

## Affektiv-physiologische Reaktionen auf DJ-Performances

Hannes Helmholz<sup>1</sup>, Philipp Matalla<sup>1</sup>, Steffen Lepa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Technische Universität Berlin, FG Audiokommunikation, 10587 Berlin, Deutschland

Email: helmholz@campus.tu-berlin.de, philipp@matalla-online.de, steffen.lepa@tu-berlin.de

*In den letzten Jahren hat vermehrt Forschung im Bereich der emotionalen Wirkung von Musik stattgefunden. In der vorliegenden Studie steht das Feststellen affektiver Reaktionen in Form von Körperfunktionen im Vordergrund. Es gilt aufzuklären, ob typische akustische Eingriffe eines DJs an spannungsreichen Stellen stärkere physiologische Reaktionen nach sich ziehen. Dargeboten wurde Clubmusik aus der aktuellen House- und Technoszene. In der Auswertung der Versuchsdaten zeigten sowohl die Pulsrate als auch die Hauttemperatur signifikante Unterschiede zwischen den zwei Probandengruppen, welche mit hoher Wahrscheinlichkeit durch die unterschiedlichen DJ-Manipulationen ausgelöst wurden.*

### Einleitung

Die Fragestellung ist im Zuge momentaner Darbietungen populärer Musik von großer Relevanz. DJs erreichten in den vergangenen Jahren große Aufmerksamkeit und ein globales Publikum, vergleichbar mit gängigen Formaten wie der Rockband oder des Singer-Songwriters. Die Performance des DJs kann dabei sehr unterschiedlich ausfallen und wird maßgeblich von Herkunft und Produktionsweise der dargebotenen Musik bestimmt. Der Aufbau emotionaler Höhepunkte und musikalischer Spannung ist dabei ein zentrales Konzept [1]. Einflüsse des DJs reichen von einer persönlichen Interaktion mit dem Publikum bis hin zum Einsatz akustischer Filter. Letztere werden im Rahmen dieser Studie gezielt eingebracht und deren Einfluss auf das Erleben von Musik untersucht.

Beim Medienkonsum empfundene Emotionen lassen sich in der Regel bereits gut durch Selbstreport erfassen. Es gibt jedoch Ausnahmen, welche die Anwendung von physiologischen Messverfahren notwendig machen [2]. Anhand der direkten Messung von Körperfunktionen können außerdem unterbewusste Reaktionen bei einer Versuchsperson erfasst werden. Außerdem ist eine kontinuierliche Datenerfassung mit hoher zeitlicher Auflösung möglich. Somit können einerseits kurze, aber womöglich sehr intensive Wahrnehmungsreaktionen erfasst, andererseits auch langfristige Entwicklungen während der Rezeption von Medieninhalten abgebildet werden.

**Physiologische Emotionskomponente** – In dieser Studie wird auf eine von drei Hauptkomponenten der menschlichen Emotionsreaktion aus dem *Component Process Model* [3] eingegangen. Für diese *physiologische Komponente* existiert eine Vielzahl an Methoden zur Erfassung verschiedenster Körperfunktionen. Verfahren wie **EEG**, **EMG** und **ECG** sind als einflussreiche Indikatoren für affektives Empfinden angesehen, in der Umsetzung jedoch technisch sehr aufwendig. Die Schwankung

der Herzfrequenz (**RSA**) gilt ebenfalls als vielversprechender Faktor, wird jedoch bisher nur in einer geringen Anzahl von Studien untersucht [2].

