Universitätsklinikum Ulm
Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Harald Gündel

Sektion Medizinische Psychologie
Leitung: Prof. Dr. Harald C. Traue

Der Einfluss systematischer Variation mimischer Expressivität auf die humane Emotionserkennung

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Humanbiologie der Medizinischen Fakultät der Universität Ulm

Holger Hoffmann, Biberach an der Riß

2010

Amtierender Dekan: Prof. Dr. Thomas Wirth

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Harald C. Traue

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr.-Ing. Wolfgang Minker

Tag der Promotion: 12. November 2010

Für Emma-Marie Louisa

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis **i**

Abkürzungsverzeichnis **iii**

1 Einleitung **1**

1.1 Theoretische Grundlagen der Emotionspsychologie 1

1.2 Neurobiologie der Emotionserkennung und -wahrnehmung 5

1.3 Ziele und Fragestellungen der Arbeit 7

2 Material und Methodik **11**

2.1 JACFEE/JACNeuF 11

2.2 Facially Expressed Emotion Labeling (FEEL) 13

2.3 Weiterentwicklung des FEEL: Version 3.2 18

2.4 Facial Expression Morphing Tool (FEMT) 24

2.5 Fragebögen 32

2.6 Datenerhebung, -auswertung und statistische Analyse 35

3 Stimulusgröße und humane Emotionserkennung **36**

3.1 Einleitung 36

3.2 Material und Methodik 38

3.3 Ergebnisse 42

3.4 Diskussion 47

4 Zeitliche Charakteristik von Emotionen **50**

4.1 Einleitung 50

4.2 Material und Methodik 53
4.3 Zeitliche Charakteristik emotionaler Onsets 54
4.4 Differentielle Dauer emotionaler On- und Offsets 62
4.5 Diskussion 69

5 Die Emotionserkennung anhand dynamischer Stimuli 75
5.1 Einleitung 75
5.2 Material und Methodik 77
5.3 Erkennungsraten statischer und dynamischer Stimuli 78
5.4 Relevante Gesichtsbereiche in der Emotionserkennung 87
5.5 Diskussion 94

6 Emotionale Intensität und humane Emotionserkennung 98
6.1 Einleitung 98
6.2 Material und Methodik 101
6.3 Erkennungsraten subtiler und intensiver Stimuli 101
6.4 Erkennungsraten in Abhängigkeit der emotionalen Intensität 109
6.5 Diskussion 117

7 Allgemeine Diskussion 121

8 Zusammenfassung 124

9 Literaturverzeichnis 126

Danksagung 139

Publikationsliste 140

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
ACC	anteriorer cingulärer Kortex
AU	Action Unit
EEG	Elektroenzephalographie
ERQ	Emotion Regulation Questionnaire
FACS	Facial Action Coding System
FEED	Facial Expressions and Emotion Database
FEEL	Facially Expressed Emotion Labeling
FEMT	Facial Expression Morphing Tool
fMRT	Funktionelle Magnetresonanz-Tomographie
GSI	Global Severity Index
JACFEE	Japanese and Caucasian Facial Expression of Emotion
JACNeuF	Japanese and Caucasian Neutral Faces
JAFFE	Japanese Female Facial Expression Database
KDEF	Karolinska Directed Emotional Faces
LEAS	Levels of Emotionale Awareness Scale
M	Mittelwert
n.s.	nicht signifikant
POFA	Pictures of Facial Affect
PSDI	Positive Symptom Distress Index
PST	Positive Symptom Total
RaFD	Radboud Faces Database
SA	Standardabweichung
SCL-90-R	Symptom-Checkliste-90-R
TAS-20	Toronto-Alexithymie-Skala (Kurzversion mit 20 Items)
Vpn	Versuchsperson(en)

Kapitel 1

Einleitung

Die Fähigkeit, Emotionen erkennen zu können, ist für die soziale Interaktion von enormer Bedeutung und ein wichtiges Element in den Konstrukten der Empathie, Emotionsregulation und Emotionalen Intelligenz [99]. Allerdings sind aufgrund der Komplexität emotionaler Prozesse jene Faktoren, welche die Erkennungsleistung mimisch expressiver Emotionen beeinflussen, noch nicht letztlich geklärt. Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die empirische Untersuchung derartiger Faktoren in der humanen Emotionserkennung mit besonderem Fokus auf den Einfluss des Stimulusmaterials.

1.1 Theoretische Grundlagen der Emotionspsychologie

Emotionen sind komplexe Phänomene menschlichen Verhaltens, welche auf psychischen und physischen Prozessen beruhen. Aufgrund der Vielzahl beteiligter Systeme am emotionalen Erleben erscheint deren vollständige Objektivierung mit wissenschaftlichen Methoden derzeit nicht möglich. Demzufolge existiert auch kein wissenschaftlicher Konsens über Emotionen, was sich in einer Fülle teils widersprüchlicher Emotionstheorien widerspiegelt [108]. Einigkeit besteht zumindest darin, dass sich Emotionen aus verschiedenen Komponenten zusammensetzen [110]:

- Subjektives Erleben & sprachliche Repräsentanz
- Physiologische Reaktionen des Körpers
- Kognitive Bewertung innerer und äußerer Stimuli
- Motorisch-expressives Ausdrucksverhalten (Mimik, Gestik, Körperhaltung)

- Kognitiver Entwurf von Handlungen und Handlungsbereitschaften

Eine zentrale Rolle für die zwischenmenschliche Kommunikation emotionaler Inhalte nimmt dabei neben den semantischen Emotionsinhalten die motorisch-expressive Komponente emotionalen Verhaltens ein, da durch sie eine zunächst nur für das Individuum existierende Emotion in dessen soziale Umwelt kommuniziert werden kann und die Vermittlung von Intentionen und Handlungsbereitschaften ermöglicht. Die in dieser Arbeit vorgestellten Studien beschränken sich bei der Untersuchung dieses motorisch-expressiven Ausdrucksverhaltens insbesondere auf den mimischen Aspekt.

Mimik

Mit Charles Darwin begann die systematische Untersuchung menschlichen Ausdrucksverhaltens [26]. Seinen Überlegungen zufolge entwickelte sich die Mimik im Verlauf der Phylogenese ausgehend von motorischen Vorgängen (z.B. entwickelte sich aus dem Vorgang des Würgens und anschließendem Auswerfen schlechter Nahrungsmittel das Signal des Ekels). Darwin zufolge führten diese parallel zur Entwicklung der Gesichtsmuskulatur stattfindenden Vorgänge zu einer Differenzierung derselben und letztlich zur Fähigkeit der Emotionskommunikation. An einem derartigen Kommunikationsprozess sind mindestens zwei Individuen beteiligt: ein Sender und ein Empfänger. Der emotionale Zustand des Senders wird zu einem mimischen Ausdruck enkodiert, welcher vom Empfänger anhand von Dekodierungsmechanismen entsprechend gedeutet werden kann (Abbildung 1). Aus der Fähigkeit, emotionale Zustände in ihre soziale Umwelt zu kommunizieren, resultierte ein unmittelbarer Selektionsvorteil für entsprechende Individuen, da sich Artgenossen besser auf die daraus resultierenden Handlungsabsichten einstellen konnten. Auf diesen theoretischen Überlegungen beruht die nachfolgend beschriebene Theorie der Basisemotionen. Dieser zufolge verfügen Menschen über einen Satz von genetisch determinierten und angeborenen Emotionen, welche jeweils mit einem spezifischen Gesichtsausdruck einhergehen [32].

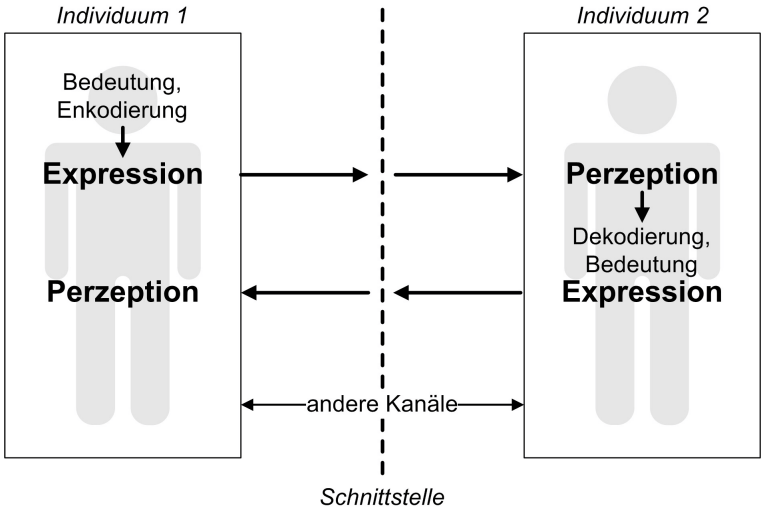

Abbildung 1: *Abstraktes Schema eines Interaktionsmodells: Individuum 1 enkodiert seinen emotionalen Zustand in einen mimischen Ausdruck, welcher von Individuum 2 anhand von Dekodierungsmechanismen entsprechend gedeutet werden kann.*

Theorie der Basisemotionen

Basierend auf der theoretischen Vorarbeit von Silvan Tomkins [107] wurde die systematische Erforschung mimisch expressiver Emotionen in den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts durch Paul Ekman [31] und Carol Izard [56], Hauptvertreter des 'Facial Expression Program', vorangetrieben. Demnach existieren universelle Emotionen, welche unabhängig von kulturellen oder geographischen Einflüssen gleichermaßen ausgedrückt und wahrgenommen werden [28, 32]. Zu diesen so genannten Basisemotionen zählen Angst, Ärger, Ekel, Freude, Trauer, Überraschung und Verachtung. Der Theorie der Basisemotionen zufolge existiert für jede dieser sieben Emotionen ein spezifischer Gesichtsausdruck und sowohl das Ausdrücken als auch das Erkennen mimisch expressiver Basisemotionen ist als Teil des in der evolutionären Entwicklung entstandenen Signalsystems angeboren. Von diesen primären Emotionen sind die sekundären Emotionen (z.B. Ehrfurcht, Neid, etc.) abzugrenzen, welche als sozial-kognitives Emotionssystem von gesellschaftlichen und kulturellen Entwicklungen abhängig sind und Untergruppen der Basisemotionen darstellen bzw. sich aus diesen zusammensetzen [109].

Über die Annahme einer Emotion als Basisemotion besteht allerdings kein Konsens. Einige Theoretiker zählen beispielsweise Scham und Interesse ebenfalls zu den primären Emotionen, wohingegen andere Wissenschaftler Verachtung als zusammengesetzte bzw. sekundäre Emotion erachten. Eine kurze Übersicht der von verschiedenen Theoretikern als Basisemotion klassifizierten Emotionen ist in Tabelle 1 wiedergegeben.

Tabelle 1: *Übersicht der von verschiedenen Theoretikern als 'Basisemotion' klassifizierten Emotionen (nach [90]).*

Referenz	Jahr	Basisemotionen
Arnold	1960	Ärger, Abneigung, Angst, Begierde, Hass, Hoffnung, Liebe, Mut, Schwermut, Trauer, Verzweiflung
Ekman et al.	1982	Ärger, Angst, Ekel, Trauer, Freude, Überraschung
Frijda	1986	Begierde, Freude, Interesse, Sorge, Überraschung, Verwunderung
Gray	1982	Angst, Freude, Wut
Izard	1971	Ärger, Angst, Ekel, Freude, Interesse, Scham, Schuld, Überraschung, Verachtung, Verzweiflung
James	1884	Angst, Liebe, Trauer, Wut
Oatley & Johnson-Laird	1987	Ärger, Angst, Ekel, Freude, Trauer
Panksepp	1982	Angst, Erwartung, Panik, Wut
Plutchik	1980	Ärger, Anerkennung, Ekel, Erwartung, Freude, Angst, Trauer, Überraschung
Tomkins	1984	Ärger, Angst, Ekel, Freude, Interesse, Scham, Überraschung, Verachtung, Verzweiflung

Aus ihren umfänglichen empirischen Studien in verschiedenen Kulturen zur objektiven Beschreibung mimischer Aktivität entwickelten Ekman & Friesen [34] das 'Facial Action Coding System' (FACS). Anhand dieses Systems lassen sich Veränderungen im mimischen Erscheinungsbild als Kombination von insgesamt 46 so genannter Action Units (AU) beschreiben. Die Einteilung der AUs basiert auf der vom N. facialis innervierten Gesichtsmuskulatur. Jede AU steht dabei stellvertretend für einen einzelnen Muskel oder eine Muskelgruppe, welche für spezifische Bewegungen verantwortlich zeichnen (z.B. AU7: 'Zusammenziehen der Augenlider', AU12: 'Heben der Mundwinkel'). Jede

Basisemotion lässt sich demnach durch Angabe der AUs charakterisieren, die beim entsprechenden Gesichtsausdruck aktiviert sind (z.B. lässt sich der Gesichtsausdruck der Emotion Freude durch die Kombination der AUs 6, 7 und 12 beschreiben).

1.2 Neurobiologie der Emotionserkennung und -wahrnehmung

Auf dem Konzept der Basisemotionen beruht eine Reihe neurobiologischer Arbeiten [93], welche die für das emotionale Erleben und Verhalten relevanten Hirnareale mittels bildgebender Verfahren (z.B. fMRT) untersuchten. In diesen Studien konnte gezeigt werden, dass sich emotionale Prozesse in der Aktivierung einer Vielzahl innerhalb des Gehirns verteilter Strukturen widerspiegeln [88].

Bei der Untersuchung der humanen Emotionserkennung zugrunde liegender Prozesse ist zunächst die Wahrnehmung von Gesichtern von allgemeinen Wahrnehmungsprozessen (z.B. von Objekten) abzugrenzen. Anhand des Vergleichs der Erkennungsleistung von auf dem Kopf stehenden und aufrecht dargebotenen Stimuli konnte gezeigt werden, dass Gesichter im Gegensatz zu allgemeinen Objekten (z.B. Häuser) signifikant schlechter erkannt wurden, wenn diese invertiert waren [95]. Dies lässt darauf schließen, dass die konfigurale Information innerhalb des Gesichts (charakteristische Merkmale und deren Lagebeziehung) eine zentrale Rolle bei der Verarbeitung desselben spielt [20]. Weiterhin sind bei der Wahrnehmung bzw. Betrachtung eines Gesichts zwei Automatismen zu unterscheiden: Einerseits die Beurteilung, ob es sich um ein bekanntes Gesicht handelt und andererseits die Erkennung der für die soziale Interaktion relevanten emotionalen Inhalte. Um die Identität einer bekannten Person anhand deren Gesicht festzustellen, greift der Mensch nach Haxby et al. [48] auf unveränderliche Merkmale im Gesicht des Gegenübers zurück. Die Erkennung der für die soziale Kommunikation relevanten Informationen basiert hingegen auf sich zeitlich verändernden Strukturen (z.B. Augen und Mund).

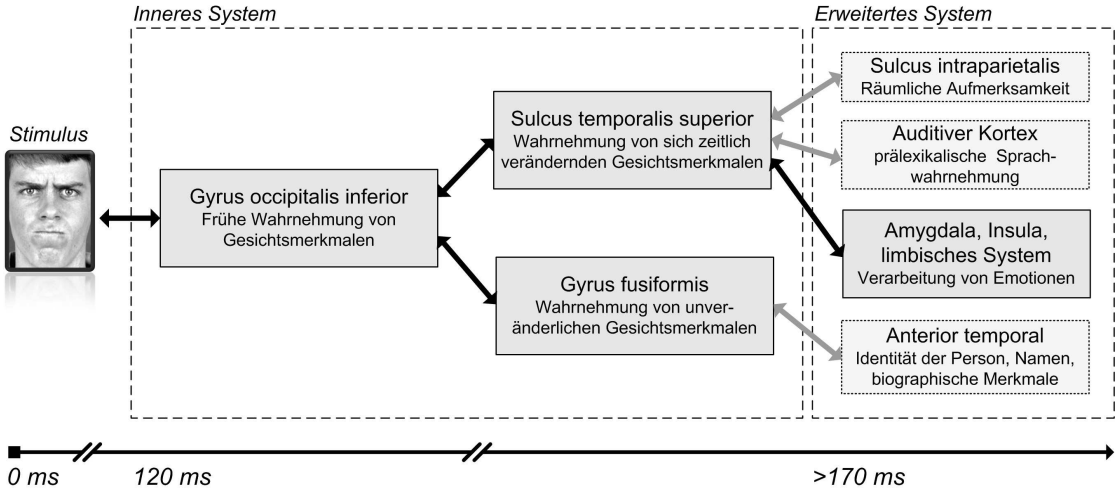

Abbildung 2: *Darstellung der an der Verarbeitung von Gesichtern beteiligten Hirnstrukturen. Die Regionen des inneren Systems zeichnen für die primäre visuelle Analyse verantwortlich, wohingegen die Strukturen des erweiterten Systems im Zusammenspiel mit anderen neuronalen Systemen der anschließenden kognitiven Bewertung dienen. Den zeitlichen Verlauf dieses Prozesses stellt die unterste Linie dar. Abbildung modifiziert nach [2, 48].*

Die Unfähigkeit eines Menschen, die Identität einer ihm bekannten Person anhand des Gesichtes zu erkennen wird als Prosopagnosie bezeichnet [83]. Die Tatsache, dass jedoch Prosopagnostiker existieren, bei denen die Fähigkeit, emotionale Gesichtsausdrücke richtig zu deuten, intakt ist, deutet auf die Existenz unterschiedlicher neuronaler Systeme für diese beiden Fähigkeiten hin [93]. Basierend auf verschiedenen Studien neurobiologischer Bildgebung entwickelten Haxby et al. [48] ein Modell, welches die bei der Wahrnehmung von Gesichtern beteiligten Hirnstrukturen darstellt (Abbildung 2). Demnach kann zwischen einem inneren System zur primären visuellen Analyse und einem erweiterten System zur anschließenden kognitiven Bewertung differenziert werden. Die der emotionalen Verarbeitung zugrunde liegenden neurobiologischen Strukturen des erweiterten Systems unterscheiden sich dabei für die einzelnen Emotionen. In einer Metaanalyse [88] wurden diejenigen Hirnregionen zusammengefasst, welche bei der Erkennung verschiedener Emotionen über Prozesse der allgemeinen Gesichtswahrnehmung hinweg aktiviert sind. Gefestigt scheint demnach ein Zusammenhang zwischen

der Erkennung von Angst und einer Aktivierung der Amygdala einerseits, sowie der Verarbeitung der Emotion Ekel und einer vermehrten Aktivierung der Insula und dem Pallidum andererseits [88, 93]. Im Gegensatz dazu ist die Datenlage der für die Verarbeitung anderer Emotionen relevanter Strukturen nicht einheitlich, es konnten aber Bereiche des orbitofrontalen (Ärger) und medialen präfrontalen Kortex (MPFC, Freude und Trauer) - hierbei insbesondere im anterioren cingulären Kortex (ACC) - für die Verarbeitung dieser Emotionen identifiziert werden. Die beiden zuletzt genannten Bereiche (MPFC und ACC) scheinen darüber hinaus auch für die allgemeine Emotionsverarbeitung von Relevanz.

1.3 Ziele und Fragestellungen der Arbeit

Zur Erfassung individueller Unterschiede in der Fähigkeit, mimisch enkodierte Emotionen zu erkennen, existiert eine Fülle an psychometrischen Verfahren [54, 65, 60, 81, 118]. Diesen Verfahren ist gemein, dass im Anschluss an die Darbietung emotionaler Stimuli eine Bewertung derselben anhand eines vorgegebenen Antwortformats erfolgt, woraus sich abschließend die individuelle Erkennungsleistung berechnen lässt. Stellvertretend für derartige Verfahren wird in Kapitel 2 der in der Sektion Medizinische Psychologie entwickelte FEEL* vorgestellt. Zur Erfassung der Erkennungsleistung wird in solchen Verfahren Stimulusmaterial benötigt, welches expressive Gesichter valide darstellt. Es existiert zwar eine Vielzahl an Bildersätzen, die emotionale Stimuli bereitstellen (Tabelle 2), allerdings unterschieden sich diese zum Teil erheblich voneinander, insbesondere bezüglich ihres emotionalen Inhalts. Einige Datenbanken wurden z.B. mittels des oben erwähnten Facial Action Coding Systems (FACS) kodiert, wohingegen andere Bildersätze auf eine derartige Validierung verzichten. Darüber hinaus variieren die Datenbanken bezüglich der Art und Anzahl der zur Verfügung stehenden Emotionen, des gewählten Farbraums (Farbe vs. Graustufen), der Verteilung sowohl der Geschlech-

*FEEL = Facially Expressed Emotion Labeling

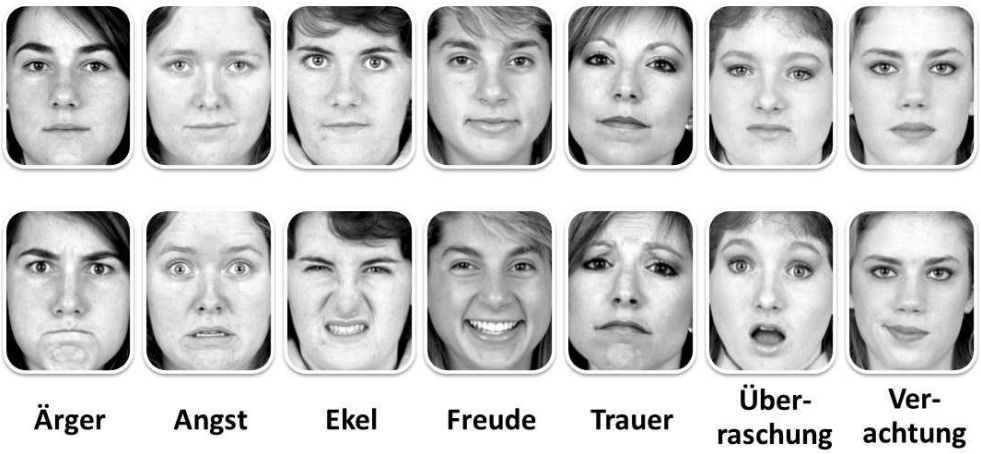

Abbildung 3: *Stimuli aller im JACFEE/JACNeuF-Bildsatz enthaltenen Emotionen. Die obere Bilderreihe stellt die neutralen, die untere Bilderreihe die emotionalen Gesichtsausdrücke dar. Alle Darsteller sind weiblichen Geschlechts und kaukasischer Herkunft.*

ter als auch der ethnischen Herkunft der Darsteller sowie weiterer Faktoren, wie zum Beispiel unterschiedlichen Kameraperspektiven. Aufgrund der hohen Validität und Reliabilität in der Erkennungsleistung entsprechender Stimuli [11] findet in dieser Arbeit der JACFEE/JACNeuF-Bildersatz [79] Verwendung (Abbildung 3). Darüber hinaus zeichnet sich der Bildersatz dadurch aus, dass sämtliche Stimuli über eine einheitliche mimische Aktivität und emotionale Intensität verfügen. Der Bildersatz wird neben der Vorstellung allgemeiner Methodik in Kapitel 2 beschrieben.

Aufgrund der Heterogenität verfügbarer emotionaler Bildersätze, und der Tatsache, dass viele Studien [8, 9] eigens für ihre Untersuchung neues Stimulusmaterial erstellt haben, sind die Ergebnisse verschiedener Studien zu speziellen Fragestellungen im Bereich der humanen Emotionserkennung teilweise inkonsistent. Als Beispiel sei die Untersuchung eines möglichen Geschlechtsunterschieds im Erkennen mimisch expressiver Emotionen angeführt: Einige Studien wiesen einen Erkennungsvorteil zu Gunsten des weiblichen Geschlechts nach [41, 42, 43], wohingegen andere Studien keinen Geschlechtsunterschied beobachten konnten [35, 38, 94]. Diese recht widersprüchliche

Tabelle 2: *Übersicht verschiedener Datensätze mimisch expressiver Stimuli.*

Datenbank	Jahr	Emotionen	Darsteller	Merkmale
AR Face Database [77]	1998	Ärger, Freude, schreiend, neutrales Bild	126	statisch, Farbaufnahmen, 3 Beleuchtungsstufen, 70 ♂, 56 ♀
Facial Expression Database [58]	2000	Ärger, Angst, Ekel, Trauer, Freude, Überraschung	200	statisch, Farbaufnahmen, 70 ♂, 130 ♀
FEED	2006	Ärger, Angst, Ekel, Trauer, Freude, Überraschung, neutral	18	dynamisch, Farbaufnahmen
JAFFE [75]	1998	Ärger, Angst, Ekel, Trauer, Freude, Überraschung, neutral	10	statisch, S/W-Aufnahmen, 10 ♀
JACFEE/JACNeuF [79]	1988	Ärger, Angst, Ekel, Trauer, Freude, Überraschung, Verachtung, neutral	56	statisch, Farbaufnahmen, japanische und kaukasische Darsteller 28 ♂, 28 ♀
KDEF [74]	1998	Ärger, Angst, Ekel, Trauer, Freude, Überraschung, neutral	70	statisch, Farbaufnahmen, 5 Kameraperspektiven, 35 ♂, 35 ♀
NimStim	2009	Ärger, Angst, Ekel, Freude, Gelassenheit, Trauer, Überraschung, neutral	45	statisch, Farbaufnahmen, kaukasische, asiatische afroamerikanische und lateinamerkanische Darsteller
RaFD [71]	2010	Ärger, Angst, Ekel, Trauer, Freude, Überraschung, Verachtung, neutral	67	statisch, Farbaufnahmen, 3 Blickrichtungen, 5 Kameraperspektiven, 42 ♂, 25 ♀

Anmerkung: FEED=Facial Expressions and Emotion Database, JAFFE=Japanese Female Facial Expression Database, JACFEE/JACNeuF=Japanese and Caucasian Facial Expressions of Emotion (JACFEE) and Neutral Faces (JACNeuF), KDEF=Karolinska Directed Emotional Faces, RaFD=Radboud Faces Database.

Datenlage macht eine Untersuchung des Einflusses des Stimulusmaterials bei einer systematischen Variation desselben erforderlich. Inwieweit und in welchem Maße solche Veränderungen die humane Emotionserkennung beeinflussen, ist Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

Zu diesem Zweck wird Stimulusmaterial benötigt, welches bezüglich des emotionalen Inhalts gezielt variiert werden kann. Das in der Sektion Medizinische Psychologie ent-

wickelte Facial Expression Morphing Tool (FEMT) bietet diese Möglichkeit und wird in Kapitel 2 beschrieben. Neben der Synthese dynamischer Sequenzen ermöglicht diese Software die Synthese von Stimuli mit unterschiedlicher emotionaler Intensität bzw. Stimuli mit ambivalentem emotionalem Inhalt. Im Folgenden werden die einzelnen Experimente dieser Arbeit mitsamt ihrer jeweiligen Fragestellung vorgestellt. Spezielle Hypothesen einzelner Fragestellungen werden in den dazugehörigen Kapiteln beschrieben.

Um mögliche Auswirkungen verminderter Stimulusqualität auf die Erkennungsleistung zu erfassen, wird in Kapitel 3 eine Studie vorgestellt, die den Einfluss der Präsentationsgröße emotionaler Stimuli auf die Erkennungsraten untersucht. Da über den exakten zeitlichen Verlauf von mimischem Emotionsausdruck keine Daten existieren, befasst sich die in Kapitel 4 vorgestellte Studie mit der Untersuchung der zeitlichen Charakteristik der mittels des Facial Expression Morphing Tools synthetisierten dynamischen Stimuli. Dies ist für die Synthese validen dynamischen Stimulusmaterials unmittelbar relevant. Basierend auf diesen Ergebnissen wird in Kapitel 5 eine Studie vorgestellt, welche die Erkennungsleistung mimisch expressiver Emotionen anhand dynamischer Sequenzen untersucht. Dabei wurde geprüft, ob sich die Erkennungsraten dynamisch und statisch expressiver Emotionen voneinander unterscheiden bzw. welche Gesichtbereiche zur Erkennung mimisch expressiver Emotionen relevant sind. Aufgrund der bereits oben erwähnten widersprüchlichen Datenlage wird in Kapitel 6 abschließend eine Studie vorgestellt, die die Untersuchung eines möglichen Geschlechtsunterschieds in der humanen Emotionserkennung zum Gegenstand hat.

Kapitel 2

Material und Methodik

2.1 JACFEE/JACNeuF

Zur Untersuchung der mimischen Emotionserkennung werden Stimuli benötigt, die expressive Gesichter valide darstellen. Die dieser Arbeit zugrunde liegenden emotionalen Stimuli entstammen allesamt dem Bildersatz "Japanese and Caucasian Facial Expressions of Emotion (JACFEE) and Neutral Faces (JACNeuF)". Der von Matsumoto und Ekman [79] entwickelte Bildersatz enthält farbige Portraitaufnahmen emotionaler Gesichtsausdrücke für verschiedene Emotionen (Ärger, Angst, Ekel, Freude, Trauer, Überraschung und Verachtung).

