

**Emotionserkennung bei Säuglingen im Alter  
von vier bis sechs Monaten:  
Herzfrequenzveränderungen in Abhängigkeit von  
positiven und negativen Emotionen**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität  
zu Tübingen**

**vorgelegt von**

**Kock, Vanessa**

**2016**

Dekan:

Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter:

Professor Dr. J. Born

2. Berichterstatter:

Professor Dr. Ch. F. Poets

## **Inhaltsverzeichnis**

Inhaltsverzeichnis .....	3
Abkürzungsverzeichnis.....	5
1. Einleitung .....	6
1.1 Emotionen und Emotionstheorien.....	7
1.1.1 Der Begriff Emotion und Emotionstheorien .....	8
1.1.2 Emotionen und das ANS .....	13
1.2 Emotionen bei Säuglingen .....	16
1.2.1 Die Entwicklung der Emotionen bei Säuglingen.....	16
1.2.2 Der Gesichtsausdruck während positiver und negativer Emotionen im Säuglingsalter.....	18
1.2.3 Emotionen und das ANS bei Säuglingen.....	23
1.3 Das Autonome Nervensystem .....	25
1.3.1 Funktionelle und physiologische Grundlagen .....	25
1.3.2 Die Wirkung des Autonomen Nervensystems am Herzen .....	27
1.4 Fragestellung der vorliegenden Arbeit .....	29
2. Methode .....	30
2.1 Stichprobe.....	30
2.2 Versuchsablauf .....	30
2.3 EEG und EKG .....	32
2.4 Stimulus .....	34
2.5 Emotionsbewertung.....	36
2.6 Fragebogen .....	38
2.7 Datenaufbereitung.....	38
2.8 Statistische Analyse .....	39
3. Ergebnisse.....	42
3.1 Allgemeine Deskriptive Statistik .....	42
3.2 Auswertung der Szenarien.....	43
3.3 Analyse der Herzfrequenz.....	47
3.4 Separate Untersuchung von Mädchen und Jungen.....	50
3.5 Überprüfung von Alterseffekten .....	54
3.6 Analyse von 20- und 30-Sekunden-Segmenten.....	55

4.	Diskussion .....	61
4.1	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	61
4.2	Einordnung der Ergebnisse .....	62
4.3	Limitationen der Untersuchung .....	65
4.4	Forschungsdesiderata und Ausblick.....	67
5.	Zusammenfassung.....	70
6.	Anhang.....	72
7.	Literaturverzeichnis .....	76
8.	Erklärung zum Eigenanteil .....	84

### Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ANS	Autonomes Nervensystem
APA-Standard	American Psychological Association Standard
BCI	Brain-Computer-Interface
EDA	Elektrodermale Aktivität
EEG	Elektroenzephalogramm
EKG	Elektrokardiogramm
EOG	Elektrookulographie
HF	Herzfrequenz
HRV	Herzratenvariabilität
IAPS	International Affective Picture System
IBQ	Infant Behavior Questionnaire
k $\Omega$	Kiloohm
PNS	Peripheres Nervensystem
s.	Siehe
sog.	Sogenannten
Tab.	Tabelle
u.a.	Unter anderem
vgl.	Vergleiche
ZNS	Zentrales Nervensystem

### 1. Einleitung

Emotionen wie Freude und Angst, Überraschung und Ärger sind tägliche Begleiter des Lebens. Ein jeder hat diese Emotionen selbst oft erfahren, sie sind ein Teil der eigenen Persönlichkeit und Biographie, die die Wahrnehmung und die Erinnerung sowohl mental als auch physisch beeinflussen. Zudem können Emotionen entweder bewusst eingesetzt oder unbewusst hervorgerufen werden, durch äußere und innere Reize als Auslöser. Doch der Versuch, emotionale Zustände in präzise Worte zu fassen, fällt den meisten Menschen schwer und lässt deutliche interindividuelle Unterschiede vermuten, wie eine Befragung kanadischer Studenten zeigte (Fehr & Russell, 1984). Zur Beschreibung der Emotionen benutzten die Studenten insgesamt 383 Wörter, wobei eine Person dabei über 150 Wörter angab, andere dagegen unter zehn Wörter. Ähnlich komplex und divergent erscheinen die Reaktionen, die Emotionen auf physiologischer Ebene auslösen, wie beispielsweise Zu- oder Abnahme der Herz- und Atemfrequenz oder auch einsetzendes Transpirieren bis hin zum Kältezittern. Bereits seit langer Zeit versucht die wissenschaftliche Emotionsforschung herauszufinden, ob eine für Emotionen messbare und zuverlässige Reaktion des autonomen Nervensystems (ANS) existiert (Ax, 1953; Levenson, 2014; Winton, Putnam & Krauss, 1984). In den letzten Jahrzehnten ist das Augenmerk der Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen zunehmend auch auf die Emotionsverarbeitung und den daraus resultierenden Reaktionsmustern des ANS bei Säuglingen und Kindern gelegt worden (Izard, 1994; Santesso, Schmidt & Trainor, 2007; White, 1985). Besonders die Deutung der Bedürfnisse von Säuglingen stellt Eltern oft vor eine Herausforderung. In den ersten Lebensmonaten können sich Säuglinge verbal nur durch Lautäußerungen wie beispielsweise das Weinen ausdrücken. Die Interpretation dieser verbalen Äußerungen kombiniert mit der Beobachtung des Verhaltens des Kindes, um dessen Bedürfnisse zu verstehen, ist mitunter keine leichte Aufgabe für die Eltern und darüber hinaus wichtig für die Entwicklung des Sozialverhaltens und der Emotionsregulation sowie für die frühe Sprachentwicklung (Mundy & Willoughby, 1996; Walden & Knieps, 1996). Durch die Untersuchungen in dieser Studie soll versucht werden, die Eltern bei dieser Aufgabe zu unterstützen. Dabei beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit der Fragestellung,

ob Emotionen bei Kleinkindern einen Einfluss auf die Herzfrequenz als Zeichen einer Reaktion des ANS haben<sup>1</sup>. Auf lange Sicht sollen die Ergebnisse der durchgeführten Studie dabei behilflich sein, ein Emotionserkennungsgerät mithilfe eines sog. Brain-Computer-Interface (BCI) zu entwickeln, das die neurophysiologischen Signale des Kindes aufzeichnet und verarbeitet und somit Eltern dabei unterstützt, den emotionalen Zustand ihres Kindes besser zu verstehen. Insbesondere Eltern von Kindern mit körperlichen oder geistigen Beeinträchtigungen könnten durch dieses Gerät die Bedürfnisse ihrer Kinder leichter erkennen und sich entsprechend verhalten.

Im folgenden Kapitel (Kapitel 1) werden zunächst auf der Grundlage unterschiedlicher Emotionstheorien und aktueller Forschungsergebnisse die für diese Arbeit relevanten Kernaussagen herausgearbeitet, bevor die Grundlagen des ANS und die Ausarbeitung der Fragestellung den Theorieteil abschließen. In Kapitel 2 erfolgt eine Beschreibung der zugrundeliegenden Methoden im Hinblick auf die Stichprobe, die verwendeten Instrumente und die statistischen Analysen. Anschließend werden die konkreten Ergebnisse in Kapitel 3 berichtet. Zum Abschluss dieser Arbeit (Kapitel 4) werden die Ergebnisse diskutiert, Limitationen der Untersuchung reflektiert und ein Ausblick wünschenswerter Erweiterungen für zukünftige Studien gegeben.

### **1.1 Emotionen und Emotionstheorien**

Im folgenden Kapitel soll zunächst eine allgemeine Einordnung und Definition des Emotionsbegriffes gegeben werden, bevor anschließend eine systematische Aufarbeitung zentraler Emotionstheorien erfolgt. Diese Darstellung der Theorien der Entstehung von Emotionen soll verdeutlichen, wie sich der komplexe Begriff der Emotion zusammensetzt. Im Anschluss daran erfolgt eine Auseinandersetzung mit den unterschiedlichen Dimensionen von Emotionen. Abschließend werden wesentliche Forschungsbefunde zum Zusammenhang von physiologischen Reaktionen und Emotionen näher dargestellt.

---

<sup>1</sup> Die Auswertung der Daten des ebenfalls durchgeführten Elektroenzephalogramms (EEG) erfolgt in einer separaten Arbeit.

### 1.1.1 Der Begriff Emotion und Emotionstheorien

Während man die Begriffe „Affekt“, „Emotion“ und „Stimmung“ im täglichen Sprachgebrauch häufig synonym verwendet, werden diese Begriffe in der Wissenschaft unterschiedlich definiert. Als Affekt bezeichnet man kurze und intensive emotionale Zustände, die starke Verhaltenstendenzen aufzeigen. Eine Stimmung hingegen ist gekennzeichnet durch eine fehlende Objektbezogenheit sowie eine geringere Intensität und eine längere Dauer im Gegensatz zu einer Emotion, die zeitlich begrenzt ist, sich in Qualität und Intensität unterscheiden kann und meistens objektgerichtet ist (Meyer, Schützwohl & Reisenzein, 1993). Da der Begriff der Emotion eine zentrale Rolle dieser Arbeit darstellt, erfolgt zunächst eine genauere Auseinandersetzung mit diesem.

Versucht man den Begriff „Emotion“ näher zu definieren, so stößt man in der aktuellen wissenschaftlichen Literatur auf viele divergente Theorie- und Erklärungsansätze zur Genese und Entwicklung von Emotionen. Dies wird beispielsweise in der Arbeit von Kleinginna und Kleinginna (1981) deutlich, in der die Autoren aus über 100 unterschiedlichen Definitionen von Emotionen eine Arbeitsdefinition ableiteten:

„Eine Emotion ist ein komplexes Muster von Interaktionen zwischen subjektiven und objektiven Faktoren, welches von neuronalen und hormonellen Systemen vermittelt wird und sich (a) auf affektive Erfahrungen (Freude/Unmut; gut/schlecht) bezieht, (b) kognitive Prozesse generiert, wie z.B. emotionsrelevante Bewertungen, (c) physiologische Anpassungen an erregende Bedingungen veranlasst und (d) meistens zu einem zielgerichteten, adaptiven Verhalten führt“ (Kleinginna & Kleinginna, 1981, S. 355).

Für Meyer, Schützwohl, & Reisenzein (1993) haben Emotionen bestimmte Merkmale. Sie beschreiben, dass es sich bei Emotionen um aktuelle Zustände handelt, die sich in Intensität und Qualität unterscheiden und objektgerichtet sind und dass sie ein charakteristisches Erleben, bestimmte physiologische Veränderungen und Verhaltensweisen umfassen. „Emotionen sind [...] Vorkommnisse von z.B. Freude, Traurigkeit, Ärger, Angst, Eifersucht, Stolz, Überraschung, Mitleid, Scham, Schuld, Neid, Enttäuschung, Erleichterung sowie weitere(r) Arten von psychischen Zuständen, die den genannten genügend ähnlich sind“ (Meyer,



Schützwohl & Reisenzein, 1993, S.24).

Ausgehend von diesen Definitionen lässt sich erkennen, dass Emotionen als ein komplexes Wirkungsgefüge aus Erfahrungen auf unterschiedlichen Ebenen verstanden werden können (Birbaumer & Schmidt, 2010). Welche Bedeutung den unterschiedlichen Ebenen zugesprochen werden kann, wird in der Emotionsforschung seit über 100 Jahren untersucht und führte zu unterschiedlichen Erklärungsansätzen im Rahmen verschiedener Emotionstheorien.

Eine der ersten Emotionstheorien geht auf den Philosophen und Physiologen William James zurück und wurde bereits im Jahr 1884 aufgestellt. Etwa zeitgleich erschien die Theorie von Carl Lange (1887), einem dänischen Psychologen, der ähnliche Ansichten wie James vertrat. Daher wurden die Theorien der beiden Wissenschaftler im Rahmen der „James-Lange-Theorie“ integriert. Die James-Lange-Theorie besagt, dass es durch eine auslösende Situation oder einen erregenden Reiz zu emotionsspezifischen Reaktionsmustern des Körpers kommt. Die Wahrnehmung dieser körperlichen Veränderungen bedingt dann die Empfindung der bestimmten Emotion. Demnach weinen Menschen beispielsweise nicht, weil sie traurig sind, sondern sind traurig, weil sie weinen (James, 1890; Zimbardo, Gerrig & Graf, 2008). Jede Emotion weist dabei ihr eigenes, spezifisches Muster von somatischen und vegetativen Reaktionen auf. Diese Theorie und das implizierte Verständnis zum Zusammenhang von Physiologie und Emotion führte innerhalb kürzester Zeit zu kritischen Stellungnahmen anderer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, u.a. des Physiologen Walter Cannon (Cannon, 1927; 1929).

Im Gegensatz zur James-Lange-Theorie legte Cannon den Fokus der Emotionsentstehung und –verarbeitung auf das Zentralnervensystem (ZNS). Er konnte zeigen, dass Tiere, deren ANS operativ vom ZNS getrennt wurde, nach wie vor emotional reagierten (Cannon, 1927; Zimbardo, Gerrig & Graf, 2008). Mit diesem Befund legte Cannon nahe, dass nicht allein die Wahrnehmung der körperlichen Veränderungen zum spezifischen Erleben einer bestimmten Emotion führt. Darüber hinaus sei das ANS als Informations- und Emotionsvermittler zu langsam, als dass es innerhalb weniger Sekunden eine Emotion hervorrufen könnte

(Cannon, 1927; Zimbardo, Gerrig & Graf, 2008). Cannon postulierte, dass zwischen dem erregenden Reiz auf der einen und der Wahrnehmung der Emotion und der körperlichen Veränderungen auf der anderen Seite, eine Verarbeitung und Umschaltung im Gehirn erfolgt. Zusammenfassend geht Cannons Theorie davon aus, dass ein erregender Reiz zwei Reaktionen – körperliche Erregung und emotionale Erfahrung – hervorruft, die unabhängig voneinander sind und gleichzeitig auftreten.

Im vergangenen Jahrhundert griffen Schachter & Singer (1962) die physiologische Emotionstheorie von James auf und versuchten gleichzeitig, Cannons Theorie zu integrieren. Ihrer Meinung nach stellt die emotionale Erfahrung ein Zusammenspiel aus physiologischer Erregung und kognitiver Bewertung dar. Nach ihrer Theorie ist der körperliche Erregungszustand, in Übereinstimmung mit James, unverzichtbar für das Erleben von Emotionen und so gehen sie davon aus, dass es zunächst zu einer emotionsauslösenden Situation kommt. Anschließend wird die undifferenzierte, körperliche Erregung vom Individuum beurteilt, um zu erkennen, welche Emotion gerade gefühlt wird. Die Einschätzung der Qualität der Emotion basiert folglich, anders als bei James, nicht auf der körperlichen Reaktion, sondern auf einem kognitiven Beurteilungsprozess (Schachter & Singer, 1962; Zimbardo, Gerrig & Graf, 2008). Bereits 1960 prägte Magda Arnold als erste Emotionsforscherin den Begriff der „Einschätzung“ („appraisal“). Diese Einschätzungen sind ihrer Meinung nach unverzichtbar für die Entstehung einer Emotion. Dazu zählen die Bewertung einer auslösenden Situation als positiv oder negativ, die An- oder Abwesenheit eines Sachverhalts und die Bewältigbarkeit dieses Sachverhalts (Arnold, 1960; Wirtz, 2014). Eine ähnliche Sichtweise vertritt auch Richard Lazarus. Für ihn spielt sich das emotionale Erleben nicht nur im ANS (körperliche Erregung) und ZNS (kognitive Bewertung) ab, sondern ist auch eine fortwährende Auseinandersetzung und Bewertung der umgebenden emotionsspezifischen Einflüsse und der Umwelt (Lazarus, 1984; Zimbardo, Gerrig & Graf, 2008). Nach seiner Theorie existieren vier Einschätzungsdimensionen als direkte kognitive Ursachen von Emotionen: (1) Bewertung eines Ereignisses (z.B. bedrohlich; insgesamt existieren nach Lazarus (1984) 15 verschiedene Einschät-

zungsmuster für die grundlegenden Emotionen), (2) subjektive Wahrscheinlichkeit / zeitliche Lokalisation (z.B. Bedrohung tritt sehr wahrscheinlich bald ein), (3) Zuschreiben von Verdienst oder Verschulden für das Ereignis (z.B. Stolz als Verdienst von sich selbst oder Ärger als Verschulden von einer anderen Person) und (4) Bewältigungspotential (Lazarus, 1991a; Lazarus, 1991b).

Neben den bisher erwähnten Emotionstheorien sind die diskrete auf der einen und die dimensionale Emotionstheorie auf der anderen Seite in der Arbeit und Forschung mit BCI-Geräten von besonderem Interesse. Vertreter der sogenannten diskreten Emotionstheorie oder auch Theorie der Basisemotionen vermuten einen gewissen Satz an angeborenen Emotionen, aus denen sich dann im Laufe des Lebens alle weiteren Emotionen entwickeln (vgl. Reisenzein, 2000). Bereits Charles Darwin war der Ansicht, dass Emotionen angeboren und hoch spezifisch sind. Sie stellen seiner Meinung nach spezialisierte mentale Zustände dar, mit dem Zweck, auf ein bestimmtes Ereignis mit einem sich wiederholenden Verhaltensmuster zu reagieren (Darwin, 1872; Ahnert, 2014). Außerdem systematisierte er als einer der Ersten theoretische Überlegungen zur genetischen Determiniertheit von Gesichtsausdrücken, die bereits bei Neugeborenen beobachtbar seien (Darwin, 1872; Ahnert, 2014).

In Ergänzung zu Darwin unterscheidet Damasio zwischen primären und sekundären Emotionen. Die primären Emotionen Angst, Wut, Freude, Trauer, Überraschung und Ekel sind seiner Theorie zu Folge angeboren (Damasio, 1995, 2003). Sie stehen u.a. in Verbindung mit Aktivierungsmustern der Gesichtsmuskulatur und sind folglich mit bestimmten Gesichtsausdrücken gekoppelt. Emotionen dienen nach der Theorie Damasio als Wertungs- und Warnsystem. Jede Erinnerung oder Erfahrung wird als gut oder schlecht bewertet und dadurch mit „emotionalen Markern“ versehen und gespeichert. Diese emotionale Einstufung dient dem Individuum beispielsweise zum Vermeiden von Gefahren und somit letztlich dem Überleben. Die sekundären Emotionen entstehen durch den Einfluss von Erfahrungen, Traditionen und anderer Faktoren, die das Individuum in der entsprechenden Situation kognitiv bewertet (Damasio, 1995, 2003).

Neben diesen Ansätzen von Darwin und Damasio lässt sich unter den vielen

verschiedenen Forschungsansätzen der diskreten Emotionen eine weitere finden, die eine Reihe bestimmter emotionaler Gesichtsausdrücke als in der Menschheit universell und daher vermutlich als genetisch vorgegeben ansieht. Paul Ekman und Kollegen untersuchten in zahlreichen Studien die These der Universalität der mimischen Emotionsausdrücke (Ekman, 1971, 1984; Ekman & Keltner, 1970). Laut Ekman ist die Emotion ein „[...] Prozess, eine spezielle Art von automatischer Bewertung der Lage, die von unserer evolutionären und persönlichen Vergangenheit beeinflusst ist. Durch sie nehmen wir wahr, wenn sich etwas für unser Wohlbefinden Bedeutendes ereignet, woraufhin sich eine Reihe von physiologischen Veränderungen und emotionalen Verhaltensweisen der Situation anzunehmen beginnen“ (Ekman, 2007, S. 18). Eine Emotion versteht er dabei als kurzlebig und intensiv. Aus den Studien geht hervor, dass sieben universelle Gesichtsausdrücke der Emotionen Freude, Überraschung, Ärger, Ekel, Furcht, Trauer und Verachtung existieren, die von Menschen aus unterschiedlichen Kulturen weltweit mit hoher Übereinstimmung erkannt wurden (Biehl et al., 1997; Ekman & Friesen, 1971).

Ein weiteres Indiz für das Vorhandensein angeborener Gesichtsausdrücke durch bestimmte Emotionen postulierten Galati, Miceli & Sini (2001). Sie konnten zeigen, dass blind geborene Kinder gleiche Gesichtsausdrücke zu erlebten Emotionen zeigten wie nicht blinde Kinder. Diese Befunde unterstreichen die These, dass ein gewisser Satz an Emotionen mit der dazu gehörigen Mimik vererbt werden könnte.

Im Gegensatz dazu gehen Vertreter der dimensionalen Emotionstheorie davon aus, dass sich Emotionen aus zwei Einheiten zusammensetzen (Russel, 1980). Zum einen spricht man von „Arousal“ als Zeichen des Erregungszustands des Nervensystems, z.B. ist das Arousal bei Schmerzen deutlich höher als im Schlaf. Messbar ist der Erregungszustand z.B. durch die Hautleitfähigkeit. Zum anderen gehen Theoretiker des dimensional Denkansatzes von der „Valenz“ aus, der Wertigkeit von Emotionen als angenehm oder unangenehm, welche man anhand des Gesichtsausdruckes erkennen kann (Lang & Bradley, 2010). Ärger beispielsweise würde mit einem hohen Arousal und einer unangenehmen Valenz einher-

gehen (Russel, 1980). Diese beiden Dimensionen dienen als Basis der Grundemotionen, aus denen sich im Verlauf alle weiteren Emotionen entwickeln (vgl. Reisenzein, 2000).

Neuere Studien distanzieren sich tendenziell von einer Trennung der Emotionen in diskret oder dimensional und versuchen vielmehr, diese als interdisziplinär zu betrachten (vgl. Hamann, 2012). So beispielsweise konnte man in Studien mit bildgebenden Verfahren des ZNS, dem sogenannten Neuroimaging, zeigen, dass neurologische Korrelate sowohl mit diskreten, dimensional als auch anderen Emotionstheorien vereinbar sind und legen nahe, Emotionen eher als ein Netzwerk verschiedener ineinandergreifender Systeme zu betrachten (Hamann, 2012).

### **1.1.2 Emotionen und das ANS**

Eine weitere zentrale Fragestellung, die sich unmittelbar anschließt, ist, ob Emotionen ein spezifisches Reaktionsmuster des ANS auslösen und somit Emotionen mithilfe des ANS messbar machen würden. Dazu unterschied bereits Ax (1953) die zwei Emotionen Furcht und Ärger anhand von physiologischen Parametern wie z.B. Herzfrequenz, Blutdruck, Atemfrequenz und elektrodermalen Aktivität (EDA). Er kam zu dem Ergebnis, dass Furcht mit erhöhter Herzfrequenz, erhöhtem Blutdruck, erhöhter Atemfrequenz und erhöhter tonischer EDA einhergeht. Dagegen zeigten sich bei Ärger eine im Vergleich erniedrigte Herzfrequenz, ein erhöhter diastolischer Blutdruck, sowie eine erhöhte phasische EDA. Auch Weets & Roberts (1976) beschäftigten sich mit der Frage und postulierten, dass sich der diastolische Blutdruck während der Emotion Ärger und der Emotion Furcht deutlich unterscheidet. Schwartz, Weinberger, und Singer (1981) untersuchten die Emotionen Freude, Traurigkeit, Ärger und Furcht bezüglich Unterschieden in den kardiovaskulären Reaktionen des ANS. Sie postulierten, dass bei Ärger, gefolgt von Furcht, der Anstieg der kardiovaskulären Parameter wie Blutdruck und Herzfrequenz am höchsten war und sich deutlich von den anderen Emotionen abhob.

Ekman, Levenson, und Friesen zeigten im Jahr 1983 einen generellen Herzfrequenzanstieg bei sechs unterschiedlichen Emotionen (Freude, Überraschung,

Ärger, Ekel, Furcht, Trauer) auf. Probanden wurden angewiesen, entweder bestimmte Gesichtsausdrücke wie beispielsweise bei Freude oder Traurigkeit einzustellen oder sich bereits erfahrene Emotionen, z.B. die Geburt des eigenen Kindes, vorzustellen und nochmals zu durchleben. Es konnten spezifische vegetative Reaktionen (gemessen durch Herzfrequenz, Hauttemperatur am rechten und linken Mittelfinger, Hautleitfähigkeit und Muskelaktivität) nachgewiesen werden, z.B. stieg die Herzfrequenz bei Ärger ( $+8.0 \pm 1.8$  Schläge/min) und Furcht ( $+8.0 \pm 1.6$  Schläge/min) deutlich stärker an als bei Freude ( $+2.6 \pm 1.0$  Schläge/min) (Ekman, Levenson & Friesen, 1983). Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Levenson, Ekman, und Friesen (1990) auch, als sie emotionsspezifische Muster des ANS in drei unterschiedlichen Experimenten testeten. Es wurden die gleichen Messparameter des ANS verwendet wie bereits im Jahr 1983 mit dem Ergebnis, dass sich deutliche Unterschiede in der Herzfrequenz bei Freude, Ärger, Furcht, Trauer und Ekel erkennen ließen. Sie schlussfolgerten, dass man anhand ihrer Ergebnisse nicht nur zwischen positiven und negativen Emotionen unterscheiden könne, sondern auch die Mutmaßung der Unterscheidung der einzelnen negativen Emotionen Ärger (höchster Herzfrequenzanstieg), Furcht und Ekel (geringster Herzfrequenzanstieg bis geringe Herzfrequenzabnahme) erlaube (Levenson, Ekman & Friesen, 1990). Vergleichbare Ergebnisse zeigten auch Winton, Putnam & Krauss im Jahre 1984 auf und postulierten, dass die Herzfrequenz eine Differenzierung der positiven und negativen Emotionen erlaubt, während die Hautleitfähigkeit Aufschluss über intensive oder milde Emotionen gibt. Dies legt laut den Autoren ein angeborenes, physiologisches Muster für einige der sechs Basisemotionen nahe (Winton, Putnam & Krauss, 1984).

