ein Gefühl selbst hervorrufen kann, sondern nur Assoziationen oder Beschreibungen sind, die damit in Verbindung stehen. Wenn also Musik Emotionen hervorruft, wird dies nach Hanslicks Auffassung durch einen subjektiven Eindruck beeinflusst, der die auditiven Reize verarbeitet (Hanslick, 1885, S. 14ff).

Musik ist in jeder menschlichen Kultur zu eigen und tritt in verschiedensten Facetten auf. Von zeremoniellen Gesängen und Tanzmusik bis hin zum Wiegenlied: die Musik begleitet das alltägliche Leben. Die Konsumierung von Musik in ihrer Vielfalt prägt auch einen großen Teil der Freizeit und erweist sich als bereichernde Beschäftigung. Forschungen zeigen auf, dass hier Gehirnregionen angeregt werden, welche auch bei anderen belohnenden Aktivitäten wie Essen oder Drogenmissbrauch, aktiviert werden (Zentner, 2008, S. 494). Eine amerikanische Studie aus den 1960 (Maslow, 1968) befragte Personen nach sogenannten „emotionalen Höhepunkten“, also den schönsten Momenten im Leben, wo auch das Wahrnehmen und Erleben von Musik hinzugezählt wurde. Dabei zeigte sich, dass die zwei einfachsten Möglichkeiten, um diesen Höhenpunkt zu erlangen, entweder durch

Musik oder Koitus sind. Klassische Musik hat im Besonderen die Fähigkeit, einen emotionalen Höhepunkt auszulösen (Gabrielsson, 2011, S. 4). Es zeigt sich auch, dass Musik wichtig ist und auch häufig für die Regulierung von Stimmung und Emotionen genutzt wird (Zentner, 2008, S. 494).

Musik wird laut Patrik Juslin (2019, S. 30) ständig interpretiert, gleich ob dies bewusst oder unbewusst geschieht. Dabei scannt das Gehirn die Klangeindrücke nach Hinweisen oder Anzeichen, die bei einer Interpretation hilfreich sein sollen. Manchmal können solche Interpretationen zum Auslösen von Gefühlen führen. Häufiger ist es vermutlich so, dass wir lediglich Informationen über Emotionen in Klängen erhalten. Grundlegend befassen sich Studien zur Verbindung von Emotionen und Musik mit den Beziehungen zwischen musikalischen Erscheinungen und emotionalen Reaktionen (Juslin, 2019, S. 30). Dabei ist der Fokus auf die Musik als Hauptakteur nicht ausreichend. Um Reaktionen zu analysieren, bedarf es einen Blick, der das musikalische Grundkonstrukt überschreitet. Die Bedeutung der Musik wird mit unterschiedlichen Faktoren bereichert wie beispielsweise der soziale Kontext oder die Qualität der Performance. Entscheidend sind psychologische Prozesse, welche dem Klang eine Bedeutung geben (Juslin, 2019, S. 30ff).

Emotionen sind primär für die Motivation des Verhaltens im alltäglichen Leben der Menschen verantwortlich, obwohl ihnen im Tagesgeschehen oftmals weniger Bedeutung zuteil wird. In jedem Handeln sind Emotionen eingebunden, also stellt sich die Frage, wie sie sich in Kombination mit Musik äußern (Juslin, 2019, S. 53). Emotionen können in und durch die Musik wahrgenommen oder erregt werden. Durch die Aufnahme von Informationen, welche von Klangreizen ausgehen, werden zum einen Emotionen wahrgenommen, die durch die Musik repräsentiert werden, wie zum Beispiel die Traurigkeit bei einem Trauermarsch. Zum anderen

können weiterführend aber auch Emotionen ausgelöst werden, wenn beispielsweise durch die wahrgenommene Musik emotionale Erinnerungen hervorgerufen werden. Dabei werden die Informationen in einem sozialen, kulturellen Kontext wahrgenommen, welche helfen die Zeichen zu ordnen und zu verstehen. Wahrnehmung und Anregung können zwar zusammenhängen, müssen jedoch nicht übereinstimmen. D.h. wenn Emotionen ausgelöst werden, müssen diese nicht ident sein, wie jene die durch die Musik ausgedrückt und wahrgenommen werden (Juslin, 2019, S. 56ff). Als Exempel kann man hier Heavy-Metal-Musik heranziehen. Der aggressive, schnelle Sound löst nicht per se eine Aggression in den Hörer:innen und Musiker:innen aus. Vielmehr werden die wahrgenommenen Emotionen auch erregt und ausgelöst, wenn sich die Zuhörenden nicht für Heavy-Metal begeistern können. Die Aggression als Reaktion in diesem Fall, folgt als Ablehnung und Irritation. Musik löst vielfach Emotionen aus, welche sich auf Assoziationen gründen. Beispielsweise ist Musik, welche in Horrorfilmen verwendet wird, nicht für sich stehend gruselig, sondern erhält erst durch Verknüpfungen, Erfahrungen und Assoziationen diese Attribute (Zentner et al., 2008, S. 514).

Um sich mit emotionalen Reaktionen auf Musik zu beschäftigen, werden häufig Selbstberichte erstellt und die Teilnehmenden befragt, wie sie empfinden (Eerola & Vuoskoski, 2012, S. 309). Eine Problematik hierbei diese psychologischen Prozesse sichtbar zu machen, ist die Schwierigkeit das Empfinden zu verbalisieren. Fragt man Musiker:innen nach einer emotionalen Essenz der Werke, kommt oftmals die Antwort, man solle doch einfach die Musik sprechen lassen (Juslin, 2019, S. 31). Der Ausdruck der Künstler:innen kommt nicht durch Worte, sondern eben durch die Musik. Ein kurzes Interview verschafft daher meist wenig Information über den emotionalen Gehalt der Musik. Auch im Allgemeinen sind die Untersuchungen der eigenen Gedanken- und Gefühlswelt schwer, da

vieles in der Selbstbeobachtung einfach nicht wahrgenommen wird. Eine Tätigkeit gut oder sehr gut auszuführen ist das eine, diese aber dann retrospektiv zu analysieren oder zu reproduzieren ist das andere (Juslin, 2019, S. 31ff).

Tuomas Eerola und Jonna Vuoskoski untersuchten 2012 251 Studien der Musik- und Emotionsforschung und konnten eine große Diversifizierung des Felds und somit ein Maß an Unstimmigkeiten erkennen. Der häufigste Ansatz, der in 80% der Studien angewandt wurde, war der Selbstbericht bei dem die Musiker:innen über ihre emotionalen Reaktionen auf Musik berichten. Diese erhobenen Daten wurden sehr oft für Theorien mit dimensional oder diskreten Ansätzen genutzt (Eerola & Vuoskoski, 2012, S. 307). Der Unterschied der beiden Modelle ist, dass das dimensionale Zugang Emotionen als fortlaufende Variationen entlang von mehreren Dimensionen beschreibt (siehe Russell 3.2), der diskrete Ansatz differenziert jedoch zwischen abgegrenzten (Basis-) Emotionen (siehe Ekman 3.2). Eine Mehrzahl der verglichenen Studien nutzten für die Erforschung von Emotionen und Musik klassische Musikwerke. Damit wird, laut den Autoren, ein großer Teil an Stimuli außer Acht gelassen und alltägliche Musikerfahrungen vernachlässigt (Eerola & Vuoskoski, 2012, S. 319-323). Für die Weiterentwicklung der Emotions- und Musikforschung fordern Eerola und Vuoskoski eine theoretische Konsistenz und eine Untersuchung von Emotionen die im Kontext und in der Realität natürlich entstehen (Eerola & Vuoskoski, 2012, S. 326).

3.4 Emotionen bei Musizierenden, im speziellen Auftrittsangst

Für das Musizieren gibt es vielerlei Motivationsgründe. Ein Faktor ist wohl, dass es als besonders lohnende Freizeitgestaltung gilt. Ob nun der Liebe zur Musik wegen und/oder als Geldquelle, das Musizieren stellt eine Aktivität dar, die eine große emotionale Involvierung hervorbringt. Ein musikalischer Auftritt beruht meist auf hedonistischen Motiven, da die emotionalen Erfahrungen vorwiegend der eigenen Befriedigung dienen. Ein Musikerlebnis, das Genuss erzeugt, weckt Emotionen bei den Zuhörenden. Wenn diese Musikerfahrung jedoch selbst erzeugt wird (durch Musizieren), kann das Erlebnis noch intensiver und kraftvoller sein (Woody & McPherson, 2010, S. 402-403).

In einer Studie von Douglas Powell (2004) wurde festgestellt, dass etwa 2 % der Bevölkerung der USA an Angstzuständen leiden, die vor oder während Auftritts- oder Vortragssituationen auftreten. Dazu zählen öffentliches Sprechen, Schreibblockaden, Prüfungsangst sowie Performancesituationen bei Sportler:innen und Künstler:innen. Dabei können Angststörungen, soziale Ängste oder Depressionen schwere Ausprägungen sein. Eine 1997 durchgeführte Studie (James, 1997) mit 56 teilnehmenden Orchestern in fünf Kontinenten zeigte, dass 70 % der Orchestermusiker:innen von leistungsbeeinträchtigten Angstzuständen berichteten, worunter 16 % mindestens einmal pro Woche litten. 96 % der professionellen Musiker:innen berichteten von beruflichen Stress, den sie dadurch erfuhren (Kenny, 2010, S. 428).

„Musical Performance Anxiety“ (deutsch: musikalische Leistungsangst) unterscheidet sich im Vergleich zum Begriff Lampenfieber dahingehend, dass es sich zum einen auf die musikalischen Künste bezieht, andererseits aber auch abseits eines Bühnenauftritts auftreten kann. Unter Lampenfieber stellt man sich eine Situation vor einer größeren

Menschenmenge vor, die Musical Performance Anxiety (MPA) kann aber auch in kleineren Runden, wie beispielsweise von einer Unterrichtsstunde oder einem Vorspiel/Probespiel ausgelöst werden. Dabei treten diese Befürchtungen und Angstempfindungen nicht erst kurz vor der Situation auf, sondern bahnen sich oftmals bereits Tage davor schon an. Damit einher gehend löst dies eine große Angst bei den Musiker:innen davor aus, dass die Leistung und die Qualität des Spiels beeinträchtigt wird. Wie genau sich diese MPA ausprägt, wie intensiv und in welcher Art und Weise, ist von Person zu Person sehr individuell. Für die selbe Situation können die Musiker:innen unterschiedliche Reaktionen und Emotionen zeigen, aber auch die Musizierenden selbst können unterschiedlich heftig bei den verschiedenen Anlässen reagieren. Diverse Studien (Steptoe & Fidler, 1987) liefern Indikatoren, dass besonders Schüler:innen bzw. Student:innen mehr von MPA betroffen sind als praktizierende professionelle Musiker:innen. Es scheint eher so zu sein, dass mit zunehmendem Alter und wachsender Erfahrung die Angstzustände abnehmen. Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass ängstlichere Musizierende weniger häufig in das musikalische Berufsleben einsteigen bzw. aufgrund ihrer Nervosität und den Angstzuständen nicht die geforderte Leistung bei Probespielen erbringen können, um eine Position in einem Orchester besetzen zu können (Steptoe, 2001, S. 291-293).

In der Auftrittssituation werden die Musiker:innen direkt mit einem Publikum oder anwesenden Personen konfrontiert, die beobachten und beurteilen. Angehende und professionelle Musiker:innen definieren oftmals das Selbstwertgefühl durch die musikalische Wirksamkeit, also der subjektiven Einschätzung des eigenen Könnens. Die Ausübung von Musik erfordert erhebliche Investitionen an Engagement, Zeit und Energie, was dazu führt, dass Musiker:innen oft eine starke Identifikation mit ihrem Instrument entwickeln. Ähnlich wie Spitzensportler:innen,

Schauspieler:innen und Tänzer:innen sind Musiker:innen daher anfällig für Ängste, die durch Misserfolge in ihrer Profession ausgelöst werden und die sie mit persönlichem Versagen gleichsetzen (Chesky & Hipple, 1997, S. 131).

Erfolgreiche Darbietungen und Leistungen können trotz ihres Erfolges Alarmreaktionen – wie Angst, Aufregung oder Stress – induzieren. Bei wiederholtem Auftreten dieser Reaktionen kann es zur Ausbildung konditionierter Alarmreaktionen kommen, die durch den Kontext der Leistung hervorgerufen werden. In Verbindung mit einer psychologischen Vulnerabilität (die für die Ausbildung von Phobien mittragend ist), werden trotz fehlender negativer Konsequenzen diese Leistungssituationen als belastend assoziiert.

Eine Besonderheit der MPA im Vergleich zu anderen Phobien, ist die Tendenz der Musiker:innen, in der aversiven Situation zu verbleiben, anstelle eine Vermeidungs- oder Fluchtreaktion (fight or flight) anzuwenden. Eine Ursache dafür kann die starke persönliche Investition in den Auftritt und die Musik sein, sodass der Wunsch nach musikalischem Ausdruck größer ist als dem Drang der Vermeidung nachzugeben. Werden die negativen Emotionen jedoch zu überwältigend und nicht unter Kontrolle zu bringen, so nimmt die MPA überhand und die Musizierenden entziehen sich dieser Darbietungssituation (Kenny, 2010, S. 438-440).