Jede einzelne Emotion wird von insgesamt acht verschiedenen Personen dargestellt. Darüber hinaus enthält der Bildersatz für jede Person die Aufnahme eines neutralen Gesichtsausdruckes. Der komplette JACFEE/JACNeuF-Bildersatz setzt sich somit aus Bilderpaaren (neutral - emotional) von insgesamt 56 verschiedenen Darstellern (je acht unterschiedliche Darsteller pro Emotion) zusammen. Jeweils die Hälfte der abgebildeten Stimuluspersonen ist japanischer oder kaukasischer Herkunft, Frauen und Männer sind gleich häufig vertreten. Abbildung 4 stellt ein solches Bilderpaar dar. Bei den Darstellern handelt es sich dabei größtenteils um Studierende, die vor der Aufnahme der Bilder anhand des Directed Facial Action Tasks [32] genau instruiert wurden, welche Gesichtsmuskeln sie anspannen bzw. entspannen sollten, um bestimmte emotionale Ausdrücke zu zeigen. Eine Ausnahme stellen dabei lediglich die Bilder der Emotion Freude dar, welche fotografiert wurden, als die Personen während der Aufnahmen spontan lachten.



Abbildung 4: *Bilderpaar der JACFEE/JACNeuF-Datenbank: Auf der rechten Seite wird die Emotion "Ärger" von einer Frau kaukasischer Herkunft dargestellt (JACFEE). Das linke Bild zeigt dieselbe Frau mit neutralem Gesichtsausdruck (JACNeuF).*

Die neutralen Gesichtsausdrücke wurden aufgenommen, bevor die Personen die expressiven Gesichter darstellten. Aus den so gewonnenen Bildern von über hundert verschiedenen Darstellern wurden für den endgültigen Bildersatz diejenigen ausgewählt, welche die spezifischen Emotionen am eindeutigsten wiedergaben. Diese Auswahl erfolgte anhand von Kriterien des in Abschnitt 1.1 vorgestellten Facial Action Coding Systems (FACS) [34]. Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Bildersatz (Dia-Abbildungen) digitalisiert und die Bilderpaare bezüglich Farbbalance, Helligkeit und Kontrast aneinander angeglichen. Um für die Emotionsinformation irrelevante Details (z.B. Haare) aus den Bildern zu beseitigen, wurden diese im Vorfeld derart zugeschnitten, dass lediglich die mimisch relevanten Bereiche des Gesichts sichtbar waren (Abbildung 5). Bezüglich der Größe wurde für alle Bilder eine einheitliche Höhe von 500 Pixeln festgelegt, die Breite variierte entsprechend der Physiognomie der dargestellten Personen zwischen 318 und 420 Pixeln.

Der JACFEE/JACNeuF-Bildersatz verfügt über einen hohen Verbreitungsgrad und wurde bereits in zahlreichen Studien verwendet [16, 76, 103]. Einige dieser Studien konnten dabei die hohe Reliabilität in der Erkennungsleistung dieser Stimuli [11, 78, 80] belegen. Weiterhin ist durch das standardisierte Verfahren zur Aufnahme der Bilder mit Hilfe des Facial Action Coding Systems (FACS) eine hohe Validität des Stimulus-

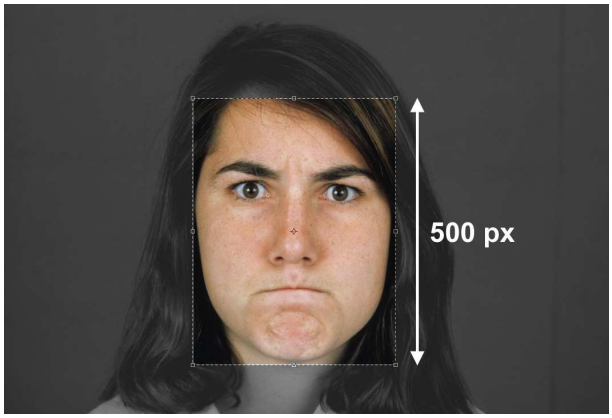

Abbildung 5: *Normalisierung des Bildbereichs: Im Vorfeld der Untersuchungen wurde der Bildbereich der JACFEE/JACNeuF-Stimuli normalisiert um unnötige Bildinformationen auszublenden. Die so gewonnenen Bildausschnitte wurden auf eine einheitliche Höhe von 500 Pixel skaliert.*

materials gegeben. Ein weiterer Vorteil liegt in der gleichmäßigen Verteilung des Geschlechts und der ethnischen Herkunft der Darsteller, weswegen sich dieser Bildersatz hervorragend zur Überprüfung ethnischer Einflüsse und Geschlechtsunterschiede auf die Wahrnehmung emotionaler Stimuli eignet. Darüber hinaus kann das Auftreten von Gewöhnungseffekten verringert bzw. vermieden werden, da insgesamt 56 unterschiedliche Personen die Emotionen darstellen. Durch das Vorhandensein sowohl neutraler als auch emotional expressiver Gesichter erfüllt der Bildersatz somit alle Voraussetzungen zur Synthese von spezialisiertem Stimulusmaterial (z.B. Stimuli verschiedener emotionaler Intensität).

2.2 Facially Expressed Emotion Labeling (FEEL)

Der in der Sektion Medizinische Psychologie entwickelte FEEL [60] ist ein Verfahren zur objektiven Messung der Fähigkeit, die Basisemotionen Ärger, Ekel, Angst, Freude, Überraschung und Trauer anhand eines Gesichtsausdrucks zu identifizieren. Dieses aus dem Vorläufermodell Thymos [65] entstandene Testverfahren basiert dabei auf dem JACFEE/JACNeuF-Bildersatz.

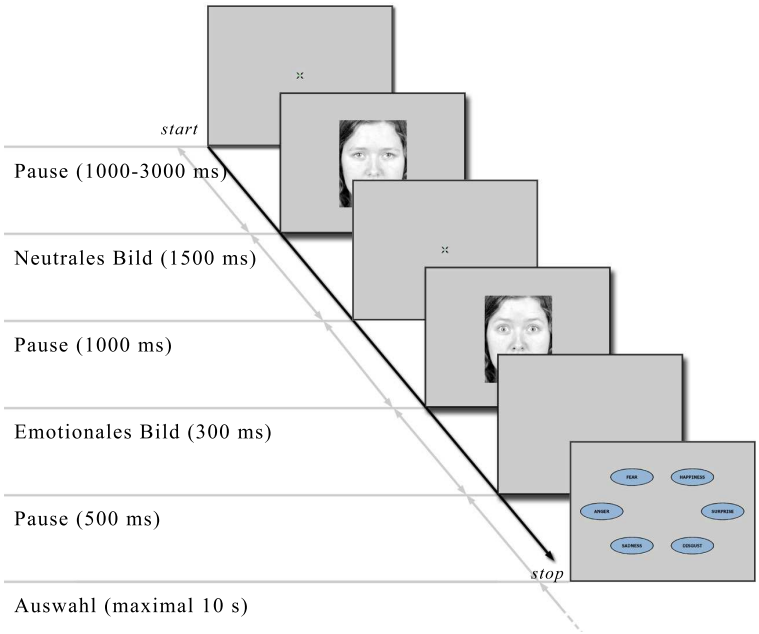

Abbildung 6: *Schematische Darstellung des Ablaufs des FEEL. Nach einer variablen Pause (1000-3000 ms) wird zunächst der neutrale Gesichtsausdruck für 1500 ms dargestellt. Im Anschluss an eine weitere Pause (1000 ms) wird der emotionale Stimulus für 300 ms präsentiert (ms = Millisekunden, s = Sekunden).*

Ablauf des Tests

Nach erfolgter Instruktion werden vor Beginn des eigentlichen Tests sechs Stimuli zur Eingewöhnung präsentiert. Von den sieben im JACFEE/JACNeuF-Bildersatz dargestellten Emotionen werden im FEEL lediglich die Aufnahmen von sechs Basisemotionen verwendet. Die Emotion Verachtung wurde aufgrund der kontroversen Diskussion bezüglich ihrer Annahme als Basisemotion ausgeschlossen. Der anschließende Haupttest besteht aus der Präsentation von insgesamt 42 Bilderpaaren (neutral - emotional). Pro Emotionskategorie werden jeweils sieben verschiedene Bilderpaare dargestellt. Die Stimuluspräsentation folgt dabei immer demselben Schema (Abbildung 6). Vor jeder Präsentation eines Bilderpaars erfolgt eine Pause, deren Länge zwischen einer und drei Sekunden variiert. Vor dem emotionalen Gesichtsausdruck erscheint zunächst für eineinhalb Sekunden das Bild der Person mit neutralem Gesichtsaudruck auf dem Bild-

schirm. Dies liegt darin begründet, dass sich der Proband so an die Physiognomie dieses Gesichts gewöhnen kann und nicht durch eventuelle Eigenheiten des Darstellers in der emotionalen Interpretation beeinflusst wird. Im Anschluss an eine Pause (1000 ms) stellt die Person daraufhin die jeweilige Emotion dar. Die Dauer dieser Stimulusdarbietung beträgt 300 Millisekunden. Nach der Präsentation eines Bilderpaares erscheinen auf dem Bildschirm stellvertretend für die sechs Basisemotionen sechs Schaltflächen. Der Proband muss sich daraufhin innerhalb von zehn Sekunden per Mausklick für eine der Emotionen entscheiden ("forced-choice"). Um Reihenfolgeeffekte zu vermeiden, erfolgt die Präsentation der Stimuli randomisiert.

Insgesamt können im FEEL maximal 42 Punkte (alle Emotionen richtig erkannt) erreicht werden. Pro Emotion können sieben Punkte erzielt werden. Nach Beendigung des Tests lassen sich sofort die wichtigsten Ergebnisse ablesen. Neben der Gesamtpunktzahl und dem Abschneiden auf emotionaler Ebene können die Reaktionszeiten und typische Verwechslungstendenzen eingesehen werden, um die Leistung einer Versuchsperson in Bezug zu einer Normstichprobe zu setzen (Abbildung 7). So lässt sich für jeden Probanden ein Profil erstellen, welches Aussagen über dessen Fähigkeit, Emotionen richtig zu deuten, ermöglicht. Zur weiterführenden statistischen Analyse lassen sich die Daten mehrerer Versuchspersonen in einem Format exportieren, welches von gängigen Statistikprogrammen (SPSS, SAS, etc.) eingelesen werden kann.

Testgütekriterien

Aufgrund der vollständig computergestützten Testdurchführung und Auswertung erfüllt der FEEL alle Kriterien der Objektivität. Der FEEL wurde mittlerweile an über 400 gesunden Probanden angewendet und erfüllt mit einem maximalen Reliabilitätsindex (Cronbach α) von r=0,77 die notwendigen Voraussetzungen, um Gruppen- und interindividuelle Unterschiede messen zu können [60].

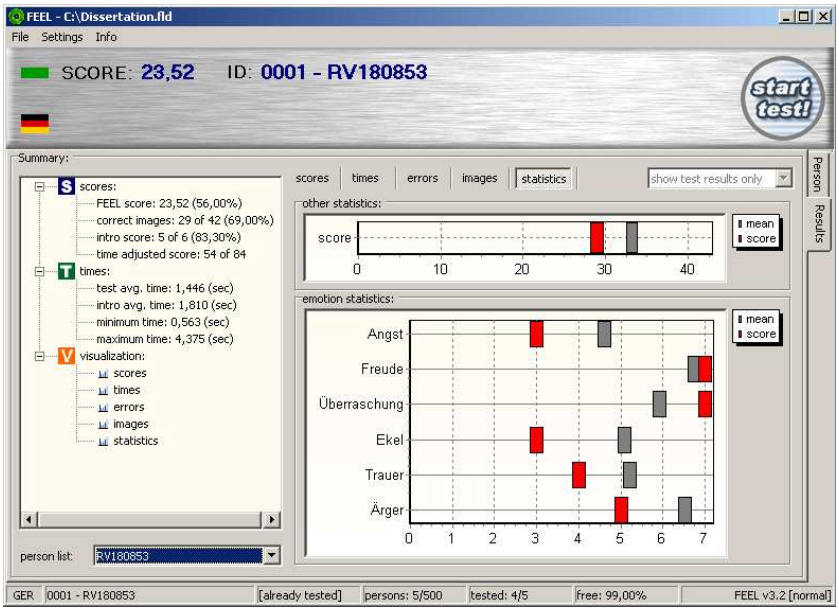

Abbildung 7: *Benutzeroberfläche des FEEL: Hierbei ist der Auswertungsbildschirm des FEEL dargestellt, in dem auf der rechten Seite die Erkennungsleistung des Probanden (rot) im Verhältnis zur Leistung einer Normstichprobe (grau) wiedergegeben ist.*

Klinische Studien

Der FEEL wurde bislang in zahlreichen klinischen Studien an unterschiedlichen Patientengruppen angewendet. Es konnte gezeigt werden, dass z.B. Schlaganfallpatienten in ihrer Emotionserkennungsfähigkeit stark eingeschränkt sind. Insbesondere negative Emotionen (Ärger, Angst, Ekel und Trauer) wurden von diesen Patienten schlechter erkannt als von einer gesunden Kontrollgruppe [16]. Ebenso verfügen Patienten, die unter einer Panikstörung leiden, über eine eingeschränkte Emotionserkennungsfähigkeit, insbesondere der Emotionen Trauer und Ärger [62]. Ein Vergleich zwischen Patienten mit fokaler Dystonie und Gesunden zeigte, dass diese Patienten Ekel signifikant schlechter erkennen [97]. Zwischen essgestörten Patientinnen und einer Kontrollgruppe zeigte sich hingegen kein Unterschied in der Fähigkeit, mimisch expressive Emotionen zu erkennen [63].

Tabelle 1: *Verwechslungsscore der Normstichprobe (N=100).*

Emotion	Ärger	Angst	Ekel	Freude	Trauer	Überraschung
Ärger	**93,4**	2,4	1,7	-	1,4	1,0
Angst	2,7	**65,9**	19,1	0,1	0,7	11,4
Ekel	23,3	1,3	**73,3**	-	-	2,1
Freude	0,4	0,1	0,6	**96,3**	0,7	1,9
Trauer	9,0	8,0	3,9	1,0	**74,3**	3,9
Überraschung	0,4	13,4	0,4	0,7	0,3	**84,7**
Gesamt	21,5	15,2	16,5	16,4	12,9	17,5
N	905	638	693	687	542	735
Residuum	205,0	-62,0	-7,0	-13,0	-158,0	35,0

Anmerkung: Angaben zur Erkennungsleistung in Prozent. N=Anzahl Selektionen einzelner Emotionen.

Ergebnisse einer Normstichprobe

Aus der Datenbasis des im Zeitraum zwischen 1999 und 2009 an N=406 Probanden durchgeführten FEEL wurde eine Normstichprobe (N=100) abgeleitet, in welcher die Probanden bezüglich der Faktoren Alter, Geschlecht und Bildung exakt ausbalanciert waren. Die Normstichprobe enthält somit die Daten von jeweils N=50 männlichen und weiblichen Probanden im Alter von 19 bis 61 Jahren (M=39,1 Jahre, SA=11,2).

Die Ergebnisse dieser Normstichprobe sind in Abbildung 8 dargestellt. Die durchschnittliche Erkennungsleistung aller Emotionen innerhalb dieser Normstichprobe beträgt 81,12%. Freude und Ärger werden insgesamt am besten erkannt (>90%), gefolgt von Überraschung, Trauer und Ekel (>70%). Angst wird von den Probanden am schlechtesten erkannt (<70%). Frauen schnitten insgesamt besser ab als männliche Probanden ($M_{\male}$=79,8%; $M_{\female}$=82,5%), insbesondere bei der Erkennung der Emotion Ekel ($M_{\male}$=77,1%; $M_{\female}$=68,3%). Dieser Unterschied ist allerdings nicht signifikant.

Anhand des in Tabelle 1 dargestellten Verwechslungsscores ist zu erkennen, dass sich die Anzahl selektierter Emotionskategorien trotz einer gleichmäßigen Verteilung derselben signifikant unterscheidet, $\chi^2_{(0,95:5)}$=103,25; p<0,001. Unter Berücksichtigung der

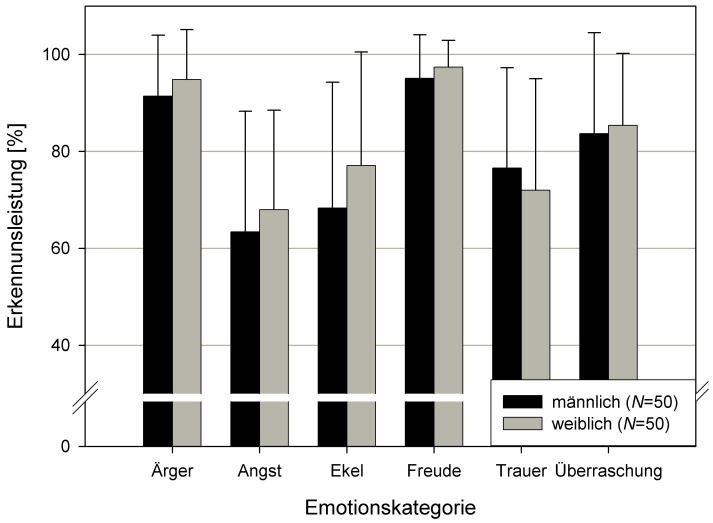

Abbildung 8: *Erkennungsleistung einzelner Emotionskategorien, nach Geschlecht getrennt. Die vertikalen Balken stellen die jeweilige Standardabweichung dar.*

N=100 Versuchspersonen (Vpn) der Normstichprobe ergibt sich eine Anzahl von insgesamt 4200 durchgeführten Selektionen (100 Vpn $\times$ 42 Stimuli). Demnach sollten auf jede Emotionskategorie rein rechnerisch 700 Selektionen entfallen. Ärger (N=905) wurde allerdings überdurchschnittlich oft ausgewählt, gefolgt von Überraschung (N=735). Alle anderen Emotionskategorien wurden weniger häufig selektiert.

2.3 Weiterentwicklung des FEEL: Version 3.2

Die Methodik des FEEL [60] stellt ein wichtiges Grundgerüst für die Bearbeitung diverser Fragestellungen dieser Arbeit dar. Aufgrund der hohen Varianz in den Erkennungsraten zwischen einzelnen Darstellern verschiedener Emotionskategorien (Tabelle 3), insbesondere der Kategorien Angst, Trauer und Überraschung, ist eine interindividuelle Interpretation der Ergebnisse allerdings problematisch. Um eine differenziertere Auswertung der Ergebnisse zu ermöglichen, wurden im Zuge dieser Arbeit neue Auswer-

tungsalgorithmen (FEEL-Score$_{weighted}$) entwickelt, welche die individuelle Schwierigkeit im Erkennen einzelner Stimuli berücksichtigen. Diese alternativen Auswertungsverfahren werden im Folgenden beschrieben, da sie für nachfolgende Experimente unmittelbar relevant sind.

FEEL-Score$_{weighted}$

Aus den Ergebnissen der Normstichprobe wird deutlich, dass sowohl die sechs verschiedenen Emotionen (p<0,001) als auch die einzelnen Stimuli jeder Emotionskategorie (p<0,001) unterschiedlich gut erkannt werden. Der FEEL-Score$_{weighted}$ bezieht die Erkennungsleistung einzelner Stimuli $i_1..i_n$ als Schwierigkeit $x_i, x \in [0, 100]$ in die Gesamtpunktzahl mit ein und bildet für jedes emotionale Bilderpaar ein individuelles Gewicht w_i, welches durch folgende Formel berechnet werden kann:

$$w_i = 1 + \frac{(\bar{x} - x_i)}{100}, 1 \leq i \leq n \tag{2.1}$$

$\bar{x}$ stellt hierbei die mittlere Erkennungsrate dar. Der individuelle FEEL-Score$_{weighted}$ bildet sich anhand der einzelnen Gewichte w_i daraufhin wie folgt:

$$\text{FEEL-Score}_{weighted} = \sum_{i=1}^{n} w_i \cdot r_i, r_i \in [0, 1] \tag{2.2}$$

Die Werte r_i stellen den dichotomen Wert der Erkennungsleistung eines Bildes dar ('0' für nicht erkannt oder '1' für richtig erkannt). Eine Auflistung der Gewichtung aller Stimuli ist Tabelle 3 zu entnehmen. Folge dieser Gewichtung ist, dass schwierig zu erkennende Items einen größeren Einfluss auf die zu erreichende Punktzahl besitzen. Stimuli, die überdurchschnittlich gut erkannt wurden haben somit ein Gewicht von $w < 1$, Stimuli, deren Erkennungsleistung hingegen unter dem Durchschnitt liegt, erhalten ein Gewicht $w > 1$.

Werden die einzelnen Stimuli derart gewichtet, eröffnen sich zwei Möglichkeiten, den FEEL-Score$_{weighted}$ zu berechnen. Einerseits auf globaler Ebene, wobei die Erkennungsleistung aller 42 Stimuli des FEEL-Tests berücksichtigt wird, andererseits auf lokaler Ebene, wobei die Gewichtung nach Emotionskategorie getrennt erfolgt. Diese beiden Ansätze werden im folgenden vorgestellt.

Globale Gewichtung (FEEL-Score$_{global}$)

Der FEEL-Score$_{global}$ berücksichtigt bei der Berechnung der Punktzahl alle 42 im Test gezeigten Stimuli. Wird dem FEEL-Score$_{weighted}$ eine gesamte Erkennungsleistung von $\bar{x}$=81,12% zugrunde gelegt, ergibt sich für die Berechnung des FEEL-Score$_{global}$ folgende Formel:

$$\text{FEEL-Score}_{global} = \sum_{i=1}^{n}(1 + \frac{(81,12 - x_i)}{100}) \cdot r_i, r_i \in [0,1], n = 42 \tag{2.3}$$

Die Berechnung der unterschiedlichen Gewichte soll im Folgenden an einem kurzen Beispiel erläutert werden. Das von der Normstichprobe im FEEL am besten erkannte Item ist ein Stimulus der Kategorie "Freude". Diese wurde zu 100% richtig erkannt, und besitzt somit die Schwierigkeit x_{Freude}=100. Aus der obigen Formel leitet sich daraus das globale Gewicht w_{Freude}=0,8112 ab. Das am schlechtesten erkannte Bild stammt aus der Kategorie Angst und wurde von nur 52% der Probanden richtig erkannt. Es besitzt somit die Schwierigkeit x_{Angst}=52 und ein Gewicht von w_{Angst}=1,2912.

Der FEEL-Score$_{global}$ nimmt Werte zwischen 0 und 42 an. Somit ist ein direkter Vergleich mit dem ursprünglichen FEEL-Score möglich. Die Werte auf der Ebene einzelner Emotionskategorien liegen allerdings nicht zwischen 0 und 7 wie im ursprünglichen FEEL-Score und sind somit schwierig zu interpretieren bzw. zu vergleichen.

Lokale Gewichtung (FEEL-Score$_{local}$)

Im Gegensatz zum oben beschriebenen FEEL-Score$_{global}$ liegen der Berechnung des FEEL-Score$_{local}$ jeweils die Mittelwerte der Erkennung der sieben Stimuli einer Emotion zugrunde. Der lokale Score wird für jede der sechs Basisemotionen berechnet und verwendet jeweils deren Erkennungsleistung als Mittelwert $\bar{x}_{local}$. Daraus ergibt sich folgende Formel:

$$\text{FEEL-Score}_{local} = \sum_{i=1}^{n}(1 + \frac{(\bar{x}_{local} - x_i)}{100}) \cdot r_i, r_i \in [0,1], n = 7 \tag{2.4}$$

Wird das oben vorgestellten Beispiel aufgegriffen, leitet sich für das zu 100% richtig erkannte Bild der Emotion Freude ein Gewicht von w_{Freude}=0,9626 ab, wenn die mittlere Erkennungsleistung $\bar{x}_{Freude}$=96,26 in die Formel 2.1 eingesetzt wird. Der FEEL-Score$_{local}$ nimmt auf emotionaler Ebene Werte zwischen 0 und 7 an, auf globaler Ebene dementsprechend Werte zwischen 0 und 42.

In der modifizierten Version 3.2 des FEEL-Tests findet sowohl der FEEL-Score$_{global}$ als auch der FEEL-Score$_{local}$ Verwendung. Zur Interpretation der Erkennungsleistung eines Probanden wird das Verfahren der globalen Gewichtung vorgeschlagen, auf emotionaler Ebene die lokale Gewichtung.

Tabelle 2: *Vergleich des ursprünglichen FEEL-Scores mit dem FEEL-Score$_{weighted}$.*

Emotion	FEEL-Score$_{alt}$	FEEL-Score$_{local}$	FEEL-Score$_{global}$
Ärger	6,52	6,52	5,73
Angst	4,60	4,53	5,24
Ekel	5,09	5,07	5,50
Freude	6,74	6,72	5,70
Trauer	5,20	5,14	5,50
Überraschung	5,92	5,83	5,62
Gesamt	34,07 (3,8)	33,80 (3,9)	33,29 (4,1)

Anmerkung: FEEL-Score$_{local}$: Gewichtung auf lokaler Ebene. FEEL-Score$_{global}$: Gewichtung auf globaler Ebene. Standardabweichung in Klammern, Ergebnisse von N=100 Vpn der Normstichprobe.

2.3.1 Vergleich des FEEL-Score$_{weighted}$ mit dem ursprünglichen FEEL-Score

Die Ergebnisse des FEEL-Score$_{weighted}$ sind in Tabelle 2 dargestellt. Sowohl die Werte des FEEL-Score$_{local}$ als auch die des FEEL-Score$_{global}$ liegen unter denen des ursprünglichen FEEL-Scores. Dieser Unterschied ist signifikant (p<0,001).

Abbildung 9 stellt Q-Q-Diagramme dar, welche die Verteilung des FEEL-Score$_{global}$ gegenüber einer Normalverteilung visualisieren. Daraus wird ersichtlich, dass der neu berechnete Score im Vergleich zur ursprünglichen Version einer nahezu perfekten Normalverteilung folgt. Ein entscheidender Vorteil des FEEL-Score$_{weighted}$ gegenüber dem ursprünglichen Score liegt somit in der größeren Streuung und besseren Skalierung, anhand derer auch subtile Unterschiede erfasst und ausgewertet werden können. Aufgrund der Tatsache, dass der FEEL-Score$_{weighted}$ auch im Nachhinein berechnet werden kann, stellt er eine Alternative zur reinen Erkennungsleistung - sowohl auf globaler als auch auf lokaler Ebene - dar.

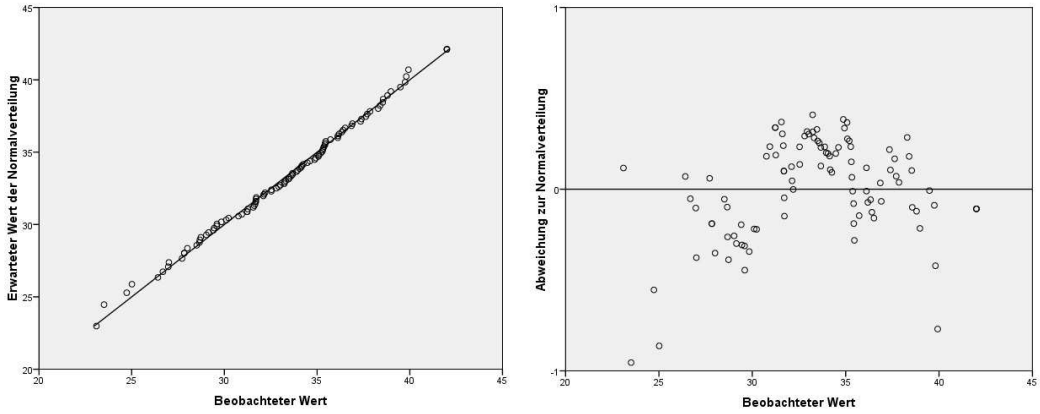

Abbildung 9: *Die Abbildung zeigt ein Q-Q-Diagramm des FEEL-Score$_{global}$ und einer Normalverteilung (linke Seite), sowie ein trendbereinigtes Q-Q-Diagramm (rechte Seite), anhand dessen die Abweichung einzelner Scores gegenüber einer Normalverteilung dargestellt ist.*

Tabelle 3: *Individuelle Gewichtung aller Stimuli des JACFEE/JACNeuF-Bildersatzes.*

Emotion	Stimulus-ID	Stimulustyp	Erkennungsleistung	w_{global}	w_{lokal}
Ärger	1	CAMA	97	0,84	0,961
	2	CAMA	92	0,89	1,011
	3	CAFE	90	0,91	1,031
	4	CAFE	91	0,90	1,021
	5	JAMA	94	0,87	0,991
	6†	JAMA	-	-	-
	7	JAFE	95	0,86	0,981
	8	JAFE	93	0,88	1,001
Angst	9†	CAMA	-	-	-
	10	CAMA	67	1,141	0,987
	11	CAFE	76	1,051	0,897
	12	CAFE	52	1,291	1,137
	13	JAMA	59	1,221	1,067
	14	JAMA	54	1,271	1,117
	15	JAFE	80	1,011	0,857
	16	JAFE	72	1,091	0,937
Ekel	17	CAMA	73	1,081	ß,997
	18	CAMA	82	0,991	0,907
	19	CAFE	70	1,111	1,027
	20†	CAFE	-	-	-
	21	JAMA	76	1,051	0,967
	22	JAMA	68	1,131	1,047
	23	JAFE	76	1,051	0,967
	24	JAFE	64	1,171	1,087
Freude	25	CAMA	98	0,831	0,983
	26	CAMA	84	0,971	1,123
	27	CAFE	96	0,851	1,003
	28	CAFE	99	0,821	0,973
	29†	JAMA	-	-	-
	30	JAMA	98	0,831	0,983
	31	JAFE	99	0,821	0,973
	32	JAFE	100	0,811	0,963
Trauer	33	CAMA	77	1,041	0,973
	34	CAMA	79	1,021	0,953
	35	CAFE	80	1,011	0,943
	36	CAFE	66	1,151	1,083
	37	JAMA	57	1,241	1,173
	38	JAMA	75	1,061	0,993
	39†	JAFE	-	-	-
	40	JAFE	86	0,951	0,883
Überraschung	41	CAMA	90	0,911	0,946
	42	CAMA	76	1,051	1,086
	43	CAFE	60	1,211	1,246
	44†	CAFE	-	-	-
	45	JAMA	88	0,931	0,966
	46	JAMA	95	0,861	0,896
	47	JAFE	90	0,911	0,946
	48	JAFE	93	0,881	0,916

Anmerkung: *CAMA*=kaukasisch & männlich, *CAFE*=kaukasisch & weiblich, *JAMA*=japanisch & männlich, *JAFE*=japanisch & weiblich. Für die mit † gekennzeichneten Stimuli konnte keine individuelle Gewichtung ermittelt werden, da diese Bilder in der Einführungsphase des FEEL präsentiert wurden und demnach keine Erkennungsraten vorliegen. Angabe der Erkennungsleistung in Prozent.