Bisher konnte keine dieser Theorien eindeutig bestätigt oder widerlegt werden. Die Untersuchung der Zusammenhänge zwischen psychischen und physiologischen Aspekten des Emotionserlebens findet daher in einem inzwischen sehr diversifizierten Forschungsfeld statt (Kragel & Labar, 2013; Lang, 2014; Levenson, 2014). So konnte beispielsweise durch statistische Mustererkennung eine Exaktheit der Übereinstimmung von einer bestimmten Emotion und der daraus resultierenden Reaktion des ANS zu 44,6% (Stephens, Christie & Friedman,

2010) und 58,0% (Kragel & Labar, 2013) gezeigt werden. Kragel und Labar beispielsweise vertreten in ihrer Studie einen multivariaten Ansatz im Unterschied zu vielen univariaten statistischen Methoden in der bisherigen Forschung zur Erkennung der Emotionen durch psychophysiologisch erhobene Daten. Sie nutzen dabei neben der Messung der Aktivität des Herzens, der Atmung, der Haut und des Magens auch eine Skala zur Selbsteinschätzung der Emotionen durch die Probanden. Diesen 20 Probanden wurden standardisierte Musik- und Filmausschnitte gezeigt, um bei ihnen die Emotionen Furcht, Ärger, Traurigkeit, Überraschung, Zufriedenheit und Freude auszulösen. Nach jeder Sequenz wurden die Versuchspersonen gebeten, eine Selbsteinschätzung anhand der Skala vorzunehmen. Der Auswertung der physiologischen Daten erfolgte mithilfe des sogenannten maschinellen Lernens. Ein Algorithmus erkennt aus der Datenmenge bestimmte Muster, lernt diese Muster zu beurteilen und lässt am Ende eine Aussage über eine Verallgemeinerung zu. So kam es in der Untersuchung von Kragel und Labar zu einer Übereinstimmung der Emotion und der Vorhersage des Systems in 58% der Fälle (Kragel & Labar, 2013).

Neuere Untersuchungen beziehen sich neben der Herzfrequenz auch auf die Veränderungen der Herzratenvariabilität (HRV) als Zeichen der Aktivität des ANS. Unter der HRV versteht man eine Anpassungsfähigkeit des Herzens auf interne oder externe Belastungsfaktoren, bei der die Abfolge des Herzschlags in Abhängigkeit der jeweiligen Beanspruchung variiert (Hottenrott, 2002). Bei steigender Belastung und somit gleichzeitig steigendem Einfluss des Sympathikus auf die Herzfrequenz nimmt die HRV ab. Überwiegt die Wirkung des Parasympathikus in Ruhe, nimmt die HRV zu. Somit dient die HRV als Parameter der Aktivität des ANS (Löllgen, 1999). Es konnte gezeigt werden, dass die HRV in engem Zusammenhang mit der emotionalen Regulation und Dysregulation steht (Thayer & Lane, 2000). Thayer und Lane postulierten u.a., dass die HRV bei Patienten mit generalisierter Angststörung generell erniedrigt ist. Zudem zeigte auch die Kontrollgruppe während der Emotion Ärger einen Abfall der HRV. Ebenso konnten Mück-Weymann und Kollegen zeigen, dass bereits eine leichte Depression mit einer eingeschränkten HRV einhergeht (Mück-Weymann, Moesler, Joraschky, Rebensburg & Agelink, 2002).

## 1.2 Emotionen bei Säuglingen

Hinweise, dass gewisse Emotionen genetisch determiniert sein könnten und spezifische, physiologische Reaktionen des ANS hervorrufen, wurde, wie in Kapitel 1.1 ausführlich behandelt, vielfach nachgewiesen (Ekman & Keltner, 1970; Kragel & Labar, 2013; Levenson, Ekman & Friesen, 1990). Interessant ist daher anschließend die Frage, ob diese Emotionen bereits bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern beobachtbar und messbar sind. Im folgenden Kapitel wird daher zunächst ein Überblick über die Entwicklung und den Ausdruck von Emotionen im Säuglingsalter gegeben. Besonders thematisiert wird hierbei einerseits das Lächeln als Ausdruck positiver Emotionen und andererseits der Gesichtsausdruck während negativer Emotionen, da hierzu bereits einige Forschungsergebnisse existieren, auch im Vergleich zur Entwicklung bei Kindern mit körperlichen oder geistigen Beeinträchtigungen. Anschließend erfolgt eine Darstellung relevanter Forschungsbefunde zum Zusammenhang von Emotionen und Reaktionen des ANS im Säuglingsalter.

### 1.2.1 Die Entwicklung der Emotionen bei Säuglingen

Ohne den Ausdruck bestimmter Emotionen und die Reaktion der Umgebung wäre ein Säugling nicht in der Lage, seine Bedürfnisse zu sichern. Erschwert wird die Interpretation dadurch, dass Emotionen bei Säuglingen und Kleinkindern oft nur kurz, subtil, selten nur eine Emotion oder einen Gesichtsausdruck zeigen und weniger organisiert auftreten als bei älteren Kindern und dass Säuglinge und Kleinkinder in der Entwicklung noch nicht weit genug fortgeschritten sind, um ihre Bedürfnisse und Emotionen zu benennen (Sullivan & Lewis, 2003). Im Folgenden wird zunächst thematisiert, welche Emotionen der Säugling selbst empfinden und somit ausdrücken kann.

Zu den angeborenen emotionalen Ausdrucksreaktionen zählt z.B. das Schreien als Zeichen des Unwohlseins (Distress) (Holodynski, 2006). Eine ähnliche Meinung vertreten Oster, Hegley und Nagel. Sie postulierten, dass man die divergenten negativen Emotionen, wie beispielsweise Furcht, Ärger, Traurigkeit und Ekel, bei Säuglingen nicht trennen kann. Ihrer Meinung nach sollte man alle



negativen Emotionen bei Säuglingen als Ausdruck einer Distressreaktion interpretieren (Oster, Hegley & Nagel, 1992). Holodynski beschreibt in seiner Arbeit weitere Muster angeborener Ausdrucksreaktionen wie beispielsweise das Lächeln als Ausdruck des Wohlbehagens oder die Fokussierung der Aufmerksamkeit mit leicht geöffnetem Mund bei dem Erleben von Interesse (Holodynski, 2006). Der Emotionsforscher L. Alan Sroufe vertritt eine ähnliche Ansicht. Laut Sroufe (1979; 1995) können Kinder in den ersten Wochen ihres Lebens selbst nur positive und negative Emotionen erleben und ausdrücken. Die Abgrenzung der einzelnen Emotionen lernen die Säuglinge erst im Laufe der sozialen Interaktion mit den Eltern und der Umgebung (Sroufe, 1979, 1995). Sroufe konnte seine These durch unterschiedliche Studienergebnisse stützen. Beispielsweise postulierte er, dass Säuglinge bereits ab der Geburt zwischen lustvollen und unlustvollen Gefühlen unterscheiden können (Sroufe, 1997, 1995). Zusammenfassend scheint der Säugling in der Lage zu sein, positive und negative Emotionen unterschiedlich ausdrücken zu können, um diese seiner Umwelt mitzuteilen und somit seine Bedürfnisse zu sichern. Diese Ergebnisse unterstützen daher tendenziell die Annahme einer dimensionalen Sichtweise zur Entwicklung von Emotionen. Neugeborene und Säuglinge scheinen noch nicht differenziert sogenannte Basisemotionen empfinden zu können, sondern Emotionen eher unspezifisch zu erleben und auszudrücken.

Eine Frage, die sich unmittelbar anschließt ist, ab wann Säuglinge Emotionen in ihrer Umgebung, z.B. Emotionen ihrer Eltern, wahrnehmen und interpretieren können. Es konnte gezeigt werden, dass bereits vier bis sechs Monate alte Säuglinge Gesichtsausdrücke anderer Menschen unterscheiden können (Serrano, Iglesias & Loeches, 1992). Dabei zeigte man Säuglingen Bilder von Frauen, auf denen diese Überraschung, Ärger und Furcht mimisch darstellten. Diese Bilder wurden den Säuglingen solange gezeigt, bis sie sich an diese habituierten. Dann wechselte man zu einem Bild mit einer der anderen Emotionen. Die Säuglinge reagierten auf diesen Wechsel mit erneutem Interesse, was laut Serrano, Iglesias & Loeches (1992) dafürsprechen könnte, dass Kinder bereits im Alter von vier bis sechs Monaten die Emotionen und verschiedenen Gesichtsausdrücke, die die

Menschen in ihrer Umgebung erleben, erkennen und unterscheiden können. Kritisch anzumerken an dieser Studie ist allerdings, dass die Versuchsleiter die Emotionen bei den Säuglingen nicht kontrollierten, sondern davon ausgingen, dass die Säuglinge die Emotionen erlebten, die auf den Bildern dargestellt wurden. Bornstein und Arterberry konnten in einem Experiment mit 5 Monate alten Säuglingen nachweisen, dass diese zum einen unterschiedliche Menschen mit dem gleichen lächelnden Gesichtsausdruck unterscheiden können. Zum anderen konnten die Säuglinge zwischen unterschiedlichen Menschen die Ausdrücke Angst und Freude diskriminieren und unterschiedliche Intensitäten des Lächelns bei ein und derselben sowie verschiedenen Personen erkennen (Bornstein & Arterberry, 2003). Des Weiteren zeigten Studien, dass Säuglinge auf glückliche Gesichtsausdrücke vermehrt mit positivem Verhalten reagieren, wie beispielsweise Lächeln oder Annäherung. Im Gegensatz dazu zeigten sie auf ärgerliche Gesichter mehr negative Reaktionen, z.B. Vermeidungsverhalten, Abwendung oder Stirnrunzeln. Daraus schlussfolgerten Serrano, Iglesias und Loeches (1995), dass die Säuglinge nicht nur zwischen Gesichtsausdrücken unterscheiden können, sondern auch deren Bedeutung verstehen.

Zusammenfassend kann man zum einen annehmen, dass Säuglinge bereits in ihren ersten Lebenswochen selbst sowohl positive als auch negative Emotionen erleben und ausdrücken können. Zum anderen scheint es ihnen im Laufe der ersten Lebensmonate möglich, Emotionen bei Menschen in ihrer Umgebung wahrzunehmen und zu erkennen.

### **1.2.2 Der Gesichtsausdruck während positiver und negativer Emotionen im Säuglingsalter**

Unterschiedliche Studienergebnisse haben gezeigt, dass viele der Gesichtsausdrücke des Menschen von Geburt an beobachtet werden können (Camras, Holland & Patterson, 1993; Izard & Malatesta, 1987; Lewis & Michalson, 1983). Diese Gesichtsausdrücke nehmen eine wichtige Rolle in der sozialen Interaktion zwischen Säugling und Eltern ein. Im Zusammenspiel mit dem Vokalisieren, dem Weinen und den Bewegungen des Kindes helfen sie den umgebenden Personen, die Bedürfnisse des Säuglings möglichst korrekt zu interpretieren und auf diese

einzuweisen (Sullivan & Lewis, 2003). Außerdem sind diese Interpretationen zur Bedürfnissicherung, wie bereits eingangs erwähnt, wichtig für die Entwicklung des Sozialverhaltens und der Emotionsregulation sowie für die frühe Sprachentwicklung des Kindes (Mundy & Willoughby, 1996; Walden & Knieps, 1996). Säuglinge im Alter von drei bis acht Wochen beginnen bereits durch externe Stimuli, beispielsweise Berührung oder hohe Stimmen, zu lächeln (Sroufe, 1995). Es zeigte sich, dass wenige Tage alte Neugeborene und Säuglinge Babysprache der typischen Erwachsenensprache vorziehen (Fernald, 1991, 1993). Ab der sechsten Lebenswoche bis zum dritten Lebensmonat entwickelt sich dann das sogenannte soziale Lächeln, das an Menschen gerichtet ist (White, 1985). Häufig zeigen Säuglinge dieses Lächeln in Interaktionen mit vertrauten Personen, die wiederum mit Freude, Interesse und Zuneigung reagieren. Es lässt sich folglich vermuten, dass das soziale Lächeln die Beziehung zwischen Kind und Eltern stärkt (Camras, Malatesta & Izard, 1991; Huebner & Izard, 1988). Nach dem heutigen Kenntnisstand unterscheidet man mehrere Arten des Lächelns im Kleinkindalter, z.B. das Lächeln mit geschlossenem Mund ausgelöst durch soziale Interaktion oder Spielzeug (Scanlon-Jones, Raag & Collins, 1990) oder das Lächeln mit verschmälerten Augen und weit offenen Mund mit nach oben gezogenen Mundwinkeln (Sullivan & Lewis, 2003). Ab einem Alter von 12 bis 14 Wochen steigt die Bereitschaft des Lächelns des Säuglings ausgelöst durch soziale Interaktion deutlich an. Beispielsweise lächeln Säuglinge in diesem Alter nahezu jede Person an, die freundlich mit dem Säugling interagiert. Nach der 16. Lebenswoche entscheiden die Säuglinge als Zeichen ihrer sozialen und kognitiven Weiterentwicklung bereits ausgewählter, wem sie zurück lächeln und wem nicht (Sullivan & Lewis, 2003). Das sogenannte „Spielgesicht“ („play face“) entwickelt sich normalerweise im Alter von fünf Monaten (Sroufe & Waters, 1976) und ist gekennzeichnet durch einen weit geöffneten Mund, den Ausdruck von Freude im Gesicht, Lachfältchen um die Augenpartie und der typischen Vokalisierung, dem Lachen (Sullivan & Lewis, 2003). Das Spielgesicht kann durch unterschiedliche Stimuli hervorgerufen werden, wie beispielsweise physikalische Reize (auditorisch, visuell, taktil) oder auch durch aufgeregte Vorfremde auf spielerische Interaktionen mit einem sozialen Partner, z.B. bei einem „Kuckuckspiel“ (Fogel, Nelson-

Goens & Hsu, 2000; Sullivan & Lewis, 2003). Bei der „Freude über die Beherrschung“ („enjoyment of mastery“) lernen die Säuglinge im Laufe des ersten Lebensjahres, durch eigene Beeinflussung und eigene Kontrolle ihrer Umwelt Freude zu empfinden, beispielsweise durch Abspielen einer Melodie durch Ziehen an einer Schnur (Sullivan & Lewis, 2003). Typisch für diesen Gesichtsausdruck sind Lachfältchen um die Augen- und Mundpartie und ein weit geöffneter Mund mit hochgezogenen Mundwinkeln und Wangen. Vergleicht man den Freude-über-die-Beherrschung-Gesichtsausdruck eines vier Monate alten mit dem eines neun Monate alten Kindes, scheint es, dass sich der Gesichtsausdruck selbst nicht verändert, nur der Kontext und die Qualität der Stimuli, durch die er ausgelöst wird (vgl. Bild 1; Sullivan und Lewis, 2003).

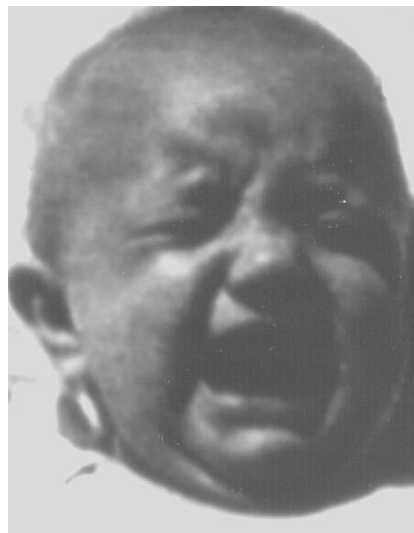


*Bild 1.* Vergleich eines 4 Monate alten (links) mit dem eines 9 Monate alten Säuglings (rechts) bei der Freude über die Beherrschung (modifiziert nach Sullivan & Lewis, 2003).

Es konnte gezeigt werden, dass der Ausdruck von Freude eng mit der Multidimensionalität der physikalischen Qualität (auditorisch, visuell, taktil) des Stimulus zusammenhängt (Sullivan & Lewis, 2003). Ein visueller Stimulus als alleiniger Reiz beispielsweise löst bei sechs bis acht Wochen alten Säuglingen nur dann ein Lächeln aus, wenn er einem Gesicht ähnelt (Ambrose, 1963; Vine, 1973). Außerdem lächeln Säuglinge mehr während einer Interaktion mit der Mutter als mit Spielzeugen (Sullivan & Lewis, 2003). Zudem scheinen Säuglinge in Interaktionen mit der Mutter intensiver zu lächeln, wenn die Mutter ebenfalls lächelt und Blickkontakt zwischen Mutter und Kind besteht (Bornstein & Arterberry, 2003;

Messinger, Fogel & Dickson, 1999). Kahana-Kalman und Walker-Andrews konnten zeigen, dass dreieinhalb Monate alte Säuglinge die Emotion Freude intensiver und länger auslebten, wenn ihnen ein audiovisueller Stimulus der Mutter vorgespielt wurde als der Stimulus einer fremden weiblichen Person (Kahana-Kalman & Walker-Andrews, 2003). Aufgrund dieser Befunde wurde in der vorliegenden Arbeit die Mutter oder der Vater als Stimulus gewählt (vgl. Kapitel 2.4).

Im Gegensatz dazu unterscheidet man den typischen Gesichtsausdruck des Säuglings bei negativen Emotionen, z.B. beim Ausdruck von Ärger oder beim Weinen. Charakteristisch sind die zusammen- und teils heruntergezogenen Augenbrauen und zusammengekniffenen Augen, die tiefen Nasolabialfalten und der offene, teils viereckig erscheinende Mund mit oder ohne Vokalisation (vgl. Bild 2; Sullivan und Lewis, 2003).



*Bild 2.* Ausdruck von Ärger und Weinen bei einem 5 Monate alten Säugling (modifiziert nach Sullivan & Lewis, 2003).

Zusammenfassend könnte man sagen, dass Säuglinge ab einem Alter von drei Monaten Emotionen einsetzen, beispielsweise in Form des sozialen Lächelns (White, 1985) und ab einem Alter von vier bis sechs Monaten lernen, zwischen den verschiedenen Emotionen in ihrer Umgebung zu unterscheiden (Serrano, Iglesias & Loeches, 1995).

Untersuchungen von Säuglingen mit körperlichen oder geistigen Beeinträchtigungen wie z.B. Trisomie 21 kamen zu dem Ergebnis, dass diese nahezu identische Gesichtsausdrücke wie das Spielgesicht zeigten im Vergleich zu Kindern

ohne diese Erkrankung, wenn auch zeitlich verzögert (Cicchetti & Sroufe, 1978; vgl. Bild 3, Sullivan & Lewis, 2003). Allerdings scheint die Intensität der Empfindung der Freude bei Säuglingen mit Trisomie 21 geringer zu sein als bei gleichaltrigen Kindern ohne das Syndrom. Ebenso ist die Bereitschaft zum Lächeln ausgelöst durch soziale Interaktion geringer bei Trisomie 21-beeinträchtigten Säuglingen als bei gesunden Säuglingen, was durch die verzögerte Entwicklung der Motorik und Sensomotorik bedingt sein könnte (Carvajal & Iglesias, 2000; Kasari & Sigman, 1996).



*Bild 3.* Ausdruck der Freude über die Beherrschung eines 8 Monate alten Säuglings mit Trisomie 21 (modifiziert nach Sullivan & Lewis, 2003).

Kinder mit einer infantilen Zerebralparese können mitunter kaum oder nur unkoordiniert und asymmetrisch Lächeln aufgrund der motorischen Störung der Gesichtsmuskulatur im ZNS (Sullivan & Lewis, 2003). Sehbehinderte Kinder wiederum sind eher in der Auslebung ihrer negativen Emotionen eingeschränkt. Dadurch wird die Wahrnehmung dieser negativen Emotionen für das soziale Umfeld im Vergleich zu sehenden Kindern erschwert. Hingegen benötigen sie keinen visuellen Reiz, um spontane positive Emotionen wie z.B. Freude auszuleben (Galati, Sini, Tinit & Miceli, 2001). Autistische Kinder konnten im Vergleich zur Kontrollgruppe die Emotion Freude weniger ausleben. Zudem scheinen sie nicht in der Lage, beispielsweise Freude mit ihrem sozialen Umfeld über Augenkontakt zu teilen (Dawson et al., 1990; Sigman, Kasari, Kwon & Yirmiya, 1992). Es scheint, als würden autistische Kinder positive und negative Gesichtsausdrücke kombinieren (Yirmiya, Kasari, Sigman & Mundy, 1989). Diese Unterschiede des

Emotionsverhaltens bei Kindern mit körperlichen und/oder geistigen Beeinträchtigungen können sich auf die Interaktion und das soziale Umfeld des Kindes auswirken und stellen betroffene Eltern vor eine besondere Herausforderung, die Bedürfnisse ihrer Kinder richtig zu interpretieren.

### **1.2.3 Emotionen und das ANS bei Säuglingen**

Zentral für die Fragestellung der vorliegenden Arbeit ist, ob die Auslösung von Emotionen bei Kindern spezifische Reaktionen des ANS hervorruft, ähnlich denen der Erwachsenen. Laut Vertretern der Theorie der diskreten Emotionen existiert bereits im Säuglingsalter zu jeder angeborenen Emotion ein spezifisches Muster an physiologischen und mimischen Reaktionen (Izard, 2007; Tomkins, 1962). Silvan Tomkins, einer der ersten Wissenschaftler auf dem Gebiet der Emotionsforschung bei Säuglingen, unterstützte in seiner Arbeit die These, dass ungelernete, angeborene, emotionale Muster existieren. Säuglinge reagierten in seinen Untersuchungen auf laute Geräusche mit Angst und Atemproblemen (Tomkins, 1962, 1981). Eine ähnliche Sichtweise vertrat auch der Psychologe Carroll E. Izard. Er postulierte die Existenz von insgesamt zehn der Basisemotionen (Interesse, Freude, Furcht, Leid, Zorn, Überraschung, Aversion, Schuldgefühl, Verachtung und Scham). Diese Basisemotionen sollen weltweit in allen menschlichen Kulturen existieren (Izard, 1981). Darüber hinaus konnte Izard (1994) zeigen, dass es bei einigen der o.g. Emotionen Übereinstimmungen der Gesichtsausdrücke von Erwachsenen und zwei bis drei Monate alten Säuglingen gibt. Auch im interkulturellen Vergleich zeigten sich in verschiedenen Studien ähnliche emotionale Reaktionsmuster bei Säuglingen. So wiesen beispielsweise fünf und zwölf Monate alte Säuglinge aus den Vereinigten Staaten und Japan nahezu identische Gesichtsausdrücke auf, wenn ihnen die Handgelenke festgehalten und über dem Bauch gefaltet wurden. Sie äußerten darüber hinaus gleich häufig negative Laute und wanden sich ab (Camras, Oster, Campos, Miyake & Bradshaw, 1992). Im Gegensatz hierzu zeigten elf Monate alte chinesische Säuglinge deutliche Unterschiede in Bezug auf die Intensität des emotionalen Ausdrucks im Vergleich zu gleichaltrigen Säuglingen aus den Vereinigten Staaten und Japan (Camras et al., 1998). Die Befunde legen die Schlussfolgerung nahe, dass sich

interkulturelle Unterschiede bereits früh auf die angeborene emotionale Reaktion auswirken, allerdings mehr auf die Intensität der erlebten Emotion, während die qualitative Reaktion vergleichbar bleibt.