Michelle G. Craske und Kenneth D. Craig (1984) untersuchten diese negative Beeinflussung von MPA bei Klavierstudierenden, unterteilt in ängstliche und nicht-ängstliche Gruppen (aufgrund von Selbsteinschätzung). Gespielt wurde dabei einmal allein und dann vor Publikum. Die Aufnahmen wurden aufgrund ihrer Qualität von einer Jury bewertet und die Pianist:innen stuften vor und nach dem Auftritt ihre Aufregung ein. In der Abbildung 5, ist zu erkennen, dass die Auftritte der

ängstlicheren Gruppe (heller Balken), vor Publikum weniger gut bewertet wurden als beim Spiel alleine. Die nicht-ängstliche Gruppe (dunkler Balken) konnte jedoch mit Publikum eine bessere Bewertung erreichen. Der subjektive Stress erhöhte sich in beiden Gruppen mit Publikum, die Steigung war jedoch bei der ängstlichen Gruppe viel drastischer.

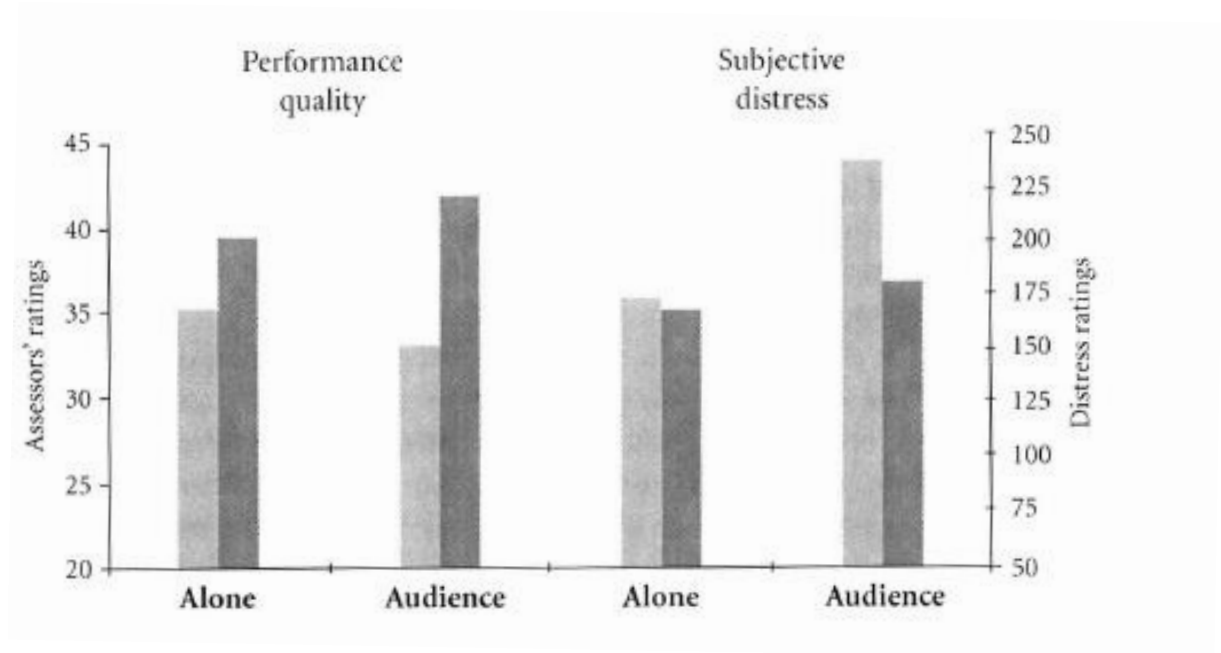


Abbildung 5 Abhängigkeiten von Spielqualität (linke Achse) und subjektiver Stress (rechte Achse) bei Klavierdarbietungen vor oder ohne Publikum, von ängstlichen (hellgraue Balken) und nicht-ängstlichen Pianist:innen (dunkelgraue Balken) (Craske & Craig 1984.)

MPA kann sich unterschiedlich präsentieren. Andrew Steptoe (1998) unterteilt die verschiedenen Symptome in vier Komponenten (Affekt, Kognition, Verhalten und Physiologie) und nennt verschiedene Beispiele der möglichen Ausprägungen (Tabelle 1). Dabei ist der Affekt die wichtigste Gruppe, die sich für die Musiker:innen als zentrale Erfahrung der MPA darstellt.

<i>Affect</i>	Feelings of anxiety, tension, apprehension, dread or panic
<i>Cognition</i>	Loss of concentration, heightened distractibility, memory failure, maladaptive cognitions, misreading of the musical score, etc.
<i>Behaviour</i>	Tremor, trembling, difficulty in maintaining posture and moving naturally, failures of technique
<i>Physiology</i>	Disturbances in breathing pattern, perspiration, inhibition of salivation (dry mouth), high heart rate, the release of hormones such as adrenaline (epinephrine) and cortisol, gastrointestinal disturbances

Tabelle 1 Die vier Komponenten der Musical Performance Anxiety (Steptoe, 2001, S. 295).

Physiologische Erregungen wie Herzklopfen, Atemnot, Zittern oder Schwitzen sind sehr präsente Symptome in Erfahrungsberichten von Musiker:innen, dies weist auf eine Aktivierung des sympathischen Nervensystems während oder vor Auftrittssituationen hin. Wissenschaftlich nachweisbar ist diese physiologische Komponente etwa durch das Messen der Herzrate, wie beispielsweise bei einer Studie von Craske und Craig (1984) mit Klavierstudent:innen festgestellt wurde, bei welchen die Herzrate der Musiker:innen vor Publikum höher war als ohne. Auch erhöhte Adrenalin- und Cortisolwerte konnten in Studien (Fredrikson & Gunnarsson, 1992) festgestellt werden. Ein Zusammenhang mit MPA kann jedoch nicht objektiv festgestellt werden, da eine erhöhte Herzrate sowohl bei ängstlichen als auch bei nicht-ängstlichen Musiker:innen auftritt. Die physiologische Anregung kann sich positiv auf den Auftritt auswirken, ausschlaggebend für MPA sind Emotionen und Empfindungen, die damit einhergehend in Erscheinung treten. Spezifische Zusammenhänge können durch die Einbindung von weiteren Messdaten wie beispielsweise Atemfrequenz oder – beeinträchtigungen (z.B. Atemnot) gefunden werden (Steptoe, 2001, S. 296-298).

Bedeutend für MPA kann auch die Situation und der Anlass sein, wie Steptoe (2001) durch subjektive Einschätzungen der Anspannung und Leistung von Opernsänger:innen herausfand. Dabei wurden die Sänger:innen in den Situationen „Üben in privater Atmosphäre“,

„Unterrichtsstunde“, „öffentlicher Auftritt“, „Kostümprobe“ und „Vorsingen“ beurteilt. Das Unbehagen wurde von 1 bis 9 eingeordnet, wobei 1 „extrem belastend“ und 9 „extrem entspannt“ bedeutet. Die Qualität der Aufführung wurde subjektiv von 0 (nicht ausreichend) bis 16 (sehr gut) beurteilt. Abbildung 6 zeigt, dass die „besten“ Auftritte bei einem mittleren Stresslevel stattfanden und durch große Anspannung die Darbietungen in der subjektiv empfundenen Qualität gemindert wurden.

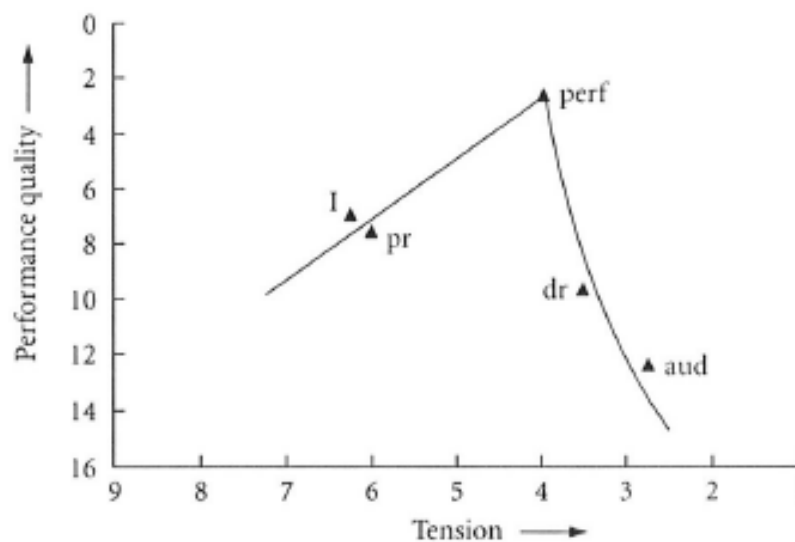


Abbildung 6 Abhängigkeiten von subjektiver Anspannung und Qualität der Darbietung von Opernsänger:innen in fünf Situationen: private Übung (pr), Unterricht (l), öffentlicher Auftritt (perf), Generalprobe (dr) und Vorsingen (aud) (Juslin, 2001, S. 297).

Ein öffentlicher Auftritt erfordert viel Konzentration und das Meistern von gleichzeitig ablaufenden Ausführungen und Aufgaben, dazu gehört auch ein Bewusstsein um auf Umgebungsreize reagieren zu können. Es ist daher essenziell, aufmerksam auf das von der/dem Dirigent:in vorgegebene Tempo und die Dynamik zu achten, die Intonation und den Klangausgleich zu berücksichtigen, Improvisationen passend

einzubinden sowie die Passagen zu meistern und dem Ablauf präzise zu folgen. Durch Angstzustände und MPA kann die kognitive Leistungsfähigkeit beeinträchtigt werden und somit auch ein Erfüllen aller vorgegebenen Aufgaben und Anforderungen gestört werden.

Eine Ausprägung der MPA kann das Katastrophisieren als kognitive Verzerrung der Situationen sein: Es werden in der Vorstellung Fehler oder negative Geschehnisse während des Auftritts übertrieben schlecht bewertet und dadurch der weitere Verlauf der Performance gestört, was als Kontrollverlust über die Situation empfunden werden kann. Wolfe (1989) stellte in Untersuchungen fest, dass ängstlichere Musiker:innen nach einem kleinen Fehler am Beginn des Auftritts dazu tendierten weitere Fehler (bei „einfacheren“ Stellen bzw. jenen, die nie wirklich Probleme bereiteten) im Verlauf der Aufführung zu machen. Damit einher geht auch die Sorge um die Reaktionen des Publikums und der anderen Musiker:innen. Perfektionistische Ambitionen führen zu der Vorstellung, dass das Umfeld ebenso perfektionistische Erwartungen oder sogar mehr Anforderungen an die/den Musiker:in stellt. Durch MPA kommt es zu Fehleinschätzungen von Situationen und Reaktionen, aber auch des eigenen physischen Erlebens. Eine gewisse Anspannung und ein höherer Puls wird nicht als Zeichen von freudiger Aufregung und emotionaler Beteiligung gesehen, sondern als Signal des Kontrollverlustes und bevorstehenden Kollaps. Dies führt zum Fokus auf das eigene Bewusstsein und kann dazu führen, dass das äußere Wahrnehmen beeinträchtigt und gehemmt wird (Steptoe, 2001, S. 298ff.).

MPA kann sehr unterschiedlich in Erscheinung treten und Musizierende in unterschiedlicher Intensität und Ausmaß in ihrem Schaffen stören und beeinträchtigen. Diese Angststörung trägt zu einer verminderten Leistungsfähigkeit bei, was für das berufliche Ausleben der Kunst gravierende Folgen haben kann (Kenny, 2010, S. 444). Die negativen Emotionen, welche vor oder während des Auftritts zum Vorschein treten,

können sich psychologisch, physiologisch, kognitiv oder auf das Verhalten auswirken und eine sonst lustvolle Aktivität in eine Stresssituation wandeln. Damit treten mögliche Folgen auf, die das Wohlbefinden beeinflussen können und ein Hindernis für eine musikalische Karriere darstellen können (Steptoe, 2001, S. 304).

3.5 Begriffsdiskussion: Synchronisation vs. Entrainment

Menschen verfügen über die Fähigkeiten und Motivation Ziele und Visionen mit dem Umfeld zu teilen und durch Kooperation diese kollektiv zu erreichen. Für das kulturelle Lernen erweist sich dieses Vermögen als fundamentaler Baustein (Himberg, 2014, S. 79). Studien über die Interaktion von Säuglingen (Murray & Trevarthen, 1986; Kuhl, Tsao, & Liu, 2003) zeigten bereits auf, dass der Mensch eine angeborene Sensibilität für sein Gegenüber hat. Dabei werden Gestiken oder Bewegungen imitiert oder zeitlich angepasst. Wenn beispielsweise eine Person selbst mit dem Körper zu wippen beginnt, weil es jemand aus der unmittelbaren Umgebung bereits macht (Richardson et al., 2007; Nessler & Gilliland, 2009). Dieses „mitreißen lassen“ beginnt bei simplen Aktionen bis hin zu musikalischen Tätigkeiten.

