

Aus der Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie am
Zentrum für Nervenheilkunde der Universität Rostock

Direktorin: Prof. Dr. med. Sabine Herpertz

Differenzierung von subtilen mimischen Reaktionen mittels elektromyographischer Aufzeichnungen

Inauguraldissertation

zur

Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der Universität Rostock

vorgelegt von

Stefanie Feldt

aus

Dresden

Rostock, 2008

urn:nbn:de:gbv:28-diss2009-0092-0

Tag der Einreichung : 10.09.2008

Tag der Verteidigung : 18.03.2009

Dekan: Prof. Dr. med. Emil Christian Reisinger

1. Gutachter: Prof. Dr. med. Sabine Herpertz
Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie
Zentrum für Nervenheilkunde
Universitätsklinikum Rostock

2. Gutachter: Prof. Dr. med. Peter Kropp
Institut für Medizinische Psychologie
Zentrum für Nervenheilkunde
Universitätsklinikum Rostock

3. Gutachter: PD Dr. med. Dipl. oec. Med. Karsten Wolf
Zentrum für Seelische Gesundheit
Klinik Marienheide

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
Abkürzungsverzeichnis	7
Zusammenfassung	8
Abstract	8
1 Einleitung	9
1.1 Entwicklung der Emotionsforschung	11
1.2 Mechanismen und Strukturen zur Wahrnehmung von Gesichtern	13
1.3 Theorien des mimischen Ausdrucks	15
1.3.1 Phylogenetische Sichtweise	15
1.3.2 Verhaltensökologische Theorie	16
1.3.3 Dimensionstheorie	16
1.4 Die Emotionen	18
1.4.1 Freude	18
1.4.2 Überraschung	19
1.4.3 Furcht	19
1.4.4 Trauer	20
1.4.5 Ekel	20
1.5 Bilder als Stimulusmaterial	22
1.6 Erfassung mimischer Reaktionen	23
1.6.1 Facial Action Units	23
1.6.2 Computergestützte Analyse	23
1.6.3 Elektromyographie	24
1.7 Elektromyographie der Mimik	25
1.8 Anwendung der Elektromyographie der Mimik	27
2 Fragestellung und Hypothesen	28
2.1 Ziel der Studie	28
2.2 Hypothesen	28
3 Methoden	29
3.1 Das experimentelle Paradigma	32
3.2 Stimuli	33
3.3 Geräte und Software	35
3.4 Auswertung der Daten	36
4 Ergebnisse	38
4.1 Gesichtsbilder	38
4.1.1 Freude	38
4.1.2 Ekel	41
4.1.3 Trauer	43
4.1.4 Überraschung	44
4.1.5 Furcht	44

4.2 Situative Bilder	45
4.2.1 Erregte Freude	45
4.2.2 Ekel	47
4.2.3 Trauer	49
4.2.4 Entspannte Freude	49
4.3 Vergleich Gesichtsbilder und situative Bilder	50
4.3.1 Freude / erregte Freude.....	50
4.3.2 Ekel	51
4.3.3 Trauer.....	52
4.4 Geschlechtseffekte der Probanden	53
4.4.1 Gesichtsbilder	53
4.4.1.1 Freude	53
4.4.1.2 Ekel.....	56
4.4.1.3 Trauer	59
4.4.1.4 Überraschung	60
4.4.1.5 Furcht.....	60
4.4.2 Situative Bilder.....	61
4.4.2.1 Erregte Freude.....	61
4.4.2.2 Ekel.....	62
4.4.2.3 Trauer	64
4.4.2.4 Entspannte Freude	65
4.5 Einfluss des Geschlechts der Stimuli für die Emotion Ekel	66
5 Diskussion	70
5.1 Die einzelnen Emotionen	70
5.1.1 Freude / erregte Freude.....	71
5.1.2 Ekel	71
5.1.3 Trauer	73
5.1.4 Überraschung	73
5.1.5 Furcht	74
5.1.6 Entspannte Freude	74
5.2 Vergleich Gesichtsbilder und situative Bilder	76
5.3 Geschlechtseffekte der Probanden	77
5.3.1 Freude / erregte Freude.....	77
5.3.2 Ekel	79
5.4 Einfluss des Geschlechts der Stimuli für die Emotion Ekel	81
5.5 Methodische Aspekte.....	82
6 Zusammenfassung	84
7 Literatur	86
Eidesstattliche Erklärung	91
Anhang	92
Danksagung	110

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1:</i>	Oberflächenelektroden – links leer, mittig mit Klebering, rechts mit Klebering und Elektrodencreme.....	29
<i>Abbildung 2:</i>	Position der Elektroden – links Schema, rechts Proband	30
<i>Abbildung 3:</i>	Beispiele Gesichtsbilder	33
<i>Abbildung 4:</i>	Beispiele situative Bilder.....	34
<i>Abbildung 5:</i>	Freude (Gesichtsbilder) M. Orbicularis Oculi und M. Zygomaticus Major.....	38
<i>Abbildung 6:</i>	Freude (Gesichtsbilder) M. Frontalis und M. Corrugator Supercilii	39
<i>Abbildung 7:</i>	Freude (Gesichtsbilder) M. Levator Labii.....	40
<i>Abbildung 8:</i>	Ekel (Gesichtsbilder) M. Levator Labii	41
<i>Abbildung 9:</i>	Ekel (Gesichtsbilder) M. Orbicularis Oculi und M. Zygomaticus Major.....	42
<i>Abbildung 10:</i>	Ekel (Gesichtsbilder) M. Frontalis und M. Corrugator Supercilii.....	43
<i>Abbildung 11:</i>	Trauer (Gesichtsbilder) M. Corrugator Supercilii.....	44
<i>Abbildung 12:</i>	Erregte Freude (situative Bilder) M. Orbicularis Oculi und M. Zygomaticus Major	45
<i>Abbildung 13:</i>	Erregte Freude (situative Bilder) M. Levator Labii und M. Corrugator Supercilii	46
<i>Abbildung 14:</i>	Ekel (situative Bilder) M. Levator Labii.....	47
<i>Abbildung 15:</i>	Ekel (situative Bilder) M. Corrugator Supercilii und M. Orbicularis Oculi	48
<i>Abbildung 16:</i>	Trauer (situative Bilder) M. Corrugator Supercilii	49
<i>Abbildung 17:</i>	Vergleich Gesichtsbilder (POFA) und situative Bilder (IAPS) Freude/erregte Freude M. Orbicularis Oculi (Orb) und M. Zygomaticus Major (Zyg)	50
<i>Abbildung 18:</i>	Vergleich Gesichtsbilder (POFA) und situative Bilder (IAPS) Ekel M. Levator Labii (Lev), M. Corrugator Supercilii (Corr) und M. Orbicularis Oculi (Orb).....	51
<i>Abbildung 19:</i>	Vergleich Gesichtsbilder (POFA) und situative Bilder (IAPS) Trauer M. Corrugator Supercilii (Corr) und M. Frontalis (Front)	52
<i>Abbildung 20:</i>	Geschlechtseffekte (Gesichtsbilder) Freude M. Orbicularis Oculi und M. Zyomaticus Major	53
<i>Abbildung 21:</i>	Geschlechtseffekte (Gesichtsbilder) Freude M. Frontalis und M. Corrugator Supercilii.....	54
<i>Abbildung 22:</i>	Geschlechtseffekte (Gesichtsbilder) Freude M. Levator Labii	55
<i>Abbildung 23:</i>	Geschlechtseffekte (Gesichtsbilder) Ekel M. Levator Labii.....	56
<i>Abbildung 24:</i>	Geschlechtseffekte (Gesichtsbilder) Ekel M. Frontalis und M. Corrugator Supercilii.....	57
<i>Abbildung 25:</i>	Geschlechtseffekte (Gesichtsbilder) Ekel M. Orbicularis Oculi und M. Zygomaticus Major	58
<i>Abbildung 26:</i>	Geschlechtseffekte (Gesichtsbilder) Trauer M. Corrugator Supercilii	59
<i>Abbildung 27:</i>	Geschlechtseffekte (situative Bilder) erregte Freude M. Orbicularis Oculi und M. Zygomaticus Major	61
<i>Abbildung 28:</i>	Geschlechtseffekte (situative Bilder) Ekel M. Levator Labii und M. Corrugator Supercilii	63

<i>Abbildung 29:</i> Geschlechtseffekte (situative Bilder) Trauer M. Frontalis und M. Corrugator Supercilii	64
<i>Abbildung 30:</i> Stimulieffekte Ekel M. Levator Labii und M. Orbicularis Oculi aller Probanden	67
<i>Abbildung 31:</i> Stimulieffekte Ekel M. Levator Labii – Trennung von weiblichen und männlichen Probanden	69

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1:</i> Emotionsspezifische Muster für emotionsausdrückende Gesichtsbilder (POFA)	70
<i>Tabelle 2:</i> Emotionsspezifische Muster für situative emotionsauslösende Bilder (IAPS)	70

Abkürzungsverzeichnis

AgCl	Silberchlorid
ANOVA	analysis of variance
AP	Aktionspotential
AU	Action Unit
C	Kondensator
Corr	Muskulus Corrugator Supercilii
EEG	Elektroenzephalogramm
EMFACS	Emotional Facial Action Coding System
EMG	Elektromyogramm
F	Freiheitsgrad
FACS	Facial Action Coding System
fMRT	funktionelle Magnetresonanztomographie
Front	Muskulus Frontalis
IAPS	International Affective Picture System
Lev	Muskulus Levator Labii
M	Muskulus
Orb	Muskulus Orbicularis Oculi
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
POFA	Picture of Facial Affect
R	Widerstand
SPSS	Statistical Package for Social Science
Zyg	Muskulus Zygomaticus Major

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Studie war es, mittels elektromyographischer Aufzeichnungen subtile nicht sichtbare Veränderungen in der emotionsrelevanten Mimik zu untersuchen, und mögliche Muster für eine bestimmte Emotion zu differenzieren. Wir analysierten die Aktivität von neun mimischen Muskeln bei 15 weiblichen und 15 männlichen gesunden Probanden. Als Stimuli präsentierten wir in der Hauptstudie emotionsausdrückende Gesichtsbilder (Freude, Ekel, Trauer, Furcht, Überraschung) und in einem zweiten Teil der Studie Bilder aus dem IAPS-Katalog (erregte Freude, Ekel, Trauer, entspannte Freude). Freude bzw. erregte Freude bewirkten eine Aktivierung der Muskeln Orbicularis Oculi und Zygomaticus Major. Trauer war durch die Aktivierung des M. Corrugator Supercilii gekennzeichnet und Ekel führte zu einer gleichzeitigen Aktivitätssteigerung des M. Levator Labii und Orbicularis Oculi. Zudem reagierten die weiblichen Probanden besonders auf Ekel ausdrückende Bilder stärker als die männlichen Probanden.

Abstract

The purpose of the study was to investigate the non visible facial muscle reaction to emotional stimuli and to distinguish pattern for certain emotions using the facial EMG method. We analyzed the activity of nine facial muscles in 15 healthy females and 15 healthy males. In the main part of the study the subjects were exposed to facial expression (joy, disgust, sadness, fear, surprise). In the second part they were exposed to pictures from the IAPS (excited joy, disgust, sadness, relaxed joy). Joy and excited joy evoked increased M. orbicularis oculi und M. zygomaticus major activity. Sadness was characterized by the increased activity of M. corrugator supercilii and disgust was represented by an increased activity of M. levator labii and M. orbicularis oculi. Especially for disgust females responded with more facial intensity than males.

1 Einleitung

Emotionen und Mimik beschäftigen die Forschung seit geraumer Zeit. Aber was sind eigentlich Emotionen und was bewirken sie?

Die Versuche Emotionen zu definieren sind ausgesprochen vielfältig. Meyer gibt eine Definition des Begriffs, die die heutigen Ansichten recht gut vereinigt. Er beschreibt Emotionen als aktuelle psychische Zustände von Personen, die sich nach Art, Intensität und Dauer unterscheiden. Sie werden durch kognitive Einschätzungen von Ereignissen oder Sachverhalten verursacht, sind in der Regel objektgerichtet und durch subjektives Erleben, physiologische Veränderungen und Verhaltensweisen wie z. B. der Mimik (Meyer, Schützwohl & Reisenzein, 1993a) gekennzeichnet.

Der Gesichtsausdruck ist ein Medium der nonverbalen Kommunikation und dient wie auch die Körperhaltung und die Gestik als Kanal für den Ausdruck von Emotionen. Allerdings können Körperhaltung und Gestik – im Gegensatz zur Mimik – keine spezifischen Emotionen ausdrücken. Deshalb scheint der spontane mimische Ausdruck zur Erfassung des komplexen Phänomens der Emotionen als besonders geeignet.

In zahlreichen Studien wurde gezeigt, dass bestimmte Gesichtsmuskeln bei der Darstellung bestimmter Emotionen aktiviert werden. (Lundqvist, 1995; Dimberg, Thunberg & Elmehed, 2000; Vrana & Gross, 2004; Wolf, Köppel, Mass & Naber, 2005). Nach den Ergebnissen dieser Studien gelten die Muskeln Zygomaticus Major und Orbicularis Oculi als relevante Muskeln für die Emotion Freude. Der Aktivierung des Muskels Corrugator Supercilii wird ein allgemein negativer emotionaler Zustand zugeschrieben. Ferner scheint die Aktivierung des Muskels Levator Labii eine Art Ekel zu repräsentieren.

Dazu wurden den Probanden zumeist Bilder als emotionsauslösende Stimuli präsentiert, während gleichzeitig die Aktivität von bis zu vier mimisch relevanten Gesichtsmuskeln per Oberflächenelektromyographie abgeleitet wurde. Wolf erweiterte die Messungen auf bis zu neun Muskeln, während die Probanden emotionsauslösende situativ gestaltete Bilder betrachteten. Die Ergebnisse seiner Studien gaben Hinweise darauf, dass bei der Präsentation von emotionsauslösenden

Bildern regelmäßig mehrere Gesichtsmuskeln für die jeweilige Emotion aktiviert werden (Wolf, Mass, Ingenbleek, Kiefer, Naber & Wiedemann, 2005).

Auf der Grundlage früherer Studien war es das Ziel dieser Arbeit, subtile nicht sichtbare Veränderungen in der emotionsrelevanten Mimik bei gesunden Probanden mittels Elektromyographie (EMG) zu erfassen und mögliche wiederkehrende Muster für eine bestimmte Emotion zu differenzieren. Dazu wurden die Aktivitätsveränderungen von neun mimisch relevanten Muskeln aufgezeichnet. Als Stimulusmaterial dienten für den Hauptteil der Studie emotionsausdrückende Gesichtsbilder. In einem zweiten Teil der Studie präsentierten wir, wie Wolf, emotionsauslösende situativ gestaltete Bilder, so dass wir anschließend einen Vergleich zwischen den beiden Bildergruppen herstellen konnten.

1.1 Entwicklung der Emotionsforschung

Frühe Forschungen bezüglich emotionsspezifischer Gesichtsausdrücke wurden von Charles Darwin unternommen. In seinem Buch „The Expression of the Emotions in Man and Animals“ (Darwin, 1872) geht er davon aus, dass es spezifische angeborene Emotionen gibt, die jeweils ein spezifisches Aktivitätsmuster des Gesichtsausdrucks aufweisen. Er postuliert, dass die Mehrheit der Ausdrucksformen von Emotionen angeboren bzw. universell sei. Seine Aussagen stützt er auf inter- und intrakulturelle Vergleiche, indem er innerhalb einer Kultur Fotografien, die verschiedene Gesichtsausdrücke zeigten, von den Probanden in eigenen Worten beurteilen ließ. Zum Zwecke des interkulturellen Vergleichs befragte Darwin mittels eines Fragebogens Menschen u.a. aus Afrika, Australien, Borneo und China. Außerdem beobachtete er Emotionsausdrücke bei kleinen Kindern, da er vermutete, dass Kinder ihren Ausdruck noch nicht kontrollieren können und er so einen Lerneffekt weitestgehend ausschließen konnte. Eine andere Methode zum Ausschluss der Nachahmung konnte er bei der Beobachtung eines blind und taub geborenen Mädchens anwenden. Dabei beobachtete Darwin, dass sich Mimik und Gestik des Mädchens in den Grundzügen nicht von denen sehender und hörender Kinder unterschied.

Die phylogenetische Herkunft versuchte Charles Darwin mit dem Vergleich zwischen Menschen und Tieren zu beweisen. Aufgrund seiner Beobachtungen stellte Darwin eine hohe Übereinstimmung zwischen den Kulturen, sowie zwischen Menschen und Tieren fest. Dies alles sprach für die Universalität des Gesichtsausdrucks. Allerdings konnten die interkulturellen Daten aufgrund suggestiv formulierter Fragen wenig überzeugen.

Im Jahr 1964 lieferten Tomkins & McCarter (Tomkins & McCarter, 1964) den ersten Hinweis, dass Menschen unterschiedlichster Herkunft Gesichtsausdrücke mit sehr hoher Übereinstimmung beurteilen. Sie zeigten, dass zumindest einige Emotionen eine annähernd universale Ausdrucksform speziell in der Mimik besitzen. Tomkins beeinflusste mit seinen Ergebnissen Carol Izard (Izard, 1971) und Paul Ekman (Ekman, Sorenson & Friesen, 1969) in ihren jeweiligen interkulturellen Studien, die wegweisende Ergebnisse auf diesem Gebiet der Forschung brachten.

Beide Forscher zeigten unabhängig voneinander eine große interkulturelle Universalität hinsichtlich der Interpretation von emotionalen Gesichtsausdrücken.

Aufgrund der bis zu dem Zeitpunkt gesammelten Daten entwickelten Ekman und Friesen mit dem Facial Action Coding System (FACS) eine objektive Methode zur Messung der Veränderung der Mimik (Ekman & Friesen, 1978).

Bei der mimischen Darbietung können zwei verschiedene Arten unterschieden werden – auf der einen Seite die willkürliche und die unwillkürliche auf der anderen Seite. Damasio (Damasio, 1997) bezeichnet letztere als emotionale Mimik, der man sich kaum entziehen kann. Die willkürliche Mimik dagegen dient insbesondere der Kommunikation und der täglichen sozialen Interaktion. Dabei werden Menschen, denen man zustimmt, mit einem Lächeln bedacht, Abneigung ruft dagegen beim Gegenüber eher ein Stirnrunzeln hervor. Außerdem dient die Mimik der Förderung des Zusammenhalts: Personen, die als nicht zur Gruppe gehörig angesehen werden, wird zunächst mit indifferenten oder entgegengesetzten Gesichtsausdrücken gegenübergetreten, wohingegen Gruppenmitgliedern mit einem gleichartigen Ausdruck begegnet wird (Lanzetta, & Englis, 1989).

1.2 Mechanismen und Strukturen zur Wahrnehmung von Gesichtern

Nach den Beobachtungen von Darwin und den Feststellungen von Ekman wuchs das Interesse der Wissenschaftler, herauszufinden wie menschliche Gesichter zentralnervös verarbeitet werden.

Um ein Gesicht wahrzunehmen, bedient sich das Gehirn mehrerer Strukturen. Haxby und Kollegen (Haxby, Hoffmann & Gobbini, 2000) verwiesen in ihrer Arbeit auf bestimmte Gehirnareale, die für die Gesichtswahrnehmung eine besondere Rolle zu spielen scheinen: Gyrus fusiformis lateralis im Temporallappen, Sulcus temporalis superior, Gyrus occipitalis inferior. Dabei werden durch den Gyrus fusiformis im temporalen Kortex wohl statische und strukturelle Aspekte des Gesichts wahrgenommen, die der Personenidentifizierung dienen. Weiter anterior und dorsal gelegene Areale im Temporallappen analysieren die dynamischen Gesichtskonfigurationen wie Ausdruck, Mund- und Augenbewegung. Adolphs (Adolphs, 2003) beschrieb in seiner Übersichtsarbeit, dass die Aktivierung dieser Gehirnregionen von der Aufmerksamkeit der Probanden und dem Kontext, in dem die Gesichtsbilder präsentiert werden, moduliert werden.

In einer Reihe von Studien wurde die Amygdala als wichtige Region für die Verarbeitung von Emotionen, im besonderen Furcht, angesehen. Dabei erhält sie zum einen direkte Informationen aus dem Thalamus, wodurch schnelle, wenn auch zunächst ungenaue Informationen geliefert werden und zum anderen präzisere bereits vorverarbeitete Informationen aus dem temporalen Kortex. Somit scheint die Amygdala sowohl für die frühe Einschätzung als auch in der späteren Beurteilung von emotionalen Stimuli eine wichtige Rolle zu spielen. Zudem zeigte sich, dass auch das Striatum als Teil der Basalganglien und der orbitofrontale Kortex bei der Präsentation von Gesichtern aktiviert werden und ebenfalls neuronale Verbindungen zu der Amygdala aufweisen (Adolphs, 2003).

Ein wichtiger Mechanismus zur Wahrnehmung von Gesichtern scheint die Simulation zu sein. Diese Hypothese wird durch Gallese & Goldman (Gallese & Goldman, 1999) und Rizzolatti (Rizzolatti, Fadiga, Gallese & Fogassi, 1996) unterstützt. Sie fanden heraus, dass so genannte „Spiegelneurone“ im präfrontalen Kortex von Affen nicht

nur aktiviert werden, wenn diese eine bestimmte Handlung selbst ausführen, sondern auch, wenn sie dieselbe Handlung bei einem anderen Affen nur beobachteten. In die gleiche Richtung weisende Sachverhalte fanden Hutchison und Kollegen (Hutchison, Davis, Lozano, Tasker & Dostrovsky, 1999) für den Menschen heraus. Im Sinne mimischen Spiegelns werden demnach visuell wahrgenommene Gesichtsausdrücke anderer Personen im eigenen Gesicht reproduziert. Ebenso berichteten van der Gaag und Kollegen (van der Gaag, Minderaa & Keysers, 2007), dass sich in der Stärke der Aktivierung entsprechender Gehirnregionen keine signifikanten Unterschiede ergaben, wenn die Probanden Gesichtsausdrücke anschauen, imitieren oder erkennen sollten.

Sieht man einen bestimmten Gesichtsausdruck bei einer Person schließt man ganz unwillkürlich auf ein bestimmtes dazugehöriges emotionales Befinden dieser Person. Unbewusst stellt sich bei einem selbst daraufhin eine ähnliche Gemütslage ein und auch die Mimik wird sich der des Gegenübers ähneln, wenn auch in abgeschwächter Intensität. Diese ist zum Teil so subtil, dass sie nur durch Messung der veränderten Muskelspannung nachweisbar ist (Dimberg, 1982; Tassinari & Cacioppo, 1990).

Die beschriebene Nachahmung führt laut Duclos und Kollegen über einen Feedback-Mechanismus im Beobachter zu der entsprechenden Emotion (Duclos, Laird, & Schneider, 1989). Die Fähigkeit der Simulation scheint auch im Zusammenleben hilfreich. Soziale Kontakte werden erleichtert und verbessert, wenn man in der Lage ist, sich in andere Personen hineinzusetzen (Sonny-Borgstrom, 2002).

Studien, in denen Menschen mit einem Defekt des prämotorischen Kortex im Bereich der „Spiegelneurone“ untersucht wurden, zeigten, dass diese Personen Einschränkungen bezüglich der Erkennung von komplexen Emotionen anhand des Gesichtsausdrucks aufwiesen (Adolphs, Damasio, Tranel, Cooper & Damasio, 2000).

1.3 Theorien des mimischen Ausdrucks

Zum mimischen Ausdruck gibt es in der Literatur eine Vielzahl von Theorien, von denen hier drei etwas näher betrachtet werden.

1.3.1 Phylogenetische Sichtweise

Die Grundlagen der emotionstheoretischen Sichtweise gehen auf die Vorstellungen von Charles Darwin zurück. Er postulierte, dass Emotionen durch kognitive Einschätzungen von Ereignissen oder Sachverhalten verursacht werden. Als Folge dieser Einschätzungen entsteht ein Emotionsausdruck. Nach Darwin impliziert dieser Emotionsausdruck alle körperlich beobachtbaren Veränderungen wie z. B. Mimik, Gestik, Körperhaltung und physiologische Veränderungen. Bei der Ausformung der emotionsspezifischen Charakteristika spielt nach Darwin die phylogenetische Entwicklung eine wichtige Rolle, wobei er den emotionsspezifischen Ausdruck als universell betrachtete. Auf dieser Grundlage entwickelten Forscher wie Tomkins, Izard und Ekman das Konzept der Basisemotionen (Meyer, Schützwohl & Reisenzein, 1993b).

Die Verfechter dieser Theorie gehen davon aus, dass eine feste Beziehung zwischen Emotion und Aktivierung von Gesichtsmuskeln besteht. Dabei wird davon ausgegangen, dass es genetisch determinierte „Programme“ gibt, die zu emotionstypischen physiologischen Veränderungen und einem spezifischen Gesichtsausdruck führen. Tomkins nahm an, dass der Mensch sich seinen Emotionen bewusst wird, wenn ihm sein Gesichtsausdruck oder seine körperlichen Veränderungen bewusst werden.

Basisemotionen können von anderen Emotionen u.a. durch einen spezifischen und universellen Gesichtsausdruck, durch schnelle, spontane und automatische Bewertung und durch einen einzigartigen Gefühlszustand unterschieden werden. Die Auslöser und Reaktionen werden als universell angesehen (Guerro, Anderson & Trost, 1998).

Jedoch besteht keine einheitliche Meinung über die Anzahl der Basisemotionen. Ekman nennt mit Freude, Trauer, Ekel, Wut, Furcht und Überraschung sechs derer. Tomkins leitet aus seinen Beobachtungen mit Freude, Überraschung, Interesse, Wut, Ekel, Furcht, Angst und Scham acht elementare Emotionen ab. Als weiterer Vertreter

dieser Theorie bezeichnet Izard die Zustände Interesse, Freude, Überraschung, Traurigkeit, Wut, Ekel, Verachtung, Furcht, Scham, Schüchternheit und Schuld als Basisemotionen (LeDoux, 1996).

Die Uneinigkeit über die Anzahl der Basisemotionen ist ein großer Kritikpunkt der Gegner dieses Konzepts. Ortony und Kollegen (Ortony, Clore & Collins, 1988) sind der Auffassung, dass diskrete Emotionen als Folge bestimmter Kognitionen und Interpretationen entstehen, die durch drei Aspekte determiniert werden: Ereignisse, Handlungen und Objekte. Entscheidend ist nach dieser Annahme somit die eigene Einschätzung der drei Aspekte. Man kann sich über die Konsequenzen eines Ereignisses freuen oder nicht freuen; man kann die Handlungen eines Menschen als lobenswert oder als tadelnswert erachten; man kann Aspekte eines Objekts mögen oder nicht mögen. Daraus ergeben sich folglich verschiedene Reaktionen, die ihrer Auffassung nach aber per se keine emotionalen Reaktionen sind, sondern lediglich Reaktionen, die stark von der jeweiligen Bewertung abhängen.

1.3.2 Verhaltensökologische Theorie

Alain Fridlund ist ein Vertreter der verhaltensökologischen Theorie. Seine Grundannahme ist, dass Mimik nicht automatisch mit Emotionen verbunden ist, sondern dass sie besonders in sozialem Kontext auftritt (Fridlund, 1994). Seiner Annahme nach wird Mimik willentlich eingesetzt, um eine bestimmte Wirkung auf die Umwelt zu erzielen. Zum Beispiel drückt nach dieser Theorie ein ärgerliches Gesicht nicht Ärger aus, sondern signalisiert dem Interaktionspartner, dass man bereit ist anzugreifen. Ein trauriges Gesicht signalisiert demnach den Wunsch nach Beistand oder Trost. In einer Reihe von Untersuchungen wurde herausgefunden, dass die Anwesenheit anderer Personen einen intensivierenden Effekt auf die mimische Darbietung hat (Publikumseffekt) (Chovil, 1991; Fridlund, 1992).

1.3.3 Dimensionstheorie

Eine dritte Theorie definiert die verschiedenen Emotionen anhand von zwei Dimensionen: Valenz (angenehm vs. unangenehm) und Arousal (ruhig vs. erregend). Die Valenz determiniert dabei nach der Auffassung von Russell (Russell & Fernandez-Dols, 1997) die Wahrnehmung von Gesichtsausdrücken, wobei der

dargebotene Reiz entweder als angenehm oder als unangenehm empfunden und dadurch das Annäherungssystem oder aber das Vermeidungssystem aktiviert wird. Die zweite Dimension, die Erregung, bestimmt wie stark das jeweilige System aktiviert wird. Diese Aktivierung kann durch physiologische Parameter wie der Gesichtsmuskelaktivität gemessen werden.

1.4 Die Emotionen

Im folgenden Kapitel werden die fünf Basisemotionen Freude, Trauer, Ekel, Furcht und Überraschung vorgestellt und ihre jeweiligen Besonderheiten in der Wahrnehmung und Verarbeitung herausgearbeitet. Diese Emotionen wurden im Rahmen unserer Studie ausgewählt, um die mimische Reaktion auf emotionsauslösende Stimuli zu analysieren.

1.4.1 Freude

Freude wird von allen Menschen mit einer Art von Lächeln ausgedrückt. Dabei kann das Lächeln Ausdruck von Zufriedenheit, Heiterkeit oder Erleichterung sein. Mit einem Lächeln kann zudem ein negatives Gefühl leicht überdeckt werden, weil das Hochziehen der Mundwinkel durch die gezielte Innervation des Muskulus (M.) Zygomaticus Major denjenigen Muskelbewegungen entgegenwirkt, die als Indikator für negative Emotionen gelten. Studien von Kraut & Johnston (Kraut & Johnston, 1979) zeigten, dass Bowlingspieler besonders häufig nach einem Fehlwurf in die Zuschauermenge lächelten, was als Form von Entschuldigung oder auch als Kontrolle des Misserfolges interpretiert werden kann.

Neben diesem Effekt dient das Lächeln auch dem Ausdruck von echter Freude, die durch das gleichzeitige Hochziehen der Mundwinkel und Innervation beider Anteile des M. Orbicularis Oculi gekennzeichnet ist. Zudem scheint wirklich empfundene Freude in einem kürzeren Lächeln ausgedrückt zu werden.

Einen weiteren Hinweis auf die Art des Lächelns gibt die Auswertung der Symmetrie des Gesichts. Ekman, Hager & Friesen (Ekman, Hager & Friesen, 1981) fanden heraus, dass ein willkürliches Lächeln auf Kommando häufiger asymmetrisch war, als die Reaktion auf einen guten Witz, der ein spontanes und symmetrisches Lächeln hervorrief.