Zudem konnten bereits im Säuglingsalter Herzfrequenzveränderungen in Abhängigkeit von emotionalen Stimuli beobachtet werden. Beispielsweise gingen Aufmerksamkeits- und Orientierungssituationen von Kindern mit einer Herzfrequenzabnahme einher (Graham & Clifton, 1966; Lacey, 1967). Cohen, Izard & Simons untersuchten 1986 22 Mütter mit ihren vier Monate alten Kindern auf Herzfrequenz- und Hauttemperaturveränderungen während emotionaler Stimulation. Dabei dienten die Mütter als Stimulus in drei unterschiedlichen Szenarien (1 = zwei Minuten mit Kind spielen, 2 = zwei Minuten neutrales, ruhiges Gesicht zeigen und 3 = vier mal 15 Sekunden ärgerliches Gesicht ausdrücken), während ihnen ihre Kinder in einem Kinderstuhl gegenüber saßen und durch eine Videokamera aufgenommen wurden. Die höchsten Herzfrequenzen gingen mit dem höchsten Ausdruck negativer Emotionen der Säuglinge bei den Szenarien Neutral und Ärger einher. Dagegen zeigten sich während des positiven Szenarios ein Herzfrequenzabfall und die höchste positive emotionale Antwort der Säuglinge. Es muss allerdings beachtet werden, dass die Emotionen der Säuglinge in dieser Studie nicht kontrolliert wurden. Die höchste Hauttemperatur der Kinder wurde während denjenigen Phasen gemessen, bei denen der Ausdruck von Ärger am stärksten war. Niedriger zeigte sich die Hauttemperatur dagegen während dem stärksten Ausdruck von Freude (Cohen, Izard & Simons, 1986). Neuere Untersuchungen zeigten bei neun Monate alten Säuglingen einen Herzfrequenzabfall bei der Präsentation der Emotionen Angst (stärkster Herzfrequenzabfall), Überraschung und Freude/Liebe (geringster Herzfrequenzabfall) durch Sprachaufnahmen in Babysprache (Santesso, Schmidt & Trainor, 2007). Zudem beobachteten Santesso und Kollegen (2007), dass Kinder, die von ihren Müttern durch einen Fragebogen als besonders ängstlich eingestuft wurden, während des Angst-Stimulus eine stark erhöhte Herzfrequenz aufwiesen. Auch in dieser Studie ging man davon aus, dass die Säuglinge die auf den Sprachaufnahmen ausgedrückten Emotionen erlebten, ohne diese zu bewerten oder zu kontrollieren.

Diese Ergebnisse der Analysen des ANS während des Emotionserlebens bei



Säuglingen legen nahe, dass bestimmte Muster erkennbar sind, die Interpretation dieser Ergebnisse jedoch keine eindeutige Einordnung zu einer bestimmten Theorie zulässt. Betrachtet man die Befunde der unterschiedlichen Studien detaillierter, scheint es, dass Emotionen zwar angeboren sind, die Differenzierung dieser allerdings nicht so eindeutig ist wie von Vertretern der diskreten Emotionstheorie postuliert. Tendenziell unterstützen die Ergebnisse eher eine dimensionale Sichtweise der Emotionsentstehung.

### **1.3 Das Autonome Nervensystem**

Um zu verstehen, wie sich die Emotionen auf das ANS auswirken können, soll dieses Kapitel zunächst die grundlegenden Funktionsweisen des ANS darstellen, bevor anschließend beispielhaft die Wirkung des ANS am Herzen und der Einfluss auf die Herzfrequenz näher erklärt wird.

#### **1.3.1 Funktionelle und physiologische Grundlagen**

Das autonome Nervensystem, auch vegetatives Nervensystem genannt, arbeitet überwiegend unwillkürlich, d.h. es ist unabhängig von der bewussten Kontrolle des Menschen. Motorisch innerviert es hauptsächlich die glatte Muskulatur von Organen und Gefäßen sowie Drüsen des Körpers. Dadurch nimmt es eine wichtige Rolle in der Steuerung und Aufrechterhaltung vieler Organfunktionen ein, z.B. des Herz-Kreislaufsystems (Herzfrequenz, Blutdruck), der Atmung, der Temperatur, des Wasserhaushalts, des Stoffwechsels, des Verdauungstraktes und der Fortpflanzung (Birbaumer & Schmidt, 2010; Klinke & Baumann, 2010).

Das ANS gliedert sich in den Sympathikus, den Parasympathikus und das enterische Nervensystem. Dabei werden die meisten Organe von Sympathikus als auch Parasympathikus innerviert. Das enterische Nervensystem nimmt eine Sonderstellung ein und arbeitet zum Teil unabhängig von Sympathikus und Parasympathikus im Magen-Darm-Trakt und wird in der vorliegenden Arbeit nicht näher betrachtet (Birbaumer & Schmidt, 2010; Klinke & Baumann, 2010).

Der Sympathikus vermittelt im Körper eine Aktivierung und es kommt dadurch zu einem Anstieg der Leistungsbereitschaft (sog. „fight-and-flight-reaction“). Beispiele der Sympathikuswirkung sind die Pupillenerweiterung, die Steigerung der

Herzfrequenz, die Innervation der glatten Muskulatur der Gefäße, die Erweiterung der Bronchialmuskulatur und die Sekretionsminderung der Bronchial-, Speichel- und Bauchspeicheldrüse. Der Parasympathikus hingegen steht für die Erholung und den Wiederaufbau der körpereigenen Reserven, wie z.B. die Pupillenverengung und Akkommodation, die Sekretionssteigerung der Speichel-, Magen-, Darm- Bronchial-, Tränen- und Bauchspeicheldrüse, die Senkung der Herzfrequenz und die Steigerung der Peristaltik im Magen-Darm-Trakt (Birbaumer & Schmidt, 2010; Klinke & Baumann, 2010). Dabei kann man die beiden Teile des ANS nicht als strikt getrennt betrachten. Es ist zwar korrekt, dass in Kampf- und/oder Fluchtreaktionen einige Organsysteme durch den Sympathikus beeinflusst werden (s.o.), jedoch wird teilweise der Parasympathikus mitaktiviert. Als Beispiel hierfür sei an dieser Stelle der Harndrang in einer Prüfungssituation als Zeichen einer partiellen Parasympathikusaktivierung in einer Stresssituation aufgeführt. Ebenso werden Sympathikus und Parasympathikus oft als Gegenspieler bezeichnet, doch auch dies kann man nicht verallgemeinern. So ist der Sympathikus beispielsweise überwiegend für die Regulation der Gefäßweite zuständig, der Parasympathikus innerviert nur wenige glatte Gefäßmuskelzellen wie beispielsweise die der Genitalorgane. Wenn Organsysteme von Sympathikus und Parasympathikus gleichermaßen innerviert werden, kann man von Gegenspielern sprechen (Birbaumer & Schmidt, 2010; Klinke & Baumann, 2010).

Die zentrale Steuerung des ANS im zentralen Nervensystem (ZNS) übernimmt zum überwiegenden Teil der Hypothalamus und der Hirnstamm. Sie sind dafür zuständig, die Organfunktionen zu regulieren, zu koordinieren und konstant zu halten. Als Beispiel seien hier die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur, die Koordination des Schlaf-Wach-Rhythmus, der Atmung sowie die Regulierung des Wasserhaushalts genannt (Birbaumer & Schmidt, 2010; Klinke & Baumann, 2010).

### 1.3.2 Die Wirkung des Autonomen Nervensystems am Herzen

Sympathische Fasern ziehen als Nervi cardiaci zum gesamten Herzen. Durch die Ausschüttung des Neurotransmitters Noradrenalin und dessen Wirkung an den entsprechenden Rezeptoren, kommt es zu einer gesteigerten Herzfrequenz (= positiv chronotrop), einer beschleunigten Überleitung am AV-Knoten (= positiv dromotrop), zu einer Steigerung der Kontraktionskraft (= positiv inotrop) und zu einer erhöhten Erregbarkeit des Herzens (= positiv bathmotrop). Der Parasympathikus zieht als Nervus vagus zum Herzen, wo er durch die Ausschüttung von Acetylcholin und die Übertragung auf die entsprechenden Rezeptoren den Sinusknoten, den AV-Knoten und die Vorhöfe des Herzens innerviert. Er bewirkt dadurch eine Senkung der Herzfrequenz (= negativ chronotrop), eine verzögerte AV-Überleitung (= negativ dromotrop) und eine verminderte Erregbarkeit des Herzens (= negativ bathmotrop). Es ziehen kaum parasympathische Fasern zu den Ventrikeln des Herzens, somit ist der Einfluss des Parasympathikus auf die Herzkammern vernachlässigbar gering. Befindet sich der Mensch im Ruhezustand, überwiegt die Wirkung des Parasympathikus (Birbaumer & Schmidt, 2010; Klinker & Baumann, 2010).

Die Steuerung und Kontrolle des Herz-Kreislauf-Systems liegt im Hirnstamm im sogenannten Kreislaufzentrum. Dort liegen Neuronengruppen, die durch eine Grundaktivität der sympathischen, vasokonstriktorisches Fasern einen konstanten Kreislauf im Ruhezustand erzeugen. Die Informationen über den Füllungsstatus der Gefäße erhält das Kreislaufzentrum über afferente Nervenfasern, z.B. den Nervus vagus, aus den sogenannten Barorezeptoren, welche sich im Bereich des Karotissinus und des Aortenbogens befinden. Im Ruhezustand hemmen die Barorezeptoren den Sympathikus und fördern den Parasympathikus im Kreislaufzentrum, so dass es auch auf dieser Ebene zu einem Konstant halten der Kreislaufparameter kommt. Der adäquate Reiz, um die Barorezeptoren zu aktivieren, ist die Gefäßdehnung durch Zunahme des transmuralen Drucks. Eine Zunahme des Blutvolumens beispielsweise führt somit zu einem Anstieg der Impulse an den Barorezeptoren, welche dann die Hemmung des Sympathikus und die Aktivität des Parasympathikus im Kreislaufzentrum verstärken. Efferente Fasern des ANS ziehen wiederum vom Kreislaufzentrum zu den Erfolgsorganen,

wie dem Herzen oder den Gefäßen. Die Konsequenz ist eine Senkung der Herzfrequenz und des Blutdrucks. Man spricht hier von einem autonomen Reflexbogen, dem sogenannten Barorezeptoren-Reflex. Durch Rezeptoren in den Erfolgsorganen kommt es wiederum nach Auslösung eines autonomen Reflexbogens zu einer Rückkopplung, wodurch z.B. die Wirkdauer der autonomen Neurone kontrolliert und überwacht wird. Ein Blutdruckabfall wird beispielsweise über die Barorezeptoren ans Kreislaufzentrum weitergeleitet. Das Kreislaufzentrum schickt die Erregung über sympathische Efferenzen an das Herz als Erfolgsorgan. Dort wird Noradrenalin ausgeschüttet, was u.a. zu einer Erhöhung der Herzfrequenz führt (s.o.) und somit der Blutdruck ansteigt. Gleichzeitig hemmt das Noradrenalin über Alpha-2-Rezeptoren die parasympathisch vermittelte Freisetzung von Acetylcholin (gleiches gilt für die parasympathische Freisetzung von Acetylcholin, die die sympathisch vermittelte Freisetzung von Noradrenalin hemmt.) Außerdem wird durch Autorezeptoren ein negatives Feedback zurückgeleitet und die Freisetzung des Noradrenalins (bzw. Acetylcholins) gestoppt, sobald der Blutdruck wieder in einem physiologischen Bereich liegt (Klinke & Baumann, 2010).

Somit besteht zusammenfassend ein enger Bezug zwischen beispielsweise einer emotionalen Stresssituation und der Reaktion des autonomen Nervensystems, der wiederum zulässt, dass man anhand neurophysiologischer Veränderungen, wie z.B. der Herzfrequenz, Rückschlüsse auf die auslösenden Stimuli ziehen kann.

## 1.4 Fragestellung der vorliegenden Arbeit

Wie bereits aus den Ausführungen in Kapitel 1.1 und 1.2 ersichtlich wird, ist die Studienlage in der Emotionsforschung Erwachsener und Kinder bezüglich der Wirkung von Emotionen auf das ANS nach wie vor uneinheitlich. Aus diesem Grund sollen auf Basis einer Untersuchung der Interaktion zwischen Mutter/Vater und Kind mögliche Auswirkungen von Emotionen auf das ANS, gemessen durch Herzschläge pro Minute, dargestellt werden.

Dabei wurden folgende Fragestellungen untersucht:

- I. Haben positive und negative Emotionen einen Einfluss auf das ANS gemessen als Herzschläge pro Minute bei vier bis sechs Monate alten Säuglingen?
- II. Ist anhand der gemessenen Herzfrequenz eine Unterscheidung zwischen positiven und negativen Emotionen möglich?
- III. Welchen Einfluss haben das Geschlecht und das Alter der Säuglinge auf die Ergebnisse?

Aufgrund der derzeitigen Studienlage wird bezüglich der Fragestellungen angenommen, dass I. Emotionen einen Einfluss auf das ANS und somit die Herzschläge pro Minute haben und daher II. eine Unterscheidung zwischen positiven und negativen Emotionen erlaubt. Darüber hinaus werden III. keine Unterschiede in Bezug auf das Alter oder das Geschlecht erwartet.

## 2. Methode

### 2.1 Stichprobe

Die Durchführung des Experiments wurde von der Ethikkommission der Universität Tübingen geprüft und genehmigt (193/2013BO1). Es wurden 30 gesunde Säuglinge (43 % Mädchen; Alter  $M = 23.61$  Wochen,  $SD = 3.54$ ) sowie deren primäre/r Betreuer/-in für die Studie gewonnen. Es erklärten sich insgesamt 29 Mütter und ein Vater zur Teilnahme bereit. Von der Teilnahme ausgeschlossen wurden Frühgeborene (Geburt vor der 37. Schwangerschaftswoche), Säuglinge mit Krankheiten oder mit regelmäßiger Medikamenteneinnahme sowie Mütter, die an einer postpartalen Depression litten, da diese Erkrankung einen Einfluss auf die emotionale Entwicklung des Kindes haben könnte (Dawson et al., 1999; Diego, Jones & Field, 2010). Des Weiteren ausgeschlossen wurden Säuglinge im Alter von vier bis sechs Monaten, die bereits krabbeln konnten, da diese z.B. Angst anders ausdrücken, nachdem sie laufen gelernt haben (Campos, Bertenthal & Kermoian, 1992). Das Einverständnis des Erziehungsberechtigten wurde vorab eingeholt. Die Rekrutierung erfolgte durch das fMEG-Zentrum und das Institut der Medizinischen Psychologie und Verhaltensneurobiologie des Universitätsklinikums Tübingens, durch öffentliche Ausschreibungen der Universität Tübingen und durch Informationsbroschüren. Förderung erhielt die Studie von der ABC Augmented BNCI Communication von der Europäischen Kommission im ICT-Programm des siebten Rahmenprogramms.

### 2.2 Versuchsablauf

Die Untersuchung wurde an zwei Terminen innerhalb von zwei bis fünf Tagen einer Woche im Zeitraum August 2013 bis November 2014 durchgeführt. Der erste Untersuchungstag diente vor allem dazu, dass sich das Kind an die neue Umgebung, die unbekanntem Untersucher und die Kappe für das EEG gewöhnen konnte. Die Mutter oder der Vater wurde gebeten, einen Temperamentsfragebogen, den sogenannten Infant Behavior Questionnaire – Revised Very Short Form (IBQ; Rothbart & Gartstein, 2000; deutsche Übersetzung von Kristen, Eisenbeis, Thoermer & Sodian, 2007), über ihr Kind auszufüllen. Dann wurde dem Baby die

Kappe mit den elf Elektroden aufgesetzt und eine EKG-Elektrode auf der linken Brust befestigt, um die Herzfrequenz aufzuzeichnen. Die gesamte Untersuchung wurde mit einer Videokamera festgehalten. Als sich der Säugling an die neuen Umstände gewöhnt hatte und die Impedanzen der Elektroden unter zehn Kiloohm ( $k\Omega$ ) lagen, wurde mit der Untersuchung begonnen. Der Mutter oder dem Vater wurden die sechs verschiedenen Szenarien erklärt und ein Beispielvideo auf dem Computer gezeigt.

Die unterschiedlichen Szenarien wurden daraufhin in mehreren Durchgängen durchgespielt, wobei der Beginn und das Ende jedes einzelnen durch einen der zwei Untersucher am Computer dokumentiert wurde (Abb. 1). Innerhalb von 30 Minuten wurden hauptsächlich angenehme Stimuli gesetzt und nur zwei bis drei unangenehme, da sonst der American Psychological Association Standard (APA Standard) der negativen Stimuli überschritten worden wäre (Fox & Henderson, 2007).



*Abbildung 1.* Markierung der Versuche der Emotionsauslösung durch die Eltern durch einen der beiden Untersucher online ( $t = \text{time}$ ).

Herzfrequenzänderungen während einer Emotion zeigten sich in einer Untersuchung von Levenson (1988) bereits in der ersten bis dritten Sekunde (je nach Emotion) nach auslösendem Stimuli und dauerten bis zu 15 Sekunden und länger an. Jeder einzelne Durchgang sollte also mindestens acht bis zehn Sekunden dauern, damit sich das Kind auf das Szenario einlassen konnte. Zudem musste beachtet werden, dass sich das ANS bei zu langen Emotionsstimuli an den Zustand adaptieren und ermüden würde und somit nicht mehr das gewünschte Ergebnis zeigen würde (Levenson, 1988).

Zwischen den einzelnen Durchgängen wurden Baseline-Sequenzen aufgenommen, in denen die Untersucher und Eltern nicht in Babysprache mit dem

Säugling redeten und sich nicht direkt mit diesem beschäftigten. Diese Baseline-Messung diente u.a. dazu, individuelle Unterschiede in der Herzfrequenz der Säuglinge möglichst weit auszuschließen, indem man die Herzfrequenz, die während der positiven oder negativen Emotion aufgezeichnet wurde, gegen die Herzfrequenz der Baseline-Messung im weiteren Verlauf verglich (Fox, Kirwan & Reeb-Sutherland, 2012). Während der Messungen wurden immer wieder Pausen eingelegt, in denen auf die Bedürfnisse des Säuglings eingegangen werden konnte (z.B. Stillen, Spielen oder Schlafen).

### **2.3 EEG und EKG**

Seit der Erstbeschreibung des EEG im Jahre 1929 durch Berger hat es sich im Laufe des letzten Jahrhunderts als Standardmessmethode in der Emotionsforschung etabliert. Das EEG zeichnet sich durch eine hohe zeitliche Auflösung und die Möglichkeit der kontinuierlichen Messung aus. 1887 leitete der Physiologe Waller das erste EKG ab (Waller, 1887). Er selbst sowie weitere Wissenschaftler wie Einthoven, Wilson und Goldberger trugen entscheidend zu der Weiterentwicklung des heute bekannten EKG bei, welches sich durch Schmerzlosigkeit, Nicht-Invasivität, einfache Handhabbarkeit und Wiederholbarkeit auszeichnet.

Zum Anbringen des EEG wurde die Mutter oder der Vater gebeten, ihr Kind auf den Schoß zu setzen. Elf Ag/AgCl-Kopfelektroden der Firma EasyCap® (Werthsee-Ettersschlag, Deutschland) wurden auf der flexiblen, sich der Kopfform anpassenden Kappe (ebenfalls EasyCap®) angebracht und nach dem internationalen, standardisierten 10-20-System abgeleitet (Fz, F3, F4, Cz = Referenz, C3, C4, Pz, P3, P4, Fp1 = Ground, Fp2 = EOG2) (Jasper, 1958). Als Referenzelektrode diente Cz, als Erdungselektrode Fp1 (Abb. 2).



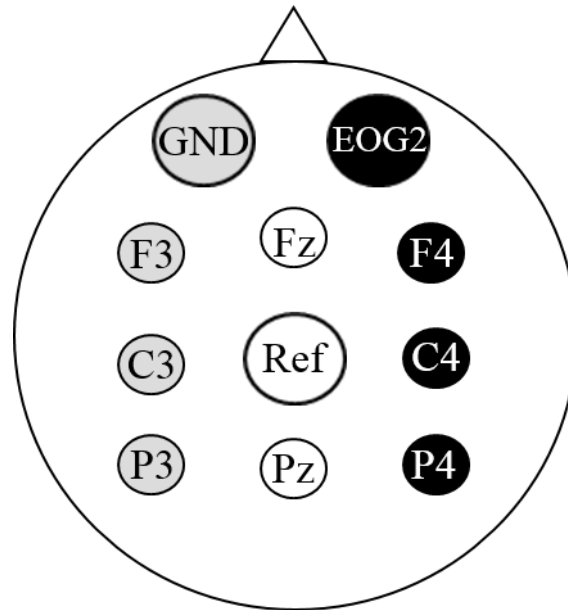


Abbildung 2. Anordnung der EEG-Elektroden am Kopf.

Zudem wurden die EOG1-Elektrode unter dem linken Augenlid und die EKG-Elektrode mittig auf der linken Brustwand angebracht. Die Kopfelektroden wurden mit einem angewärmten, elektrisch leitenden Elektrodengel (Super Visc High Viscosity Elektrolyt-Gel, EasyCap©) aufgefüllt, die Hautelektroden (EOG1- und EKG-Elektrode) mit der EEG-Kontaktcreme SYNAPSE© (Firma Kustomer Kinetics, Arcadia, USA) angebracht, um den Hautwiderstand unter zehn  $k\Omega$  zu senken. Die Signalerfassung und -verstärkung erfolgte mittels SOMNOscreen™ plus und Headbox (Art.-Nr. SEN043) der Firma SOMNOmedics© (Randersacker, Deutschland). Zudem erfolgte eine synchronisierte Video- und Audioaufzeichnung mit der Netzwerkkamera Axis M1034-W der Firma Axis Communications AB (Lund, Schweden). Mittels eines digitalen Optokopplers (Art.-Nr. SSP080, SOMNOmedics©) konnte eine Echtzeit-Datendarstellung mit der Analyse- und Auswertungssoftware DOMINO Version 2.6 auf einem PC gewährleistet werden. Während der Aufzeichnung konnte der Elektrodenwiderstand kontrolliert werden, so dass dieser kontinuierlich unter zehn  $k\Omega$  lag bzw. bei Überschreiten interveniert werden konnte.

Die Geräte der Firma SOMNOmedics© ermöglichten eine synchrone und persistente Aufzeichnung der EEG- und EKG-Signale. Durch die EKG-Elektrode wurden die elektrischen Potentialdifferenzen der Herzmuskelzellen während der

Erregungsausbreitung am Herzen als sogenanntes Ein-Kanal-EKG an der Brustwand der Säuglinge abgeleitet. Der Zeitpunkt, an dem die Mehrzahl der Herzmuskelzellen beider Herzkammern aktiviert sind, kontrahieren und somit den Herzschlag auslösen, wird im EKG als QRS-Komplex bezeichnet und sichtbar (vgl. Abb. 3). Die R-Zacke beschreibt dabei den Moment, in dem die meisten Zellen des Herzmuskels erregt sind und demzufolge die Potentialdifferenz und somit der Ausschlag im EKG am höchsten ist. Um die Herzschläge pro Minute zu ermitteln, wird der Abstand zweier aufeinanderfolgender R-Zacken bestimmt, das sogenannte R-R-Intervall. Während das Ein-Kanal-EKG zwar keine Rückschlüsse auf Lagetyp, Herzrhythmus- oder Erregungsrückbildungsstörungen erlaubt wie beispielsweise das in der Medizin standardmäßig verwendete 12-Kanal-EKG, dient es in der Polysomnographie als etabliertes Messinstrument zur exakten Darstellung der Herzschläge pro Minute und somit zur zuverlässigen Bestimmung der Herzfrequenz (vgl. Peter, Penzel & Peter, 2007).

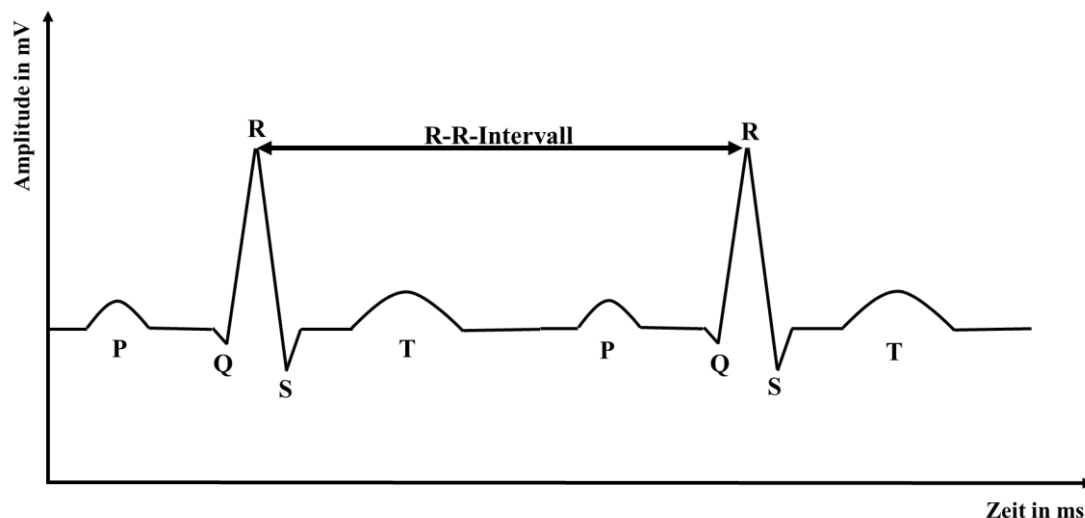


Abbildung 3. Ableitung eines Ein-Kanal-EKGs mit Darstellung eines R-R-Intervalls. P = Erregung der Vorhöfe des Herzens; QRS = Erregung der Herzkammern; T = Erregungsrückbildung; mV = Millivolt; ms = Millisekunden.