Tommi Himberg (2014) unterscheidet hier zwischen den Begriffen „entrainment“² und „Synchronisation“: Entrainment ist definiert als Prozess, in dem zwei rhythmische Abläufe miteinander interagieren, sich fortlaufend anpassen und schließlich eine übereinstimmende Phase oder Periodizität erlangen (Clayton, Sager, & Will, 2004, S. 2ff). Hierfür werden für diese rhythmischen Prozesse drei Kriterien definiert: Flexibilität, Koppelung und Autonomie (Clayton, Sager, & Will, 2004, S. 2-3). Die Flexibilität ermöglicht den agierenden Musiker:innen, Tänzer:innen u.ä.

² Deutsche Übersetzung: das Mitführen, die Mitnahme, das Mitreißen, in: *dict.cc*. Abgerufen am 3. Februar 2024, von <https://dict.leo.org/englisch-deutsch/entrainment>.

das Anpassen an den oder die Interaktionspartner:in. In der Koppelung wird eine Verbindung zwischen beiden erreicht, welche einen Informationsaustausch ermöglicht. Diese beruht auf Gegenseitigkeit, sodass beide Empfänger und Sender sein können. Autonomie bedeutet, dass die rhythmischen Vorgänge autark sind, somit selbständig ablaufen, auch wenn sie voneinander getrennt werden. Himberg legt entrainment als den Prozess fest und definiert die Synchronität als das Ergebnis bzw. Produkt (Himberg 2014, S. 22-24).

3.6 Synchronisation in Ensembledarbietungen

Bei der menschlichen Interaktion werden zeitlich koordinierte Informationen ausgetauscht – beispielsweise bei Gesprächen oder im Sport. Im verbalen Austausch wird eine zwischenmenschliche Koordination des Gesprächs hervorgerufen, etwa bei der Konvergenz der Sprechgeschwindigkeit oder der Spiegelung der Körperhaltung. Dies ist hilfreich, um zeitliche, affektive und kognitive Aspekte der interpersonellen Kommunikation zu unterstützen.

Das Musizieren mit einer oder mehreren Musiker:innen wird meist im Spiel ohne verbale zwischenmenschliche Interaktion bewältigt (Eerola et al., 2018, S. 2). Die Interaktion erfolgt primär über die Instrumente, deren Klangerzeugung zentral als eine Art musikalische Kommunikation fungiert. Die Eigenschaften der Instrumente, insbesondere ihr klanglicher Umfang und ihre Stimmenverteilung, üben bereits mitunter einen Einfluss auf die musikalische Interaktion aus (Figuerola-Dreher, 2016, S. 225).

Im Zusammenspiel mit einer oder mehrere Personen bedarf es einer Koordination der Aktionen, um ein gemeinsames musikalisches Ziel zu verwirklichen. Das Aufgabenspektrum überschreitet jenes einer

Solodarbietung und fordert beispielsweise beim Timing eine Synchronisation der Stimmen und Musiker:innen. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Künstler:innen mit dem Stück und der Interpretation vertraut sind. Demnach tragen eine gemeinsame Erarbeitung und Einstudierung eines Werks positiv zur Synchronisation bei. Für das Zusammenspiel ist es oftmals auch erforderlich, dass die Partner:innen sich einander anpassen, wenn etwa die Begleitstimme sich der Melodieführung angleicht. Ohne Dirigent:in muss im Zusammenspiel viel mehr einander Aufmerksamkeit geschenkt werden, um sich gegenseitig anzupassen zu können.

Eine wichtige Komponente ist das auditive Feedback, um in expressiven Ensembleperformances Handlung und Wahrnehmung miteinander zu verknüpfen. Agogik, Dynamik oder Klangbalance wird wesentlich davon beeinflusst und eine hohe Synchronisation hängt von diesen auditiven Informationen ab. Visuelle Kommunikation – etwa durch Gestiken, Augenkontakt oder Körperbewegungen – ist ein probates Mittel für den Austausch der Musiker:innen während des gemeinsamen Vortrags. In der Interaktionen der Musiker:innen können auch Rollen und Funktionen zugeteilt werden, welche sich oftmals durch den musikalischen Aufbau der Stimmführungen ergeben und auch innerhalb des Stückes getauscht werden können. Ein gutes „Einlassen“ und Aneignung der Rollen verstärkt einen synchronen Ablauf und eine gute Ensemblefähigkeit der Musiker:innen. So liegt dem Synchronisationsverhalten im Ensemble Integration von komplexen Interaktionen und Koordinationen zu Grunde, welche sich auf Timing und Bewegung beziehen und idealerweise eine Kohäsion der Beteiligten bedeuten (Goebel & Palmer, 2009, S. 427-437).

Wird die Interaktion von Musiker:innen genauer betrachtet, wird ersichtlich, dass nicht nur ästhetische Übereinstimmungen wichtig sind, sondern es auch im Zusammenspiel zu einer Synchronität der Emotionen und biologischen Vorgängen zwischen den Musizierenden kommt. In der

sozialen Interaktion sind physiologische Synchronitäten essenziell für funktionierende Prozesse von Koordination und Kooperation. Gemeinsame musikalische Erlebnisse stellen eine Form des kollaborativen Sozialverhaltens dar, bei der Individuen gezwungen sind, das Verhalten beteiligter Musiker:innen zu antizipieren und sich daran anzupassen. Die wahrgenommene Synchronität in einem gemeinsamen musikalischen Kontext liefert den Musizierenden unmittelbares Feedback über die Effizienz der Zusammenarbeit. Insbesondere wenn das Ziel die Erzeugung von (musikalischer) Synchronität ist, Dies kann die kooperativen Verhaltensweisen innerhalb der Gruppe verstärken (Gordon et al., 2020, S. 1).

3.7 Musikalische Synchronität: Auswirkungen auf die künstlerisch-musikalische Qualität

Für den Grad der musikalischen Leistung ist eine Koordination von Rhythmik, Melodik und Harmonik von großer Bedeutung. Um Dynamik, Artikulation oder andere Komponenten synchron zu variieren, bedarf es eines emotionalen Gleichklangs zwischen den Musiker:innen (Williamon & Davidson 2002, S. 54). Dieser ist wesentlich, um ein gleiches Verständnis für die Interpretation des Stückes zu haben, und unterstützt eine gute nonverbale Kommunikation, welche für spontane Variationen essenziell ist. Ein emotionaler Gleichklang ist demnach förderlich für eine stimmige Interpretation und Darbietung (Boerner & Von Streit, 2002, S. 246). Natürlich entscheiden das künstlerische und technische Niveau der Musizierenden grundlegend die Qualität einer Aufführung. Allerdings sind ein einheitliches und harmonisches Klangbild dazu ergänzend vom Synchronisationsgrad zwischen den Musiker:innen geprägt (Boerner & Von Streit, 2006, S. 246).

4. Forschungsstand

Die folgenden Untersuchungen und Studien sind von besonderer Relevanz für diese Arbeit. Sie bieten zum einen eine fundierte Grundlage des aktuellen Forschungsstandes und liefern zum anderen wichtige Erkenntnisse für die Gestaltung des Studiendesigns sowie die Auswahl und Zusammenstellung der Materialien und Methoden.

- Body sway reflects leadership in joint music performance (Chnag et al., 2017)

Diese Studie beschäftigt sich mit dem Phänomen der nonverbalen Kommunikation und der zielgerichteten Koordination von Gruppierungen und deren gemeinsamer Aktivität. Dabei wurde anhand eines Musikensembles die Mechanismen von sozialer Interaktion mittels Körperbewegungen untersucht und die Rollen von Anführer (leader) und Nachfolger (follower) betrachtet.

Die komplexen Anforderungen des Ensemblespiels erfordern ein hohes sensomotorisches, soziales und motivatorisches Engagement, um im Kollektiv technische und ästhetische Ansprüche ohne explizite verbale Anweisungen zu erfüllen. Körperbewegungen wurden dabei als Ausdruck zwischenmenschlicher Kommunikation und Verständigung angesehen, die zur Koordination von Phrasierung, Dynamik und Timing zwischen den Musiker:innen dienen. Die Bewegungen der Teilnehmer:innen wurden durch Kameras aufgezeichnet, und die Herzfrequenz der Musiker:innen wurde durch Sensoren gemessen. Die Proband:innen bestanden aus zwei professionellen Streichquartetten, die gemeinsam musizierten. Während der Durchläufe wurden die Rollen von Leader und Follower gewechselt. Zudem wurden auch Daten erfasst, als sich die Musiker:innen voneinander abwandten und somit visuell nicht miteinander kommunizieren konnten. Es wurde darauf geachtet, ein Stück zu wählen,

in dem alle vier Stimmen annähernd gleichberechtigt und gleich wichtig sind, um die Dominanz einzelner Stimmen und somit eine prägnante führende Stimme zu vermeiden.

In den Ergebnissen zeigte sich, dass visuelle und auditive Signale nonverbale soziale Interaktionen beeinflussen und zu einer Kopplung der Musiker:innen beitragen. Die Proband:innen bewerteten auch die Durchgänge, nach dem Empfinden der Gesamtqualität der Performance, nach der zeitlichen Synchronisation und der Leichtigkeit der Koordination zwischen einander. Hier zeigte sich, dass eine hohe Koppelung der physiologischen Werte zu einer positiveren Bewertung des Auftritts führte.

- The Interplay Between Chamber Musicians (Bojner Horwitz et al., 2020)

In dieser Studie wurde die physiologische Synchronität von Musiker:innen untersucht, um den Flow-Zustand und das Entstehen eines positiven Zusammenspiels näher zu analysieren. Hierbei wurde die Herzfrequenzvariabilität (HRV) der Musiker:innen eines Streichorchesters gemessen und durch Bewertungen mittels standardisierter Fragebögen sowie qualitativer Interviews ergänzt. Der Begriff „Flow“, wie von den Autor:innen verwendet, beschreibt einen Zustand tiefer Entspannung und gleichzeitig intensiver Fokussierung. Dieser Zustand ist durch ein völliges Eintauchen in die Tätigkeit gekennzeichnet, dass zu einem Verlust der Selbstwahrnehmung, aber zu einer Steigerung von Kontrolle und Leistungsfähigkeit führt (Csikszentmihalyi, 1990). Zur detaillierten Untersuchung dieses Phänomens wurden physiologische Daten erhoben, insbesondere die Herzratenvariabilität (HRV), um die körperliche Komponente des Flow-Zustands zu analysieren. Ergänzend dazu wurden psychologische Daten

mittels Fragebögen gesammelt und mithilfe einer Likert-Skala ausgewertet, um festzustellen, inwiefern die Teilnehmenden einen Flow-Zustand erreicht hatten. Qualitative Interviews wurden durchgeführt, um das subjektive Erleben der Interaktion der Musiker:innen zu evaluieren.

Die Analyse der HRV-Daten zeigte keine signifikanten Trends, die auf einen Flow-Zustand der gesamten Gruppe hinweisen würden. Jedoch illustrierten die qualitativen Daten das Zusammenspiel der Musizierenden und die Verbindung zwischen der Interaktion und dem subjektiv empfundenen Flow-Zustand des Ensembles.

- Physiological and Behavioral Synchrony (Gordon et al., 2020)

In der Studie von Gordon et al. wurden die physiologische Synchronität – gemessen anhand der Herzfrequenzvariabilität (HRV) – und die musikalische Synchronität – bestimmt durch die Tempovariabilität synchroner Rhythmen – miteinander verglichen und kombiniert. Die physiologischen Daten wurden mittels EKG erhoben, während das Empfinden von Synchronität und Gruppenkohäsion durch standardisierte Fragebögen erfasst wurde.

Die Versuchspersonen wurden gebeten, gemeinsam zu trommeln. In der Versuchsgruppe variierte das Tempo unvorhersehbar, was zu einer asynchronen Trommelleistung führte. Im Gegensatz dazu trommelte die Kontrollgruppe mit einem vorhersehbaren Tempo, was eine höhere musikalische Synchronität ermöglichte.

Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass eine höhere musikalische Synchronität, die durch ein vorhersehbares Tempo begünstigt wurde, zu einer größeren physiologischen Synchronität führte. Dies korrelierte auch mit einem stärkeren Empfinden von Gruppenkohäsion und einem intensiveren Gemeinschaftsgefühl.

- Moving in Character: a Pilot Study into Music, Movement and Empathy (Bamford & Davidson, 2015)

Die Studie von Bamford und Davidson untersuchte die Beziehung zwischen Musik, Bewegung und Empathie, wobei der Schwerpunkt auf den individuellen Unterschieden im Merkmal Empathie und Tanzverhalten liegt. Die Forscher basierten ihre Hypothese auf der Idee, dass das Spiegelneuronensystem, das bei der visuellen Empathie aktiv ist, auch beim Hören von Musik und der Synchronisation von Bewegungen zu Musik beteiligt sein könnte. Es wird angenommen, dass Menschen mit einer höheren Empathiefähigkeit geschickter in Aufgaben sind, die das Spiegelneuronensystem betreffen, wie z.B. die Synchronisation von Bewegungen zu einem musikalischen Takt.

Die Daten der 237 Versuchspersonen wurden durch Selbstevaluierung mittels Fragebogen und Bestimmung des Empathie Quotienten, erhoben. Die Proband:innen mussten Bewegungsaufgaben absolvieren, welche mit einer Motion-Capture Kamera aufgezeichnet und analysiert wurden. Gemessen wurde die Zeit, welche die Teilnehmer:innen benötigten, um ihre Bewegung an einen neuen musikalischen Stimuli anzupassen. Insgesamt deutet die Studie darauf hin, dass Empathie und rhythmische Reaktionen auf Musik möglicherweise miteinander verbunden sind, wodurch eine höhere Empathiefähigkeit zu einer schnelleren Synchronisation der Bewegungen führte.