Freude scheint die am leichtesten wahrzunehmende Emotion zu sein. In Studien, die Patienten mit einer Beeinträchtigung der Amygdala oder auch Morbus Huntington untersuchten, zeigten sich bei der Wahrnehmung von freudigen Gesichtern keine schlechteren Ergebnisse als für gesunde Probanden (Posamentier & Abdi, 2003). Die Verarbeitung von Freude geschieht im Gehirn wohl auf vielfältige Weise, wobei

bis heute keine Einigkeit über die Gehirnstrukturen besteht, die bei Freude regelmäßig und somit kennzeichnend aktiviert werden. In seiner Übersichtarbeit beschrieb Phan für Freude die Aktivierung der Basalganglien und dabei im Besonderen das ventrale Striatum sowie das Putamen (Phan, Wager, Taylor & Liberzon, 2002). Gleichzeitig führte er die Aktivität dieser Gehirnstrukturen bei der Emotion Ekel an und sieht in den Ergebnissen gerade bei der Betrachtung der Funktion der Basalganglien als Ort der Generierung motorischer Abläufe keinen Widerspruch. Als mögliche Erklärung sieht er die Basalganglien in einer Koordinationsfunktion, die bei Freude zu motorischer Annäherung und bei Ekel zu motorischem Rückzugsverhalten führt.

1.4.2 Überraschung

Weiterhin zählt Überraschung zu den Grundemotionen, zu der jedoch relativ wenige Daten in der Literatur vorliegen. Die Ursache dafür liegt möglicherweise in der Kürze der Emotionsdauer, da sie meist weniger als eine Sekunde anhält bevor sie oft in Furcht oder Freude umschlägt.

Überraschte Menschen haben aufgerissene Augen und angehobene Augenbrauen, wodurch sich die Überraschung vom Schreck unterscheidet, da hier die Augen geschlossen sind. Zudem lässt sich der Schreck in seiner Intensität abschwächen, aber nicht unterbinden. So bewirkt die Ankündigung eines lauten Knalls eine weniger heftige Reaktion, lässt sie aber nicht vollkommen verschwinden. Überraschung hingegen empfindet man nicht mehr, wenn man weiß, was einen erwartet (Posamentier & Abdi, 2003; Ekman, 2004).

1.4.3 Furcht

Evolutionsgeschichtlich betrachtet nimmt Furcht eine entscheidende Funktion für das Überleben ein. Aus diesem Grund muss sehr schnell entschieden werden, ob eine Situation potentiell Furcht auslösend ist und somit eine Gefahr darstellt oder nicht. LeDoux (LeDoux, 1996) fand in seinen Arbeiten im Tiermodell heraus, dass eine monosynaptische Verbindung vom Corpus geniculatum mediale, das ein wichtiges Element des auditiven Systems darstellt, zu der Amygdala besteht. Dieses Gehirnareal ist z. B. für die affektive Färbung, autonome Reaktionen wie Blutdruck, Herzfrequenz und Schweißbildung sowie endokrine Reaktionen zuständig.

LeDoux beschrieb grob zwei Wege, die dem Gehirn bei Gefahr für die Wahrnehmung zur Verfügung stehen. Der schnelle Weg führt vom Thalamus direkt zur Amygdala und erlaubt somit eine unmittelbare Reaktion. Über den langsameren Weg, der Informationen aus dem sensorischen Kortex übermittelt, bekommt die Amygdala bereits vorverarbeitete und präzisere Informationen. Auch Phan (Phan et al., 2002) und Posamentier (Posamentier & Abdi, 2003) benannten in ihren Übersichtsarbeiten die Amygdala als Gehirnregion, die bei Furcht aktiviert wird.

Hat ein bestimmter Stimulus erst einmal Furcht ausgelöst, ist die Reaktion entweder Kämpfen oder Fliehen („fight or flight“). In jedem Fall wird der Körper in eine Alarmbereitschaft gesetzt, die die Voraussetzung für das Überleben steigert.

1.4.4 Trauer

Im Unterschied zur Furcht ist Trauer eine Reaktion auf ein bereits stattgefundenes Ereignis, bei der sich eine wiederkehrende Aktivierung des Cingulären Kortex (Phan et al., 2002) zeigt.

Evolutionsgeschichtlich beleuchtet führen Trauerreaktionen zu einer stärkeren Gruppenkohäsion, was wiederum Reproduktionsvorteile bringen kann. Trauer ist eine Emotion, die in den verschiedenen Kulturen ganz unterschiedlich interpretiert wird, wobei in vielen asiatischen Kulturen die Fähigkeit zu trauern sehr hoch angesehen wird und sie die Menschen auf den Weg der Erlösung oder der Rettung bringen kann. Im Iran und Sri Lanka dagegen kennzeichnet die Fähigkeit zu trauern, die emotionale Tiefe einer Person (Ekman, 2004).

Ein starkes und verlässliches Zeichen für Trauer ist die Aufwärtsneigung der Augenbraueninnenseite, denn nur wenige Menschen können diese Bewegung vorsätzlich reproduzieren (Ekman, 2004).

1.4.5 Ekel

Ekel dient primär als Schutzfunktion. Der sogenannte „Urekel“ ist dabei an die orale Aufnahme von etwas geknüpft. Aufsteigend werden dann der Schutz des Körpers (z. B. Kontamination), der Psyche (z. B. abnormale sexuelle Akte) und der sozialen Ordnung (z. B. Ekel vor fremder Kleidung) postuliert (Ekman, 2004). Im Gesichtsausdruck spiegelt es sich im Naserümpfen und Anheben der Oberlippe wieder, was dem Ziel dient, einen schlechten Geruch nicht in den Körper gelangen zu lassen.

Bei der Verarbeitung von Ekel kommt es hauptsächlich zur Aktivierung des Insulären Kortex. Daneben scheinen die Basalganglien eine wichtige Rolle zu spielen, denn Patienten mit Morbus Huntington fiel es in Studien deutlich schwerer Ekel, gegenüber anderen Basisemotionen im Gesicht anderer Personen wieder zu erkennen (Phan et al., 2002; Posamentier & Abdi, 2003).

1.5 Bilder als Stimulusmaterial

Sehr häufig werden Bilder als Stimulusmaterial benutzt, wenn es darum geht Emotionen zu untersuchen – so auch in dieser Arbeit. Ein Vorteil liegt darin, dass die Probanden bei der Betrachtung die dargebotenen Emotionen passiv wahrnehmen. Dadurch kommt es primär nicht zu motorischen Interferenzen beispielsweise von der Nackenmuskulatur. Zudem lassen sich Reizbedingungen wie Darbietungszeit und Intensität leicht kontrollieren und sind sicher replizierbar.

Ein bekanntes Bilderset ist das von Lang und Kollegen 1988 entwickelte „International Affective Picture System“-IAPS Katalog (Lang, Öhman & Vaitl, 1988). Für die Präsentation von Gesichtern hat sich in der Vergangenheit das Bildmaterial von Paul Ekman (Ekman, 1976), „Picture of Facial Affect“-POFA, bewährt.

1.6 Erfassung mimischer Reaktionen

1.6.1 Facial Action Units

Das Ziel bei der Erfassung mimischer Reaktionen ist eine objektive Beschreibung des Gesichtsausdrucks. Dazu hat sich das von Ekman und Friesen entwickelte Facial Action Coding System (FACS) (Ekman & Friesen, 1978) etabliert. Das FACS stellt ein Kategoriensystem dar, das alle visuell unterscheidbaren Gesichtsbewegungen erfasst, die reliabel codiert werden können. Die einzelnen Muskeln werden durch Nummern als Action Units (AUs) erfasst, wobei man sich auf sichtbare Veränderungen im Gesicht beschränkt. Andere Komponenten, wie etwa der Muskeltonus, bleiben unbeachtet. Insgesamt werden 44 AUs unterschieden, wobei kein Bezug auf Emotionen genommen wird, wohl aber auf die Intensität. Die Auswertungen der Gesichtsausdrücke werden in der Regel auf 1/50 Sekunde genau am Bildschirm in Zeitlupe vorgenommen, was die Kenntnis der einzelnen AUs durch den Beobachter voraussetzt.

Eine erweiterte Version stellt das EMotion FACS dar (EMFACS). In diesem anwenderfreundlichen System werden nur AUs codiert, die von den Autoren als relevant für bestimmte Emotionen, zumeist Grundemotionen, angesehen werden.

Die Erfassung mit dem FACS ermöglicht dem Geschulten eine differenzierte und objektive Beschreibung des mimischen Verhaltens im zeitlichen Verlauf.

1.6.2 Computergestützte Analyse

Schneider, Himer & Heimann (Schneider, Himer & Heimann, 1991) entwickelten eine Methode bei der lichtreflektierende Punkte an definierten Stellen im Gesicht angebracht werden. Die Punkte werden mit infrarotem Licht angestrahlt und die Reflexion per Videokamera registriert. In der Auswertung kann für einzelne Punkte die horizontale und vertikale Ablenkung im Koordinatensystem dargestellt werden. Somit wird eine genaue zeitliche Analyse der mimischen Aktivität möglich. Vorteile dieser Methode liegen darin, dass keine Artefakte durch Kopfbewegungen entstehen und der Auswertungsaufwand gering ist. Allerdings steht für diese Analyse noch keine Standardmethode zur Verfügung.

1.6.3 Elektromyographie

Auf der Grundlage der AUs von Ekman und Friesen entwickelte sich die Erfassung mimischer Reaktionen mittels Elektromyographie (EMG). Hier werden die Kontraktionen einzelnen Gesichtsmuskeln, ausgelöst durch Aktionspotentiale, mit Hilfe von Elektroden an der Hautoberfläche aufgezeichnet. Das zu messende elektrische Signal ist zunächst nur recht schwach und muss zur weiteren Auswertung verstärkt werden. Die Methode verlangt eine genaue Kenntnis der anatomischen Lage einzelner Gesichtsmuskeln für das korrekte Anbringen der Elektroden auf der Haut. Unter dieser Voraussetzung stellt das Verfahren eine sehr valide Möglichkeit dar, Aktivierungen der Gesichtsmuskeln zu registrieren.

Die Aufzeichnung der Muskelanspannung auf diese Art ermöglicht es, subtile, nicht beobachtbare Reaktionen im Gesicht aufzuzeichnen und im Anschluss eine objektive Auswertung der gewonnenen Daten vorzunehmen. Mit dem EMG steht eine sehr sensitive Methode zur Erfassung mimischer Reaktionen zur Verfügung, die es ermöglicht Veränderungen der Mimik auch im subkommunikativen Bereich zu erfassen und auszuwerten.

Gerade wenn es um die Untersuchung der subtilen mimischen Reaktion geht, stellt das EMG ein sehr gutes Verfahren dar. Artefakte, die durch Elektrodenverschiebungen bei sichtbarer Mimik entstehen, spielen in der Auswertung keine Rolle. Gleichzeitig werden die nicht sichtbaren Kontraktionen der Gesichtsmuskeln sicher aufgezeichnet.

Bei der Nutzung von Oberflächenelektroden bietet das Verfahren zudem den Vorteil, nicht invasiv zu sein, so dass durch die Messungen keine Risiken für die Gesundheit der Personen entstehen.

1.7 Elektromyographie der Mimik

Faziale Nerven innervieren über Aktionspotentiale (APe) die Gesichtsmuskeln, wodurch Kontraktionen der Muskelfasern entstehen. Diese elektrischen Signale lassen sich durch Oberflächenelektroden ableiten, wobei sich in der Praxis Schalenelektroden als günstig erwiesen haben. Dabei erfassen die Elektroden alle APe der Muskelfasern, die von dem jeweiligen Elektrodenpaar abgegriffen werden, das heißt es entsteht ein Summenaktionspotential. Die Tatsache, dass die Positionierung der Elektroden darüber entscheidet, von welchen Muskelfasern ein Signal gemessen wird, erfordert ein exaktes Anbringen der Elektroden über den Gesichtsmuskeln.

APe sind schnelle Änderungen des Membranpotentials einer Zelle, das durch einen verstärkten Elektronenfluss gekennzeichnet ist. Dieses Potential breitet sich unter Abschwächung entlang der Muskelfasern bis zur Hautoberfläche aus. Die Oberflächenelektrode auf der Haut lässt sich modellhaft durch eine Reihenschaltung von zwei Widerstand (R)-Kondensator (C)-Gliedern, dem sogenannten RC-Glied, beschreiben, denen ein Widerstand zwischengeschaltet ist. Jedes RC-Glied besteht aus einem Widerstand und einer in Reihe geschalteten Spannungsquelle. Über beiden ist ein Kondensator parallel geschaltet. Dem ersten RC-Glied ist nach diesem Modell ein weiterer Widerstand in Reihe vorgeschaltet, der den Leitungswiderstand der Körperflüssigkeit simulieren soll. Das folgende RC-Glied stellt den Haut-Elektroden Übergang dar, wobei dieser Widerstand stark von der Reinigung der Haut und der Dicke des Unterhautfettgewebes abhängt. Die Kondensatorwirkung der Haut hängt u. a. von der Größe der Kontaktfläche mit der Haut ab. Der zwischengeschaltete Widerstand wird durch die jeweilig genutzte Elektrodencreme dargestellt. Das zweite RC-Glied repräsentiert den Übergang der Elektrodencreme zum Metall, wofür sich Silberchlorid (AgCl) bewährt hat.

Durch diese Art der Messung wird ein ungefiltertes und unverarbeitetes bipolares EMG Messsignal erzielt, das in der Folge verstärkt, gefiltert und digitalisiert wird. Das erhaltene Wechselspannungssignal wird im nächsten Schritt geglättet, um nicht reproduzierbare Signalspitzen zu entfernen. Im weiteren Verlauf wird das Signal gleichgerichtet und integriert, was differenziertere Ergebnisse als bei der bloßen Betrachtung von Frequenz und Amplitude zulässt. Die kritische Betrachtung der

Daten hinsichtlich Artefakte wie z. B. Rauschen des Netzstroms oder Kopfbewegungen ist dabei unentbehrlich. Zudem ist es essentiell die Rohdaten von Lidschlägen zu bereinigen, da diese sonst den größten Amplitudenausschlag verursachen würden.

Insgesamt ermöglicht diese Vorgehensweise die Erfassung subtiler Spannungsänderungen der Gesichtsmuskeln, wodurch die Methodik eine differenzierte Analyse der mimischen Reaktion auf dargebotene Reize erlaubt. Anders als bei der Messung des Hautleitwerts oder der Herzrate, wo nur die Dimensionen Zunahme, Abnahme oder Konstanz beschrieben werden können, bietet sich die Möglichkeit, emotionsspezifische Muster aus mehreren Gesichtsmuskeln bei der Darbietung bestimmter Emotion zu erkennen.

1.8 Anwendung der Elektromyographie der Mimik

Heutzutage wird die Aufzeichnung der mimischen Reaktionen mittels EMG in den verschiedensten Bereichen angewendet.

Ein Hauptfeld dieser Arbeiten liegt in der physiologischen Psychologie, wo unter Zuhilfenahme des EMG die Auswirkungen unterschiedlicher Erkrankungen erforscht werden. Karsten Wolf und Kollegen (Wolf, Köppel, Mass & Naber, 2005) stellten mittels mimischem EMG fest, dass an Schizophrenie leidende Patienten eine inkonstante mimische Reaktion auf emotionsauslösende Bilder zeigten. Auf wiederholt dargebotene Bilder mit mimischem Ausdruck reagierten die erkrankten Probanden inkonstanter als die gesunde Kontrollgruppe.

Weitere Anwendungsbereiche in diesem Feld betreffen Patienten mit Depressionen und Autismus. Denise Sloan und Kollegen zeigten in ihrer Studie (Sloan, Bradley, Dimoulas, Lang, 2002), dass dysphorische Menschen auf Freude relevante Stimuli weniger stark mit der Aktivierung des für Freude relevanten Muskels Zygomaticus Major reagierten als gesunde Menschen.

Bei Menschen mit Autismus konnte mittels EMG der Mimik in verschiedenen Studien gezeigt werden, dass sie einen dargestellten Gesichtsausdruck einer Person in ihrem Gesicht weniger konstant replizieren als gesunde Personen. Zudem waren ihre Reaktionen langsamer als die der Personen ohne die Erkrankung. (McIntosh, Reichmann-Decker, Winkielman & Wilbarger, 2006; Beall, Moody, McIntosh, Hepburn & Reed, 2008).

Hazlett & Hazlett (Hazlett & Hazlett, 1999) untersuchten in der Werbebranche mittels Gesichts-EMG die emotionale Wirkung eines Werbespots. Die Probanden sahen 30 Sekunden Werbespots, während gleichzeitig das EMG aufgezeichnet und anschließend ein subjektiver Selbstbericht durchgeführt wurde. Durch das EMG-Verfahren zeigten sich differenzierte Veränderungen in der Mimik, die zusätzliche Informationen zur emotionalen Lage während der einzelnen Spots brachten. Zudem konnte aufgrund der EMG-Daten das Erinnerungsvermögen besser vorhergesagt werden als durch den Selbstbericht.

2 Fragestellung und Hypothesen

2.1 Ziel der Studie

Ziel dieser Arbeit war es, subtile Veränderungen in der emotionsrelevanten Mimik gesunder Personen mittels Elektromyographie zu differenzieren. Dazu wurden die Aktivitätsveränderungen von neun mimisch relevanten Muskeln während der Präsentation von emotionsauslösenden Stimuli ausgewertet. Auf der Grundlage früherer Studien wählten wir den M. Frontalis, M. Corrugator Supercilii, M. Orbicularis Oculi, M. Levator Labii, M. Zygomaticus Major, M. Depressor Anguli Oris, M. Risorius, M. Mentalis und M. Platysma für unsere Studie aus. Es sollte analysiert werden, ob sich durch die genannten Muskeln emotionsspezifische Muster als Reaktion auf dargebotene emotionale Stimuli differenzieren lassen. Als Emotionsauslöser verwendeten wir im Hauptteil der Studie emotionsausdrückende Gesichtsbilder (Picture of Facial Affect-POFA). Im zweiten Abschnitt des Experiments präsentierten wir den Probanden situativ gestaltete emotionsauslösende Bilder (International Affective Picture System-IAPS). Neben der Differenzierung möglicher Muster bei bestimmten Emotionen sollte untersucht werden, ob bei den subtilen Reaktionen der Probanden Geschlechtsunterschiede auftreten. In einem weiteren Teil der Studie stellten wir einen Vergleich zwischen den beiden verwendeten Bilderkatalogen bei gleicher Emotionsdarbietung her.

2.2 Hypothesen

1. Emotionsausdrückende Gesichtsbilder erzeugen emotionsspezifische subtile mimische Muster bei gesunden Probanden.
2. Freude ausdrückende Bilder (Gesichtsbilder sowie situative Bilder) erzeugen bei den Probanden eine Aktivierung der Muskeln Orbicularis Oculi und Zygomaticus Major.
3. Ekel ausdrückende Bilder (Gesichtsbilder sowie situative Bilder) erzeugen bei den Probanden eine Aktivierung des Muskels Levator Labii.
4. Im Vergleich erzeugen emotionsauslösende situative Bilder als Stimuli einen quantitativ stärkeren mimischen Effekt als emotionsausdrückende Gesichtsbilder.
5. Weibliche Probanden reagieren bei allen dargestellten Emotionen stärker auf emotionsauslösenden Stimuli als männliche Probanden.

3 Methoden

An der Studie nahmen 15 gesunde weibliche und 15 gesunde männliche Probanden zwischen 20 und 29 Jahren teil, wobei das Durchschnittsalter bei 24,3 Jahren lag. Bis auf zwei Probanden mit Realschulabschluss verfügten alle Probanden über einen Abiturabschluss.

Als Stimulusmaterial dienten zwei verschiedenartige Blöcke von Bildern in identischer Darbietungsart. Der erste Block umfasste 48 emotionsausdrückende Gesichtsbilder aus dem Pictures of Facial Affect (POFA)-Katalog von Paul Ekman, während der zweite Block 24 situativ gestaltete emotionsauslösende Bilder aus dem International Affective Picture System (IAPS)-Katalog enthielt.

Nachdem die Probanden eine angenehme Sitzposition auf einem etwa vier Meter von der Leinwand positionierten bequemen Stuhl eingenommen hatten, wurden die entsprechenden Hautstellen unter denen sich die abzuleitenden Muskeln befanden, sorgfältig mit 96%igem Alkohol mittels eines Wattetupfers gereinigt. Alle Probanden waren im Gesicht rasiert, trugen kein Make Up und verwendeten laut eigenen Angaben an dem Tag auch keinerlei andere Gesichtspflegemittel. Weiterhin wurden die Probanden aufgefordert nicht mehr zu sprechen. Der Versuchsraum befand sich in einer ruhigen Umgebung und wurde abgedunkelt.

Im nächsten Arbeitsschritt wurden die Elektroden (*Abbildung 1*) mit einem Innendurchmesser von sechs Millimetern mit Elektrodengel aufgefüllt und mittels eines beidseitig klebenden Rings auf die entsprechende gereinigte Hautstelle aufgebracht. Es wurde dabei auf die Vermeidung von Luftblasen im Gel geachtet, um einen guten Elektroden-Haut-Kontakt zu gewährleisten.

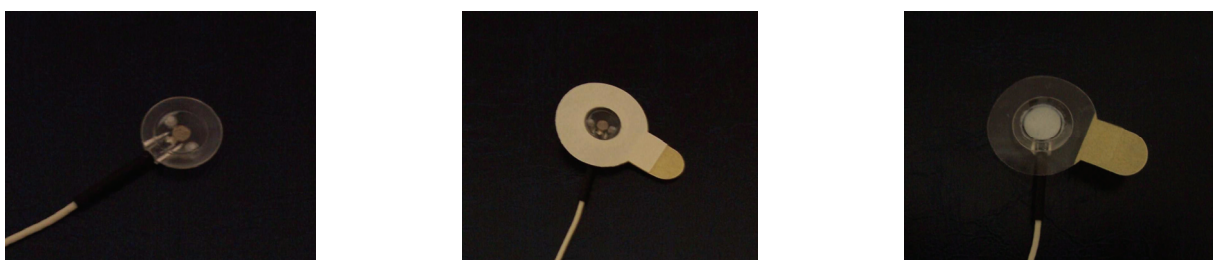
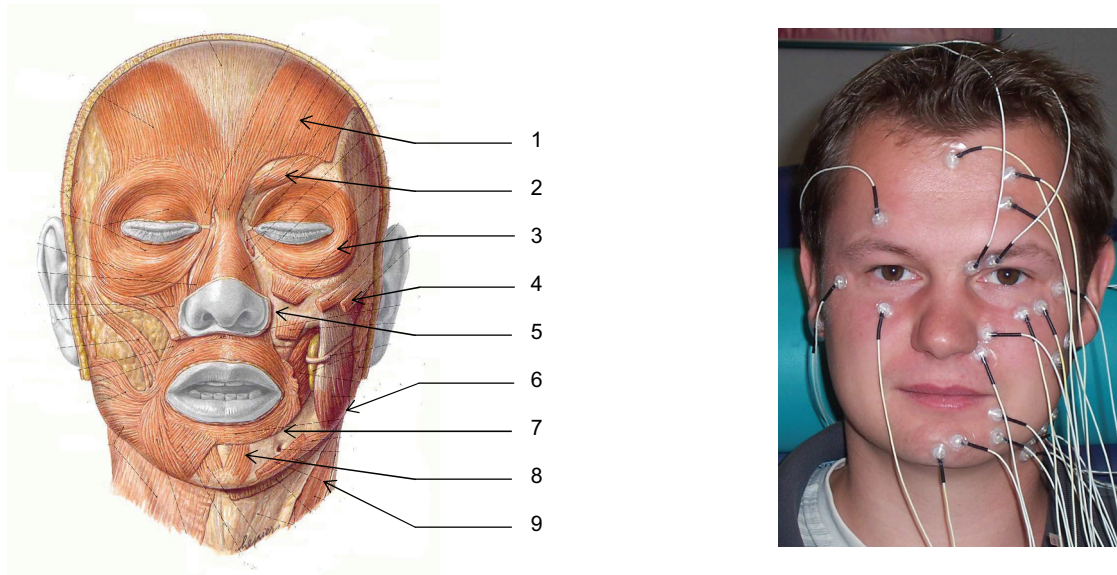


Abbildung 1: Oberflächenelektroden – links leer, mittig mit Klebering, rechts mit Klebering und Elektrodencreme

Nachdem alle 24 Elektroden wie in *Abbildung 2* im Gesicht angebracht worden waren, wurden die Impedanzen kontrolliert und gegebenenfalls das entsprechende Elektrodenpaar erneut geklebt.



1 M. Frontalis

2 M. Corrugator Supercilii

3 M. Orbicularis Oculi

4 M. Zygomaticus Major

5 M. Levator Labii

6 M. Risorius

7 M. Depressor Anguli Oris

8 M. Mentalis

9 M. Platysma

Abbildung 2: Position der Elektroden – links Schema (Putz & Pabst, 2006), rechts Proband

Die Elektrodenpositionen der neun Gesichtsmuskeln richteten sich nach den Angaben von Fridlund & Cacioppo (Fridlund & Cacioppo, 1986). Zu den untersuchten Muskeln zählten: 1 M. Frontalis, 2 M. Corrugator Supercilii, 3 M. Orbicularis Oculi, 4 M. Zygomaticus Major, 5 M. Levator Labii, 6 M. Risorius, 7 M. Depressor Anguli Oris, 8 M. Mentalis und 9 M. Platysma auf der linken Gesichtshälfte.

Zusätzlich wurde ein aus vier Elektroden bestehendes Elektrookulogramm geklebt.

Im Vorfeld des Experiments wurden die Probanden bereits über den groben Ablauf, nicht jedoch über die Hintergründe der Studie informiert.

Nach dem Aufbringen der Elektroden auf die Haut erhielten alle Probanden identische Instruktionen, die jeweils langsam vorgelesen wurden: „Sie werden gleich verschiedene Bilder auf der Leinwand sehen. Schauen Sie die Bilder an. Nach jedem Bild wird ein Fragezeichen erscheinen. Beurteilen Sie durch Drücken der Tasten null

bis drei mit der rechten Hand inwieweit Sie sich in das Bild hineinversetzen können. Null bedeutet: Gar nicht. Drei bedeutet: Ich kann mich sehr gut in das Bild hineinversetzen. Zwischen den Bildern und vor dem ersten Bild erscheint ein Graubildschirm mit einem Kreuz in der Mitte. Schauen Sie während des Graubildschirmes auf das Kreuz.“

Gaben die Probanden zu verstehen, dass sie alles verstanden hatten, wurde das Licht im Versuchsraum ausgeschaltet, die Tür geschlossen und das Paradigma aus dem Nebenraum am PC gestartet.

Neun der dreißig Probanden wurden während des Versuchs durch eine für sie sichtbare Videokamera aufgezeichnet. Dadurch bestand die Möglichkeit zu beurteilen, ob die Probanden während der Bildpräsentationen mit sichtbarer Mimik reagierten. Bei der Auswertung des Videomaterials achteten wir besonders auf sichtbare Mimik während der ersten Sekunden der Bildpräsentation. Zudem konnten durch die Aufzeichnungen Bewegungen registriert werden, die zu Artefakten in der Datenerhebung führten.

3.1 Das experimentelle Paradigma

Insgesamt beinhaltete das Paradigma 72 Bilder, die wie oben beschrieben in zwei Blöcke unterteilt waren. Die Bilder wurden zeitkontrolliert mittels eines PCs über einen Videobeamer dargeboten.

Dem ersten Block wurde einmalig für zwei Minuten ein Graubildschirm vorangestellt, damit sich der Proband entspannen und an die äußeren Bedingungen anpassen konnte. In der Mitte des Bildschirms wurde zusätzlich ein Fixationskreuz zur Orientierung präsentiert. Dann folgte das erste Bild über einen Zeitraum von acht Sekunden. Laut Instruktion sollte der Proband dieses nur anschauen und nachfolgend bei Erscheinen des Fragezeichens per Tastendruck beurteilen, inwieweit er sich in das gezeigte Bild hineinversetzen kann. Diese Beurteilung diente dazu, den Probanden zu motivieren, das jeweilige Bild auch tatsächlich zu betrachten und wurde nicht ausgewertet. Nach dem Fragezeichen (Dauer: zwei Sekunden) folgte erneut ein Graubildschirm für 13 Sekunden, der wie die ersten zwei Minuten gestaltet war und wiederum der Entspannung und der Nulllinienfindung diente. Die anderen 47 Bilder wurden in identischer Form wie das Erstbeschriebene präsentiert. Zusammengenommen dauerte der erste Block einschließlich der ersten zwei Minuten Graubildschirm 20 Minuten und 24 Sekunden.

Im Anschluss an die 48 Gesichtsbilder folgte eine kurze Pause. In dieser Zeit vergewisserte sich der Versuchsleiter, dass alle Elektroden weiterhin wie vorgesehen auf der Haut angebracht waren. Die Kontrolle wurde durchgeführt, um eventuelle Verschiebungen der Elektroden zu dokumentieren. In keinem Fall wurden nach dem Start des Experimentes die Positionen der Elektroden verändert. Nachdem der Versuchsleiter den Raum wieder verlassen hatte, wurde der zweite Bilderblock gestartet.

Die situativ gestalteten Bilder wurden in gleicher Form und mit identischer Instruktion dargeboten wie der erste Bilderblock, jedoch mit dem Unterschied, dass dieses Mal nur 24 Bilder gezeigt wurden. Es ergab sich einschließlich der ersten zwei Minuten Graubildschirm eine Dauer von 11 Minuten und 12 Sekunden.

3.2 Stimuli

Bei den Gesichtsbildern von Ekman wurden insgesamt 48 Gesichter präsentiert, wobei vier verschiedene Frauen- und vier verschiedene Männergesichter ausgewählt wurden. Diese acht Personen zeigten per Gesichtsausdruck jeweils die Emotionen Freude, Überraschung, Furcht, Ekel, Trauer sowie einen neutralen Ausdruck, die beispielhaft in *Abbildung 3* dargestellt sind. Dazu wurden folgende Bilder aus dem Katalog ausgewählt:

- Freude: PE 2-12, PF 1-6, GS 1-8, JM 1-4, JJ 4-7, C 2-18, NR 1-6, WF 2-11;
- Überraschung: NR 1-14, JM 1-16, PE 6-2, PF 1-16, WF 2-16, C 1-10, GS 1-16, JJ 4-13
- Furcht: JJ5-13, C 1-23, NR 1-19, JM 5-3, PE 3-16, GS 1-25, WF3-16, PF 2-30
- Ekel: C 1-4, JM 2-8, GS 2-25, WF 3-11, JJ 3-20, NR 3-29, PF 1-24, PE 4-5
- Trauer: WF 5-6, PE 5-10, PF 2-12, NR 2-15, GS 2-1, C 1-18, JJ 5-5, JM 3-11
- Neutral: PE 2-4, GS 1-4, JJ 3-4, NR 1-3, C 2-3, JM 1-9, WF 2-5, PF 1-2.



Abbildung 3: Beispiele Gesichtsbilder

Die Bilder wurden randomisiert dargeboten, aber mit den Bedingungen, dass keine identische Emotion und nicht dieselbe Person direkt aufeinander folgend präsentiert wurde.