2.4 Facial Expression Morphing Tool (FEMT)

Das Facial Expression Morphing Tool (FEMT) [53, 61] wurde in der Sektion Medizinische Psychologie mit dem Ziel entwickelt, emotionale Stimuli unterschiedlicher Intensität und Dynamik mit jeweils identischer emotionaler Struktur aus vorliegenden mimischem Material zu synthetisieren. Es ermöglicht die Synthese emotionaler Stimuli sowohl in Form statischer Bilder als auch dynamischer Videosequenzen. Die auf der Basis gängiger Morphingalgorithmen implementierte Software wurde hinsichtlich der Synthese emotionalen Stimulusmaterials optimiert und stellt eine wichtige Grundlage für die in dieser Arbeit vorgestellten Experimente dar. Deswegen wird im Folgenden sowohl der Aufbau als auch die Funktionsweise des FEMT im Detail vorgestellt. Abbildung 10 zeigt die Oberfläche des FEMT, welches auf allen regulären Win2k/XP-Systemen verwendet werden kann.



Abbildung 10: *Bedienoberfläche des FEMT: Auf der linken Seite ist ein Bild des JACNeuF-Bildersatzes mit neutralem Gesichtsausdruck zu sehen, auf der rechten Seite das Pendant aus dem JACFEE-Bildersatz mit emotionalem Gesichtsausdruck. Anhand der Markierungen (rot bzw. grün) werden die ineinander zu transformierenden Bildbereiche festgelegt.*



Abbildung 11: *Cross-Dissolving: Mittels Formel 2.6 überblendete Bilder zu den Zeitpunkten t = [0; 0,25; 0,5; 0,75, 1]. Links ist das Startbild I_0 zu sehen, rechts das Zielbild I_1, die zu jeweils 50% in das mittlere Bild einfließen.*

2.4.1 Morphing

Der Begriff Morphing umschreibt ein computergestütztes Verfahren, durch welches sich ein Objekt übergangslos in ein anderes verwandeln lassen kann. Dies erfolgt anhand von Algorithmen, welche mathematische Funktionen für die kontinuierliche Transformation verschiedener Attribute (Geometrie, Topologie, Farbinformationen, etc.) eines Startobjekts I_0 (neutraler Gesichtsausdruck aus dem JACNeuF-Bildersatz) in ein Zielobjekt I_1 (emotionaler Gesichtsausdruck aus dem JACFEE-Bildersatz) bereitstellen. Morphing ist nach [37] definiert als die Kombination von Warping und Cross-Dissolving:

$$\text{Morphing} = (\text{Warping})^2 + (\text{Cross-Dissolving}) \tag{2.5}$$

Cross-Dissolving

Die einfachste Möglichkeit zur Erstellung eines Übergangs zwischen einem Startbild I_0 und einem Zielbild I_1 bietet das so genannte Cross-Dissolving. Dabei entsteht der Überblendungseffekts durch eine lineare Interpolation der Farbinformationen beider Ausgangsbilder anhand der Formel 2.6:

$$I_t = (1-t)\cdot I_0 + t\cdot I_1, 0 \leq t \leq 1 \tag{2.6}$$

Im berechneten Zwischenbild I_t wird dabei über die Zeit t das Startbild I_0 allmählich ausgeblendet, während das Zielbild I_1 langsam eingeblendet wird. Das mittlere Bild $I_{0,5}$ stellt somit den Durchschnitt des ersten und des zweiten Bildes dar. Der Nachteil

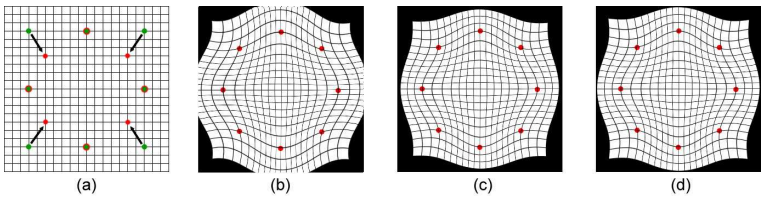

Abbildung 12: *Warping nach Arad und Reisfeld [5]. Bild (a) zeigt das Ausgangsbild, welches mit den Basisfunktionen* $g(t) = e^{-t^2/\sigma^2_{RBF}}$ *(b),* $g(t) = (t^2 + c^2)^{\alpha}$ *(c) bzw.* $g(t) = log(t^2 + c^2)^{0.5}$ *(d) verzerrt wurde. Die zur Transformation verwendeten Ausgangspunkte sind grün, die Endpunkte rot markiert (es verändern sich lediglich die vier Eckpunkte).*

dieser Methode liegt im Auftreten unerwünschter Überblendungseffekte, die zustande kommen, wenn sich das Startbild I_0 und das Zielbild I_1 bezüglich ihrer Bildgeometrie unterscheiden. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn relevante Gesichtszüge wie Augen, Nase und Mund nicht deckungsgleich sind. Abbildung 11 stellt diese Problematik des Cross-Dissolving bei nicht deckungsgleichen Ausgangsbildern dar.

Warping

Um diese unerwünschten Überblendungen zu vermeiden, ist es notwendig, markante Bildbereiche beider Ausgangsbilder (z.B. Augen, Nase und Mund) durch geeignete geometrische Transformationen derart zu verzerren, dass die Konturen beider Bilder vor dem Überblenden zur Übereinstimmung gebracht werden. Dieses als "Warping" bezeichnete Verfahren kann mittels verschiedener Algorithmen erfolgen [5, 10, 72], deren grundlegende Funktionsweise allerdings recht ähnlich ist. Ausgehend von der manuellen Markierung der in Übereinstimmung zu bringenden Bildbereiche wird dabei die individuelle Transformation errechnet. Diese Markierung kann im FEMT in Abhängigkeit des verwendeten Algorithmus anhand verschiedener geometrischer Objekte (Punkte, Linien, Polygone) erfolgen. Abbildung 12 stellt eine solche Transformation nach [5] dar. Nähere Informationen zur Funktionsweise der verschiedenen Algorithmen finden sich in [53]. Die Erstellung gemorphter Bilder erfolgt gemäß Formel 2.5 somit durch die Kombination von Warping und Cross-Dissolving in den folgenden drei Schritten:

1. Forward-Warping:

   Transformation der Geometrie des Startbildes I_0 in die des Zielbildes I_1 in n Zwischenschritten. Daraus resultiert die Bilderreihe $\bar{I}_0$.

2. Reverse-Warping:

   Transformation der Geometrie des Zielbildes I_1 in die des Startbildes I_0 in n Zwischenschritten. Daraus resultiert die Bilderreihe $\bar{I}_1$.

3. Cross-Dissolving der so erstellten Bilderreihen $\bar{I}_0$ und $\bar{I}_1$.

Dieser Vorgang ist in Abbildung 13 visualisiert. Zur besseren Demonstration wurde dabei kein Bilderpaar aus dem JACFEE/JACNeuF-Bildersatz verwendet, da sich diese bezüglich Geometrie und Farbinformationen insgesamt nur recht gering unterscheiden.

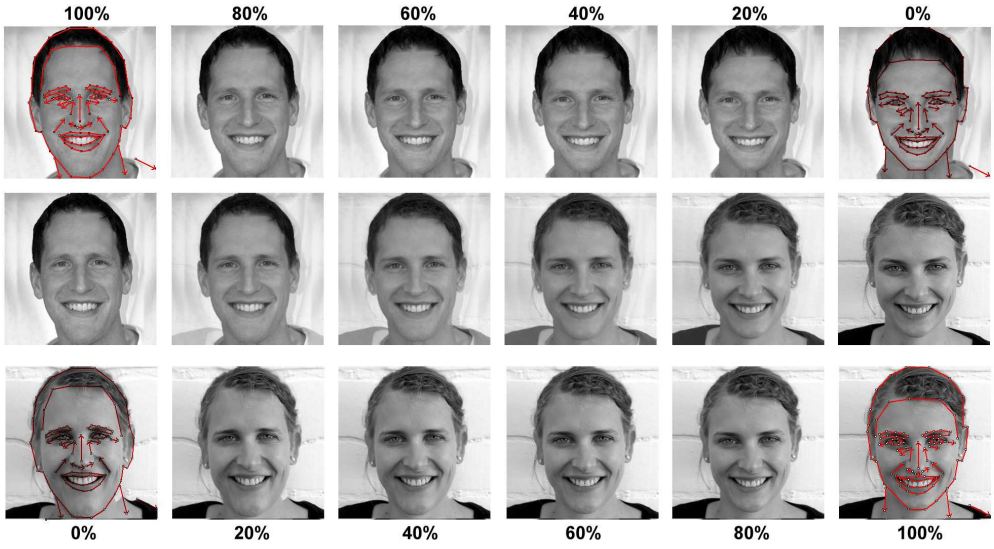

Abbildung 13: *Ablauf des Morphings anhand von $N = 4$ berechneten Zwischenbildern. Die oberste Bilderreihe $\bar{I}_0$ zeigt das Forward-Warping, die Transformation des Startbildes I_0 in Richtung des Zielbildes I_1. Die unterste Reihe $\bar{I}_1$ visualisiert das Reverse-Warping, die entgegengesetzte Transformation, vom Zielbild I_1 in Richtung des Startbildes I_0 (von rechts nach links). Die mittlere Reihe stellt das mittels Cross-Dissolving erhaltene Ergebnis zu den Zeitpunkten $t = [0; 0{,}2; 0{,}4; 0{,}6; 0{,}8; 1]$ dar. Die für die Transformationen notwendigen Markierungen sind in den Ausgangsbildern rot eingezeichnet.*

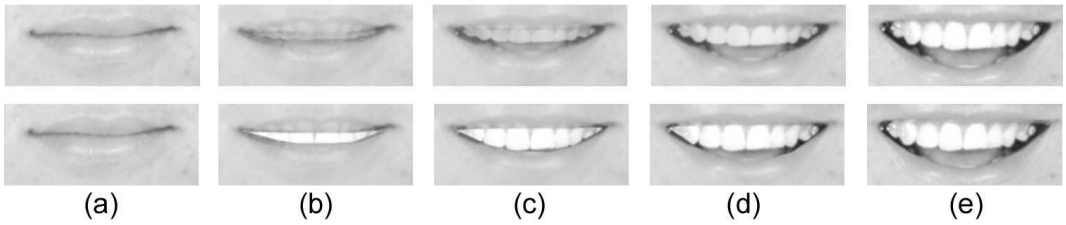

Abbildung 14: *Multiple Ebenen: Der in Ausgangsbild (a) geschlossene Mund öffnet sich im Verlauf der Sequenz vollständig. In der obersten Reihe ist bei den Bildern (b),(c) und (d) deutlich eine unrealistisch wirkende Überblendung des Mundes erkennbar. Durch Einsatz einer zusätzlichen Ebene (untere Reihe) können hingegen deutlich realistischere Ergebnisse erzielt werden.*

2.4.2 Zusätzliche Funktionalität

Neben der Möglichkeit mittels verschiedener Morhingalgorithmen Übergänge zwischen zwei Bildern zu berechnen verfügt das FEMT noch über zusätzliche Funktionen, welche zur Synthese emotionaler Stimuli unabdingbar sind. Im Folgenden werden dabei lediglich die zwei wichtigsten Funktionen vorgestellt. Nähere Information sind aus [53] zu entnehmen.

Multiple Ebenen

Bei der Erstellung realistischer Morphs ist es problematisch, wenn im Ausgangsbild Informationen enthalten sind, die im Zielbild nicht existieren. Dies ist bei Gesichtern z.B. dann der Fall, wenn sich zwischen dem neutralen und emotionalen Gesichtsausdruck der Mund öffnet. Durch die Einführung zusätzlicher Ebenen lässt sich dieses Problem beheben. Dabei wird die entsprechende Textur (z.B. der geöffnete Mund) aus dem jeweiligen Bild extrahiert und im Hintergrund positioniert. Bei der Berechnung der Zwischenbilder überblendet diese Textur die entsprechend problematischen Bereiche. Hierbei kommen spezielle Algorithmen zur Glättung zum Einsatz, so dass die Ebenen möglichst realistisch überblendet werden. Abbildung 14 zeigt ein Beispiel für die Anwendung einer zusätzlichen Ebene. Ein weiterer Vorteil multipler Ebenen

besteht darin, dass durch die Verwendung einer globalen Hintergrundebene ausschließlich die zur Emotionserkennung relevanten Bereiche des Gesichts transformiert werden (z.B. können die Haare vom Morphvorgang ausgeschlossen werden). Das Softwaresystem FEMT bietet die Möglichkeit, beliebig viele Ebenen zu definieren.

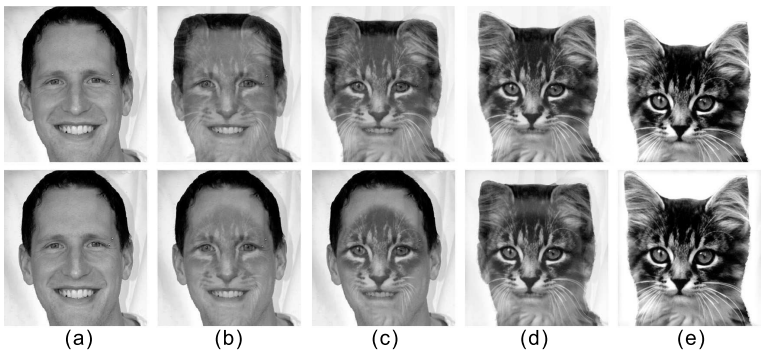

Abbildung 15: *Individuelle Übergänge: Die Geometrie des Kopfes wird in der unteren Reihe erst in der zweiten Hälfte verändert, bleibt also in der ersten Hälfte unverzerrt. Die obere Reihe zeigt im Gegensatz dazu eine lineare Transformation und Überblendung.*

Individuelle Übergänge

Eine gezielte Steuerung des Übergangs bzw. der Überblendung ermöglicht es, durch die Beeinflussung des Verlaufs der Verzerrung bzw. Deformation interessante Effekte zu erzielen. Anhand dieser Technik ist es beispielsweise möglich, Emotionssequenzen zu erzeugen, in denen die Emotion in unterschiedlicher Reihenfolge aufgebaut wird, z.B. zuerst das Gesicht im Bereich der Augen, danach im Bereich des Mundes. Insbesondere ist anzunehmen, dass die wenigsten emotionalen Gesichtsausdrücke auf eine lineare Art und Weise entstehen. Eine Übergangsfunktion definiert dabei für jeden Bildpunkt den aktuellen Fortschritt des Übergangs bzw. der Überblendung sowohl für die geometrische Transformation als auch für das Überblenden der Farbinformationen. Die Software FEMT bietet die Möglichkeit, jedem Merkmal (z.B. Augen, Nase oder Mund) eine eigene Übergangsfunktion zuzuteilen. Abbildung 15 demonstriert diesen

Effekt wiederum beispielhaft an zwei recht unterschiedlichen Objekten, da der Effekt in einer derart statischen Darstellung sonst nicht zur Geltung kommen würde.

2.4.3 Synthetisierte emotionale Stimuli

Das Facial Expression Morphing Tool erlaubt durch seine umfassende Funktionalität die Synthese einer Vielzahl unterschiedlicher Stimuli. Ausgehend von dem in Abschnitt 2.1 vorgestellten JACFEE/JACNeuF-Bildersatz bietet es die Möglichkeit, durch das Generieren neuartigen Stimulusmaterials spezielle wissenschaftliche Fragestellungen beantworten zu können. Die sich aufzeigenden Möglichkeiten werden im Folgenden kurz beschrieben.

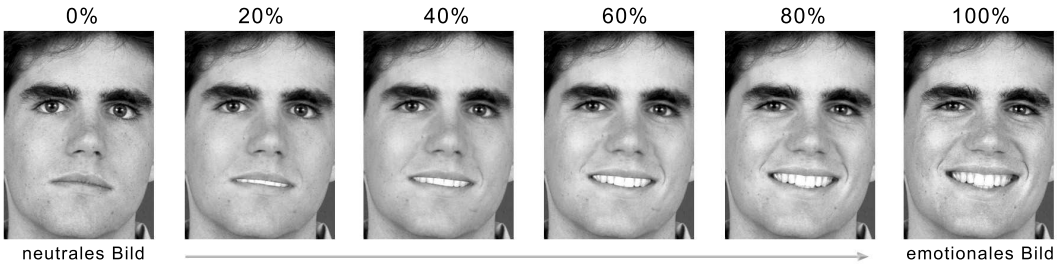

Abbildung 16: *Verschiedene Intensitäten der Emotion "Freude". Links ist das neutrale Bild zu sehen (0% Intensität), das Bild auf der rechten Seite zeigt den vollständig emotionalen Gesichtsausdruck (100% Intensität).*

Emotionale Stimuli unterschiedlicher Intensität

Da beliebig viele Einzelbilder zwischen dem neutralen und emotionalen Gesichtsausdruck erstellt werden können, bietet das FEMT die Möglichkeit, den emotionalen Inhalt eines Stimulus gezielt zu variieren. So ist es beispielsweise möglich, Bilder mit einem beliebigen emotionalen Gehalt (emotionale Intensität von 0% bis 100%) zu erstellen. Abbildung 16 demonstriert dies. Derart synthetisiertes Stimulusmaterial bildet die Grundlage für die Experimente der in Kapitel 6 beschriebenen Studie 'Emotionale Intensität und humane Emotionserkennung'.

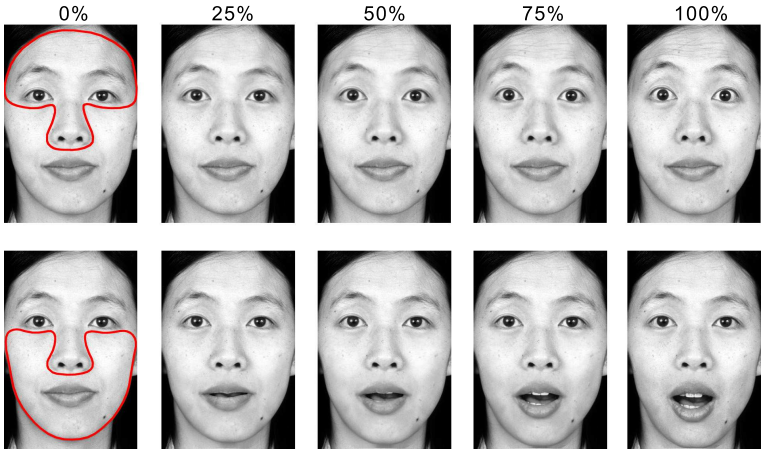

Abbildung 17: *Stimuli mit bereichsabhängigem emotionalen Inhalt der Emotion "Überraschung". Die obere Reihe zeigt Bilder, in denen die Transformation nur in der oberen Hälfte des Gesichts berechnet wird. Die untere Reihe stellt hingegen Bilder dar, in denen nur die untere Hälfte transformiert wurde. In den Ausgangsbildern links ist anhand der roten Markierung der Transformationsbereich ersichtlich.*

Stimuli mit bereichsabhängigem emotionalen Inhalt

Durch die Verwendung multipler Ebenen können emotionale Stimuli synthetisiert werden, deren emotionaler Gehalt auf bestimmte Gesichtsbereiche begrenzt ist. Abbildung 17 verdeutlicht diesen Effekt anhand eines Beispiels, in dem die Emotion entweder nur in der oberen oder nur in der unteren Gesichtshälfte entsteht. Diese Methodik stellt die Grundlage der in Kapitel 5 vorgestellten Studie 'Die Emotionserkennung anhand dynamischer Stimuli' dar.

Stimuli mit ambivalentem emotionalen Inhalt

Darüber hinaus ist es unter Verwendung alternativer Ausgangsbilder möglich, Stimuli mit multiplem emotionalen Gehalt zu synthetisieren, wie in Abbildung 18 dargestellt ist. Dabei können verschiedene Emotionen in einem einzigen Gesichtsausdruck dargestellt werden, entweder anhand der gemittelten emotionalen Expressivität zweier oder mehrerer Emotionen, oder bereichsabhängig in unterschiedlichen Arealen des Gesichts

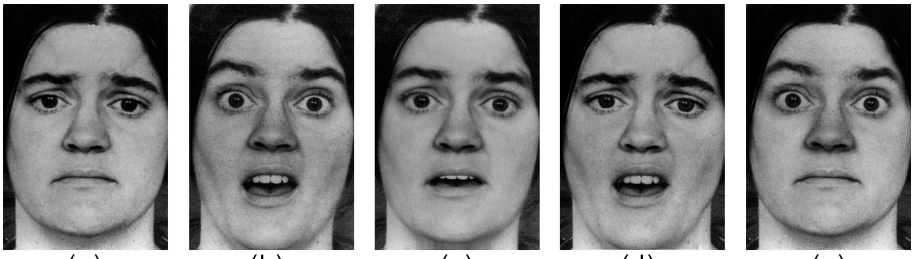

Abbildung 18: *Bild (a) zeigt das Startbild mit der Emotion Trauer, Bild (b) das Zielbild mit der Emotion Angst. Bild (c) enthält insgesamt sowohl 50% Trauer als auch 50% Ärger. Bild (d) besteht aus Angst in der unteren Hälfte und Trauer in der oberen Hälfte. Bild (e) stellt den entgegengesetzten Sachverhalt dar. Die Ausgangsbilder (a) und (b) entstammen dem "Pictures of Facial Affect"-Bildersatz [33], da in diesem - im Gegensatz zum JACFEE/JACNeuF-Bildersatz - jede Person mehrere Emotionen darstellt.*

(z.B. Angst in der oberen Hälfte, Überraschung in der unteren Hälfte des Gesichts). Des Weiteren ist eine Kombination aller soeben genannten Aspekte möglich. Dabei können entweder einzelne Zwischenbilder berechnet werden, oder durch das Aneinanderfügen beliebig vieler Einzelbilder komplette Videosequenzen erstellt werden.

2.5 Fragebögen

In diesem Abschnitt werden alle psychometrischen Instrumente vorgestellt, welche in dieser Arbeit Verwendung gefunden haben. Zur Überprüfung der psychischen und physischen Befindlichkeit der untersuchten Stichproben diente der GSI-Wert der Symptom-Check-Liste-90-R. Die Erhebung zusätzlicher Fragebögen (Alexithymie, Emotionsregulation) erfolgte im Zuge dieser Arbeit nicht hypothesengeleitet sondern war rein explorativer Natur.

Symptom-Checkliste-90-R

Die SCL-90-R (Symptom-Checkliste-90-R) [27] misst die subjektiv empfundene Beeinträchtigung durch körperliche und psychische Symptome eines Probanden innerhalb

der letzten sieben Tage. Anhand der 90 Items werden neben den Skalen Somatisierung, Zwanghaftigkeit, Unsicherheit im Sozialkontakt, Depressivität, Ängstlichkeit, Aggressivität/Feindseligkeit, Phobische Angst, Paranoides Denken und Psychotizismus noch drei globale Werte berechnet. Der GSI (*'Global Severity Index'*) misst die grundsätzliche psychische Belastung, der PSDI (*'Positive Symptom Distress Index'*) misst die Intensität der Antworten und der PST (*'Positive Symptom Total'*) gibt Auskunft über die Anzahl der Symptome, bei denen eine Belastung vorliegt. Die internen Konsistenzen (Cronbach's α) der einzelnen Skalen liegen zwischen $r_{min} = 0,75$ und $r_{max} = 0,97$. Die Reliabilität des Testprofils kann für die Normstichprobe als befriedigend, für klinische Gruppen als gut bis sehr gut bezeichnet werden. Die Retest-Reliabilität bei einem Zeitraum von einer Woche liegt für Studierende (deutsche Stichprobe) zwischen $r = 0,69$ und $r = 0,92$. Den Items kann Augenscheinvalidität zugesprochen werden. Die Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität ist nach den vorliegenden Befunden gewährleistet. Konfirmatorische Prüfungen stützen die neun Skalen vor allem in klinischen Gruppen.

Levels of Emotional Awareness Scale

Das Konzept der Alexithymie, der Unfähigkeit Emotionen wahrnehmen und beschreiben zu können, stellt sowohl für die Psychosomatik als auch in der Emotionsforschung eine wichtige Komponente dar. Ein valides Instrument zur Erfassung der Alexithymie ist die LEAS (Levels of Emotional Awareness) [69, 104]. Diese misst die Fähigkeit eines Probanden, den emotionalen Gehalt sozialer Interaktionen in Bezug auf sich selbst und auf andere zu erfassen. Hierfür werden zehn bis zwanzig kurze Fallvignetten vorgestellt, in denen jeweils eine emotional bedeutsame Interaktion zwischen dem "Ich" und einer anderen Person stattfindet. Der Proband beschreibt in eigenen Worten, wie er sich selbst und der Andere sich in der Situation fühlen würden. Die so erhaltenen Antworten werden mit Hilfe eines Glossars und Auswerteregeln beurteilt und daraus die Stufe des emotionalen Erlebens eingeschätzt. In der Sektion Medizinische Psychologie wur-

de die Software LEAS-C entwickelt [64], welche die Daten eines Probanden direkt am Computer erfasst und die Antworten vollautomatisch auswertet. Die LEAS-Ergebnisse dieser Arbeit liegen dem LEAS-C zugrunde.

Emotion Regulation Questionnaire

Der ERQ (Emotion Regulation Questionnaire) ist eine Selbstbeschreibungsskala, mit der erfasst wird, wie Menschen mit Emotionen des täglichen Lebens umgehen [39]. Der ERQ enthält zehn unterschiedliche Aussagen, von denen sechs die Strategie der kognitiven Neubewertung (Reappraisal) und vier die der Unterdrückung des emotionalen Ausdrucks nach außen hin (Suppression) umschreiben. Für jedes der zehn Items sollen die Testpersonen auf einer Skala von 1 ("stimmt überhaupt nicht") bis 7 ("stimmt vollkommen") angeben, wie gut die Aussage ihren Umgang mit Emotionen beschreibt. Es lässt sich ein Mittelwert über die Bewertungen der sechs Items zu Reappraisal und der vier Items zu Suppression bilden. Die in dieser Arbeit verwendete deutsche Übersetzung [1] wurde bereits an über 450 gesunden Probanden angewendet. Dabei konnten Alpha-Werte (interne Konsistenz) von $r = 0,74$ (Suppression) und $r = 0,76$ (Reappraisal) erreicht werden, die denen der amerikanischen Version entsprechen.

Toronto-Alexithymie-Skala

Die Toronto-Alexithymie-Skala (TAS-20) [91] ist ein Selbstbeurteilungstest zur Erfassung der Alexithymie. Es handelt sich dabei um die Kurzversion der TAS-26 [106, 105], und es werden die drei folgenden Skalen ermittelt:

1. Schwierigkeiten bei der Erkennung von Gefühlen (7 Items)
2. Schwierigkeiten bei der Beschreibung von Gefühlen (5 Items)
3. Extern orientierter Denkstil (8 Items)

Die TAS-20 umfasst in der verwendeten deutschen Fassung [6] 20 als Selbstaussagen formulierte Items, die hinsichtlich der Zustimmung auf einer Likert-Skala zu beantworten sind (von 1= "Trifft gar nicht zu" bis 5 = "Trifft völlig zu"). Ein Beispiel wäre: "Es fällt mir leicht, meine Gefühle zu beschreiben". Insgesamt sind in der TAS-20 zwischen 20 und 100 Punkte zu erreichen. Der cut-off Wert für Alexithymie liegt bei ≥ 61, der Übergangsbereich reicht von $52-60$, bei Werten ≤ 51 gilt die Testperson als nicht-alexithym. Die TAS-20 besitzt sowohl eine gute interne Konsistenz (Cronbach's $\alpha = 0,81$) als auch eine hohe Retest-Reliabilität ($r = 0,77$), gemessen über einen Zeitraum von drei Wochen [91].