- Communication for coordination: gesture kinematics and conventionality affect synchronization success in piano duos (Bishop & Goebel, 2018)

Die Studie von Bishop und Goebel untersucht, wie visuelle Hinweise in Form von Körpergesten, insbesondere Kopfgesten, von Ensemblesmusikern verwendet werden, um die Synchronisation beim Musizieren zu verbessern. Ziel der Studie war es, frühere Ergebnisse zu wiederholen und die kinematischen Merkmale von Kopfgesten zu identifizieren, die eine erfolgreiche Synchronisation fördern.

Dabei spielten Klavierduos kurze musikalische Passagen, wovon ein:e Musiker:in als Leader fungierte. Diese:r hörte über Kopfhörer ein vorgegebenes Tempo und musste dann durch Kopfgesten diese an die/den Duettspartner:in weitergeben, ohne zu sprechen. Die Analyse der Audio- und Videodateien ergab, dass sich die Synchronisation der Musiker:innen mit zunehmender Größe und Präzision der Gesten, verbesserte.

Die beschriebenen Studien bieten wertvolle Anregungen für das Studiendesign dieser vorliegenden Arbeit, indem sie aufzeigen, wie physiologische, psychologische, visuelle und emotionale Hinweise unter Musiker:innen zur Synchronisation und Koordination beitragen. Insbesondere die Erkenntnisse, dass die Synchronisation durch spezifische nonverbale Merkmale der Gesten sowie durch die Empathiefähigkeit der Musiker:innen verbessert wird, lassen vermuten, dass sich Musiker:innen auch emotional anstecken lassen.

Diese Kenntnisse führen zu der Vermutung, dass ein:e Musiker:in Stress und Nervosität von der/dem Duettspartner:in übernehmen könnte, selbst wenn sie/er nicht über die Druckbedingung informiert ist. Die

Überlegungen deuten darauf hin, dass emotionale Übertragungen innerhalb der musikalischen Ensembles eine signifikante Rolle spielen könnten, und impliziert eine Verbindung von physiologischer und musikalischer Synchronität.

4.1 Fragestellung

Anknüpfend an genannten Studien wird in dieser Masterarbeit untersucht, wie sich physiologische Synchronität auf das musikalische Zusammenspiel im Duett auswirkt. Der bisherige Forschungsstand verdeutlicht bereits die Relevanz der physiologischen Angleichung beim Musizieren und zeigt, dass sich die Herzfrequenzen der Musiker:innen aneinander anpassen. Dabei wurden die Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit und die musikalische Qualität sowie die Bedeutung der nonverbalen Kommunikation während des Spiels hervorgehoben. Diese Arbeit setzt an dieser Stelle an und untersucht, wie sich das Zusammenspiel verändert, wenn die Auftrittsbedingungen durch Störfaktoren beeinflusst werden. Dabei liegt der Forschungsschwerpunkt auf der Frage, ob ein negativ gestörtes Umfeld (durch bewusst induzierte Stressfaktoren) Konsequenzen für die/den stimmführende:n Musiker:in selbst hat und ob in weiterer Folge, Auswirkungen auf die/den zweite:n Musiker:in feststellbar sind.

Die Hauptforschungsfrage dieser Masterarbeit konzipiert sich daher folgend:

- Üben veränderte äußere (Auftritts-)Bedingungen einen Einfluss auf die stimmführende Person aus und haben diese physiologische sowie akustische Effekte auf das Zusammenspiel mit einer/einem Duettpartner:in?

Durch die Analyse der erhobenen physiologischen und akustischen Daten werden die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Versuchsbedingungen untersucht.

Neben dieser Hauptforschungsfrage ergibt sich eine weitere Fragestellung, die sich speziell mit der Musical Performance Anxiety (MPA) auseinandersetzt. Wie in Kapitel 3.4 diskutiert, können Stress und Angst eine musikalische Performance so stark beeinträchtigen, dass die Leistungsfähigkeit gehemmt wird. Professionelle Musiker:innen erleben in ihrer Karriere oft Auftrittssituationen, in denen der Fokus allein auf ihnen liegt. Um diesem Leistungsdruck standzuhalten, bedarf es Resilienz und Selbstvertrauen in das eigene Können. Dieses Selbstvertrauen muss im Laufe der Karriere oft aufgebaut und erlernt werden, was die Bedeutung dieses Aspekts in der Ausbildung und Pädagogik unterstreicht.

Die zweite Forschungsfrage lautet daher:

- Gibt es feststellbare Unterschiede bei Proband:innen, die Stressbewältigungsmethoden / -übungen anwenden?

Mittels Fragebögen wurde ermittelt, inwiefern die Teilnehmenden von Auftrittsängsten betroffen sind, und ob sie bereits Stressbewältigungsmethoden anwenden. Durch die erhobenen physiologischen und akustischen Messdaten soll untersucht werden, ob der induzierte Stress bei Proband:innen mit probaten Entspannungsübungen, weniger ausgeprägt ist, als bei Musiker:innen ohne solche Übungen.

5. Studiendesign und Methoden

Sowohl das Studiendesign als auch die Datenerhebung wurden von Dr. Clara Scheer, MSc, vom Institut für Sport- und Bewegungswissenschaft entwickelt. Der Fokus ihrer wissenschaftlichen Arbeit liegt an der Erforschung von kollektivem „Versagen“, also eine Leistungsstagnation von Teams bei Wettkämpfen (Sportwettkämpfen oder Musikperformances) in Zusammenhang mit physiologischer Synchronität und emotionaler Ansteckung.

Erhoben wurden Daten von insgesamt 56 Streicher:innen, im Alter von 20 bis 79 Jahre. Durch Ausschreibungen und Mundpropaganda wurden die Proband:innen gesucht und für den Versuch gewonnen. Durchgeführt wurde die Studie von Ende 2022 bis Frühjahr 2023.

Scheer führte die Studie durch und stellte die Daten für die systematische Auswertung hinsichtlich der musikalischen Synchronität zur Verfügung. Ihre umfassenden Analysen und methodischen Ansätze bilden die Grundlage für die vorliegende Untersuchung, die sich auf die Erfassung und Interpretation von Synchronität in musikalischen Kontexten konzentriert. Zum Zeitpunkt der Datenübergabe war die Messung bereits abgeschlossen, sodass kein Einfluss mehr auf die Klangaufnahmen genommen werden konnte. Dies bedeutet, dass keine einheitlichen Messbedingungen vorlagen, wie z.B. identische Mikrofonabstände, konstante Aufnahmepegel oder gleichbleibender Raumnachhall. Die Problematiken und Verbesserungsvorschläge werden diesbezüglich in Kapitel 8 thematisiert.

5.1 Versuchsaufbau

Im Folgenden werden der Versuchsaufbau und das Studiendesign ausführlich beschrieben. Diese Abschnitte erläutern die methodischen Ansätze, die zur Untersuchung der Auswirkungen von äußeren Störfaktoren auf das musikalische Zusammenspiel im Duett verwendet wurden. Dabei wird sowohl auf die Erhebung physiologischer und akustischer Daten als auch auf die subjektiven Einschätzungen der Teilnehmenden eingegangen.

5.1.1 Proband:innen

Der Versuch konzentrierte sich auf Musiker:innen, die Streichinstrumente (Violine, Viola, Cello und Kontrabass) spielen, da hier die körperliche Anstrengung beim Spielen weniger stark bis kaum die physiologischen Messdaten beeinflusst, wie dies beispielsweise bei Blasmusiker:innen der Fall ist. Das Mindestalter für die Teilnahme wurde auf 18 Jahre festgesetzt, wobei die Proband:innen tatsächlich ein Alter zwischen 20 und 79 Jahren aufwiesen. Personen aller Geschlechter (weiblich, männlich und divers) wurden in die Studie einbezogen. Außer Acht gelassen wurde in welchem Verhältnis die Musiker:innen zu einander standen. Ein großer Teil der Spielpartner:innen kannte sich bereits davor, manche lernten sich auch erst durch die Experimente kennen. Das Leistungsniveau wurde anhand der Spielbarkeit des Stücks definiert, was dazu führte, dass hauptsächlich professionelle Musikerinnen und Musiker sowie Musikstudent:innen teilnahmen.

Folgend sind nähere Informationen zur Zusammensetzung der Teilnehmenden dargestellt:

Geschlecht	Anzahl	Prozent
Weiblich	36	64%
Männlich	15	27%
Diverse	5	9%
Gesamt	56	100%

Tabelle 2 Zusammensetzung der Teilnehmenden.

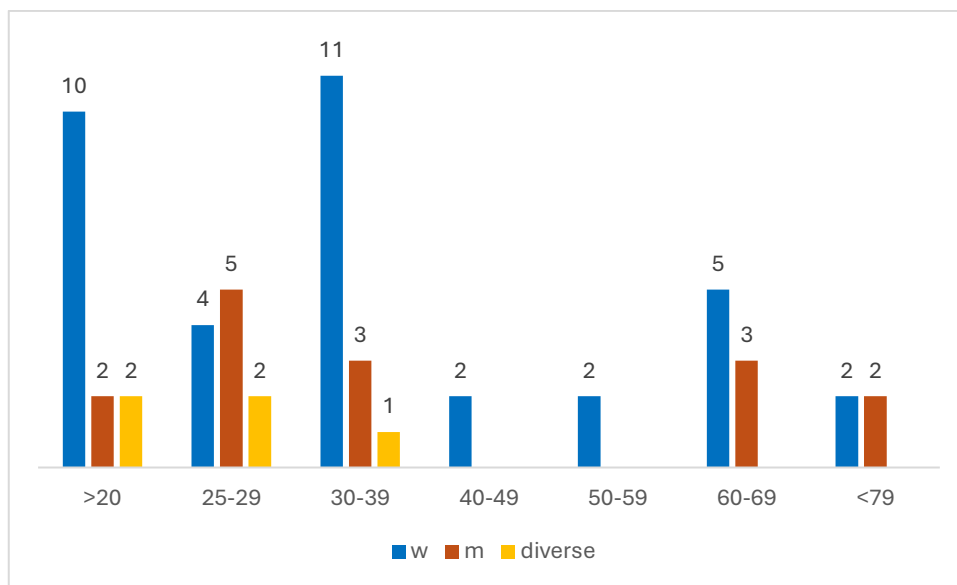


Abbildung 7 Altersverteilung der Teilnehmer:innen nach Geschlecht.

5.1.2 Studienverlauf

Die Untersuchung umfasste eine Kontrollgruppe ($n_a = 14$ Dyaden) und eine Experimentalgruppe ($n_b = 14$ Dyaden). Für jeden Test mussten je zwei Teilnehmer:innen „Die Ankunft der Königin von Saba“ von Georg Friedrich Händel im Duett spielen (siehe Anhang 2). Das Stück wurde aufgrund seines hohen Bekanntheitsgrades ausgewählt, sodass die meisten Versuchspersonen das Werk nicht eigens einstudieren mussten. Darüber hinaus wurde es wegen der erforderlichen Ensemblearbeit und Koordination gewählt, die besonders eine hohe Synchronität unter den Musiker:innen verlangt.

Bei ihrer Ankunft erhielten die Proband:innen eine Einweisung in den Ablauf der Studie und unterzeichneten eine Einverständniserklärung. Zudem wurden sie darüber informiert, dass ihre Aufführung aufgezeichnet wird, um die Darbietung nach dem Test zu bewerten. Die Studienleiterin brachte dann die Elektroden zur Messung der Herzfrequenz und des Hautleitwerts an. Nach korrekter Platzierung der Elektroden wurde die Signalübertragung über Bluetooth hergestellt und eine finale Überprüfung der Übertragungsqualität vorgenommen (Evaluierung der Signalstärke).

Das Experiment bestand aus einer Messung der Ausgangswerte (Baseline Testung) und zwei Darbietungs-Sessions: eine Probe (Session 1 = drucklose Bedingung „relaxed“) und eine Aufführungssitzung (Session 2 = Druckbedingung in der Versuchsgruppe; und drucklose Bedingung in der Kontrollgruppe „stressed“). Während der Baseline wurden die Teilnehmenden gebeten sich drei Minuten lang ruhig hinzusetzen ohne sich zu bewegen oder zu sprechen. Diese Phase ermöglichte die Bewertung der physiologischen Synchronität während einer Nicht-Leistungsaufgabe und diente als Kontrollbedingung.

Danach erhielten die Teilnehmenden beider Gruppen ungefähr zehn Minuten Zeit zur Vorbereitung auf die anstehende Aufführungsaufgabe. Während dieser Zeit nutzten sie üblicherweise die Gelegenheit, um ihren bevorstehenden Auftritt zu besprechen, ihre Musikinstrumente zu stimmen oder eine Proberunde abzuhalten. In dieser Pause wurden keine physiologischen Messungen durchgeführt. Die Erfassung der Signale wurde zu Beginn der nächsten Phase fortgesetzt, in der die musikalischen Dyaden aus der Experimental- und Kontrollgruppe aufgefordert wurden, das vorgegebene Musikstück aufzuführen. Die Dauer der Aufführung betrug zwischen drei und sechs Minuten, abhängig vom gespielten Tempo. Vor der zweiten Aufführungsrunde erhielt die Kontrollgruppe eine zusätzliche fünfminütige Pause, während der keine physiologischen

Daten erfasst wurden. Schließlich wurden die Proband:innen der Kontrollgruppe gebeten, dieselbe Musikkomposition in einer letzten Testrunde noch einmal vorzutragen. In der Experimentalgruppe wurden die Musiker:innen jedoch durch einen Vorwand der Forscherin kurzzeitig räumlich voneinander getrennt.