Bei den situativen Bildern, die beispielhaft in *Abbildung 4* dargestellt sind, wurden 24 Bilder ausgewählt, die per Definition beim Betrachter relaxte Freude, erregte Freude, Ekel und Trauer hervorrufen. Pro Emotionen wurden fünf verschiedene Bilder dargeboten. Außerdem wurden vier neutrale Bilder gezeigt. Aus dem IAPS-Katalog wurden folgende Bilder ausgewählt:

- Relaxte Freude: 5891, 5200, 5760, 5780, 5201
- Erregte Freude: 4653, 4658, 4611, 4641, 4800
- Ekel: 3150, 3261, 9300, 3060, 3400
- Trauer: 9110, 9140, 9220, 9230, 9415
- Neutral: 7006, 7025, 7175, 7004

Auch hier sahen die Probanden randomisierte Bilder, ohne dass Bilder, die die gleiche Emotion auslösen, direkt hintereinander dargeboten wurden.



Abbildung 4: Beispiele situative Bilder

3.3 Geräte und Software

Die Gesichtsmuskelaktivität wurde mit einem EEG/EMG-Verstärker der Firma Brain Products© (München) erfasst. Der benutzte Verstärker wies folgende Parameter auf: Eingangsimpedanz 10 MOhm, Gleichtaktunterdrückung > 90 dB, untere Grenzfrequenz 0,016 Hz, obere Grenzfrequenz 1000 Hz, A/D Wandler 16 Bit, Signalbereich +/- 3,2 mV, Auflösung 0,1 µV.

Es wurden Schalenelektroden mit einem Durchmesser von sechs Millimetern verwendet und mit der Elektrodencreme signa creme®, Parker Laboratoris (New York) befüllt.

Die Aufzeichnung der Daten erfolgte über einen PC durch das Programm Brain Vision Recorder (Brain Products, München) mit anschließender Aufbereitung der Daten in DIADEM 9.0.

Die statistische Auswertung geschah mit Statistical Package for Social Science 11.0 (SPSS). Grafiken wurden durch SigmaPlot 8.0 erstellt.

3.4 Auswertung der Daten

Alle Daten wurden am PC durch das Programm Brain Vision Recorder aufgezeichnet. Die Rohdaten wurden automatisch durch das simultan erfasste Elektrokulogramm von Artefakten aufgrund von Augenbewegungen und Lid-schlägen bereinigt. Im gleichen Arbeitsschritt wurden alle Daten gefiltert, wobei der Hochpassfilter bei 10 Hz und der Tiefpassfilter bei 500 Hz lag. Zusätzlich wurde die Frequenz des Netzstroms von 50 Hz herausgefiltert.

Der nächste Arbeitsschritt oblag der Datensegmentierung in folgender Weise: Jedes Bild (acht Sekunden) plus jeweils fünf Sekunden vor Bildbeginn stellte ein Segment dar. Somit bestand jedes Segment aus 13 Sekunden. Insgesamt ergaben sich aufgrund der Bilderanzahl 48 Segmente für den ersten und 24 Segmente für den zweiten Block.

Die von Artefakten bereinigten Segmente wurden dann in DIADEM transferiert, gleichgerichtet und integriert. Dazu wurden die einzelnen Segmente nochmals in Ein-Sekunden-Abschnitte unterteilt. Für die Bilddarstellungsdauer ergaben sich acht Abschnitte und für die Dauer vor Bildbeginn fünf Abschnitte. Die letztgenannten Abschnitte dienten der Nulllinienfindung (Baseline), die sich letztendlich durch die mittlere Aktivität der letzten Sekunde vor Bildbeginn ergab. Die Integration innerhalb der Abschnitte erfolgte mit einer Zeitkonstanten von 100 ms.

Als Resultat der Berechnungen ergaben sich somit pro Bild ein Nulllinienwert (Baseline) und acht Itemwerte, die in eine SPSS-Tabelle eingetragen wurden. Die weiteren Berechnungen erfolgten in SPSS, wo zunächst alle Extremwerte (> drei Standardabweichungen über bzw. unter dem Mittelwert aller Bilder je Muskel, separat für beide Bilderblöcke) eliminiert wurden. Anschließend wurden die Ergebnisse aller Probanden, separat für die neun Zeitabschnitte, über die einzelnen Emotionen gemittelt (Gesichtsbilder: 30 Probanden je acht Bilder Freude, Trauer, Ekel, Überraschung, Furcht und Neutral; situative Bilder: 30 Probanden je fünf Bilder entspannte Freude, erregte Freude, Trauer, Ekel und vier Bilder Neutral) und der Standardfehler berechnet. Um die Wechselwirkung zwischen jeweiliger Emotion und Zeit beurteilen zu können, wurden die Daten mittels separaten zwei-faktoriellen Varianzanalysen (ANOVA-analysis of variance) für messwiederholte Daten

inferenzstatistisch ausgewertet. Dabei wurden die Faktoren „Emotion“ mit jeweils zwei Stufen (Freude, Trauer, Furcht, Ekel, Überraschung, erregte Freude versus Neutral) und „Messzeitpunkt“ mit neun Stufen (Baseline plus acht Ein-Sekunden-Abschnitte der Items) in die Analysen eingeführt. In weiteren Analysen möglicher Geschlechtseffekte wurden drei-faktorielle ANOVAs berechnet, wobei das Probandengeschlecht als Gruppenfaktor eingeführt wurde. Einzelvergleiche für einzelne Zeitabschnitte wurden bei signifikanten globalen Wechselwirkungen mittels t-Test durchgeführt. Das Signifikanzniveau für alle Analysen betrug $p \leq 0.05$.

4 Ergebnisse

4.1 Gesichtsbilder

4.1.1 Freude

M. Orbicularis Oculi und M. Zygomaticus Major

Der *M. Orbicularis Oculi* ($F(8, 232) = 5,81, p < 0.001$) und der *M. Zygomaticus Major* ($F(8, 232) = 6,73, p < 0.001$) zeigten in der Varianzanalyse eine signifikante Wechselwirkung zwischen Valenz x Zeit für die Gesichtsbilder.

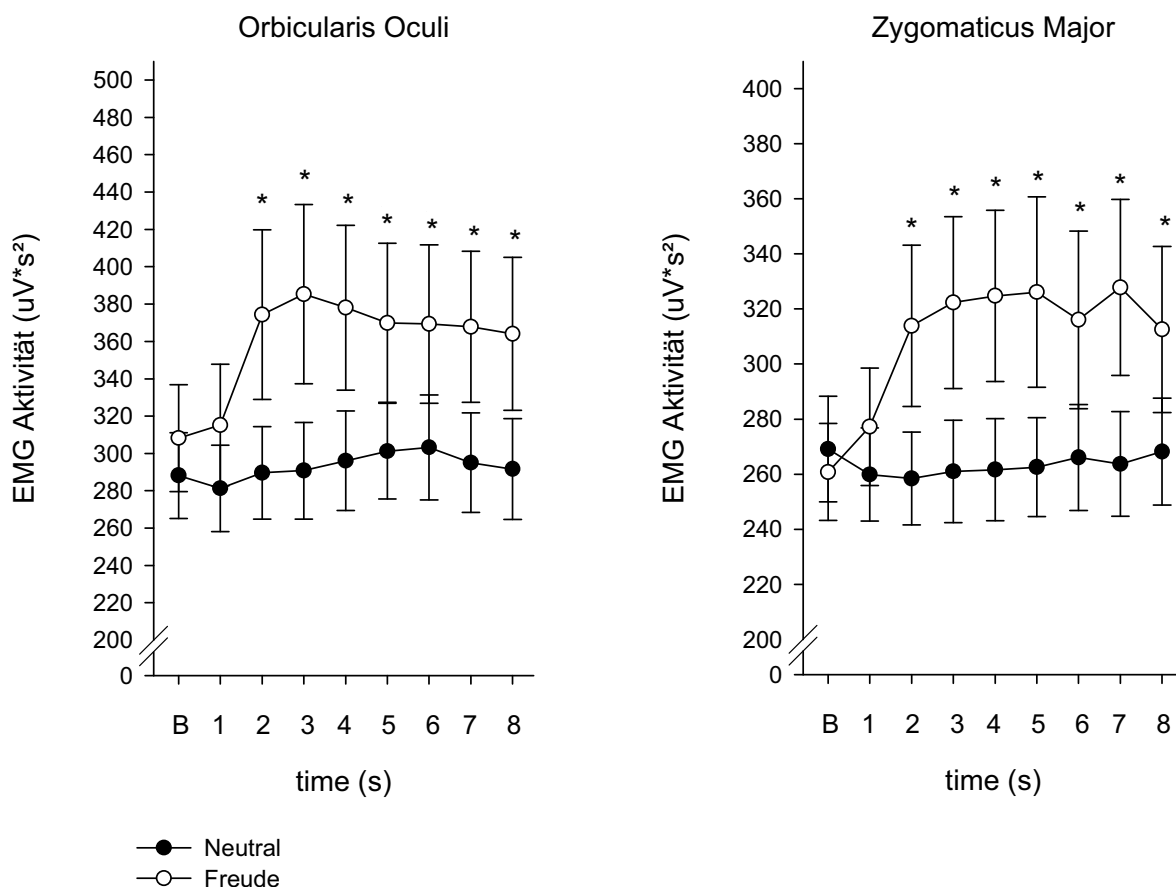


Abbildung 5: Freude (Gesichtsbilder) *M. Orbicularis Oculi* und *M. Zygomaticus Major*

Die Markierung eines Zeitabschnitts mit „*“ weist auf einen signifikanten Effekt im t-Test ($p \leq 0.05$) in dem jeweiligen Zeitabschnitt hin.¹ Die Fehlerbalken, die in den

¹ Die Markierung mit „*“ wird im gesamten Kapitel 4.1 und 4.2 verwendet

Abbildungen verwendet wurden, entsprechen jeweils den Standardfehlern.

M. Frontalis und M. Corrugator Supercilii

Die Muskeln der oberen Gesichtshälfte zeigten während der gesamten Präsentation von Freude ausdrückenden Gesichtern einen signifikanten Aktivitätsverlust. Die Aktivitätsveränderungen des M. Frontalis ($F(8, 232) = 4,11, p < 0.001$) und des M. Corrugator Supercilii ($F(8, 232) = 5,80, p < 0.001$) erreichten für die Wechselwirkung Valenz x Zeit einen signifikanten Effekt in der Varianzanalyse.

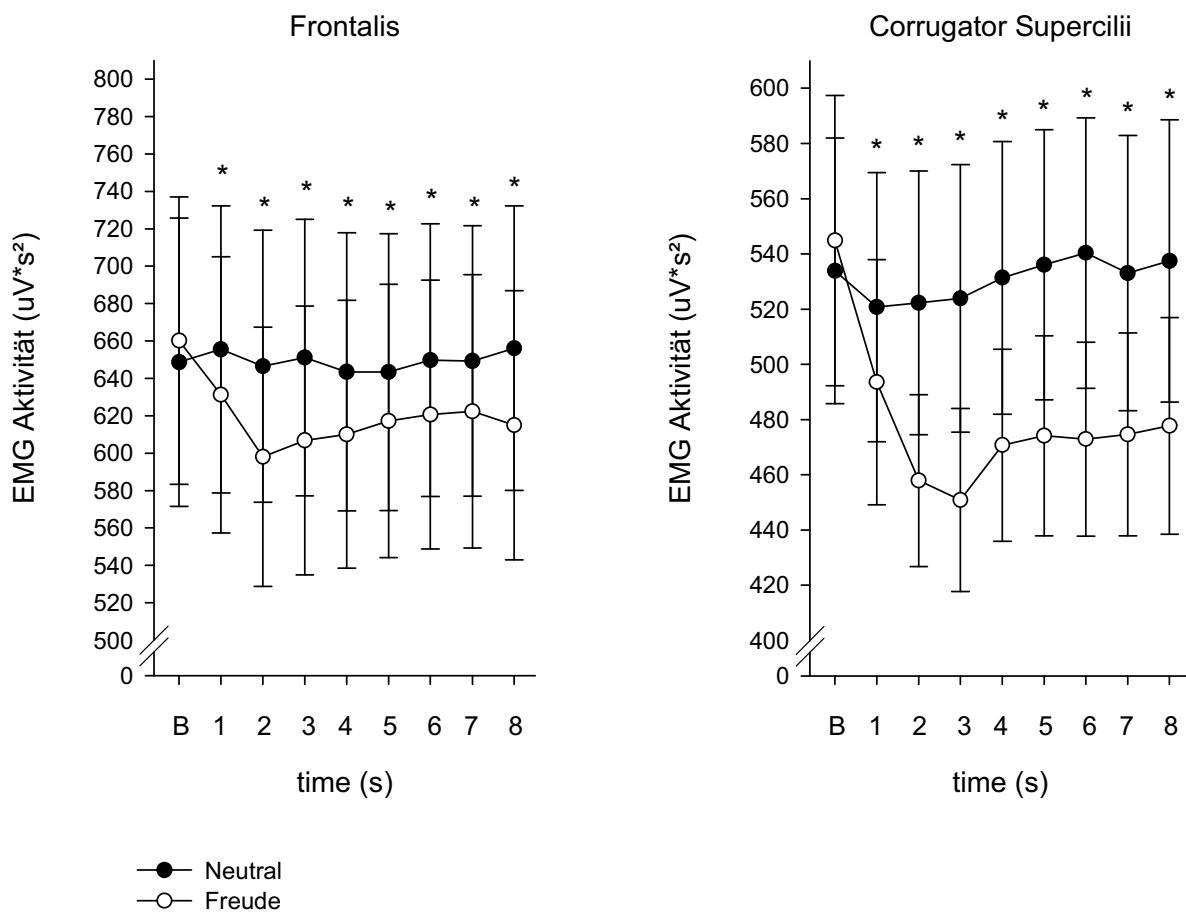


Abbildung 6: Freude (Gesichtsbilder) M. Frontalis und M. Corrugator Supercilii

M. Levator Labii

Dieser Muskel zeigte in der Varianzanalyse zwischen Valenz x Zeit ebenfalls eine signifikante Wechselwirkung, die auf einem geringeren Niveau als bei den erstgenannten Muskeln lag ($F(8, 232) = 2,53, p = 0.012$).

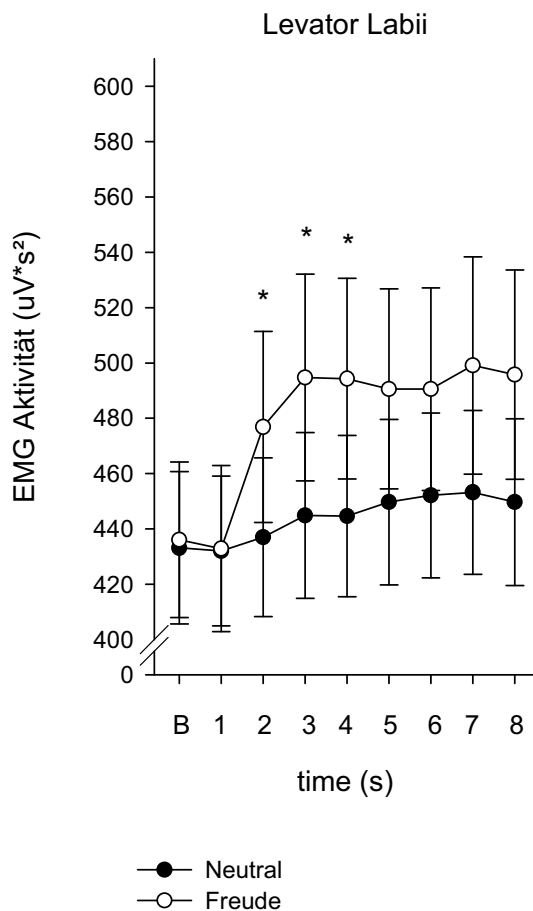


Abbildung 7: Freude (Gesichtsbilder) M. Levator Labii

4.1.2 Ekel

M. Levator Labii

Ekel ausdrückende Gesichter erzeugten bei den Probanden eine signifikante Wechselwirkung zwischen Valenz x Zeit für den M. Levator Labii ($F(8, 232) = 2,20$, $p = 0.028$). Die maximale Steigerung der Aktivität war bei der Emotion Ekel höher als bei jeder anderen getesteten Emotion.

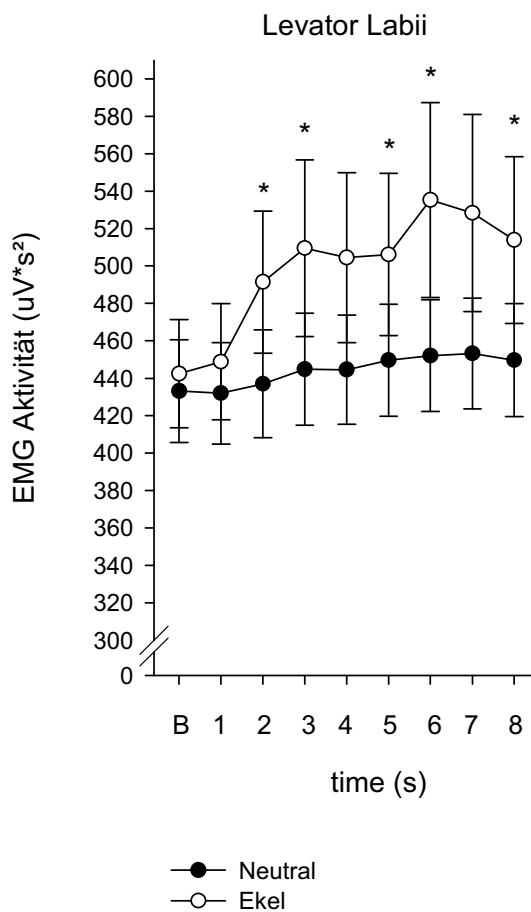


Abbildung 8: Ekel (Gesichtsbilder) M. Levator Labii

M. Orbicularis Oculi und M. Zygomaticus Major

Sowohl der M. Orbicularis Oculi ($F(8, 232) = 2,27$, $p = 0.024$) als auch der M. Zygomaticus Major ($F(8, 232) = 2,72$, $p = 0.007$) zeigten in der Varianzanalyse für die Wechselwirkung Valenz x Zeit eine signifikante Aktivitätserhöhung.

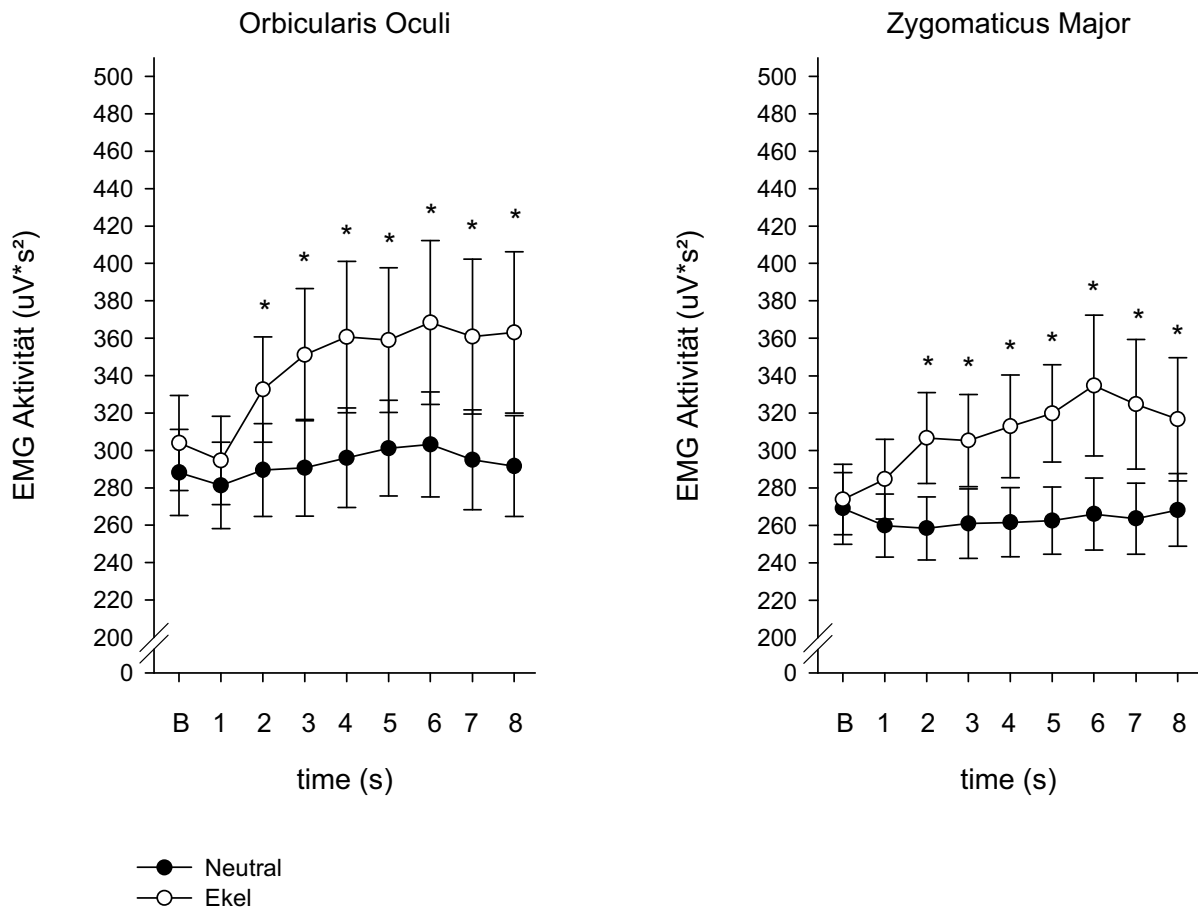


Abbildung 9: Ekel (Gesichtsbilder) M. Orbicularis Oculi und M. Zygomaticus Major

M. Frontalis und M. Corrugator Supercilii

Die beiden Muskeln der oberen Gesichtshälfte reagierten mit einem signifikanten Aktivitätsabfall über die gesamte Zeitspanne von acht Sekunden im Vergleich zu den neutralen Bildern. In der Varianzanalyse stellte sich für den M. Corrugator Supercilii ($F(8, 232) = 2,31, p = 0,021$) und auch den M. Frontalis ($F(8, 232) = 4,38, p < 0,001$) eine signifikante Wechselwirkung zwischen Valenz x Zeit ein.

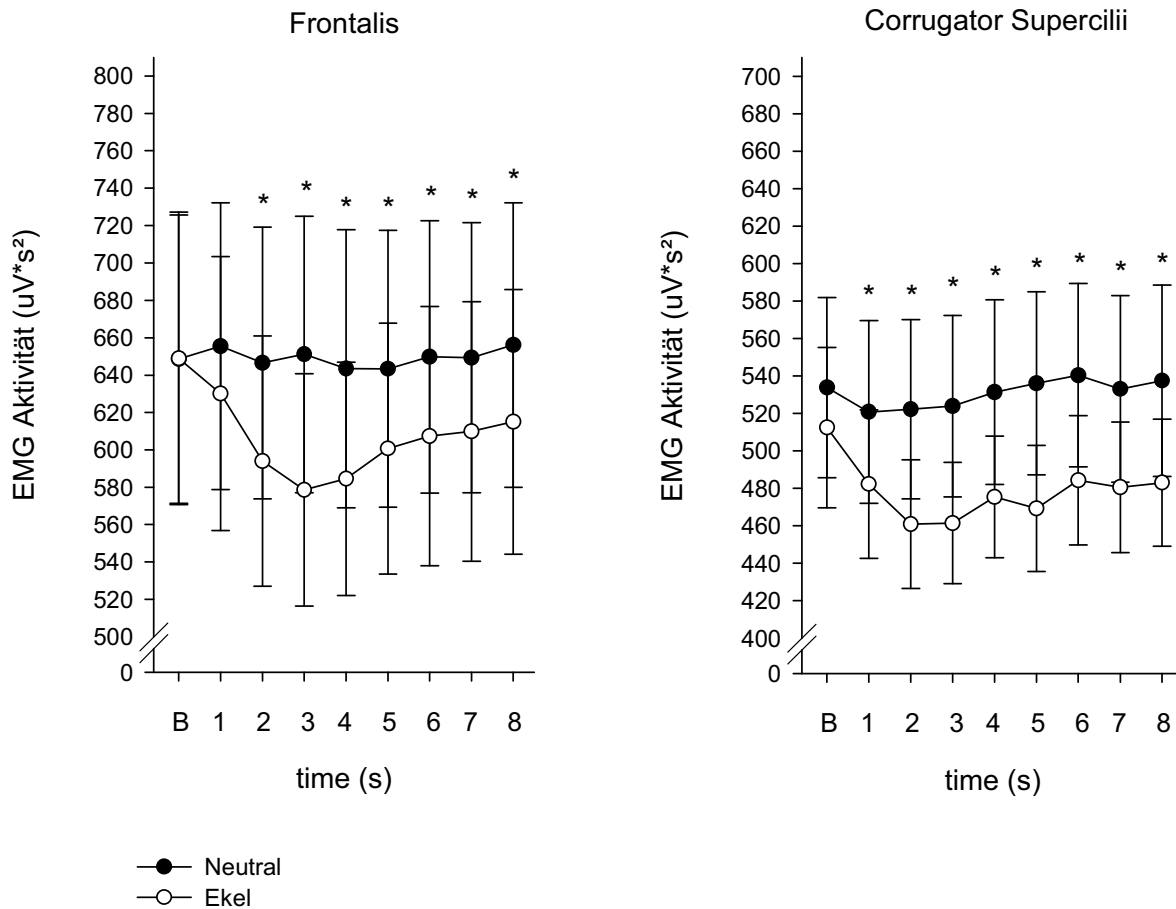


Abbildung 10: Ekel (Gesichtsbilder) M. Frontalis und M. Corrugator Supercilii

4.1.3 Trauer

Die Präsentation von Trauer ausdrückenden Gesichtern bewirkte besonders in den Muskeln der oberen Gesichtshälfte eine Aktivitätssteigerung. Sowohl der M. Frontalis ($F(8, 232) = 2,07, p = 0.040$), als auch der M. Corrugator Supercilii ($F(8, 232) = 2,42, p = 0.016$), zeigten einen signifikanten Effekt für die Wechselwirkung von Valenz x Zeit. Allerdings erreichte der Faktor Valenz jeweils keinen signifikanten Haupteffekt.

Alle übrigen gemessenen Muskeln erreichten für die Emotion Trauer kein Signifikanzniveau für die genannte Wechselwirkung.

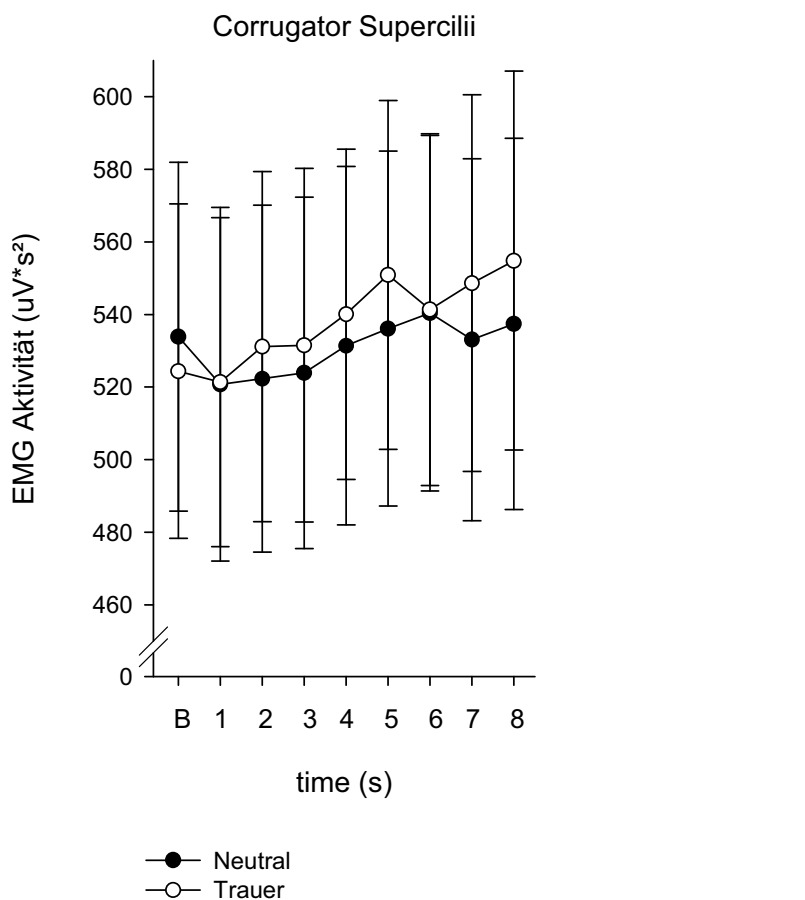


Abbildung 11: Trauer (Gesichtsbilder) M. Corrugator Supercilii

4.1.4 Überraschung

Bei dieser Emotion wurde der Muskel Orbicularis Oculi aktiviert, wobei sich für die Wechselwirkung Valenz x Zeit ($F(8, 232) = 1,88, p = 0.063$) ein statistischer Trend zeigte. Daneben wies der M. Zygomaticus Major eine Aktivitätserhöhung auf, die allerdings kein Signifikanzniveau erreichte.

Die übrigen Muskeln erreichten für die Wechselwirkung Valenz x Zeit für die Emotion Überraschung kein signifikantes Niveau.

4.1.5 Furcht

Furcht ausdrückende Gesichter bewirkten bei keinem der gemessenen Muskeln eine signifikante Wechselwirkung für Valenz x Zeit.

4.2 Situative Bilder

4.2.1 Erregte Freude

M. Orbicularis Oculi und M. Zygomaticus Major

Erotische Bilder bewirkten in dem Block der situativen Bilder in den für Freude relevanten Muskeln eine deutliche Aktivitätssteigerung bei den Probanden. Sowohl der *M. Orbicularis Oculi* ($F(8, 232) = 4,15, p < 0.001$) als auch der *M. Zygomaticus Major* ($F(8, 232) = 3,10, p = 0.002$) zeigten in der Varianzanalyse für die Wechselwirkung Valenz x Zeit einen signifikanten Effekt auf.