## 2.4 Stimulus

Bisher ist nicht klar, ob Säuglinge beispielsweise auf international standardisierte Emotionsstimuli wie das *International Affective Picture System* (IAPS) wie erwachsene Probanden reagieren (Bradley & Lang, 2007). Daher wurde in dieser Studie bewusst die Mutter oder der Vater als Stimulus zur Emotionsauslösung

gewählt. Zum einen weiß man, dass Säuglinge während einer Interaktion mit der Mutter oder dem Vater beständiger und mehr lächeln im Vergleich zu Spielzeugen (Sullivan & Lewis, 2003; si. Kapitel 1.2). Zum anderen ist bekannt, dass fünf Monate alte Säuglinge zwischen positiven und negativen Emotionen durch unterschiedliche Betonungen und Gesichtsausdrücke der Eltern differenzieren können (Serrano, Iglesias & Loeches, 1995). Durch das Ausdrücken positiver oder negativer Emotionen der Eltern sollten so auch bei ihren Kindern positive bzw. negative Emotionen ausgelöst werden (Serrano, Iglesias & Loeches, 1995). Da Säuglinge Babysprache der Erwachsenensprache vorziehen und man davon ausgeht, dass man durch diese die Aufmerksamkeit des Kindes gewinnen kann (Fernald, 1991; Fernald, 1993; Trainor, Austin & Desjardins, 2000), wurden die Mutter oder der Vater gebeten, in Babysprache mit ihrem Kind zu kommunizieren. Somit erschienen die Mutter oder der Vater als optimaler emotionaler Stimulus, da sie den jeweiligen Gesichtsausdruck zeigten in Kombination mit Lautäußerungen in Babysprache und dadurch natürliche auditorische, visuelle und taktile Reize gesetzt wurden, die dem Kind vertraut waren (Sullivan & Lewis, 2003; Serrano, Iglesias & Loeches, 1995). Die einzelnen Szenarien waren:

*Liebe ausdrücken:* Die Mutter oder der Vater wurde gebeten, sich die glücklichsten Momente, die sie bisher mit ihrem Kind erlebt haben, vorzustellen oder sich andere Arten des Ausdrucks von Liebe zu überlegen.

*Singen:* Die Eltern sangen ein Lied.

*Schachtelmännchen:* Die Mutter oder der Vater wurde gebeten, die Kurbel des Schachtelmännchens zu drehen, bis die dabei gespielte Musik aufhörte.

*Kuckuckspiel:* Die Mutter oder der Vater versteckte sich einige Sekunden hinter einem Gegenstand (z.B. einem Tuch oder den Händen) und zeigte dann ihr/sein Gesicht wieder.

*Ausschlag im Gesicht:* Die Eltern wurden gebeten, sich vorzustellen, ihr Kind hätte einen Ausschlag im Gesicht und wie sie darauf reagieren würden.

*Steckdose*: In diesem Szenario sollten die Mutter oder der Vater sich vorstellen, wie sie reagieren würden, wenn ihr Kind zur Steckdose krabbelt.

Auf die Szenarien *Liebe ausdrücken*, *Singen* und *Kuckuckspiel* sollten die Säuglinge optimaler Weise mit positiven Emotionen reagieren. Das *Schachtelmännchen* könnte beim Kind entweder positive Emotionen im Sinne der Überraschung oder aber negative Emotionen durch z.B. Angst/Erschrecken hervorrufen. Die Szenarien *Ausschlag im Gesicht* und *Steckdose* sollten beim Säugling negative Emotionen erwecken.

## 2.5 Emotionsbewertung

Um zu kontrollieren, ob die Säuglinge die gewünschte positive oder negative Emotion auf den Stimulus zeigten, wurden zunächst Bewertungskriterien entwickelt:

Tabelle 1

*Übersicht Bewertungskriterien der Emotionen und der Baseline (vgl. Goldsmith & Rothbart, 1999).*

Kriterien positive Emotionen	Kriterien negative Emotionen	Kriterien Baseline-Sequenzen
Augenkontakt Säugling mit Mutter/Vater plus	Abwendung von Mutter/Vater (Blick, Körper)	Keine Babysprache, Erwachsene reden miteinander
Lächeln	Sich wegstoßen/Mutter oder Vater von sich stoßen	Säugling zeigt keine der gewünschten Emotionen
Lachen/kichern	Quengeln	
Brabbeln	Weinen	
Annäherung an/greifen nach Mutter/Vater		
Freudiges Hin- und Herbewegen der Arme und Beine		

Danach erfolgte anhand der Kriterien eine Bewertung der einzelnen durchgeführten Durchgänge des Eltern-Kind-Paares mit Hilfe der aufgenommenen Videosequenzen der beiden Untersucher unabhängig voneinander. Dabei setzten die Untersucher offline erneut Marker, um die gewünschte Reaktion des Kindes sekundengenau einzugrenzen (Abb. 4).

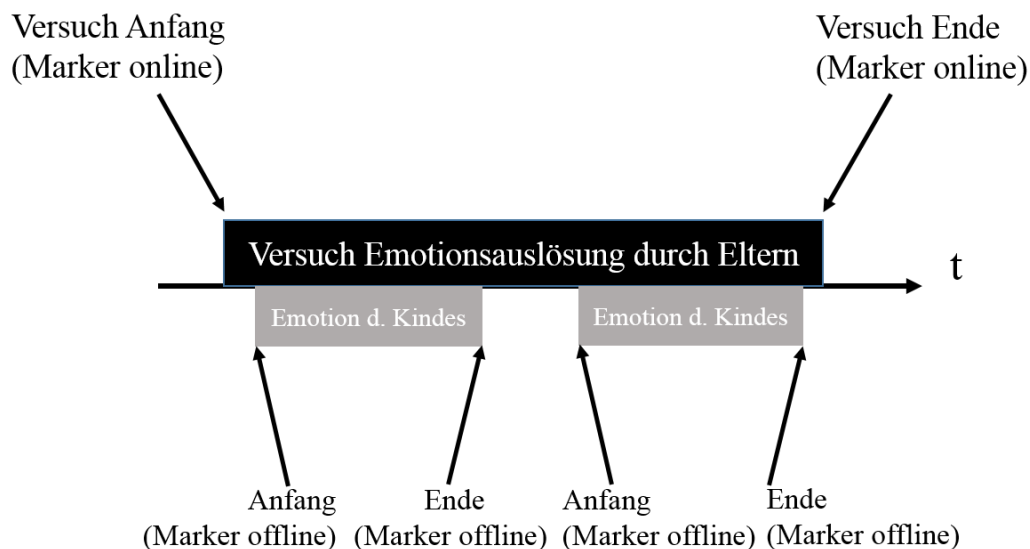


Abbildung 4. Markierung der Emotionen des Kindes durch die beiden Untersucher offline unabhängig voneinander ( $t = \text{time}$ ).

Es musste berücksichtigt werden, dass eine Emotion schnell von positiv zu negativ umschlagen kann oder umgekehrt. Daher wurde darauf geachtet, dass die ANS-Aktivitäts-Messung in Form der Herzfrequenz genau mit der gewünschten Emotion übereinstimmt (Levenson & Gottman, 1983). Der Durchgang wurde als erfolgreich gewertet, wenn der Säugling auf angenehme Stimuli mit Verhaltensweisen der positiven Emotionskriterien reagierte und auf unangenehme Stimuli mit Verhaltensweisen der negativen Emotionskriterien antwortete. Außerdem wurden zwei Qualitätsniveaus des Emotionsverhaltens des Säuglings unterschieden. Als Qualität erster Ordnung (Level 1) galt das eindeutige Erkennen des Lächelns in Kombination mit Augenkontakt zur Mutter/zum Vater des Säuglings als Folge eines positiven Stimulus oder das Weinen oder Quengeln als Folge des negativen Stimulus. Als Qualität zweiter Ordnung (Level 2) galten erfolgreiche Durchgänge, die einen Störfaktor aufwiesen und somit nicht eindeutig

genug waren, beispielsweise fehlender Blickkontakt des Säuglings zur Mutter/zum Vater bei gleichzeitigem Lächeln oder Lachen mit Schnuller im Mund oder Spielzeug in der Hand. In dieser Arbeit wurde ausschließlich das Level-1-Qualitätsniveau berücksichtigt.

## **2.6 Fragebogen**

Der Infant Behavior Questionnaire (IBQ) wurde in der revidierten, sehr kurzen Form eingesetzt, um individuelle Unterschiede in der Reaktion und Regulation des Temperaments der Kinder zu messen (Rothbart & Gartstein, 2000; Kristen, Eisenbeis, Thoermer & Sodian, 2007). Ebenso sollte der IBQ dabei behilflich sein, die sozial-emotionalen Temperamentstrukturen der Kinder zu identifizieren und zu eruieren, ob die Ergebnisse des Fragebogens in irgendeiner Form mit den Ergebnissen der Herzfrequenzmessung in Zusammenhang stehen (Gartstein & Rothbart, 2003; Putnam, Helbig, Gartstein, Rothbart & Leerkes, 2014; vgl. Kap. 3.6). Mit den 37 Items des IBQ konnten die drei Hauptkomponenten des Temperaments ermittelt werden: *Surgency (Begeisterungsfähigkeit)*, *Negative Affect (Negativer Affekt/Gefühlserleben)* und *Effortful Control (bewusste Aufmerksamkeits- und Handlungskontrolle)*. Die 37 Fragen bezogen sich auf das Verhalten der Kinder in bestimmten Situationen der letzten Woche, wobei die Einschätzung auf einer siebenstufigen Skala erfolgte 1 (*nie*) bis 7 (*immer*). Falls die Kinder ein Verhalten in der letzten Woche nicht gezeigt hatten, konnte auf der Skala „Trifft nicht zu“ angekreuzt werden.

## **2.7 Datenaufbereitung**

Da man weiß, dass sich die Herzfrequenz wenige Sekunden nach Emotionsauslösung verändert und mehrere Sekunden anhält (vgl. Kapitel 2.2; Levenson, 1988), wurden zunächst mit Hilfe des BrainVision Analyzer 2.0© der Firma Brain Products GmbH (Gilching, Deutschland) und mithilfe eines speziellen EKG-Algorithmus (EKG Markers - Mark P,Q,R,S,T components in an EKG dataset © Dr. Ingmar Gutberlet, Brain Products GmbH, 2004-2010) die Herzschläge für 10-Sekunden-Segmente während positiver und negativer Emotionsauslösung sowie während der Baseline-Messung ermittelt. Anschließend wurde jedes Segment

auf Artefakte kontrolliert, da man weiß, dass diese Artefakte einen essentiellen Einfluss auf die Herzfrequenzanalyse haben können (vgl. Bernston & Stowell, 1998). Es stellte sich heraus, dass die EKG-Aufzeichnungen von elf Probanden in allen Segmenten Artefakte aufwiesen, beispielsweise durch Berührung der Kinder durch die Eltern oder Bewegungen der Säuglinge, und somit nicht verwertbar für die weitere Datenanalyse waren. Die finale Analysestichprobe umfasste daher Daten von insgesamt 19 Probanden. Andere Studien berichteten, dass eine Serie von 30 – 40 Herzschlägen nötig ist, um die Herzfrequenz exakt zu berechnen (Palatini et al., 2006). Abschließend wurden daher zum Vergleich zusätzlich die Herzschläge für 20- und 30-Sekunden-Segmente ermittelt.

## 2.8 Statistische Analyse

Zur adäquaten Analyse der vorliegenden Daten wurde ein mehrstufiges Auswertungsverfahren gewählt. Zunächst erfolgte eine allgemeine deskriptive Beschreibung der Daten, getrennt für alle verfügbaren Daten ( $N = 30$ ) und die finale Analysestichprobe ( $n = 19$ ). Im Anschluss an die deskriptive Beschreibung erfolgte die vertiefte Auswertung der sechs Szenarien, ebenfalls getrennt für die finale Analysestichprobe und alle Probanden. Hierbei wurde getestet, ob sich Unterschiede in den Präsentationshäufigkeiten und den Erfolgsquoten zwischen den einzelnen Szenarien zeigten. Anschließend folgte die inferenzstatistische Prüfung der Herzschläge während der Auslösung positiver und negativer Emotionen sowie der Baseline-Messung der 10-Sekunden-Segmente. Hierzu wurden die innerhalb des Messzeitraums vorliegenden Herzschläge auf die Metrik der Herzfrequenz (Schläge pro Minute) transformiert. Alle statistischen Analysen wurden mit dem Statistikprogramm IBM SPSS Statistics 23 (IBM Corp., 2015) durchgeführt. Die Grafiken wurden mit dem Programm R (R Core Team, 2015) erstellt.

Als Entscheidungsgrundlage für einen statistischen Test zur Auswertung möglicher Unterschiede in der Herzfrequenz zwischen den einzelnen Bedingungen (Positiv, Negativ und Baseline) erfolgte zusätzlich zur Überprüfung der Verteilung

der Variablen mittels Kurtosis und Schiefe<sup>2</sup> die Überprüfung der Normalverteilung der abhängigen Variablen mit Hilfe von Histogrammen und Kolmogorow-Smirnow-Tests. Anschließend wurden auf Basis der Ergebnisse dieser Überprüfungen und auf Grund der geringen Stichprobengröße nichtparametrische Tests für gepaarte Stichproben für die weitere Untersuchung möglicher Herzfrequenzunterschiede gewählt. Zunächst wurde unter Verwendung von Friedmans ANOVA-Test (Friedman, 1937) geprüft, ob sich zwischen den drei betrachteten Untersuchungsbedingungen (Positiv, Negativ und Baseline) Unterschiede der Herzfrequenz zeigten. Anschließend wurden zusätzlich drei Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests (Wilcoxon, 1945) zur Untersuchung der Unterschiede der Herzfrequenz zwischen den drei Bedingungen vorgenommen. Diesbezüglich wird jeweils die Teststatistik Z und der entsprechende zweiseitige p-Wert berichtet.

Danach erfolgte eine detaillierte Untersuchung möglicher differenzieller Geschlechtereffekte. Hierzu schloss sich der deskriptiven Beschreibung eine zweifaktorielle Varianzanalyse für die Variablen Geschlecht (Zwischensubjektfaktor) und Emotion (Innersubjektfaktor) an, da für dieses Verfahren noch kein nicht-parametrisches Pendant in SPSS implementiert ist. Anschließend wurden, äquivalent zum vorherigen Verfahren, Friedmans ANOVA-Tests und Wilcoxon-Tests separat für Mädchen und Jungen durchgeführt. Darüber hinaus wurde mittels Mann-Whitney-U-Test untersucht, ob sich Unterschiede innerhalb der einzelnen Bedingungen zwischen den Geschlechtern finden. Für den Mann-Whitney-U-Test wird die Teststatistik U und der p-Wert berichtet. Anschließend erfolgte die Betrachtung der Unterschiede innerhalb der einzelnen Bedingungen einerseits und der Erfolgsquote andererseits jüngerer und älterer Kinder mittels Mann-Whitney-U-Test. Abschließend wurden alle Analysen ebenfalls für die Herzfrequenz der drei Bedingungen für die 20- und 30-Sekunden-Segmente durchgeführt.

Zusätzlich zu den Ergebnissen der Signifikanztests wurden jeweils die Mediane berichtet, für die Informationen in beiden Bedingungen (z.B. Positiv und Negativ) vorlagen. Diesbezüglich muss angemerkt werden, dass diese Mediane sich für die 20- und 30-Sekunden-Segmente von den in der deskriptiven Statistik

---

<sup>2</sup> Die hier berichteten Statistiken zur Schiefe und Kurtosis basieren auf Joanes & Gill (1998) und eignen sich insbesondere bei kleinen Stichprobengrößen.



berichteten Medianen unterscheiden, da Letztere alle verfügbaren Informationen für die jeweilige Bedingung und nicht nur Paarinformationen berücksichtigen. Da die Wilcoxon-Tests letztlich nur Fälle einschließen, für die Informationen in beiden Bedingungen (z.B. Positiv und Negativ) vorliegen (*listwise deletion*), bot sich diese separate Berechnung der Mediane an.

Alle Unterschiede wurden zweiseitig, mit einem Alpha-Niveau von 5%, getestet. Wenn keine gerichteten Hypothesen über mögliche Gruppenunterschiede bestehen, wird üblicherweise eine zweiseitige Testung durchgeführt (Eid, Gollwitzer & Schmitt, 2011). Da mit einer zunehmenden Anzahl von Tests die  $\alpha$ -Fehler-Wahrscheinlichkeit steigt und nicht mehr bei 5% liegt, wurden für alle Situationen, in denen multiples Testen erfolgte, eine  $\alpha$ -Fehler-Korrektur nach Bonferroni vorgenommen. Hierzu wurde das angestrebte kumulierte  $\alpha$  durch die Anzahl der vorgenommenen Tests geteilt (Sedlmeier & Renkewitz, 2013).

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Allgemeine Deskriptive Statistik

Bei einer näheren Betrachtung der deskriptiven Statistik (Tab. 2) zeigte sich zunächst ein leicht höherer Anteil Jungen in der Stichprobe (57%). Das Alter der Probanden lag zwischen 17.71 Wochen und 31.71 Wochen ( $M = 23.61$ ,  $SD = 3.54$ ). Hinsichtlich der Instrumente zur Erfassung der Reaktion und Regulation des Temperaments der Kinder zeigte sich für die Skala IBQ-Surgency (Begeisterungsfähigkeit) ein Mittelwert von  $M = 4.48$  ( $SD = 0.58$ ), für die Subskala IBQ-Negative-Affect (Negativer Affekt) lag ein Mittelwert von  $M = 3.82$  ( $SD = 1.17$ ) vor und für die Skala IBQ-Effortful-Control (bewusste Aufmerksamkeits- und Handlungskontrolle) ein Mittelwert von  $M = 5.02$  ( $SD = 0.68$ ).

Tabelle 2

*Deskriptive Ergebnisse des Geschlechts, des Alters und der IBQ – Ergebnisse.*

Variable	Gesamt					
	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Geschlecht (1 = m)	30	0.57	-	-	0.00	1.00
Alter (in Wochen)	30	23.61	3.54	24.29	17.71	31.71
IBQ_Surgency	30	4.48	0.58	4.50	3.10	5.77
IBQ_Negative_Affect	30	3.82	1.17	3.64	1.46	5.73
IBQ_Effortful_Control	30	5.02	0.68	4.96	4.00	6.73

*Anmerkung.* *N* = Stichprobengröße; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *Mdn* = Median; *Min* = Minimum; *Max* = Maximum; m = männlich. Für zusätzliche Informationen zur Schiefe und Kurtosis vgl. Tabelle 11 im Anhang.

Bei einer Betrachtung der deskriptiven Statistik für die finale Analytestichprobe ( $n = 19$ , vgl. Tab. 3) fiel in Bezug auf die fünf Variablen zunächst auf, dass die Daten von 11 Probanden nicht in den weiteren Analysen verwendet werden konnten (vgl. Kap. 2.7).

Tabelle 3

Ergänzende deskriptive Statistik der finalen Analysestichprobe.

Variable	Gesamt Analysestichprobe					
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Geschlecht (1 = m)	19	0.58	0.51	1.00	0.00	1.00
Alter (in Wochen)	19	23.07	3.66	23.86	17.71	31.71
IBQ_Surgency	19	4.48	0.64	4.50	3.10	5.77
IBQ_Negative_Affect	19	3.68	1.28	3.42	1.46	5.73
IBQ_Effortful_Control	19	5.06	0.70	5.00	4.00	6.73

Anmerkung. *n* = Stichprobengröße; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *Mdn* = Median; *Min* = Minimum; *Max* = Maximum; m = männlich. Für zusätzliche Informationen zur Schiefe und Kurtosis vgl. Tabelle 12 im Anhang.

Darüber hinaus zeigten sich deskriptiv in Bezug auf die genannten Variablen keine deutlichen Unterschiede zwischen der gesamten Stichprobe und der finalen Analysestichprobe.

### 3.2 Auswertung der Szenarien

Bei der näheren Betrachtung der erfolgreich und nicht erfolgreich durchgeführten Szenarien der gesamten Stichprobe ( $N = 30$ ) (vgl. Abb. 5 und Tab. 4) zeigten sich zunächst deskriptive Unterschiede zwischen den einzelnen Szenarien. So wurde das Szenario *Liebe* insgesamt 260 mal durchgeführt, das Szenario *Singen* 215 mal, das Szenario *Schachtel* 450 mal, das Szenario *Kuckuck* insgesamt 223 mal, das Szenario *Ausschlag* 122 mal und das Szenario *Steckdose* 97 mal. Die Präsentationshäufigkeit der einzelnen Szenarien wurde mittels Chi-Quadrat-Test untersucht. Die Häufigkeit der einzelnen Szenarien weicht demnach von einer Gleichverteilung ab ( $\chi^2(5) = 346.301$ ,  $p < .001$ ). Allerdings unterschied sich die Präsentation der eindeutig positiven Szenarien (*Liebe*, *Singen* und *Kuckuck*) nicht voneinander ( $\chi^2(2) = 4.954$ ,  $p = .084$ ,

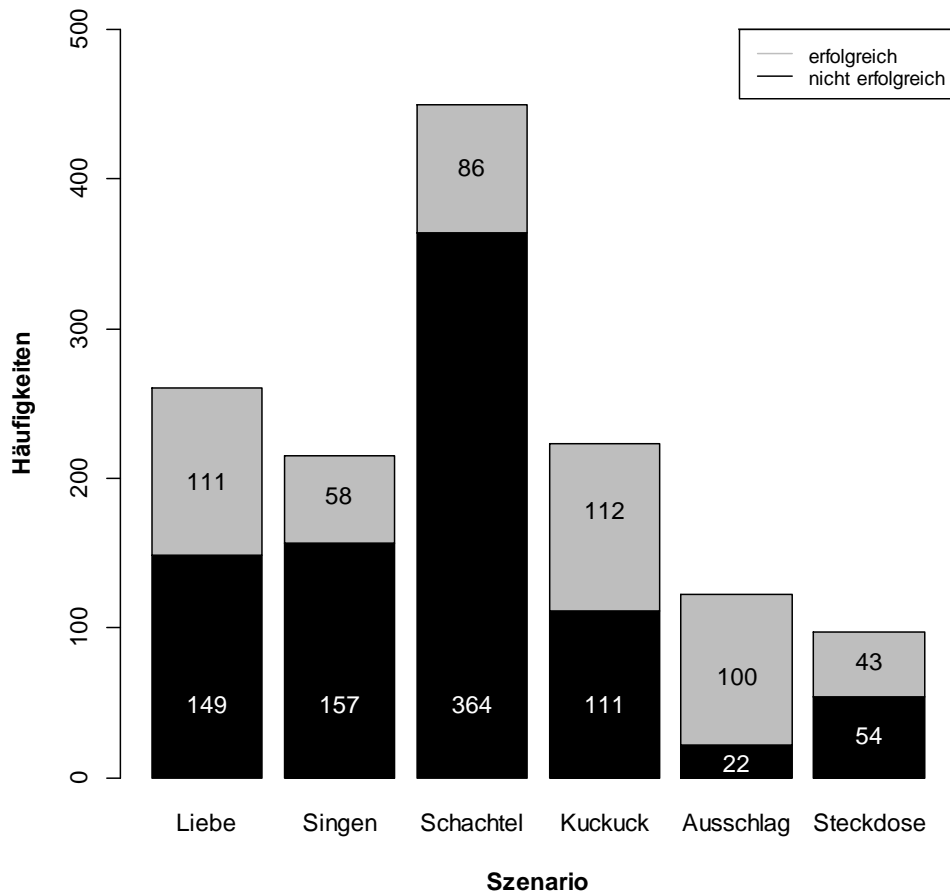


Abbildung 5. Absolute Häufigkeiten der erfolgreich und nicht erfolgreich durchgeführten Versuche der gesamten Stichprobe ( $N = 30$ ).

ebenso wie sich die beiden eindeutig negativen Szenarien (*Ausschlag* und *Steckdose*) nicht bedeutsam in ihrer Präsentationshäufigkeit unterschieden ( $\chi^2(1) = 2.854, p = .091$ ). Neben der Präsentationshäufigkeit wurde darüber hinaus die Erfolgsquote der einzelnen positiven und negativen Szenarien untersucht (vgl. Tab. 4). Für die positiven Szenarien zeigte sich für das Szenario *Liebe* eine Erfolgsquote von 42.7%, für *Singen* 27.0% und für *Kuckuck* verliefen 50.2% aller Versuche erfolgreich. Die Anzahl der erfolgreich durchgeführten Szenarien unterschied sich hierbei signifikant voneinander ( $F(1.61, 46.78) = 4.78, p = .018$ ), wie die Ergebnisse der messwiederholten ANOVA zeigten.<sup>3</sup>

Berücksichtigt man paarweise Vergleiche mit Bonferroni-Korrektur, so zeigt

<sup>3</sup> Da der Mauchly-Test auf Sphärizität signifikant war, wurden hier die Ergebnisse nach Greenhouse-Geisser-Korrektur berichtet.

sich ein signifikanter Unterschied zwischen *Liebe* und *Singen* ( $M = 3.7 \pm 4.0$  vs.  $M = 1.93 \pm 1.95$ ,  $p = .047$ ) einerseits und *Kuckuck* und *Singen* ( $M = 3.73 \pm 2.24$  vs.  $M = 1.93 \pm 1.95$ ,  $p = .003$ ) andererseits. Die negativen Szenarien zeigten für *Ausschlag* eine Erfolgsquote in 82.0% aller Fälle und für das Szenario *Steckdose* verliefen 44.3% der Versuche erfolgreich (vgl. Tab. 4). Hierbei zeigte sich ein signifikanter Unterschied der beiden Szenarien *Ausschlag* und *Steckdose* ( $M = 3.33 \pm 1.65$  vs.  $1.43 \pm 1.19$ ,  $p < .001$ ).<sup>4</sup> Zusammenfassend zeigten die Szenarien *Liebe* und *Kuckuck* eine statistisch signifikant höhere Erfolgsquote als das Szenario *Singen* bei den positiven Emotionen. Bei der Auslösung negativer Emotionen lag die Erfolgsquote beim Szenario *Ausschlag* im Vergleich zu *Steckdose* signifikant höher. Aufgrund dieser Ergebnisse wurden zur weiteren Analyse der Herzfrequenz einerseits das Szenario *Liebe* oder *Kuckuck* bei positiven Emotionen gewählt, andererseits das Szenario *Ausschlag* bei den negativen Emotionen.