2.6 Datenerhebung, -auswertung und statistische Analyse

Im Vorfeld der empirischen Datenerhebung wurden entsprechende Ethikvoten* der Universität Ulm eingeholt. Die Versuchspersonen unterschrieben vor der jeweiligen Untersuchung eine schriftliche Einwilligungserklärung zur freiwilligen Teilnahme entsprechend der Vorgaben der Ethikkommission.

Die Auswertung der in dieser Arbeit erhobenen Daten erfolgte mit der Statistik- und Analysesoftware SPSS†. Neben der Berechnung deskriptiver Statistik und entsprechender Kenngrößen (Mittelwert, Median, Standardabweichung) wurde versucht, mittels induktiver Statistik allgemeingültige Aussagen zu erhalten. Für jedes in dieser Arbeit beschriebene Experiment wurde ein möglichst exakt passendes Modell aufgestellt, welches alle Abhängigkeiten und Effekte der Daten berücksichtigt. Aus diesem Grund finden hier verschiedene statistische Verfahren Verwendung und werden jeweils in den Kapiteln einzelner Experimente vorgestellt. Das allen Berechnungen zugrunde liegende Signifikanzniveau beträgt $\alpha = 0,05$.

*Anträge Nr. 35/06 und 245/08
†http://www.spss.com/de/

Kapitel 3

Stimulusgröße und Emotionserkennung

3.1 Einleitung

Zahlreiche Studien befassen sich mit der Untersuchung von Einflussgrößen auf die Erkennungsleistung mimisch expressiver Emotionsstimuli. Das in derartigen Studien [4, 19, 44] verwendete Stimulusmaterial ist in aller Regel von hoher Qualität, bezogen auf Faktoren wie z.B. die räumliche Auflösung. Im Zeitalter überwiegend computergestützter Testverfahren ist es allerdings notwendig, mögliche Auswirkungen verminderter Stimulusqualität auf die Erkennungsleistung bei der Bildschirmpräsentation emotionaler Stimuli zu untersuchen. Insbesondere für die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Experimente ist es von Belang, wie viel Information für den Betrachter notwendig ist, um eine Emotion zuverlässig dekodieren zu können bzw. inwieweit die Erkennungsleistung von der präsentierten Bildgröße abhängt.

Laut einer Studie von Loftus & Harley [73] resultiert eine Verkleinerung der Präsentationsgröße in einem Verlust von Bildinformation, wodurch die Differenzierung kleiner emotionaler Stimuli im Gegensatz zu großen erschwert wird. In anderen Studien wird angenommen, dass durch eine Verringerung der Bildgröße emotionale Reaktionen beeinflusst werden, da durch den verkleinerten Blickwinkel die Stimuli als weiter entfernt wahrgenommen werden und damit für den Betrachter als weniger relevant im Vergleich zu großen Stimuli erscheinen [15, 70]. Codispoti & De Cesarei konnten in ihren Studien [84, 22] einen Zusammenhang zwischen den körperlichen Reaktionen beim Betrachten

emotionaler Stimuli und der Präsentationsgröße dieser feststellen*. Bezogen auf die Erkennungsleistung emotionaler Stimuli ist die Datenlage hingegen widersprüchlich. Bereits Ende der 70er Jahre konnten Ekman et al. [29] zeigen, dass die Präsentationsgröße von emotionalen Stimuli keinen Einfluss auf die Einschätzung bzw. Wahrnehmung derselben hatte. Hager & Ekman [40] wiesen nach, dass verschiedene Emotionen sogar auf eine Entfernung bis über 45 Meter differenziert werden konnten. In seinen Anfang der 90er Jahre veröffentlichten Studien variierte Wallbott [111, 112] die Qualität von emotionalem Stimulusmaterial systematisch auf verschiedenen Ebenen und konnte ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Bildgröße und der Erkennungsleistung bzw. Intensitätsbewertung feststellen, ebenso wenig wie De Cesarei & Codispoti [23] in einer aktuellen Studie. Cunningham et al. [25] wiesen hingegen einen signifikanten Abfall der Erkennungsleistung bei der Präsentation äußerst kleiner dynamischer emotionaler Stimuli nach, wohingegen die Erkennungsleistung mittelgroßer und großer Stimuli weitestgehend konstant blieb.

Ziel dieses Experimentes war es, den Einfluss der Präsentationsgröße emotionaler Stimuli auf deren Erkennungsleistung zu untersuchen und die Frage zu klären, ob alle Emotionen gleichermaßen beeinflusst werden oder ob es sich um einen emotionsspezifischen Effekt handelt. Zu diesem Zweck wurden Probanden statische Stimuli verschiedener Emotionen präsentiert und deren Erkennungsleistung erfasst. Das Stimulusmaterial wurde dabei systematisch in seiner Größe variiert. Entsprechend dem aktuellen Stand der Forschung wurde die nachfolgende Hypothese abgeleitet.

Hypothese 3.1: *"Die Erkennungsleistung emotionaler Stimuli ist weitestgehend stabil und unabhängig von der Präsentationsgröße, fällt aber bei extrem kleinen Stimuli ab."*

*Die körperlichen Reaktionen wurden dabei mittels des Hautleitwerts bzw. ereigniskorrelierter Potentiale des EEG quantifiziert.

3.2 Material und Methodik

Beschreibung der Stichprobe

An dem Experiment nahmen insgesamt N=59 Probanden teil, die im Rahmen des Seminars "Medizinische Psychologie und Soziologie" unter den Studierenden rekrutiert wurden. Das Alter der Probanden lag zwischen 19 und 37 Jahren (M=22,0 Jahre; SA=3,1), 31 davon waren weiblichen Geschlechts (52,5%). Alle Versuchsteilnehmer verfügten über eine normale Sehstärke bzw. konnten durch verwendete Hilfsmittel (Brille, Kontaktlinse) eine normale Sehstärke vorweisen. Dies wurde im Vorfeld des Experiments anhand einer Sehtafel untersucht.

Stimulusmaterial

Als Stimulusmaterial dienten die Farbportraits des in Abschnitt 2.1 beschriebenen JACFEE/JACNeuF-Bildersatzes. Für die sechs untersuchten Emotionen (Ärger, Angst, Ekel, Freude, Trauer und Überraschung) wurden die Aufnahmen aller acht verfügbaren Darsteller verwendet. Im Vorfeld des Experiments erfolgte eine Skalierung[†] aller 48 Bilderpaare in sieben verschiedene Größen, entsprechend einer Bildhöhe von 32, 64, 128, 256, 512, 768 und 1024 Pixeln (px). Aufgrund des im Experiment verwendeten 19"-TFT-Monitors mit einer maximalen Auflösung von 1280 × 1024 Pixel betrug die maximale vertikale Größe 1024 Pixel. Abbildung 19 zeigt eine Übersicht dieser Präsentationsgrößen.

Ablauf des Experiments

Der Ablauf des Experiments folgte weitestgehend dem in Abschnitt 2.2 vorgestellten FEEL mit dem Unterschied, dass die Präsentationsgröße der Stimuli systematisch variiert wurde. Aus den 48 Bilderpaaren wurden in diesem Experiment wiederum sechs Bilder zur Einführung präsentiert, deren Bewertung in der statistischen Analyse nicht

[†]Die Skalierung der Bilder erfolgte anhand einer bikubischen Interpolation.

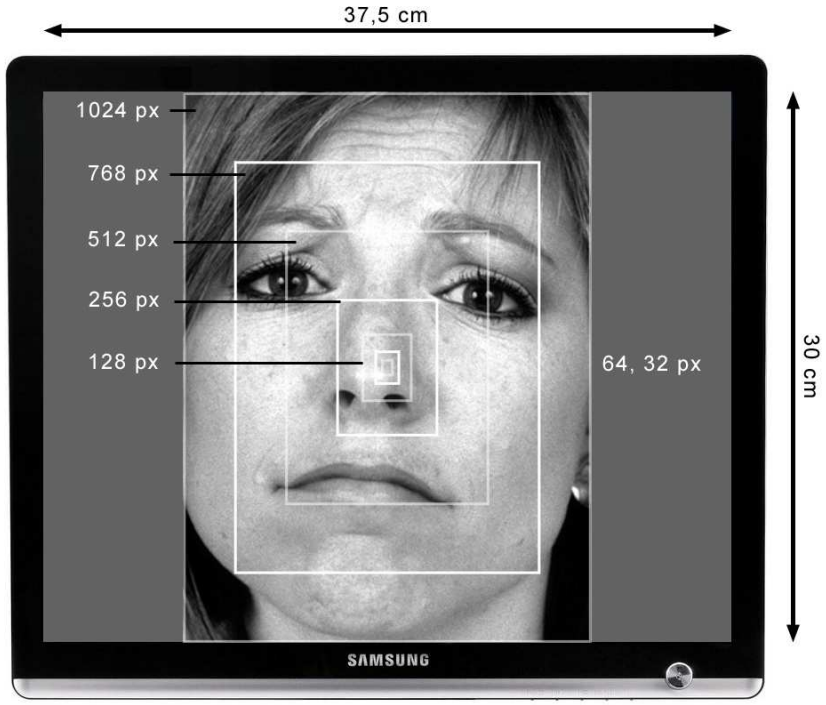

Abbildung 19: *Übersicht der im Experiment verwendeten Präsentationsgrößen mit entsprechenden Höhen von 32, 64, 128, 256, 512, 768 und 1024 Pixeln (hell umrandete Bereiche). Das Stimulusbild visualisiert hierbei das Größenverhältnis bei einer Darbietung mit einer Höhe von 1024 Pixeln. Die optimale Auflösung des verwendeten 19"-TFT-Monitors betrug 1280 × 1024 Pixel bei einer sichtbaren Bildschirmfläche von 30 cm (Höhe) × 37,5 cm (Breite).*

berücksichtigt wurde. Diese Stimuli hatten im Vergleich zu den im Anschluss präsentierten Bildern eine konstante Größe (500 Pixel). Aus den verbliebenen 294 skalierten Stimuli (6 Emotionen × 7 Darsteller × 7 Präsentationsgrößen) wurden die 42 im Experiment präsentierten Stimuli für jede Versuchsperson per Zufall ausgewählt, wobei jede der Emotion (Ärger, Angst, Ekel, Trauer, Freude, Überraschung) in sieben verschiedenen Größen dargeboten wurde (32, 64, 128, 256, 512, 768 und 1024 Pixel). Abbildung 20 stellt den visuellen Informationsgehalt der so erstellten Stimuli dar.

Zunächst erschien auf dem Bildschirm das Photo einer Person mit neutralem Gesichtsausdruck für eine Dauer von 1500 ms. Danach folgte eine Pause (1000 ms). Daraufhin



Abbildung 20: *Absoluter Informationsgehalt der emotionalen Stimuli entsprechend der im Experiment verwendeten Größen. Zum Vergleich sind die unterschiedlichen Größenbedingungen in identischer Abmessung dargestellt. Der Übersicht halber wurde auf eine Darstellung der Größen 768 und 1024 Pixel verzichtet.*

wurde am Bildschirm der Stimulus, also das Porträtphoto mit emotionalem Gesichtsausdruck derselben Person dargestellt (300 ms). Nach der Präsentation eines Stimulus erschienen auf dem Bildschirm sieben Auswahlfelder, von denen jeweils eines für eine der sechs Emotionen stand. Der Proband hatte nun die Aufgabe, sich innerhalb von zehn Sekunden per Mausklick für die richtige Emotion zu entscheiden. Konnte die Versuchsperson den präsentierten Stimulus keiner der sechs Emotionen zuweisen, bestand die Möglichkeit, ein siebtes Auswahlfeld anzuklicken ("nicht erkannt"). Bevor das nächste neutrale Photo vorgestellt wurde, erfolgte eine variable Pause zwischen vier und sechs Sekunden, um Gewöhnungseffekte zu vermeiden. Um sicherzustellen, dass sich die Versuchspersonen während der Untersuchung nicht in Richtung des Monitors hin- bzw. wegbewegten, wurde eine Kinn- bzw. Stirnstütze verwendet, die die Probanden in ihrer Position arretierte. Der Abstand der Probanden zum Monitor betrug exakt 55 cm. Um Reihenfolgeeffekte auszuschließen wurde die Abfolge der zu präsentierenden Photos und ihrer Präsentationsgröße per Zufallsgenerator bestimmt. Das Experiment wurde auf einem 19"-TFT-Bildschirm mit einer Auflösung von 1280 × 1024 Pixeln durchgeführt, was einer realen Präsentationsfläche von 37,5 × 30 cm entspricht. Tabelle 1 sind die entsprechenden Blickwinkel (horizontal und vertikal) zu entnehmen. Das Experiment verlief komplett computergestützt und dauerte jeweils circa 15 Minuten.

Tabelle 1: *Darstellung der Stimulusgrößen mit entsprechenden Blickwinkeln sowie den daraus resultierenden tatsächlichen Bildschirmabmessungen.*

Präsentationsgröße [Pixel]	Blickwinkel [°] vertikal/horizontal	Bildschirmgröße [cm]	Entfernung [m]
1024 × 760	28,1/21,0	30,0 × 22,3	0,42
768 × 570	21,2/15,9	22,5 × 16,7	0,58
512 × 380	14,3/10,6	15,0 × 11,1	0,88
256 × 190	7,2/5,3	7,5 × 5,6	1,78
128 × 95	3,6/2,7	3,8 × 2,8	3,57
64 × 48	1,8/1,4	1,9 × 1,4	7,15
32 × 24	0,9/0,7	0,9 × 0,7	14,3

Anmerkung: Wird von einer durchschnittlichen Größe des menschlichen Kopfes von ca. 22 cm ausgegangen, entsprechen die in der letzten Spalte angegebenen Werte der Entfernung (in Metern) eines Stimulus in Originalgröße. Angaben zur Präsentationsgröße in Pixeln, Blickwinkel in Grad, Bildschirmgröße in Zentimetern.

Datenauswertung und statistische Analyse

Aufgrund der Tatsache, dass jede Versuchsperson pro Emotions- und Größenkategorie lediglich ein Stimulusbild bewertet hat, wurde zur statistischen Analyse ein mehrfaktorielles verallgemeinertes lineares Modell [46] mit den Innersubjektfaktoren Emotion (Ärger, Angst, Ekel, Trauer, Freude, Überraschung) und Stimulusgröße (32, 64, 128, 256, 512, 768, 1024 Pixel) sowie dem Zwischensubjektfaktor Geschlecht der Probanden (männlich, weiblich) unter Berücksichtigung der Abhängigkeitsstrukturen der Daten berechnet. Zum Vergleich einzelner Größenkategorien wurden post-hoc-Analysen (Bonferroni) durchgeführt, zur Analyse der Häufigkeitsverteilung wurde ein χ^2-Test berechnet. Zur Berechnung des Zusammenhangs zwischen der Erkennungsleistung und der Reaktionszeit wurde ein Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman verwendet.

Um möglichst präzise Aussagen über die tatsächliche Erkennungsleistung in diesem Experiment treffen zu können, basierte die Berechnung des statistischen Modells nicht auf der Anzahl korrekt erkannter Stimuli, sondern auf mit den jeweiligen Schwierigkeitsindices der Stimuli (vgl. Abschnitt 2.3) gewichteten Werten. Im Vorfeld der statistischen Analyse wurde sichergestellt, dass sich die Schwierigkeitsindices der Stimuli

innerhalb der unterschiedlichen Größenkategorien nicht signifikant voneinander unterschieden. Die im Ergebnisteil dargestellten deskriptiven Werte basieren hingegen auf der tatsächlichen prozentualen Erkennungsleistung.

3.3 Ergebnisse

Emotionserkennung

Die Erkennungsraten emotionaler Stimuli unterschieden sich in Abhängigkeit der jeweiligen Präsentationsgröße signifikant voneinander, Wald $\chi^2_{(6,N=59)}$=65,67; p<0,001. Erwartungsgemäß zeigte sich in der Erkennungsleistung der verschiedenen Emotionen ebenfalls ein signifikanter Unterschied, Wald $\chi^2_{(5,N=59)}$=210,43; p<0,001. Männliche (M=79,6%; SA=7,5) und weibliche Versuchsteilnehmer (M=81,4%; SA=8,3) unterschieden sich in diesem Experiment bezüglich ihrer Erkennungsleistung nur unwesentlich, Wald $\chi^2_{(1,N=59)}$=0,69; p=0,41. Die Interaktionen zwischen dem Geschlecht der Probanden und den Faktoren Emotion (Wald $\chi^2_{(5,N=59)}$=5,34; p=0,38) und Stimulusgröße (Wald $\chi^2_{(6,N=59)}$=10,12; p=0,12) waren ebenfalls nicht signifikant. Demnach weisen Männer und Frauen ein ähnliches Muster in der Erkennung mimisch expressiver Emotion in Abhängigkeit der Faktoren Emotion und Stimulusgröße auf. Die Interaktion zwischen den Faktoren Emotion und Stimulusgröße war allerdings hochsignifikant (Wald $\chi^2_{(30,N=59)}$=95,81; p<0,001), wonach die verschiedenen Emotionen auf eine unterschiedliche Art und Weise von der jeweiligen Präsentationsgröße beeinflusst werden. Abbildung 21 stellt die Erkennungsleistung aller Emotionen in Abhängigkeit der Stimulusgröße dar.

Insgesamt konnte in diesem Experiment eine hohe Erkennungsleistung (M=80,6%; SA=7,9) beobachtet werden. In Abhängigkeit der jeweils vorliegenden Präsentationsgröße variierte diese zwischen 72,6% ('32 px') und 84,5% ('768 px'). Post-hoc-Analysen zeigten, dass sich die Erkennungsrate emotionaler Stimuli bei einer Präsentationsgröße

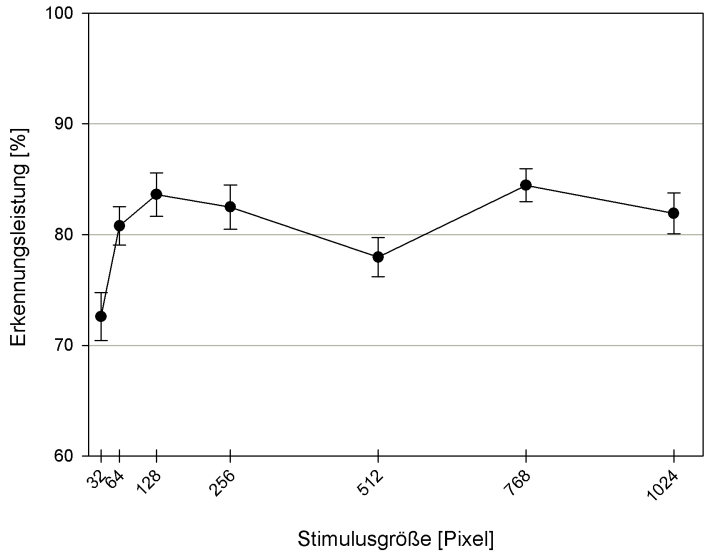

Abbildung 21: *Erkennungsleistung aller Emotionen in Abhängigkeit der Stimulusgröße. Die Ordinatenachse stellt die Erkennungsleistung der entsprechenden Stimulusgröße (Abszisse) in Prozent dar. Die vertikalen Balken visualisieren den Standardfehler des Mittelwerts.*

von '32 *px*' signifikant von allen anderen (mit Ausnahme der Präsentationsgröße '64 *px*' und '512 *px*') unterschied (p<0,05). Zwischen allen anderen Präsentationsgrößen konnte kein signifikanter Unterschied beobachtet werden.

Aufgrund der signifikanten Interaktion zwischen den Faktoren Emotion und Stimulusgröße wurden die Veränderungen der Erkennungsleistung in Abhängigkeit von der Präsentationsgröße in einem weiteren Analyseschritt auf emotionaler Ebene untersucht. Der Übersicht halber wurden die sieben Präsentationsgrößen hierfür in folgende Subkategorien eingeteilt:

- Nahdistanz ('768 *px*' und '1024 *px*')
- Mitteldistanz ('128 *px*', '256 *px*' und '512 *px*')
- Ferndistanz ('32 *px*' und '64 *px*')

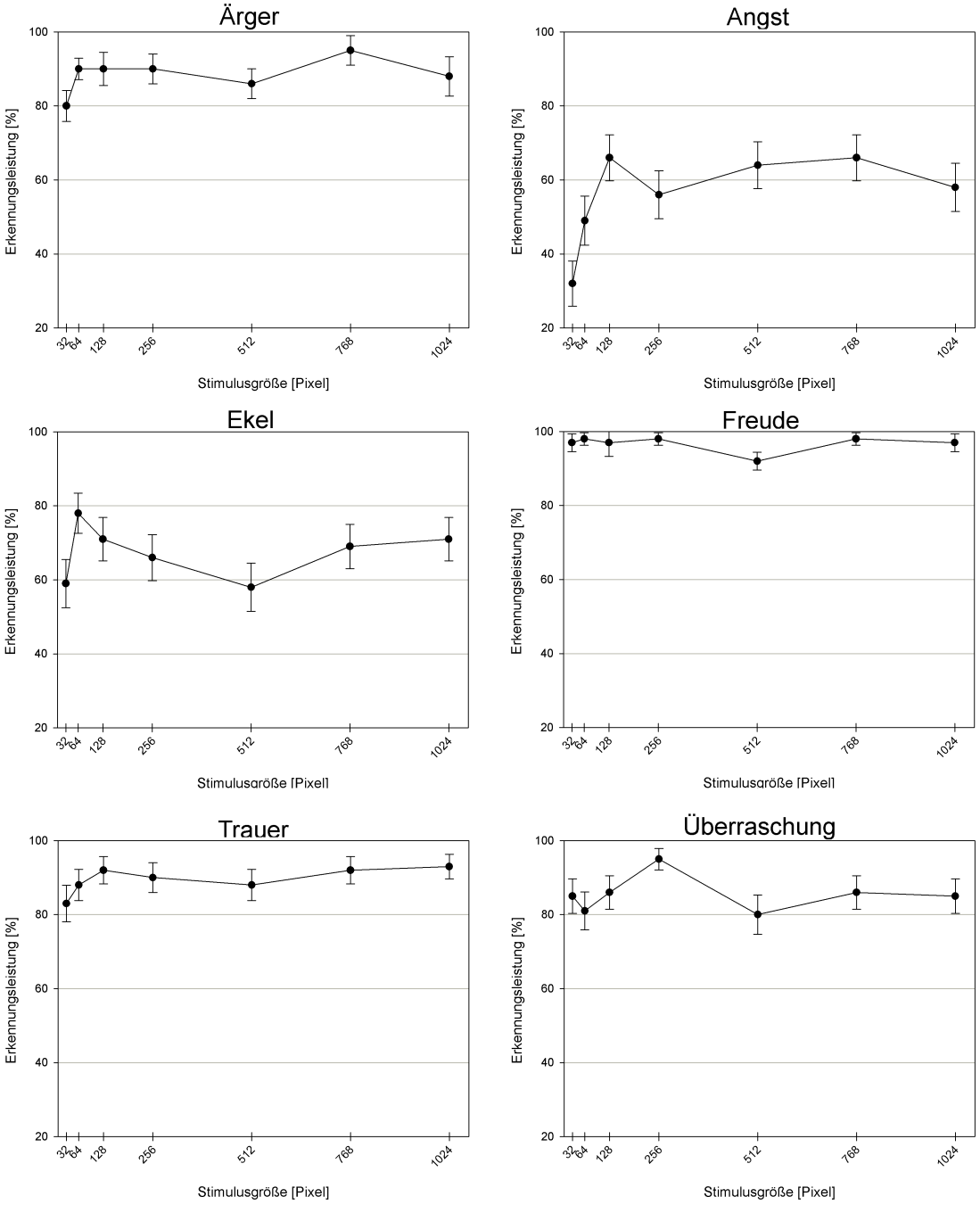

Abbildung 22: *Erkennungsleistung einzelner Emotionen nach Stimulusgröße getrennt. Die vertikalen Balken stellen den jeweiligen Standardfehler des Mittelwerts dar.*

Die Ergebnisse dieser Analyse sind Tabelle 2 zu entnehmen. Die Stimulusgröße beeinflusst demnach insbesondere die Erkennungsleistung der Emotionen Angst und Trauer. Eine detaillierte Darstellung der Ergebnisse auf emotionaler Ebene ist in Abbildung 22 wiedergegeben.

Tabelle 2: *Erkennungsleistung einzelner Emotionen in Abhängigkeit der Präsentationsgröße.*

Emotion	Nahdistanz	Mitteldistanz	Ferndistanz	Effekt der Stimulusgröße
Ärger	91,5 (2,7)	88,7 (2,9)	84,8 (3,7)	n.s.
Angst	61,9 (4,6)	62,2 (4,1)	40,7 (4,9)	p<0,001
Ekel	70,3 (5,0)	65,0 (4,7)	68,6 (4,7)	n.s.
Freude	97,5 (1,4)	95,5 (1,7)	97,5 (1,4)	n.s.
Trauer	92,4 (2,9)	89,8 (2,3)	85,6 (3,2)	0,016
Überraschung	85,6 (3,4)	87,0 (2,7)	83,1 (3,9)	n.s.
Total	83,2 (1,3)	81,4 (1,3)	76,7 (1,6)	p<0,001

Anmerkung: Standardfehler des Mittelwerts in Klammern, alle Angaben in Prozent. Die sieben Präsentationsgrößen sind der Übersicht halber in drei Subkategorien aufgeteilt: Nahdistanz ('768 *px*' und '1024 *px*'), Mitteldistanz ('128 *px*', '256 *px*' und '512 *px*') sowie Ferndistanz ('32 *px*' und '64 *px*').

Verwechslungsscore

Tabelle 3 stellt die Verwechslungsscores aller Emotionen getrennt nach den Größenkategorien Nah-, Mittel- und Ferndistanz gegenüber. Trotz einer gleichmäßigen Verteilung der Stimuli über alle Emotionskategorien hinweg, unterschied sich die Anzahl ausgewählter Emotionskategorien insbesondere für die Mittel- und Ferndistanz signifikant (p<0,01). Für Stimuli der Nahdistanz war dieser Effekt weniger stark ausgeprägt, aber dennoch signifikant (p<0,05). Auffällig erscheinen hierbei insbesondere die Erkennungsraten der Emotion Angst. Derartige Stimuli wurden bei kleiner Präsentationsgröße (Ferndistanz) signifikant häufiger mit Überraschung verwechselt als bei einer größeren Darstellung (Nahdistanz).

Tabelle 3: *Verwechslungsscores einzelner Emotionen in Abhängigkeit der Stimulusgröße, aufgeteilt in die Subkategorien 'Nahdistanz', 'Mitteldistanz' und 'Ferndistanz'.*

Emotion	Ärger	Angst	Ekel	Freude	Trauer	Überraschung	⌀
Nahdistanz							
Ärger	**91,5**	2,5	2,5	-	3,4	-	-
Angst	-	**61,9**	28,0	-	0,8	9,3	-
Ekel	28,0	-	**70,3**	-	0,8	0,8	-
Freude	-	0,8	1,7	**97,5**	-	-	-
Trauer	2,5	3,4	-	-	**92,4**	-	1,7
Überraschung	0,8	11,9	0,8	-	-	**85,6**	0,8
Insgesamt	20,5	13,4	17,2	16,2	16,2	16,0	0,4
N	145	95	122	115	115	113	3
Residuum	27,0	-23,0	4,0	-3,0	-3,0	-5,0	-
Mitteldistanz							
Ärger	**88,7**	2,3	1,7	-	5,1	-	2,3
Angst	1,7	**62,1**	23,7	-	0,6	11,9	-
Ekel	30,5	2,8	**65,0**	-	1,7	-	-
Freude	1,1	-	0,6	**95,5**	-	2,8	-
Trauer	4,5	2,3	2,3	-	**89,8**	1,1	-
Überraschung	-	9,6	2,8	-	-	**87,0**	0,6
Insgesamt	21,1	13,2	16,0	15,9	16,2	17,1	0,5
N	224	140	170	169	172	182	5
Residuum	47,0	-37,0	-7,0	-8,0	-5,0	5,0	-
Ferndistanz							
Ärger	**84,7**	1,7	3,4	-	7,6	-	2,5
Angst	2,5	**40,7**	33,1	0,8	2,5	20,3	-
Ekel	24,6	0,8	**68,6**	0,8	2,5	-	2,5
Freude	-	0,8	0,8	**97,5**	-	0,8	-
Trauer	1,7	6,8	3,4	-	**85,6**	0,8	1,7
Überraschung	-	15,3	0,8	-	0,8	**83,1**	-
Insgesamt	18,9	11,0	18,4	16,5	16,5	17,5	1,1
N	134	78	130	117	117	124	8
Residuum	16,0	-40,0	12,0	-1,0	-1,0	6,0	-

Anmerkung: Angaben zur Erkennungsleistung in Prozent. Weiterhin ist die absolute Häufigkeit der Auswahl einzelner Emotionskategorien (N) aufgelistet und deren Differenz zur erwarteten Häufigkeit (N=118 für die Nah- und Ferndistanz, N=177 für die Mitteldistanz). ⌀='nicht erkannt'.