Auch während dieser Pause wurden keine physiologischen Messungen vorgenommen. Die Versuchsleiterin bat die/den Teilnehmer:in (Dyad1 „relaxed“) mit ihr gemeinsam den Raum zu verlassen, um eine Elektrode neu zu befestigen. Dabei blieb die/der zweite Musiker:in (stimmführende Person Dyad2 „stressed“) jedoch im Versuchsraum und wurde angewiesen sitzen zu bleiben.

Als nächstes betrat ein Paar den Raum, bestehend aus zwei Assistent:innen, die als simulierte Jury fungierte. Je nach Geschlecht der/des im Raum gebliebenen Proband:in (Dyad2), stellte sich entweder die weibliche (bei männlichen Teilnehmern) oder der männliche Assistent:in (bei weiblichen Teilnehmerinnen) vor und erklärte ihre/seine Rolle als Jury für diesen Teil des Experiments. Es wurde die/der Studienteilnehmer:in informiert, dass die zwei Assistent:innen die Performance nun beobachten werden und besonders auf die Körpersprache und den künstlerischen Ausdruck achten und diese bewerten wird. Die/der Teilnehmer:in wurde auch darüber informiert, dass der Auftritt über einen Livestream aufgezeichnet und in der zweiten Runde von einer/einem professionellen Musiker:in nach der Qualität und Leistung der musikalischen Darbietung beurteilt werden würde. Währenddessen richtete der/der zweite Assistentin einen fiktiven Livestream über YouTube und eine Kamera-Attrappe ein.

Beide Assistent:innen wurden angewiesen, sich gegenüber der/den Proband:in neutral zu verhalten, nur wenige Worte zu sprechen und einen neutralen, ruhigen Gesichtsausdruck zu bewahren. Aufkommende

Fragen zu diesem Teil des Experiments sollten mit einer ablenkenden Aussage beantwortet werden, wie z.B.: „Zu diesem Zeitpunkt können wir keine weiteren Auskünfte geben.“ Erkundigte sich die/der Musiker:in nach Informationen zur Qualität der Darbietung, informierten die Assistent:innen die/den Teilnehmer:in, sie/er solle so spielen, als würde das Duo vor Publikum auftreten.

Nach dem endgültigen Aufbau nahmen die Assistent:innen hinter einem Tisch gegenüber der/dem Teilnehmer:in (Dyad2) Platz, welche:r nur von dieser Position im Raum einsehbar war (siehe Abbildung 8), sodass die/der zweite Musiker:in die Jury nicht sehen konnte. Der Versuchsleiterin wurde per SMS mitgeteilt, dass sie die/den zweite Teilnehmer:in (Dyad1) für die letzte Aufführung wieder in den Raum bringen könne. Nachdem Dyad1 Platz genommen hatte, vergewisserte sich die Versuchsleiterin, dass die Bluetooth-Übertragung für beide Signale noch einwandfrei funktionierte, bevor sie die Musik-Dyade aufforderte, für die letzte Aufnahmerunde aufzutreten.

Nach jeder Sitzung wurden beide Teilnehmer:innen gebeten, ihren Erregungszustand anhand eines Formulars zur mentalen Bereitschaft (MRF; Murphy et al., 1989) zu bewerten. Nach Beendigung des experimentellen Teils der Untersuchung sollen die Teilnehmer:innen auch ihre Angst vor der Musikaufführung bewerten (Kenny, 2009 & 2011) und den soziodemografischen Fragebogen ausfüllen. Alle Elektroden wurden entfernt und die Teilnehmer:innen erhielten die Möglichkeit für eine Besprechung ihres Biofeedbacks und eine Entschädigung in Höhe von 40€.

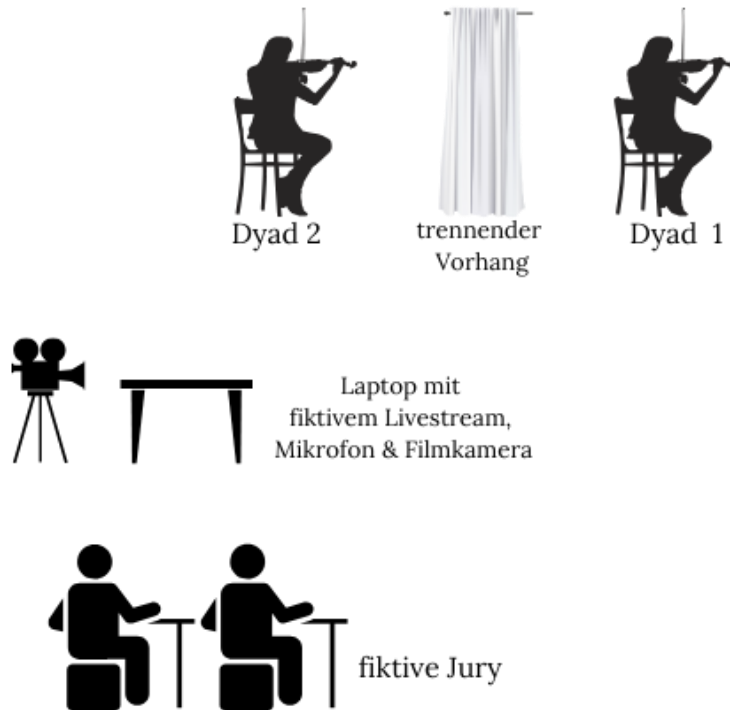


Abbildung 8 Skizze der Studiensituation für Session 2 der Experimentalgruppe.

5.2 Materialien

Ein MacBook Pro 2019 wurde verwendet, um einen fiktiven Livestream über YouTube für Dyad2 der Druckbedingung in der Versuchsgruppe einzurichten. Eine nicht funktionierende Videokamera (Sony Handycam) wurde als Dummy-Kamera für Teilnehmer:in Dyad2 in der Druckbedingung, der Experimentalgruppe eingerichtet.

5.3 Erhobene Messdaten

In der vorliegenden Studie wurden Daten unterschiedlicher Natur erhoben, darunter physiologische, psychologische und akustische Daten. Die angewandten Methoden zur Datenerhebung umfassten eine Vielzahl von Ansätzen:

- Psychologische Daten wurden durch den Einsatz standardisierter Fragebögen gesammelt, welche darauf abzielten, subjektive Erlebnisse und emotionale Reaktionen der Teilnehmenden zu erfassen.
- Physiologische Messungen wurden mithilfe spezialisierter Sensoren durchgeführt, die körperliche Parameter wie Herzfrequenz und Hautleitfähigkeit aufzeichneten.
- Akustische Daten wurden durch die Analyse von Audiodateien gewonnen, die mittels Mikrofone aufgenommen wurden, um die musikalische Synchronität und die akustischen Eigenschaften der Interaktionen zu untersuchen.

Die Datenverarbeitung und -auswertung erfolgte mithilfe des Statistikprogramms JASP, welches umfangreiche statistische Analysen ermöglichte. Durch diesen multidisziplinären Ansatz konnte eine weitreichende Erhebung der relevanten Daten sichergestellt werden, die für die Untersuchung der musikalischen Synchronität und deren Einfluss auf die menschliche Interaktion von zentraler Bedeutung sind.

5.3.1 Physiologische Daten

Die physiologische Synchronität der Musiker:innen wurde anhand ihrer momentanen Herzfrequenz beurteilt. Dazu wurden bei den Teilnehmer:innen Elektroden eines 5-Leiter-Elektrokardiogramms mit vier Ableitungen (V1-V6, Shimmer3 EKG) auf der Brust angebracht. Dadurch konnten die elektrischen Impulse des Herzmuskels in Echtzeit während des gesamten Tests übertragen werden. Zusätzlich wurde die Hautleitfähigkeit gemessen, indem zwei Galvanic Skin Response-Elektroden (Shimmer3 GSR+) an den Fußsohlen platziert und mit einer Frequenz von 100,21 Hz ausgelesen wurden. Normalerweise erfolgt die Messung der Hautleitfähigkeit über die Finger, jedoch hätte dies aufgrund

der ständigen Handbewegungen der Streicher:innen zu Signalverzerrungen geführt. Durch die Platzierung an den Fußsohlen konnte der Hautleitwert zwischen zwei Ruheelektroden gemessen werden. Alle Echtzeitsignale wurden mit Consensys Pro (Shimmer Realtime Technologies Ltd.) aufgezeichnet. Die physiologischen Daten wurden über Bluetooth an einen Windows 10 Pro Laptop übertragen.

5.3.2 Psychologische Daten

Die Daten zur Persönlichkeit und Stressresilienz wurden mittels drei Fragebögen erhoben, welche durch Punktesysteme ausgewertet wurden.

5.3.2.1 MRF (Multi-Rater-Feedback)

Die subjektive mentale Bereitschaft wurde mittels eines dreiteiligen Formulars (Murphy et al., 1989) zur mentalen Bereitschaft erfasst, um den Erregungszustand der Versuchspersonen nach jeder Session zu bewerten. Diese Messung diente auch als Kontrolle für die Effektivität der Stressbedingungen bei den Proband:innen der Versuchsgruppe. So wurden die Teilnehmenden nach jeder Signalaufzeichnung gebeten, ihren aktuellen Zustand als „entspannt“ oder „angespannt“ zu bewerten (siehe Anhang 1a).

5.3.2.2 K-MPAI (The Kenny Music Performance Anxiety Inventory)

Die subjektive Musikleistungsangst (Music Performance Anxiety) wurde mittels einem 40 Fragen umfassenden Bogen erhoben (The Kenny Music Performance Anxiety Inventory K-MPAI, ursprünglich von 2009, wurde 2011 mit 14 Fragen ergänzt) (Kenny, 2009 & 2011). Dieser Fragebogen

bezieht sich auf David Barlows (2000 & 2004) Theorien zur Evokation von Ängsten. Die Fragen orientieren sich dabei an drei Dimension dieser emotionenbasierten Theorie: biologische Vulnerabilität (frühkindliche Erfahrungen), allgemeine psychologische Anfälligkeit und spezifische auslösende Faktoren für die Leistungsangst.

Die Fragen wurden anhand einer siebenstufigen Likert-Skala bewertet, wobei eine höhere Punktzahl auf eine schwerere oder ausgeprägtere MPA und psychische Belastung im Allgemeinen (einschließlich Depression) hinweisen könnte (Kenny, 2023, S. 2). (siehe Anhang 1b)

5.3.2.3 Demographischer Fragebogen

Soziodemografische Daten wie Geschlecht, Alter, Beruf und musikalische Vorerfahrungen wurden mittels eines 14 Punkte umfassenden Fragebogens erhoben. Die Teilnehmer:innen wurden beispielsweise nach früheren Erfahrungen mit Auftritten unter hohem Druck gefragt, um ein Verständnis für ihre Selbstwirksamkeitserfahrungen und -überzeugungen bei der Bewältigung solcher Bedingungen während der Musikaufführung zu gewinnen (siehe Anhang 1c).

5.3.3 Audiodaten

Zur Bewertung der Qualität der musikalischen Darbietung wurde das jeweilige Duo während aller Darbietungsbedingungen mit einer DSLR-Kamera (Panasonic Lumix DMC-G2) und einem Mikrofon an der Kamera (Røde VideoMic) aufgenommen.

5.4 Datenanalyse

Für die statistische Auswertung wurden die erhobenen Messdaten aufbereitet und folgend für die Datenanalyse vorbereitet:

- Physiologische Daten

Der gemessene Herzschlag und der Hautleitwert wurden je Session gemittelt und die Standardabweichung berechnet. Der Herzschlag wird in BPM angegeben und wurde anhand der Zeitangaben in den Messungen (relaxed und stressed) berechnet.

- Fragebögen

Die erhobenen Werte der Fragebögen wurden von Scheer mit dem Statistikprogramm SPSS ausgewertet und für diese Arbeit so zur Verfügung gestellt.

- Audiodaten

Die aufgezeichneten Audiosignale wurden als Wave-Dateien mittels Signalanalyse via MIR Toolbox (Lartillot et al., 2008 & 2019) und PADMEA-Applikation (Czedik-Eysenberg, 2021, S. 59-72) analysiert, wobei Audiofeatures wie musikalische und (psycho-) akustische Parameter als Mittelwerte extrahiert und ausgewertet wurden.

Analysiert und verglichen wurden zum einen die Messdaten der Experimentalgruppe (Dyad 16-28) zwischen den beiden Messsituationen (relaxed vs. stressed), die BPM- und Hautleitwerte mit den Fragenbogen-Antworten (für Dyad 16-21) und die Audiofeatures der

Experimentalgruppe. Dazu wurden paarweise (abhängige) t-Tests mit dem Statistikprogramm JASP erstellt.