Tabelle 4

*Absolute Häufigkeiten der durchgeführten und erfolgreichen Szenarien der gesamten Stichprobe (N = 30).*

<b>Szenario</b>	Overall	Ratio	Mädchen	Ratio	Jungen	Ratio
Liebe	260		117		143	
erfolgreich	111	42.7	44	37.6	67	46.9
Singen	215		87		128	
erfolgreich	58	27.0	12	13.8	46	35.9
Schachtel	450		227		223	
erfolgreich	86	19.1	45	19.8	41	18.4
Kuckuck	223		105		118	
erfolgreich	112	50.2	55	52.4	57	48.3
Ausschlag	122		51		71	
erfolgreich	100	82.0	41	80.4	59	83.1
Steckdose	97		43		54	
erfolgreich	43	44.3	20	46.5	23	42.6

*Anmerkung.* Ratio = Erfolgsquote in %.

Betrachtet man die absoluten Häufigkeiten der erfolgreich und nicht erfolgreich durchgeführten Versuche für die in den finalen Analysen berücksichtigte Stichprobe ( $n = 19$ ) genauer (Abb. 6 und Tab. 5), so zeigt sich ein ähnliches Bild wie

<sup>4</sup> Der Mittelwert basiert auf den erfolgreich durchgeführten Szenarien für jedes Kind.

bereits unter Berücksichtigung der gesamten Stichprobe. Hier wurde das Szenario *Liebe* insgesamt 166 mal durchgeführt, das Szenario *Singen* 141 mal, das Szenario *Schachtel* insgesamt 308 mal und die Szenarien *Kuckuck*, *Ausschlag* und *Steckdose* insgesamt 147 mal, 82 mal und 61 mal. Die Häufigkeiten weichen somit signifikant von einer Gleichverteilung ab ( $\chi^2(5) = 250.945, p < .001$ ). Auch hier unterscheiden sich die eindeutig positiven Szenarien (*Liebe*, *Singen* und *Kuckuck*) nicht in ihrer Präsentationshäufigkeit ( $\chi^2(2) = 2.251, p = .324$ ), ebenso wenig wie die eindeutig negativen (*Ausschlag* und *Steckdose*) Szenarien ( $\chi^2(1) = 3.083, p = .080$ ).

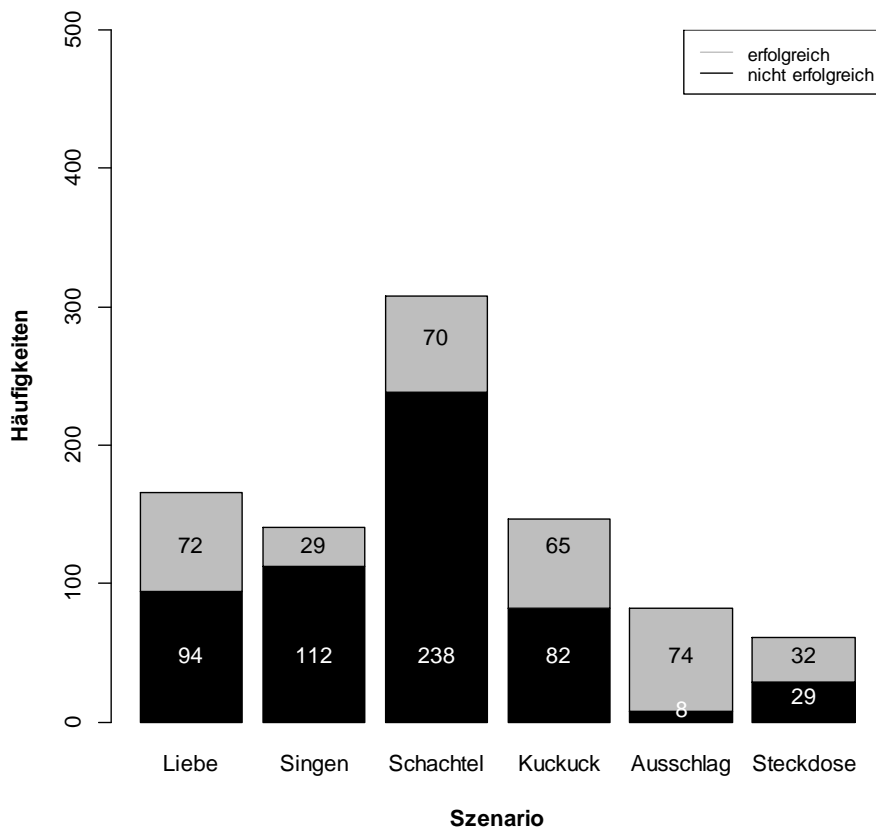


Abbildung 6. Absolute Häufigkeiten der erfolgreich und nicht erfolgreich durchgeführten Versuche der finalen Analysestichprobe ( $n = 19$ ).

Eine Untersuchung der Erfolgsrate zeigte für die positiven Szenarien *Liebe* eine Erfolgsquote von 43,4%, für *Singen* 20,6% und für *Kuckuck* 44,2%. Bei den negativen Szenarien verliefen beim Szenario *Ausschlag* 90,2% aller Versuche erfolgreich, bei *Steckdose* 52,4% der Versuche (vgl. Tab. 5).

Tabelle 5

*Absolute Häufigkeiten der durchgeführten und erfolgreichen Szenarien der finalen Analysestichprobe (n = 19).*

<b>Szenario</b>	Overall	Ratio	Mädchen	Ratio	Jungen	Ratio
Liebe	166		65		101	
erfolgreich	72	43.4	26	40.0	46	45.5
Singen	141		62		79	
erfolgreich	29	20.6	10	16.1	19	24.1
Schachtel	308		154		154	
erfolgreich	70	22.7	39	25.3	31	20.1
Kuckuck	147		69		78	
erfolgreich	65	44.2	32	46.4	33	42.3
Ausschlag	82		34		48	
erfolgreich	74	90.2	29	85.3	45	93.8
Steckdose	61		28		33	
erfolgreich	32	52.4	15	53.6	17	51.5

*Anmerkung.* Ratio = Erfolgsquote in %.

Abschließend wurde die Einigkeit der beiden Untersucher bezüglich der Bewertung der einzelnen Durchgänge bestimmt (vgl. Kap. 2.5). Die Interrater-Reliabilität der Emotionsbewertung der beiden Untersucher unabhängig voneinander belief sich auf Cohens Kappa 0.70, was laut Landis & Koch für eine beachtliche Übereinstimmung spricht (Landis & Koch, 1977).

### 3.3 Analyse der Herzfrequenz

Deskriptiv betrachtet fanden sich Unterschiede zwischen der Messung der Herzfrequenz während der Baseline-, der positiven und der negativen Bedingung. Während der Median für die Bedingung Baseline des 10-Sekunden-Segments bei 144 Herzschlägen pro Minute lag, belief sich dieser Wert in der positiven Bedingung auf 132 Herzschläge pro Minute und in der negativen Bedingung auf 156 Herzschläge pro Minute (vgl. Tabelle 6). Betrachtet man die in Tabelle 11 (s. Anhang) abgetragenen Informationen zur Schiefe und Kurtosis, zeigten sich je nach Bedingung der gemessenen Herzfrequenz geringfügige bis moderate Abweichungen von der Normalverteilung.

Tabelle 6  
 Deskriptive Ergebnisse der Herzfrequenz.

Variable	Gesamt					
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Herzfrequenz_10_b	19	139.89	11.84	144.00	120.00	162.00
Herzfrequenz_10_p	19	136.74	10.12	132.00	120.00	156.00
Herzfrequenz_10_n	19	157.26	14.78	156.00	126.00	186.00

Anmerkung. *n* = Stichprobengröße; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *Mdn* = Median; *Min* = Minimum; *Max* = Maximum; Herzfrequenz\_10\_b = HF 10-Sekunden-Segment Baseline; Herzfrequenz\_10\_p = HF 10-Sekunden-Segment Positiv; Herzfrequenz\_10\_n = HF 10-Sekunden-Segment Negativ. Für zusätzliche Informationen zur Schiefe und Kurtosis vgl. Tabelle 11 im Anhang.

Des Weiteren wurde eine Überprüfung der Normalverteilung der Herzfrequenz bei den drei unterschiedlichen Bedingungen (Positiv, Negativ und Baseline) vorgenommen. Hierbei zeigte sich für die Herzfrequenz sowohl in der positiven Bedingung ( $D(19) = 0.259, p = .002$ ) als auch in der negativen Bedingung ( $D(19) = 0.206, p = .033$ ) eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung nach dem Kolmogorow-Smirnow-Test. Für die Baseline-Bedingung wurde der Test hingegen nicht statistisch signifikant ( $D(19) = 0.173, p = .136$ ).

Betrachtet man die Histogramme (Abb. 7) so fallen auch hier, je nach Bedingung, teilweise deutliche Abweichungen von der Normalverteilung auf. Diese Abweichungen bestätigen die weitere inferenzstatistische Auswertung mittels nicht-parametrischer Signifikanztests.



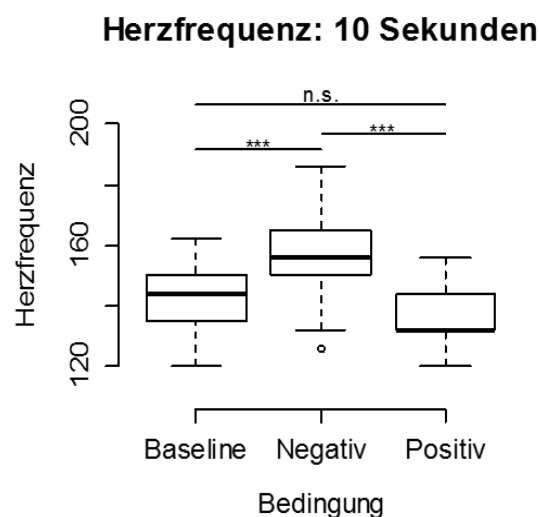
Abbildung 7. Histogramme zur Prüfung der Normalverteilung.



Bei der Untersuchung möglicher Unterschiede der Herzfrequenz mittels Friedmans ANOVA-Test zwischen den drei Bedingungen zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied für die Herzfrequenz der 10-Sekunden-Segmente ( $\chi^2(2) = 25.62, p < .001$ ).

Wie in Abbildung 8 zu erkennen, zeigte sich bei der Testung möglicher Unterschiede mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test der einzelnen Bedingungen für die 10-Sekunden-Segmente zwischen der Herzfrequenz bei den Bedingungen Baseline ( $Mdn = 144.00$ ) und Negativ ( $Mdn = 156.00$ ) ein signifikanter Unterschied ( $Z = 3.743, p < .001$ ). Darüber hinaus ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Bedingungen Positiv ( $Mdn = 132.00$ ) und Negativ ( $Z = 3.624, p < .001$ ). Der Unterschied zwischen den Bedingungen Baseline und Positiv war hingegen nicht statistisch signifikant ( $Z = 1.058, p = .290$ ).

Errechnet man das korrigierte  $\alpha'$  mit Hilfe der Korrektur nach Bonferroni, so ergibt sich ein korrigiertes  $\alpha'$  von .017. Dieser Wert wird augenscheinlich bei allen signifikanten paarweisen Vergleichen unterschritten. Somit sind die Unterschiede auch nach der Bonferroni-Korrektur statistisch signifikant.



**Abbildung 8.** Ergebnisse der Untersuchung der Herzfrequenzunterschiede nach Bedingung und Emotionsdauer. Abgebildet sind Unterschiede zwischen den jeweiligen Bedingungen (Baseline versus Negativ; Baseline versus Positiv; Negativ versus Positiv).  
 \*\*\*  $p < .001$ ; \*\*  $p < .010$ ; \*  $p < .05$ ; n.s. = nicht signifikant.

### 3.4 Separate Untersuchung von Mädchen und Jungen

Zunächst wurde die deskriptive Statistik getrennt für Mädchen und Jungen berechnet. Wie in Tabelle 7 und 8 ersichtlich, unterscheiden sich Mädchen und Jungen deskriptiv kaum im Alter und in den IBQ-Ergebnissen ( $N = 30$ ). Es zeigten sich hingegen deskriptive Unterschiede zwischen den jeweiligen Bedingungen der Analysestichprobe ( $n = 19$ ). Während der Median für die Bedingung Baseline des 10-Sekunden-Segments der Mädchen ( $n = 8$ ) bei 141 Herzschlägen pro Minute lag, belief sich dieser Wert bei den Jungen ( $n = 11$ ) auf 144 Herzschläge pro Minute.

Tabelle 7  
Deskriptive Ergebnisse Mädchen.

Variable	Mädchen					
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Alter	13	23.77	3.81	24.29	17.71	31.71
IBQ_Surgency	13	4.43	0.55	4.42	3.20	5.00
IBQ_Negative_Affect	13	3.75	1.11	3.64	1.46	5.42
IBQ_Effortful_Control	13	5.14	0.82	5.10	4.00	6.73
Herzfrequenz_10_b	8	141.75	12.80	141.00	120.00	162.00
Herzfrequenz_10_p	8	134.25	7.13	132.00	126.00	150.00
Herzfrequenz_10_n	8	164.25	14.68	159.00	150.00	186.00

*Anmerkung.* *n* = Stichprobengröße; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *Mdn* = Median; *Min* = Minimum; *Max* = Maximum; Herzfrequenz\_10\_b = HF 10-Sekunden-Segment Baseline; Herzfrequenz\_10\_p = HF 10-Sekunden-Segment Positiv; Herzfrequenz\_10\_n = HF 10-Sekunden-Segment Negativ. Für zusätzliche Informationen zur Schiefe und Kurtosis vgl. Tabelle 13 im Anhang.

Im 10-Sekunden-Segment der positiven Bedingung zeigte sich bei den Mädchen eine tendenziell niedrigere Herzfrequenz von 132 Schlägen pro Minute im Vergleich zu den Jungen mit einer Frequenz von 144 Schlägen pro Minute. Bei der negativen Bedingung lagen die Herzschläge der Mädchen bei 159 pro Minute, die der Jungen bei 156 pro Minute.

Tabelle 8  
 Deskriptive Ergebnisse Jungen.

Variable	Jungen					
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Alter	17	23.49	3.44	24.29	18.00	30.43
IBQ_Surgency	17	4.52	0.61	4.50	3.10	5.77
IBQ_Negative_Affect	17	3.88	1.25	3.20	2.33	5.73
IBQ_Effortful_Control	17	4.93	0.56	4.89	4.08	5.92
Herzfrequenz_10_b	11	138.55	11.53	144.00	120.00	150.00
Herzfrequenz_10_p	11	138.55	11.84	144.00	120.00	156.00
Herzfrequenz_10_n	11	152.18	13.22	156.00	126.00	168.00

Anmerkung. *n* = Stichprobengröße; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *Mdn* = Median; *Min* = Minimum; *Max* = Maximum; Herzfrequenz\_10\_b = HF 10-Sekunden-Segment Baseline; Herzfrequenz\_10\_p = HF 10-Sekunden-Segment Positiv; Herzfrequenz\_10\_n = HF 10-Sekunden-Segment Negativ. Für zusätzliche Informationen zur Schiefe und Kurtosis vgl. Tabelle 14 im Anhang.

Zunächst wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse für die Variablen Geschlecht (Zwischensubjektfaktor) und Emotion (Innersubjektfaktor) untersucht. Diesbezüglich erfolgte eine Prüfung der Annahme der compound symmetry (CR-Annahme) mittels Mauchly-Test. Hierbei zeigte sich, dass die CR-Annahme nicht verletzt wurde ( $\chi^2(2) = 0.703, p = .704$ ). Der in Abbildung 9 dargestellte Interaktionseffekt Geschlecht  $\times$  Emotion war statistisch signifikant ( $F(2,34) = 4.05, p = .026, \eta_p^2 = .19$ ). Es zeigte sich zudem ein signifikanter Haupteffekt für die Emotion ( $F(2,34) = 32.87, p < .001$ ), aber kein Haupteffekt für das Geschlecht ( $F(1,17) = .65, p = .432$ ). Darüber hinaus zeigte eine Analyse der simple main effects keine signifikanten Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen für alle Ausprägungen des Innersubjektfaktors Emotion: Weder für die positive Bedingung ( $M$  Jungen = 138.55,  $M$  Mädchen = 134.25;  $t(16.57) = -0.983, p = .340$ ) oder für die negative Bedingung ( $M$  Jungen = 152.18,  $M$  Mädchen = 164.25;  $t(14.23) = 1.877, p = .086$ ), noch für die neutrale Bedingung ( $M$  Jungen = 138.54,  $M$  Mädchen = 141.75;  $t(14.23) = .562, p = .583$ ). In Bezug auf die Unterschiede zwischen den Innersubjektfaktoren bei den Mädchen zeigten sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen der positiven und der negativen Bedingung ( $t(7) = -6.83, p < .001$ ) sowie zwischen der negativen Bedingung und der neutralen Bedingung ( $t(7) = 4.848, p = .002$ ). Bei den Jungen war ebenfalls der Unterschied zwischen

der positiven und der negativen Bedingung ( $t(10) = -3.30, p = .008$ ) sowie der negativen und der neutralen Bedingung statistisch signifikant ( $t(10) = 4.847, p = .001$ ).

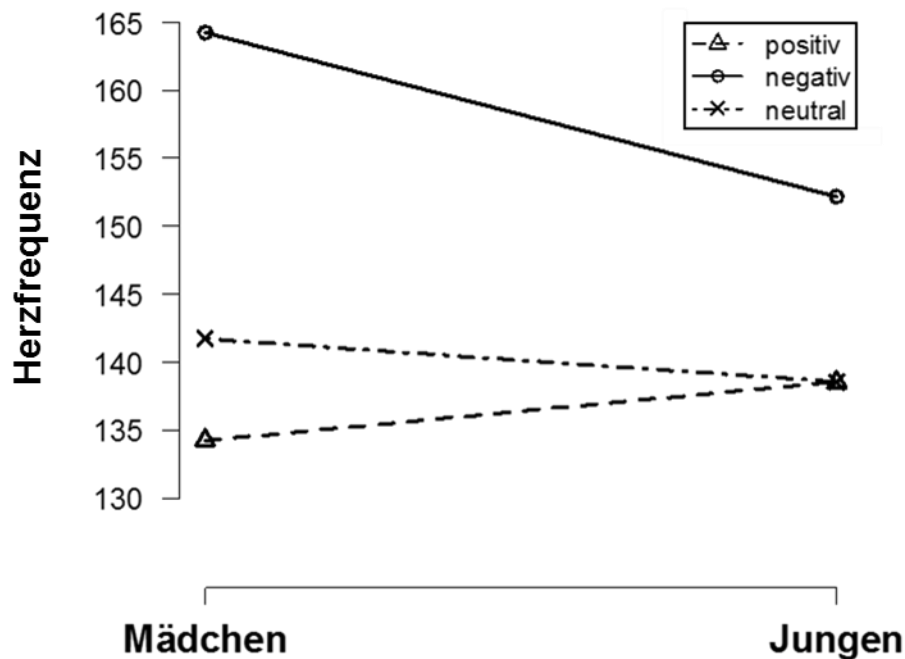
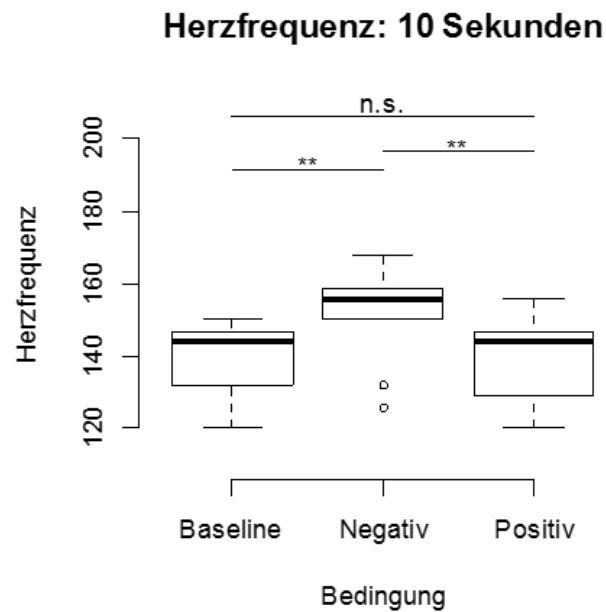


Abbildung 9. Interaktionsplot einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor (Geschlecht  $\times$  Emotion).

Im Anschluss an diese Auswertung erfolgte ebenfalls eine vertiefende Betrachtung möglicher Geschlechterunterschiede der finalen Analysestichprobe in Bezug auf Herzfrequenzunterschiede in den Bedingungen Positiv, Negativ und Baseline. Hierbei zeigten sich im 10-Sekunden-Segment sowohl für Jungen ( $\chi^2(2) = 13.00, p < .001$ ) als auch für Mädchen ( $\chi^2(2) = 13.87, p < .001$ ) die bereits unter Berücksichtigung der gesamten Stichprobe gefundenen Unterschiede mittels Friedmans ANOVA-Test.

In der Folge zeigte sich mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests im Vergleich der Bedingungen der 10-Sekunden-Segmente für die Jungen ein signifikanter Unterschied zwischen der negativen Bedingung ( $Mdn = 156.00$ ) und der positiven Bedingung ( $Mdn = 144.00, Z = 2.573, p = .010$ ) sowie zwischen der Bedingung Baseline ( $Mdn = 144.00$ ) und der negativen Bedingung ( $Z = 2.820, p = .005$ ; vgl. Abb. 10). Der Unterschied zwischen der Bedingung Baseline ( $Mdn = 144.00$ ) und der Bedingung Positiv ( $Mdn = 144.00$ ) wurde hingegen nicht statistisch signifikant

( $Z = 0.085$ ,  $p = .932$ ).



*Abbildung 10.* Ergebnisse der Untersuchung der Herzfrequenzunterschiede nach Bedingung und Emotionsdauer für Jungen. Abgebildet sind Unterschiede zwischen den jeweiligen Bedingungen (Baseline versus Negativ; Baseline versus Positiv; Negativ versus Positiv). \*\*\*  $p < .001$ ; \*\*  $p < .010$ ; \*  $p < .05$ ; n.s. = nicht signifikant.

Bei der Untersuchung der 10-Sekunden-Segmente der Mädchen zeigte sich ebenfalls ein statistisch signifikanter Unterschied der Herzfrequenz zwischen der negativen Bedingung ( $Mdn = 159.00$ ) und der positiven Bedingung ( $Mdn = 132.00$ ;  $Z = 2.539$ ,  $p = .011$ ; vgl. Abb. 11). Darüber hinaus war der Unterschied zwischen der Bedingung Baseline ( $Mdn = 141.00$ ) und der negativen Bedingung ( $Mdn = 159.00$ ;  $Z = 2.539$ ,  $p = .011$ ) ebenfalls statistisch signifikant. Der Unterschied zwischen der Bedingung Baseline ( $Mdn = 141.00$ ) und der positiven Bedingung ( $Mdn = 132.00$ ) wurde hingegen nicht statistisch signifikant ( $Z = 1.807$ ,  $p = .071$ ).