Reaktionszeiten

Erwartungsgemäß unterschieden sich die Reaktionszeiten bei der Beurteilung der verschiedenen Emotionskategorien signifikant voneinander, Wald $\chi^2_{(5,N=59)}$=237,56; p<0,001. Die Emotionen Freude (M=1133 ms) und Überraschung (M=1555 ms) wurden insgesamt am schnellsten erkannt, gefolgt von Trauer (M=1904 ms), Ekel (M=1945 ms), Ärger (M=2060 ms) und Angst (M=2192 ms). Zwischen den Reaktionszeiten und der Erkennungsleistung konnte ein signifikanter Zusammenhang beobachtet werden (r=-0,303**; p<0,001; N=2478).

Die Präsentationsgröße hatte hingegen keinen Einfluss auf die Reaktionszeiten, Wald $\chi^2_{(6,N=59)}$=5,70; p=0,46. Ebenso unterschieden sich männliche (M=1783 ms; SA=1305) und weibliche Versuchsteilnehmer (M=1813 ms; SA=1293) bezüglich ihrer Reaktionszeiten nicht signifikant voneinander, Wald $\chi^2_{(1,N=59)}$=0,05; p=0,82. Zwischen dem Haupteffekt Emotion und den Faktoren Probandengeschlecht (Wald $\chi^2_{(5,N=59)}$=15,23; p<0,01) sowie Stimulusgröße (Wald $\chi^2_{(30,N=59)}$=77,78; p<0,001) konnten jedoch signifikante Interaktionen beobachtet werden. Demnach unterscheiden sich die Reaktionszeiten männlicher und weiblicher Probanden in der Beurteilung der verschiedenen Emotionskategorien signifikant.

3.4 Diskussion

Diese Studie hatte die Untersuchung eines möglichen Einflusses der Präsentationsgröße emotionaler Stimuli auf deren Erkennungsleistung zum Gegenstand. Unsere Hypothese konnte bestätigt werden, wonach die Erkennungsleistung weitestgehend stabil verläuft und erst ab einer sehr kleinen Präsentationsgröße signifikant einbricht. Die Ergebnisse stehen damit im Einklang mit den Daten von Cunningham et al. [25], welcher in seiner Studie ähnliche Größenkategorien verwendet hat (512, 256, 128, 64, 32 und 16 Pixel). Dort hat sich die Erkennungsleistung ebenfalls ab einer Präsentationsgröße von 32 Pi-

xeln signifikant verschlechtert. Die Tatsache, dass in den älteren Studien von Ekman et al. [29], Hager & Ekman [40] sowie Wallbott [111, 112] kein signifikanter Unterschied in der Erkennungsleistung zwischen den verschiedenen Größenbedingungen gefunden werden konnte, könnte darin begründet liegen, dass selbst die kleinsten in diesen Studien präsentierten Stimulusgrößen immer noch größer waren als die kleinste Präsentationsgröße (32 Pixel) in der vorliegenden Studie. In der Studie von Ekman [29] bewerteten die Versuchspersonen beispielsweise Videosequenzen emotionalen Verhaltens, die entweder in einem größeren Maßstab beziehungsweise in $\frac{1}{5}$ der Originalgröße dargestellt wurden. Wallbott [111] variierte die Stimulusgröße zwar auf vier Stufen (Originalgröße, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$ und $\frac{1}{16}$ der Originalgröße), doch die kleinste Größenbedingung war ebenfalls größer als die in unserem Experiment präsentierten 32 Pixel.

Die Frage, ob der Einbruch der Erkennungsleistung bei der kleinsten Präsentationsbedingung aufgrund des geringen Blickwinkels, des geringen Informationsgehaltes (vgl. Abbildung 20) oder einer Kombination aus beidem zustande kommt, kann mit dem vorliegenden Datensatz nicht beantwortet werden. Wallbott [111] konnte in seiner Studie beispielsweise einen signifikanten Unterschied in der Erkennungsleistung bzw. Intensitätsbewertung emotionaler Stimuli zeigen, wenn die räumliche Auflösung (*Spatial Resolution*) bzw. die im Stimulusmaterial enthaltene Anzahl an Graustufen (*Contrast Resolution*) variiert wurde. Eine Verkleinerung der Bildgröße wie in unserem Experiment entspricht im weitesten Sinne auch einer Veränderung der räumlichen Auflösung, zusätzlich wird aber auch der Blickwinkel verändert. De Cesarei & Codispoti [23] konnten einen ähnlichen Effekt nachweisen, da eine Veränderung des Informationsgehaltes unabhängig vom Blickwinkel die emotionale Bewertung der Stimuli beeinflusste. Bei der Betrachtung unserer Ergebnisse ist weiterhin zu berücksichtigen, dass die Interpretation auf eine Stimuluspräsentation am Computerbildschirm limitiert ist, da aufgrund der begrenzten Auflösung (ein Pixel entspricht einer Größe von etwa 0,3 × 0,3 mm) eine Übertragung auf realistische Verhältnisse nicht gegeben ist.

Der Abfall der Erkennungsleistung in Abhängigkeit von der Präsentationsgröße war ausschließlich bei den Emotionen Angst und Trauer signifikant. Dies könnte darin begründet sein, dass Angst im Allgemeinen die am schlechtesten erkannte Emotion darstellt [61]. Die erschwerten Bedingungen einer kleinen Präsentationsgröße könnten sich auf diese bereits im Grunde schwer zu erkennende Emotion in besonderem Maße auswirken. Bei Trauer könnte ein anderer Mechanismus ausschlaggebend sein: dies ist die Emotion mit der geringsten (physiognomonischen) Veränderung der Mimik bezogen auf das neutrale Gesicht. Dadurch könnte bei einer kleinen Präsentationsgröße die Differenzierung erschwert werden.

In einer Folgestudie sollte ein Vergleich zwischen statischen und dynamischen Stimuli durchgeführt werden mit der Fragestellung, ob die Erkennungsleistung dynamischer Sequenzen bei kleiner Präsentationsgröße im selben Maße abfällt wie diejenige der statischen Stimuli. Aufgrund des höheren intrinsischen Informationsgehaltes dynamischer Stimuli (Bewegungsinformation) könnten diese jedoch eine höhere Erkennungsleistung selbst bei minimaler Stimulusgröße aufweisen. Dies ist gemäß der Studie von Cunningham et al. [25] allerdings nicht zu erwarten. Das in dieser Studie verwendete Stimulusmaterial lässt sich mit unserem jedoch nur schwer vergleichen. Weiterhin sollte in Folgestudien eine präzisere Variation der Größenbedingungen (z.B. kleinere Intervalle im Bereich < 64 Pixel) durchgeführt werden, insbesondere um diejenigen Bereiche einzugrenzen, in denen die Erkennungsleistung einbricht. Nichtsdestotrotz bleibt festzuhalten, dass die Fähigkeit, auf einem Bildschirm präsentierte mimisch expressive Gesichter zu erkennen, weitestgehend unabhängig von der dargestellten Größe ist.

Kapitel 4

Zeitliche Charakteristik von Emotionen

4.1 Einleitung

Zur Erfassung der individuellen Erkennungsfähigkeit mimisch expressiver Emotionen ist eine Präsentation dynamischer Stimuli realistischer als die Präsentation von statischen Stimuli. Bei der Erforschung emotional expressiver Gesichter finden bislang allerdings überwiegend statische Stimuli Verwendung [19, 44]. Die Darstellung von Emotionen anhand solcher Stimuli unterscheidet sich aufgrund der fehlenden Bewegungsinformation erheblich von Situationen, wie sie im Alltag auftreten. Der zeitliche Verlauf einer mimisch expressiven Emotion wird in verschiedene Phasen unterteilt [52], welche in Abbildung 23 dargestellt sind:

- Onset-Phase: Intensitätszunahme des emotionalen Gesichtsausdrucks
- Apex-Phase: unveränderte emotionale Intensität
- Offset-Phase: Intensitätsabnahme des emotionalen Gesichtsausdrucks

Statische Stimuli bieten lediglich eine Momentaufnahme des in Abbildung 23 visualisierten Verlaufs einer mimisch expressiven Emotion. Aus diesem Grund mangelt es derartigem Stimulusmaterial an ökologischer Validität [21]. Abhilfe bietet die Verwendung dynamischer Stimuli, welche durch das Vorhandensein zusätzlicher Bewegungsinformation die ökologische Validität erhöhen und darüber hinaus weitere Vorteile aufweisen: Zum einen zeigen aktuelle Studien neurobiologischer Bildgebung [66, 68, 100] und Computermodellierung [49], dass bei der Verarbeitung dynamischer Stimuli im Vergleich zur Erkennung anhand statischer Reize mehr Hirnregionen aktiv sind. Der

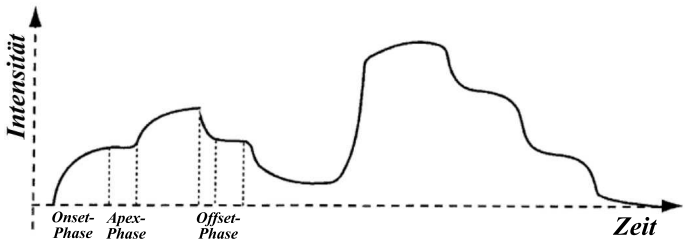

Abbildung 23: *Ablauf einer mimisch expressiven Emotion nach [52]. Die Abszisse stellt den zeitlichen Verlauf der Emotion dar, die Ordinate deren Intensität.*

Einsatz dynamischer Stimuli liefert somit möglicherweise zusätzliche Informationen, die zur Aufklärung der zugrunde liegenden Mechanismen der Emotionsverarbeitung bzw. -wahrnehmung dienen könnten. Zum anderen existieren empirische Studien, wonach die Erkennungsleistung dynamischer Stimuli höher liegt als die von statischen oder multi-statischen emotionalen Reizen [4, 47, 114, 115].

Einige der angeführten Studien konnten durch die Verwendung dynamisch expressiver Gesichtsausdrücke (anhand von Videoaufnahmen) bereits aussagekräftige Ergebnisse erzielen [4, 47, 50, 96]. Allerdings lässt sich anhand dieses Stimulusmaterials die Frage nach der zeitlichen Charakteristik von Emotionen nur bedingt beantworten, da es sich um gestellte Emotionen handelt und das Verhältnis von Onset, Apex und Offset nicht zwangsläufig realistische Bedingungen widerspiegelt. Probleme bezüglich der ökologischen Validität können auch durch die Verwendung von, mittels Morphingalgorithmen synthetisierten, dynamischen Stimuli entstehen. So wurden in einer Studie z.B. unnatürlich langsame Sequenzen präsentiert [13], wohingegen in einer anderen Studie [68] zwei unterschiedliche Emotionen (Ärger und Angst) mit einer einheitlichen Dauer von jeweils 1,5 s dargestellt wurden, obwohl keine Untersuchungen über die tatsächliche Dauer expressiver Aktivität verschiedener Emotionen vorliegen.

Obwohl Bassili [8] und Ekman & Friesen [30] bereits vor langer Zeit auf die Bedeutung dynamischer Informationen bei der Erforschung mimisch expressiver Emotionen hingewiesen haben, sind Untersuchungen der zeitlichen Charakteristik emotionaler Gesichtsausdrücke nach wie vor aktueller Forschungsgegenstand. Es existieren nur wenige Studien, welche Aussagen über den zeitlichen Aspekt emotionaler Gesichtsausdrücke treffen [57, 101, 92]. Kamachi et al. [57] berichteten in ihrer 2001 veröffentlichten Studie, dass spezifische Zeitintervalle für die Präsentationsdauer von Emotionssequenzen existieren, in denen die Erkennungsleistung am höchsten ist (z.B wurde Überraschung bei einer sehr kurzen (0,2 s), Trauer bei einer sehr langen Dauer (3,4 s) am besten erkannt). Sato & Yoshikawa [101] untersuchten die subjektiv von den Versuchspersonen wahrgenommene Natürlichkeit dynamischer Emotionssequenzen in Abhängigkeit der Präsentationsdauer und konnten feststellen, dass sich diese zwischen den jeweiligen Emotionen unterschied (z.B. wurden die Emotionen Überraschung bzw. Trauer als am natürlichsten eingestuft, wenn diese sehr kurz (255 ms) bzw. sehr lang (1020 ms) dargestellt wurden).

Ziel dieser Studie war es, Zeitintervalle für die optimale Präsentationsdauer dynamischer Emotionssequenzen zu ermitteln um eine möglichst realistische Darstellung mimisch expressiver Emotionen zu ermöglichen. Ein besonderes Augenmerk lag dabei auf der Beantwortung der Frage, ob die mittels des FEMT synthetisierten Emotionssequenzen als realistisch wahrgenommen werden, bzw. ob diese Stimuli annähernd realen Bedingungen entsprechen. Auf den bereits angeführten Studien [57, 101, 92] aufbauend, wurden folgende Hypothesen abgeleitet:

Hypothese 4.1: *"Die Präsentationsdauer, in der eine Emotionssequenz als am natürlichsten bzw. realistischsten bewertet wird, unterscheidet sich zwischen den verschiedenen Emotionen signifikant."*

Hypothese 4.2: *"Die optimale Präsentationsdauer der Emotionen Angst und Überraschung ist deutlich kürzer als die der Emotion Trauer."*

Zu diesem Zweck wurden den Versuchspersonen synthetisierte Sequenzen von sechs Emotionen (Ärger, Angst, Ekel, Freude, Trauer und Überraschung) präsentiert, deren Realismus bzw. Natürlichkeit einzuschätzen war. Die Studie wurde dabei in zwei Teilexperimente untergliedert. Experiment 1 fokussierte auf die Bewertung der Onset-Phase emotionaler Sequenzen, wohingegen in Experiment 2 sowohl Onset- als auch Offset-Phasen von Emotionssequenzen bewertet werden mussten.

4.2 Material und Methodik

Das in dieser Studie verwendete Stimulusmaterial wurde mit Hilfe des in Abschnitt 2.4 vorgestellten Facial Expression Morphing Tool (FEMT) generiert. Als Ausgansbasis für die Synthese der Emotionssequenzen dienten die Stimuli des JACFEE/JACNeuF-Bildersatzes (siehe Abschnitt 2.1). Durch die Aneinanderreihung einer variablen Anzahl von Zwischenbildern wurden für die jeweiligen Darsteller des JACFEE/JACNeuf-Bildersatzes Videosequenzen unterschiedlicher Länge erzeugt, die entweder die Entwicklung einer Emotion ausgehend vom neutralen Gesichtsausdruck (Onset) oder das Verschwinden der Emotion aus dem Gesicht (Offset) visualisierten. Die Bildwiederholfrequenz betrug dabei konstant 25 Bilder pro Sekunde, was einer Präsentationsdauer von exakt 40 ms pro Einzelbild entspricht. Aufgrund der gewählten Bildwiederholfrequenz wurden die so erstellten Videosequenzen (unabhängig von der jeweiligen Länge) stets als flüssig wahrgenommen. Zur qualitativen Optimierung der Sequenzen wurde auf verschiedene Techniken des Facial Expression Morphing Tools zurückgegriffen. Mit Hilfe multipler Ebenen konnte die Transformation auf diejenigen Gesichtsbereiche beschränkt werden, die für eine mimisch expressive Emotion relevante Informationen enthalten. Weiterhin ermöglichte die Verwendung zusätzlicher Ebenen und spezieller

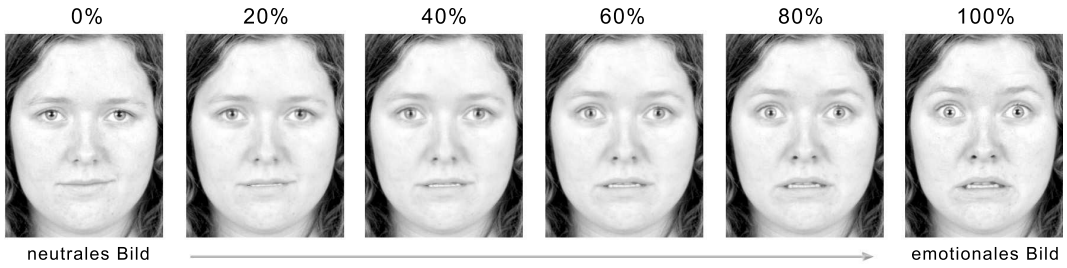

Abbildung 24: *Einzelbilder einer Videosequenz der Emotion "Angst". Die beiden Ausgangsbilder (links & rechts) stellen den neutralen (0% Intensität) bzw. emotionalen Gesichtsausdruck dar (100% Intensität), die vier Zwischenbilder zeigen den Übergang vom neutralen hin zum emotionalen Gesichtsausdruck (20-80% Intensität). Die Aneinanderreihung der sechs Einzelbilder resultiert in einer Videosequenz der Länge 240 Millisekunden.*

Glättungsalgorithmen die Synthese von Sequenzen mit realistischen Übergängen, z.B. die naturgetreue Darstellung eines sich öffnenden Mundes. Alle in dieser Studie verwendeten Emotionssequenzen wurden in Farbe dargestellt. Abbildung 24 zeigt sowohl die Ausgangsbilder als auch vier synthetisierte Zwischenbilder einer derartigen Emotionssequenz.

4.3 Experiment 1: Zeitliche Charakteristik emotionaler Onsets

In Experiment 1 wurde untersucht, ob und inwieweit die Entstehungsdauer eines emotionalen Gesichtsausdrucks (Onset) die subjektiv empfundene Realität bzw. Natürlichkeit der Emotionssequenz beeinflusst. Dazu wurde den Versuchspersonen eine Vielzahl von Paaren emotionaler Videosequenzen präsentiert und diese mussten entscheiden, welche der Sequenzen sie jeweils als natürlicher bzw. realistischer empfanden. Ziel dieses Experiments war es, diejenige Präsentationsdauer zu ermitteln, in der jede Emotion am natürlichsten wahrgenommen wird bzw. die Frage zu klären, ob verschiedene Emotionen über eine unterschiedliche zeitliche Charakteristik verfügen.

4.3.1 Material und Methodik

Beschreibung der Stichprobe

An dem Experiment nahmen N=49 Studenten teil, die aus dem Seminar "Medizinische Psychologie und Soziologie" rekrutiert wurden. Die Versuchspersonen unterschrieben eine schriftliche Einwilligungserklärung zur freiwilligen Teilnahme an der Untersuchung entsprechend der Vorgaben der Ethikkommission der Universität Ulm. Die Probanden waren zwischen 19 und 35 Jahren alt (M=21,8 Jahre; SA=2,8), 30 davon waren weiblichen Geschlechts (61,2%).

Stimulusmaterial

Ausgehend von den Bildern verschiedener Darsteller mit neutralem und emotionalem Gesichtsausdruckes des JACFEE/JACNeuF-Bildersatz wurden mit Hilfe des FEMT Videosequenzen erzeugt, in denen sich die jeweilige Emotion im Gesicht entwickelt (Onset). Für jede der sechs untersuchten Emotionen (Ärger, Angst, Ekel, Freude, Trauer und Überraschung) wurden dabei Videosequenzen eines männlichen und eines weiblichen Darstellers in unterschiedlicher Länge (6, 16, 26, 51 oder 76 Einzelbilder) synthetisiert. Bei der gewählten Bildwiederholfrequenz von 25 Einzelbildern je Sekunde entspricht dies Videosequenzen mit einer Dauer von 240, 640, 1040, 2040 and 3040 Millisekunden (ms). Jede der sechs Emotionen wurde somit von zwei Darstellern (männlich, weiblich) in fünf unterschiedlichen Präsentationsdauern dargestellt. Dies entspricht einer Anzahl von insgesamt 60 Videosequenzen (6 Emotionen $\times$ 2 Darsteller $\times$ 5 Präsentationsdauern).

Ablauf des Experiments

Um zu untersuchen, wie realistisch die Entstehung eines emotionalen Ausdrucks in Abhängigkeit der jeweiligen Präsentationsdauer d_i (mit i=240, 640, 1040, 2040 und 3040 ms) wahrgenommen wird, wurden den Versuchspersonen in diesem Experiment

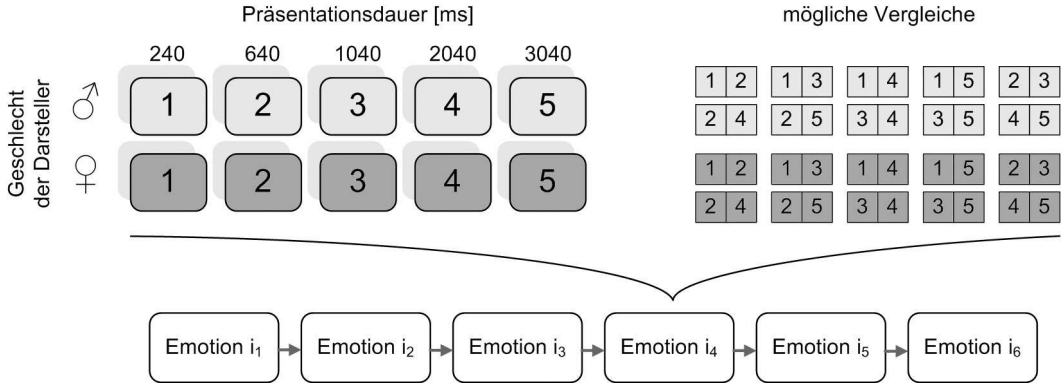

Abbildung 25: *Kombinationsmöglichkeiten der Stimuli: Für jede Emotion wurden Sequenzen von je zwei Darstellern (männlich, weiblich) und unterschiedlicher Präsentationsdauer (240, 640, 1040, 2040 und 3040 ms) synthetisiert (oben links). Die paarweise Anordnung dieser zehn Sequenzen ergibt insgesamt 20 Vergleiche für jede der untersuchten Emotionen (oben rechts), welche sequentiell in Blöcken präsentiert wurden (unten).*

jeweils zwei Videosequenzen (d_1, d_2) desselben Darstellers, aber unterschiedlicher Dauer ($d_1 \neq d_2$) präsentiert. Die paarweise Darbietung (k=2) emotionaler Sequenzen unterschiedlicher Präsentationsdauer (n=5) resultiert unter Berücksichtigung aller Kombinationsmöglichkeiten in 10 Vergleichen ($\frac{n!}{(n-k)!\cdot k!} = 10$). Aufgrund der Verwendung zweier Darsteller (männlich und weiblich) ergibt dies insgesamt 20 Vergleiche je Emotion. Dies ist in Abbildung 25 visualisiert.

Die Versuchspersonen hatten sich bei jedem dieser 20 Vergleiche (pro Emotion) zu entscheiden, welche der beiden Sequenzen sie als natürlicher bzw. realistischer empfanden. Die Entscheidung wurde durch das Anklicken einer von zwei Schaltflächen ("Sequenz Nr. 1" oder "Sequenz Nr. 2") getroffen. Die Darstellung der Sequenzen erfolgte für die unterschiedlichen Emotionen in aufeinander folgenden Blöcken. Jeder diese Blöcke enthielt nur Sequenzen einer Emotion, so dass z.B. eine Versuchsperson zuerst einen "Freude"-Block, gefolgt von einem "Angst"-Block usw. zu beurteilen hatte. Die Reihenfolge der Blöcke war randomisiert, ebenso wie die Anordnung der 20 Vergleiche innerhalb eines Blockes. Zu Beginn eines Blockes wurde der Name der Emotion, welche

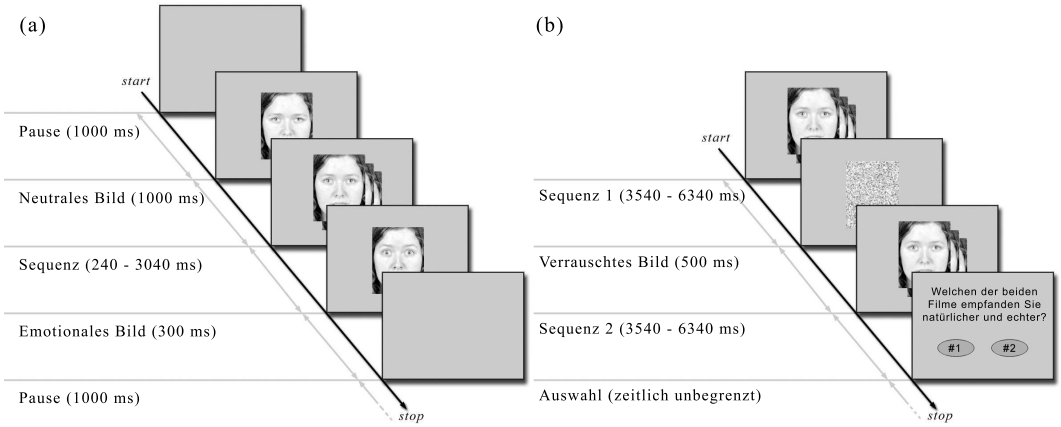

Abbildung 26: *Übersicht des experimentellen Ablaufs: Die linke Seite (a) zeigt den Ablauf der Präsentation einer einzelnen Emotionssequenz, eingebettet in Bilder eines neutralen und emotionalen Gesichtsausdruckes. Die rechte Seite (b) stellt die Präsentation der Stimuli in einem Testdurchlauf dar, wobei die beiden emotionalen Sequenzen durch ein verrauschtes Bild in der Mitte getrennt wurden.*

im Folgenden zu bewerten war, auf dem Bildschirm eingeblendet. Wie Abbildung 26 zu entnehmen ist, war der Ablauf der dynamischen Sequenz in einen neutralen (für die Dauer von 1000 ms davor) und emotionalen Gesichtsaudruck (für die Dauer von 300 ms danach) des Darstellers eingebettet. Dies lag darin begründet, dass sich die Versuchspersonen so an die Physiognomie des jeweiligen Darstellers gewöhnen konnten und die Bewegung nicht zu abrupt endete. Zwischen den zwei zu vergleichenden Sequenzen wurde für 500 Millisekunden ein "verrauschtes Bild" eingeblendet, um vom visuellen Inhalt der zuerst gesehenen Sequenz abzulenken.

Im Vorfeld des Experiments wurden die Versuchspersonen instruiert, ihre jeweilige Entscheidung für eine Videosequenz ohne Berücksichtigung der Intensität oder technischen Qualität derselben zu treffen. Vielmehr wurden sie dazu angehalten, sich die Videosequenzen gewissenhaft anzuschauen und lediglich den zeitlichen Aspekt zu bewerten. Das Experiment wurde auf einem Win2K/XP-System mit einer eigens dafür entwi-

ckelten Software (implementiert in Borland Delphi 6.0*) durchgeführt und dauerte in etwa 30 Minuten. Jeder Proband bewertete insgesamt 120 Paare von Videosequenzen (20 Vergleiche für jede der sechs Emotionen). Die Stimuli wurden dabei auf einem 17"-CRT†-Monitor in einer Auflösung von 800 × 600 Pixeln und einer Farbtiefe von 24 *bit* präsentiert. Der Abstand vom Bildschirm betrug in etwa 60 Zentimeter, was einem Blickwinkel von 9,9° in horizontaler Richtung und 12,7° in vertikaler Richtung entspricht (bei einer durchschnittlichen Abmessung der Videosequenzen von 260 × 335 Pixeln).

4.3.2 Ergebnisse

Insgesamt waren in diesem Experiment von jeder Versuchsperson 120 Vergleiche (20 Vergleiche × 6 Emotionen) zu bewerten. Bei jedem dieser Vergleiche hatten sich die Probanden zu entscheiden, welche der beiden Sequenzen sie als natürlicher bzw. realistischer empfanden. Der jeweils vom Probanden bevorzugten Sequenz eines Vergleichs wurde 1 Punkt gegeben, der anderen keiner. Jede der fünf Präsentationsdauern wurde pro Emotion insgesamt acht Mal präsentiert (vgl. Abbildung 25) und konnte somit eine maximale Punktanzahl von 8 erhalten. Eine Versuchsperson, die beispielsweise die 20 Vergleiche eines "Freude"-Blocks bewertet hat, hat die Sequenz mit der Dauer von 240 ms vier Mal ausgewählt (4 Punkte), die 640 ms Sequenz acht Mal (8 Punkte), die 1040 ms Sequenz fünf Mal (5 Punkte), die 2040 ms Sequenz drei Mal (3 Punkte), aber nie die 3040 ms Sequenz (Punktanzahl = 0).

Die absoluten Häufigkeiten der selektierten Präsentationsdauern aller N=49 Versuchspersonen sind in Tabelle 1 für alle Emotionen wiedergegeben. Beim Blick auf die Tabelle fällt auf, dass Sequenzen mit den Präsentationsdauern 640 und 1040 ms insgesamt am häufigsten selektiert wurden.