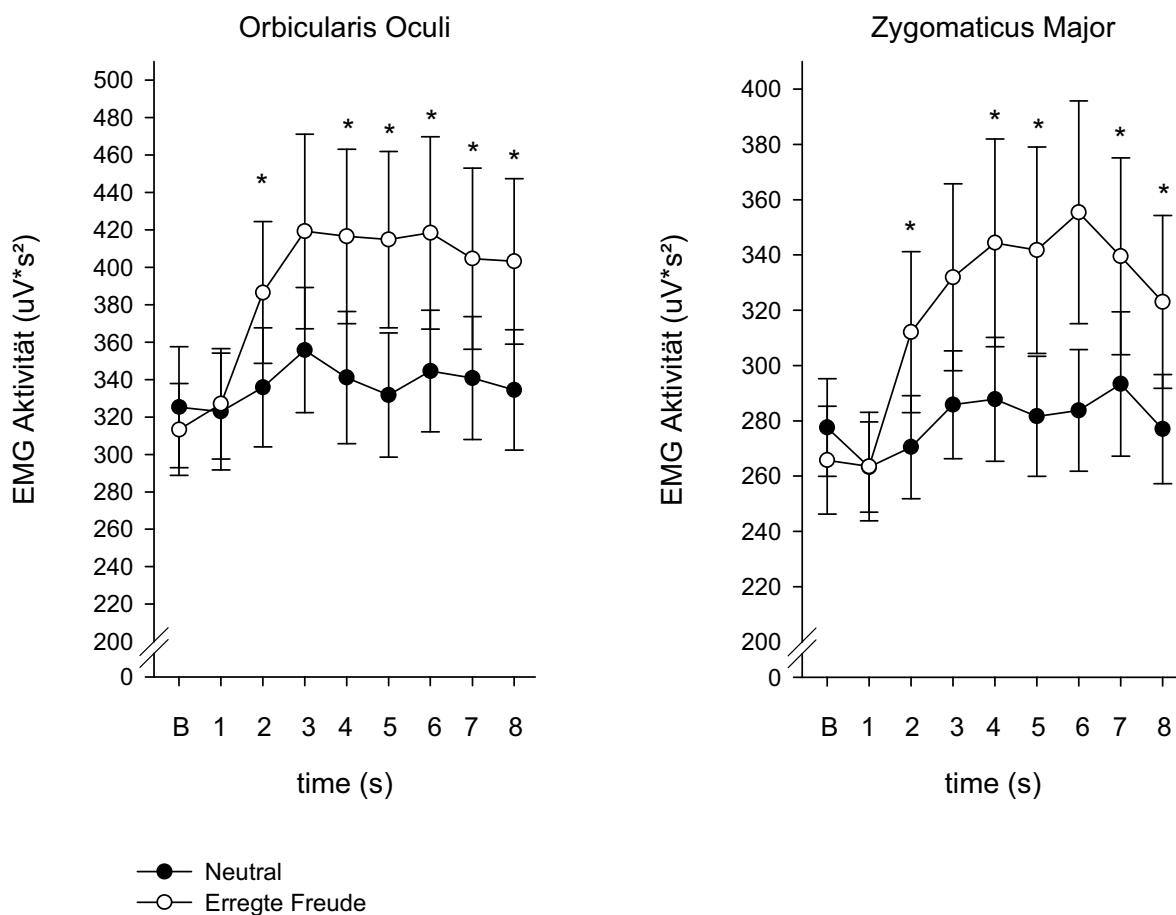


Abbildung 12: Erregte Freude (situative Bilder) *M. Orbicularis Oculi* und *M. Zygomaticus Major*

M. Levator Labii

Der M. Levator Labii erreichte ebenfalls einen signifikanten Effekt für die Wechselwirkung Valenz x Zeit ($F(8, 232) = 3,88, p < 0.001$).

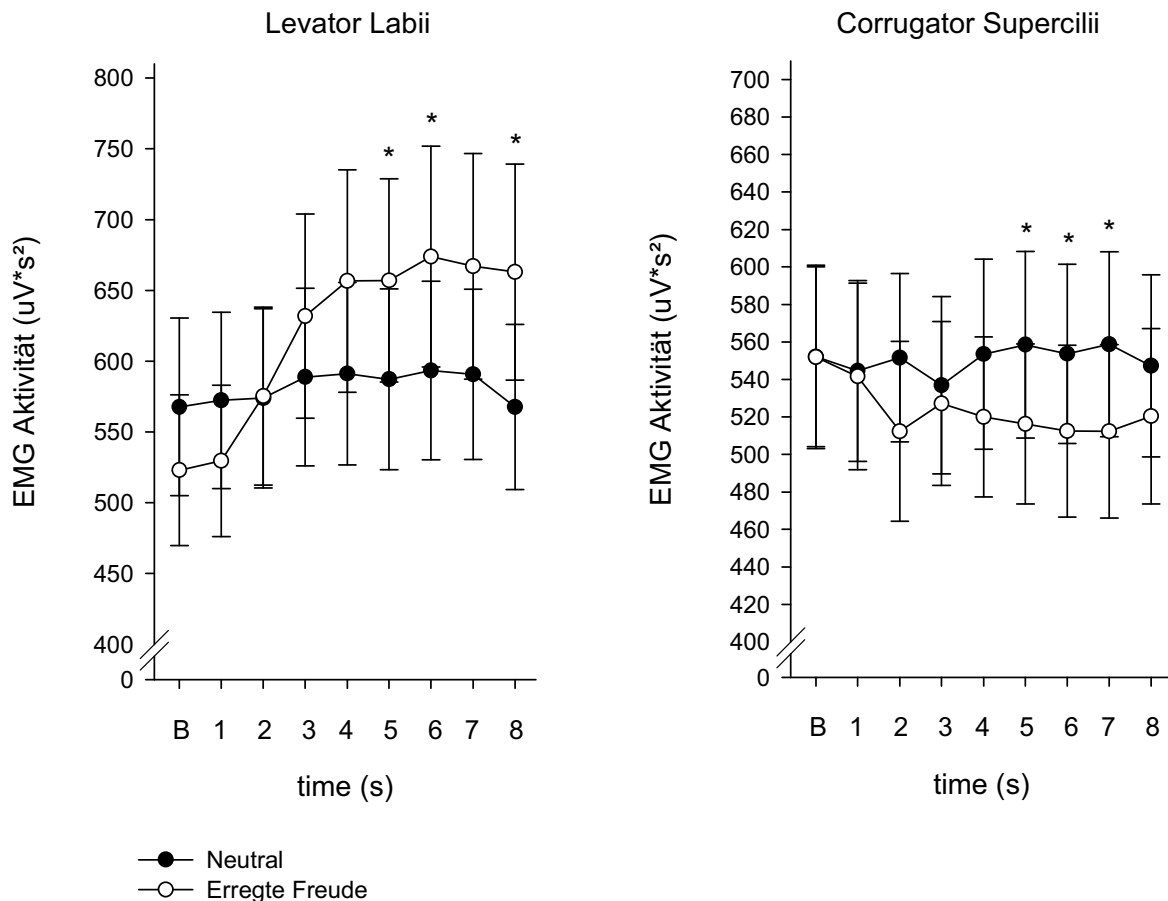


Abbildung 13: Erregte Freude (situative Bilder) M. Levator Labii und M. Corrugator Supercilii

M. Frontalis und M. Corrugator Supercilii

Für den M. Corrugator Supercilii zeigte sich im Zeitverlauf ein Abfall der Muskelaktivität, wobei sich für die Wechselwirkung Valenz x Zeit ein statistischer Trend ($F(8, 232) = 1,80, p = 0.078$) in der Varianzanalyse ergab.

Für den M. Frontalis zeigten sich keine signifikanten Effekte für die genannte Wechselwirkung.

4.2.2 Ekel

M. Levator Labii

Für diesen Muskel stellte sich eine Aktivitätserhöhung mit signifikantem Effekt für die Wechselwirkung Valenz x Zeit in der Varianzanalyse dar ($F(8, 232) = 2,91$, $p = 0.004$).

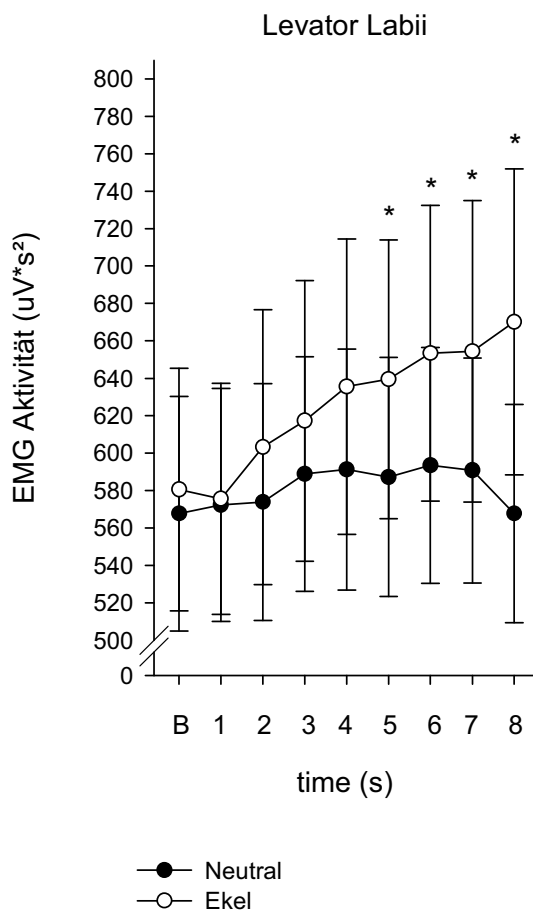


Abbildung 14: Ekel (situative Bilder) M. Levator Labii

M. Corrugator Supercilii und M. Orbicularis Oculi

Beide Muskeln zeigten im Verlauf eine Aktivitätszunahme, wobei für den M. Corrugator Supercilii eine signifikante Wechselwirkung zwischen Valenz x Zeit erreicht wurde ($F(8, 232) = 5,48, p < 0.001$). Der M. Orbicularis Oculi erreichte für die genannte Wechselwirkung einen Trend ($F(8, 232) = 1,77, p = 0.083$).

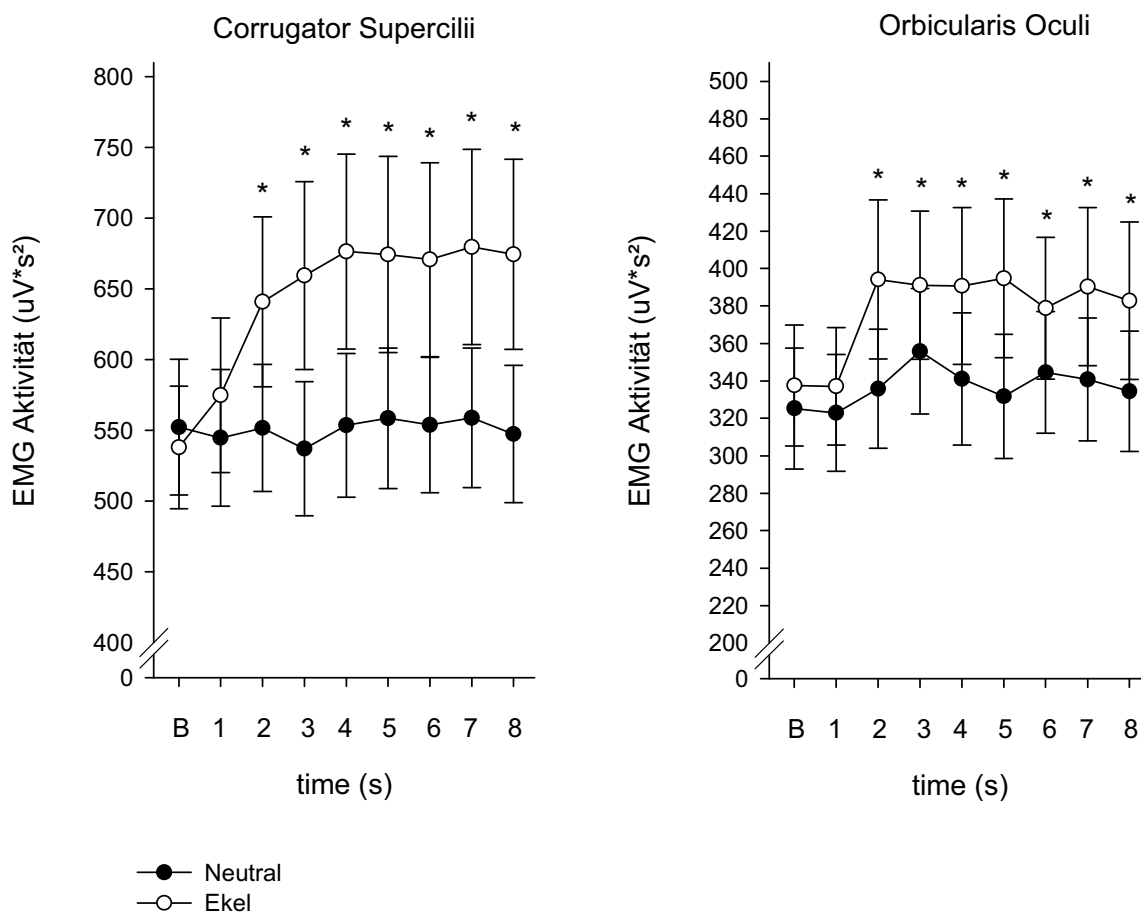


Abbildung 15: Ekel (situative Bilder) M. Corrugator Supercilii und M. Orbicularis Oculi

Die anderen beiden Muskeln Zygomaticus Major ($F(8, 232) = 0,42, p = 0.911$) und M. Frontalis ($F(8, 232) = 0,78, p = 0.621$) erreichten kein signifikantes Niveau für die Wechselwirkung Valenz x Zeit.

4.2.3 Trauer

Die Präsentation von Trauer auslösenden Bildern bewirkte bei dem M. Corrugator Supercilii eine Aktivitätssteigerung, die für die Wechselwirkung Valenz x Zeit ($F(8, 232) = 2,73, p = 0.007$) Signifikanzniveau erreichte. Der M. Frontalis ($F(8, 232) = 2.59, p = 0.01$) wies für die genannte Wechselwirkung einen Trend auf. Bei dem M. Orbicularis Oculi ergab sich eine Abnahme der Aktivität, die für die Wechselwirkung Valenz x Zeit ($F(8, 232) = 3,04, p = 0.003$) ein signifikantes Niveau erreichte. Die übrigen Muskeln zeigten keine signifikanten Wechselwirkungen.

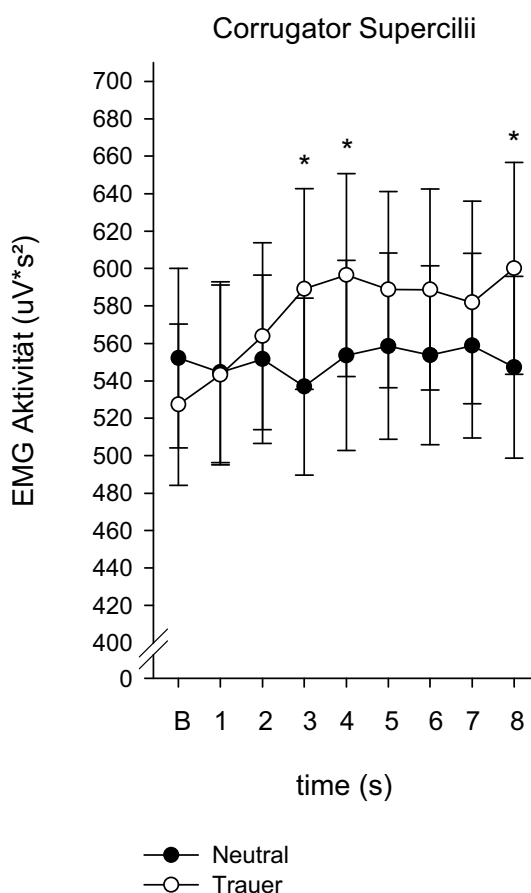


Abbildung 16: Trauer (situative Bilder) M. Corrugator Supercilii

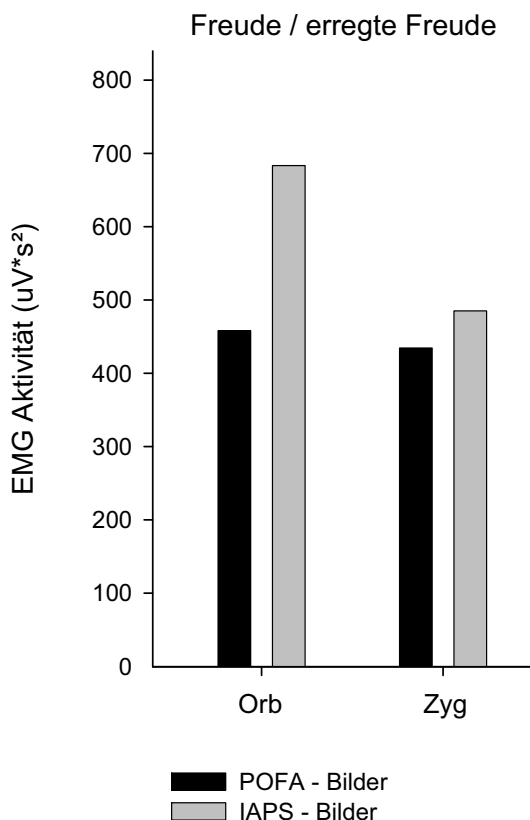
4.2.4 Entspannte Freude

Wurden Bilder gezeigt, die relaxte Freude ausdrücken, zeigte sich bei keinem der gemessenen Muskeln eine signifikante Aktivitätsänderung. Beim M. Zygomaticus Major kam es zu einem Aktivitätsanstieg, der aber zu keinem Zeitpunkt ein signifikantes Niveau erreichte.

4.3 Vergleich Gesichtsbilder und situative Bilder

Im folgenden Abschnitt soll ein Vergleich zwischen Gesichtsbildern und situativ gestalteten Bilder dargestellt werden, der sich auf die Emotionen Freude (Gesichtsbilder) bzw. erregte Freude (situative Bilder), Ekel sowie Trauer bezieht. Dazu wurde die Summe der Differenzen eines jeden Zeitabschnittes jeweils zum Baselinewert der jeweiligen Emotion berechnet. Diese Summe wurde zum Vergleich der Gesichtsmuskelaktivität zwischen Gesichtsbildern und situativen Bildern in den *Abbildungen 17-19* dargestellt.

4.3.1 Freude / erregte Freude



Wie bereits in den Kapiteln 4.1.1 bzw. 4.2.1 gezeigt wurde, ergaben sich für die Emotion Freude sowohl bei den Gesichtsbildern als auch bei den situativen Bildern signifikante Aktivitätserhöhungen für die Muskeln Orbicularis Oculi und Zygomaticus Major in Bezug auf neutrale Bilder.

Wird die Muskelaktivität über den gesamten Messzeitraum zusammen betrachtet, zeigte sich, dass die Aktivität für Freude bei den situativen Bildern höher lag als bei den Gesichtsbildern.

Abbildung 17: Vergleich Gesichtsbilder (POFA) und situative Bilder (IAPS) Freude / erregte Freude M. Orbicularis Oculi (Orb) und M. Zygomaticus Major (Zyg)

4.3.2 Ekel

Ekel ausdrückende Bilder führten in beiden Bildergruppen zu signifikanten Aktivitätsänderungen für die Muskeln Levator Labii, Corrugator Supercilii und Orbicularis Oculi (siehe Kapitel 4.1.2. bzw. 4.2.2.). Bei der Analyse von Ekel ausdrückenden Stimuli zeigte sich, dass die Aktivität für den M. Levator Labii bei den Gesichtsbildern höher lag. Für den M. Orbicularis Oculi wiesen beide Bildergruppen eine gleich hohe Aktivierung auf. Der M. Corrugator Supercilii wies im Vergleich ein gegensätzliches Muster auf. Während die Aktivität bei der Präsentation von Gesichtsbildern sank, kam es zu einer Zunahme der Corrugator Supercilii Aktivität bei der Darbietung von den situativ gestalteten Bildern.

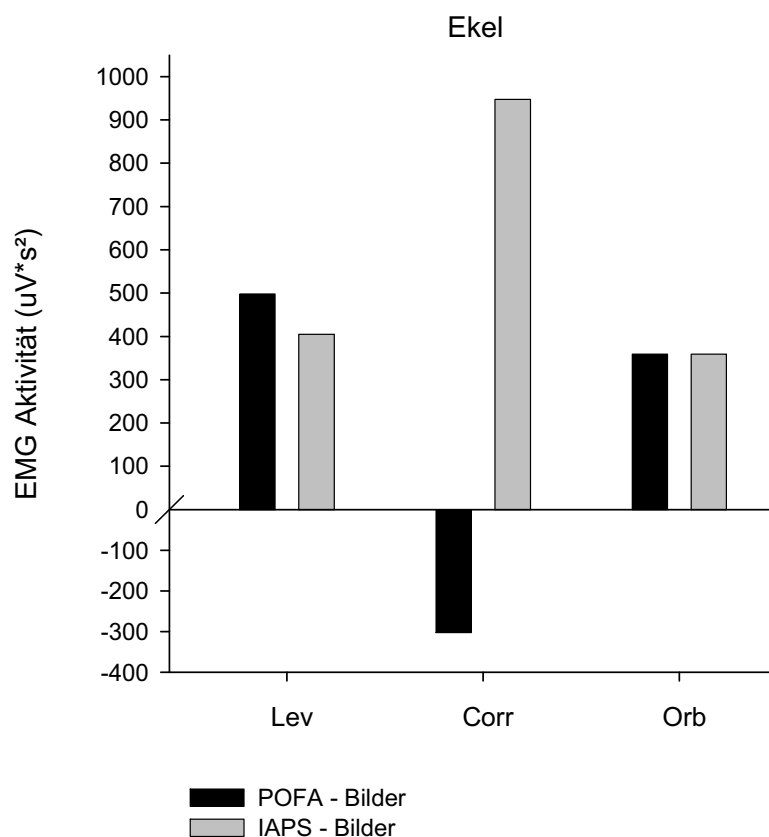
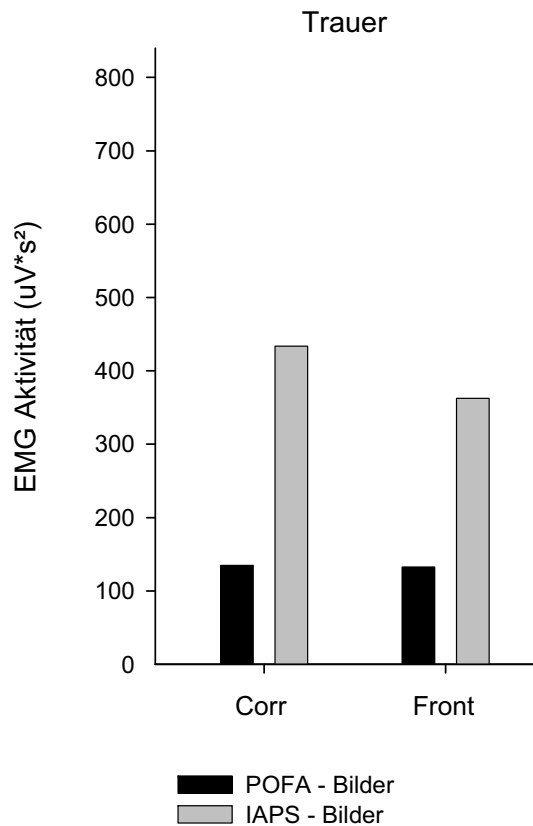


Abbildung 18: Vergleich Gesichtsbilder (POFA) und situative Bilder (IAPS) Ekel M. Levator Labii (Lev), M. Corrugator Supercilii (Corr) und M. Orbicularis Oculi (Orb)

4.3.3 Trauer



Die Emotion Trauer löste sowohl bei den situativen Bildern als auch bei den Gesichtsbildern eine signifikante Aktivitätszunahme des M. Corrugator Supercilii und des M. Frontalis aus (siehe Kapitel 4.1.3. bzw. 4.2.3.), wobei sich eine stärkere Aktivierung der Gesichtsmuskeln für die situativen Bildern darstellte.

Abbildung 19: Vergleich Gesichtsbilder (POFA) und situative Bilder (IAPS) Trauer M. Corrugator Supercilii (Corr) und M. Frontalis (Front)

4.4 Geschlechtseffekte der Probanden

4.4.1 Gesichtsbilder

4.4.1.1 Freude

M. Orbicularis Oculi und M. Zygomaticus Major

Die Aktivität des M. Zygomaticus Major nahm sowohl qualitativ als auch quantitativ einen sehr ähnlichen Verlauf für beide Geschlechter: Valenz x Zeit x Geschlecht ($F(8, 224) = 0,20, p = 0.991$). Beim M. Orbicularis Oculi zeigte sich für die männlichen Probanden eine etwas stärkere Aktivitätszunahme als für die weiblichen Probanden, die für die Wechselwirkung Valenz x Zeit x Geschlecht nicht signifikant war ($F(8, 224) = 0,44, p = 0.896$). Es fand sich kein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Geschlecht bei diesen beiden Muskeln.

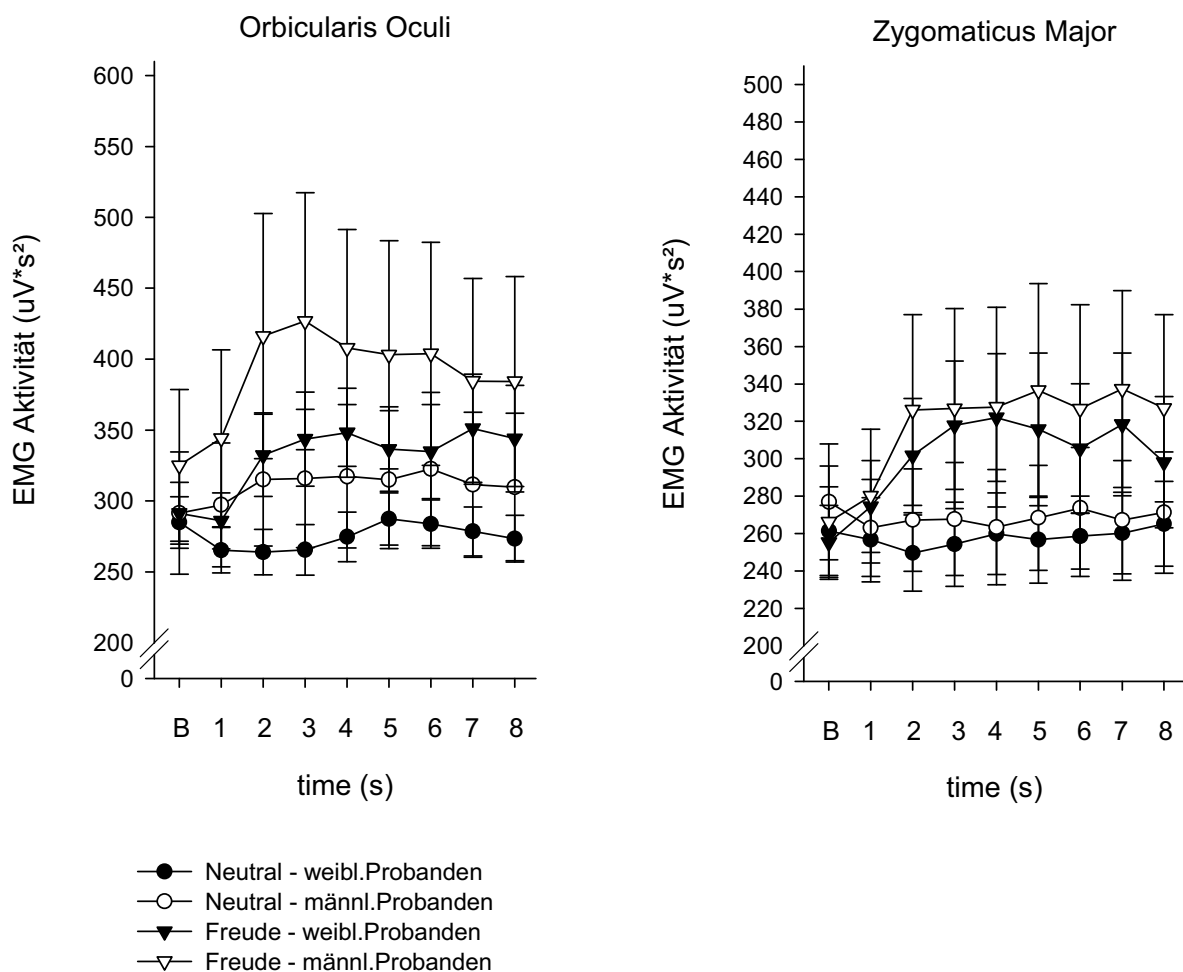


Abbildung 20: Geschlechtseffekte (Gesichtsbilder) Freude M. Orbicularis Oculi und M. Zygomaticus Major

M. Frontalis und M. Corrugator Supercilii

Die Reaktion auf freudige Stimuli zeigte für die weiblichen Probanden eine ausgeprägtere Aktivitätsabnahme, wobei auch die männlichen Probanden mit einer Minderung der Muskelaktivität für den M. Corrugator Supercilii reagierten. Aus der Analyse der Wechselwirkung Valenz x Zeit x Geschlecht wurde für den M. Corrugator Supercilii ($F(8, 224) = 1,98, p = 0.051$) ein Trend der Aktivitätsabnahme ersichtlich. Für die Wechselwirkung Zeit x Geschlecht ergab sich für diesen Muskel ein signifikanter Effekt ($F(8, 224) = 1,98, p = 0.050$). Der Faktor Geschlecht erreichte für diesen Muskel einen signifikanten Haupteffekt ($F(1, 28) = 5,19, p = 0.031$).

Bei dem M. Frontalis zeigte sich für die Wechselwirkung Valenz x Geschlecht in der Analyse ebenfalls ein Trend ($F(1, 28) = 3,19, p = 0.085$). Zudem ergab sich ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Geschlecht ($F(1, 28) = 21,07, p < 0.001$).

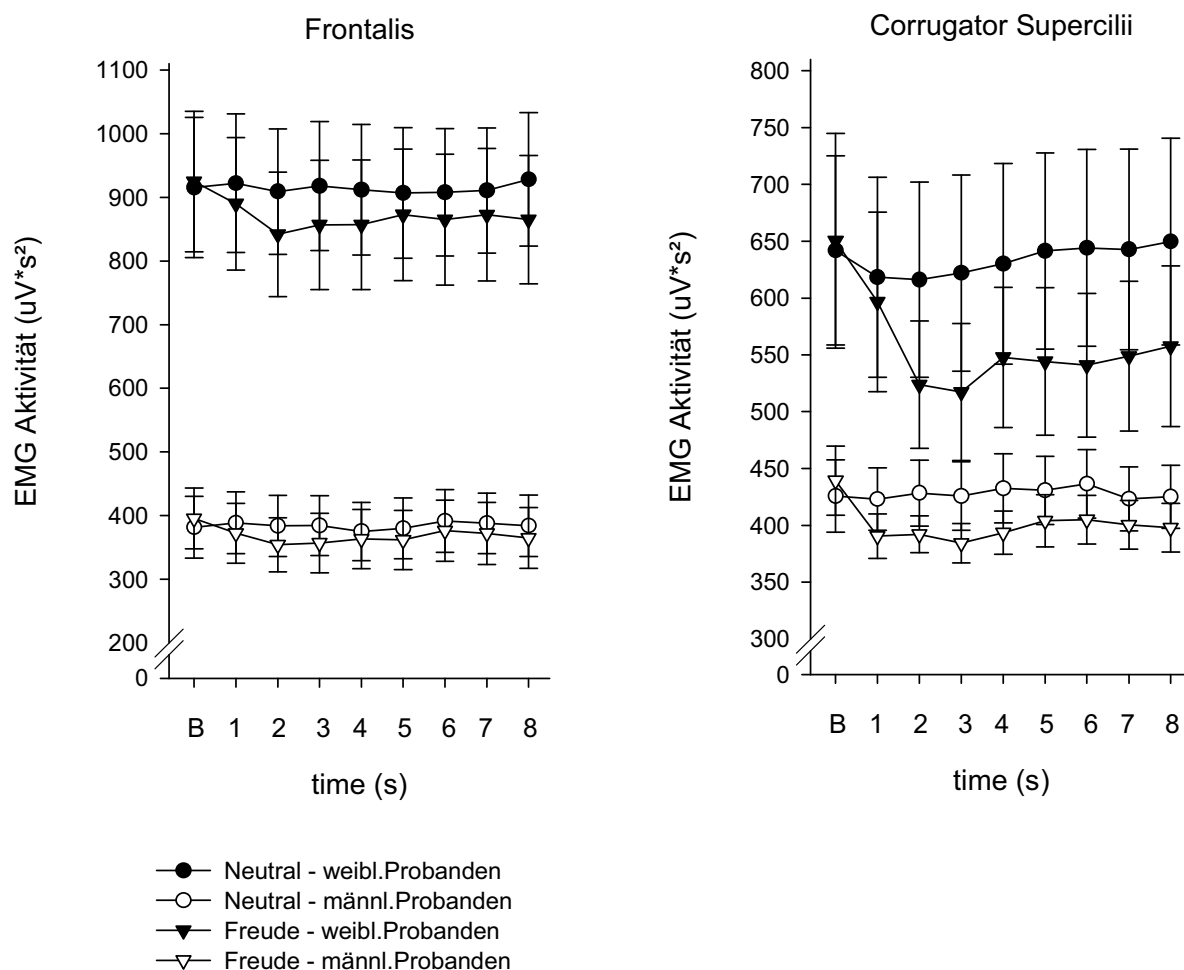


Abbildung 21: Geschlechtseffekte (Gesichtsbilder) Freude M. Frontalis und M. Corrugator Supercilii

M. Levator Labii

Der M. Levator Labii wies ebenfalls einen Geschlechtseffekt auf. Bei den männlichen Probanden lösten Freude ausdrückende Gesichter nur geringe Veränderung der Muskelaktivität aus. Weibliche Probanden reagierten auf den Reiz mit einer deutlichen Aktivitätssteigerung des M. Levator Labii. Für die Wechselwirkung Valenz x Zeit x Geschlecht ($F(8, 224) = 3,52, p = 0.001$) und für die Wechselwirkung Valenz x Geschlecht ($F(1, 28) = 9,52, p = 0.005$) zeigte sich jeweils ein signifikanter Effekt. Ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Geschlecht ergab sich für diesen Muskel nicht.