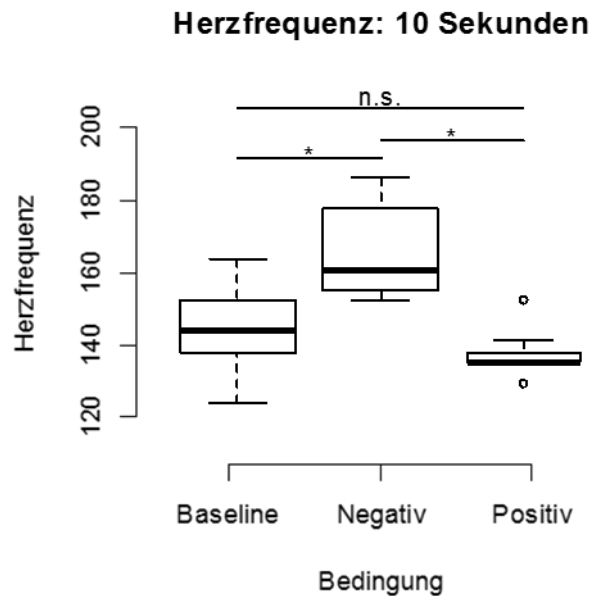


Abbildung 11. Ergebnisse der Untersuchung der Herzfrequenzunterschiede nach Bedingung und Emotionsdauer für Mädchen. Abgebildet sind Unterschiede zwischen den jeweiligen Bedingungen (Baseline versus Negativ; Baseline versus Positiv; Negativ versus Positiv). \*\*\*  $p < .001$ ; \*\*  $p < .010$ ; \*  $p < .05$ ; n.s. = nicht signifikant.

Neben den Vergleichen der Herzfrequenz der verschiedenen Bedingungen innerhalb der Mädchen und der Jungen wurden ebenfalls Unterschiede zwischen den Geschlechtern mittels Mann-Whitney-U-Test in den jeweiligen Bedingungen untersucht. Hierbei fanden sich für keine der Bedingungen statistisch signifikante Geschlechterunterschiede (Positiv:  $U = 36.00$ ,  $p = .496$ ; Negativ:  $U = 27.50$ ,  $p = .164$ ; Baseline:  $U = 39.50$ ,  $p = .705$ ).

### 3.5 Überprüfung von Alterseffekten

In einem weiteren Schritt wurde untersucht, ob sich Unterschiede zwischen älteren und jüngeren Kindern in Bezug auf die Herzfrequenzen in den einzelnen Bedingungen finden. Hierzu wurde zunächst eine Unterteilung der Probanden in eine ältere und eine jüngere Gruppe auf Basis des Medians des Alters vorgenommen (*Median-Split*).<sup>5</sup> Die jüngere Probandengruppe war im Mittel  $M = 20.34$  Wochen alt ( $SD = 2.20$ ;  $Mdn = 20.36$ ), die ältere Gruppe im Mittel  $M = 26.10$  Wochen ( $SD = 2.24$ ;  $Mdn = 25.71$ ). Bei der Überprüfung möglicher Unterschiede mittels

<sup>5</sup> Die Berechnung des Medians ( $Mdn = 23.86$ ) basierte auf der finalen Analysestichprobe ( $n = 19$ ).

Mann-Whitney-U-Test zwischen den beiden Gruppen in den einzelnen Bedingungen fanden sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen jüngeren und älteren Probanden in Bezug auf die Herzschläge pro Minute (Positiv:  $U = 39.00$ ,  $p = .613$ ; Negativ:  $U = 35.00$ ,  $p = .405$ ; Baseline:  $U = 33.50$ ,  $p = .338$ ).

Bezüglich der Erfolgsquote zeigten sich hingegen beispielsweise für die Bereiche *Liebe*, *Schachtel* und *Kuckuck* statistisch signifikante Unterschiede zwischen älteren und jüngeren Kindern (vgl. Tabelle 9). Für das Szenario *Liebe* lag die Erfolgsquote bei jüngeren Kindern bei rund 31%, bei älteren Kindern hingegen bei knapp 55% ( $\chi^2(1) = 6.72$ ,  $p < .01$ ). Während ältere Kinder beim Szenario *Schachtel* rund 33% der Versuche erfolgreich absolvierten, fiel diese Quote bei jüngeren Kindern mit rund 11% signifikant niedriger aus ( $\chi^2(1) = 22.86$ ,  $p < .001$ ). Ein ähnlicher Unterschied zeigte sich beim Szenario *Kuckuck* ( $\chi^2(1) = 4.45$ ,  $p < .05$ ).

Tabelle 9  
Absolute Häufigkeiten der durchgeführten und erfolgreichen Szenarien in Abhängigkeit des Alters ( $n = 19$ ).

Szenario	Gruppe: jung	Ratio	Gruppe: alt	Ratio	$\chi^2$	p-Wert
Liebe erfolgreich	80 25	31.25	86 47	54.65	6.72	<.010
Singen erfolgreich	74 13	17.57	67 16	23.88	0.31	.580
Schachtel erfolgreich	143 15	10.49	165 55	33.33	22.86	<.001
Kuckuck erfolgreich	76 24	31.58	71 41	57.75	4.45	<.050
Ausschlag erfolgreich	44 42	95.45	38 32	84.21	1.35	.245
Steckdose erfolgreich	34 20	58.82	27 12	44.44	2.00	.157

Anmerkung. Ratio = Erfolgsquote in %.

### 3.6 Analyse von 20- und 30-Sekunden-Segmenten

Wie bereits im Kapitel 2.7 und 2.8 thematisiert erfolgt anschließend eine vergleichende Betrachtung der Herzfrequenz bei den drei Bedingungen (Positiv, Negativ und Baseline) für 20- und 30-Sekunden Segmente.

Deskriptiv finden sich für die 20- und 30-Sekunden-Segmente ebenso Unterschiede in der Herzfrequenz bei der Baseline-, der positiven und der negativen Bedingung (vgl. Tab. 10). Betrachtet man die in Tabelle 11 (s. Anhang) abgetragenen Informationen zur Schiefe und Kurtosis, zeigen sich auch hier je nach Messdauer der Herzfrequenz geringfügige bis moderate Abweichungen von der Normalverteilung. Mit Zunahme der Segmentdauer fiel die Anzahl der zu berücksichtigenden Probanden ab, da die Reaktion der Säuglinge auf den Stimulus überwiegend in den ersten 10 Sekunden erfolgte.

Tabelle 10

*Deskriptive Ergebnisse der Herzfrequenz aller Segmente (10-, 20-, 30-Sekunden).*

Variable	Gesamt					
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Herzfrequenz_10_b	19	139.89	11.84	144.00	120.00	162.00
Herzfrequenz_20_b	17	139.76	14.15	138.00	114.00	162.00
Herzfrequenz_30_b	16	138.50	13.63	138.00	114.00	156.00
Herzfrequenz_10_p	19	136.74	10.12	132.00	120.00	156.00
Herzfrequenz_20_p	12	135.50	9.03	133.50	123.00	147.00
Herzfrequenz_30_p	9	135.33	11.18	134.00	120.00	150.00
Herzfrequenz_10_n	19	157.26	14.78	156.00	126.00	186.00
Herzfrequenz_20_n	9	148.67	10.40	156.00	129.00	156.00
Herzfrequenz_30_n	2	143.00	18.38	143.00	130.00	156.00

*Anmerkung.* *n* = Stichprobengröße; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *Mdn* = Median; *Min* = Minimum; *Max* = Maximum; Herzfrequenz: Herzfrequenz\_Sekunden\_b = Baseline; Herzfrequenz\_Sekunden\_p = Positiv; Herzfrequenz\_Sekunden\_n = Negativ. Für zusätzliche Informationen zur Schiefe und Kurtosis vgl. Tabelle 11 im Anhang.

Es wurde ebenfalls eine Überprüfung der Normalverteilung der Herzfrequenz bei den drei unterschiedlichen Bedingungen (Positiv, Negativ und Baseline) vorgenommen. Hierbei zeigte sich ausschließlich für die 20-Sekunden-Messung in der negativen Bedingung nach dem Kolmogorow-Smirnow-Test eine statistisch signifikante Abweichung von der Normalverteilung ( $D(9) = 0.315$ ,  $p = .010$ ). Für die 30-Sekunden-Messung in der negativen Bedingung konnte auf Grund der geringen Stichprobengröße keine Teststatistik berechnet werden.

Betrachtet man die Histogramme für alle Segmente (Abb. 12) so fallen auch hier, je nach Bedingung und Messdauer, teilweise deutliche Abweichungen von



der Normalverteilung auf.

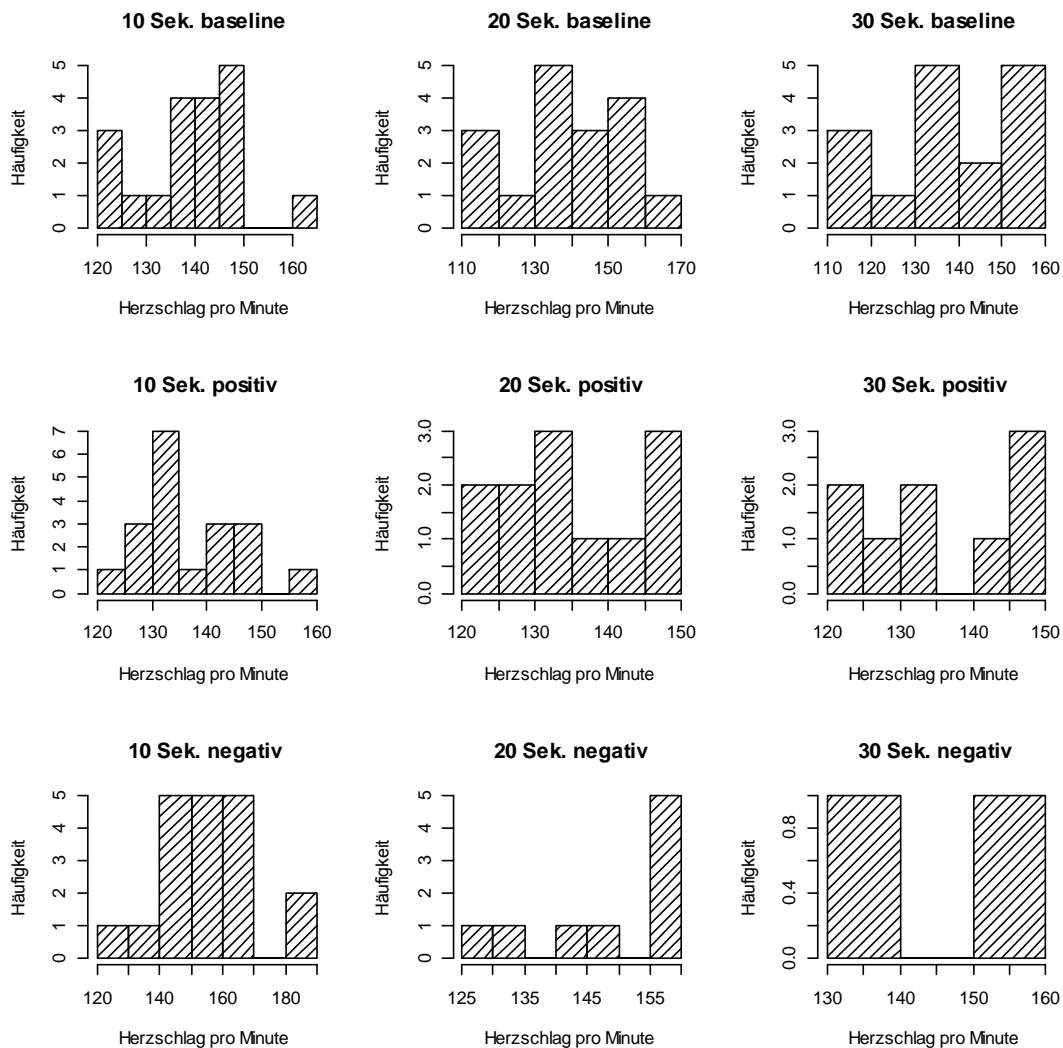


Abbildung 12. Histogramme zur Prüfung der Normalverteilung aller relevanten Untersuchungsvariablen.

Mittels Friedmans ANOVA-Test zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den drei Bedingungen für die 20-Sekunden-Segmente für die Herzfrequenz ( $\chi^2(2) = 12.61, p = .002$ ). Die Testung der 30-Sekunden-Segmente erbrachte hingegen keinen signifikanten Unterschied ( $\chi^2(2) = 4.00, p = .140$ ).

Anschließend erfolgte die Testung der Herzfrequenz der einzelnen Bedingungen mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test. Im 20-Sekunden-Segment (vgl. Abb. 13) fanden sich statistisch bedeutsame Unterschiede für die positive Bedingung ( $Mdn = 135.00$ ) gegenüber der negativen Bedingung ( $Mdn = 156.00$ ;  $Z =$

2.533,  $p = .011$ ) und für die Herzfrequenz der Baseline ( $Mdn = 135.00$ ) gegenüber der Messung in der negativen Bedingung ( $Mdn = 156.00$ ;  $Z = 2.533$ ,  $p = .011$ ). Auch hier lag kein signifikanter Unterschied zwischen den Bedingungen Baseline ( $Mdn = 136.50$ ) und Positiv ( $Mdn = 133.50$ ) vor ( $Z = 0.224$ ,  $p = .823$ ). Auch bei der 20-Sekunden-Messung wird der korrigierte  $\alpha$ -Wert von .017 von allen Ergebnissen der Signifikanztests unterschritten.<sup>6</sup>

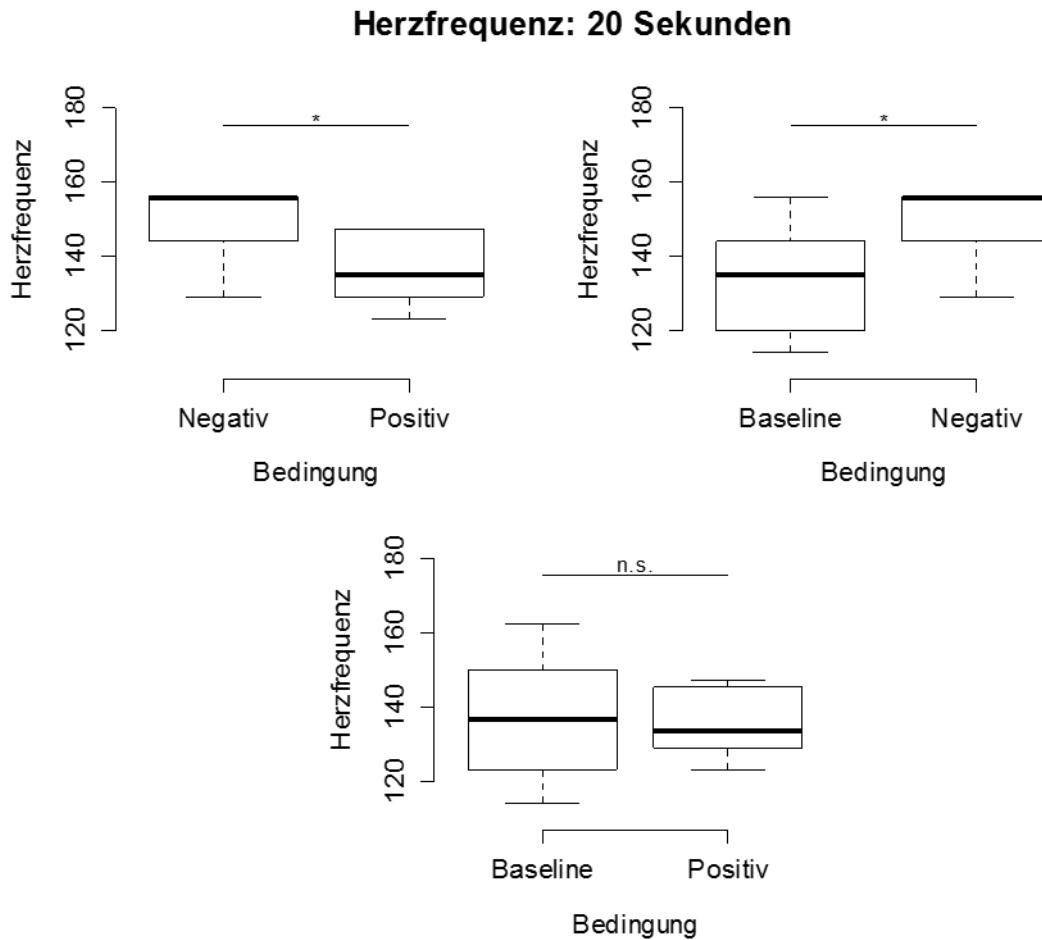


Abbildung 13. Ergebnisse der Untersuchung der Herzfrequenzunterschiede nach Bedingung und Emotionsdauer. Abgebildet sind Unterschiede zwischen den jeweiligen Bedingungen (Baseline versus Negativ; Baseline versus Positiv; Negativ versus Positiv).

\*\*\*  $p < .001$ ; \*\*  $p < .010$ ; \*  $p < .05$ ; n.s. = nicht signifikant.

Da bereits die Überprüfung für die 30-Sekunden-Messung mithilfe des Friedmans ANOVA-Tests nicht signifikant wurde, entfiel hier die weitere Testung der

<sup>6</sup> Die hier angegebenen Mediane basieren ausschließlich auf den paarweise verfügbaren Informationen und unterscheiden sich daher leicht von den Informationen der deskriptiven Statistik.

einzelnen Gruppenunterschiede.

Bezüglich des Geschlechts zeigte sich mittels Friedmans ANOVA-Test ein statistisch signifikanter Unterschied der Herzfrequenz in den 20-Sekunden-Segmenten der Jungen ( $\chi^2(2) = 9.00, p = .011$ ), nicht aber der Mädchen ( $\chi^2(2) = 3.71, p = .156$ ). Allerdings lagen hier für Mädchen nur noch Daten von zwei Probandinnen für alle drei Bedingungen vor. Für die 30-Sekunden-Segmente lagen für die Mädchen keine Daten mehr vor, für die Jungen lediglich von zwei Probanden ( $\chi^2(2) = 4.00, p = .135$ ; vgl. Tab. 13 und 14 im Anhang). Anschließend zeigte sich mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test für die 20-Sekunden-Segmente der Jungen ein statistisch signifikanter Unterschied der Herzfrequenz zwischen der negativen ( $Mdn = 156.00$ ) und der positiven Bedingung ( $Mdn = 138.00; Z = 2.207, p = .027$ ). Darüber hinaus wurde hier auch der Unterschied zwischen der Bedingung Baseline ( $Mdn = 141.00$ ) und der negativen Bedingung ( $Mdn = 156.00$ ) signifikant ( $Z = 2.207, p = .027$ ). Zwischen der Bedingung Baseline ( $Mdn = 141.00$ ) und der positiven Bedingung ( $Mdn = 138.00$ ) fand sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied ( $Z = 0.512, p = .609$ ). Für die 30-Sekunden-Messung wurden auf Grund des nicht signifikanten Ergebnisses des Friedmans ANOVA-Tests und der geringen Stichprobengröße keine paarweisen Vergleiche mehr vorgenommen. Für die 20-Sekunden-Segmente der Mädchen fanden sich bereits beim Friedmans ANOVA-Test keine statistisch signifikanten Unterschiede der Herzfrequenz zwischen den einzelnen Bedingungen. Unterschiede in den 30-Sekunden-Segmenten wurden auf Grund der wenigen vorliegenden Datenpunkte nicht berücksichtigt. Es wurden ebenfalls Unterschiede der Herzfrequenz zwischen den Geschlechtern mittels Mann-Whitney-U-Test in den jeweiligen Bedingungen untersucht. Hierbei fanden sich für keine Segmente und keine Bedingung signifikante Geschlechterunterschiede (20-Sekunden Positiv:  $U = 13.50, p = .511$ ; 20-Sekunden Negativ:  $U = 7.00, p = 1.000$ ; 20-Sekunden Baseline:  $U = 32.50, p = .806$ ; 30-Sekunden Positiv:  $U = 6.00, p = .325$ ; 30-Sekunden Negativ: keine weiblichen Fälle; 30-Sekunden Baseline:  $U = 26.50, p = .703$ ).

Bei der Überprüfung möglicher Altersunterschiede mittels Mann-Whitney-U-Test zwischen den jüngeren und älteren Probanden fanden sich für keine Segmente signifikante Unterschiede in Bezug auf die Herzschläge pro Minute (20-

Sekunden Positiv:  $U = 13.50$ ,  $p = .466$ ; 20-Sekunden Negativ:  $U = 3.00$ ,  $p = .060$ ; 20-Sekunden Baseline:  $U = 25.00$ ,  $p = .288$ ; 30-Sekunden Positiv:  $U = 5.00$ ,  $p = .219$ ; 30-Sekunden Negativ:  $U = 0.00$ ,  $p = .317$ ; 30-Sekunden Baseline:  $U = 27.00$ ,  $p = .632$ ).

Abschließend wurde geprüft, ob sich Unterschiede der Herzfrequenz bei der jeweiligen Bedingung im Vergleich mit der Messdauer der verschiedenen Segmente erkennen lassen. Es zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede der Herzschläge pro Minute innerhalb einer Emotion oder der Baseline im Vergleich mit der Messdauer (10-Sek. versus 20-Sek. Positiv:  $Z = .000$ ,  $p = 1.000$ ; 20-Sek. versus 30-Sek. Positiv:  $Z = .920$ ,  $p = .357$ ; 10-Sek. versus 30-Sek. Positiv:  $Z = 1.270$ ,  $p = .204$ ; 10-Sek. versus 20-Sek. Negativ:  $Z = .272$ ,  $p = .785$ ; 20-Sek. versus 30-Sek. Negativ:  $Z = 1.000$ ,  $p = .317$ ; 10-Sek. versus 30-Sek. Negativ:  $Z = -.447$ ,  $p = .655$ ; 10-Sek. versus 20-Sek. Baseline:  $Z = -.491$ ,  $p = .623$ ; 20-Sek. versus 30-Sek. Baseline:  $Z = -.424$ ,  $p = .672$ ; 10-Sek. versus 30-Sek. Baseline:  $Z = -.414$ ,  $p = .679$ )<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> An dieser Stelle wurde kein Friedmans ANOVA-Test verwendet, da dies jeweils zu einem Ausschluss aller Probanden geführt hätte, die nicht in allen drei Bedingungen gültige Werte aufweisen.

## 4. Diskussion

### 4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Ziel der vorliegenden Dissertation war es, den Einfluss von positiven und negativen Emotionen auf das ANS gemessen als Herzfrequenz bei vier bis sechs Monate alten Säuglingen genauer zu untersuchen. Hierbei sollte zum einen geprüft werden, ob sich die Herzfrequenz zwischen positiven und negativen Emotionen untereinander und im Vergleich zur Baseline-Messung unterscheiden und zum anderen, ob sich Unterschiede hinsichtlich des Geschlechts und des Alters der Probanden nachweisen lassen.

Zusammenfassend ließen die Ergebnisse einen statistisch signifikanten Unterschied der 10- und 20-Sekunden-Segmente der Herzfrequenz zwischen den Bedingungen Positiv und Negativ sowie zwischen der Bedingung Baseline und Negativ erkennen. Der Unterschied zwischen den Bedingungen Baseline und Positiv war hingegen nicht signifikant. Die Messung der Herzfrequenz der 30-Sekunden-Segmente zeigte keine statistisch signifikanten Unterschiede auf.

Besonders aufschlussreich war an dieser Stelle auch ein Blick auf die Verteilung der Herzschläge pro Minute (siehe Abb. 12). Hierbei wurden insbesondere zwei Aspekte deutlich. Zunächst stellte sich heraus, dass die Herzfrequenz (zumindest in der vorliegenden Stichprobe) nicht normalverteilt ist. Darüber hinaus zeigten sich Hinweise auf biologische Decken- und Bodeneffekte. So erreichte die Herzfrequenz in der negativen Bedingung tendenziell das biologisch mögliche und noch gesunde Maximum, während sich in der positiven Bedingung tendenziell Hinweise auf ein mögliches gesundes Minimum ergaben.