*http://www.borland.com/de/
†CRT=cathode ray tube

Tabelle 1: *Absolute Häufigkeitsverteilung selektierter Sequenzen aller N=49 Versuchsteilnehmer.*

Emotion	240 ms	640 ms	1040 ms	2040 ms	3040 ms	Σ
Ärger	113	243	260	213	151	980
Angst	193	275	246	162	104	980
Ekel	153	276	260	172	119	980
Freude	147	294	256	173	110	980
Trauer	55	199	268	250	208	980
Überraschung	263	282	235	121	79	980
Σ	924	1569	1525	1091	771	5880

Anmerkung: Pro Emotion waren insgesamt 980 Vergleiche zu bewerten (N=49 Probanden × 20 Vergleiche).

Da bei dieser Auswertung die Tatsache nicht berücksichtigt wurde, dass bei einer Bewertung zweier "unnatürlicher" Sequenzen (z.B. Angst mit einer Dauer von 2040 und 3040 ms) eine Auswahl für die vermeintlich "realistischere" Sequenz getroffen werden musste, wurden in einem zweiten Analyseschritt lediglich die jeweiligen Maxima der absoluten Häufigkeiten berücksichtigt. Hierbei erhielt für jede Emotionskategorie ausschließlich diejenige Präsentationsdauer einen Punkt, welche von den Versuchsteilnehmern am häufigsten selektiert wurde. Im oben angeführten Beispiel der Bewertung eines "Freude"-Blocks würde also die Sequenz der Dauer 640 ms einen Punkt erhalten, alle anderen keinen. Für den Sonderfall, dass zwei oder mehrere verschiedene Präsentationsdauern gleich oft selektiert wurden, erhielt jede dieser einen Punkt. Abbildung 27 zeigt die so entstandene Verteilung aller N=49 Probanden. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass sich die am häufigsten selektierten Präsentationsdauern zwischen den verschiedenen Emotionen unterscheiden. Dies kann als erster Anhaltspunkt dafür gesehen werden, dass die sechs Emotionen eine spezifische zeitliche Charakteristik besitzen. Weiterhin fällt auf, dass nur wenige Probanden Sequenzen der Emotionen Angst und Überraschung als natürlich bzw. realistisch wahrgenommen haben, wenn diese länger als eine Sekunde präsentiert wurden. Wie bereits Tabelle 1 zu entnehmen war, wurden die Präsentationsdauern von 640 bzw. 1040 ms insgesamt am häufigsten gewählt.

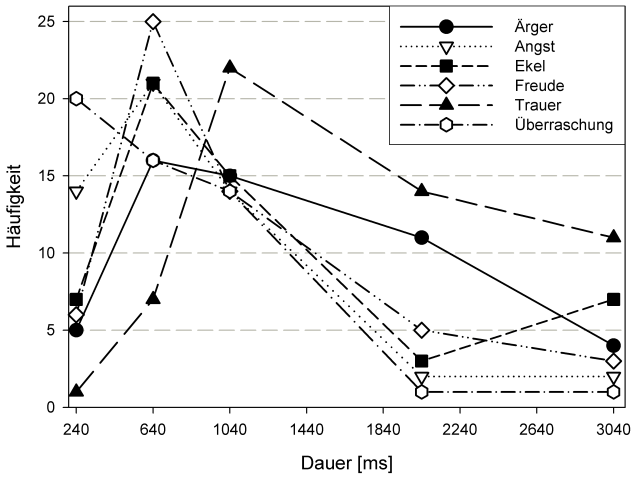

Abbildung 27: *Absolute Häufigkeit der als am realistischsten wahrgenommenen Präsentationsdauer aller N=49 Versuchsteilnehmer nach Emotionen getrennt. Auf der x-Achse ist die Präsentationsdauer in Millisekunden aufgetragen, die y-Achse gibt die jeweilige Häufigkeit an (Wertebereich zwischen 0 und 49 bei N=49 Probanden).*

Um eine bessere Vergleichbarkeit der zeitlichen Charakteristik zwischen den einzelnen Emotionskategorien zu erhalten, wurde in einem weiteren Analyseschritt ein Präferenz-Score berechnet. Der Begriff "Präferenz" steht in diesem Zusammenhang stellvertretend für die Bevorzugung einer Versuchsperson für lange oder kurze Präsentationsdauern. Selektierte ein Proband in einem Vergleich die Sequenz mit längerer Präsentationsdauer, wurde der Präferenz-Score (ausgehend von dem Startwert 0) um den Wert 1 inkrementiert. Wurde die Sequenz mit der kürzeren Präsentationsdauer bevorzugt, blieb der Präferenz-Score unverändert. Der so berechnete Präferenz-Score kann bei den 20 zu bewertenden Vergleichen einer Emotion somit einen Wert zwischen 0 und 20 annehmen (ein Wert von 0 bedeutet, dass der Proband bei allen Vergleichen die schnelleren Sequenzen bevorzugt hat, ein Wert von 20 bedeutet hingegen die Bevorzugung der langsamen Sequenzen). Abbildung 28 zeigt die Verteilung des Präferenz-Scores aller N=49 Versuchsteilnehmer für alle Emotionen.

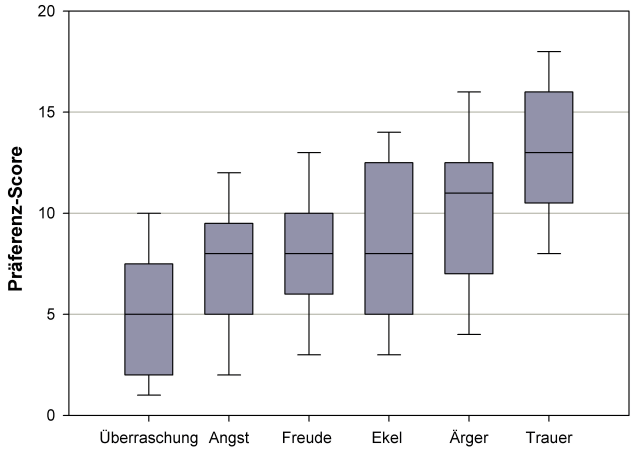

Abbildung 28: *Boxplots des berechneten Präferenz-Scores aller N=49 Versuchsteilnehmer nach Emotionen getrennt (Wertebereich: 0 bis 20; ein Wert von 0 bedeutet hierbei, dass der Proband allesamt die schnelleren bzw. kürzeren Sequenzen favorisiert hat; ein Wert von 20 zeigt, dass ein Proband allesamt die langsamen Sequenzen bevorzugt hat).*

Zur statistischen Analyse wurde ein allgemeines lineares Modell mit dem Innersubjektfaktor Emotion (Ärger, Angst, Ekel, Freude, Trauer und Überraschung) und dem Zwischensubjektfaktor Geschlecht der Probanden (männlich, weiblich) berechnet. Diese Analyse zeigte, dass sich die Emotionen hinsichtlich ihrer Präferenz-Scores signifikant voneinander unterscheiden, $F_{(5;43)}$=16,61; p<0,001. Männer ($M_{\male}$=8,25) weisen zwar einen niedrigeren Score auf als weibliche Probanden ($M_{\female}$=8,95), dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant, $F_{(1;47)}$=1,17; p=0,29. Die Interaktion zwischen den Faktoren Emotion und Geschlecht der Probanden ist ebenfalls nicht signifikant, $F_{(5;43)}$=0,79; p=0,56. Multiple post-hoc Vergleiche unter Verwendung einer Bonferroni-Korrektur zeigten, dass Überraschung (M=5,02) einen signifikant kleineren Score (p<0,05) als alle anderen Emotionen besitzt, mit Ausnahme der Emotion Angst. Angst (M=7,25) unterscheidet sich signifikant (p<0,05) von allen anderen Emotionen, mit Ausnahme von Ekel, Freude und Überraschung. Freude (M=8,14), Ekel (M=8,51) und Ärger (M=10,23) unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Trauer (M=12,92) hingegen besitzt einen signifikant höheren Score als alle anderen Emotionen (p<0,05).

Um auszuschließen, dass eine Tendenz für die Auswahl der jeweils ersten oder zweiten Sequenz das Ergebnis verfälscht haben könnte, wurde die Anzahl der Selektionen erster und zweiter Sequenzen miteinander verglichen. Diese wurden ähnlich häufig selektiert. Das Verhältnis betrug 9,92 zu 10,08 ($t_{(293)}$=0,59; p=0,56). Somit konnte ein Reihenfolgeeffekt ausgeschlossen werden.

4.4 Experiment 2: Differentielle Dauer von On- und Offsets

Das zweite Experiment wurde durchgeführt, um möglichst exakte Aussagen über die zeitliche Charakteristik dynamischer Sequenzen emotionaler On- und Offsets treffen zu können. Hierzu wurden Sequenzen verwendet, in denen sich eine Emotion ausgehend von einem neutralen Ausdruck im Gesicht entwickelt (Onset) oder ein emotionaler Ausdruck aus dem Gesicht verschwindet (Offset). Die Versuchsteilnehmer sollten die Präsentationsdauer dieser Sequenzen solange verändern, bis diese als maximal realistisch bzw. natürlich wahrgenommen wurden.

4.4.1 Material und Methodik

Beschreibung der Stichprobe

An diesem Experiment nahmen N=124 Freiwillige teil. n=84 Probanden im Alter von 19 bis 61 Jahren (M=21,9 Jahre; SA=6,3) bewerteten Sequenzen emotionaler Onsets, n=40 Probanden im Alter von 19 bis 56 Jahren (M=24,4 Jahre; SA=6,9) bewerteten emotionale Offsets. Keiner der Versuchsteilnehmer wurde in Experiment 1 getestet. 60 der untersuchten Probanden emotionaler Onsets waren weiblichen Geschlechts (71.4%), bei der Untersuchung emotionaler Offsets nahmen 21 weibliche Probanden teil (52.5%). Bezüglich der psychischen und physischen Belastungen lag die Stichprobe insgesamt im unauffälligen Bereich (GSI=0,54; SA=0,44).

Stimulusmaterial

Im Gegensatz zu Experiment 1 wurden zur Synthese emotionaler Sequenzen sämtliche Bilder des JACFEE/JACNeuF-Bildersatzes der sechs Emotionen (Ärger, Angst, Ekel, Freude, Trauer und Überraschung) verwendet. Somit standen insgesamt 48 Bilderpaare (6 Emotionen $\times$ 8 Darsteller) zur Verfügung, die entsprechend der ethnischen Herkunft (kaukasisch oder japanisch) und des Geschlechts der Darsteller ausbalanciert wurden. Ausgehend von den Bilderpaaren mit neutralem und emotionalem Gesichtsausdruck wurden mit Hilfe des FEMT dynamische Sequenzen erzeugt, in denen die Emotion im Gesicht entsteht (Onset) oder aus dem Gesicht verschwindet (Offset). Hierfür wurden für jeden Darsteller emotionale Sequenzen mit jeweils unterschiedlicher Zeitdauer synthetisiert (mit jeweils 6 bis 76 Einzelbilder bei einem Inkrement von 5 Bildern und einer Bildrate von 25 Einzelbildern/s). Daraus resultierten 15 emotionale Sequenzen für jeden Darsteller, mit einer Präsentationsdauer zwischen 240 und 3040 Millisekunden (mit einem jeweiligen Inkrement von 200 Millisekunden). Insgesamt wurden somit 720 Sequenzen (48 Darsteller $\times$ 15 Videoclips) erzeugt, sowohl für emotionale On- und Offsets.

Ablauf des Experiments

Die Versuchspersonen wurden einzeln mit Hilfe einer eigens entwickelten Darbietungssoftware getestet. Die Dauer des Experiments betrug in etwa 15 Minuten. Im Vorfeld der Untersuchung füllten die Probanden drei Fragebögen aus: den Emotion Regulation Questionnaire (ERQ), die Toronto-Aleyithymie-Skala (TAS-20) sowie die Symptom-Checkliste SCL-90-R.

Im Anschluss wurden den Probanden insgesamt 48 emotionale Sequenzen präsentiert (8 Darsteller $\times$ 6 Emotionen), die je nach vorheriger Gruppenzuteilung entweder das Entstehen (Onset) oder das Verschwinden (Offset) einer Emotion im Gesicht darstellten.

Die Versuchsteilnehmer wurden instruiert, die Präsentationsdauer der Sequenzen solange zu verändern, bis sie die Sequenz als maximal realistisch wahrgenommen haben. Die Dauer konnte durch wiederholtes Betätigen von "schneller"- oder "langsamer"-Schaltflächen variiert werden. Anhand von insgesamt sechs Schaltflächen konnten die Probanden mit dem System interagieren: vier Schaltflächen dienten zur Veränderung der Präsentationsdauer (in Schritten von $\pm$200 bzw. 600 Millisekunden), eine Schaltfläche diente zur Wiederholung der soeben gezeigten Sequenz und eine weitere Schaltfläche zum Bestätigen der aktuell vorliegenden Dauer als die am maximal realistischsten wirkende.

Wie bereits in Experiment 1 wurden die dynamischen Sequenzen wiederum in statische Bilder eingebettet. Vor Beginn der Sequenz wurde entweder ein neutrales Bild (Onset) oder ein emotionales Bild (Offset) für die Dauer von 1000 Millisekunden präsentiert. Im Anschluss daran folgte der emotionale Gesichtsausdruck (Onset) bzw. der neutrale Gesichsausdruck (Offset) für wiederum 300 ms. Die Reihenfolge der 48 Sequenzen war randomisiert. Die Präsentationsdauer der jeweils ersten Sequenz war ebenfalls randomisiert (zwischen 240 und 3040 Millisekunden). Der Name der jeweiligen Emotion wurde am oberen Bildschirmrand eingeblendet. Die Versuchsteilnehmer konnte eine Sequenz beliebig oft wiederholen, bis sie die Sequenz als maximal realistisch empfanden. Die Software für dieses Experiment wurde in Delphi 2005 entwickelt und ist auf Win2k/XP-Systemen lauffähig. Die Präsentation erfolgte auf 19"-TFT Monitoren bei einer verwendeten Auflösung von 800 $\times$ 600 Pixeln und einer Farbtiefe von 24 *bit*. Die Distanz zum Bildschirm betrug in etwa 60 Zentimeter, was einem Blickwinkel von 11,4° horizontal und 15,6° vertikal entspricht (durchschnittliche Abmessung der Sequenzen 260 $\times$ 335 Pixel). Der Ablauf des Experimentes ist in Abbildung 29 visualisiert.

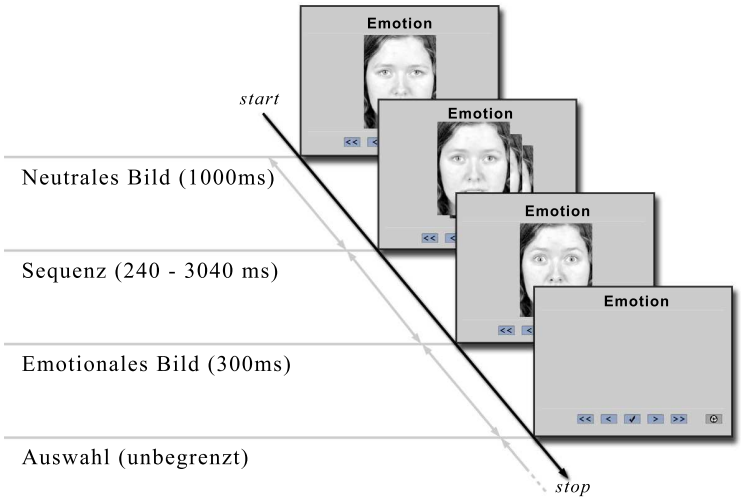

Abbildung 29: *Die Grafik zeigt den Ablauf einer Sequenz (emotionaler Onset). Die dynamische Sequenz ist dabei in ein vorher gezeigtes neutrales Bild und ein im Anschluss daran gezeigtes emotionales Bild eingebettet. Anhand der Schaltflächen am unteren Bildrand konnten die Versuchspersonen die Geschwindigkeit der Sequenzen verändern.*

Datenauswertung und statistische Analyse

Zur statistischen Auswertung wurde ein linear gemischtes Modell [117] unter Berücksichtigung der Abhängigkeitsstruktur der Daten gewählt. Dabei wurden die Faktoren Emotion (Ärger, Angst, Ekel, Freude, Trauer und Überraschung), das Geschlecht (männlich, weiblich) und die ethnische Herkunft der Darsteller (kaukasisch, japanisch) sowie das Geschlecht der Probanden untersucht. Aufgrund der Verteilung der Daten wurden diese im Vorfeld der Auswertung für die Verwendung im statistischen Modell logarithmisch transformiert.

4.4.2 Ergebnisse

Emotionale Onsets

Die statistische Analyse zeigte, dass sich die Präsentationsdauer, in denen eine Sequenz als maximal realistisch wahrgenommen wird, signifikant zwischen den Emotionen un-

terscheidet, $F_{(5;3923)}$=121,81; p<0,001. Ebenso konnte ein signifikanter Geschlechtsunterschied bei den Versuchsteilnehmern bezüglich der Bewertung emotionaler Sequenzen festgestellt werden ($F_{(1;82)}$=4,24; p<0,05), sowie eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren Emotion und Geschlecht der Probanden, $F_{(5;3923)}$=7,05; p<0,001. Demnach bewerteten männliche und weibliche Probanden die einzelnen Emotionskategorien unterschiedlich. Die ethnische Herkunft der Darsteller hatte keinen Einfluss auf die Bewertung der Sequenzen ($F_{(1;3923)}$=0,57; p=0,45), wohl aber das Geschlecht der Darsteller, $F_{(1;3923)}$=4,36; p<0,05.

Tabelle 2 stellt die wichtigsten deskriptiven Kenngrößen aller Emotionskategorien getrennt nach Geschlecht der Probanden dar. Weiterhin ist der Parameterschätzer des von uns berechneten statistischen Modells wiedergegeben. Trauer wurde demnach am realistischsten bzw. am natürlichsten wahrgenommen, wenn die emotionale Sequenz verhältnismäßig langsam dargestellt wurde ($M_{♂}$=1028 ms; $M_{♀}$=1270 ms). Im Gegensatz dazu stehen die Emotionen Überraschung ($M_{♂}$=647 ms; $M_{♀}$ =657 ms) und Angst ($M_{♂}$=610 ms; $M_{♀}$=822 ms), welche am natürlichsten wahrgenommen wurden, wenn diese relativ schnell dargeboten wurden. Die Beurteilung der Emotionen Ärger, Ekel und Freude lag dazwischen. Abbildung 30 zeigt die Verteilung der bevorzugten Präsentationsdauern aller Emotionen, getrennt nach Geschlecht. Männliche Probanden ($M_{♂}$=806 ms) tendieren im Vergleich zu weiblichen Probanden ($M_{♀}$=947 ms) dazu, emotionale Sequenzen als realistischer einzustufen, wenn diese schneller dargestellt werden. Diese Unterschiede traten insbesondere bei den Emotionen Angst, Ekel und Trauer auf.

Emotionale Offsets

Die bevorzugten Präsentationsdauern emotionaler Offsets unterscheiden sich ebenso wie die der Onsets signifikant zwischen den sechs Emotionen, $F_{(5;1855)}$=35,20; p<0,001. Weibliche Probanden stuften im Vergleich zu männlichen Versuchteilnehmern längere

Tabelle 2: *Deskriptive Kenngrößen aller Emotionen nach Geschlecht getrennt. Die Mittelwerte können als optimale Präsentationszeit emotionaler Sequenzen verwendet werden.*

	Emotionale Onsets				Emotionale Offsets			
Emotion	N	Mittelwert (SA)	Median	Parameter-schätzer	N	Mittelwert (SA)	Median	Parameter-schätzer
Männer								
Ärger	24	896 (448)	740	735	19	1458 (606)	1540	1236
Angst	24	611 (356)	515	483	19	1283 (566)	1190	1077
Ekel	24	797 (351)	703	670	19	1227 (567)	1040	1040
Freude	24	857 (419)	653	707	19	1279 (597)	1340	1036
Trauer	24	1029 (456)	903	862	19	1681 (676)	1615	1437
Überraschung	24	647 (419)	528	504	19	1002 (414)	915	845
Frauen								
Ärger	60	997 (419)	953	829	21	1714 (670)	1690	1510
Angst	60	822 (431)	728	650	21	1705 (683)	1815	1481
Ekel	60	1032 (389)	1015	892	21	1559 (723)	1440	1335
Freude	60	901 (353)	915	761	21	1615 (728)	1715	1374
Trauer	60	1270 (419)	1240	1122	21	1838 (723)	1765	1604
Überraschung	60	658 (377)	540	528	21	1338 (725)	1090	1114

Anmerkung: Alle Zeitangaben in Millisekunden. N=Stichprobengröße. SA=Standardabweichung. Die Angaben der Spalte 'Parameterschätzer' liefern - basierend auf der Schätzfunktion des statistischen Modells - Rückschlüsse auf den Mittelwert der statistischen Grundgesamtheit.

Sequenzen wiederum als realistischer ein, allerdings war dieser Effekt nicht signifikant ($F_{(1;38)}$=3,43; p=0,072), ebenso wie die Interaktion zwischen den Faktoren Emotion und Geschlecht der Probanden, $F_{(5;1855)}$=2,14; p=0,059. Die Haupteffekte ethnische Herkunft ($F_{(1;1855)}$=1,60; p=0,207) und Geschlecht der Darsteller ($F_{(1;1855)}$=2,80; p=0,094) waren nicht signifikant, ebenso wenig deren Interaktion mit dem Faktor Emotion. Die charakteristischen Kenngrößen inklusive der Parameterschätzer des statistischen Modells sind in Tabelle 2 wiedergegeben. Die Präsentationsdauer, in der Sequenzen der Emotion Trauer ($M_{♂}$=1681 ms, $M_{♀}$=1838 ms) am realistischsten wahrgenommen wurden, war wiederum länger als die aller anderen Emotionen. Überraschung ($M_{♂}$=1002 ms, $M_{♀}$=1338 ms) hingegen wurde ebenfalls wiederum als am natürlichsten empfunden, wenn die entsprechenden Sequenzen schneller dargeboten wurden als die aller anderen Emotionen. Die optimale Präsentationsdauer der Emotionen Ärger, Angst, Ekel und Freude lag in einem Zeitfenster zwischen 1200 und 1700 Millisekunden. Abbildung 30 (rechte Seite) stellt die Verteilung dieser Daten dar.

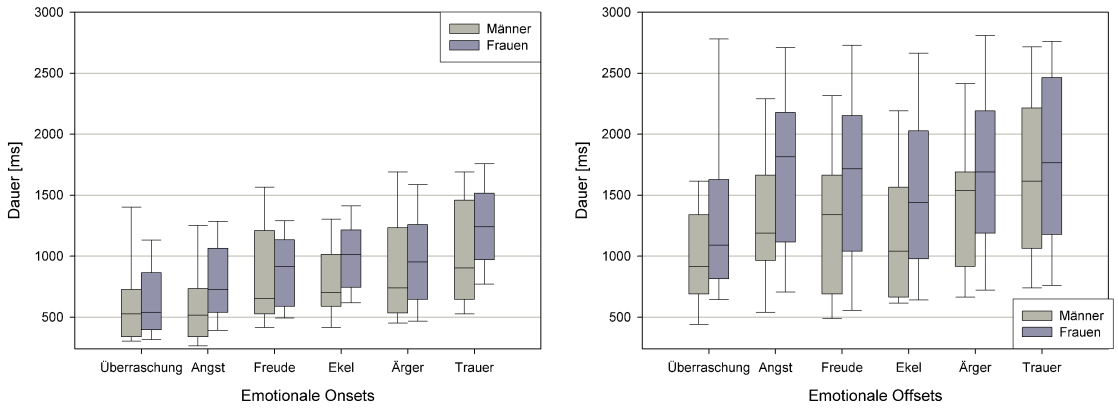

Abbildung 30: *Boxplots der bevorzugten Präsentationsdauern aller Emotionen nach Geschlecht getrennt. Auf der x-Achse sind die Emotionskategorien aufgetragen, auf der y-Achse die entsprechenden Präsentationsdauern zwischen 240 und 3040 Millisekunden. Die Grafik auf der linken Seite stellt die Ergebnisse emotionaler Onsets, die Grafik auf der rechten Seite die Ergebnisse emotionaler Offsets dar.*

Fragebögen

Zwischen den Skalen der Toronto-Alexithymie-Skala (TAS-20) und der Einschätzung der emotionalen On- und Offsets konnte kein signifikanter Zusammenhang gefunden werden. Die insgesamt n=28 Probanden, die laut TAS-20 im Übergangsbereich zur Alexithymie bzw. als alexithym eingestuft wurden, unterschieden sich in ihrer Bewertung nicht wesentlich im Vergleich zu nicht-alexithymen Versuchsteilnehmern. Ein Zusammenhang zwischen den Subskalen 'Schwierigkeit in der Erkennung von Gefühlen' und 'Schwierigkeit bei der Beschreibung von Gefühlen' konnte ebenfalls nicht festgestellt werden. Zwischen den Subskalen 'Suppression' und 'Reappraisal' des Emotion Regulation Questionnaire (ERQ) und der Einschätzung der dynamischen Reize konnte ebenso kein signifikanter Zusammenhang beobachtet werden. Ein Zusammenhang zwischen den Subskalen der SCL-90-R und der Bewertung emotionaler Sequenzen konnte nicht festgestellt werden.

4.5 Diskussion

Experiment 1: Zeitliche Charakteristik emotionaler Onsets

Die Ergebnisse von Experiment 1 zu emotionalen Onsets legen nahe, dass verschiedene Emotionen bei unterschiedlichen Präsentationsdauern als am natürlichsten bzw. realistischsten wahrgenommen werden. Die am häufigsten selektierten Präsentationsdauern waren 640 und 1040 Millisekunden. Interessanterweise wurden die Emotion Angst und Überraschung nur selten als realistisch wahrgenommen, wenn die Dauer der emotionalen Sequenz mehr als eine Sekunde betrug. Im Gegensatz dazu wurde Trauer als am realistischsten bewertet, wenn die Darbietungszeit mehr als eine Sekunde betrug. Eine Einschränkung in der Interpretierbarkeit der gewonnenen Daten liegt darin begründet, dass die Beurteilung der dynamischen Sequenzen anhand von lediglich fünf verschiedenen Präsentationsdauern keine exakte Aussage über deren wahre zeitliche Charakteristik erlaubt. Eine methodische Schwachstelle liegt darüber hinaus in der Tatsache begründet, dass immer eine der beiden präsentierten Sequenzen ausgewählt werden musste, unabhängig davon, ob diese auch als realistisch bzw. natürlich angesehen wurde (z.B. Überraschung mit einer Dauer von 2040 bzw. 3040 Millisekunden). Um dies zu verhindern, hätte eine dritte Antwortmöglichkeit hinzugefügt werden können, für den Fall, dass keine der dargestellten Sequenzen von den Versuchsteilnehmern als realistisch wahrgenommen wurde. Dieses Problem konnte zwar durch die Berechnung des Präferenz-Scores teilweise minimiert werden, aber dennoch können die Ergebnisse dieses Experimentes nur als vorläufig betrachtet werden. Aus diesem Grund wurde ein zweites Experiment durchgeführt um die zeitliche Charakteristik emotionaler Sequenzen präziser erfassen zu können.

Experiment 2: Differentielle Dauer emotionaler On- und Offsets

Die vorliegenden Daten bestätigen die Befunde des ersten Experiments, wonach unterschiedliche Emotionen eine spezifische zeitliche Charakteristik besitzen. Das für die

Entstehung eines emotionalen Gesichtsausdrucks ermittelte Zeitfenster liegt den Parameterschätzern unseres statistischen Modells zufolge zwischen 480 und 1120 Millisekunden. Die in Tabelle 2 dargestellten Zeitangaben sind weitaus präziser als die Ergebnisse von Experiment 1, die Verteilung der Daten in beiden Experimenten ist jedoch recht ähnlich. Trauer (860-1120 ms), Überraschung (500-530 ms) und Angst (480-650 ms) stellen die Emotionen mit der längsten bzw. kürzesten Onset-Dauer dar. Das Zeitfenster für eine realistische Darbietung der Emotionen Ärger, Ekel und Freude liegt zwischen 670 bis 890 Millisekunden. Die Zeitfenster für die optimale Präsentationsdauer emotionaler Offsets unterscheiden sich ebenfalls signifikant zwischen den verschiedenen Emotionskategorien. Überraschung (850-1110 ms) und Trauer (1440-1600 ms), die beiden Emotionen mit der kürzesten bzw. längsten Onset-Dauer, besitzen ebenfalls die kürzeste bzw. längste Offset-Dauer. Die Zeitfenster emotionaler Offsets für Ärger, Angst, Ekel und Freude liegen zwischen 1040 und 1510 Millisekunden.

Die optimalen Präsentationsdauern emotionaler Offsets sind im Vergleich zu denen entsprechender Onset-Sequenzen signifikant länger. Dies könnte möglicherweise die Tatsache widerspiegeln, dass in realen Situationen auftretende Emotionen in der Regel schneller auftauchen, als sie verschwinden. Weiterhin könnte dies darin begründet liegen, dass es wichtiger ist, Emotionen bereits während ihrer Entstehung zu erkennen, nicht erst dann, wenn sie aus dem Gesicht verschwinden. Weibliche Versuchsteilnehmer bevorzugten im Vergleich zu männlichen Probanden über alle Emotionkategorien hinweg längere Präsentationsdauern, sowohl bei den On- als auch bei den Offset-Sequenzen. Dieser Unterschied war unerwartet, zumal in Experiment 1 kein Geschlechtsunterschied beobachtet werden konnte.