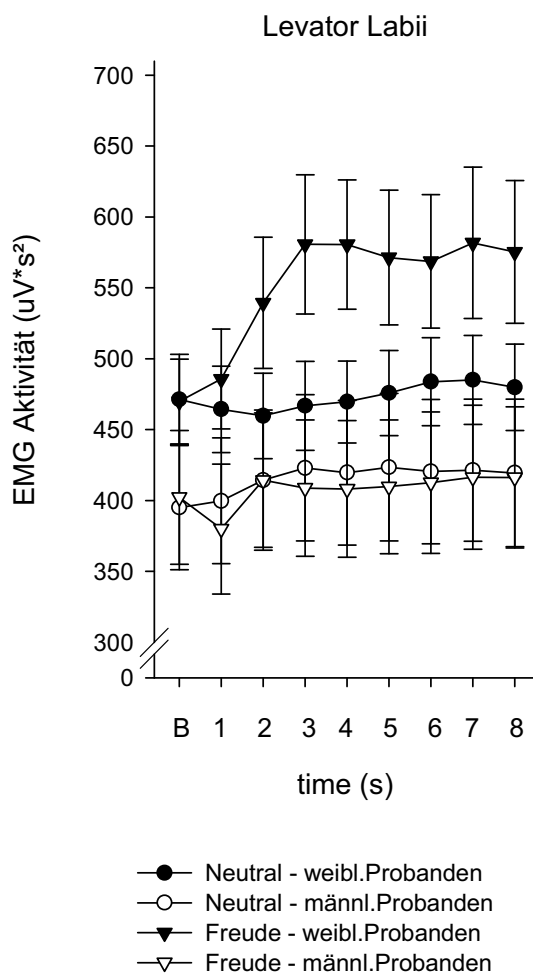


Abbildung 22: Geschlechtseffekte (Gesichtsbilder) Freude M. Levator Labii

4.4.1.2 Ekel

M. Levator Labii

In der Varianzanalyse ergab sich sowohl für die Wechselwirkung Valenz x Zeit x Geschlecht ($F(8, 224) = 2,99, p = 0.003$) als auch für die Wechselwirkung Valenz x Geschlecht ($F(8, 224) = 5,81, p = 0.023$) ein signifikantes Niveau, wobei die weiblichen Probanden stärker reagierten als die männlichen. Bei Männern zeigte sich kaum eine Veränderung der Aktivität des *M. Levator Labii*. Die Präsentation von Ekel ausdrückenden Gesichtern bewirkte bei den weiblichen Probanden eine stärkere Muskelaktivierung des *Levator Labii* als bei jeder anderen getesteten Emotion. In der Analyse fand sich kein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Geschlecht.

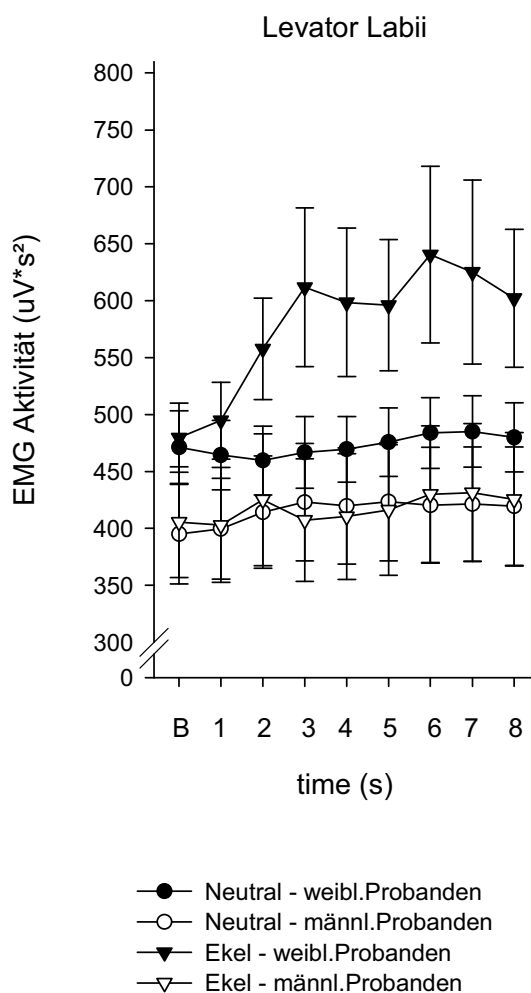


Abbildung 23: Geschlechtseffekte (Gesichtsbilder) Ekel *M. Levator Labii*

M. Frontalis und M. Corrugator Supercilii

Diese beiden Muskeln zeigten für die weiblichen Probanden eine Aktivitätsabnahme und erreichten dabei ebenfalls Signifikanzniveau in der Varianzanalyse. Für den erstgenannten *M. Frontalis* gilt: Valenz x Zeit x Geschlecht ($F(8, 224) = 4,80$, $p < 0.001$), Valenz x Geschlecht ($F(1, 28) = 4,65$, $p = 0.040$), Zeit x Geschlecht ($F(8, 224) = 2,92$, $p = 0.004$). Der Haupteffekt für den Faktor Geschlecht stellte sich als signifikant dar ($F(1, 28) = 21,66$, $p < 0.001$).

Für den *M. Corrugator Supercilii* ergab sich für die Wechselwirkung Valenz x Zeit x Geschlecht ($F(8, 224) = 3,04$, $p = 0.003$) sowie Zeit x Geschlecht ($F(8, 224) = 2,82$, $p = 0.005$) ein signifikantes Niveau. Der Haupteffekt für den Faktor Geschlecht erreichte ebenfalls Signifikanzniveau ($F(1, 28) = 5,08$, $p = 0.032$), wobei Frauen für beide Muskeln ein höheres EMG-Niveau aufwiesen als Männer.

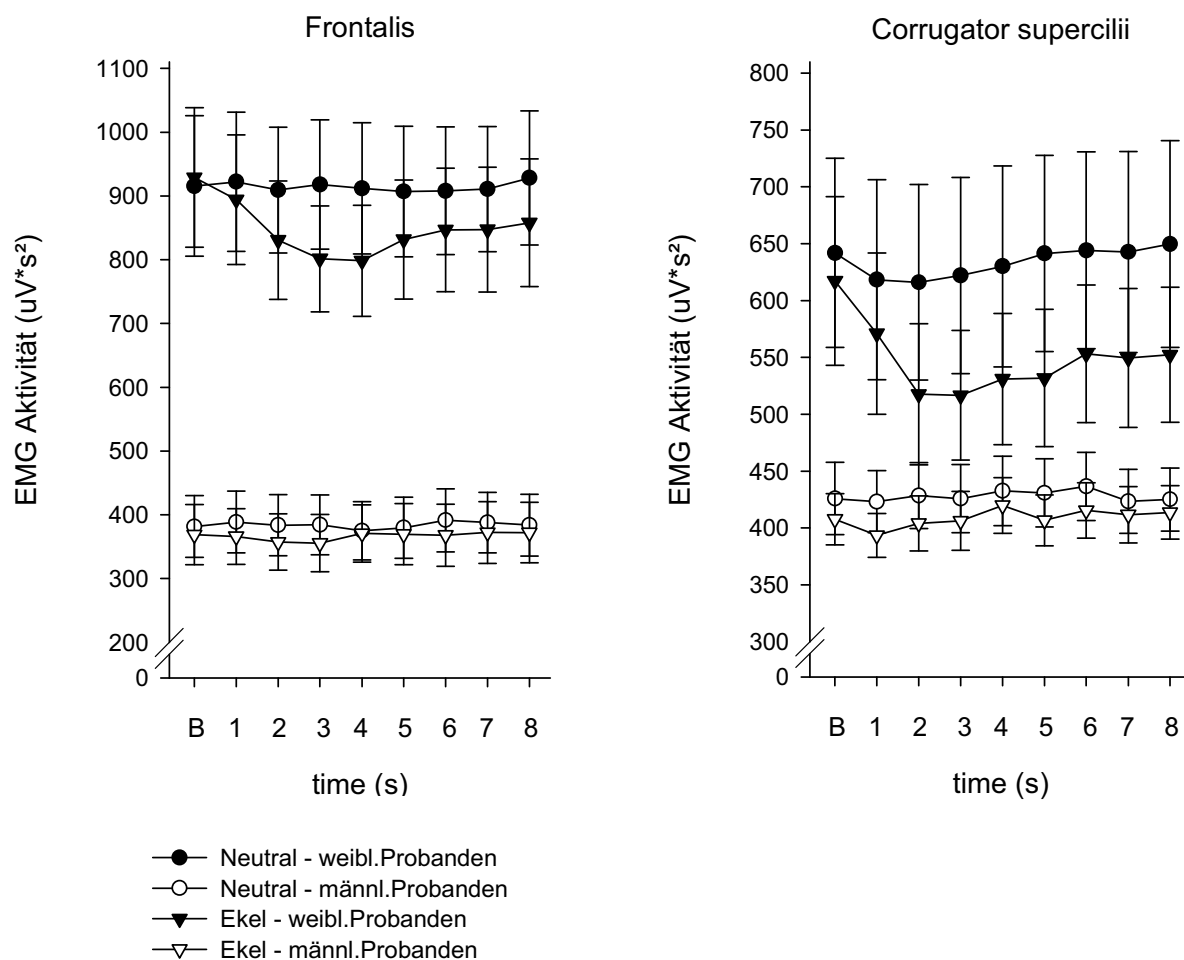


Abbildung 24: Geschlechtseffekte (Gesichtsbilder) Ekel *M. Frontalis* und *M. Corrugator Supercilii*

M. Orbicularis Oculi und M. Zygomaticus Major

Für beide Muskeln ergab sich eine Aktivitätssteigerung bei den weiblichen Probanden. Beim erstgenannten Gesichtsmuskel zeigte sich in der Varianzanalyse für die Wechselwirkungen Valenz x Zeit x Geschlecht ($F(8, 224) = 3,46, p = 0.001$) sowie Valenz x Geschlecht ($F(1, 28) = 4,70, p = 0.039$) ein signifikanter Effekt.

Die Analyse des M. Zygomaticus Major zeigte nachfolgende Ergebnisse für die Wechselwirkungen: Valenz x Zeit x Geschlecht ($F(8, 224) = 2,74, p = 0.007$), Valenz x Geschlecht ($F(1, 28) = 4,01, p = 0.055$), Zeit x Geschlecht ($F(8, 224) = 2,44, p = 0.015$). Bei keinem der beiden Muskeln zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Geschlecht.

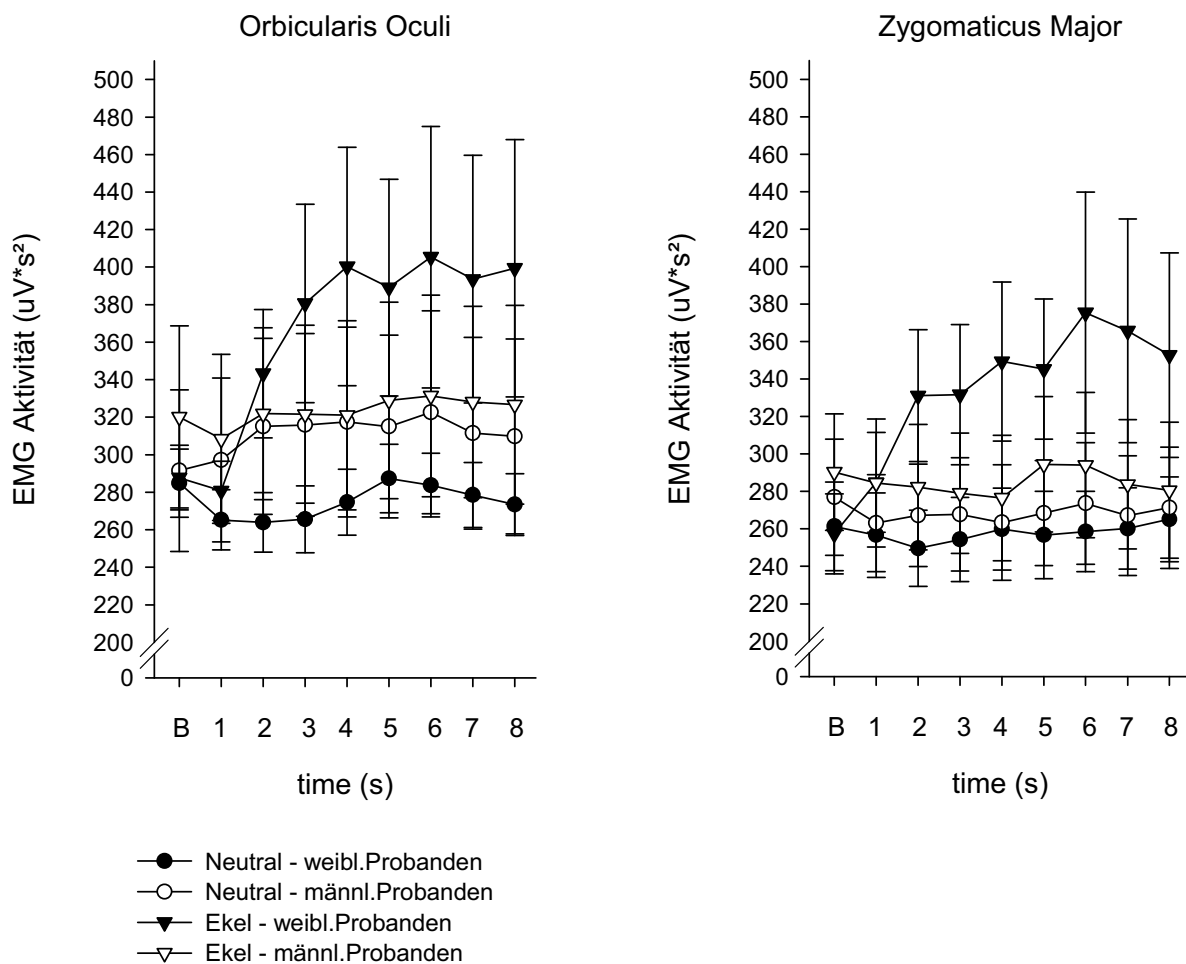


Abbildung 25: Geschlechtseffekte (Gesichtsbilder) Ekel M. Orbicularis Oculi und M. Zygomaticus Major

4.4.1.3 Trauer

In der Varianzanalyse stellte sich für den M. Corrugator Supercilii ein signifikanter Effekt für die Wechselwirkung Zeit x Geschlecht dar ($F(8, 224) = 2,03, p = 0.044$), wobei die männlichen Probanden stärker auf die Trauer ausdrückenden Gesichter reagierten als die weiblichen Probanden. Zudem zeigte sich für die Muskeln Frontalis ($F(1, 28) = 21,47, p < 0.001$) und Corrugator Supercilii ($F(1, 28) = 4,88, p = 0.036$) ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Geschlecht. Frauen wiesen ein generell höheres EMG-Niveau für diese beiden Gesichtsmuskeln auf als Männer.

Für die übrigen drei Muskeln stellten sich keine signifikanten Geschlechtseffekte dar.

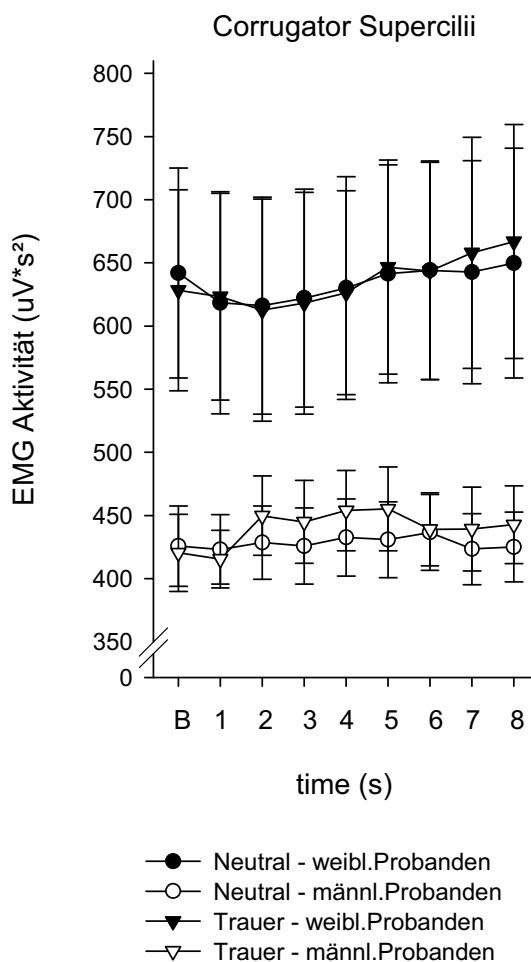


Abbildung 26: Geschlechtseffekte (Gesichtsbilder) Trauer M. Corrugator Supercilii

4.4.1.4 Überraschung

Die Präsentation dieser kurz andauernden Emotion ergab für den M. Corrugator Supercilii ($F(1, 28) = 6,08, p = 0.020$) und für den M. Levator Labii ($F(1, 28) = 7,39, p = 0.011$) für die Wechselwirkung Valenz x Geschlecht einen signifikanten Effekt in der Analyse, wobei die weiblichen Probanden mit einer stärkeren Muskelaktivitätssteigerung reagierten als die männlichen Probanden. Zudem stellte sich für die weiblichen Probanden ein höheres Aktivitätsniveau der Muskeln Frontalis ($F(1, 28) = 20,34, p = < 0.001$) und Corrugator Supercilii ($F(1, 28) = 4,57, p = 0.041$) dar. Es ergab sich ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Geschlecht für die genannten Muskeln.

Bei den übrigen drei Muskeln stellten sich keine signifikanten Geschlechtseffekte dar.

4.4.1.5 Furcht

Für Furcht ausdrückende Gesichter ergab sich für die Wechselwirkung Valenz x Zeit x Geschlecht in der Varianzanalyse ein signifikanter Effekt für den M. Levator Labii ($F(8, 224) = 2,13, p = 0.034$). Zudem zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Geschlecht für den M. Frontalis ($F(1, 28) = 20,48, p < 0.001$) und den M. Corrugator Supercilii ($F(1, 28) = 4,87, p = 0.036$), wobei weibliche Probanden das höhere EMG-Niveau aufwiesen.

Die übrigen Muskeln zeigten in der Varianzanalyse keine signifikanten Effekte bezüglich des Geschlechts.

4.4.2 Situative Bilder

4.4.2.1 Erregte Freude

M. Orbicularis Oculi und M. Zygomaticus Major

Beide Geschlechter reagierten auf erotische Bilder mit einer Steigerung der Muskelaktivität des M. Orbicularis Oculi und des M. Zygomaticus Major.

Der M. Zygomaticus Major zeigte dabei einen Geschlechtseffekt, wobei die weiblichen Probanden stärker auf die Stimuli reagierten als die männlichen Probanden. Für die Wechselwirkung Valenz x Zeit x Geschlecht ($F(8, 224) = 2,04$, $p = 0.043$) sowie Valenz x Geschlecht ($F(1, 28) = 5,00$, $p = 0.033$) stellte sich ein signifikanter Effekt in der Varianzanalyse dar.

Der M. Orbicularis Oculi zeigte keine signifikante Wechselwirkung. Keiner der beiden Muskeln wies einen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Geschlecht auf.

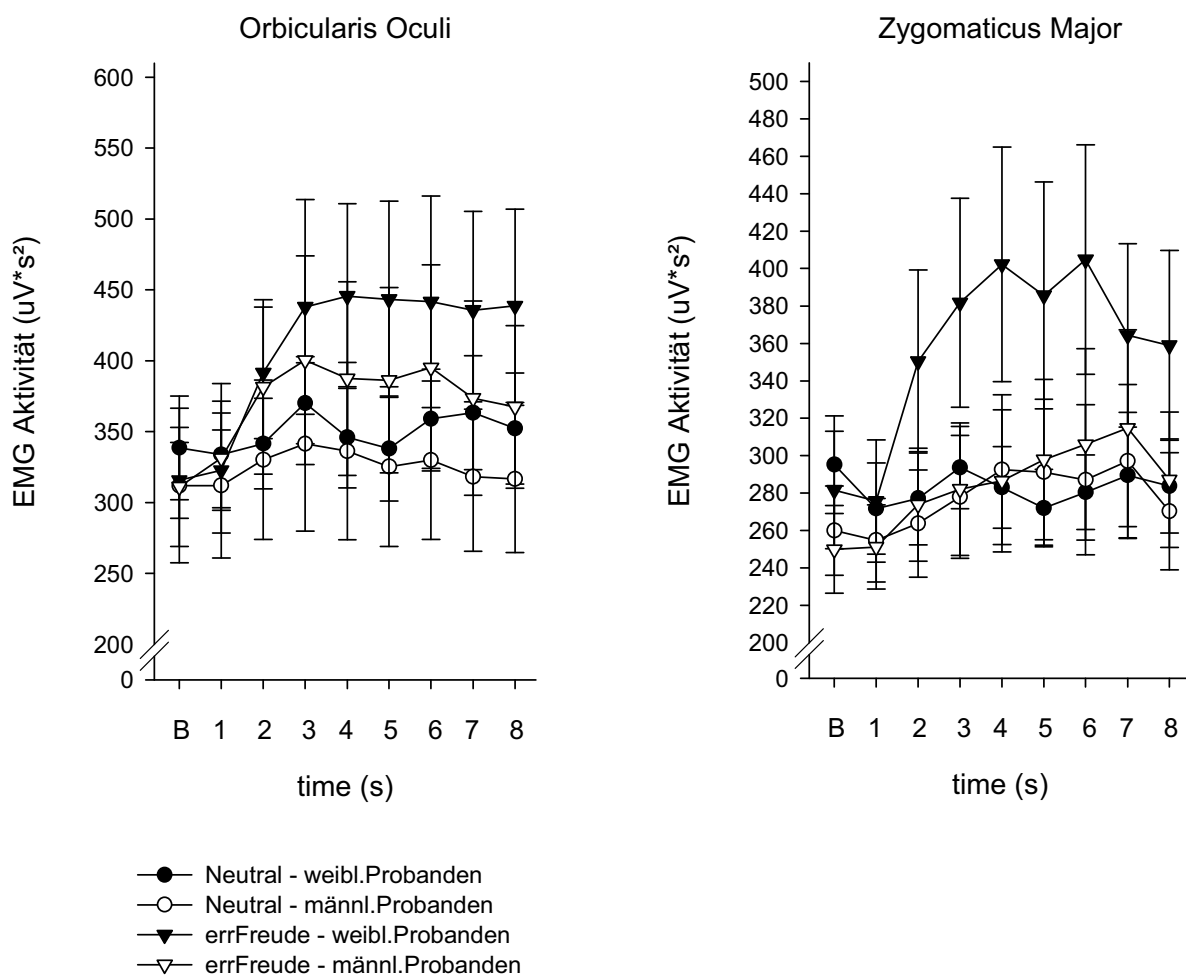


Abbildung 27: Geschlechtseffekte (situative Bilder) erregte Freude M. Orbicularis Oculi und M. Zygomaticus Major

M. Levator Labii

Für die Wechselwirkung Zeit x Geschlecht stellte sich bei der Präsentation von erotischen Bildern für den M. Levator Labii ein signifikantes Niveau ein ($F(8, 224) = 2,68, p = 0.008$), wobei die weiblichen Probanden stärker reagierten als die männlichen Probanden. Es zeigte sich kein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Geschlecht.

M. Frontalis und M. Corrugator Supercilii

Nur der M. Frontalis zeigte einen Geschlechtseffekt für die Wechselwirkung Zeit x Geschlecht ($F(8, 224) = 2,47, p = 0.014$), bei dem die Frauen einen stärkeren Aktivitätsabfall zeigten als die Männer. Zudem ergab sich für diesen Muskel ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Geschlecht ($F(1, 28) = 15,03, p = 0.001$).

Der M. Corrugator Supercilii zeigte keine signifikanten Geschlechtseffekte.

4.4.2.2 Ekel

M. Levator Labii und M. Corrugator Supercilii

Bei der Präsentation von Ekel auslösenden situativen Bildern ergab sich für den M. Levator Labii ein signifikanter Effekt für die Wechselwirkung Zeit x Geschlecht ($F(8, 224) = 2,05, p = 0.041$). Weibliche Probanden reagierten mit einer stärkeren Aktivierung des Muskels während der Präsentation, die für die Wechselwirkung Valenz x Geschlecht einen statistischen Trend aufwies ($F(1, 28) = 3,18, p = 0.085$).

Der M. Corrugator Supercilii zeigte bei beiden Geschlechtsgruppen eine Aktivierung, die bei den weiblichen Probanden stärker ausfiel. In der Varianzanalyse ergab sich für die Wechselwirkung Valenz x Geschlecht ein signifikanter Effekt ($F(1, 28) = 4,36, p = 0.046$). Bei keinem der beiden Muskeln ergab sich ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Geschlecht.

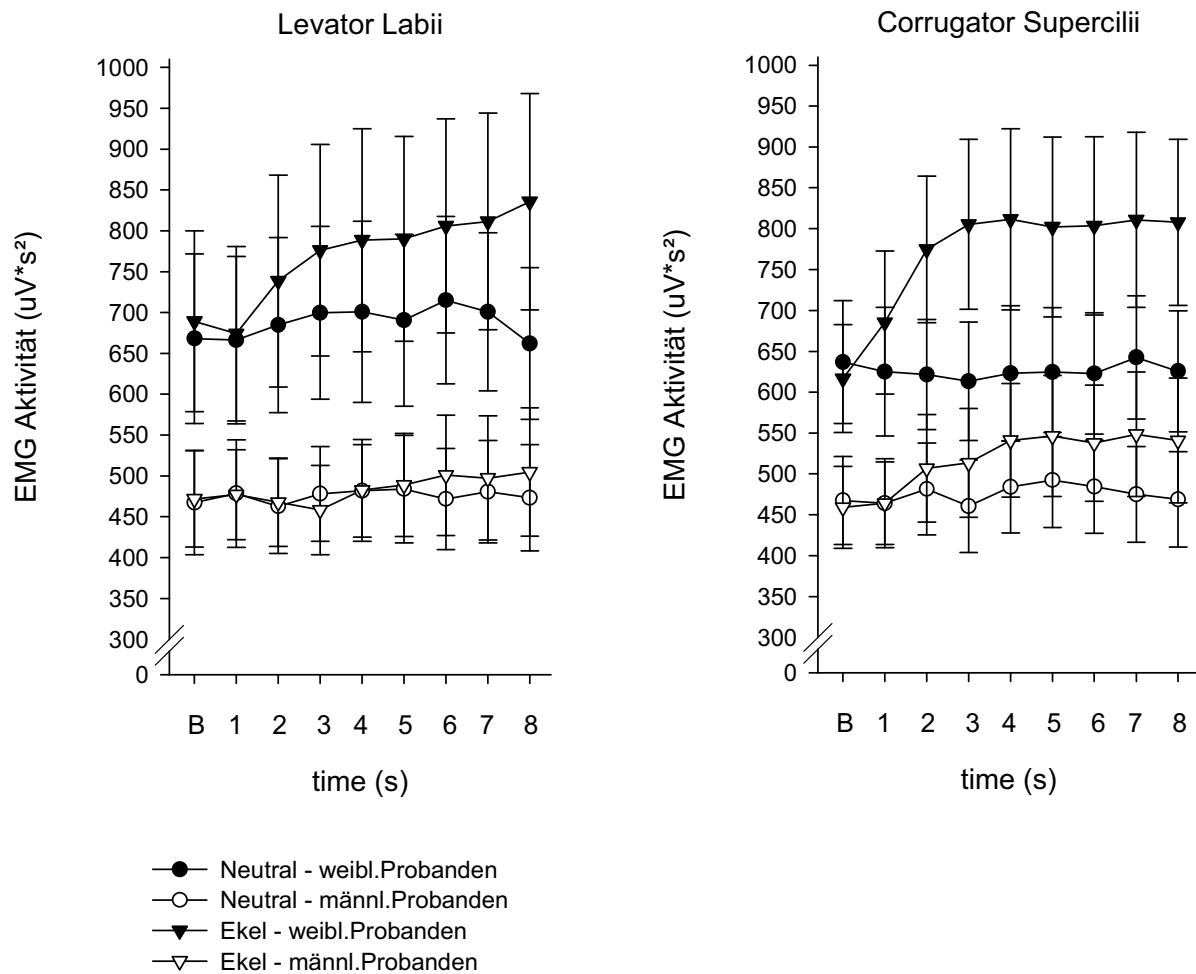


Abbildung 28: Geschlechtseffekte (situative Bilder) Ekel M. Levator Labii und M. Corrugator Supercilii

M. Orbicularis Oculi, M. Zygomaticus Major, M. Frontalis

Bei den genannten Muskeln zeigten die weiblichen Probanden für den M. Zygomaticus Major eine stärkere Muskelaktivierung als die männlichen Probanden, die für die Wechselwirkung Valenz x Zeit x Geschlecht ($F(8, 224) = 2,23, p = 0,026$) Signifikanzniveau erreichte.

Die Analyse des M. Frontalis ergab für den Faktor Geschlecht einen signifikanten Haupteffekt ($F(1, 28) = 15,41, p = 0,001$), wobei die weiblichen Probanden das höhere EMG-Niveau aufwiesen.