Durch den t-Test können die Mittelwerte von zwei Gruppen miteinander verglichen werden und bestimmt werden, ob ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen herrscht. Das erweist sich hierbei als sinnvolles Mittel, da so die zwei Messzeitpunkte (relaxed und stressed) der Experimentalgruppe miteinander verglichen werden können. Je stärker der t-Wert von 0 abweicht, desto größer sind die Unterschiede der zwei Gruppen. Zusätzlich ist auch die Zufallswahrscheinlichkeit p angegeben. Ist diese $<0,05$, so besteht ein signifikantes Ergebnis (Roos, 2019, S: 61ff).

5.4.1 Audiofeatures

Für die Auswertung der Ergebnisse wurden die erhobenen Parameter anhand des t-Wertes und des p-Wertes bewertet. Dabei wurden die für die Fragestellung relevanten Audiofeatures ausgewählt. Zur Interpretation und zum Verständnis dieser Audiofeatures wurde die Merkmalstabelle von Isabella Czedik-Eysenberg herangezogen, welche detaillierte Informationen und Beschreibungen zu den einzelnen Features enthält (Czedik-Eysenberg, 2021, S. 260-264).

6. Ergebnisse

Folgend werden die Ergebnisse der t-Tests für die beiden Messpunkte relaxed (r_) und stressed (s_), der erhobenen Daten der Versuchspersonen der Gruppen Dyads 16-28 (Experimentalgruppe) präsentiert.

- Physiologische Analyse: Herzfrequenz der gestressten Person

BPM

Tabelle 3 präsentiert die Analyse der Herzfrequenzmessungen für Dyad2. Dabei wurden die Standardabweichungen der Herzschläge in ungestressten und gestressten Situationen verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Standardabweichung der Herzfrequenz im zweiten Testzeitpunkt signifikant höher ist als im ersten. Dies deutet darauf hin, dass die Herzfrequenzvariabilität im gestressten Durchlauf deutlich größer ist als im Durchlauf ohne beeinflussende Auftrittsbedingungen.

Measure 1 - relaxed	Measure 2 - stressed	t	p
r_BPM_Dyad2_SD	S_BPM_Dyad2_SD	-2,803	0,049

Tabelle 3 Vergleich der Herzfrequenz (gemessen in BPM) für Dyad2 (gestresste Person) für die beiden Messzeitpunkte.

Die erhobenen physiologischen Daten wurden auch mit den Antworten der Fragenbögen verglichen. Aufgrund von Lücken in der Datensammlung, wurden nur die Werte der Dyad 16-21 in die Analyse einbezogen. Hier kam es zu keinen signifikanten Ergebnissen.

- Auswertungen der Audiofeatures

Tempo

Die Audiofeatures tempoOnset, eventDensity und tempoMS liefern detaillierte Informationen über die Tempoveränderungen im Vergleich zwischen der ersten und zweiten Messung. Diese Analysen zeigen signifikante Änderungen in der gestressten Situation der Versuchsgruppe. Insbesondere war das Tempo in der zweiten Messung schneller als in der ersten.

Measure 1 – relaxed	Measure 2 – stressed	t	p
r_tempoOnsets	s_tempoOnsets	-2,639	0,023
r_eventDensity	s_eventDensity	-2,995	0,012
r_tempoMS	s_tempoMS	-3,396	0,006

Tabelle 4 Vergleich der Audiofeatures bzgl. Tempovariationen für die beiden Messzeitpunkte.

KI-Zuschreibungen

Anhand der gesammelten Audiowerte konnte eine Künstliche Intelligenz (KI) die beiden Messungen miteinander vergleichen (Essentia Tensorflow Model Vggish) und entsprechende Aussagen treffen. Die auf Signalanalysen bewertenden Modelle zeigen, dass die Stresssituation mit einem höheren Arousal und einer höheren Valenz einhergeht. Nach der dimensionalen Emotionstheorie von Russell (siehe Kapitel 3.2) deutet dies auf eine positive Emotion wie "happiness" hin. Diese Ergebnisse werden durch die KI bestätigt, die eine erhöhte "Happiness" und eine verringerte "Sadness" feststellt. Ausschlaggebend für diese Zuweisung der KI ist vor allem das schnellere Tempo bei der zweiten Messung.

Measure 1 – relaxed	Measure 2 – stressed	t	p
r_ess_arousal_ emomusic_audioset_ vggish	s_ess_arousal_ emomusic_audioset_ vggish	-3,666	0,004
r_ess_valence_ emomusic_audioset_vgg ish	s_ess_valence_ emomusic_audioset_vgg ish	-2,522	0,028
r_ess_happy_audioset_ vggish	s_ess_happy_audioset_ vggish	-2,837	0,016
r_ess_sad_audioset_ vggish	s_ess_sad_audioset_ vggish	2,796	0,017

Tabelle 5 Vergleich der KI zugeschriebenen Audiofeatures für die beiden Messzeitpunkte.

Dissonanz und Unangenehmheit

Die Ergebnisse hinsichtlich der Dissonanz und der klanglichen Unangenehmheit zeigen unerwartete Muster: Diese Parameter waren im ersten Durchlauf stärker ausgeprägt als im zweiten. Bei der klanglichen Unangenehmheit, die insbesondere durch starke Frequenzanteile im Bereich zwischen 2-4 kHz bestimmt wird, ist zu berücksichtigen, dass diese Frequenzen bei Geräuschen als unangenehm empfunden werden, bei Musikinstrumenten jedoch zur Tragfähigkeit des Klangs beitragen können. Daher sind diese Ergebnisse im musikalischen Kontext akzeptabel.

Im gestressten Durchlauf wurden zudem mehr harmonische Anteile festgestellt als im ersten Durchlauf. Dies könnte darauf hindeuten, dass die Musiker:innen trotz der Stresssituation im zweiten Durchlauf präziser

spielten, möglicherweise weil sie das Stück bereits einmal gemeinsam gespielt hatten und somit mit der Aufführung vertrauter waren.

Measure 1 – relaxed	Measure 2 – stressed	t	p
r_dissonance	s_dissonance	2,563	0,026
r_unpleasantness	s_unpleasantness	2,27	0,044

Tabelle 6 Vergleich der Dissonanz und Unangenehmheit in den beiden Messzeitpunkten.

Harmonische Energie

Der Vergleich der harmonischen Energie ergibt, dass im Spiel in der Drucksituation ein höherer harmonischer Anteil der Teiltöne hervorging. Dies spricht offensichtlich gegen die Annahme, dass der Stress zu einer geminderten Leistung führt. Jedoch könnte der Grund auch sein, dass die Musiker:innen im zweiten Durchgang besser aufeinander eingespielt und sicherer im Zusammenspiel waren, als beim ersten Durchlauf.

Measure 1 – relaxed	Measure 2 – stressed	t	p
r_harmonicEnergy	s_harmonicEnergy	-2,249	0,046

Tabelle 7 Vergleich der harmonischen Energie in den beiden Messzeitpunkten.

Spektrale Schwankungen

Die spektralen Schwankungen unterhalb von 100 Hz sind im zweiten Durchgang signifikant höher als im ersten. Dies weist auf eine weniger konstante Klangqualität hin, die als Ausdruck von Unsicherheit im Spiel interpretiert werden kann. Diese Beobachtung korrespondiert mit den erhöhten Herzfrequenzschwankungen der/des zweiten Musiker:in im zweiten Durchlauf und deutet auf eine verstärkte physiologische und akustische Reaktion auf die gestresste Situation hin.

Measure 1 – relaxed	Measure 2 – stressed	t	p
r_spectralFluxUnder100	s_spectralFluxUnder100	-2,99	0,012

Tabelle 8 Vergleich der spektralen Schwankungen unter 100Hz in beiden Messzeitpunkten.

7. Diskussion

Die Untersuchung hat gezeigt, dass veränderte äußere (Auftritts-)Bedingungen erkennbaren Einfluss auf die stimmungsführende Person ausüben und sowohl physiologische als auch akustische Effekte auf das Zusammenspiel mit Duettpartner:innen haben. Die Analyse der Audiofeatures ergab signifikante Unterschiede zwischen den beiden Messzeitpunkten, insbesondere im Hinblick auf das Tempo. Im zweiten, durch Stress gekennzeichneten Messzeitpunkt, war das Tempo deutlich schneller, gemessen durch die Parameter tempoOnsets, eventDensity und tempoMS. Dies korrelierte mit einer höheren durch die Signalanalyse erkennbaren Erregung (Arousal) und Valenz sowie einer höheren Bewertung von Freude (Happiness) und einer geringeren Bewertung von Traurigkeit in den begleitenden Emotionsmodellen der Signalanalyse (s_ess_arousal_emomusic_audioset_vggish, s_ess_valence_emomusic_audioset_vggish, s_ess_happy_audioset_vggish, s_ess_sad_audioset_vggish).

Interessanterweise waren Dissonanzen und Merkmale klanglicher Unangenehmheit im ersten Messzeitpunkt stärker ausgeprägt als im zweiten. Im gestressten Durchlauf wurden mehr harmonische Anteile festgestellt, was darauf hinweist, dass die Musiker:innen trotz der Stresssituation sauberer spielten als beim ersten Durchlauf. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Musiker:innen das Stück bereits einmal zusammen gespielt hatten und beim zweiten Durchlauf besser vorbereitet waren.

Hier findet sich ein methodischer Schwachpunkt aufgrund einer fehlenden Randomisierung der Reihenfolge der gestressten und entspannten Versionen, was die Interpretation der Ergebnisse beeinflussen könnte. Das schnellere Tempo im zweiten Durchlauf muss daher nicht unbedingt stressbedingt sein, sondern könnte auch auf die

erhöhte Vertrautheit und Sicherheit der Musiker:innen im Umgang miteinander zurückzuführen sein.

Es wurde jedoch eine gewisse Nervosität im Spiel im zweiten Durchlauf beobachtet, da der spectralFluxUnder100, der spektrale Schwankungen unterhalb von 100 Hz misst, signifikant höher war als im ersten Durchlauf. Diese Schwankungen deuten auf einen weniger konstanten Klang hin und können als Zeichen von Unsicherheit im Spiel interpretiert werden, ähnlich den erhöhten Schwankungen in der Herzrate der Dyad2 im zweiten Durchlauf.

Es konnte jedoch nicht festgestellt werden, dass Dyad1 die simulierte Auftrittsangst ähnlich empfand wie Dyad2, da für Dyad1 keine signifikanten Unterschiede der physiologischen Werte festgestellt werden konnten und somit auch kein Bewusstsein für das veränderte Versuchssetting abgeleitet werden konnte.

Die zweite Fragestellung, ob Unterschiede bei Musiker:innen mit Stressbewältigungsmethoden erkennbar sind, konnte nicht beantwortet werden, da zwischen den Werten der Fragebögen und den physiologischen Daten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden konnten. Ebenso waren die Daten nicht vollständig für die ganze Experimentalgruppe gegeben, wodurch nur für eine kleine Stichprobe die Werte verglichen werden konnten.

8. Zusammenfassung

Physiologische und musikalische Synchronität spielen eine entscheidende Rolle beim Musizieren, da sie die Kooperation und das Zusammenspiel innerhalb eines Ensembles fördern. Die Fähigkeit der Musiker:innen, sich emotional aufeinander abzustimmen und durch physiologische, visuelle sowie akustische Signale zu synchronisieren, verbessert nicht nur die musikalische Leistung, sondern stärkt auch das Gemeinschaftsgefühl und die emotionale Verbundenheit.

Die Ergebnisse der Studie mit 56 Teilnehmer:innen im Rahmen der vorliegenden Arbeit zeigen, dass veränderte äußere Bedingungen, insbesondere ein erhöhter Stresslevel, signifikante Auswirkungen auf die stimmungsführende Person haben. Dies manifestierte sich physiologisch in einem erhöhten Puls und akustisch in einer erhöhten spektralen Schwankung unterhalb von 100Hz, die auf Nervosität hinweist. Diese Erkenntnisse verdeutlichen die Bedeutung der physiologischen und musikalischen Synchronität für die Koordination und Kooperation im Ensemble.

Die Arbeit liefert Einsichten in die komplexen Interaktionen zwischen den physiologischen Zuständen und der musikalischen Performance von Musiker:innen. Allerdings konnten keine Aussagen über die Effektivität von Stressbewältigungsmethoden oder die Resilienz der Musiker:innen gemacht werden. Um diese Fragen zu beantworten, müsste das Studiendesign anders konzipiert und die Bewertung der Resilienz präziser gestaltet sein.

Weitere Schwachstellen der Studie waren die inkonsequente Versuchssituation, wodurch nicht für jedes Dyad die gleichen Bedingungen bei der Sammlung der akustischen Daten garantiert werden konnten. Zudem wurde die fehlende Randomisierung der Reihenfolge der stress- und entspannungsinduzierten Durchläufe als methodische

Mangel identifiziert. Diese Schwächen bieten jedoch wertvolle Anhaltspunkte für die Gestaltung zukünftiger Studien.

Zukünftige Forschungen könnten an die Ergebnisse und Erkenntnisse dieser Arbeit anknüpfen und durch ein optimiertes Studiendesign detailliertere Aussagen über die Auswirkungen von Stress auf Musiker:innen und ihr Musizieren ermöglichen.

Literatur

Abbott, M. J., & Rapee, R M. (2004). *Post-event rumination and negative self-appraisal in social phobia before and after treatment*. Journal of Abnormal Psychology, 113, 136-44.