Eine methodische Einschränkung des Experiments, insbesondere bei der Darbietung emotionaler Offsets, stellt die begrenzte Anzahl bzw. die zu geringe Spanne der zur Auswahl stehenden Präsentationsdauern dar. Die Offset-Sequenzen nahezu aller Emo-

tionen (mit Ausnahme von Überraschung) wurden oftmals bei der maximalen Präsentationsdauer von 3040 Millisekunden als natürlich bzw. realistisch bewertet. Demnach ist nicht sichergestellt, dass die gewählte Zeitachse (240 - 3040 ms) für die Einschätzung der zeitlichen Charakteristik der emotionalen Sequenzen ausreicht. Zur Bestätigung der in dieser Studie ermittelten optimalen Zeitfenster für emotionale Offsets sollten Folgestudien Sequenzen in einer größeren zeitlichen Spanne darbieten.

Allgemeine Diskussion

Diese Studie leistet durch die Bereitstellung der zeitlichen Charakteristik emotionaler Abläufe einen wichtigen Beitrag zur Erforschung mimisch expressiven Verhaltens. Basierend auf den vorgestellten Daten können zukünftig realistischere Emotionssequenzen synthetisiert werden. Die Präsentationsdauer, in der eine Emotionssequenz als am natürlichsten bzw. realistischsten bewertet wird, unterscheidet sich zwischen den verschiedenen Emotionen sowohl für die Onset- als auch für die Offset-Phase signifikant, somit kann Hypothese 4.1 als bestätigt angesehen werden. Ebenso wurde Hypothese 4.2 bestätigt, wonach die Emotionen Angst und Überraschung im Gegensatz zur Emotion Trauer bei einer deutlich kürzeren Präsentationsdauer als am realistischsten wahrgenommen werden. Die Ergebnisse dieser Studie sind mit denen anderer Studien vergleichbar. Allerdings hebt sich diese Studie im Vergleich zu den Arbeiten von Kamachi et al. [57] und Sato & Yoshikawa [101] dadurch hervor, dass der Einfluss einer Vielzahl von Präsentationsdauern auf insgesamt sechs Emotionen anhand eines reliablen und validen Stimulusmaterials (JACFEE) untersucht wurde.

Kamachi et al. [57] zeigten in ihrer 2001 veröffentlichten Studie, dass die Erkennungsleistung emotionaler Sequenzen in Abhängigkeit ihrer Präsentationsdauer variiert. Die für eine optimale Erkennungsleistung ermittelten Präsentationsdauern lagen für die Emotionen Trauer (3400 ms) und Überraschung (200 ms) im selben relativen Zeitbereich wie in unserer Studie. Die für die Erkennung optimale Präsentationsdauer

der Emotion Ärger war mit einem Wert von 900 ms mit den Ergebnissen unserer Studie nahezu identisch. Darüber hinaus konnten Kamachi et al. zeigen, dass Versuchspersonen dazu tendieren, einen emotionalen Gesichtausdruck als Überraschung wahrzunehmen, wenn dieser in einer kurzen Dauer präsentiert wurde. Diese Ergebnisse unterstützen demnach die Annahme, dass die zeitliche Charakteristik emotionaler Gesichtsausdrücke ein wesentliches Merkmal zur Erkennung mimisch expressiver Ausdrücke ist. Sato und Yoshikawa [101] stellten 2004 eine Studie vor, in der die Versuchsteilnehmer die Natürlichkeit emotionaler Onsets von sechs Emotionen in Abhängigkeit unterschiedlicher Präsentationsdauern zu beurteilen hatten. Obgleich in dieser Studie lediglich vier Präsentationsdauern (255 ms, 510 ms, 1020 ms und 2040 ms) verwendet wurden, sind die Ergebnisse von Sato & Yoshikawa den unseren sehr ähnlich. Sowohl Überraschung, als auch in kleinerem Ausmaß die Emotion Angst wurden am natürlichsten wahrgenommen, wenn diese verhältnismäßig kurz präsentiert wurden (255 ms). Im Gegensatz dazu wurde Trauer als am natürlichsten wahrgenommen, wenn die Präsentationsdauer der Sequenz relativ lang gewesen ist (1020 ms).

Pollick et al. [92] veröffentlichten 2003 eine Studie zur zeitlichen Charakteristik realer emotionaler Abläufe. Anhand eines 3D-Punktlicht-Verfahrens wurden Videoaufnahmen emotionaler Onsets erstellt und daraus der zeitliche Verlauf verschiedener Emotionen (Ärger, Freude, Trauer und Überraschung) ermittelt. Die Ergebnisse stehen weitestgehend im Einklang mit denen unserer Studie. Die Entstehungsdauer der Emotion Überraschung (858 ms) war insgesamt am kürzesten, gefolgt von den Emotionen Ärger (933 ms) und Trauer (1067 ms), deren Werte mit den von uns ermittelten Zeitfenstern nahezu identisch sind. Lediglich die Entstehungsdauer der Emotion Freude (1100 ms) weicht von den Ergebnissen unserer Studie (857 ms) ab. Interessanterweise hatte die Enstehungsdauer allerdings nur einen geringen Einfluss auf die Intensitätseinschätzung der emotionalen Sequenzen. Interessant stellt sich auch der Befund von Pollick et al. dar, wonach die zeitliche Variabilität zwischen den verschiedenen Darstellern ($\pm$466

ms) nahezu doppelt so groß war, wie die zwischen den einzelnen Emotionen (±242 ms). Dies wird von einer Studie von Wiggers [116] gestützt, wonach eine mittels FACS kodierte Emotion als sehr unterschiedlich wahrgenommen werden kann, wenn diese von verschiedenen Personen dargestellt wird. Da das von uns verwendete Stimulusmaterial künstlich synthetisiert wurde und somit keinerlei zeitliche Variabilität zwischen den Darstellern aufweist, konnte dieser Sachverhalt anhand unserer Daten nicht untersucht werden.

Der in Experiment 2 bezüglich der Bewertung emotionaler Sequenzen beobachtete Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Versuchsteilnehmern war unerwartet. Aufgrund der Tatsache, dass das vorliegende Studiendesign nicht für die Untersuchung eines Geschlechtsunterschieds ausgelegt war, wäre eine Interpretation dieser Ergebnisse rein spekulativ. Da es sich jedoch um einen signifikanten Effekt handelt, wurden die Ergebnisse nach Geschlecht getrennt dargestellt. Zukünftige Studien sollten bei einer Untersuchung der Wahrnehmung emotionaler Sequenzen allerdings einen möglichen Geschlechtsunterschied berücksichtigen. Da alle Versuchteilnehmer kaukasischer Herkunft waren, bleibt die Frage nach möglichen kulturellen Unterschieden ebenfalls offen. Sato und Yoshikawa [101] untersuchten in ihrer Studie ausschließlich asiatische Probanden und ihre Ergebnisse sind den unseren sehr ähnlich. Nichtsdestotrotz sollten in einer weiteren Studie mögliche interkulturelle Faktoren berücksichtigt werden.

Die Synthese der in dieser Studie verwendeten emotionalen Sequenzen erfolgte auf lineare Art und Weise. Demnach finden jegliche Veränderungen der mimischen Expressivität gleichmäßig über die Zeit hinweg statt. Dies entspricht allerdings nicht notwendigerweise real auftretenden emotionalen Abläufen. Schmidt et al. [102] haben in ihrer Studie von 2003 beispielsweise gezeigt, dass verschiedene Gesichtsbereiche der Emotion Freude über eine unterschiedliche zeitliche Charakteristik verfügen. Somit wäre es relevant, die Wahrnehmung emotionaler Sequenzen zu untersuchen, in denen die Emotion nichtline-

ar entsteht. Anhand der Analyse von Videoaufnahmen realer Emotionsabläufe könnten Informationen über den optischen Fluss extrahiert und entsprechend bei der Synthese emotionaler Sequenzen berücksichtigt werden. Wallraven et al. [113] konnten in ihrer 2005 publizierten Studie jedoch nur geringe Unterschiede zwischen der Wahrnehmung linearer und nichtlinearer Sequenzen feststellen.

Ein letzter Kritikpunkt bezieht sich auf den methodischen Ansatz dieser Studie. Es wurde implizit davon ausgegangen, dass die von den Versuchsteilnehmern als am realistischsten wahrgenommene Präsentationsdauer auch den realen zeitlichen Verlauf einer Emotion widerspiegelt. Von einem erkenntnistheoretischen Standpunkt aus betrachtet gibt es jedoch nicht notwendigerweise einen Zusammenhang zwischen der Wahrnehmung eines Gesichtsausdrucks einerseits, und der Expressivität andererseits. Darüber hinaus ist nicht bekannt, ob die Verwendung künstlich synthetisierter Sequenzen auf Grundlage realer menschlicher Mimik einen Einfluss auf die Wahrnehmung emotionaler Abläufe hat. Der "uncanny valley"-Effekt [86] könnte z.B. die Bewertung der Versuchsteilnehmer beeinflusst haben. Die Akzeptanz künstlicher Agenten (Roboter, Avatare, etc.) hängt demnach von dem Realitätsgehalt dieser ab, jedoch existiert bei zunehmender Ähnlicheit mit realen Menschen (Anthropomorphie) ein Bereich, in dem der artifizielle Agent als unheimlich und, entgegen der Intuition, wieder als unrealistisch empfunden wird. Aufgrund der Tatsache, dass die emotionalen Sequenzen dieser Studie lediglich relativ zueinander bewertet wurden, kann dies anhand des vorliegenden Datensatzes nicht geklärt werden.

Kapitel 5

Erkennungsleistung dynamischer Stimuli

5.1 Einleitung

Wie bereits in der vorangegangenen Studie erwähnt wurde, finden in der Erforschung emotionaler Verarbeitungs- und Wahrnehmungsprozesse anhand mimisch expressiver Emotionen überwiegend statische Stimuli Verwendung [19, 44], denen es aufgrund fehlender Bewegungsinformation allerdings an ökologischer Validität mangelt [21]. Neben einer Erhöhung der ökologischen Validität liefert der Einsatz dynamischer Stimuli möglicherweise zusätzlich Informationen, die zur Aufklärung der zugrunde liegenden Mechanismen der Emotionsverarbeitung bzw. -wahrnehmung dienen könnten, da in neurobiologischen Studien [66, 68, 100] gezeigt werden konnte, dass bei der Verarbeitung derartiger Stimuli im Vergleich zu statischen Reizen mehr Hirnregionen aktiv sind. Unabhängig davon stellt sich die Frage, inwieweit eine statische oder dynamische Stimuluspräsentation die Erkennungsleistung beeinflusst. Ekman & Friesen [30] diskutierten in einer frühen Arbeit die Möglichkeit, dass dynamische Stimuli aufgrund emotionsspezifischer zeitlicher Charakteristik - welche in statischen Stimuli nicht vorhanden ist - höhere Erkennungsraten aufweisen. Einer weiteren Annahme zufolge steigt die Erkennungsleistung aufgrund der zusätzlichen Bewegungsinformation (höhere Anzahl an Einzelbildern) in dynamischen Stimuli an.

Der Einfluss dynamischer Stimuli auf die emotionale Wahrnehmung wurde bereits in einigen Studien untersucht [8, 9, 47, 57, 114]. Die derart gewonnenen Ergebnisse stehen allerdings in teils erheblichem Widerspruch zueinander. Harwood et al. [47] konnten in

ihrer Studie beispielsweise zeigen, dass die Verwendung dynamischer Stimuli die Erkennungsraten der Emotionen Ärger und Trauer steigerten, nicht jedoch die anderer Emotionen. Bassili hingegen berichtet in seinen Studien [8, 9] über eine Verbesserung der Erkennungsleistung aller Emotionen unter Verwendung von dynamischen Stimuli, wohingegen Wehrle et al. [114] unter Verwendung synthetisierter Gesichter keinen signifikanten Unterschied zwischen dynamischen und statischen Stimuli beobachten konnten. Biele & Grabowska [12] konnten zeigen, dass dynamisch expressive Emotionen im Vergleich zu statisch präsentierten als intensiver wahrgenommen werden, allerdings wurden in dieser Studie die Erkennungsraten nicht erfasst.

Eine systematische Untersuchung des Einflusses verschiedener Präsentationsmethoden auf die Erkennungsleistung subtil expressiver Emotionen wurde 2005 von Ambadar et al. [4] durchgeführt. Dabei konnte gezeigt werden, dass dynamisch expressive Stimuli signifikant besser erkannt wurden als statische (*ein* emotionaler Gesichtsausdruck) oder multi-statische (Einzelbilder mit ansteigender emotionaler Intensität) Stimuli. Zwischen der Erkennungsleistung dynamischer Stimuli und einer Anordnung, in der nach der Präsentation eines neutralen Gesichtsausdrucks der emotionale Stimulus dargeboten wurde, konnte jedoch kein signifikanter Unterschied beobachtet werden. Die Ergebnisse von Ambadar et al. [4] legen demnach nahe, dass nicht alleinig die Bewegung ausschlaggebend für den Anstieg der Erkennungsleistung ist, sondern vielmehr der empfundene Unterschied, wenn die Mimik von neutral zu emotional wechselt. Aus der widersprüchlichen Datenlage der soeben vorgestellten Studien zum Einfluss von dynamischer Information auf die Erkennungsleistung mimisch expressiver Emotionen wurde deshalb folgende Hypothese abgeleitet:

Hypothese 5.1: *"Die Erkennungsraten statischer und dynamischer Stimuli unterscheiden sich nicht signifikant voneinander, wenn in beiden Bedingungen sowohl der neutrale als auch der emotionale Gesichtsausdruck präsentiert wird."*

Neben der Betrachtung des Einflusses dynamischer Informationen auf die emotionale Wahrnehmung untersuchte Bassili [8, 9] in seinen Studien darüber hinaus die Relevanz der oberen und unteren Gesichtshälfte für die Erkennung verschiedener emotionaler Ausdrücke und konnte zeigen, dass signifikante Unterschiede zwischen den Emotionskategorien existieren. Calder et al. [20] verfolgte in seiner Studie einen ähnlichen Ansatz und untersuchte die Relevanz der oberen und unteren Gesichtshälfte von statischen Stimuli. Aufgrund der widersprüchlichen Ergebnisse dieser beiden Studien sollte diese Fragestellung erneut untersucht werden. Ziel dieser Studie war es demnach, neben dem Vergleich der Erkennungsleistung dynamischer und statischer Stimuli Aussagen über relevante Gesichtbereiche der Emotionserkennung zu erlangen. Dazu wurde folgende Hypothese generiert:

Hypothese 5.2: *"Die Erkennungsraten mimisch expressiver Emotionen unterscheiden sich signifikant voneinander, wenn die Präsentation emotionaler Inhalte auf die obere bzw. untere Gesichtshälfte beschränkt ist."*

Zur Untersuchung dieser Hypothesen wurden zwei Experimente durchgeführt. In Experiment 1 wurde die Erkennungsleistung dynamisch und statisch expressiver Emotionen miteinander verglichen. In Experiment 2 wurden die Erkennungsraten dynamischer Sequenzen erfasst, in denen die Emotionalität lediglich in der oberen bzw. unteren Gesichtshälfte sichtbar war.

5.2 Material und Methodik

Ausgehend von den 48 Bilderpaaren des JACFEE/JACNeuF-Bildersatzes mit jeweils neutralem und emotionalem Gesichtsausdruck wurden mit Hilfe des Facial Expression Morphing Tools (FEMT) Videosequenzen aller Emotionen (Ärger, Angst, Ekel, Freude, Trauer und Überraschung) synthetisiert, in denen sich die jeweilige Emotion

entweder vollständig im Gesicht entwickelt oder auf die obere bzw. untere Gesichtshälfte beschränkt ist. Gemäß der in Kapitel 4 ermittelten optimalen Präsentationsdauern wurden die Zeitverläufe der emotionalen Videosequenzen den in Tabelle 1 angegebenen Zeiten angepasst. Die Bildwiederholfrequenz betrug dabei konstant 25 Bilder pro Sekunde, was einer Präsentationsdauer von exakt 40 ms pro Einzelbild entspricht. Zur qualitativen Optimierung der Sequenzen wurde auf verschiedene Techniken des Facial Expression Morphing Tools zurückgegriffen.

Tabelle 1: *Verwendete Präsentationszeiten der synthetisierten dynamischen Sequenzen nach Emotionskategorie getrennt.*

Emotion	Ärger	Angst	Ekel	Freude	Trauer	Überraschung
Präsentationsdauer [ms]	960	600	960	880	1200	400
Anzahl Einzelbilder	24	15	24	22	30	10

Anmerkung: ms=Millisekunden.

5.3 Experiment 1: Vergleich der Erkennungsraten statischer und dynamischer Stimuli

5.3.1 Material und Methodik

Beschreibung der Stichprobe

An dem Experiment nahmen N=64 Probanden teil. Dies waren allesamt Studierende, die aus dem Seminar "Medizinische Psychologie und Soziologie" rekrutiert wurden. Die Versuchspersonen unterzeichneten im Vorfeld des Experiments eine schriftliche Einwilligungserklärung zur freiwilligen Teilnahme gemäß der Vorgaben der Ethikkommission der Universität Ulm. Das Alter der Probanden lag zwischen 18 und 28 Jahren (M=20,2 Jahre; SA=1,9), 42 davon waren weiblichen Geschlechts (65,6%). Entsprechend der Zusammensetzung dieser Experimentalgruppe (EG) wurde aus der Daten-

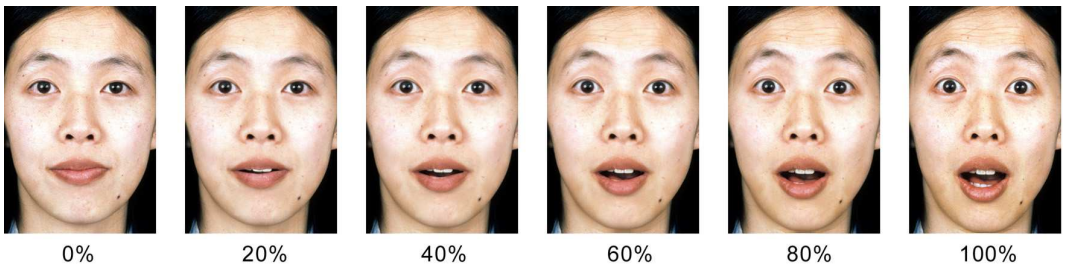

Abbildung 31: *Einzelbilder einer Videosequenz der Emotion "Überraschung". Die beiden Ausgangsbilder (links & rechts) stellen den neutralen (0% Intensität) bzw. emotionalen Gesichtsausdruck dar (100% Intensität), die vier Zwischenbilder zeigen den Übergang vom neutralen hin zum emotionalen Gesichtsausdruck (20-80% Intensität).*

bank der FEEL-Ergebnisse (siehe Abschnitt 2.2) eine Kontrollgruppe (KG) gebildet, welche sich bezüglich der Faktoren Alter, Bildung und Geschlecht nicht signifikant von der Experimentalgruppe unterschied. Bezüglich der psychischen und physischen Belastung lag die Stichprobe insgesamt im unauffälligen Bereich (GSI=0,38; SA=0,35).

Stimulusmaterial

Aufgrund technischer Artefakte bei der Synthese des emotionalen Stimulusmaterials war es nicht möglich, für alle 48 Darsteller des JACFEE/JACNeuf-Bildersatzes qualitativ hochwertige Videosequenzen zu erzeugen. Aus diesem Grund wurde jeweils eine Videosequenz pro Emotionskategorie entfernt. Unter Berücksichtigung der 6 Videosequenzen, welche in der Einführungsphase verwendet wurden, konnten der Experimentalgruppe infolgedessen lediglich 36 Stimuli emotionaler Onsets präsentiert werden. Diese wurden bezüglich der Faktoren ethnische Herkunft und Geschlecht der Darsteller über die Emotionskategorien hinweg ausbalanciert. Die Ergebnisse der Kontrollgruppe wurden bezüglich der verminderten Anzahl an Stimuli bereinigt. Abbildung 31 stellt derart synthetisierte Einzelbilder einer Videosequenz der Emotion Überraschung dar.

Ablauf des Experiments

Die Versuchspersonen der Experimentalgruppe wurden einzeln mit Hilfe einer modifizierten Version des FEEL (*FEEL-M*) untersucht, in der anstatt statischer Stimuli Videosequenzen emotionaler Onsets (Ärger, Angst, Ekel, Freude, Trauer und Überraschung) dargeboten wurden. Die Dauer des Experiments betrug circa 15 Minuten. Im Vorfeld der Untersuchung füllten die Probanden den Emotion Regulation Questionnaire (ERQ) sowie die Symptom-Checkliste SCL-90-R aus. Um eine größtmögliche Vergleichbarkeit zwischen den Ergebnissen der Experimental- und Kontrollgruppe zu gewährleisten, folgte der Ablauf des Experiments weitestgehend dem des ursprünglichen FEEL. Nach einer Einführungsphase, in der 6 emotionale Sequenzen zu bewerten waren, erfolgte die Präsentation der 36 Videosequenzen in zufälliger Reihenfolge.

Wie Abbildung 32 zu entnehmen ist, war der Ablauf einer dynamischen Sequenz dabei in die jeweiligen Ausgangsbilder mit neutralem und emotionalem Gesichtsaudruck eingebettet. Dies lag einerseits darin begründet, dass sich die Versuchspersonen so an die Physiognomie des jeweiligen Darstellers gewöhnen konnten, andererseits konnte durch die Verwendung einer variablen Präsentationszeit des neutralen Gesichtsausdrucks (1000-1800 ms) dem Umstand Rechnung getragen werden, dass sich die Dauer der Videosequenzen zwischen den einzelnen Emotionen unterschied (400-1200 ms). Mit einer Darbietung des emotionalen Gesichtsausdrucks für exakt 300 ms im Anschluss an den Ablauf der dynamischen Sequenz konnte so für jede Sequenz eine einheitliche Präsentationsdauer von insgesamt 2500 ms erreicht werden. Dies wurde als bester Kompromiss erachtet, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit der rein statischen Stimuluspräsentation des FEEL zu gewährleisten.

Dem Ablauf des FEEL entsprechend, erschienen nach der Darbietung einer emotionalen Sequenz sechs Schaltflächen auf dem Bildschirm (stellvertretend für die sechs

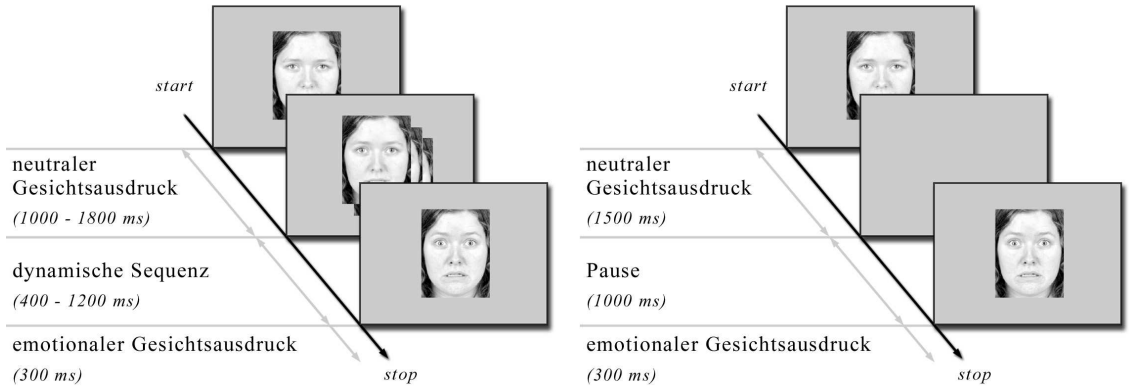

Abbildung 32: *Schematische Darstellung des experimentellen Ablaufs. Der Ablauf bei dynamischer Stimuluspräsentation (Experimentalgruppe) ist auf der linken Seite dargestellt. Nach Präsentation des neutralen Gesichtsausdrucks in einer variablen Dauer (1000-1800 ms) erfolgte die Darbietung der dynamischen Sequenz (400-1200 ms). Im Anschluss daran wurde der emotionale Gesichtsausdruck für weitere 300 ms eingeblendet. Im Vergleich dazu zeigt die rechte Seite den Ablauf des ursprünglichen FEEL bei statischer Stimuluspräsentation (Kontrollgruppe).*

Emotionen), anhand derer sich die Versuchspersonen per Mausklick für eine Emotion entscheiden konnten. Die Zeitspanne zwischen dem Ausblenden der emotionalen Stimuli und dem Anklicken einer entsprechenden Schaltfläche wurde als Reaktionszeit erfasst. Vor der Präsentation der nächsten Videosequenz erfolgte eine variable Pause zwischen einer und drei Sekunden. Die Stimuli wurden dabei auf einem 19"-TFT-Monitor bei einer Auflösung von 1280 $\times$ 1024 Pixeln und einer Farbtiefe von 32 *bit* präsentiert. Der Abstand vom Bildschirm betrug circa 60 Zentimeter, was einem Blickwinkel von 10,8° in horizontaler Richtung und 13,9° in vertikaler Richtung entspricht (bei einer durchschnittlichen Abmessung der Videosequenzen von 388 $\times$ 500 Pixeln).

Datenauswertung und statistische Analyse

Zur statistischen Analyse wurde ein allgemeines lineares Modell [117] mit dem Innersubjektfaktor Emotion (Ärger, Angst, Ekel, Trauer, Freude, Überraschung) sowie den Zwischensubjektfaktoren Geschlecht der Probanden (männlich, weiblich) und Typus

der Stimuluspräsentation (statisch, dynamisch) unter Berücksichtigung der Abhängigkeitsstruktur der Daten berechnet. Zum Vergleich der Reaktionszeiten auf emotionaler Ebene wurde ein t-Test für unverbundene Stichproben berechnet. Für den Vergleich der Erkennungsraten einzelner Emotionen wurde aufgrund der Verteilung der Daten der U-Test nach Mann, Whitney und Wilcoxon berechnet. Zur Untersuchung einer möglichen Beziehung zwischen den Ergebnissen psychometrischer Verfahren und der im Experiment erfassten Erkennungsleistung emotionaler Stimuli wurden Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman verwendet. Zur statistischen Analyse der aufgetretenen Häufigkeiten wurde ein χ^2-Test eingesetzt.

5.3.2 Ergebnisse

Erkennungsleistung

Die Erkennungsraten dynamischer Stimuli (M=83,7%; SA=8,0) lagen zwar geringfügig über denen der statischen Stimuli (M=81,4%; SA=9,7), der Unterschied war jedoch nicht signifikant, $F_{(1,124)}$=1,66; p=0,20. Erwartungsgemäß unterschieden sich die Erkennungsraten der sechs Emotionen signifikant voneinander, $F_{(5,120)}$=26,17; p<0,001. Für die Interaktion zwischen den Faktoren Emotion und Typus der Stimuluspräsentation konnte ein Trend beobachtet werden, $F_{(5,120)}$=2,18; p=0,06. Demnach beeinflusst die Präsentationsart (dynamisch oder statisch) die Erkennungsraten der verschiedenen Emotionen auf unterschiedliche Art und Weise. Zwischen den Erkennungsraten männlicher ($M_{\male}$=82,3%) und weiblicher Probanden ($M_{\female}$=82,7%) konnte insgesamt kein wesentlicher Unterschied beobachtet werden, ebenso waren alle weiteren Interaktionen nicht signifikant.

Die Betrachtung der Ergebnisse auf Ebene einzelner Emotionen lässt erkennen, dass insbesondere die Erkennungsraten der Emotionen Angst (M_{dyn}=74,48%; M_{stat}=68,75%) und Überraschung (M_{dyn}=90,63%; M_{stat}=82,81%) von einer dynamischen Stimuluspräsen-

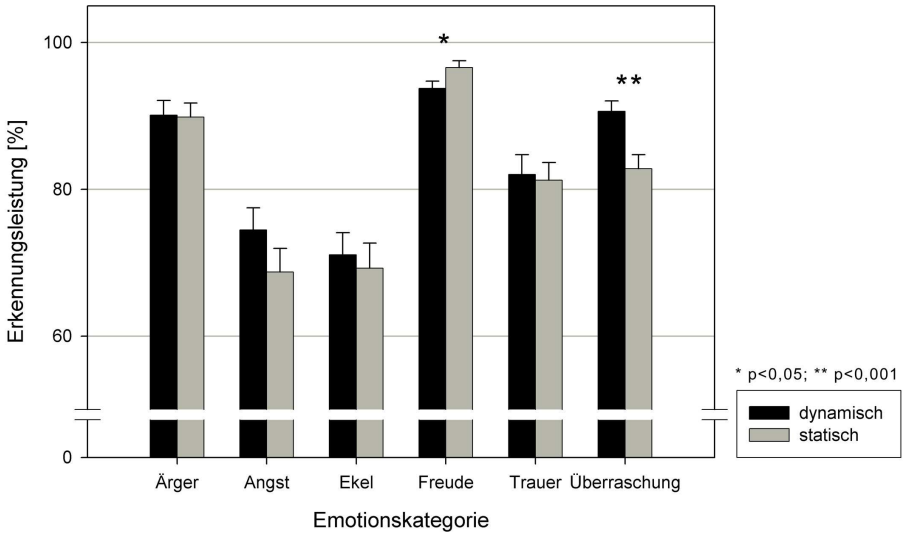

Abbildung 33: *Erkennungsleistung einzelner Emotionen getrennt nach Typus der Stimuluspräsentation (Angaben in Prozent). Die die Balken verlängernden Linien repräsentieren den Standardfehler des Mittelwerts.*

tation profitieren. Dieser Unterschied ist allerdings nur für die Emotion Überraschung signifikant (p<0,01). Im Gegensatz dazu liegt die Erkennungsrate der Emotion Freude bei statischer Darstellung signifikant höher als bei dynamischer (p<0,05). Bezüglich der Erkennungsraten der Emotionen Ärger, Ekel und Trauer konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der Experimental- und Kontrollgruppe festgestellt werden. Abbildung 33 stellt die Erkennungsleistung der verschiedenen Emotionskategorien getrennt nach dem Typus der Stimuluspräsentation dar.