Hinsichtlich des Geschlechts ließen sich für die Herzfrequenz der 10-Sekunden-Segmente kaum Unterschiede erkennen. Sowohl bei Jungen als auch bei Mädchen zeigten sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen der Bedingung Positiv und Negativ und zwischen Baseline und Negativ. In der Messung der Herzfrequenz der 20-Sekunden-Segmente hingegen konnten diese signifikanten Unterschiede nur für die Jungen nachgewiesen werden. Die Herzfrequenz der 20-Sekunden-Segmente der Mädchen sowie die der 30-Sekunden-

Segmente der Jungen waren nicht signifikant. Allerdings lagen in der Herzfrequenzmessung der 20-Sekunden-Segmente der Mädchen nur noch Daten von zwei Probandinnen für alle drei Bedingungen vor. Für die Messung der 30-Sekunden-Segmente lagen für die Mädchen keine Daten mehr vor, für die Jungen lediglich von zwei Probanden. Bei der näheren Betrachtung der Interaktion Geschlecht  $\times$  Emotion zeigte sich ein statistisch signifikanter Interaktionseffekt sowie ein signifikanter Haupteffekt für die Emotion, aber kein Haupteffekt für das Geschlecht.

In Bezug auf das Alter ließen sich bei der Überprüfung möglicher Unterschiede zwischen jüngeren und älteren Probanden keine Unterschiede hinsichtlich der Herzfrequenz in den Bedingungen Baseline, Positiv und Negativ einerseits und der Messdauer andererseits nachweisen.

### **4.2 Einordnung der Ergebnisse**

Zusammenfassend legen die Ergebnisse der Analysen des Emotionserlebens bei Säuglingen nahe, dass bestimmte Muster des ANS bei Auslösung von Emotionen erkennbar sind, die Differenzierung und Interpretation dieser allerdings keine eindeutige Einordnung zu einer bestimmten Theorie zulässt. Die vorliegende Arbeit erweitert somit die in der Literatur bereits beschriebenen Befunde zum Emotionserleben von Säuglingen hinsichtlich der Herzfrequenz und des ANS.

In Bezug auf das Emotionserleben beschrieb bereits Sroufe (1979, 1995), dass Säuglinge selbst in ihren ersten Lebenswochen nur positive und negative Emotionen erleben können. Diese Betrachtung spiegelte sich auch in der vorliegenden Untersuchung wider. Die Videoaufnahmen und die sich anschließende Beurteilung des Emotionserlebens der Säuglinge mithilfe der erstellten Bewertungskriterien ließ eine Einordnung der Emotionen in positiv und negativ zu. Die statistisch signifikanten Unterschiede in der Herzfrequenz bei positiven im Gegensatz zu negativen Emotionen unterstrichen die Annahme, dass Säuglinge positive und negative Emotionen erleben und ausdrücken können.

Darüber hinaus postulierten Bornstein & Arterberry (2003), Serrano, Iglesias & Loeches (1992) und Fernald (1993), dass fünf Monate alte Kinder in der Lage

seien, zwischen positiven und negativen Emotionen anderer Personen ihrer Umgebung differenzieren zu können, die durch Lautäußerungen und Gesichtsausdrücke ausgelöst wurden. Auch diese These ließ sich durch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit stützen. Die Kinder zeigten als Reaktion auf positive Emotionen ausgelöst durch ein Elternteil vermehrt positives Verhalten im Sinne von Lächeln oder Annäherung. Auf negative Situationen reagierten sie dagegen überwiegend mit Abwendung oder Weinen, was insgesamt darauf hindeutet, dass Säuglinge im Alter von vier bis sechs Monaten positive und negative Emotionen in ihrer Umgebung wahrnehmen und interpretieren können.

In Bezug auf Veränderungen der Herzfrequenz konnten bereits Cohen, Izard & Simons (1986) Unterschiede bei Auslösung positiver im Gegensatz zu negativen Emotionen feststellen. Diese Befunde spiegeln sich teilweise auch in den Ergebnissen dieser Arbeit wider. Statistisch signifikante Unterschiede der Herzfrequenz wurden zwischen der Bedingung Negativ und Baseline sowie Negativ und Positiv festgestellt. Nicht signifikant unterschieden sich hingegen die Bedingungen Positiv und Baseline, liegen aber mit einem Median von 132.00 (Positiv) bzw. 144.00 (Baseline) Herzschlägen pro Minute deutlich unter dem Median der negativen Bedingung mit 156.00 Herzschlägen pro Minute (10-Sekunden-Segmente).

Übereinstimmungen zeigten sich auch im Vergleich mit Studien der Erwachsenenforschung. So postulierten Ekman, Levenson & Friesen (1983) einen generellen Herzfrequenzanstieg bei sechs Basisemotionen. Dabei zeigte sich ein deutlicher Anstieg der Herzfrequenz bei Ärger und Furcht im Vergleich zu Freude, welcher sich auch in der vorliegenden Befundlage widerspiegelt.

Nicht abschließend geklärt bleibt mithin, wie es sich mit der Herzfrequenz während positiven Emotionen im Vergleich zur Baseline-Messung verhält. In der Literatur zeigt sich, ähnlich wie in den vorliegenden Daten, ein eher uneinheitliches Bild. Während Ekman, Levenson & Friesen (1983) bei Erwachsenen von einem Herzfrequenzanstieg bei der Emotion Freude im Vergleich zur Baseline ausgehen, berichten Santesso, Schmidt & Trainor (2007) von einem Herzfrequenzabfall bei 9 monatigen Säuglingen bei der Bedingung Freude/Liebe ausgelöst durch Babysprache. In der vorliegenden Studie zeigten sich in Bezug auf die reinen

Medianwerte der Herzfrequenzmessung der 10-, 20- und 30-Sekunden-Segmente tendenziell niedrigere Werte in der Bedingung Positiv (132.00, 133.50 und 134.00 Herzschläge pro Minute) als in der Bedingung Baseline (144.00, 138.00 und 138.00 Herzschläge pro Minute). Interessanterweise lag der Median der Herzfrequenz der Mädchen in der positiven Bedingung der 10-Sekunden-Segmente (*Mdn* = 132.00) deutlich unter dem der Jungen (*Mdn* = 144.00), wurde aber nicht statistisch signifikant. Insgesamt lässt sich also kein generalisierbares Fazit zur Unterscheidung der Herzfrequenz in den Bedingungen Positiv und Baseline ziehen.

Eine besondere Herausforderung in der Forschung mit Kindern stellt weiterhin die Erfassung der emotionalen Reaktion des Kindes dar. Während in der vorliegenden Studie zusätzlich zur Videoaufnahme eine separate Analyse des Emotionsverhaltens der Säuglinge mit Bewertungskriterien erfolgte, gehen andere Untersuchungen davon aus, dass die Kinder die Emotionen zeigten, die von den Versuchsleitern erwartet wurden, ohne dass diese in irgendeiner Weise kontrolliert wurden (Santesso, Schmidt & Trainor, 2007; Serrano, Iglesias & Loeches, 1992).

Zu diskutieren ist ebenfalls, ob eine Messdauer der Herzschläge von 10, 20 und 30 Sekunden ausreicht, um daraus die Herzfrequenz zu ermitteln. Studien zeigten, dass eine Serie von 30 – 40 Herzschlägen reicht, um daraus die Herzfrequenz zu bestimmen (Palatini et al., 2006). Bei der Herzfrequenzbestimmung der 10- und 20-Sekunden-Segmente während der Auslösung negativer Emotionen beispielsweise wurde diese Serie weitestgehend erfüllt. Zudem zeigten sich keine signifikanten Unterschiede der Herzschläge pro Minute innerhalb einer Emotion oder der Baseline im Vergleich mit der Messdauer (10- vs. 20- vs. 30-Sekunden-Segmente). Aufgrund der bereits oben berichteten signifikanten Unterschiede der Herzfrequenz zwischen der positiven und negativen Bedingung und der negativen und Baseline-Bedingung sowohl für die 10- als auch für die 20-Sekunden-Segmente könnte man schlussfolgern, dass eine Messung der Herzschläge bereits für 10 Sekunden ausreicht, um die Herzfrequenz korrekt zu bestimmen. Da das ANS bei zu langen Emotionsstimuli ermüdet und adaptiert und somit nicht mehr das gewünschte Ergebnis zeigen würde, scheint eine 10-



Sekunden-Messdauer der Emotionen ebenfalls passend (Levenson, 1988).

Nachdem eine grobe Einordnung der Ergebnisse in die aktuellen Forschungsbefunde zum Emotionserleben bei Säuglingen erfolgt ist, sollen nun einige Ausführungen hinsichtlich der praktischen Relevanz und Bedeutung der Untersuchungsergebnisse für die Emotionsforschung folgen. Diese müssen zwangsläufig vor dem Hintergrund verschiedener Limitationen der vorliegenden Studie interpretiert werden (Kapitel 4.3).

Hinsichtlich der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit kann geschlussfolgert werden, dass anhand der gemessenen Herzfrequenzveränderung als Parameter der Aktivität des ANS negative Emotionen eindeutig von positiven Emotionen und der Baseline abgegrenzt werden können. Des Weiteren bedeutet dies, dass man u.a. mit Hilfe der Herzfrequenzmessung zwischen positiven und negativen Emotionen unterscheiden könnte, die Herzfrequenz also einen wichtigen Teil auf dem Weg der Emotionserkennung bei Säuglingen und der Etablierung eines BCI darstellt, es auf diesem Weg aber weitere Studien in diesem Forschungsfeld bedarf und u.a. auch die EEG-Auswertung der vorliegenden Untersuchung.

### **4.3 Limitationen der Untersuchung**

Eine besondere Bedeutung im Hinblick auf die Interpretation der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung nimmt neben der Auswahl eines adäquaten Untersuchungsdesigns auch die Auswahl der Stichprobe und Stichprobengröße ein.

Diesbezüglich lässt sich zunächst prüfen, wie hoch die Wahrscheinlichkeit war, sich bei Verwendung eines bestimmten statistischen Tests korrekterweise für die Alternativhypothese zu entscheiden, gegeben der Stichprobengröße, einem erwarteten Effekt und einem Alpha-Fehler (Post hoc-Analyse). Äquivalent zu diesem Vorgehen lässt sich auch die benötigte minimale Stichprobengröße bestimmen, die man benötigt, um einen zuvor definierten Effekt aufzudecken, gegeben zuvor festgelegter Alpha- und Beta-Fehlerwahrscheinlichkeiten (A priori-Analyse). Die Wahrscheinlichkeit, sich korrekterweise für die Alternativhypothese zu entscheiden, wird in der wissenschaftlichen Literatur als *Power* bezeichnet (Eid, Gollwitzer, Schmitt, 2011). Die Power eines statistischen Tests sollte mindestens bei .80 liegen und bildet die Gegenwahrscheinlichkeit zum Beta-Fehler (1-Beta).

Bei einer Power von .80 liegt der Beta-Fehler, d.h. die Wahrscheinlichkeit, sich fälschlicherweise für die Nullhypothese zu entscheiden, entsprechend bei .20. Im Programm G\*Power (Faul, Erdfelder, Lang & Buchner, 2009) sind verschiedene Berechnungsprozeduren für Post hoc-Analysen implementiert. Gegeben der tatsächlich realisierten Stichprobengröße von  $n = 19$ , einem mittelstarken Effekt ( $d = 0.50$ ; vgl. Cohen, 1988) und einer Alpha-Fehlerwahrscheinlichkeit von .05 liegt die Power für einen Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test im within-subject design bei .52. Für die ursprünglich anvisierte Stichprobe von  $N = 30$  hätte die Power bei .73 gelegen. Die Wahrscheinlichkeit, sich korrekterweise für die Alternativhypothese zu entscheiden, gegeben eines kleinen Effekts ( $d = 0.30$ ), liegt für die Stichprobengröße  $N = 19$  hingegen nur bei .34. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass die ursprüngliche, gerichtete Power-Analyse mit einer Effektstärke von  $d = 0.5$  und einer Power von .80 zu einer Stichprobengröße von  $N = 27$  geführt hat. Diese Zahlen verdeutlichen die besondere Bedeutung von großen Stichproben, die trotz der Herausforderungen bei der Rekrutierung von Kleinkindern berücksichtigt werden müssen. Eine entsprechend größere Stichprobe hätte möglicherweise auch zu einem signifikanten Unterschied der Herzfrequenz zwischen den Bedingungen Baseline ( $Mdn = 144.00$ ) und Positiv ( $Mdn = 132.00$ ) der 10-Sekunden-Segmente geführt, ebenso wie dieser Unterschied zwischen der positiven Bedingung ( $Mdn = 132.00$ ) und der Bedingung Baseline ( $Mdn = 141.00$ ) bei den Mädchen für die 10-Sekunden-Segmente vermutlich signifikant geworden wäre. Ähnlich verhält es sich auch für die between-subject Gruppenvergleiche, bei denen die Power auf Grund der geringen Stichprobe nochmals deutlich geringer ausfällt als bei den within-subject-Vergleichen. Betrachtet man die Ergebnisse des Innersubjektfaktors Emotion für die Herzfrequenz bei der Bedingung Negativ zwischen Mädchen und Jungen ( $M$  Mädchen = 164,25,  $M$  Jungen = 152,18,  $p = .086$ ), zeigt sich, dass der Unterschied bei einseitiger Testung ( $p/2 = .043$ ) signifikant geworden wäre. Dieser Unterschied könnte ebenfalls bei zweiseitiger Testung durch eine größere Stichprobe signifikant werden (vgl. Kap. 3.4).

Mithin ist auch nicht abschließend geklärt, inwieweit sich interkulturelle Unterschiede auf das Emotionserleben auswirken. So könnte beispielsweise das Auf-

wachsen in unterschiedlichen Gesellschaften einen frühen Einfluss auf die emotionale Entwicklung des Kindes haben (Camras et al., 1998).

Neben der Stichprobengröße war auch die Wirkung auf das ANS von entscheidender Bedeutung. Störeinflüsse wie beispielsweise Bewegungen und Lautäußerungen des Kindes, Tageszeit der Messung oder letzte Nahrungsaufnahme könnten die Physiologie des ANS und somit das Messergebnis beeinflussen und somit zu Artefakten führen (Fox, Kirwan & Reeb-Sutherland, 2012). Ein Ausschluss dieser Faktoren konnte nicht gänzlich sichergestellt werden. Des Weiteren adaptiert sich das ANS bei zu langen Emotionsstimuli an den Zustand und ermüdet (Levenson, 1988). Dies könnte neben der geringen Probandenzahl der Grund sein, warum die Ergebnisse der Herzfrequenz der 30-Sekunden-Segmente nicht signifikant waren.

Kritisch zu hinterfragen ist weiterhin, ob bei der Untersuchung eine ausreichende Standardisierung des Ablaufs erzielt werden konnte, da man auf die Bedürfnisse und Stimmungslage eines jeden Kindes individuell eingehen musste und es somit keinen festen, randomisierten Ablauf geben konnte. Die Compliance der Kinder, insofern man bei vier- bis sechsmonatigen Säuglingen von dieser sprechen kann, hing stark von der Tagesform ab.

#### **4.4 Forschungsdesiderata und Ausblick**

In Bezug auf die vorliegende Studie lassen sich verschiedene wünschenswerte Erweiterungen des aktuellen Forschungsstandes nennen, die in zukünftigen Studien Berücksichtigung finden sollten.

Eine größere Stichprobe könnte eine vielversprechende Möglichkeit bieten, alle Unterschiede mit einer hohen Power zu testen und ggf. weitere Unterschiede der Herzfrequenz zwischen den Bedingungen Positiv, Negativ und Baseline sowie des Interaktionseffekts Geschlecht  $\times$  Emotion aufdecken. Zudem sollten vermehrt ältere Säuglinge rekrutiert werden, da die vorliegende Studie einige Hinweise darauf liefert, dass das Alter einen Einfluss auf die Erfolgswahrscheinlichkeit bei den Szenarien gehabt haben könnte und sich somit auch auf die Generalisierbarkeit der Studienergebnisse auswirken könnte. In der vorliegenden Studie ließen sich jedoch abschließend keine Unterschiede zwischen jüngeren und

älteren Säuglingen in der Herzfrequenz nachweisen (vgl. Kap. 3.5).

Während in dieser Studie mit vier bis sechs Monate alten Kindern aufgrund des Entwicklungsstandes nur eine Unterscheidung von positiven und negativen Emotionen realistisch war, könnte mit älteren Säuglingen eventuell eine weitere Differenzierung der positiven und negativen Emotionen möglich sein, beispielsweise die Unterteilung der negativen Emotionen in Ärger, Furcht und Traurigkeit oder der positiven Emotionen in Freude, Überraschung und Interesse. Andererseits könnte die mit zunehmenden Alter fortschreitende motorische Entwicklung des Säuglings die Ableitung artefaktfreier elektrischer Signale mittels EEG oder EKG erschweren.

Um die Ergebnisse in Bezug auf das ANS zu erweitern, wäre eine Messung der Hauttemperatur während des Erlebens der Emotionen möglich (vgl. Ekman, Levenson & Friesen, 1983; Cohen, Izard & Simons, 1986) und durch die Nicht-Invasivität leicht durchführbar.

Zudem wäre eine Ergänzung der Herzfrequenzmessung durch Ableitung und Berechnung der HRV möglich (vgl. Kap. 1.1.2, Hottenrott, 2002). Diese Messung stellt spezielle Anforderungen z.B. an das ableitende EKG-Gerät, welche in der vorliegenden Arbeit nicht erfüllt werden konnten.

Zukünftig könnte auch die Auswertung der physiologischen Daten durch einen multivariaten Ansatz mithilfe des maschinellen Lernens die Emotionsforschung günstig beeinflussen (vgl. Kap. 1.1.2; Kragel & Labar, 2013).

Eine nähere Auswertung und Betrachtung der erhobenen EEG-Daten in Kombination mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit würde ebenfalls zu einer wichtigen Erweiterung des Forschungsstandes bezüglich der Emotionsverarbeitung und –erkennung bei vier bis sechs Monate alten Säuglingen beitragen und steht derzeit noch aus.

Die Messung und weitere Erforschung des Emotionsverhaltens auf Basis des vorliegenden Studiendesigns sollte anschließend auch mit Kindern, die an körperlichen und/oder geistigen Beeinträchtigungen leiden, durchgeführt und mit den vorliegenden Ergebnissen verglichen werden. Dadurch könnten mögliche Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen gesunden und betroffenen Kin-

dem aufgedeckt werden auf dem Weg, ein Emotionserkennungsgerät zu etablieren, dass langfristig und zukünftig betroffene Eltern in der Emotionsinterpretation unterstützen könnte.

### 5. Zusammenfassung

**Hintergrund.** Seit Jahrzehnten wird die Existenz messbarer, valider Reaktionen des ANS auf Emotionen in der Literatur der Emotionsforschung Erwachsener und Kinder diskutiert. Die vorliegende Arbeit behandelt die Frage, ob positive und negative Emotionen bei vier bis sechs Monate alten Säuglingen einen Einfluss auf das ANS gemessen als Herzfrequenz haben. Auf lange Sicht sollen die Ergebnisse dabei behilflich sein, ein Emotionserkennungsgerät (BCI) zu entwickeln, das die neurophysiologischen Signale des Kindes aufzeichnet und verarbeitet und somit Eltern dabei unterstützt, den emotionalen Zustand ihres Kindes besser zu verstehen.

**Stichprobe und Methode.** 30 gesunde Säuglinge im Alter von vier bis sechs Monaten sowie deren primärer Betreuer/-in wurden rekrutiert. Es wurden EEG- und EKG-Untersuchungen des Kindes durchgeführt (die Auswertung der EEG-Daten erfolgt in einer separaten Arbeit), während die Mutter / der Vater sechs unterschiedliche Szenarien (*Liebe ausdrücken; Singen; Schachtelmännchen; Kuckuckspiel; Ausschlag im Gesicht; Steckdose*) mit dem Kind durchspielte. Diese Durchgänge wurden mit einer Videokamera aufgezeichnet und später von zwei unabhängigen Untersuchern mithilfe von Bewertungskriterien interpretiert. Als erfolgreich galt ein Durchgang, wenn das Kind auf angenehme Szenarien mit eindeutig positivem Verhalten reagierte und auf unangenehme Szenarien eindeutig negatives Verhalten zeigte. Zudem wurde das Temperament eines jeden Kindes durch einen Fragebogen (IBQ) von den Eltern eingeschätzt. Es erfolgte die Ermittlung der Herzschläge für die Messdauer von 10, 20 und 30 Sekunden für die positiven, die negativen und die Baseline-Sequenzen. Anschließend wurden die innerhalb des Messzeitraums vorliegenden Herzschläge auf die Metrik Herzfrequenz transformiert.

**Ergebnisse.** Insgesamt konnten Daten von 19 Probandinnen und Probanden genutzt werden. Daten von elf Probanden konnten aufgrund von Störeinflüssen nicht ausgewertet werden. Mittels nicht parametrischer Signifikanztests zeigte sich bei der Untersuchung möglicher Unterschiede zwischen den drei Bedingungen Positiv, Negativ und Baseline ein statistisch signifikanter Unterschied der

Herzfrequenz für die 10- und 20-Sekunden-Segmente. Ebenfalls signifikant unterschied sich die Herzfrequenz der 10- und 20-Sekunden-Segmente sowohl für die Bedingung Positiv und die Bedingung Negativ, als auch für die Bedingung Negativ und die Baseline-Bedingung. Nicht statistisch signifikant war hingegen der Unterschied der Herzfrequenz zwischen den Bedingungen Baseline und Positiv. Hinsichtlich des Geschlechts und des Alters ließen sich keine eindeutigen Unterschiede in Bezug auf die Herzfrequenz nachweisen.

**Diskussion.** Die Ergebnisse zeigen, dass eine Unterscheidung zwischen positiven und negativen Emotionen bei vier bis sechs Monate alten Säuglingen anhand der Herzfrequenz möglich ist. Nicht eindeutig differenzieren lassen sich bisher positive Emotionen und die Baseline-Messung. Zukünftig wäre eine Untersuchung mit körperlich oder geistig beeinträchtigten Kindern sicher aufschlussreich, um Gemeinsamkeiten oder mögliche Unterschiede zu dieser Untersuchungspopulation aufzuzeigen. Des Weiteren könnte die gemeinsame Betrachtung der EEG- und EKG-Daten interessante Ergebnisse liefern.

## 6. Anhang

Tabelle 11

Deskriptive Ergebnisse der gesamten Stichprobe inkl. Angaben zur Schiefe und Kurtosis.

Variable	Gesamt							
	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Schiefe</i>	<i>Kurtosis</i>
Geschlecht (1 = m)	30	0.57	-	-	0.00	1.00	-	-
Alter (in Wochen)	30	23.61	3.54	24.29	17.71	31.71	0.11	-0.53
IBQ_Surgency	30	4.48	0.58	4.50	3.10	5.77	-0.42	0.17
IBQ_Negative_Affect	30	3.82	1.17	3.64	1.46	5.73	0.03	-1.17
IBQ_Effortful_Control	30	5.02	0.68	4.96	4.00	6.73	0.46	-0.38
Herzfrequenz_10_b	19	139.89	11.84	144.00	120.00	162.00	-0.34	-0.85
Herzfrequenz_20_b	17	139.76	14.15	138.00	114.00	162.00	-0.25	-1.23
Herzfrequenz_30_b	16	138.50	13.63	138.00	114.00	156.00	-0.28	-1.37
Herzfrequenz_10_p	19	136.74	10.12	132.00	120.00	156.00	0.31	-1.19
Herzfrequenz_20_p	12	135.50	9.03	133.50	123.00	147.00	0.07	-1.62
Herzfrequenz_30_p	9	135.33	11.18	134.00	120.00	150.00	-0.08	-1.80
Herzfrequenz_10_n	19	157.26	14.78	156.00	126.00	186.00	0.05	0.07
Herzfrequenz_20_n	9	148.67	10.40	156.00	129.00	156.00	-0.82	-1.11
Herzfrequenz_30_n	2	143.00	18.38	143.00	130.00	156.00	0.00	-2.75

Anmerkung. *N* = Stichprobengröße; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *Mdn* = Median; *Min* = Minimum; *Max* = Maximum; m = männlich; Herzfrequenz: Herzfrequenz\_Sekunden\_b = Baseline; Herzfrequenz\_Sekunden\_p = Positiv; Herzfrequenz\_Sekunden\_n = Negativ.



Tabelle 12

*Ergänzende deskriptive Statistik der finalen Analysestichprobe inkl. Angaben zur Schiefe und Kurtosis.*

<b>Gesamt Analysestichprobe</b>								
<b>Variable</b>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Schiefe</i>	<i>Kurtosis</i>
Geschlecht (1 = m)	19	0.58	0.51	1.00	0.00	1.00	-0.29	-2.01
Alter (in Wochen)	19	23.07	3.66	23.86	17.71	31.71	0.25	-0.47
IBQ_Surgency	19	4.48	0.64	4.50	3.10	5.77	-0.42	0.08
IBQ_Negative_Affect	19	3.68	1.28	3.42	1.46	5.73	0.14	-1.35
IBQ_Effortful_Control	19	5.06	0.70	5.00	4.00	6.73	0.49	-0.18

*Anmerkung.* *n* = Stichprobengröße; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *Mdn* = Median; *Min* = Minimum; *Max* = Maximum; m = männlich.