Für den Muskel Orbicularis Oculi ergaben sich keine signifikanten Geschlechtseffekte für die Emotion Ekel.

4.4.2.3 Trauer

In der Analyse der Daten ergab sich für den M. Frontalis ein signifikanter Effekt für die Wechselwirkung Valenz x Zeit x Geschlecht ($F(8, 224) = 2,10, p = 0,037$). Zudem zeigte sich für den M. Frontalis ($F(1, 28) = 16,14, p < 0,001$) ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Geschlecht, wobei die weiblichen Probanden das höhere EMG-Niveau aufwiesen. Bei dem M. Corrugator Supercilii ergab sich kein statistisch signifikanter Haupteffekt für den Faktor Geschlecht.

Die übrigen drei Muskeln zeigten keine signifikanten Effekte bezüglich des Geschlechts.

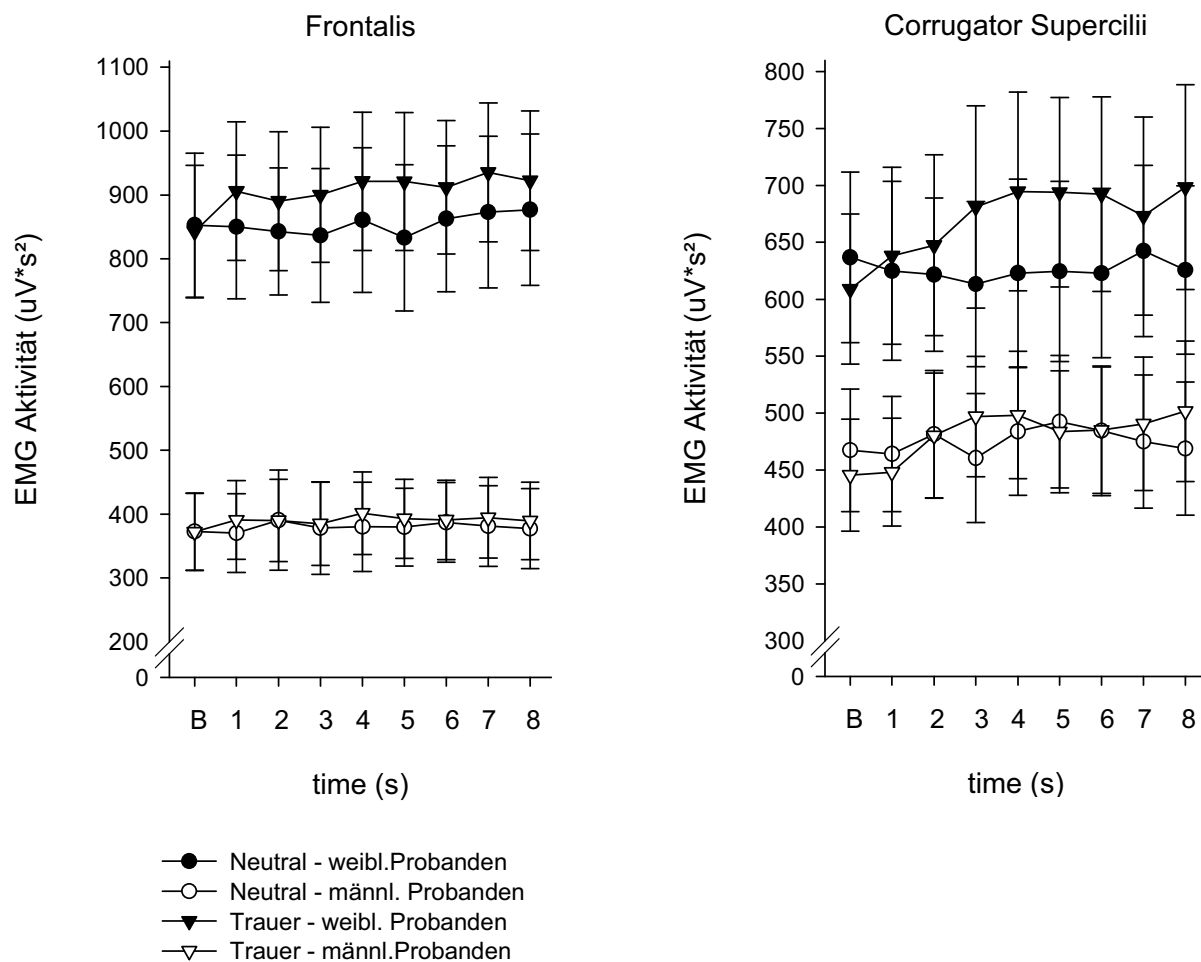


Abbildung 29: Geschlechtseffekte (situative Bilder) Trauer M. Frontalis und M. Corrugator Supercilii

4.4.2.4 Entspannte Freude

Weibliche Probanden zeigten ein höheres EMG-Niveau für den M. Frontalis als männliche Probanden. In der Datenanalyse ergab sich für diesen Muskel ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Geschlecht ($F(1, 28) = 15,74, p < 0.001$). Die übrigen vier Gesichtsmuskeln zeigten keine signifikanten Geschlechtseffekte.

4.5 Einfluss des Geschlechts der Stimuli für die Emotion Ekel

In diesem Kapitel wird für die Emotion Ekel analysiert, ob das Geschlecht der Stimuli einen Einfluss auf die mimische Reaktion bei der Präsentation von emotionsausdrückenden Gesichtsbildern hat. Dazu wurden zunächst die Reaktionen aller 30 Probanden jeweils auf weibliche und männliche Stimuli analysiert. In einer weiterführenden Untersuchung wurde für die Emotion Ekel die Reaktion der weiblichen und männlichen Probanden jeweils getrennt für weibliche und männliche Stimuli dargestellt.

M. Levator Labii und M. Orbicularis Oculi

Bei der gemeinsamen Auswertung der Ergebnisse aller 30 Probanden, stellte sich bei der Emotion Ekel für die weiblichen Stimuli bei dem M. Levator Labii ($F(8, 232) = 2,56, p = 0.011$) und dem M. Orbicularis Oculi ($F(8, 232) = 3,33, p = 0.001$) jeweils eine signifikante Wechselwirkung von Valenz x Zeit dar.

Die Reaktionen auf männliche Stimuli zeigten keine statistisch signifikanten Effekte: Levator Labii ($F(8, 232) = 1,61, p = 0.125$), Orbicularis Oculi ($F(8, 232) = 1,42, p = 0.191$). Jedoch lässt die *Abbildung 30* ebenfalls eine klare Aktivitätszunahme für beide Muskeln bei der Präsentation von männlichen Gesichtern erkennen.

M. Zygomaticus Major

Weiterhin ergab sich bei weiblichen Stimuli für den M. Zygomaticus Major ($F(8, 232) = 3,37, p = 0.001$) für die Wechselwirkung Valenz x Zeit ein signifikanter Effekt.

Bei der Präsentation von männlichen Stimuli erreichte die Wechselwirkungen Valenz x Zeit für den Muskel Zygomaticus Major ($F(8, 232) = 1,48, p = 0.167$) kein signifikantes Niveau, zeigte aber ebenfalls eine Aktivitätszunahme.

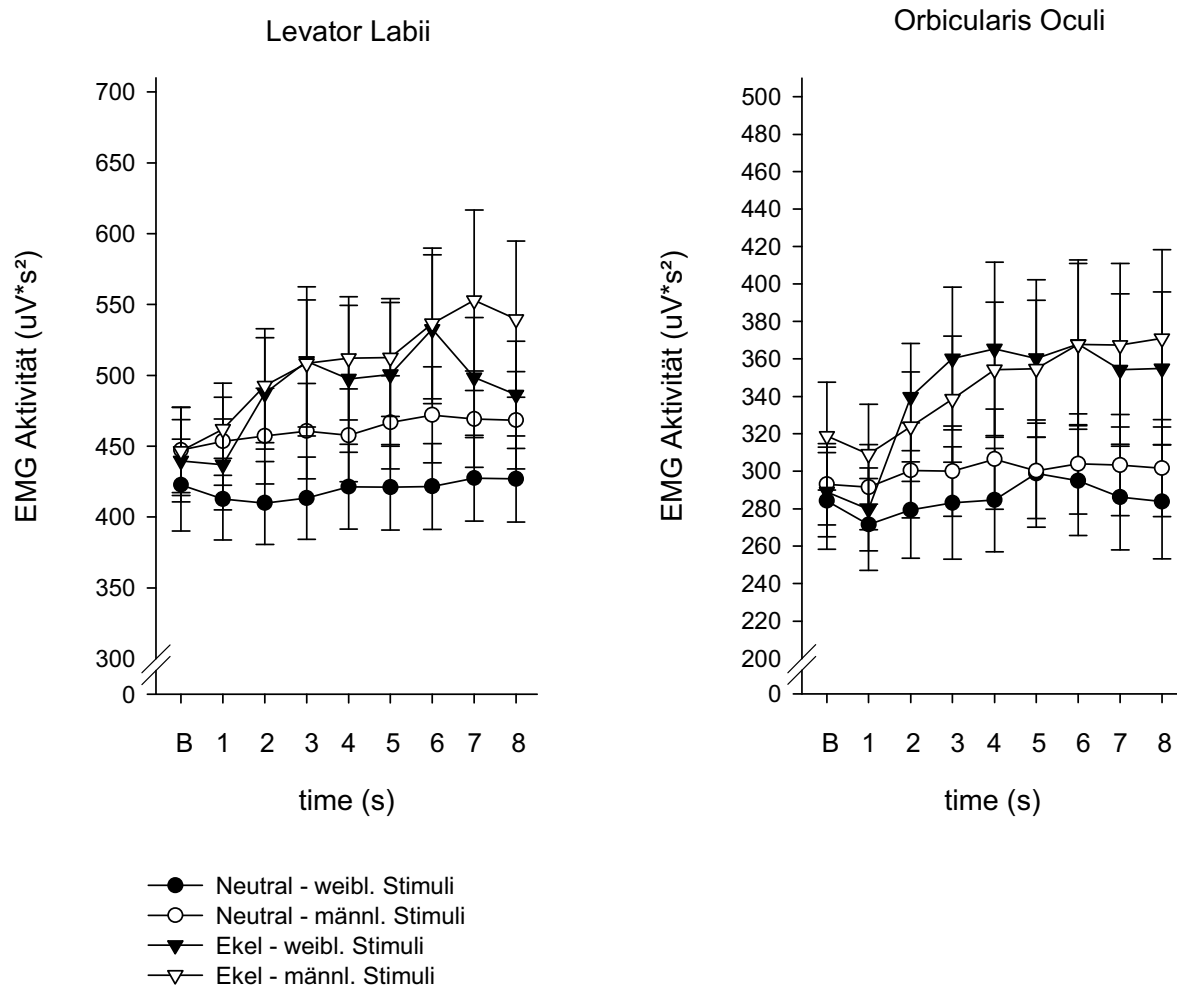


Abbildung 30: Stimulieffekte Ekel M. Levator Labii und M. Orbicularis Oculi aller Probanden

M. Frontalis und M. Corrugator Supercilii

Der M. Frontalis wies sowohl bei den weiblichen ($F(8, 232) = 2,96, p = 0.004$) als auch bei den männlichen Stimuli ($F(8, 232) = 3,02, p = 0.003$) für die Wechselwirkung Valenz x Zeit einen signifikanten Effekt auf.

Der M. Corrugator Supercilii zeigte bei beiden Geschlechtern einen Trend für die genannte Wechselwirkung auf: weibliche Stimuli ($F(8, 232) = 1,70, p = 0.10$), männliche Stimuli ($F(8, 232) = 1,76, p = 0.086$).

Bei der getrennten Betrachtung der weiblichen und männlichen Probanden zeigte sich bei der Präsentation von weiblichen sowie männlichen Ekel ausdrückenden Gesichtern kein Unterschied in der Abhängigkeit vom Geschlecht der Stimuli.

Die Analyse der weiblichen Probanden ergab bei der Präsentation weiblicher Stimuli für alle fünf getesteten Muskeln einen signifikanten Effekt für die Wechselwirkung Valenz x Zeit: M. Levator Labii ($F(8, 112) = 3,00, p = 0.004$), M. Orbicularis Oculi ($F(8, 112) = 3,67, p = 0.001$), M. Zygomaticus Major ($F(8, 112) = 2,86, p = 0.006$), M. Frontalis ($F(8, 112) = 2,32, p = 0.024$), M. Corrugator Supercilii ($F(8, 112) = 2,47, p = 0.017$).

Bei den männlichen Probanden erreichte keiner der getesteten Muskeln bei Ekel ausdrückenden weiblichen Stimuli ein signifikantes Niveau für die Wechselwirkung Valenz x Zeit, was beispielhaft in *Abbildung 31 (links)* für den M. Levator Labii dargestellt ist.

Die Präsentation von männlichen Ekel ausdrückenden Gesichtern ergab bei den weiblichen Probanden für die Wechselwirkung Valenz x Zeit bei drei der fünf Muskeln einen signifikanten Effekt: M. Orbicularis Oculi ($F(8, 112) = 2,44, p = 0.018$), M. Zygomaticus Major ($F(8, 112) = 2,48, p = 0.016$), M. Frontalis ($F(8, 112) = 4,61, p = < 0.001$), M. Corrugator Supercilii ($F(8, 112) = 1,71, p = 0.103$).

Für den M. Levator Labii geht beispielhaft aus der *Abbildung 31 (rechts)* hervor, dass Frauen ($F(8, 112) = 1,64, p = 0.121$) eine deutliche Aktivitätszunahme des Muskels auf männliche Stimuli aufwiesen, die bei den Männern ($F(8, 112) = 0,72, p = 0.670$) nicht zu beobachten war.

Männer zeigten nur für den M. Orbicularis Oculi ($F(8, 112) = 2,95, p = 0.005$) für die Wechselwirkung Valenz x Zeit einen signifikanten Effekt bei der Darbietung von männlichen Gesichtern.

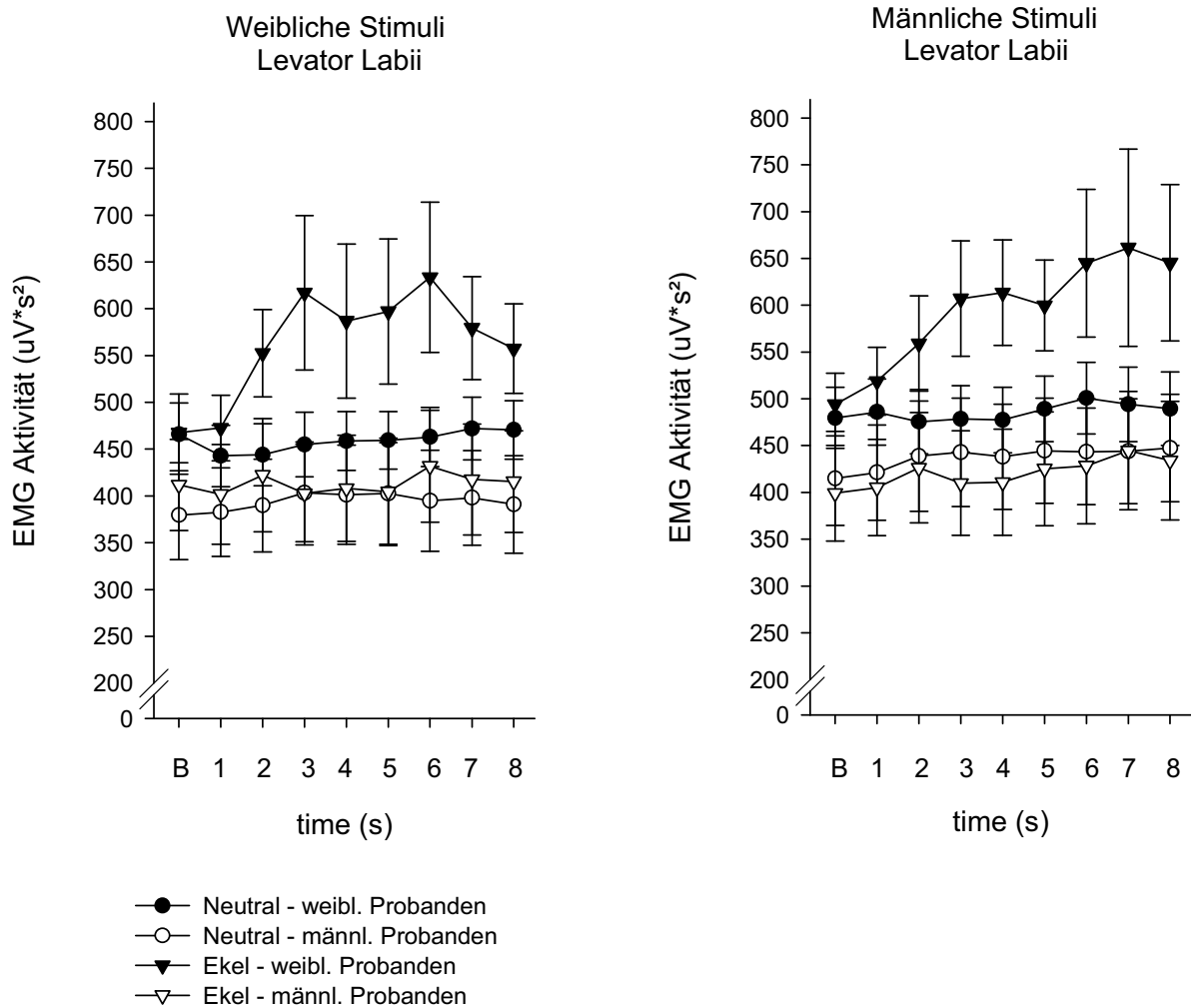


Abbildung 31: Stimulieffekte Ekel M. Levator Labii – Trennung von weiblichen und männlichen Probanden

Nach der Analyse der gewonnenen Daten zeigte sich, dass der M. Mentalis sehr hohe interpersonelle Unterschiede in der Aktivität aufwies, so dass er in der weiterführenden SPSS Auswertung nicht berücksichtigt wurde.

Zudem wurde deutlich, dass die Muskeln Depressor Anguli Oris, Risorius und Platysma weder bei den Gesichtsbildern, noch bei den situativen Bildern zusätzliche Erkenntnisse bezüglich emotionsspezifischer Muster bei der Präsentation von emotionsauslösenden Stimuli brachten. Deshalb fanden die genannten Muskeln im Ergebnisteil und der Diskussion keine weitere Berücksichtigung.

5 Diskussion

5.1 Die einzelnen Emotionen

Die Ergebnisse zeigten, dass die Emotionen Freude, Ekel und Trauer bei den Probanden emotionspezifische Muster der Gesichtsmuskeln hervorriefen, die durch die Ableitung eines Oberflächenelektromyogramms sichtbar wurden.

Diese Muster ließen sich gut durch fünf Muskeln abbilden: M. Frontalis, M. Corrugator Supercilii, M. Orbicularis Oculi, M. Levator Labii und M. Zygomaticus Major.

Gesichtsbilder	Freude	Ekel	Trauer	Überraschung	Furcht
M. Frontalis	↓	↓	↑	→	→
M. Corrugator Supercilii	↓	↓	↑	→	→
M. Orbicularis Oculi	↑	↑	→	↗	→
M. Levator Labii	↑	↑	→	→	→
M. Zygomaticus Major	↑	↑	→	→	→

Tabelle 1: Emotionsspezifische Muster für emotionsausdrückende Gesichtsbilder (POFA). Die Auswertung erfolgte mittels zwei-faktorieller Varianzanalyse. ↑ = Steigerung der Muskelaktivität, Wechselwirkung Valenz x Zeit $p \leq 0.05$; ↗ = Steigerung der Muskelaktivität, Wechselwirkung Valenz x Zeit $p \leq 0.10$; ↓ = Abnahme der Muskelaktivität, Wechselwirkung Valenz x Zeit $p \leq 0.05$; ↘ = Abnahme der Muskelaktivität, Wechselwirkung Valenz x Zeit $p \leq 0.10$; → = keine statistisch signifikante Wechselwirkung von Valenz x Zeit.

Situative Bilder	Erregte Freude	Ekel	Trauer	Entspannte Freude
M. Frontalis	→	→	↗	→
M. Corrugator Supercilii	↘	↑	↑	→
M. Orbicularis Oculi	↑	↗	↓	→
M. Levator Labii	↑	↑	→	→
M. Zygomaticus Major	↑	→	→	→

Tabelle 2: Emotionsspezifische Muster für situative emotionsauslösende Bilder (IAPS). Die Auswertung erfolgte mittels zwei-faktorieller Varianzanalyse. ↑ = Steigerung der Muskelaktivität, Wechselwirkung Valenz x Zeit $p \leq 0.05$; ↗ = Steigerung der Muskelaktivität, Wechselwirkung Valenz x Zeit $p \leq 0.10$; ↓ = Abnahme der Muskelaktivität, Wechselwirkung Valenz x Zeit $p \leq 0.05$; ↘ = Abnahme der Muskelaktivität, Wechselwirkung Valenz x Zeit $p \leq 0.10$; → = keine statistisch signifikante Wechselwirkung von Valenz x Zeit.

5.1.1 Freude / erregte Freude

In der Analyse der Ergebnisse der einzelnen Gesichtsmuskeln zeigte sich erwartungsgemäß eine signifikante Aktivierung des M. Orbicularis Oculi und des M. Zygomaticus Major. Diese Ergebnisse decken sich mit früheren Beobachtungen (Larsen, Norris & Cacioppo, 2003; Wolf, Köppel, Mass & Naber, 2005; Wolf, Mass, Ingenbleek, Kiefer, Naber & Wiedemann, 2005).

Da sich dieser Aspekt sowohl für die Gesichts- als auch für die situativ gestaltete Bildergruppe ergab, kann von der Aktivierung eines emotionsspezifischen Musters für Freude ausgegangen werden. Zusätzlich zeigte sich in unserer Studie jeweils eine Aktivierung des M. Levator Labii. Auch Lundqvist und Wolf (Lundqvist 1995; Wolf, Köppel, Mass, & Naber, 2005) beobachteten in ihren Arbeiten die Aktivierung dieses Muskels bei Freude, was Lundquist als Crosstalk vom M. Zygomaticus Major wertete. Gleichzeitig zeigte er, dass die erhaltenen Ergebnisse für den M. Zygomaticus Major nicht vom M. Levator Labii ausgingen.

Wolf interpretierte die Aktivierung des M. Levator Labii bei der Präsentation von erregte Freude ausdrückenden Bildern als „maskiertes Lächeln“, was als Lächeln vom Typ Ekel / Verachtung gewertet werden kann (Bänninger-Huber, 1996).

Einige Autoren beschrieben eine Abnahme der Aktivität des M. Corrugator Supercilii (Lang, Bradley & Hamm 1993; Larsen, Norris & Cacioppo, 2003), während die Probanden Freude ausdrückende Bilder betrachteten. Dies deckt sich für die Gesichtsbilder mit den Beobachtungen des vorliegenden Experimentes. Zusätzlich zeigte sich in unserer Studie bei den Gesichtsbildern eine Aktivitätsabnahme des M. Frontalis, was insgesamt auf eine Entspannung der Muskeln der oberen Gesichtshälfte bei Freude hinweist.

Bei den situativ gestalteten Bildern konnte ebenfalls eine Aktivitätsabnahme des M. Corrugator Supercilii verzeichnet werden, die sich jedoch auf einem niedrigeren Niveau darstellte als bei den Gesichtsbildern.

5.1.2 Ekel

Für die Emotion Ekel ergab sich erwartungsgemäß in beiden Bildergruppen eine signifikante Aktivitätszunahme des M. Levator Labii, was in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Vrana (Vrana, 1993) und Ekman (Ekman, 1992) steht. Im

Gegensatz dazu, fanden Wolf und Kollegen (Wolf, Mass, Ingenbleek, Kiefer, Naber & Wiedemann, 2005) keine Aktivierung des M. Levator Labii in ihrer Arbeit. Sie beschrieben eine gleichzeitige Aktivierung des M. Corrugator Supercilii und des M. Orbicularis Oculi bei der Darbietung von Ekel auslösenden Stimuli.

In unserer Studie wurde in beiden Bildergruppen zusätzlich zu dem M. Levator Labii auch der M. Orbicularis Oculi aktiviert, allerdings in geringerem Ausmaß als bei Freude.

Die Gesichtsbilder bewirkten zudem eine Aktivierung des M. Zygomaticus Major. Lang (Lang et al., 1993) beschrieb ebenfalls eine Aktivierung des M. Zygomaticus Major bei der Präsentation von Ekel auslösenden, situativ gestalteten Bildern. Die Begründung sah er darin, dass Bilder mit stark ekeligem Inhalt eine Art Grimasse hervorrufen. Daher wäre denkbar, dass die gestellten Ekel ausdrückenden Gesichtsbilder die Emotion überdeutlich präsentiert haben und dadurch ebenfalls einer Art von Grimasse bei den Probanden hervorgerufen wurde.

Eine andere Erklärungsmöglichkeit liegt in der Wirkung der Bilder auf die Probanden. Möglicherweise reagierten sie auf Ekel ausdrückende Gesichter mit der Aktivierung der entsprechenden Gesichtsmuskeln, die jedoch durch den erlernten sozialen Umgang möglicherweise durch eine Art von Lächeln überspielt wurde. Das könnte die Aktivierung des lächelrelevanten Muskels Zygomaticus Major bei der Präsentation von Ekel ausdrückenden Gesichtsbildern erklären, die wir bei der Darbietung von situativ gestalteten Bildern mit ekeligem Inhalt nicht fanden.

Insgesamt betrachtet, stellte sich in beiden Bildergruppen für Ekel auslösende Stimuli eine gemeinsame Aktivierung des M. Levator Labii und des M. Orbicularis Oculi dar. Bei den situativen Bildern kam es zusätzlich zu einer signifikanten Aktivierung des M. Corrugator Supercilii, der allgemein als Gesichtsmuskel gilt, der bei negativen Emotionen aktiviert wird (Bänninger-Huber, 1996). Die fehlende Aktivierung des M. Corrugator Supercilii sowie die Aktivierung des M. Zygomaticus Major bei der Präsentation von Ekel ausdrückenden Gesichtsbildern deuten darauf hin, dass die dargestellte Emotion für die beiden Bilderblöcke unterschiedliche Reaktionen auslöste. Scheinbar bewirkt ein menschliches Gesicht, das Ekel abbildet bei den Probanden eine andere Reaktion, als ein Bild das Ekel situativ darstellt. Inwieweit die

Ursachen in sozialen Interaktionen liegen, kann mit dem Aufbau dieser Studie nicht geklärt werden und könnte Gegenstand weiterführender Untersuchungen sein.

Ebenfalls vorstellbar wäre die Möglichkeit, dass Gesichter unter Umständen mimisches Spiegeln oder auch komplementäre Reaktionen auslösen, während die situativen Bilder vielleicht eher geeignet sind, um Emotionen zu induzieren, die dann zur Aktivierung der entsprechenden Gesichtsmuskeln führen können.

5.1.3 Trauer

In der Analyse der Gesichtsmuskeln hinsichtlich der Emotion Trauer zeigte sich in beiden Bildergruppen eine Aktivierung des M. Corrugator Supercilii, die sich besonders deutlich für die situativen Bilder darstellte. Diese Beobachtung stimmt mit verschiedenen früheren Beobachtungen von Lang und Lundqvist überein (Lang et al., 1993; Lundqvist, 1995). Zudem ergab sich eine Aktivierung für den M. Frontalis bei der Darstellung von Trauer ausdrückenden Gesichtsbildern, was in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Lundqvist (Lundqvist, 1995) steht. Bei der Präsentation von Trauer ausdrückenden Bildern aus dem IAPS-Katalog stellte sich ein statistischer Trend für die Aktivierung des M. Frontalis dar. Zudem kam es bei der Präsentation von situativen Bildern zu einer Aktivitätsabnahme des M. Orbicularis Oculi, was auf die Entspannung der Augenpartie hindeutet. Somit kann die Aktivierung der Muskeln Corrugator Supercilii und Frontalis insgesamt als charakteristisch für die Emotion Trauer angesehen werden kann.

Im Gegensatz zu der Emotion Ekel bewirkte Trauer in unserer Studie sowohl für die Gesichtsbilder als auch für die situativen Bilder das gleiche Muster der Gesichtsmuskelaktivierung. Möglicherweise spielte es eine Rolle, dass in fünf von sechs Trauer ausdrückenden situativ gestalteten Bildern Menschen dargestellt wurden und somit, anders als beispielsweise für die Emotion Ekel, für beide Bildergruppen die soziale Interaktion eine Rolle spielen könnte.

5.1.4 Überraschung

Bei dieser nur sehr kurz dauernden Emotion konnte kein emotionsspezifisches Muster dargestellt werden. Es kam zu einer Aktivierung des M. Orbicularis Oculi, des M. Levator Labii und des M. Zygomaticus Major, die jedoch bei keinem der drei Muskeln ein signifikantes Niveau erreichte. Dabei fiel auf, dass die für Freude relevanten

Muskeln eine Aktivitätssteigerung zeigten, was vermuten lässt, dass die Probanden überraschte Gesichter in einer Form der Freude wahrgenommen haben.

5.1.5 Furcht

Für die Emotion Furcht war in diesem Versuch kein spezifisches Aktivitätsmuster der Gesichtsmuskeln ersichtlich. Die Ursache liegt möglicherweise darin begründet, dass diese Emotion von den Probanden nicht klar erkannt werden konnte. Unter Umständen stellte sich für einen Teil der Probanden die Emotion Furcht auf den Bildern als ambivalent dar und hatte somit einen antagonistischen Effekt auf einzelne Muskeln, was in der Summe zu keiner Aktivierung des jeweiligen Gesichtsmuskels führte (Larsen et al., 2003).

5.1.6 Entspannte Freude

Bilder, die entspannte Freude ausdrücken, zeigten in dieser Arbeit keine emotionspezifische Aktivierung der Gesichtsmuskeln. Es ließ sich lediglich eine nicht signifikante Aktivierung des Muskels Zygomaticus Major darstellen. Das steht im Widerspruch zu Beobachtungen von Wolf und Kollegen (Wolf, Mass, Ingenbleek, Kiefer, Naber & Wiedemann 2005), die bei dieser Emotion wiederkehrende Aktivierungen des M. Orbicularis Oculi und des M. Zygomaticus Major darstellten. Allerdings fiel in der Arbeit von Wolf und Kollegen die Häufigkeit der Aktivierung bei entspannter Freude geringer aus, als bei erregter Freude. Eine mögliche Erklärung im Fehlen einer emotionsspezifischen Aktivierung in dieser Arbeit kann in der Auswahl der Bilder für entspannte Freude liegen.