Die Pulsfrequenz **PR** (engl. *pulse rate*), analog Herzfrequenz (engl. *heart rate*), verringert sich zumeist mit einem zunehmenden Grad an *Aufmerksamkeit* bei der Wahrnehmung von Medien. Es scheint jedoch spezifische audio-visuelle Stimuli zu geben (angsteinflößend, plötzlich, anhaltend laut), welche eine Erhöhung des Pulses als eine Art Verteidigungsmechanismus auslösen [2]. Die Hauttemperatur **ST** (engl. *skin temperature*) ist verknüpft mit dem Blutfluss im Hautgewebe. Ihre Veränderung wurde in einer Vielzahl von Studien im Zusammenhang mit Musikhören festgestellt. Die Ergebnisse waren jedoch hinsichtlich der Reaktion und in Abhängigkeit von der gewählten Musik inkonsistent [4]. Der Hautleitwert **EDA** (engl. *electrodermal activity*) wird separat in seiner tonischen (engl. *skin conductance level*) und phasischen (*skin conductance response*) Komponente betrachtet. Die eher statischen Langzeitwerte **SCL** passen sich der aufgewendeten Kapazität zur Informationsverarbeitung an und sagen damit etwas über das *Beteiligtsein am Stimulus* aus. Andererseits verhalten sich die Differenzwerte des Hautleitwerts **SCR** in Abwesenheit eines Stimulus unspezifisch. In den meistens Fällen sind sprunghafte Änderungen jedoch Indiz für das Auftreten einer *Orientierungsreaktion* in Verbindung mit einem bestimmten Event im Stimulus [2].

Durch die Messung der Physiologie der Rezipienten erhalten wir Auskunft über deren *affektive Reaktionen* auf die Musik [5]. Diese Terminologie wurde gewählt, da das Reaktionsverhalten der Teilnehmer noch nicht als „vollständige“ Emotion, sondern eher als ihr Vorläuferprodukt (*core affect*) anzusehen ist [6].

**Hypothese** – Es wird experimentell erfasst, ob sich physiologische Reaktionen bei den Probanden während des Hörens eines Musikstimulus verändern, wenn typische DJ-Manipulationen vorgenommen werden. An besonders spannungsreichen Stellen will der DJ eine Intensivierung durch den akustische Einfluss erreichen. Die größten Abweichungen in den Verläufen der physiologischen Messwerte sind im unmittelbaren Anschluss an die vorgenommene Manipulation zu erwarten.

### Methoden

**Stichprobe** – Untersucht wurde eine Gruppe von 10 Frauen und 10 Männern, im Alter von 18 bis 35 Jahren. Bis auf zwei Ausnahmen gaben die Teilnehmer an, im Alltag elektronische Musik zu hören, wodurch eine angestrebte Affinität zur gehörten Musik besteht. 6 der

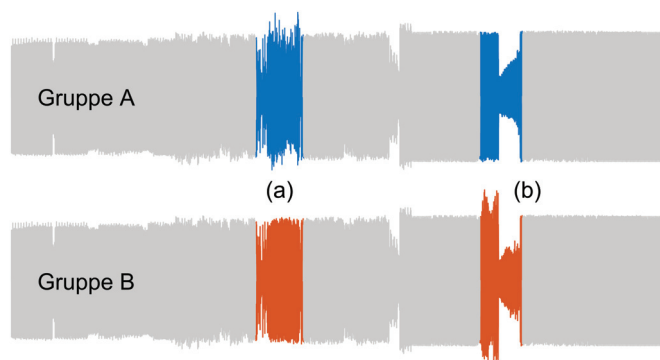
20 Probanden gaben an, dies mindestens ein- oder mehrmals in der Woche zu tun. 70 % der Teilnehmer haben ferner angegeben, über mehrere Jahre hinweg ein Instrument regelmäßig gespielt zu haben. Die Probanden wurden zu gleichen Anteilen männlich und weiblich in zwei Versuchsgruppen eingeteilt.

**Stimuli** – Als Stimulus diente ein Musik-Mix von ca. 16 Minuten Länge, welcher stellvertretend für den Ausschnitt eines DJ-Sets steht. Wie in der elektronischen Tanzmusik üblich, wurden darin musikalische Einzelwerke mehrerer Künstler der aktuellen House- und Technoszene miteinander in Verbindung gesetzt. Um einen individuellen Bias zu vermeiden, wurde darauf geachtet, dass die Werke zum Zeitpunkt des Versuchs noch unveröffentlicht und damit unbekannt waren.