Bamford, J. M. S., & Davidson, J. (2015). *Moving in Character: a Pilot Study into Music, Movement and Empathy*. Presented at the International Conference on the Multimodal Expression of Music, Sheffield, United Kingdom.

Barger, P. B., and Grandey, A. A. (2006). *Service with a smile and encounter satisfaction: emotional contagion and appraisal mechanisms*. Acad. Manage. J. 49, 1229-1238. doi: 10.5465/amj.2006.23478695

Barlow, D. H. (2000). *Unravelling the mysteries of anxiety and its disorders from the perspective of emotion theory*. Am. Psychol. 55, 1247-1263. doi: 10.1037/0003-066X.55.11.1247

Barlow, D. H.. (2004). *Anxiety and its Disorders: The Nature and Treatment of Anxiety and Panic*. New York: Guilford Press.

Barsade, S. G. (2002). *The Ripple Effect: Emotional Contagion and Its Influence on Group Behavior*. Administrative Science Quarterly, 47(4), 644-675. doi: 10.2307/3094912

Behrens, F., Snijdwint, J. A., Moulder, R. G., Prochazkova, E., Sjak-Shie, E. E., Boker, S. M., & Kret, M. E. (2020). *Physiological synchrony is associated with cooperative success in real-life interactions*. Scientific reports, 10(1), 19609. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76539-8>

Bishop, L., & Goebel, W. (2018). *Communication for coordination: gesture kinematics and conventionality affect synchronization success in piano duos*. Psychological Research 82:1177-1194.

Boerner, S., & Von Streit, C. F. (2006). *Teamgeist im Orchester: Das Zusammenspiel zwischen Flow und Führung*. *Musicae scientiae*, 10(2), 245–263. doi: 10.1177/102986490601000205

Brotons, M. (1994). *Effects of performing conditions on music performance anxiety and performance quality*. *Journal of Music Therapy*, 31(1), 63–81. <https://doi.org/10.1093/jmt/31.1.63>

Butler, E. A. (2011). *Temporal Interpersonal Emotion Systems: The “TIES” That Form Relationships*. *Personality and Social Psychology Review*, 15(4), 367–393. doi: 10.1177/1088868311411164

Chang, A., Livingstone, S. R., Bosnyak, D. J., & Trainor, L. J. (2017). *Body sway reflects leadership in joint music performance*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(21), E4134–E4141. <https://doi.org/10.1073/pnas.1617657114>

Chesky, K. S. & Hippel, J. (1997). *Performance anxiety, alcohol-related problems, and social emotional difficulties of college students: A comparative study between lower-division music and non-music majors*. *Medical Problems of Performing Artists*, 12, 126–32.

Clayton, M., Sager, R., & Will, U. (2004). *In time with the music: The concept of entrainment and its significance for ethnomusicology*. *ESEM CounterPoint*, 1, 1–45.

Cox, Wendy J. and Kenardy, Justin (1993). *Performance anxiety, social phobia, and setting effects in instrumental music students*. *Journal of Anxiety Disorders* 7 (1) 49–60. [https://doi.org/10.1016/0887-6185\(93\)90020-L](https://doi.org/10.1016/0887-6185(93)90020-L)

Craske, M. G. & Craig, K. D. (1984). *Musical performance anxiety: The three-systems model and self-efficacy theory*. *Behavior Research and Therapy*, 22, 267–80.

Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: Harper & Row Publishers.

Czedik-Eysenberg, I. (2021). *Semantische Modellierung wahrnehmungspsychologischer Musikdimensionen auf Basis von akustischen Signaleigenschaften*. Wien.

Eerola, T., & Vuoskoski, J. K. (2013). A review of music and emotion studies: Approaches, emotion models, and stimuli. *Music Perception*, 30(3), 307–340. <https://doi.org/10.1525/mp.2012.30.3.307>

Eerola, T., Jakubowski, K., Moran, N., Keller, P. E., & Clayton, M. (2018). Shared periodic performer movements coordinate interactions in duo improvisations. *Royal Society open science*, 5(2), 171520. <https://doi.org/10.1098/rsos.171520>

Ekman, P. (1972). *Universal and Cultural Differences in Facial Expressions of Emotion*. In J. Cole (Hrsg.), *Nebraska Symposium on Motivation 1971*. 19, S. 207–282. University of Nebraska.

Ekman, P. (1999). *Basic Emotions*. In T. Dalgleish, & M. Power (Hrsg.), *Handbook of Cognition and Emotion* (S. 45–60). New York: Wiley & Sons.

Feldman, R. (2003). *Infant-mother and infant-father synchrony: The coregulation of positive arousal*. *Infant Mental Health Journal*, 24, 1–23.

Figueroa-Dreher, S. K. (2016). *Improvisieren: Material, Interaktion, Haltung und Musik aus soziologischer Perspektive* (1. Aufl. 2016). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden Imprint: Springer VS.

Fredrikson, M. & Gunnarsson, R. (1992). Psychobiology of stage fright: The effect of public performance on neuroendocrine, cardiovascular and subjective ratings. *Biological Psychology*, 33, 51–62.

Gabrielsson, A. (2011). *Strong experiences with music: music is much more than just music* (1. publ.). Oxford [u.a.]: Oxford Univ. Press.

Goebel, W., & Palmer, C. (2009). *Synchronization of Timing and Motion Among Performing Musicians*. *Music Perception*, 26(5), 427–438. doi: 10.1525/mp.2009.26.5.427

Gordon, I., Gilboa, A., Cohen, S., Milstein, N., Haimovich, N., Pinhasi, S., et al. (2020). *Physiological and behavioral synchrony predict group cohesion and performance*. *Sci. Rep.* 10:8484. doi: 10.1038/s41598-020-65670-1

Hanslick, E. (1885). *Vom Musikalisch-Schönen: ein Beitrag zur Revision der Aesthetik der Tonkunst* (7. verm. und verb. Aufl.). Leipzig: Barth.

Hatfield, E., Cacioppo, J. T., and Rapson, R. L. (1992). "Primitive emotional contagion," in *Review Of Personality And Social Psychology: Emotions and social behavior*, ed M. S. Clark (Newbury Park, CA: Sage), 151–177. Available online at: 10.1017/CBO9781139174138

Hatfield, E., Cacioppo, J. T., and Rapson, R. L. (1994). "Emotional contagion," in *Studies in Emotion and Social Interaction* (Cambridge: Cambridge University Press). Available online at: 10.1017/CBO9781139174138

Herrando, C., & Constantinides, E. (2021). *Emotional Contagion: A Brief Overview and Future Directions*. *Frontiers in Psychology*, 12, 712606–712606. doi: 10.3389/fpsyg.2021.712606

Himberg, T. (2014). *Interaction in musical time* (Doctoral Dissertation). Faculty of Music, University of Cambridge, Cambridge, UK.

Horwitz, E. B., Harmat, L., Osika, W., & Theorell, T. (2021). *The Interplay Between Chamber Musicians During Two Public Performances of the Same Piece: A Novel Methodology Using the Concept of "Flow"*. *Frontiers in psychology*, 11, 618227. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.618227>

Ilgen, D. R., & Klein, H. J. (1989). *Organizational Behavior*. *Annual Review of Psychology*, 40(1), 327–351. doi: 10.1146/annurev.ps.40.020189.001551

James, I. (1997). *Federation Internationale des Musiciens 1997 survey of 56 orchestras*. Paris, France: International Federation of Musicians.

Julien, D., Brault, M., Chartrand, E., & Begin, J. (2000). *Immediacy behaviors and synchrony in satisfied and dissatisfied couples*. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 32, 84–90.

Juslin, P. N. (2011). *Handbook of music and emotion: theory, research, applications* (1. publ. in paperback). Oxford [u.a.]: Oxford Univ. Press.

Juslin, P. N. (2019). *Musical emotions explained: Unlocking the secrets of musical affect*. Oxford University Press.

Juslin, P. N., & Sloboda, J. A. (Eds.). (2001). *Music and emotion: Theory and research*. Oxford University Press.

Kenny D. T. (2023). *The Kenny music performance anxiety inventory (K-MPAI): Scale construction, cross-cultural validation, theoretical underpinnings, and diagnostic and therapeutic utility*. *Frontiers in psychology*, 14, 1143359. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1143359>

Kenny, D. in: Juslin, P. N., & Sloboda, J. A. (2010). *Handbook of music and emotion: theory, research, applications*. Oxford: Oxford University Press, 425–444.

Kenny, D. T. (2009). *The Factor Structure of the Revised Kenny Music Performance Anxiety Inventory*. In: *International Symposium on Performance Science*. Utrecht: Association Européenne des Conservatoires, pp. 37–41.

Kenny, D. T. (2011). *The Psychology of Music Performance Anxiety*. Oxford, UK: OUP Oxford.

Kenny, D. T., & Ackermann, B. J. (2016). *Optimizing physical and psychological health in performing musicians*. In S. Hallam, I. Cross, & M. Thaut (Eds.), *The Oxford handbook of music psychology* (2nd ed., pp. 633–647). Oxford University Press.

Kleinginna, P., & Kleinginna, A. (1981). *A Categorized List of Emotion Definitions, with Suggestions for a Consensual Definition*. *Motivation and Emotion*, 5(4), S. 345–379.

Kuhl, P., Tsao, F.-M., & Liu, H.-M. (2003). *Foreign-language experience in infancy: Effects of short-term Exposure and social interaction on phonetic learning*. In I. M. Verma (Ed.), *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(15), 9096–9101.

Lartillot, O., Toiviainen, P. & Eerola, T. (2008). *A matlab toolbox for music information retrieval. Data analysis, machine learning and applications* (S. 261–268). Springer.

Lartillot, O. (2019). *Miningsuite: A comprehensive Matlab framework for signal, audio and music analysis, articulating audio and symbolic approaches*. *Proceedings of the 16th Sound and Music Computing Conference (SMC)*, May 28–31 2019, Málaga, Spain, 489–489.

Leman, M., Lesaffre, M., & Maes, P.-J. (2017). *The Routledge companion to embodied music interaction*. New York; London: Routledge.

Lindstrom Wik, S. (200 1). *Strong experiences related to music and their connection to religious experience*. Uppsala University: Department of Psychology Medical Problems of Performing Artists, 4, 49–56.

Maslow, A. H. (1968). *Toward a psychology of being* (2nd edn, Chapter 6, 'Cognition of being in peak experiences'). New York: Van Nostrand Reinhold.

Müller, V., & Lindenberger, U. (2011). *Cardiac and respiratory patterns synchronize between persons during choir singing*. PloS one, 6(9), e24893. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024893>

Murphy, S.M., Greenspan, M., Jowdy, D., & Tammen, V. (1989). *Development of a brief rating instrument of competitive anxiety: Comparisons with the Competitive State Anxiety Inventory-2*. Proceedings of the Association for the Advancement of Applied Sport Psychology (p.82). Seattle, WA.

Murray, L., & Trevarthen, C. (1986). *The infant's role in mother-infant communications*. Journal of Child Language, 13(1), 15–29.

Nessler, J. A., & Gilliland, S. J. (2009). *Interpersonal synchronization during side by side treadmill walking is influenced by leg length differential and altered sensory feedback*. Human Movement Science, 28, 772– 785.

Palumbo, R. V., Marraccini, M. E., Weyandt, L. L., Wilder-Smith, O., McGee, H. A., Liu, S., & Goodwin, M. S. (2017). *Interpersonal Autonomic Physiology: A Systematic Review of the Literature*. Personality and social psychology review: an official journal of the Society for Personality and Social Psychology, Inc, 21(2), 99–141. <https://doi.org/10.1177/1088868316628405>

Perini, S. J., Abbott, M. J., & Rapee, R. M. (2006). *Perception of performance as a mediator in the relationship between social anxiety and negative post-event rumination*. Cognitive Therapy and Research, 30(5), 645–659. doi: 10.1007/s10608-006-9023-z

Plutchik, R. (2001). *The nature of emotions: Human emotions have deep evolutionary roots*. American Scientist, 89(4), 344–350. doi: 10.1511/2001.4.344

Powell, D. H. (2004). *Treating individuals with debilitating performance anxiety: An introduction*. *Journal of Clinical Psychology*, 60(8), 801–808. doi: 10.1002/jclp.20038

Richardson, M. J., Marsh, K. L., Isenhower, R. W., Goodman, J. R. L., & Schmidt, R. C. (2007). *Rocking together: Dynamics of intentional and unintentional interpersonal coordination*. *Human Movement Science*, 26(6), 867–891.

Roos, M., & Universität Osnabrück FB 3 Erziehungs- und Kulturwissenschaften. (2019). *Forschungsmethoden und Statistik in der Musikwissenschaft: ein Leitfaden für die empirische Praxis*. Osnabrück: Electronic Publishing Osnabrück.

Rothermund, K., & Eder, A. (2011). *Allgemeine Psychologie: Motivation und Emotion*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden.

Ruiz-Blais, S., Orini, M., & Chew, E. (2020). *Heart Rate Variability Synchronizes When Non-experts Vocalize Together*. *Frontiers in physiology*, 11, 762. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00762>

Russell, J. (1980). *A Circumplex Model of Affect*. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), S. 1161-1178.

Salancik, G. R., and J. Pfeffer 1978 "A social information processing approach to job attitudes and task design." *Administrative Science Quarterly*, 23: 224-253.