Während der Bilderdarbietungen saßen die Probanden allein in einem geschlossenen Raum, was zeigt, dass keine direkten sozialen Interaktionen notwendig sind, um emotionsspezifische Reaktionen hervorzurufen. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass die Probanden die Muskelaktivität der Gesichter, die die Emotionen darstellen, spiegeln. Mit Hilfe dieser „Spiegelneurone“ lösen nach Dimberg verschiedene Emotionen, in Bildern präsentiert, die jeweilige Gesichtsreaktion aus (Dimberg, 1982). Das bedeutet, dargebotene positive Stimuli bewirken auch einen positiven Gesichtsausdruck. Diese „Spiegelneurone“ sind sowohl aktiv, wenn eine

Person eine bestimmte Handlung ausführt, als auch wenn sie eben diese Handlung nur beobachtet (Adolphs et al., 2000; Hutchison et al., 1999).

Eine andere Erklärung könnte sein, dass durch die dargebotenen Stimuli bei den Probanden passende Erinnerungen aktiviert wurden, die dann den entsprechenden Gesichtsausdruck zur Folge hatten (Fridlund, Schwartz & Fowler, 1984). Diese Erklärung wäre insbesondere für situativ gestaltete Bilder denkbar.

Kraut & Johnston (Kraut & Johnston, 1979) konnten zeigen, dass die mimischen Reaktionen viel stärker ausfallen, wenn es zu sozialen Interaktionen kommt. So zeigten Bowlingspieler nach einem erfolgreichen Wurf zunächst nur wenig mimische Veränderung. Erst in dem Moment als sie sich zum Publikum wandten, kam es bei ihnen zu einer deutlichen Gesichtsreaktion in Form eines Lächelns. Das unterstreicht den kommunikativen und sozialen Aspekt des Gesichtsausdrucks, der bei den Probanden zumindest keine bewusste Rolle spielte, da sie sich allein im Raum befanden.

Abschließend lässt sich zu den einzelnen Emotionen feststellen, dass sich in Übereinstimmung mit unserer ersten Hypothese für emotionsspezifische Gesichtsbilder subtile mimische Muster differenzieren lassen. In Übereinstimmung mit der zweiten Hypothese erfolgte bei der Präsentation von Freude bzw. erregter Freude eine Aktivierung des M. Orbicularis Oculi und des M. Zygomaticus Major. Zudem ergab sich für die Gesichtsbilder eine Abnahme der Muskelaktivität des M. Frontalis und des M. Corrugator Supercilii. Nach der dritten Hypothese haben wir eine Aktivierung des M. Levator Labii bei der Präsentation von Ekel erwartet. Die Ergebnisse dieser Studie bestätigten die Hypothese teilweise, denn zu der Aktivierung des M. Levator Labii zeigte sich in beiden Bilderblöcken eine gleichzeitige Aktivierung des M. Orbicularis Oculi.

5.2 Vergleich Gesichtsbilder und situative Bilder

Für den Vergleich wurden aufgrund des Bildmaterials die Daten zu den Emotionen Freude bzw. erregte Freude, Ekel und Trauer zur Diskussion herangezogen.

Für die Emotionen Freude und Trauer zeigte sich erwartungsgemäß nach Hypothese vier, eine stärkere Aktivierung der Gesichtsmuskeln durch die situativen Bilder. Möglicherweise wurden die Probanden durch farbige Darstellungen oder auch Aktivierung einer Erinnerung durch die situative Präsentation auf den Bildern mehr angesprochen, als durch die im Grauton gehaltenen Gesichtsbilder.

Allerdings ließ sich für die Emotion Ekel der Unterschied zwischen den Bildergruppen nicht so klar beschreiben. Der M. Corrugator Supercilii wies für situativ gestaltete Bilder auch für Ekel eine deutlich stärkere Aktivierung als für die Gruppe der Gesichtsbilder auf. Die Reaktion des M. Orbicularis Oculi fiel für die Bildergruppen gleich stark aus. Überraschenderweise ergab sich für den M. Levator Labii eine stärkere Aktivierung bei den Gesichtsbildern. Offensichtlich führten in unserer Studie bei der Emotion Ekel Farbe und Darbietungsart der situativen Bilder zu keiner eindeutig stärkeren Muskelaktivität im Vergleich zu den Gesichtsbildern.

Dabei scheint es eine Rolle zu spielen, ob die jeweilige Emotion durch Menschen einschließlich ihres Gesichts dargestellt wurde, oder ob der Bildinhalt überwiegend einen Gegenstandscharakter besaß. Wurden wie bei erregter Freude und Trauer in dem Block der situativen Bilder menschliche Gesichter präsentiert, waren die Muster der Gesichtsmuskelaktivität in beiden Bilderblöcken sehr ähnlich (s. S. 70). Bei der Emotion Ekel wurden den Probanden im zweiten Block (situative Bilder) keine Gesichter innerhalb der Abbildung dargestellt. Ob das Vorhandensein eines menschlichen Gesichts bei der Präsentation emotionsauslösender Stimuli tatsächlich zu einem anderen Muster der Gesichtsmuskelaktivierung führt, könnte in Folgestudien untersucht werden. Durch die Verwendung eines Eye-Trackers ließe sich analysieren, ob und wann die Probanden ein Gesicht auf einem Bild betrachten.

5.3 Geschlechtseffekte der Probanden

Allgemein wird Frauen eine höhere Fähigkeit zugesprochen, Emotionen zu erleben und auszudrücken als Männern. Werden Frauen befragt, beschreiben sie sich selbst als das emotionalere Geschlecht im Vergleich zu den Männern (Grossman & Wood, 1993). Betrachten Frauen und Männer Ekel oder Furcht auslösende Bilder, bewerten Frauen diese in einigen Studien als ekeliger oder furchteinflößender (Schienle, Schäfer, Stark, Walter & Vaitl, 2005; Caseras, Mataix-Cols, An, Lawrence, Speckens, Giampietro, Brammer & Phillips, 2007). Andere Studien weisen jedoch keine Geschlechtsunterschiede in der Bewertung von emotionsauslösenden Stimuli auf (Kring & Gordon, 1998; Thunberg & Dimerg, 2000).

Zudem zeichnete sich in einigen Studien ab, dass die Zyklusphase der Frau bei der Reaktion auf emotionsauslösende Bilder eine Rolle zu spielen scheint (Goldstein, Jerram, Poldrack, Ahern, Kennedy, Seidman & Makris, 2005; Pearson & Lewis, 2005). Pearson & Lewis zeigten in ihrer Studie, dass Frauen Furcht ausdrückende emotionale Gesichtsbilder in der präovulatorischen Phase des Menstruationszykluses sicherer erkannten, als in der frühen folliculären Phase. Goldstein und Kollegen fanden in einer bildgebenden Studie Hinweise darauf, dass Frauen in der präovulatorischen Phase des Menstruationszykluses im Vergleich zur frühen folliculären Phase eine geringere Aktivität in Gehirnregionen aufwiesen, die an der Stressverarbeitung beteiligt sind (z. B. Amygdala, orbitofrontaler Kortex). Sie präsentierten den Probandinnen situativ gestaltete emotionsauslösende Bilder mit einer negativen Valenz und hohem Arousal. Die Ergebnisse der Studien lassen somit vermuten, dass die Zyklusphase der Frau zum Messzeitpunkt eine Bedeutung für die Auswertung der Ergebnisse haben könnte.

In den folgenden Kapiteln soll diskutiert werden, ob weibliche Probanden generell mit einem stärkeren Gesichtsausdruck auf Freude und Ekel auslösende Stimuli reagieren als männliche Probanden.

5.3.1 Freude / erregte Freude

Bei der Betrachtung der Ergebnisse für die Muskeln Orbicularis Oculi und Zygomaticus Major zeigte sich für die Gesichtsbilder besonders beim zweitgenannten Muskel ein sehr ähnlicher Intensitäts- und Zeitverlauf für beide

Geschlechter. Das steht nicht im Einklang zu den Beobachtungen von Dimberg & Lunqvist (Dimberg & Lundquist, 1990), die bei Freude ausdrückenden Gesichtern eine stärkere Aktivierung des M. Zygomaticus Major bei Frauen sahen. In einer späteren Studie fand Lunqvist (Lundqvist, 1995) in einem Teil seiner Arbeit keinen Geschlechtseffekt der Probanden für den M. Zygomaticus Major bei der Präsentation von Freude ausdrückenden Gesichtern.

Der M. Orbicularis Oculi zeigte in dieser Arbeit für die Gesichtsbilder überraschenderweise sogar eine etwas stärkere Aktivität bei den männlichen Probanden.

Weibliche Probanden reagierten sowohl bei den Gesichtsbildern als auch bei den situativen Bildern mit einer Aktivierung des M. Levator Labii während der Präsentation von Freude ausdrückenden Gesichtern bzw. erotischen Bildern. Diese Gesichtsmuskelaktivierung konnte bei den männlichen Probanden für die Gesichtsbilder nicht beobachtet werden. Die Ursache der Levator Labii-Aktivierung bei den Frauen kann, wie bereits erwähnt wurde, als Folge von Crosstalk zwischen den Muskeln Zygomaticus Major und Levator Labii gewertet werden, was bedeuten würde, dass das Problem des Crosstalkes bei den männlichen Probanden geringer sein würde als bei den weiblichen Probanden.

Während der Präsentation von situativ gestalteten Bildern kam es bei den Frauen im Vergleich zu den Männern zu einer signifikant stärkeren Aktivierung des M. Zygomaticus Major, wohingegen der M. Orbicularis Oculi hier einen ähnlichen Verlauf für beide Geschlechter annahm. Eine denkbare Erklärung hierfür kann in der Auswahl des Bildmaterials liegen. Für beide Geschlechter wurden Bilder mit jeweils einem heterosexuellen Paar gewählt, was die weiblichen Probanden möglicherweise mehr ansprach als die männlichen Probanden.

Die stärkere Aktivierung des M. Zygomaticus Major für die weiblichen Probanden bei Bildern mit erotischem Inhalt steht im Einklang zu den Ergebnissen von Lang (Lang et al., 1993). Er beschrieb in seiner Arbeit besonders bei Frauen eine hohe Korrelation zwischen der Valenzrate und der Aktivierung des M. Zygomaticus Major. Bilder, die erregte Freude ausdrücken, zählen durch ihre hohen Valenz- und Arousalraten in diese Gruppe. Zudem scheint die Zyklusphase der Frau eine Rolle bei der Reaktion auf erregte Freude ausdrückende Bilder zu spielen. Maas und Kollegen (Mass, Hölldorfer, Moll, Bauer & Wolf, 2008) zeigten in ihrer Studie, dass Frauen in

der folliculären Phase mit einer signifikant höheren M. Zygomaticus Major Aktivität auf erotische Bilder reagierten als in der lutealen Phase.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass in unserer Studie beide Geschlechter gleichartig auf Freude ausdrückende Gesichter reagierten.

Auf erregte Freude ausdrückende situative Bilder zeigten Frauen insgesamt eine stärkere Gesichtsreaktion als Männer.

5.3.2 Ekel

Bei den Gesichtsbildern ergab sich für alle fünf getesteten Muskeln ein Geschlechtsunterschied, wobei die weiblichen Probanden das stärker reagierende Geschlecht darstellten. Eine mögliche Erklärung dafür könnte sein, dass Frauen und Männer gelernt haben, verschiedene Emotionen unterschiedlich stark auszudrücken (Brody & Hall, 2000). In funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT)-Studien zeigte der überwiegende Teil bis dato keine signifikanten Unterschiede der Gehirnaktivität bei der Präsentation von Ekel auslösenden Stimuli (Wager, Phan, Liberzon & Taylor, 2003). Neuere Studien (Caseras et al., 2007) beschreiben zum Teil eine signifikant höhere Aktivität der Gehirnregionen bei Frauen, die typischerweise bei der Präsentation von Ekel auslösenden Stimuli aktiviert werden. Wie bereits zu Beginn der Diskussion erwähnt wurde, scheint zudem die Zyklusphase der Frau eine Rolle bei der Wahrnehmung von negativen Emotionen zu spielen. Die Ergebnisse von Goldstein und Kollegen (Goldstein et al., 2005) weisen darauf hin, dass Frauen in der präovulatorischen Phase weniger starke Aktivitäten in den für Stress relevanten Gehirnregionen zeigten, als während der frühen folliculären Phase. Eine mögliche Erklärung für den geringeren Stressfaktor um die Ovulation sehen die Forscher in Reproduktionsvorteilen.

Aus diesem Grund wäre es für Folgestudien hilfreich, die Zyklusphase der weiblichen Probanden zu erfassen.

Bei den situativ gestalteten Bildern stellte sich in unserer Studie ein signifikanter Geschlechtsunterschied für den M. Levator Labii, M. Zygomaticus Major und M. Corrugator Supercilii dar, was für den M. Corrugator Supercilii in Übereinstimmung mit den Studien von Bradley (Bradley, Codispoti, Sabatinelli & Lang, 2001) und Lang

(Lang et al., 1993) steht. Beide Autoren sahen bei Ekel ausdrückenden situativen Bildern eine stärkere Aktivierung des genannten Muskels bei Frauen.

In der Zusammenschau der Ergebnisse wird deutlich, dass sich die generelle Aussage der fünften Hypothese, dass weibliche Probanden sowohl bei der Präsentation von Gesichtsbildern als auch bei situativen Bildern für alle dargestellten Emotionen eine stärkere Gesichtsreaktion als die männlichen Probanden zeigen, für diese Studie als zu undifferenziert erwies.

Für die Ergebnisse dieser Arbeit ist es zutreffend, dass weibliche Probanden bei der Darstellung der Emotion Ekel stärker auf Gesichter und Ekel erregende Stimuli reagierten als männliche Probanden, was mit den Ergebnissen von Caseras und Kollegen (Caseras et al., 2007) übereinstimmt.

Wurden die für Freude relevanten Muskeln Orbicularis Oculi und Zygomaticus Major bei der Betrachtung von Freude ausdrückenden Gesichtsbildern ausgewertet, zeigte sich kein signifikanter Geschlechtsunterschied. Dies verdeutlicht, dass die Geschlechtsdifferenzen scheinbar von den dargebotenen emotionalen Stimuli abhängig waren.

5.4 Einfluss des Geschlechts der Stimuli für die Emotion Ekel

Nach der Analyse der Geschlechtseffekte der Probanden wurde deutlich, dass besonders die Emotion Ekel unterschiedlich starke mimische Reaktionen bei den weiblichen und männlichen Probanden hervorrief. Daher soll in diesem Kapitel für die Emotion Ekel zusätzlich der Einfluss des Geschlechts der Stimuli auf die Probanden diskutiert werden.

Bei der gemeinsamen Betrachtung der beiden Probandengruppen (30 Probanden) auf weibliche bzw. männliche Stimuli, ergab sich für drei von fünf Muskeln (M. Levator Labii, M. Orbicularis Oculi, M. Zygomaticus Major) für die weiblichen Stimuli eine Signifikanz der Wechselwirkung Valenz x Zeit, die bei den männlichen Stimuli nicht erreicht wurde. Dennoch zeigte sich bei den genannten Muskeln auch für männliche Stimuli eine Aktivitätszunahme, womit sich die tendenzielle Reaktion auf beide Geschlechtsstimuli gleichartig darstellte.

Die Muskeln Frontalis und Corrugator Supercilii zeigten in der Analyse keine Unterschiede bezüglich des Geschlechts der Stimuli. Diese Beobachtungen stehen im Einklang zu den Ergebnissen von Lundqvist (Lundqvist, 1995), der keinen Geschlechtseffekt der Stimuli beschrieb.

Wurden nur die Daten der weiblichen Probanden auf weibliche Stimuli analysiert, ergab sich für alle fünf gemessenen Muskeln eine Signifikanz der Wechselwirkung Valenz x Zeit. Kein Muskel erreichte bei den männlichen Probanden für die genannte Wechselwirkung ein signifikantes Niveau, wenn nur weibliche Stimuli in die Analyse miteinbezogen wurden.

Bei ausschließlicher Analyse der männlichen Stimuli, ergab sich für die weiblichen Probanden bei vier von fünf gemessenen Muskeln eine stärkere Aktivierung als bei den männlichen Probanden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in unserer Studie das Geschlecht der Stimuli bei der Präsentation von Gesichtsbildern keine Rolle zu spielen schien. Vielmehr zeigten sich deutliche Unterschiede abhängig vom Geschlecht der Probanden.

5.5 Methodische Aspekte

Dass die EMG-Technik ein geeignetes Verfahren darstellt, um messgenaue und valide Untersuchungen zum mimischen Ausdruck durchzuführen, zeigten Dimberg und Kollegen in zahlreichen Studien (Dimberg, 1982; 1990; Dimberg & Thunberg, 1998). Wir konnten mittels Oberflächen-EMG in unserer Studie subtile mimische Muster für die Emotionen Freude, Ekel und Trauer darstellen. Allerdings zeigte sich in unseren Daten eine hohe Varianz. In folgenden Studien sollte die Stichprobengröße erweitert werden, um die Ergebnisse noch aussagekräftiger zu gestalten. Besonders für die Analyse der Geschlechtseffekte wäre eine größere Stichprobe erstrebenswert. Zusätzlich wäre es günstig eine größere Anzahl an neutralen Bildern für die Gruppe der situativen Bilder zu wählen, um einen stabileren Zeitverlauf zu erzielen und somit die Auswertungsgrundlage zu verbessern.

Zudem haben wir in dieser Erststudie nicht die subjektive Wahrnehmung der jeweiligen Bilder durch die einzelnen Probanden erfasst. Dies sollte in eine mögliche Folgestudie mit eingebunden werden, um die Ergebnisse besser beurteilen zu können. Die fehlende mimische Reaktion auf Furcht, Überraschung und entspannte Freude kann zum einen in der Auswahl des Bildmaterials liegen, zum anderen ist in dieser Studie Aufmerksamkeit ein unentbehrliches Kriterium, um mimische Reaktionen hervorzurufen. Da kein Eye-Tracker verwendet wurde, war es im Nachhinein unmöglich, die Blickrichtung der Probanden während der Bildpräsentationen festzustellen und dadurch mögliche Aufmerksamkeitsunterschiede zwischen den dargestellten Emotionen zu erkennen.

Wie bereits im Diskussionsteil erwähnt wurde, scheint die Zyklusphase der weiblichen Probanden eine Rolle bei der Reaktion auf emotionale Stimuli zu spielen. Um dahingehende Effekte zu untersuchen, sollte in Folgestudien die Zyklusphase zum Messzeitpunkt erfasst werden.

Neun der dreißig Probanden wurden während des Versuchs mit einer für sie sichtbaren Kamera aufgezeichnet, um zu kontrollieren, ob es sich bei den Aktivitätsänderungen der Gesichtsmuskeln tatsächlich nur um subtile mimische Reaktionen handelt. Bei der Auswertung des Videomaterials konnten wir bei keinem Probanden eine sichtbare Mimik erkennen, die durch die Präsentation der Bilder hervorgerufen wurde. Die Tatsache, dass nur ein Teil der Probanden per Videokamera aufge-

zeichnet wurde, beeinflusste die Ergebnisse nicht. Nach der Auswertung der Daten, konnte kein Unterschied in der Reaktion zwischen den Probanden mit und ohne Kamera im Raum festgestellt werden. Vielleicht spielte es eine Rolle, dass sich im Raum ein Fenster zum Kontrollraum befand, das zwar mit Jalousien verhängt war, aber durchaus immer die Möglichkeit der Beobachtung durch den Versuchsleiter bot. Somit waren vergleichbare Voraussetzungen für alle Probanden hergestellt.

6 Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es, mittels Oberflächen-EMG nicht sichtbare Veränderungen in der emotionsrelevanten Mimik zu untersuchen und mögliche Muster für bestimmte Emotionen zu differenzieren. Dazu präsentierten wir jeweils 15 gesunden weiblichen und männlichen Probanden in der Hauptstudie emotionsausdrückende Gesichtsbilder (Freude, Ekel, Trauer, Überraschung, Furcht). In einem zweiten Teil der Studie sahen die Probanden situativ gestaltete emotionsauslösende Bilder (erregte Freude, Ekel, Trauer, entspannte Freude). Während der Bilderdarbietungen leiteten wir mittels EMG jeweils die Aktivität von neun mimischen Muskeln ab. Auf der Grundlage früherer Studien haben wir folgende Muskeln für die Messungen ausgewählt: M. Frontalis, M. Corrugator Supercilii, M. Orbicularis Oculi, M. Zygomaticus Major, M. Levator Labii, M. Risorius, M. Depressor Anguli Oris, M. Mentalis und M. Platysma.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigten, dass sich durch verschiedene emotionsauslösende Stimuli für einen Teil der dargestellten Emotionen typische subtile mimische Reaktionsmuster durch fünf der neun aufgezeichneten mimischen Muskeln differenzieren lassen. Dazu zählen der M. Frontalis, M. Corrugator Supercilii, M. Orbicularis Oculi, M. Levator Labii und M. Zygomaticus Major.

Bei der Präsentation von Freude ausdrückenden Gesichtsbildern sowie bei der Darbietung von erregter Freude in Form von situativen Bildern, ergab sich eine gemeinsame Aktivierung des M. Orbicularis Oculi und des M. Zygomaticus Major, was sich mit den Ergebnissen früherer Studie deckt (Larsen et al., 2003; Wolf, Köppel, Mass & Naber, 2005). Ekel bewirkte bei beiden Bildergruppen eine Aktivierung des M. Levator Labii und des M. Orbicularis Oculi. Zusätzlich zeigte sich bei den Gesichtsbildern eine Aktivierung des lächelrelevanten Muskels Zygomaticus Major, was als Form von erlernter sozialer Reaktion angesehen werden kann. Die situativen Bilder bewirkten neben den Muskeln Levator Labii und Orbicularis Oculi eine gleichzeitige Aktivierung des M. Corrugator Supercilii, der im Allgemeinen bei negativen Emotion aktiviert wird (Bänninger-Huber, 1996). Bei der Darbietung von Trauer reagierten die Probanden mit einer Aktivierung des M. Corrugator Supercilii, was sich mit früheren Beobachtungen deckt (Lang et al., 1993; Lunqvist, 1995). Zusätzlich ergab sich für beide Bildergruppen eine Aktivitätssteigerung des M.

Frontalis, womit die Aktivierung dieser beiden Muskeln der oberen Gesichtshälfte als charakteristisch für die Emotion Trauer zu sein scheint.

Die Präsentation von Furcht, Überraschung und erregter Freude führte nicht zur Aktivierung eines emotionsspezifischen Musters.

Im Vergleich der beiden Bildergruppen ergab sich für Freude und Trauer insgesamt eine stärkere Aktivierung der Gesichtsmuskeln bei der Darbietung von farbigen situativen Bildern. Ekel ausdrückende Bilder bewirkten für den M. Levator Labii eine stärkere Aktivierung bei der Präsentation von Gesichtsbildern. Der M. Orbicularis Oculi zeigte eine gleich starke Aktivierung für beide Bildergruppen. Für den M. Corrugator Supercilii ergab sich eine stärkere Aktivierung bei der Präsentation von situativen Bildern.

Analysen hinsichtlich der Geschlechtsunterschiede ergaben, dass weibliche Probanden besonders auf Ekel auslösende Stimuli eine deutlich stärkere Muskelaktivität zeigten als männliche Probanden, was im Einklang zu bildgebenden Studien steht (Caseras et al., 2007). Dort zeigte sich für weibliche Probanden bei der Darbietung von ekeligen Stimuli eine stärkere Aktivierung der für Ekel relevanten Gehirnregionen als bei männlichen Probanden. Für die Emotion Freude ließ sich bei den Gesichtsbildern für die Freude relevanten Muskeln kein Geschlechtsunterschied herausarbeiten. Die Präsentation von erregte Freude auslösenden Bildern bewirkte insgesamt eine stärkere Aktivierung der Gesichtsmuskeln bei weiblichen Probanden.

In der Zusammenschau der Ergebnisse wurde deutlich, dass die Emotion Freude für beide Bildergruppen ein gleichartiges Muster der Gesichtsmuskelaktivität bewirkte. Zudem stellten sich nur geringe Geschlechtsunterschiede dar. Für die übrigen Emotionen erwiesen sich die Ergebnisse als nicht so homogen. Ekel ausdrückende Gesichtsbilder scheinen dabei von den Probanden anders wahrgenommen zu werden als Bilder mit situativ ekeligem Inhalt. Diese Erkenntnisse sollten unter der Miteinbeziehung der subjektiven Emotionswahrnehmungen in Folgestudien vertieft werden.

7 Literatur

Adolphs, R. (2003). Cognitive Neuroscience of Human Social Behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 165-178.

Adolphs, R., Damasio, H., Tranel, D., Cooper, G., Damasio, A. (2000). A role for somatosensory cortices in the visual recognition of emotions as revealed by three - dimensional mapping. *Journal of Neuroscience*, 20, 2683-2690.

Bänninger-Huber, E. (1996). *Mimik Übertragung Interaktion* (Vol. 1). Bern: Hans Huber.

Beall, P. M., Moody, E. J., McIntosh, D. N., Hepburn, S. L., Reed, C. L. (2008). Rapid facial reactions to emotional facial expressions in typically developing children and children with autism spectrum disorder. *Journal of Experimental Child Psychology*, 16 [Epub ahead of print].

Bradley, M., Codispoti, M., Sabatinelli, D., Lang, P. (2001). Emotion and motivation II: Sex differences in picture processing. *Emotion*, 1, 300-319.

Brody, L., Hall, J. (2000). *Gender emotion and expression*. In M. Lewis, J. M. Haviland (Eds.). *Handbook of emotion*. New York: Guilford Press.

Caseras, X., Mataix-Cols, D., An, S. K., Lawrence, N. S., Speckens, A., Giampietro, V., Brammer, M., Phillips, M. (2007). Sex differences in neural responses to disgusting visual stimuli: implications for disgust-related psychiatric disorders. *Biological Psychiatry*, 62, 464-471.

Chovil, N. (1991). Social determinations of facial displays. *Journal of Nonverbal Behavior*, 15, 141-154.

Damasio, A. (1997). *Descartes' Irrtum. Fühlen, Denken und das menschliche Gehirn*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.

Darwin, C. (2000). *Der Ausdruck der Gemütsbewegungen bei dem Menschen und den Tieren*. Übersetzung von Carus, J.V. und Enderwitz, U., Frankfurt a. M.: Eichborn. Erstausgabe (1872). *The expression of the emotions in man and animals*.

Dimberg, U. (1982). Facial reaction to facial expression. *Psychophysiology*, 19, 643-647.

Dimberg, U. (1990). Facial electromyography and emotional reactions. *Psychophysiology*, 27, 481-494.

Dimberg, U., Lundquist, L. (1990). Gender differences in facial reactions to facial expressions, *Biological Psychology*, 30, 151-159.

Dimberg, U., Thunberg, M. (1998). Rapid facial reactions to emotional facial expressions. *Scandinavian Journal of Psychology*, 39, 39-45.

Dimberg, U., Thunberg, M., Elmehed, K. (2000). Unconscious facial reactions to emotional facial expressions. *Psychological Science*, 11, 86-89.

Duclos, S. E., Laird, J. D., Schneider, E. (1989). Emotion-specific effects of facial expressions and postures on emotional experience. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57, 100-108.

Ekman, P. (1976). *Pictures of Facial Affect*.

Ekman, P. (1992). Facial expression of emotion: new findings, new questions. *Psychological Science*, 3, 34-38.

Ekman, P. (2004). *Gefühle lesen - Wie Sie Emotionen erkennen und richtig interpretieren*. Übersetzung von Krieg, S., München: Elsevier GmbH.

Ekman, P., Friesen, W. (1978). *Facial Action Coding System: A technique for the measurement of facial movement*. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.

Ekman, P., Hager, J., Friesen, W. (1981). The symmetry of emotional and deliberate facial actions. *Psychophysiology*, 18, 101-106.

Ekman, P., Sorenson, E., Friesen, W. (1969). Pan-cultural elements in facial displays of emotion. *Science*, 164, 86-88.

Fridlund, A. (1992). The behavioral ecology and sociality of human face. *Review of Personality and Social Psychology*, 13, 90-121.

Fridlund, A. (1994). *Human facial expression. An evolutionary view*. San Diego: CA Academic Press.

Fridlund, A., Cacioppo, J. (1986). Guidelines for human electromyographic research. *Psychophysiology*, 23, 567-589.

Fridlund, A., Schwartz, G., Fowler, S. (1984). Pattern recognition to self-reported emotional state from multiple-site facial EMG activity during affective imagery. *Psychophysiology*, 21, 622-637.

Gallese, V., Goldman, A. (1999). Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading. *Trends Cognitive Science*, 2, 493-500.

Goldstein, J., Jerram, M., Poldrack, R., Ahern, T., Kennedy, D. N., Seidman, L. J., Makris, N. (2005). Hormonal cycle modulates arousal circuitry in women using functional magnetic resonance imaging. *Journal of Neuroscience*, 25, 9309-9316.

- Grossman, M., Wood, W. (1993). Sex differences in intensity of emotional experience: A social role interpretation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, 1010-1022.
- Guerro, L., Anderson, P., Trost, M. (1998). *Communication and Emotion: Basic Concepts and Approaches*. San Diego: Academic Press.
- Haxby, J., Hoffmann, E., Gobbini, M. (2000). The distributed human neuronal system for face perception. *Trends Cognitive Science*, 4, 223-233.
- Hazlett, R., Hazlett, S. (1999). Emotional response to television commercial: Facial EMG vs. self report. *Journal of Advertising Research*, 39, 7-24.
- Hutchison, W. D., Davis, K. D., Lozano, A. M., Tasker, R. R., Dostrovsky, J. O. (1999). Pain-related neurons in the human cingulate cortex. *Nature Neuroscience*, 2, 403-405.
- Izard, C. (1971). *The Face of Emotion*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Kraut, R., Johnston, R. (1979). Social and emotional messages of smiling: An ethological approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 1539 -1553.
- Kring, A. M., Gordon, A. H. (1998). Sex differences in emotion: expression, experience, and physiology. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 686-703.
- Lang, P., Bradley M., Hamm, A. (1993). Looking at pictures: affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, 30(3), 261-273.
- Lang, P., Öhman, A., Vaitl, D. (1988). *The International Affective Picture System* Gainesville: The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.
- Lanzetta, J. T., Englis, B. G. (1989). Expectations of cooperation and competition and their effects on observers' vicarious emotional responses. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56, 543-554.
- Larsen, J., Norris, C., Cacioppo, J. (2003). Effects of positive and negative affect on electromyographic activity over zygomaticus major and corrugator supercilii. *Psychophysiology*, 40, 776-785.
- LeDoux, J. (1996). *The emotional brain*. New York: Simon & Schuster.
- Lundqvist, L. (1995). Facial EMG reactions to facial expressions: a case of facial emotional contagion? *Scandinavian Journal of Psychology*, 36, 130-141.