In Abhängigkeit von der Versuchsgruppe wurden zwei unterschiedliche Versionen des Mix dargeboten. An bereits vorhandenen spannungsreichen Stellen wurden zusätzlich voneinander abweichende Eingriffe in die Musik vorgenommen. Die abgebildete Wellenform zeigt an den jeweiligen Stellen größere Ausschläge, was im Einsatz des Drei-Band-Equalizer, sowie der frei einstellbarer Grenzfrequenz und Resonanz des High-Pass-Filter begründet ist (vgl. Abbildung 1). Die Parameter wurden nach gängigen Club-Standards von einem DJ gesteuert und deren Automation aufgezeichnet.

Als Zeitpunkt des Eingriffs sehr typisch sind sogenannte „*build-ups*“ oder „*break-downs*“, da sie ein Anzeichen für Veränderungen in der Musik sind und durch zusätzliche Bearbeitung gesteigerte Aufmerksamkeit erhalten. Beim Einsatz des *Breaks* wird meist spärlich instrumentiert und dabei auf Sounds mit ausgeprägtem Tieftonanteil verzichtet [1]. Durch den Einfluss des DJs kommt es zu noch stärkeren spektralen Kontrasten im Falle eines darauf folgenden „*drops*“. Beispielhaft für einen *Drop* ist ein Wiedereintritt des sehr prominent eingesetzten rhythmischen Basses, wodurch eine starke musikalische Spannungsentladung stattfindet [1].

**Versuchsumgebung** – Es solle eine Club-ähnliche Atmosphäre geschaffen werden, um eine authentische Reaktion von den Probanden zu erhalten. Zur Wiedergabe wurde ein System aus zwei Studiolausprechern und zwei Subwoofern eingesetzt, in einem Abstand von



**Abbildung 1:** Wellenform der Anregungssignale für die Versuchsgruppen A (oben) und B (unten), sowie die untersuchten Abschnitte (a) und (b).

ca. 1,5 m zur Abhörposition. Aus Rücksicht auf den privaten Versuchsraum und eine gehobene, jedoch angenehme, Abhörlautstärke wurde auf teilweise extreme Lautstärkeverhältnisse von Tanzlokalen verzichtet. Für den Hörversuch wurden mit einem einfachem Handpegelmessgerät Lautstärkewerte um 80 dB<sub>A,F</sub> protokolliert.

**Untersuchungsdesign** – Es solle eine emotionale Erstrektion auf einen Musik-Stimulus untersucht werden, dementsprechend konnten keine Messwiederholungen vorgenommen werden und es wurde ein *Between-Subjects-Design* angewandt. Keine der beiden Versuchsgruppen ist explizit als Treatment- oder Kontrollgruppen anzusehen. Die Eingriffe in den DJ-Mix wurden zeitlich so versetzt vorgenommen, dass jeweils eine Gruppe wechselseitig die Kontrollgruppe für die andere bildet (vgl. Abbildung 1). Die abhängigen Variablen des Versuchsdesigns (**PR**, **ST**, **SCL**, **SCR**) werden als statistisch univariat betrachtet und somit voneinander unabhängig ausgewertet. Der größte Einfluss wird der alternierenden DJ-Interaktion innerhalb der Stimuli zugeschrieben, weswegen die Gruppenzugehörigkeit die unabhängige Variable in den Analysen bildet.

**Messverfahren** – Die Körperfunktionen Hautleitwert und -temperatur wurden mit Hilfe des Biofeedback-Systems „*Mind Media NeXus-4*“ aufgezeichnet. Die Pulsrate wurde mit Hilfe des Puls-Oximeters „*Contec CMS50E*“ erfasst. Die Sensoren wurden an den mittleren Fingergliedern (**PR** am Zeige-, **EDA** an den beiden mittleren, sowie **ST** am kleinen Finger) der rechten Hand angebracht. Von den Probanden sollte eine sitzende und ruhige Haltung eingenommen werden, da die Geräte ansonsten zu Messfehlern neigen.