Salmon, P. (1990). *A psychological perspective on musical performance anxiety: A review of the literature*. *Medical Problems of Performing Artists*, 5, 2-11.

Schachter, S., and Singer, J. (1962). *Cognitive, social, and physiological determinants of emotional state*. Psychol. Rev. 69, 379–399. doi: 10.1037/h0046234

Simon, J. A., & Martens, R (1979). *Children's activity in sport and nonsport evaluative activities*. Journal of Sport Psychology, 1, 160–9.

Stepptoe, A. & Fidler, H. (1987). *Stage fright in orchestral musicians: A study of cognitive and behavioural strategies in performance anxiety*. British Journal of Psychology, 78 , 24 1–9.

Stepptoe, A., in: Juslin, P. N., & Sloboda, J. A. (Eds.). (2001). *Music and emotion: Theory and research*. Oxford University Press, 291–308.

Tamborrino, R. A. (2001). *An examination of performance anxiety associated with solo performance of college-level music majors*. Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences, 62(5-A), 1636.

Tomkins S.S. (1962). *Affect, imagery, consciousness*. Volume 1: *The positive affects*. New York: Springer.

Totterdell, P 2000 "Catching moods and hitting runs: Mood linkage and subjective performance in professional sport teams." Journal of Applied Psychology, 85: 848–859.

Vickhoff, B., Malmgren, H., Aström, R., Nyberg, G., Ekström, S. R., Engwall, M., Snygg, J., Nilsson, M., & Jörnsten, R. (2013). *Music structure determines heart rate variability of singers*. Frontiers in psychology, 4, 334. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00334>

Wesner, R B., Noyes, R, Jr., & Davis, T. L. (1990). *The occurrence of performance anxiety among musicians*. Journal of Affective Disorders, 18, 177–85.

Williamon, A., & Davidson, J. W. (2002). *Exploring co-performer communication*. *Musicæ Scientiæ*, 1 (1), 53-72.

Wolfe, M. L. (1989). *Correlates of adaptive and adaptive musical performance anxiety*.

Woody, R., McPherson G., in: Juslin, P. N., & Sloboda, J. A. (2010). *Handbook of music and emotion: theory, research, applications*. Oxford: Oxford University Press, 401-424.

Zentner, M., Grandjean, D., & Scherer, K. R. (2008). *Emotions Evoked by the Sound of Music: Characterization, Classification, and Measurement*. *Emotion* (Washington, D.C.), 8(4), 494–521. doi: 10.1037/1528-3542.8.4.494

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Versuchsaufbau bei Kooperation mit blockiertem Blickkontakt (links) und freiem Blickfeld (rechts) für die Proband:innen (Behrens et al., 2020, S. 2).....	16
Abbildung 2: Synchronität der Hautleitfähigkeit (SCL synchrony) in Abhängigkeit zum Kooperationserfolg mit und ohne Blickkontakt (Behrens et al., 2020, S. 2).....	17
Abbildung 3 Physiologische Synchronität von Herzrate (HR) und Hautleitfähigkeit (SCL) mit und ohne Blickkontakt (Behrens et al., 2020, S. 2).....	17
Abbildung 4 28 Emotionszustände zirkulär geordnet nach Valenz und Aktivierung (Russell, 1980, S. 1167).....	24
Abbildung 5 Abhängigkeiten von Spielqualität (linke Achse) und subjektiver Stress (rechte Achse) bei Klavierdarbietungen vor oder ohne Publikum, von ängstlichen (hellgraue Balken) und nicht-ängstlichen Pianist:innen (dunkelgraue Balken) (Craske & Craig 1984.)	32
Abbildung 6 Abhängigkeiten von subjektiver Anspannung und Qualität der Darbietung von Opernsänger:innen in fünf Situationen: private Übung (pr), Unterricht (l), öffentlicher Auftritt (perf), Generalprobe (dr) und Vorsingen (aud) (Juslin, 2001, S. 297).	34
Abbildung 7 Altersverteilung der Teilnehmer:innen nach Geschlecht....	49
Abbildung 8 Skizze der Studiensituation für Session 2 der Experimentalgruppe.	53

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Die vier Komponenten der Musical Performance Anxiety (Steptoe, 2001, S. 295).....	33
Tabelle 2 Zusammensetzung der Teilnehmenden.	49
Tabelle 3 Vergleich der Herzfrequenz (gemessen in BPM) für Dyad2 (gestresste Person) für die beiden Messzeitpunkte.....	59
Tabelle 4 Vergleich der Audiofeatures bzgl. Tempovariationen für die beiden Messzeitpunkte.	60
Tabelle 5 Vergleich der KI zugeschriebenen Audiofeatures für die beiden Messzeitpunkte.....	61
Tabelle 6 Vergleich der Dissonanz und Unangenehmheit in den beiden Messzeitpunkten.....	62
Tabelle 7 Vergleich der harmonischen Energie in den beiden Messzeitpunkten.....	62
Tabelle 8 Vergleich der spektralen Schwankungen unter 100Hz in beiden Messzeitpunkten.....	63

Anhang

Anhang 1a: MRF

ID: _____

Instruktion: Setze ein Kreuz auf der Linie um zu verdeutlichen, wie du dich gerade fühlst.

GELASSEN _____ BESORGT

ENTSPANNT _____ ANGESPANNT

SICHER _____ UNSICHER

T1

GELASSEN _____ BESORGT

ENTSPANNT _____ ANGESPANNT

SICHER _____ UNSICHER

T2

GELASSEN _____ BESORGT

ENTSPANNT _____ ANGESPANNT

SICHER _____ UNSICHER

T3

Anhang 1b: K-MPAI

K_21	Ich mache mir Sorgen, dass eine schlechte Aufführung meine Karriere ruinieren könnte	0	1	2	3	4	5	6
K_22	Vor oder während einer Aufführung erlebe ich eine erhöhte Herzfrequenz wie ein Pochen in meiner Brust	0	1	2	3	4	5	6
K_23	Meine Eltern haben mir immer zugehört	6	5	4	3	2	1	0
K_24	Aus Ängstlichkeit lasse ich lohnenswerte Aufführungsgelegenheiten aus	0	1	2	3	4	5	6
K_25	Nach der Aufführung mache ich mir Sorgen, ob ich gut genug gespielt habe	0	1	2	3	4	5	6
K_26	Meine Sorge und Nervosität über meine Aufführung beeinträchtigen meinen Fokus und meine Konzentration	0	1	2	3	4	5	6
K_27	Als Kind habe ich mich oft traurig gefühlt	0	1	2	3	4	5	6
K_28	Bei der Vorbereitung auf ein Konzert habe ich oft ein Gefühl von Furcht und einem bevorstehenden Desaster	0	1	2	3	4	5	6
K_29	Eines oder beide meiner Elternteile waren übermässig ängstlich	0	1	2	3	4	5	6
K_30	Vor oder während einer Aufführung habe ich eine erhöhte Muskelspannung	0	1	2	3	4	5	6
K_31	Ich habe oft das Gefühl, dass ich nichts habe, worauf ich mich freuen kann	0	1	2	3	4	5	6
K_32	Nach einer Aufführung spiele ich sie in Gedanken wieder und wieder durch	0	1	2	3	4	5	6
K_33	Meine Eltern haben mich ermutigt, neue Dinge zu probieren	6	5	4	3	2	1	0
K_34	Vor einer Aufführung mache ich mir so viele Sorgen, dass ich nicht schlafen kann	0	1	2	3	4	5	6
K_35	Bei Aufführungen ohne Notenblatt ist mein Gedächtnis zuverlässig	6	5	4	3	2	1	0
K_36	Vor oder nach einer Aufführung leide ich unter Schütteln, Zittern oder Zucken	0	1	2	3	4	5	6
K_37	Ich bin zuversichtlich, wenn ich aus dem Gedächtnis spiele	6	5	4	3	2	1	0
K_38	Ich mache mir Sorgen, von anderen bewertet zu werden	0	1	2	3	4	5	6
K_39	Ich mache mir Sorgen um mein eigenes Urteil über meine Aufführung	0	1	2	3	4	5	6
K_40	Ich bleibe dem Aufführen verbunden, auch wenn es mir erhebliche Angst bereitet	0	1	2	3	4	5	6

©Kenny, D.T. (2009). *Kenny Music Performance Anxiety Inventor-Revised (K-MPAI-R)*

Anhang 1c: Demographischer Fragebogen



INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT
Abteilung für Sportpsychologie

Fragebogen zur Erhebung demographischer Daten

Von der Versuchsleiterin auszufüllen:

Versuchsperson (Code): _____ Datum: _____

Geschlecht: _____

Geburtsdatum/uhrzeit: _____

Beruf/Beschäftigung _____

Mit welcher Hand schreiben Sie? _____

Musikalische Erfahrung

Wie lange nehmen Sie Musikunterricht? _____

Wie lange spielen Sie Ihr Streichinstrument? _____

Wie oft (ca. pro Woche/pro Monat...)? _____

Spielen Sie mit Ihrem Instrument Aufführungen? _____

Wenn ja, seit wann (in Jahren oder Monaten)? _____

Wie oft (ca. pro Woche/pro Monat...)? _____

Ist es Ihnen schon einmal passiert, dass Sie Nervös vor einem Auftritt waren?

Hatten Sie schon einmal das Gefühl, dass Ihre Nervosität zu groß ist um Ihren Auftritt zu meistern? _____

Falls ja, haben Sie in solchen Fällen eine bestimmte Technik angewandt um sich zu beruhigen und zu fokussieren? _____

Haben Sie eine Ahnung was hinter dem Vorhang war? _____

Anhang 2a: Noten „Die Ankunft der Königin von Saba“ Violine

Violin **Allegro** Arrival of the Queen of Sheba G. F. HANDEL

4

7

10

13

17 **A**

21

25

29 **B**

33

37

41

arr./ed. by Wanda Sobieska | copyright © 2010 | available at www.freegigmusic.com

45

49

53

57

61

65

68

72

77

81

84

87

The musical score consists of ten staves of music, each containing measures 45 through 87. The key signature has two flats (B-flat major). The notation includes a variety of rhythmic patterns, including eighth and sixteenth notes, and rests. Chord symbols are placed above the staves: 'C' above measure 50, 'D' above measure 65, and 'E' above measure 77. The music concludes with a double bar line at the end of measure 87.

arr./ed. by Wanda Sobieska | copyright © 2010 | available at www.freegigmusic.com

Anhang 2b: Noten „Die Ankunft der Königin von Saba“ Vio 2 / Viola

Arrival of the Queen of Sheba (G.F.Händel)

Allegro

Vio 2 / Viola

1 5 9 13 17 21 25 29 33 37 41 45

49

53

57

61

65

69

73

77

81

85

89

Anhang 2c: Noten „Die Ankunft der Königin von Saba“ Violoncello

Violoncello

Arrival of the Queen of Sheba

G. F. HANDEL

Allegro

6

11

16

A

21

25

30

B

35

39

44

49

C

arr./ed. by Wanda Sobieska | copyright © 2010 | available at www.freegigmusic.com

54

59

64

69

74

79

84

87

Abstract (Deutsch)

Die vorliegende Masterarbeit untersucht die Wechselwirkungen zwischen physiologischer und musikalischer Synchronität von Musiker:innen im gemeinsamen Musizieren unter verschiedenen äußeren (Auftritts-)Bedingungen. Dabei werden physiologische, psychologische und akustische Messdaten herangezogen, um ein tiefgehendes Verständnis der Dynamiken zu gewinnen, die diese Form der Zusammenarbeit prägen.

In einer Versuchsstudie mit 56 Teilnehmer:innen wurde untersucht, ob veränderte äußere Bedingungen, insbesondere ein erhöhter Stresslevel, die stimmführende Person beeinflussen und welche physiologischen sowie akustischen Effekte dies auf das Zusammenspiel mit einer/einem Duettpartner:in hat. Die physiologische Auswertung zeigte, dass sich die Stressbedingungen in Form eines erhöhten Pulses bemerkbar machten. Die akustische Analyse offenbarte eine gewisse Nervosität, die sich durch erhöhte spektrale Schwankungen unterhalb von 100 Hz ausdrückte.

Die Arbeit liefert neue Erkenntnisse über die Interaktionen von physiologischer und musikalischer Synchronität und deren Bedeutung für die Zusammenarbeit von Musiker:innen. Gleichzeitig werden Schwachstellen im Versuchsaufbau diskutiert, die Anhaltspunkte für weiterführende Studien bieten.

Abstract (English)

This master's thesis examines the interactions between physiological and musical synchrony among musicians during ensemble performance under various external (performance) conditions. Physiological, psychological, and acoustic data are utilized to gain a deeper understanding of the dynamics that shape this form of collaboration.

In an experimental study involving 56 participants, the research investigated whether altered external conditions, particularly an increased stress level, affect the leading musician and which physiological and acoustic effects these have on the interaction with a duet partner. The physiological analysis indicated that stress conditions manifested in an increased pulse rate. The acoustic analysis revealed a certain level of nervousness, expressed through increased spectral fluctuations below 100 Hz.

This work provides new insights into the interactions between physiological and musical synchrony and their significance for the collaboration among musicians. At the same time, the study discusses weaknesses in the experimental design, offering points of reference for further studies.