- Mass, R., Hölldorfer, M., Moll, B., Bauer, R., Wolf, K. (2008). Why we haven't died out yet. Changes in women's mimic reactions to visual erotic stimuli during their menstrual cycles. *Hormones and Behavior*, doi: 10.1016/j.yhbeh.2008.06.007.
- McIntosh, D., Reichmann-Decker, A., Winkielman P., Wilbarger, J. (2006). When the social mirror breaks: deficits in automatic, but not voluntary, mimicry of emotional facial expressions in autism. *Developmental Science*, 9, 295-302.
- Meyer, W.-U., Schützwohl, A., Reisenzein, R. (1993a). *Einführung in die Emotionspsychologie Band I*. Bern: Hans Huber.
- Meyer, W.-U., Schützwohl, A., Reisenzein, R. (1993b). *Einführung in die Emotionspsychologie Band II*. Bern: Hans Huber.
- Ortony, A., Clore, G. L., Collins, A. (1988). *The cognitive structure of emotions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pearson, R., Lewis, M. (2005). Fear recognition across the menstrual cycle. *Hormonal Behaviour*, 47, 267-271.
- Phan, L., Wager, T., Taylor, St., Liberzon, I. (2002). Functional Neuroanatomy of Emotion: A Meta-Analysis of Emotion Activation Studies in PET and fMRI. *NeuroImage*, 16, 331-348.
- Posamentier, M., Abdi, H. (2003). Processing faces and facial expressions. *Neuropsychology Review*, 13, 113-143.
- Putz, R., Pabst, R. (2006). *Sobotta Atlas der Anatomie des Menschen*. München: Urban & Fischer Verlag.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 3, 131-141.
- Russell, J. A., Fernandez-Dols, J. M. (1997). *The psychology of facial expression*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Schienle, A., Schäfer, A., Stark, R., Walter, B., Vaitl, D. (2005). Gender differences in the processing of disgust- and fear-inducing pictures: an fMRI study. *NeuroReport*, 16, 277-280.
- Schneider, F., Himer, W., Heimann, H. (1991). Facial action analysis with the computer: An objective assessment of facial movements. *Journal of Psychology*, 5, 128-132.
- Sloan, D., Bradley, M., Dimoulas, E., Lang, P. (2002). Looking at facial expressions: Dysphoria and facial EMG. *Biological Psychology*, 60, 79-90.

Sonnby-Borgstrom, M. (2002). Automatic mimicry reactions as related to differences in emotional empathy. *Scandinavian Journal of Psychology*, 43, 433-443.

Tassinary, L. G., Cacioppo, J. T. (1990). *The skeletomotor system*. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary and A.F. Fridlund (Eds.), *Principles of psychophysiology: Physical, social, and inferential elements*. New York: Cambridge University Press.

Thunberg, M., Dimerg, U. (2000). Gender differences in facial reaction to fear-relevant stimuli. *Journal of Nonverbal Behavior*, 24, 45-51.

Tomkins, S., McCarter, R. (1964). What and where are the primary affects? Some evidence for a theory. *Perceptual and Motor Skills*, 18, 119-158.

van der Gaag, C., Minderaa, R., Keysers, C. (2007). Facial expressions: What the mirror neuron system can and cannot tell us. *Social Neuroscience*, 2, 179-222.

Vrana, S. (1993). The psychophysiology of disgust: Differentiating negative emotional contexts with facial EMG. *Psychophysiology*, 30, 279-286.

Vrana, S., Gross, D. (2004). Reactions to facial expressions: effects of social context and speech anxiety on responses to neutral, anger, and joy expressions. *Biological Psychology*, 66, 63-78.

Wager, T., Phan, K., Liberzon, I., Taylor, St. (2003). Valence, gender, and lateralization of functional brain anatomy in emotion: a meta-analysis of findings from neuroimaging. *NeuroImage*, 19, 513-531.

Wolf, K., Köppel, S., Maß, R., Naber, D. (2005). Identifizierung möglicher Kennparameter der "mimischen Desintegration" bei schizophrenen Patienten mittels Gesichts-EMG-Methode. *Nervenarzt*, 76, 1103-1108.

Wolf, K., Mass, R., Ingenbleek, T., Kiefer, F., Naber, D., Wiedemann, K. (2005). The facial pattern of disgust, appetite, excited joy and relaxed joy: an improved facial EMG study. *Scandinavian Journal of Psychology*, 46, 403-409.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig durchgeführt und verfasst habe. Die verwendeten Quellen und Hilfsmittel sind im Text kenntlich gemacht und im Literaturverzeichnis vollständig aufgeführt.

.....

Stefanie Feldt

Anhang

Zwei- bzw. drei-faktorielle Varianzanalysen (ANOVA) für messwiederholte Daten.

Freude (Gesichtsbilder)

M. Frontalis	df	F	p
Valenz	1,29	13,64	0,001
Zeit	8,232	4,64	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	4,11	< 0,001
Geschlecht	1,28	21,07	< 0,001
Valenz x Geschlecht	1,28	3,19	0,085
Zeit x Geschlecht	8,224	1,06	0,396
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,61	0,772

M. Corrugator Supercilii	df	F	p
Valenz	1,29	10,30	0,003
Zeit	8,232	5,46	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	5,80	< 0,001
Geschlecht	1,28	5,19	0,031
Valenz x Geschlecht	1,28	2,39	0,133
Zeit x Geschlecht	8,224	1,98	0,050
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	1,98	0,051

M. Orbicularis Oculi	df	F	p
Valenz	1,29	10,29	0,003
Zeit	8,232	6,45	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	5,81	< 0,001
Geschlecht	1,28	0,52	0,468
Valenz x Geschlecht	1,28	0,31	0,582
Zeit x Geschlecht	8,224	1,48	0,167
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,44	0,896

M. Levator Labii	df	F	p
Valenz	1,29	4,98	0,034
Zeit	8,232	7,21	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	2,53	0,012
Geschlecht	1,28	2,91	0,099
Valenz x Geschlecht	1,28	9,52	0,005
Zeit x Geschlecht	8,224	1,53	0,149
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	3,52	0,001

M. Zygomaticus Major	df	F	p
Valenz	1,29	7,29	0,011
Zeit	8,232	3,47	0,001
Valenz x Zeit	8,232	6,73	< 0,001
Geschlecht	1,28	0,09	0,764
Valenz x Geschlecht	1,28	0,03	0,875
Zeit x Geschlecht	8,224	0,197	0,991
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,20	0,991

M. Depressor Anguli Oris	df	F	p
Valenz	1,29	0,86	0,361
Zeit	8,232	1,72	0,096
Valenz x Zeit	8,232	1,08	0,376

M. Risorius	df	F	p
Valenz	1,29	0,13	0,725
Zeit	8,232	0,85	0,562
Valenz x Zeit	8,232	0,55	0,818

M. Platysma	df	F	p
Valenz	1,29	1,67	0,206
Zeit	8,232	1,15	0,332
Valenz x Zeit	8,232	0,538	0,827

Ekel (Gesichtsbilder)

M. Frontalis	df	F	p
Valenz	1,29	12,09	0,002
Zeit	8,232	3,68	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	4,38	< 0,001
Geschlecht	1,28	21,66	< 0,001
Valenz x Geschlecht	1,28	4,65	0,040
Zeit x Geschlecht	8,224	2,92	0,004
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	4,80	< 0,001

M. Corrugator Supercilii	df	F	p
Valenz	1,29	6,63	0,015
Zeit	8,232	2,59	0,010
Valenz x Zeit	8,232	2,31	0,021
Geschlecht	1,28	5,08	0,032
Valenz x Geschlecht	1,28	2,81	0,105
Zeit x Geschlecht	8,224	2,82	0,005
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	3,04	0,003

M. Orbicularis Oculi	df	F	p
Valenz	1,29	7,31	0,011
Zeit	8,232	4,72	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	2,27	0,024
Geschlecht	1,28	0,003	0,959
Valenz x Geschlecht	1,28	4,70	0,039
Zeit x Geschlecht	8,224	1,61	0,122
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	3,46	0,001

M. Levator Labii	df	F	p
Valenz	1,29	5,38	0,028
Zeit	8,232	4,84	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	2,20	0,028
Geschlecht	1,28	2,93	0,098
Valenz x Geschlecht	1,28	5,81	0,023
Zeit x Geschlecht	8,224	1,59	0,129
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	2,99	0,003

M. Zygomaticus Major	df	F	p
Valenz	1,29	8,83	0,006
Zeit	8,232	2,11	0,035
Valenz x Zeit	8,232	2,72	0,007
Geschlecht	1,28	0,19	0,667
Valenz x Geschlecht	1,28	4,01	0,055
Zeit x Geschlecht	8,224	2,44	0,015
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	2,74	0,007

M. Depressor Anguli Oris	df	F	p
Valenz	1,29	2,00	0,168
Zeit	8,232	1,76	0,087
Valenz x Zeit	8,232	1,76	0,087

M. Risorius	df	F	p
Valenz	1,29	2,75	0,108
Zeit	8,232	0,51	0,851
Valenz x Zeit	8,232	1,57	0,135

M. Platysma	df	F	p
Valenz	1,29	2,80	0,105
Zeit	8,232	1,42	0,190
Valenz x Zeit	8,232	1,58	0,131

Trauer (Gesichtsbilder)

M. Frontalis	df	F	p
Valenz	1,29	1,46	0,237
Zeit	8,232	0,92	0,500
Valenz x Zeit	8,232	2,07	0,040
Geschlecht	1,28	21,47	< 0,001
Valenz x Geschlecht	1,28	0,36	0,552
Zeit x Geschlecht	8,224	0,42	0,907
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,92	0,501

M. Corrugator Supercilii	df	F	p
Valenz	1,29	1,42	0,243
Zeit	8,232	2,68	0,008
Valenz x Zeit	8,232	2,42	0,016
Geschlecht	1,28	4,88	0,036
Valenz x Geschlecht	1,28	1,39	0,249
Zeit x Geschlecht	8,224	2,03	0,044
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,69	0,704

M. Orbicularis Oculi	df	F	p
Valenz	1,29	2,39	0,153
Zeit	8,232	1,78	0,083
Valenz x Zeit	8,232	1,47	0,165
Geschlecht	1,28	0,21	0,653
Valenz x Geschlecht	1,28	2,30	0,141
Zeit x Geschlecht	8,224	1,89	0,062
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,93	0,496

M. Levator Labii	df	F	p
Valenz	1,29	2,76	0,108
Zeit	8,232	0,33	0,952
Valenz x Zeit	8,232	1,83	0,073
Geschlecht	1,28	1,40	0,246
Valenz x Geschlecht	1,28	1,61	0,215
Zeit x Geschlecht	8,224	0,92	0,498
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,92	0,505

M. Zygomaticus Major	df	F	p
Valenz	1,29	1,82	0,187
Zeit	8,232	0,97	0,465
Valenz x Zeit	8,232	1,18	0,310
Geschlecht	1,28	0,01	0,910
Valenz x Geschlecht	1,28	1,09	0,305
Zeit x Geschlecht	8,224	0,28	0,972
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,31	0,963

M. Depressor Anguli Oris	df	F	p
Valenz	1,29	0,86	0,365
Zeit	8,232	0,99	0,443
Valenz x Zeit	8,232	1,76	0,085

M. Risorius	df	F	p
Valenz	1,29	0,35	0,561
Zeit	8,232	0,93	0,493
Valenz x Zeit	8,232	0,88	0,533

M. Platysma	df	F	p
Valenz	1,29	0,33	0,568
Zeit	8,232	0,62	0,761
Valenz x Zeit	8,232	1,50	0,159

Überraschung (Gesichtsbilder)

M. Frontalis	df	F	p
Valenz	1,29	1,20	0,238
Zeit	8,232	1,13	0,343
Valenz x Zeit	8,232	0,48	0,873
Geschlecht	1,28	20,34	< 0,001
Valenz x Geschlecht	1,28	0,03	0,876
Zeit x Geschlecht	8,224	0,49	0,863
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,84	0,568

M. Corrugator Supercilii	df	F	p
Valenz	1,29	1,22	0,278
Zeit	8,232	2,29	0,023
Valenz x Zeit	8,232	0,88	0,531
Geschlecht	1,28	4,57	0,041
Valenz x Geschlecht	1,28	6,08	0,020
Zeit x Geschlecht	8,224	1,56	0,138
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	1,28	0,253

M. Orbicularis Oculi	df	F	p
Valenz	1,29	6,37	0,017
Zeit	8,232	5,26	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	1,88	0,063
Geschlecht	1,28	0,11	0,746
Valenz x Geschlecht	1,28	2,55	0,121
Zeit x Geschlecht	8,224	1,61	0,124
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,37	0,935

M. Levator Labii	df	F	p
Valenz	1,29	8,33	0,007
Zeit	8,232	3,63	0,001
Valenz x Zeit	8,232	0,57	0,804
Geschlecht	1,28	2,41	0,132
Valenz x Geschlecht	1,28	7,39	0,011
Zeit x Geschlecht	8,224	0,56	0,807
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,46	0,885

M. Zygomaticus Major	df	F	p
Valenz	1,29	1,22	0,278
Zeit	8,232	2,29	0,023
Valenz x Zeit	8,232	0,88	0,531
Geschlecht	1,28	4,57	0,041
Valenz x Geschlecht	1,28	6,08	0,020
Zeit x Geschlecht	8,224	1,56	0,138
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	1,28	0,253

M. Depressor Anguli Oris	df	F	p
Valenz	1,29	1,46	0,237
Zeit	8,232	0,50	0,854
Valenz x Zeit	8,232	0,75	0,648

M. Risorius	df	F	p
Valenz	1,29	0,07	0,801
Zeit	8,232	0,09	0,371
Valenz x Zeit	8,232	0,81	0,598

M. Platysma	df	F	p
Valenz	1,29	0,10	0,749
Zeit	8,232	0,64	0,741
Valenz x Zeit	8,232	1,11	0,354

Furcht (Gesichtsbilder)

M. Frontalis	df	F	p
Valenz	1,29	0,11	0,749
Zeit	8,232	0,61	0,769
Valenz x Zeit	8,232	0,73	0,662
Geschlecht	1,28	20,48	< 0,001
Valenz x Geschlecht	1,28	0,58	0,452
Zeit x Geschlecht	8,224	0,47	0,877
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,34	0,951

M. Corrugator Supercilii	df	F	p
Valenz	1,29	1,09	0,306
Zeit	8,232	1,43	0,186
Valenz x Zeit	8,232	0,57	0,802
Geschlecht	1,28	4,87	0,036
Valenz x Geschlecht	1,28	2,45	0,129
Zeit x Geschlecht	8,224	1,13	0,347
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,90	0,519

M. Orbicularis Oculi	df	F	p
Valenz	1,29	3,42	0,075
Zeit	8,232	2,79	0,006
Valenz x Zeit	8,232	0,86	0,550
Geschlecht	1,28	0,08	0,784
Valenz x Geschlecht	1,28	1,05	0,313
Zeit x Geschlecht	8,224	0,71	0,682
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	1,58	0,131

M. Levator Labii	df	F	p
Valenz	1,29	1,66	0,208
Zeit	8,232	2,74	0,007
Valenz x Zeit	8,232	0,53	0,836
Geschlecht	1,28	2,30	0,140
Valenz x Geschlecht	1,28	2,92	0,098
Zeit x Geschlecht	8,224	1,07	0,382
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	2,13	0,034

M. Zygomaticus Major	df	F	p
Valenz	1,29	1,93	0,176
Zeit	8,232	0,74	0,657
Valenz x Zeit	8,232	0,98	0,456
Geschlecht	1,28	0,001	0,976
Valenz x Geschlecht	1,28	0,40	0,532
Zeit x Geschlecht	8,224	0,65	0,735
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,61	0,770

M. Depressor Anguli Oris	df	F	p
Valenz	1,29	0,44	0,510
Zeit	8,232	0,91	0,510
Valenz x Zeit	8,232	0,53	0,837

M. Risorius	df	F	p
Valenz	1,29	0,37	0,548
Zeit	8,232	0,79	0,609
Valenz x Zeit	8,232	0,74	0,656

M. Platysma	df	F	p
Valenz	1,29	0,09	0,772
Zeit	8,232	0,55	0,816
Valenz x Zeit	8,232	1,39	0,201

Erregte Freude (situative Bilder)

M. Frontalis	df	F	p
Valenz	1,29	0,008	0,931
Zeit	8,232	1,03	0,415
Valenz x Zeit	8,232	0,43	0,904
Geschlecht	1,28	15,03	0,001
Valenz x Geschlecht	1,28	1,59	0,217
Zeit x Geschlecht	8,224	2,47	0,014
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,76	0,636

M. Corrugator Supercilii	df	F	p
Valenz	1,29	3,68	0,065
Zeit	8,232	0,53	0,837
Valenz x Zeit	8,232	1,80	0,078
Geschlecht	1,28	3,22	0,083
Valenz x Geschlecht	1,28	0,22	0,640
Zeit x Geschlecht	8,224	0,56	0,808
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,40	0,921

M. Orbicularis Oculi	df	F	p
Valenz	1,29	8,95	0,006
Zeit	8,232	6,37	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	4,15	< 0,001
Geschlecht	1,28	0,19	0,669
Valenz x Geschlecht	1,28	0,14	0,715
Zeit x Geschlecht	8,224	0,77	0,630
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,70	0,688

M. Levator Labii	df	F	p
Valenz	1,29	3,70	0,064
Zeit	8,232	6,77	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	3,88	< 0,001
Geschlecht	1,28	3,63	0,067
Valenz x Geschlecht	1,28	0,85	0,365
Zeit x Geschlecht	8,224	2,68	0,008
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	1,52	0,152

M. Zygomaticus Major	df	F	p
Valenz	1,29	6,13	0,019
Zeit	8,232	5,52	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	3,10	0,002
Geschlecht	1,28	0,69	0,412
Valenz x Geschlecht	1,28	5,00	0,033
Zeit x Geschlecht	8,224	0,55	0,818
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	2,04	0,043

M. Depressor Anguli Oris	df	F	p
Valenz	1,29	0,13	0,718
Zeit	8,232	2,55	0,011
Valenz x Zeit	8,232	2,40	0,017

M. Risorius	df	F	p
Valenz	1,29	1,80	0,190
Zeit	8,232	0,81	0,593
Valenz x Zeit	8,232	0,42	0,910

M. Platysma	df	F	p
Valenz	1,29	0,72	0,405
Zeit	8,232	0,63	0,753
Valenz x Zeit	8,232	1,07	0,382

Ekel (situative Bilder)

M. Frontalis	df	F	p
Valenz	1,29	2,64	0,115
Zeit	8,232	0,41	0,914
Valenz x Zeit	8,232	0,78	0,621
Geschlecht	1,28	15,41	0,001
Valenz x Geschlecht	1,28	0,15	0,703
Zeit x Geschlecht	8,224	0,69	0,701
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,92	0,501

M. Corrugator Supercilii	df	F	p
Valenz	1,29	13,24	0,001
Zeit	8,232	4,81	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	5,48	< 0,001
Geschlecht	1,28	3,98	0,056
Valenz x Geschlecht	1,28	4,36	0,046
Zeit x Geschlecht	8,224	0,49	0,864
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	1,29	0,252

M. Orbicularis Oculi	df	F	p
Valenz	1,29	8,66	0,006
Zeit	8,232	3,66	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	1,77	0,083
Geschlecht	1,28	0,26	0,617
Valenz x Geschlecht	1,28	0,57	0,458
Zeit x Geschlecht	8,224	1,50	0,159
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	1,44	0,181

M. Levator Labii	df	F	p
Valenz	1,29	4,40	0,045
Zeit	8,232	3,84	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	2,91	0,004
Geschlecht	1,28	3,79	0,062
Valenz x Geschlecht	1,28	3,18	0,085
Zeit x Geschlecht	8,224	2,05	0,041
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	1,47	0,170

M. Zygomaticus Major	df	F	p
Valenz	1,29	0,54	0,467
Zeit	8,232	2,43	0,015
Valenz x Zeit	8,232	0,42	0,911
Geschlecht	1,28	0,39	0,535
Valenz x Geschlecht	1,28	3,59	0,068
Zeit x Geschlecht	8,224	0,28	0,972
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	2,23	0,026

M. Depressor Anguli Oris	df	F	p
Valenz	1,29	0,83	0,370
Zeit	8,232	0,65	0,739
Valenz x Zeit	8,232	1,11	0,355

M. Risorius	df	F	p
Valenz	1,29	0,54	0,467
Zeit	8,232	0,72	0,673
Valenz x Zeit	8,232	0,55	0,816

M. Platysma	df	F	p
Valenz	1,29	2,06	0,125
Zeit	8,232	1,59	0,128
Valenz x Zeit	8,232	0,98	0,454

Trauer (situative Bilder)

M. Frontalis	df	F	p
Valenz	1,29	6,24	0,018
Zeit	8,232	1,97	0,052
Valenz x Zeit	8,232	2,59	0,010
Geschlecht	1,28	16,14	< 0,001
Valenz x Geschlecht	1,28	1,53	0,226
Zeit x Geschlecht	8,224	1,19	0,309
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	2,10	0,037

M. Corrugator Supercilii	df	F	p
Valenz	1,29	2,79	0,100
Zeit	8,232	2,78	0,008
Valenz x Zeit	8,232	2,73	0,007
Geschlecht	1,28	3,31	0,080
Valenz x Geschlecht	1,28	1,69	0,205
Zeit x Geschlecht	8,224	0,19	0,992
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,72	0,675

M. Orbicularis Oculi	df	F	p
Valenz	1,29	1,13	0,296
Zeit	8,232	0,76	0,643
Valenz x Zeit	8,232	3,04	0,003
Geschlecht	1,28	0,09	0,773
Valenz x Geschlecht	1,28	0,53	0,473
Zeit x Geschlecht	8,224	0,14	0,997
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	1,10	0,362

M. Levator Labii	df	F	p
Valenz	1,29	1,21	0,280
Zeit	8,232	0,75	0,650
Valenz x Zeit	8,232	0,49	0,861
Geschlecht	1,28	2,78	0,107
Valenz x Geschlecht	1,28	0,45	0,508
Zeit x Geschlecht	8,224	0,79	0,614
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,46	0,882

M. Zygomaticus Major	df	F	p
Valenz	1,29	5,77	0,023
Zeit	8,232	1,28	0,253
Valenz x Zeit	8,232	1,28	0,165
Geschlecht	1,28	0,12	0,729
Valenz x Geschlecht	1,28	0,94	0,340
Zeit x Geschlecht	8,224	1,26	0,268
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,98	0,451

M. Depressor Anguli Oris	df	F	p
Valenz	1,29	9,46	0,005
Zeit	8,232	1,86	0,067
Valenz x Zeit	8,232	1,02	0,422

M. Risorius	df	F	p
Valenz	1,29	1,30	0,263
Zeit	8,232	1,43	0,184
Valenz x Zeit	8,232	0,30	0,966

M. Platysma	df	F	p
Valenz	1,29	0,10	0,757
Zeit	8,232	1,81	0,077
Valenz x Zeit	8,232	0,61	0,770

Entspannte Freude (situative Bilder)

M. Frontalis	df	F	p
Valenz	1,29	0,07	0,793
Zeit	8,232	0,77	0,632
Valenz x Zeit	8,232	0,37	0,937
Geschlecht	1,28	15,74	< 0,001
Valenz x Geschlecht	1,28	0,11	0,741
Zeit x Geschlecht	8,224	0,76	0,636
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	1,64	0,161

M. Corrugator Supercilii	df	F	p
Valenz	1,29	0,81	0,375
Zeit	8,232	0,37	0,934
Valenz x Zeit	8,232	0,69	0,698
Geschlecht	1,28	2,55	0,122
Valenz x Geschlecht	1,28	0,79	0,380
Zeit x Geschlecht	8,224	0,83	0,575
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,45	0,888

M. Orbicularis Oculi	df	F	p
Valenz	1,29	0,01	0,911
Zeit	8,232	2,43	0,015
Valenz x Zeit	8,232	0,73	0,661
Geschlecht	1,28	0,001	0,974
Valenz x Geschlecht	1,28	2,79	0,106
Zeit x Geschlecht	8,224	0,44	0,896
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,54	0,823

M. Levator Labii	df	F	p
Valenz	1,29	4,57	0,041
Zeit	8,232	1,20	0,297
Valenz x Zeit	8,232	0,25	0,979
Geschlecht	1,28	3,03	0,093
Valenz x Geschlecht	1,28	0,47	0,500
Zeit x Geschlecht	8,224	0,81	0,592
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	0,21	0,989

M. Zygomaticus Major	df	F	p
Valenz	1,29	0,03	0,878
Zeit	8,232	2,74	0,007
Valenz x Zeit	8,232	0,79	0,614
Geschlecht	1,28	0,58	0,451
Valenz x Geschlecht	1,28	1,54	0,224
Zeit x Geschlecht	8,224	0,30	0,967
Valenz x Zeit x Geschlecht	8,224	1,84	0,070

M. Depressor Anguli Oris	df	F	p
Valenz	1,29	5,00	0,033
Zeit	8,232	1,31	0,242
Valenz x Zeit	8,232	1,48	0,165

M. Risorius	df	F	p
Valenz	1,29	1,17	0,289
Zeit	8,232	0,80	0,605
Valenz x Zeit	8,232	1,19	0,303

M. Platysma	df	F	p
Valenz	1,29	0,47	0,500
Zeit	8,232	1,00	0,435
Valenz x Zeit	8,232	1,67	0,107

Ekel weibl. Stimuli – alle Probanden

M. Frontalis	df	F	p
Valenz	1,29	9,72	0,004
Zeit	8,232	4,36	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	2,96	0,004

M. Corrugator Supercilii	df	F	p
Valenz	1,29	9,16	0,005
Zeit	8,232	2,05	0,042
Valenz x Zeit	8,232	1,70	0,100

M. Orbicularis Oculi	df	F	p
Valenz	1,29	6,95	0,013
Zeit	8,232	4,48	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	3,33	0,001

M. Levator Labii	df	F	p
Valenz	1,29	5,93	0,021
Zeit	8,232	2,42	0,016
Valenz x Zeit	8,232	2,56	0,011

M. Zygomaticus Major	df	F	p
Valenz	1,29	7,57	0,010
Zeit	8,232	3,36	0,001
Valenz x Zeit	8,232	3,37	0,001

Ekel männl. Stimuli – alle Probanden

M. Frontalis	df	F	p
Valenz	1,29	11,62	0,002
Zeit	8,232	1,98	0,049
Valenz x Zeit	8,232	3,02	0,003

M. Corrugator Supercilii	df	F	p
Valenz	1,29	2,83	0,103
Zeit	8,232	1,75	0,087
Valenz x Zeit	8,232	1,76	0,086

M. Orbicularis Oculi	df	F	p
Valenz	1,29	6,08	0,020
Zeit	8,232	3,49	0,001
Valenz x Zeit	8,232	1,42	0,191

M. Levator Labii	df	F	p
Valenz	1,29	3,32	0,079
Zeit	8,232	4,06	< 0,001
Valenz x Zeit	8,232	1,61	0,125

M. Zygomaticus Major	df	F	p
Valenz	1,29	6,47	0,017
Zeit	8,232	0,98	0,451
Valenz x Zeit	8,232	1,48	0,167

Ekel weibl. Stimuli – weibl. Probanden

M. Frontalis	df	F	p
Valenz	1,14	7,67	0,015
Zeit	8,112	4,17	< 0,001
Valenz x Zeit	8,112	2,32	0,024

M. Corrugator Supercilii	df	F	p
Valenz	1,14	6,06	0,027
Zeit	8,112	2,76	0,008
Valenz x Zeit	8,112	2,47	0,017

M. Orbicularis Oculi	df	F	p
Valenz	1,14	6,06	0,027
Zeit	8,112	3,75	0,001
Valenz x Zeit	8,112	3,67	0,001

M. Levator Labii	df	F	p
Valenz	1,14	4,80	0,046
Zeit	8,112	2,25	0,029
Valenz x Zeit	8,112	3,00	0,004

M. Zygomaticus Major	df	F	p
Valenz	1,14	4,51	0,052
Zeit	8,112	4,40	< 0,001
Valenz x Zeit	8,112	2,86	0,006

Ekel weibl. Stimuli – männl. Probanden

M. Frontalis	df	F	p
Valenz	1,14	4,77	0,047
Zeit	8,112	0,78	0,622
Valenz x Zeit	8,112	1,13	0,346

M. Corrugator Supercilii	df	F	p
Valenz	1,14	7,91	0,014
Zeit	8,112	1,16	0,331
Valenz x Zeit	8,112	1,10	0,370

M. Orbicularis Oculi	df	F	p
Valenz	1,14	1,92	0,188
Zeit	8,112	1,44	0,187
Valenz x Zeit	8,112	0,69	0,702

M. Levator Labii	df	F	p
Valenz	1,14	1,07	0,320
Zeit	8,112	0,44	0,893
Valenz x Zeit	8,112	1,02	0,427

M. Zygomaticus Major	df	F	p
Valenz	1,14	7,24	0,018
Zeit	8,112	0,48	0,572
Valenz x Zeit	8,112	0,65	0,735

Ekel männl. Stimuli – weibl. Probanden

M. Frontalis	df	F	p
Valenz	1,14	10,66	0,006
Zeit	8,112	2,22	0,031
Valenz x Zeit	8,112	4,61	< 0,001

M. Corrugator Supercilii	df	F	p
Valenz	1,14	2,54	0,133
Zeit	8,112	2,10	0,041
Valenz x Zeit	8,112	1,71	0,103

M. Orbicularis Oculi	df	F	p
Valenz	1,14	6,88	0,020
Zeit	8,112	2,01	0,015
Valenz x Zeit	8,112	2,44	0,018

M. Levator Labii	df	F	p
Valenz	1,14	7,37	0,017
Zeit	8,112	2,44	0,018
Valenz x Zeit	8,112	1,64	0,121

M. Zygomaticus Major	df	F	p
Valenz	1,14	6,80	0,021
Zeit	8,112	0,82	0,589
Valenz x Zeit	8,112	2,48	0,016

Ekel männl. Stimuli – männl. Probanden

M. Frontalis	df	F	p
Valenz	1,14	0,95	0,357
Zeit	8,112	0,92	0,502
Valenz x Zeit	8,112	1,33	0,237

M. Corrugator Supercilii	df	F	p
Valenz	1,14	0,36	0,558
Zeit	8,112	0,68	0,706
Valenz x Zeit	8,112	0,06	0,775

M. Orbicularis Oculi	df	F	p
Valenz	1,14	0,26	0,621
Zeit	8,112	2,20	0,033
Valenz x Zeit	8,112	2,95	0,005

M. Levator Labii	df	F	p
Valenz	1,14	0,62	0,443
Zeit	8,112	3,42	0,001
Valenz x Zeit	8,112	0,72	0,670

M. Zygomaticus Major	df	F	p
Valenz	1,14	0,58	0,458
Zeit	8,112	1,13	0,351
Valenz x Zeit	8,112	1,43	0,191

Danksagung

Mein Dank gilt besonders:

Frau Prof. Dr. Herpertz für die Überlassung des Themas und die dauerhafte Unterstützung

Herrn Dr. Gregor Domes für die ausgesprochen gute, ausgiebige und intensive Betreuung während der gesamten Zeit

Herrn Dipl. Ing. Christoph Berger für die elektronische Aufbereitung der Rohdaten sowie die freundliche Unterstützung bei allen technischen Fragen

allen Probanden, die an der Studie teilgenommen haben und somit die Forschung auf dem Gebiet der Emotionen unterstützen

Martin, Jana und Marco für die konsequente Aufmunterung

meinen Eltern für die regelmäßige positive und negative Kritik, die finanzielle Unterstützung und die regelmäßige Versorgung mit verschiedensten Köstlichkeiten