**Versuchsablauf** – Mit dem Start des Musik-Stimulus wurde die Versuchsperson im Raum allein gelassen und die Beleuchtung stark gedämpft, um ein ungestörtes Eintauchen in die Musik zu ermöglichen. Zu Beginn des DJ-Sets gab es eine Phase der Eingewöhnung an die Versuchsumgebung, Musik und deren klangliche Eigenschaften (vgl. Abbildung 1). Das anfangs gewählte Stück entsprach in Lautheit und Tempo bereits dem weiteren Verlauf, verzichtete jedoch auf spannungsreiche Höhepunkte. Darauf folgte der erste untersuchte Abschnitt (a) [6'00"–7'04"], worin Probandengruppe A eine Manipulation erfuhr. Gruppe B hingegen bekam im Bereich (b) [11'28"–12'24"] den veränderten Stimulus zu hören.

**Analyse** – Die Absolutwerte der physiologischen Messungen wurden des weiteren zentriert (um individuellen Mittelwert korrigiert), als auch differenziert (Gradient) und in Form zusätzlicher Messreihen gespeichert. Nach Anpassung der Abstraten der verschiedenen Messgeräte verlangte eine fehlerfreie Analyse eine Samplingrate von 0,5 Hz, wofür das arithmetische Mittel zur Anwendung kam. Die Analyse der Gruppenunterschiede erfolgte im Umfeld der manipulierten Bereiche, mit dem Fokus auf einen flexiblen Zeitraum um das Ende des bearbeiteten Abschnitts. Je nach Art der Reaktion wurden verschiedene Zeitfenster getestet, um unterschiedliche Reaktionszeiten der Körperfunktionen zu berücksichtigen.

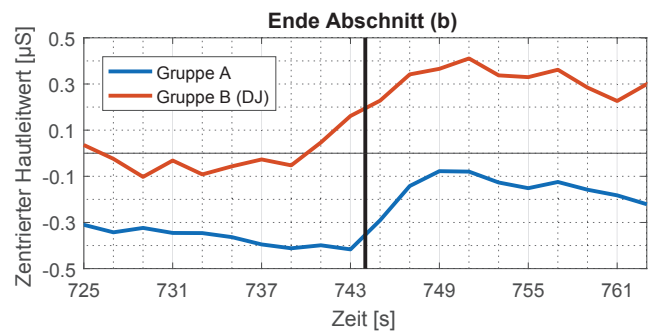
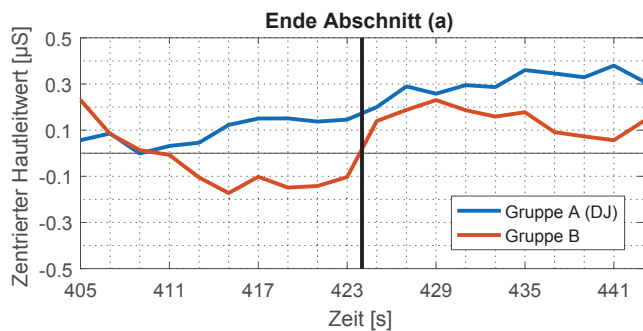


Abbildung 2: Verlauf SCL im Zeitraum  $\pm 19\text{s}$  um das Ende der Abschnitte (a) und (b), Abschnittsende gekennzeichnet.

In den Daten war teilweise eine starke Autokorrelation vorzufinden, welche durch ein *autoregressives Modell erster Ordnung mit homogener Varianz* bestätigt werden konnte. Für jede physiologische Funktion lag im Anschluss mindestens ein nutzbarer Datensatz (**absolut, zentriert, differenziert**) vor, welcher sich zur Analyse mittels eines *Linear Mixed Models* eignete.