Tabelle 13

Deskriptive Statistik der Mädchen inkl. Angaben zur Schiefe und Kurtosis.

Variable	Mädchen							
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Schiefe</i>	<i>Kurtosis</i>
Alter	13	23.77	3.81	24.29	17.71	31.71	0.29	-0.68
IBQ_Surgency	13	4.43	0.55	4.42	3.20	5.00	-0.68	-0.66
IBQ_Negative_Affect	13	3.75	1.11	3.64	1.46	5.42	-0.39	-0.59
IBQ_Effortful_Control	13	5.14	0.82	5.10	4.00	6.73	0.34	-1.01
Herzfrequenz_10_b	8	141.75	12.80	141.00	120.00	162.00	-0.11	-1.09
Herzfrequenz_20_b	7	141.43	14.84	135.00	120.00	162.00	0.03	-1.71
Herzfrequenz_30_b	6	137.67	12.99	134.00	120.00	154.00	0.11	-1.76
Herzfrequenz_10_p	8	134.25	7.13	132.00	126.00	150.00	1.15	0.22
Herzfrequenz_20_p	5	133.20	7.53	132.00	123.00	144.00	0.09	-1.48
Herzfrequenz_30_p	4	132.00	9.09	133.00	120.00	142.00	-0.24	-1.87
Herzfrequenz_10_n	8	164.25	14.68	159.00	150.00	186.00	0.54	-1.55
Herzfrequenz_20_n	2	150.00	8.49	150.00	144.00	156.00	0.00	-2.75
Herzfrequenz_30_n	0	-	-	-	-	-	-	-

Anmerkung. *n* = Stichprobengröße; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *Mdn* = Median; *Min* = Minimum; *Max* = Maximum; Herzfrequenz: Herzfrequenz\_Sekunden\_b = Baseline; Herzfrequenz\_Sekunden\_p = Positiv; Herzfrequenz\_Sekunden\_n = Negativ.

Tabelle 14  
 Deskriptive Statistik der Jungen inkl. Angaben zur Schiefe und Kurtosis.

Variable	Jungen							
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Schiefe</i>	<i>Kurtosis</i>
Alter	17	23.49	3.44	24.29	18.00	30.43	-0.10	-0.85
IBQ_Surgency	17	4.52	0.61	4.50	3.10	5.77	-0.27	0.18
IBQ_Negative_Affect	17	3.88	1.25	3.20	2.33	5.73	0.23	-1.75
IBQ_Effortful_Control	17	4.93	0.56	4.89	4.08	5.92	0.15	-1.06
Herzfrequenz_10_b	11	138.55	11.53	144.00	120.00	150.00	-0.58	-1.37
Herzfrequenz_20_b	10	138.60	14.34	141.00	114.00	156.00	-0.44	-1.42
Herzfrequenz_30_b	10	139.00	14.67	142.00	114.00	156.00	-0.43	-1.45
Herzfrequenz_10_p	11	138.55	11.84	144.00	120.00	156.00	-0.11	-1.60
Herzfrequenz_20_p	7	137.14	10.21	138.00	123.00	147.00	-0.14	-1.98
Herzfrequenz_30_p	5	138.00	12.96	146.00	122.00	150.00	-0.28	-2.18
Herzfrequenz_10_n	11	152.18	13.22	156.00	126.00	168.00	-0.68	-0.71
Herzfrequenz_20_n	7	148.29	11.47	156.00	129.00	156.00	-0.73	-1.48
Herzfrequenz_30_n	2	143.00	18.38	143.00	130.00	156.00	0.00	-2.75

Anmerkung. *n* = Stichprobengröße; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *Mdn* = Median; *Min* = Minimum; *Max* = Maximum; Herzfrequenz: Herzfrequenz\_Sekunden\_b = Baseline; Herzfrequenz\_Sekunden\_p = Positiv; Herzfrequenz\_Sekunden\_n = Negativ.

## 7. Literaturverzeichnis

- Ahnert, L. (2014). *Theorien in der Entwicklungspsychologie*. Berlin, Heidelberg: Springer VS.
- Ambrose, J. A. (1963). The development of the smiling response in infancy. In B. Foss (Ed.). *Determinants of infant behavior*, (pp. 179–196). New York: Wiley.
- Arnold, M. B. (1960). *Emotions and personality*. New York: Columbia University Press.
- Ax, A. F. (1953). The physiological differentiation between fear and anger in humans. *Psychosomatic Medicine*, 15, 433–442.
- Berger, H. (1929). Über das Elektroenzephalogramm des Menschen. *Arch. Psychiatr. Nervenk.*, 87, 527–570.
- Berntson, G. G. & Stowell J. R. (1998). ECG artifacts and heart period variability: don't miss a beat! *Psychophysiology*, 35 (1), 127–132.
- Biehl, M., Matsumoto, D., Ekman, P., Hearn, V., Heider, K., Kudoh, T. & Ton, V. (1997). Matsumoto and Ekman's Japanese and Caucasian Facial Expressions of Emotion (JACFEE): Reliability data and cross-national differences. *Journal of Nonverbal Behavior*, 21 (1), 3–21.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R. F. (2010). *Biologische Psychologie* (Springer-Lehrbuch, 7. überarbeitete und ergänzte Auflage). Berlin, Heidelberg: Imprint: Springer.
- Bornstein, M.H. & Arterberry, M.E. (2003). Recognition, discrimination and categorization of smiling by 5month-old infants. *Developmental Science*, 6 (5), 585–599.
- Bradley, M. M. & Lang, P. (2007). The International Affective Picture System (IAPS) in the study of emotion and attention. In J. A. Coan & J. J. B. Allen (Hrsg.), *Handbook of emotion elicitation and assessment* (Series in affective science, S. 29). Oxford: Oxford University Press.
- Campos, J. J., Bertenthal, B. I. & Kermoian, R. (1992). Early experience and emotional development. The Emergence of Wariness of Heights. *Psychological Science*, 3 (1), 61–64.
- Camras, L. A., Oster, H., Campos, J., Campos, R., Ujiie, T., Miyake, K. et al. (1998). Production of emotional facial expressions in European American, Japanese, and Chinese infants. *Developmental Psychology*, 34 (4), 616–628.
- Camras, L. A., Oster, H., Campos, J. J., Miyake, K. & Bradshaw, D. (1992). Japanese and American infants' responses to arm restraint. *Developmental Psychology*, 28 (4), 578–583.
- Camras, L. A., Malatesta, C. & Izard, C. (1991). The development of facial expressions in infancy. In Feldman, R. & Rime, B. (Ed.). *Fundamentals of Nonverbal Behavior*, (pp. 73–105). New York: Cambridge University Press.

- Camras, L., Holland, E. A. & Patterson, M. J. (1993). Facial expressions. In M. Lewis & J. M. Haviland (Eds.). *Handbook of emotions*, (pp. 199–208). New York: Guilford.
- Cannon, W. B. (1927). The James-Lange Theory of Emotions. A Critical Examination and an Alternative Theory. *The American Journal of Psychology*, 39 (1/4), 106.
- Cannon, W. B. (1929). *Bodily changes in pain, hunger, fear and rage* (2. Aufl.). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Carvajal, F. & Iglesias, J. (2000). Looking behavior and smiling in Down Syndrom infants. *Journal of Nonverbal Behavior*, 24, 225–236.
- Cicchetti, D. & Sroufe, L. (1978). The relationship between affective and cognitive development in Down Syndrom infants. *Child Development*, 47, 920–929.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Cohen, B., Izard, C. E. & Simons, R. F. (1986). Facial and physiological indices of emotions in mother-infant interactions. *Psychophysiology*, 23 (4), 429.
- Damasio, A. R. (1995). *Descartes' Irrtum. Fühlen, Denken und das menschliche Gehirn*. München: List.
- Damasio, A. R. (2003). *Der Spinoza-Effekt. Wie Gefühle unser Leben bestimmen*. München: List.
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*. London: John Murray.
- Dawson, G., Frey, K., Panagiotides, H., Yamada, E., Hessler, D. & Osterling, J. (1999). Infants of Depressed Mothers Exhibit Atypical Frontal Electrical Brain Activity during Interactions with Mother and with a Familiar, Nondepressed Adult. *Child Development*, 70 (5), 1058–1066.
- Dawson, G., Hill, D., Spencer, A., Galpert, L. & Waton, L. (1990). Affective exchanges between young autistic children and their mothers. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 10, 335–345.
- Diego, M. A., Jones, N. A. & Field, T. (2010). EEG in 1-week, 1-month and 3-month-old infants of depressed and non-depressed mothers. *Biological psychology*, 83 (1), 7–14.
- Eid, M., Gollwitzer, M. & Schmitt, M. (2011). *Statistik und Forschungsmethoden. Lehrbuch ; mit Online-Materialien* (2., korr. Aufl.). Weinheim [u.a.]: Beltz.
- Ekman, P. (1971). Universals and cultural differences in facial expressions of emotion. In J. Cole (Ed.). *Nebraska Symposium on Motivation*, (pp. 207–282). Lincoln: University of Nebraska Press.
- Ekman, P. (1984). Expression and the nature of emotion. In K. Scherer & P. Ekman (Eds.). *Approaches to emotion*, (pp. 319–343). Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.

- Ekman, P. (2007). *Gefühle lesen. Wie Sie Emotionen erkennen und richtig interpretieren* (1. Aufl.). München: Spektrum, Akad. Verl.
- Ekman, P. & Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17 (2), 124–129.
- Ekman, P., Levenson, R. & Friesen, W. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science*, 221 (4616), 1208–1210.
- Ekman, P. & Keltner, D. (1970). Universal facial expressions of emotion. *California Mental Health Research Digest*, 8 (4), 151–158.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G. & Buchner, A. (2009). G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39, 175–191.
- Fehr, B. & Russell, J. A. (1984). Concept of emotion viewed from a prototype perspective. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113 (3), 464–486.
- Fernald, A. (1991). Prosody in speech to children: Prelinguistic and linguistic functions. *Annals of Child Development*, 8, 43–80.
- Fernald, A. (1993). Approval and Disapproval. Infant Responsiveness to Vocal Affect in Familiar and Unfamiliar Languages. *Child Development*, 64 (3), 657–674.
- Fogel, A., Nelson-Goens, C. & Hsu, H. (2000). Do different infant smiles reflect different positive emotions? *Social Development*, 9, 497–520.
- Fox, N. A., Kirwan, M. & Reeb-Sutherland, B. (2012). Measuring the physiology of emotion and emotion regulation-timing is everything. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 77 (2), 98–108.
- Fox, N. A. & Henderson, H. A. (2007). *Considerations in studying emotion in infants and children*. USA: Oxford University Press.
- Friedman, M. (1937). The Use of Ranks to Avoid the Assumption of Normality Implicit in the Analysis of Variance. *Journal of the American Statistical Association*, 32 (200), 675.
- Galati, D., Sini, B., Tinit, C. & Miceli, R. (2001). Facial expression of emotion in congenitally blind children from 8-11 years of age: Observing and encoding the expression of emotions (Italian). *Research in Psychology*, 23, 103–126.
- Galati, R., Miceli, B. & Sini, D. (2001). Judging and coding facial expression of emotions in congenitally blind children. *International Journal of Behavioral Development*, 25 (3), 268–278.
- Gartstein, M. M. & Rothbart, M. K. (2003). Studying infant temperament via the revised infant behavior questionnaire. *Infant Behavior and Development*, 26 (1), 64-86.
- Goldsmith, H. H. & Rothbart, M. K. (1999). *Prelocomotor and locomotor Laboratory Temperament Assessment Battery*. Madison: University of Wisconsin, Department of Psychology.

- Graham, F. K. & Clifton, R. K. (1966). Heart rate change as a component of the orienting response. *Psychological Bulletin*, 65, 305–320.
- Hamann, S. (2012). Mapping discrete and dimensional emotions onto the brain: controversies and consensus. *Trends in Cognitive Sciences*;16, 458-66.
- Holodynski, M. (unter Mitarbeit von W. Friedlmeier). (2006). *Emotionen: Entwicklung und Regulation*. Berlin: Springer.
- Hottenrott, K. (2002). *Herzfrequenzvariabilität im Sport: Prävention, Rehabilitation, Training: Symposium am 8. Dezember 2001 in Marburg. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft: Bd. 129*. Hamburg: Czwalina.
- Huebner, R. R. & Izard, C. E. (1988). Mothers' responses to infants' facial expressions of sadness, anger, and physical distress. *Motivation and Emotion*, 12 (2), 185–196.
- Izard, C. E. (1981). *Die Emotionen des Menschen. Eine Einführung in die Grundlagen der Emotionspsychologie*. Weinheim: Beltz.
- Izard, C. E. (1994). Innate and universal facial expressions. Evidence from developmental and cross-cultural research. *Psychological Bulletin*, 115 (2), 288–299.
- Izard, C. E. (2007). Basic Emotions, Natural Kinds, Emotion Schemas, and a New Paradigm. *Perspectives on Psychological Science*, 2 (3), 260–280.
- Izard, C. & Malatesta, C. (1987). Perspectives on emotional development. In J. D. Osofsky (Ed.). *Handbook of infant development*, (2nd ed., pp. 494–554). New York: Wiley.
- James, W. (1884). What is an emotion? *Mind*, 9 (34), 188–205.
- James, W. (1890). *The principles of psychology*. Harvard UP, Cambridge: MA.
- Jasper, H. (1958). The 10-20 electrode system of the international federation. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 20, 371–375.
- Joanes, D. N. & Gill, C. A. (1998). Comparing measures of sample skewness and kurtosis. *Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)*, 47 (1), 183–189.
- Kahana-Kalman, R. & Walker-Andrews, A. S. (2001). The role of person familiarity in young infants' perception of emotional expressions. *Child Development*, 72, 352–369.
- Kasari, C. & Sigman, M. (1996). Expression and understanding of emotion in atypical development: Autism and Down Syndrome. In M. Lewis & M. W. Sullivan (Hrsg.), *Emotional development in atypical children*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kleinginna, P. R. & Kleinginna, A. M. (1981). A categorized list of emotion definitions, with suggestions for a consensual definition. *Motivation and Emotion*, 5 (4), 345–379.

- Klinke, R. & Baumann, R. (2010). *Physiologie* (6., vollständig überarb. Aufl.). Stuttgart [u.a.]: Thieme.
- Kragel, P. A. & Labar, K. S. (2013). Multivariate pattern classification reveals autonomic and experiential representations of discrete emotions. *Emotion (Washington, D.C.)*, 13 (4), 681–690.
- Kristen, S., Eisenbeis, H., Thoermer, C. & Sodian, B. (2007). *Temperamentsfragebogen für Babys- revidierte Form*. Unpublished manuscript. Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Lacey, J. I. (1967). Somatic response patterning and stress: Some revisions of activation theory. In Appley, M. H. & Trumbull, R. (Ed.). *Psychological stress: Issues in research*, (pp. 14–37). New York, NY: Appleton-Century-Crofts.
- Landis, J. R. & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33 (1), 159.
- Lang, P. J. (2014). Emotion's Response Patterns. The Brain and the Autonomic Nervous System. *Emotion Review*, 6 (2), 93–99.
- Lang, P.J. & Bradley, M.M. (2010). Emotion and the motivational brain. *Biol. Psychol.* 84, 437–450.
- Lange, C. G. (1887). *Über Gemütsbewegungen*. Leipzig: Theodor Thomas.
- Lazarus, R. S. (1984). On the primacy of cognition. *American Psychologist*, 39 (2), 124–129.
- Lazarus, R. S. (1991a). Cognition and motivation in emotion. *American Psychologist*, 46 (4), 352–367.
- Lazarus, R. S. (1991b). *Emotion and adaptation*. New York: Oxford University Press.
- Levenson, R. W. (1988). Emotion and the autonomic nervous system: A prospectus for research on autonomic specificity. In H. L. Wagner (Ed.). *Social Psychophysiology and Emotion: Theory and Clinical Applications*, (pp. 17–42). London: John Wiley and Sons Ltd.
- Levenson, R. W. (2014). The Autonomic Nervous System and Emotion. *Emotion Review*, 6 (2), 100–112.
- Levenson, R. W. & Gottman, J. M. (1983). Marital interaction. Physiological linkage and affective exchange. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45 (3), 587–597.
- Levenson, R. W., Ekman, P. & Friesen, W. V. (1990). Voluntary facial expression generates emotion-specific nervous system activity. *Psychophysiology*, 27, 363–384.
- Lewis, M. & Michalson, L. (1983). *Children's emotions and moods: Developmental theory and measurement*. New York: Plenum.
- Löllgen, H. (1999). Herzfrequenzvariabilität. *Deutsches Ärzteblatt*, 96 (31-32), 2029–2032.



- Messinger, D.S., Fogel, A. & Dickson, K.L. (1999). What's in a smile? *Developmental Psychology*, 35, 701–708.
- Meyer, W.-U., Schützwohl, A. & Reizenzein, R. (1993). *Einführung in die Emotionspsychologie, Band I*. Bern: Hans Huber.
- Mück-Weymann, M., Moesler, T., Joraschky, P. P., Rebensburg, M. & Agelink, M. W. (2002). Depression modulates autonomic cardiac control: A physiological Pathway Linking Depression and Mortality? *German J Psychiatry*, 5 (67-69).
- Mundy, P. & Willoughby, J. (1996). Nonverbal communication, joint attention and early socioemotional development. In M. Lewis & M. W. Sullivan (Eds.). *Emotional development in atypical children*, (pp. 65–88). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Oster, H., Hegley, D. & Nagel, L. (1992). Adult judgments and fine-grained analysis of infant facial expressions: Testing the validity of a priori coding formulas. *Developmental Psychology*, 28 (6), 1115–1131.
- Palatini, P., Benetos, A., Grassi, G., Julius, S., Kjeldsen, S. E., Mancia, G., Narkiewicz, K., Parati, G., Pessina, A. C., Ruilope, L. M. & Zanchetti, A. (2006). Identification and management of the hypertensive patient with elevated heart rate: statement of a European Society of Hypertension Consensus Meeting. *Journal of Hypertension*, 24, 603-610.
- Peter, H., Penzel, T. & Peter, J. H. (2007). *Enzyklopädie der Schlafmedizin*. Berlin: Springer Medizin.
- Putnam, S. P., Helbig, A. L., Gartstein, M. A., Rothbart, M. K. & Leerkes, E. (2014). Development and assessment of short and very short forms of the infant behavior questionnaire-revised. *Journal of personality assessment*, 96 (4), 445–458.
- R Core Team. (2015). R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. Verfügbar unter <http://www.R-project.org>.
- Reizenzein, R. (2000). Worum geht es in der Debatte um die Basisemotionen? In F. Försterling, J. Stiensmeier-Pelster & L.-M. Silny (Eds.), *Kognitive und motivationale Aspekte der Motivation*, (pp. 205-237). Göttingen: Hogrefe.
- Rothbart, M. K. & Gartstein, M. A. (2000). Infant Behavior Questionnaire - Revised Very Short Form.
- Russell J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 1161–1178.
- Santesso, D. L., Schmidt, L. A. & Trainor, L. J. (2007). Frontal brain electrical activity (EEG) and heart rate in response to affective infant-directed (ID) speech in 9-month-old infants. *Brain and cognition*, 65 (1), 14–21.
- Scanlon-Jones, S., Raag, T. & Collins, K. (1990). Smiling in older infants: Form and maternal response. *Infant Behavior and Development*, 13, 147–165.

- Schachter, S. & Singer, J. (1962). Cognitive, social and physiological determinants of emotional state. *Psychological Review*, 69, 379–399.
- Schwartz, G. E., Weinberger, D. A. & Singer, J. A. (1981). Cardiovascular differentiation of happiness, sadness, anger, and fear following imagery and exercise. *Psychosomatic Medicine*, 43, 343–364.
- Sedlmeier, P. & Renkewitz, F. (2013). *Forschungsmethoden und Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler* (Pearson Studium - Psychologie, 2., aktualisierte Auflage). München: Pearson Studium ein Imprint von Pearson Deutschland.
- Serrano, J. M., Iglesias, J. & Loeches, A. (1992). Visual discrimination and recognition of facial expressions of anger, fear, and surprise in 4- to 6-month-old infants. *Developmental psychobiology*, 25 (6), 411–425.
- Serrano, J. M., Iglesias, J. & Loeches, A. (1995). Infants' responses to adult static facial expressions. *Infant Behavior and Development*, 18 (4), 477–482.
- Sigman, M., Kasari, D., Kwon, J. & Yirmiya, N. (1992). Responses to the negative emotions of others by autistic, mentally-retarded, and normal children. *Child Development*, 63, 796–807.
- IBM Corp. Released (2015). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Sroufe, L. A. (1979). Socioemotional development. In J. Osofsky (Ed.). *The Handbook of Infant Development*, (pp. 462–516). New York: Wiley.
- Sroufe, L. A. (1995). *Emotional development: The organization of emotional life in the early years*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Sroufe, L. A. (1997, 1995). *Emotional development. The organization of emotional life in the early years* (Cambridge studies in social and emotional development, 1st pbk. ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sroufe, L. & Waters, E. (1976). The ontogenesis of smiling and laughter: A perspective on the organization of development in infancy. *Psychological Review*, 83, 173–189.
- Stephens, C. L., Christie, I. C. & Friedman, B. H. (2010). Autonomic specificity of basic emotions: evidence from pattern classification and cluster analysis. *Biological psychology*, 84 (3), 463–473.
- Sullivan, M.W. & Lewis, M. (2003). Emotional expressions of young infants and children: A Practitioner's Primer. *Infants and young children*, 16 (2), 120–142.
- Thayer, J. F. & Lane, R. D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of Affective Disorders*, 61 (3), 201–216.
- Tomkins, S. S. (1962). *Affect imagery consciousness: Vol. I. The positive affects*. Oxford, England: Springer.
- Tomkins, S. S. (1981). The quest for primary motives. Biography and autobiography of an idea. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41 (2), 306–329.

- Trainor, L. J., Austin, C. M. & Desjardins, R. N. (2000). Is Infant-Directed Speech Prosody a Result of the Vocal Expression of Emotion? *Psychological Science*, 11 (3), 188–195.
- Vine, I. (1973). Facial visual signalling and social development. In M. von Cranash & I. Vine (Eds.). *Social communication*, (pp. 195–289). New York: Academic Press.
- Walden, T. & Knieps, L. (1996). Reading and responding to social signals. In M. Lewis & M. W. Sullivan (Eds.). *Emotional development in atypical children*, (pp. 29–42). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Waller, A. G. (1887). A demonstration on man of electromotive changes accompanying the heart's beat. *J Physiol*, 8, 229–234.
- Weets, T. C. & Roberts, R. (1976). The physiological effects of imagining anger-provoking and fear-provoking scenes. *Psychophysiology*, 13, 174.
- White, B. L. (1985). *The first three years of life* (Rev. ed.). New York: Prentice-Hall Press.
- Wilcoxon, F. (1945). Individual Comparisons by Ranking Methods. *Biometrics Bulletin*, 1 (6), 80.
- Winton, W. M., Putnam, L. E. & Krauss, R. M. (1984). Facial and autonomic manifestations of the dimensional structure of emotion. *Journal of Experimental Social Psychology*, 20, 195–216.
- Wirtz, M.A. (2014). *Dorsch - Lexikon der Psychologie* (17. überarbeit. Auflage). Bern: Verlag Hans Huber.
- Yirmiya, N., Kasari, C., Sigman, M. & Mundy, P. (1989). Facial expressions of affect in autistic, mentally retarded, and normal children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 30, 725–735.
- Zimbardo, P. G., Gerrig, R. J. & Graf, R. (2008). *Psychologie* (18., aktualisierte Auflage). München, Boston (u.a.): Pearson Studium.

## 8. Erklärung zum Eigenanteil

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit nicht schon an anderer Stelle als Qualifikationsarbeit eingereicht habe und dass ich sie selbstständig ohne unerlaubte Hilfe und ohne die Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen oder aus anderweitigen fremden Äußerungen entnommen wurden, habe ich als solche einzeln kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde im Kinderschlaflabor am Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie der Universität Tübingen unter Betreuung von Herrn Prof. Dr. Jan Born durchgeführt.

Die Konzeption der Studie erfolgte durch Prof. Dr. Jan Born, Elaina Bolinger (M.Sc.), Dr. Katharina Zinke und Dr. Tamara Matuz. Die Versuche wurden nach Einarbeitung durch Katharina Zinke und Elaina Bolinger zunächst in Zusammenarbeit mit Elaina Bolinger, später von mir eigenständig durchgeführt. Die Datenaufbereitung erfolgte durch Elaina Bolinger. Die statistische Auswertung und die Erstellung der Graphiken erfolgten eigenständig durch mich.

\_\_\_\_\_  
(Ort)

\_\_\_\_\_  
(Datum)

\_\_\_\_\_  
Vanessa Kock