## Ergebnisse

Die unterschiedlichen Individualniveaus in der Physiologie der Probanden wurden für den gesamten Messzeitraum angeglichen. In den Zeitabschnitten bleiben dennoch initiale Lageunterschiede zwischen den Gruppen in den Absolutwerten bestehen, für die Analyse der Differenzwerte ist dies jedoch ohne Einfluss.

Es ist eine prinzipielle Reaktion der Versuchspersonen auf den auditiven Kontrast nach Verlassen des manipulierten Bereichs vorhanden. Dies ist anhand von SCL (**zent**) der Mittelwerte der Versuchsgruppen in Abbildung 2 ersichtlich. Der dargestellte Zeitabschnitt von  $\pm 19\text{s}$  zeigt zwar prägnante, jedoch ähnliche Kurvenverläufe. Die Bereiche weisen keine statistisch signifikant unterscheidbaren Verläufe auf (vgl. Tabelle 1).

Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der Pulsrate bei  $\pm 19\text{s}$  um das Ende von Abschnitt (a). Die Verläufe sind dabei signifikant verschieden (vgl. Tabelle 1). Gruppe B mit dem unbearbeiteten Mix zeigt während des *Breaks* einen deutlichen Anstieg von PR, während Gruppe A mit der Manipulation zunächst mit einem Abfall reagiert. Nach dem *Drop* erleben beide Gruppen einen leichten Anstieg von gleicher Intensität.

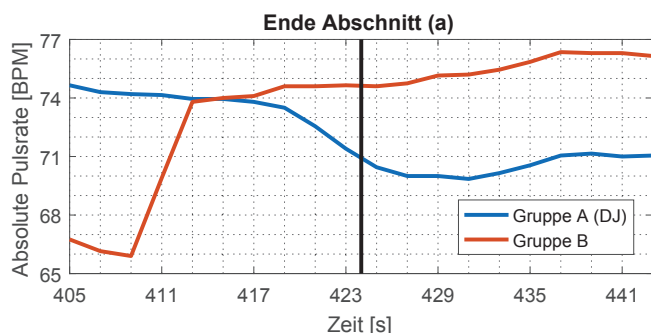


Abbildung 3: Verlauf PR im Zeitraum  $\pm 19\text{s}$  um das Ende von Abschnitt (a), Abschnittsende gekennzeichnet.

Für den Gradienten der Hauttemperatur liegt ein signifikanter Unterschied im Zeitraum von  $2 \times 29$  Sekunden um das Ende von Abschnitt (b) vor. Gruppe A mit der unveränderten Musik zeigt einen kontinuierlichen An-, sowie nach dem *Drop* einen kontinuierlichen Abstieg in den Absolutwerten. Im Gradienten zeigt sich dies durch positive Werte von ST (**diff**) während des *Breaks* und anschließend negativen Werten (vgl. Abbildung 4). Gruppe B hörte in diesem Bereich die bearbeitete Fassung und erfährt tendenziell einen leichten Abstieg, wobei der Gradient einen ausgesprochen unspezifischen Verlauf zeigt. Die resultierenden Temperaturanstiege beschränken sich für beide Gruppen auf einen Wertebereich von  $< 0,1\text{ }^\circ\text{C}$ .

## Diskussion

Das in der Physiologie gezeigte Reaktionsverhalten (vgl. SCL) kann durch einen *Orientierungsreflex* erklärt werden [2]. Dieser findet durch den massiven akustischen Kontrast im Zuge des schlagartig einsetzenden *Drops* statt. Daraus kann jedoch nicht auf eine dedizierte Emotionsreaktion geschlossen werden. Die Identifizierung eines neuen musikalischen Abschnitts als solchen, verlangt vom Hörer eine gewisse Kenntnis [7]. Bei den eingesetzten Stilmitteln ist dies durch eine Affinität der Probanden zu elektronischer Tanzmusik jedoch erfüllt.

Die signifikanten Ergebnisse der Pulsrate offenbaren, dass die Gruppe mit der DJ-Manipulation mit dem *Break* gesteigerte *Aufmerksamkeit* [2] aufbringt, da die Werte von PR abfallen (vgl. Abbildung 3). Offenbar hat der akustische Eingriff ein gesteigertes Interesse bei den Probanden ausgelöst, da der kommende *Drop* zusätzlich angekündigt wird. An dieser Stelle wird deutlich mit der

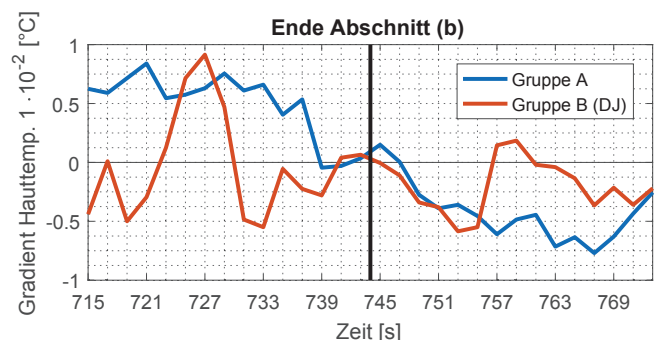


Abbildung 4: Verlauf Gradient ST im Zeitraum  $\pm 29\text{s}$  um das Ende von Abschnitt (b), Abschnittsende gekennzeichnet.

**Tabelle 1:** Fixed Effects des *Linear Mixed Models* zwischen den Time-Slopes der Gruppe A und B für die Merkmale **SCL**, **SCR**, **PR** und **ST** (differenziert) in den Abschnitten (a) und (b). Signifikanz gekennzeichnet (\*).

Gruppe *	Zeit		df	F	BIC	p		df	F	BIC	p
<b>SCL</b>	(a)	±19 s	217,214	1,984	-46,712	0,160	±29 s	19,973	0,130	-142,619	0,909
<b>SCL</b>	(b)	±19 s	31,811	0,298	-100,169	0,589	±29 s	28,436	0,089	-213,747	0,768
<b>SCR</b>	(a)	±19 s	136,364	0,545	-141,297	0,462	±29 s	204,242	0,114	-260,691	0,736
<b>SCR</b>	(b)	±19 s	117,755	0,311	-236,694	0,578	±29 s	195,549	0,610	-336,020	0,436
<b>PR</b>	(a)	±19 s	34,215	7,521	2291,027	0,010*	±29 s	52,866	3,438	3355,931	0,069
<b>PR</b>	(b)	±19 s	51,240	0,689	2387,857	0,410	±29 s	63,316	0,854	3327,136	0,359
<b>ST (diff)</b>	(a)	±19 s	31,945	0,051	-2667,048	0,823	±29 s	50,656	0,831	-4102,894	0,366
<b>ST (diff)</b>	(b)	±19 s	75,051	1,439	-2723,308	0,234	±29 s	58,551	5,108	-4150,895	0,028*

*Erwartungshaltung* der Hörer gespielt. Deren bedeutender Einfluss auf das emotionale Erleben elektronischer Musik wurde zuvor von Lepa et al. anhand Continuous-Response-Messungen gezeigt [8]. Das Konzept mit einer ähnlich gängigen DJ-Technik wurde an dieser Stelle mit Hilfe physiologischer Reaktionsmessungen fortgeführt. Die Auswirkungen der *Erwartungshaltung* verdeutlichen auch, dass granulare Messwerte wie einzelne Körperfunktionen schwer zu deuten sind. Wie die signifikanten Ergebnisse zum Hautleitwert zeigen (vgl. Abbildung 2), können Reaktionen mit Rücksicht auf individuelle Expertise und Gefallen zum Stimulus sehr unspezifisch ausfallen. Angesichts der Signifikanz wird außerdem die Heterogenität zu Veränderungen von **ST** aus vorherigen Studien [4] bestätigt.

Im Rahmen dieser Studie lassen sich die, im einen Teil des DJ-Mix gefundenen Reaktionen, nicht im jeweils anderen Untersuchungsabschnitt bestätigen. Man kann sagen, dass die Reaktionen nicht in einer universellen Weise ausschließlich vom DJ beeinflusst werden. Die Physiologie ist natürlich ebenfalls von der eigentlichen Komposition der Musik und ihres Arrangements abhängig. Die Einwirkung der DJ-Manipulationen kann dennoch anhand der gezeigten Signifikanzen für unterschiedlichen Körperfunktionen nachgewiesen werden.

Trotz der positiven Ergebnisse unterliegt die vorliegende Studie methodischen Limitationen. Bei zahlreichen Arten von Musik wird ein Wunsch zur Bewegung geweckt [5]. Eine Unterdrückung des eventuellen Wunsches zu tanzen schränkt die Immersion in eine Club-Atmosphäre wesentlich ein. Einflüsse auf die gemessenen physiologischen Parameter sind nicht komplett auszuschließen. Gerade Funktionen wie Hautleitwert und Puls werden stark von körperlicher Ertüchtigung moderiert und laufen dabei Gefahr, die rein mental angeregten Komponenten einer emotionalen Reaktion zu überdecken. Damit scheint es generell empfehlenswert, den Bewegungsraum einzuschränken und den Fokus auf kleinere Änderungen in der Physiologie zu lenken.

Der Versuch liefert einen Fortschritt im Bereich der Messung physiologischer Auswirkungen von DJ-Performances in elektronischer Tanzmusik. Die angepasste Laborumgebung sollte nur eingeschränkt die Situation einer Tanz-Lokalität nachstellen. Die Einflüsse einer realen Rezeptionssituation sind wesentlich vielfältiger, die Ergeb-

nisse gelten jedoch im Kontext der akustischen Manipulation des Musiksignals. Für einen interdisziplinären Ansatz sollten in nachfolgenden Untersuchungen ebenfalls *motorische Reaktionen* und *subjektive Gefühle* der Versuchspersonen in Betracht gezogen werden, um detaillierter auf die Emotionsreaktion eingehen zu können [3].

## Literatur

- [1] Ragnhild Torvanger Solberg. “Waiting for the bass to drop”: Correlations between intense emotional experiences and production techniques in build-up and drop sections of electronic dance music. *Dancecult*, 6(1):61–82, 2014.
- [2] Niklas Ravaja. Contributions of Psychophysiology to Media Research : Review and Recommendations. *Media Psychology*, 6(2):193–235, 2004.
- [3] Klaus R. Scherer. Which Emotions Can be Induced by Music? What Are the Underlying Mechanisms? And How Can We Measure Them? *Journal of New Music Research*, 33(3):239–251, 2004.
- [4] Donald A Hodges. Psycho-Physiological Measures. In *Handbook of music and emotion : theory, research, applications*, pages 279–312. Oxford University Press, Oxford, 2010.
- [5] Oliver Grewe, Frederik Nagel, Reinhard Kopiez, and Eckart Altenmüller. Emotions over time: synchronicity and development of subjective, physiological, and facial affective reactions to music. *Emotion (Washington, D.C.)*, 7(4):774–788, 2007.
- [6] James A. Russell. Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological Review*, 110(1):145–72, 2003.
- [7] Leonard B. Meyer. Music and emotion: Distinction and uncertainties. In Patrik N Juslin and John A Sloboda, editors, *Music and emotion: Theory and research*, pages 341–360. Oxford University Press, New York, NY, US, 2001.
- [8] Steffen Lepa, Marcus Bleisteiner, Alexander Fuss, and Dominik Steger. Buildup, Breakdown and Drop An initial experimental approach for explaining the emotional. In *3rd International Conference on Music & Emotion (ICME 3)*, volume POSTER, Jyväskylä, Finland, 2013.