Verwechslungsscore

Anhand des in Tabelle 2 dargestellten Verwechslungsscores wird ersichtlich, dass die bessere Erkennungsleistung statischer Gesichtsausdrücke der Emotion Freude im Vergleich zu dynamisch expressiven Stimuli darauf beruht, dass die Stimuli bei dynamischer Präsentation viermal häufiger mit Ekel verwechselt wurden. Zwischen den höher-

en Erkennungsleistungen der Emotionen Angst und Überraschung bei dynamischer Stimuluspräsentation scheint hingegen ein enger Zusammenhang zu bestehen. Im Gegensatz zu den Erkennungsraten bei einer statischen Präsentation wurden diese beiden Emotionen nur noch annähernd halb so oft miteinander verwechselt und ließen sich demnach besser differenzieren. Trotz einer gleichmäßigen Verteilung der Stimuli über alle Emotionskategorien hinweg, unterschied sich die Anzahl ausgewählter Emotionskategorien in beiden Bedingungen signifikant, $\chi^2_{(0,95;5)}$=30,23; p<0,001. Insgesamt fällt auf, dass in beiden Präsentationsbedingungen die Emotion Ärger wesentlich häufiger ausgewählt wurde als die übrigen Emotionen.

Tabelle 2: *Verwechslungsscores einzelner Emotionen nach Typus der Stimuluspräsentation (dynamisch oder statisch) getrennt.*

Emotion	Ärger	Angst	Ekel	Freude	Trauer	Überraschung
dynamisch						
Ärger	**90,1**	3,1	3,1	-	3,4	0,3
Angst	1,0	**74,5**	19,3	-	-	5,2
Ekel	28,1	0,5	**71,1**	-	-	0,3
Freude	0,3	0,3	4,2	**93,8**	0,3	1,3
Trauer	2,1	5,5	7,8	-	**82,0**	2,6
Überraschung	-	9,4	-	-	-	**90,6**
Insgesamt	20,3	15,5	17,6	15,6	14,3	16,7
N	467	358	405	360	329	385
Residuum	83,0	-26,0	21,0	-24,0	-55,0	1,0
statisch						
Ärger	**90,1**	2,6	4,2	-	2,6	0,5
Angst	2,1	**68,8**	20,1	0,3	0,5	8,3
Ekel	26,6	1,8	**69,5**	0,5	1,0	0,5
Freude	0,3	0,5	1,0	**96,6**	0,3	1,3
Trauer	5,5	6,8	5,2	1,0	**81,3**	0,3
Überraschung	0,5	14,1	1,0	0,3	0,3	**83,9**
Insgesamt	20,8	15,8	16,8	16,4	14,3	15,8
N	480	363	388	379	330	364
Residuum	96,0	-21,0	4,0	-5,0	-54,0	-20,0

Anmerkung: N=absolute Häufigkeit der Auswahl einzelner Emotionskategorien. Der Residualwert stellt die Differenz der absoluten Häufigkeit zur erwarteten Häufigkeit N=384 dar (6 Stimuli je Emotionskategorie × 64 Vpn). Angabe der Erkennungsraten in Prozent.

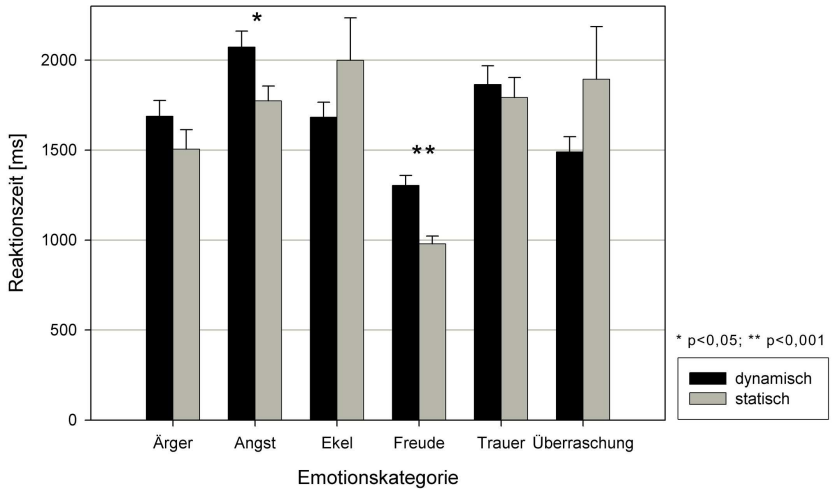

Abbildung 34: *Reaktionszeiten bei der Beurteilung emotionaler Stimuli getrennt nach Emotionskategorie und Art der Stimuluspräsentation (Angaben in Millisekunden). Die die Balken verlängernden Linien repräsentieren den Standardfehler des Mittelwerts.*

Reaktionszeiten

Die Reaktionszeiten bei der Beurteilung dynamisch expressiver Emotionen (M_{dyn}=1684 ms; SA=477) unterschieden sich nicht signifikant im Vergleich zu denen von statischen Gesichtsausdrücken (M_{stat}=1657 ms; SA=697), $_{F(1,124)}$=0,25; p= 0,62. Die Interaktion zwischen den Faktoren Typus der Stimuluspräsentation und Emotion war hingegen signifikant, $F_{(5,120)}$=2,40; p=0,041. Demzufolge unterscheiden sich die Reaktionszeiten einzelner Emotionskategorien in Abhängigkeit einer dynamischen oder statischen Stimuluspräsentation. Erwartungsgemäß unterschieden sich die Reaktionszeiten bei der Beurteilung der verschiedenen Emotionen ebenfalls signifikant, $F_{(5,120)}$=38,54; p<0,001. Für den Faktor Geschlecht der Probanden sowie alle weiteren Interaktionen konnte kein wesentlicher Unterschied beobachtet werden. Jedoch konnte ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen den Reaktionszeiten und der Erkennungsleistung beobachtet werden (r=-0,279**; p=0,001; N=128).

Bei der differentiellen Betrachtung der Reaktionszeiten konnte insbesondere für die Emotionen Angst (M_{dyn}=2072 ms; M_{stat}=1773 ms) und Freude (M_{dyn}=1304 ms; M_{stat}= 980 ms) ein signifikanter Unterschied beobachtet werden (p<0,05). Dies ist insofern relevant, da die Emotion Freude bei statischer Stimuluspräsentation eine höhere Erkennungsrate aufweist, wohingegen Angst bei einer dynamischen Präsentation besser erkannt wurde. Die Reaktionszeiten bei der Beurteilung dynamischer Sequenzen der Emotion Überraschung und in geringerem Ausmaß der Emotion Ekel sind kürzer als bei einer statischen Präsentation. Dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant. Bei den Reaktionszeiten der Emotionen Ärger und Trauer konnte kein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Präsentationsbedingungen beobachtet werden. Abbildung 34 stellt die Reaktionszeiten einzelner Emotionen in Abhängigkeit der Präsentationsart gegenüber.

Fragebögen

Zwischen den Subskalen der SCL-90-R und der Erkennungsleistung emotionaler Stimuli konnte kein Zusammenhang beobachtet werden. Im Gegensatz zu den in vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Studien konnte in diesem Experiment kein Geschlechtsunterschied in den Ergebnissen des Emotion Regulation Questionnaire (ERQ) beobachtet werden. Weibliche Probanden erzielten in der Subskala 'Reappraisal' zwar höhere Werte als männliche Versuchsteilnehmer ($M_{\male}$=4,04, $M_{\female}$=4,44), der Unterschied war jedoch nicht signifikant. Die Werte der Subskala 'Suppression' unterschieden sich ebenfalls nur unwesentlich ($M_{\male}$=3,24, $M_{\female}$=3,30). Allerdings konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Werten der Subskala 'Reappraisal' und der Erkennungsleistung dynamischer Stimuli beobachtet werden (r=0,430**; p<0,001; N=63), welcher überwiegend auf den Erkennungsraten der Emotion Angst beruht (r=0,413**; p=0,001; N=63). Dieser Zusammenhang war sowohl für männliche als auch weibliche Versuchsteilnehmer gegeben.

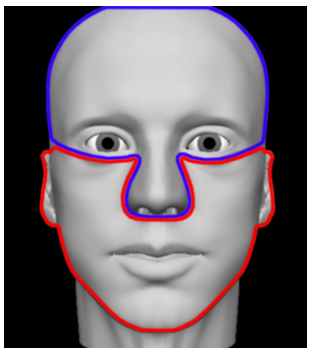

Abbildung 35: *Unterteilung des Gesichts in ein oberes (blau umrandeter Bereich) und ein unteres Areal (rot umrandeter Bereich).*

5.4 Experiment 2: Relevante Gesichtsbereiche in der humanen Emotionserkennung

5.4.1 Material und Methodik

Beschreibung der Stichprobe

An dem Experiment nahmen N=57 Studierende teil, die aus dem Seminar "Medizinische Psychologie und Soziologie" rekrutiert wurden. Die Versuchspersonen unterzeichneten im Vorfeld des Experiments eine schriftliche Einwilligungserklärung zur freiwilligen Teilnahme gemäß der Vorgaben der Ethikkommission der Universität Ulm. Die Probanden waren zwischen 18 und 25 Jahren alt (M=20,4 Jahre; SA=1,6), 42 davon waren weiblichen Geschlechts (73,7%). Die Stichprobe lag bezüglich der psychischen und physischen Belastung insgesamt im unauffälligen Bereich (GSI=0,64; SA=0,45).

Stimulusmaterial

Die Sequenzen wurden in diesem Experiment derart synthetisiert, dass die Transformation lediglich in der oberen oder unteren Gesichtshälfte sichtbar war. Hierfür wurde das Gesicht in zwei Hälften unterteilt (siehe Abbildung 35) und für jedes Bilderpaar des JACFEE/JACNeuF-Bildersatzes eine Videosequenz erzeugt, in der die Verände-

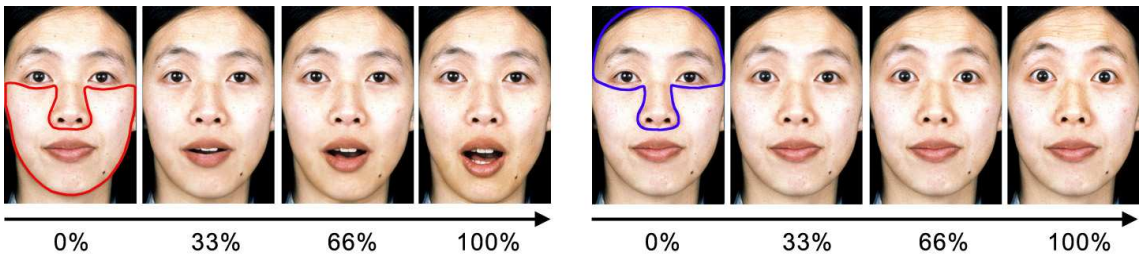

Abbildung 36: *Einzelbilder von Videosequenzen der Emotion "Überraschung", in der die Transformation lediglich in der unteren (linke Seite) oder oberen Gesichtshälfte (rechte Seite) sichtbar ist. Das jeweils links bzw. rechts dargestellte Gesicht jeder Bilderreihe stellt den neutralen (0% Intensität) bzw. emotionalen Gesichtsausdruck dar (100% Intensität), die beiden Zwischenbilder zeigen den Übergang vom neutralen hin zum emotionalen Gesichtsausdruck in dem jeweils für die Transformation vorgesehenen Bereich (33% & 66% Intensität).*

rung von neutralen hin zum emotionalen Gesichtsausdruck entweder in der oberen oder in der unteren Hälfte des Gesichts stattfand. Aufgrund technischer Artefakte bei der Synthese des emotionalen Stimulusmaterials war es wiederum nicht möglich, für alle 48 Darsteller des JACFEE/JACNeuf-Bildersatzes qualitativ hochwertige Videosequenzen zu erzeugen. Aus diesem Grund wurde jeweils eine Videosequenz pro Emotionskategorie entfernt. Dies resultierte nach Abzug der sechs Darsteller, deren Sequenzen in der Einführung präsentiert wurden in insgesamt 72 Videosequenzen (6 Emotionen $\times$ 6 Sequenzen $\times$ 2 Präsentationsarten). Abbildung 36 zeigt dergestalt synthetisierte Sequenzen der oberen und unteren Gesichtshälfte.

Ablauf des Experiments

Die Versuchspersonen wurden einzeln mit Hilfe einer angepassten Version des FEEL (*areasFEEL*) untersucht, in der Videosequenzen emotionaler Onsets (Ärger, Angst, Ekel, Freude, Trauer und Überraschung) dargeboten wurden, in denen die Transformation entweder in der oberen oder unteren Gesichtshälfte dargestellt wurde. Die Dauer des Experiments betrug circa 15 Minuten. Im Vorfeld der Untersuchung füllten die Probanden den Emotion Regulation Questionnaire (ERQ), die Toronto-Alexithymie-

Skala (TAS) sowie die Symptom-Checkliste SCL-90-R aus. Der Ablauf des Experiments folgte weitestgehend dem ursprünglichen FEEL-Tests. Nach einer Einführungsphase, in der sechs emotionale Sequenzen zu bewerten waren (in denen die Emotion im kompletten Gesicht dargestellt wurde), erfolgte die Präsentation der 36 Videosequenzen in zufälliger Reihenfolge. Von den sechs Videosequenzen pro Emotionen wurden jeweils drei lediglich in der oberen oder unteren Gesichtshälfte dargeboten. Wie Abbildung 32 (linke Seite) zu entnehmen ist, war der Ablauf der dynamischen Sequenzen dabei in die jeweiligen Ausgangsbilder mit neutralem und emotionalen Gesichtsaudruck eingebettet. Nach der Darbietung einer emotionalen Sequenz erschienen auf dem Bildschirm sechs Schaltflächen (stellvertretend für die sechs Emotionen), anhand derer sich die Versuchspersonen per Mausklick für eine Emotion entscheiden konnten. Um die Interpretierbarkeit des Verwechslungsscores zu erhöhen, wurde als alternative Auswahlmöglichkeit eine siebte Schaltfläche zur Verfügung gestellt ("nicht erkannt"), welche die Probanden auswählen konnten, wenn sie sich auf keine der sechs Emotionen festlegen konnten. Vor der Präsentation der nächsten Videosequenz erfolgte eine variable Pause mit einer Dauer zwischen einer und drei Sekunden.

Die Stimuli wurden auf einem 19"-TFT-Monitor bei einer Auflösung von 1280 × 1024 Pixeln und einer Farbtiefe von 32 *bit* präsentiert. Der Abstand vom Bildschirm betrug in etwa 60 Zentimeter, was einem Blickwinkel von 10,8° in horizontaler Richtung und 13,9° in vertikaler Richtung entspricht (bei einer durchschnittlichen Abmessung der Videosequenzen von 388 × 500 Pixeln).

Datenauswertung und statistische Analyse

Zur statistischen Analyse wurden verallgemeinerte Schätzungsgleichungen [46] unter Berücksichtigung der Abhängigkeitsstrukturen und Verteilung der Daten (binär logistisch) berechnet. Als Innersubjektvariablen wurden dabei die Faktoren Emotion (Ärger, Angst, Ekel, Freude, Trauer und Überraschung) sowie Typus der Stimuluspräsentati-

on (obere oder untere Gesichtshälfte) und als Zwischensubjektfaktor das Geschlecht der Probanden (männlich, weiblich) untersucht. Für den Vergleich der Erkennungsraten einzelner Emotionen zwischen einer Präsentation in der oberen oder unteren Gesichtshälfte wurde aufgrund der Verteilung ein nicht-parametrischer Test für zwei verbundene Stichproben nach Wilcoxon berechnet. Zur Untersuchung einer möglichen Beziehung zwischen den Ergebnissen psychometrischer Verfahren und der im Experiment erfassten Erkennungsleistung emotionaler Stimuli wurden Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman verwendet. Zur statistischen Analyse der aufgetretenen Häufigkeiten wurde ein χ^2-Test berechnet.

5.4.2 Ergebnisse

Erkennungsleistung

Die Erkennungsraten der Stimuli, in denen der emotionale Inhalt in der unteren Gesichtshälfte (M=62,96%) visualisiert wurde, lag über alle Emotionskategorien gemittelt signifikant über den Erkennungsraten derjenigen Sequenzen, in denen die Emotion in der oberen Gesichtshälfte (M=49,42%) präsentiert wurde, Wald $\chi^2_{(1,N=57)}$=21,31; p<0,001. Erwartungsgemäß unterschieden sich die Erkennungsraten der sechs Emotionen wiederum signifikant voneinander, Wald $\chi^2_{(5,N=57)}$=135,94; p<0,001. Die Interaktion zwischen den Faktoren Emotion und Typus der Stimuluspräsentation war ebenfalls hochsignifikant, Wald $\chi^2_{(5,N=57)}$=155,93; p<0,001. Demnach werden die Erkennungsraten einzelner Emotionen in unterschiedlicher Art und Weise durch die Präsentation des emotionalen Inhalts entweder in der oberen oder unteren Gesichtshälfte beeinflusst. Es konnten keine weiteren signifikanten Effekte oder Interaktionen beobachtet werden.

Eine Betrachtung der Ergebnisse auf Ebene der einzelnen Emotionen lässt erkennen, dass die Emotionen Ärger, Ekel, Freude und Trauer besser erkannt wurden, wenn die emotionale Expressivität in der unteren Gesichtshälfte sichtbar war. Dieser Unterschied

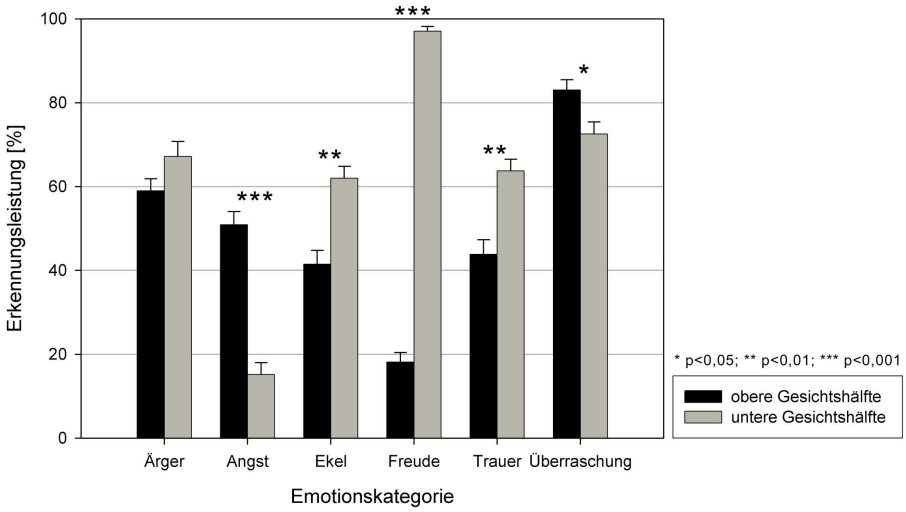

Abbildung 37: *Erkennungsleistung bei der Beurteilung emotionaler Stimuli getrennt nach Emotionskategorie und Typus der Stimuluspräsentation (Angaben in Prozent). Die die Balken verlängernden Linien repräsentieren den Standardfehler des Mittelwerts.*

war für alle Emotionen (mit Ausnahme von Ärger) signifikant (p<0,01). Im Gegensatz dazu scheint die obere Gesichtshälfte für die Erkennung der Emotionen Angst und Überraschung relevanter. Die Erkennungsraten dieser beiden Emotionen waren signifikant höher (p<0,05), wenn der emotionale Inhalt in der oberen Gesichtshälfte präsentiert wurde. Interessanterweise liegen die Erkennungsraten der Emotionen Angst (bei einer Präsentation in der unteren Gesichtshälfte) und Freude (bei einer Präsentation in der oberen Gesichtshälfte) nahe des statistischen Zufalls*. Demzufolge waren diese beiden Emotionen bei genannter Stimuluspräsentation faktisch nicht erkennbar. Abbildung 37 stellt die Erkennungsraten einzelner Emotionen nach Art der Stimuluspräsentation getrennt dar.

Tabelle 3: *Verwechslungsscores einzelner Emotionen nach Typus der Stimuluspräsentation (Präsentation in der oberen oder unteren Gesichtshälfte) getrennt.*

Emotion	Ärger	Angst	Ekel	Freude	Trauer	Überraschung	⌀
obere Gesichtshälfte							
Ärger	**59,1**	17,5	8,2	-	5,8	7,6	1,8
Angst	-	**50,9**	4,1	1,8	0,6	40,9	1,8
Ekel	56,7	-	**41,5**	0,6	0,6	0,6	-
Freude	45,0	4,7	18,1	**18,1**	5,3	2,9	5,8
Trauer	4,7	32,2	11,7	-	**43,9**	5,8	1,8
Überraschung	-	12,9	2,3	1,8	-	**83,0**	-
Insgesamt	27,6	19,7	14,3	3,7	9,4	23,5	1,9
N	283	202	147	38	96	241	19
Residuum	112,0	31,0	-24,0	-133,0	-75,0	70,0	-
untere Gesichtshälfte							
Ärger	**67,3**	7,0	3,5	-	19,3	0,6	2,3
Angst	13,5	**15,2**	56,1	0,6	7,6	4,1	2,9
Ekel	16,4	5,3	**62,0**	12,9	1,2	1,8	0,6
Freude	0,6	-	-	**97,1**	-	2,3	-
Trauer	12,3	7,0	8,8	0,6	**63,7**	-	7,6
Überraschung	5,3	9,9	8,8	0,6	0,6	**72,5**	2,3
Insgesamt	19,2	7,4	23,2	18,6	15,4	13,5	2,6
N	197	76	238	191	158	139	27
Residuum	26,0	-95,0	67,0	20,0	-13,0	-32,0	-

Anmerkung: N=absolute Häufigkeit der Auswahl einzelner Emotionskategorien. Der Residualwert stellt die Differenz der absoluten Häufigkeit zur erwarteten Häufigkeit N=171 dar (3 Stimuli je Emotionskategorie × 57 Vpn). Angabe der Erkennungsraten in Prozent.

Verwechslungsscore

Tabelle 3 stellt den Verwechslungsscore aller Emotionskategorien nach Typus der Stimuluspräsentation getrennt (obere vs. untere Gesichtshälfte) dar. Obwohl alle Emotionen gleich oft präsentiert wurden, unterschied sich die Anzahl ausgewählter Emotionen signifikant voneinander (p<0,001). Es fällt auf, dass bei Sequenzen, in denen der emotionale Inhalt in der oberen Gesichtshälfte präsentiert wurde, überdurchschnittlich häufig die Emotionen Ärger, Angst und Überraschung ausgewählt wurde. Insbesondere Freude wurde bei dieser Präsentationsbedingung in fast der Hälfte aller Fälle mit

*Bei 6 zur Auswahl stehenden Antwortmöglichkeiten beträgt die Wahrscheinlichkeit, zufällig die richtige Antwort auszuwählen 16,7%

Ärger verwechselt, Angst hingegen mit Überraschung. Im Gegensatz dazu wurden die Emotionen Ärger, Ekel und Freude öfter gewählt, wenn die Expression in der unteren Gesichtshälfte dargeboten wurde. Angst wurde hierbei in mehr als der Hälfte aller Fälle fälschlicherweise mit Ekel verwechselt.

Fragebögen

Ein Zusammenhang zwischen dem Gesamtwert und den Subskalen der SCL-90-R und der Erkennungsleistung dynamisch expressiver Emotionen konnte nicht festgestellt werden. Zwischen den Subskalen 'Reappraisal' und 'Suppression' des Emotion Regulation Questionnaire (ERQ) und der Erkennungsleistung konnte in diesem Experiment ebenfalls kein Zusammenhang festgestellt werden. Frauen ($M_{♀}$=4,54) erreichten signifikant höhere Werte als männliche Versuchspersonen ($M_{♂}$=3,80) in der Subskala 'Reappraisal' ($t_{(128)}$=2,14; p=0,037), der Unterschied in den Werten der Subskala 'Suppression' war jedoch nicht signifikant ($M_{♂}$=3,36, $M_{♀}$=2,99).

Die Ergebnisse der Toronto-Alexithymie-Skala (TAS) unterschieden sich nicht wesentlich zwischen männlichen ($M_{♂}$=44,08) und weiblichen ($M_{♀}$=42,23) Versuchsteilnehmern. Allerdings konnte ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen der Erkennungsleistung und dem Gesamtwert der Toronto-Alexithymie-Skala (r=-0,287*; p=0,039; n=52) einerseits sowie den Werten der Subskala 'Schwierigkeit in der Erkennung von Gefühlen' (r=-0,287*; p=0,038; n=53) andererseits beobachtet werden. Dieser war jedoch nur für Stimuli gegeben, in denen die Emotion in der unteren Gesichtshälfte präsentiert wurde (r=-0,387**; p=0,005; n=52) und war insbesondere bei der Emotion Freude stark ausgeprägt (r=-0,394*; p=0,004; n=52). Für Stimuli, die den emotionalen Onset in der oberen Gesichtshälfte darstellten konnte kein Zusammenhang zwischen der Erkennungsleistung und dem Grad an Alexithymie festgestellt werden.

5.5 Diskussion

Experiment 1: Vergleich der Erkennungsraten statischer und dynamischer Stimuli

Insgesamt kann Hypothese 5.1 als bestätigt angesehen werden, wonach sich die Erkennungsleistung dynamischer und statischer Stimuli nicht signifikant voneinander unterscheidet. Allerdings existiert ein signifikanter Unterschied zwischen den Erkennungsraten auf Ebene einzelner Emotionen. Insbesondere die Erkennungsraten der Emotionen Angst und Überraschung lagen bei einer dynamischen Präsentation der Stimuli über denen vergleichbarer statisch präsentierter Stimuli. Dies steht im Widerspruch zu den Ergebnissen der Studie von Harwood et al. [47], nach der insbesondere die Emotionen Ärger und Trauer von einer dynamischen Präsentation profitieren. Dieses widersprüchliche Ergebnis könnte möglicherweise im unterschiedlichen Stimulusmaterial unserer Studie und derer von Harwood et al. begründet liegen.

Weiterhin stehen die Ergebnisse im Einklang mit den Daten der Studie von Ambadar et al. [4], wonach sich die Erkennungsleistung dynamisch expressiver Emotionen zwar signifikant von einer rein statischen oder multi-statischen Präsentation unterscheidet, nicht jedoch von einer 'first-last'-Bedingung, wie sie der Präsentationsart des FEEL-Tests entspricht. Dies scheint insofern interessant, da alleine die Wahrnehmung des Unterschieds zwischen einem neutralen und emotionalen Gesichtsausdruck eine hohe Erkennungsleistung ermöglicht[†] . Die durch die Verwendung dynamischer Sequenzen zusätzliche Bewegungsinformation anhand einzelner Bilder konnte die Erkennungsleistung demnach nicht mehr signifikant (mit Ausnahme der Emotion Überraschung) steigern. Allerdings ist zu beachten, dass bereits die Erkennungsraten des FEEL-Tests mit statischen Stimuli Sättigungseffekte aufweisen. Auf dieser Basis eine Verbesserung durch dynamische Präsentation zu erreichen, ist alleine aus methodischen Gründen

[†]Im Gegensatz zu der Untersuchung von Ambadar et al. [4] wird im FEEL-Test eine Pause von 1000 ms zwischen den einzelnen Stimuli eingelegt.

schwierig. Eine Ausnahme in dieser Studie stellt das Paar Angst/Überraschung dar. Klassischerweise werden diese beiden Emotionen aufgrund der großen Ähnlichkeiten in den mimischen Aktivierungen miteinander verwechselt. Die meisten Studien hierzu verwendeten jedoch statische Gesichter. Es ist interessant, dass genau diese Ambivalenz durch eine dynamische Präsentation gesenkt werden konnte. Ob sich die Augen aus Überraschung oder vor Angst weiten, ob der Mund locker oder gespannt aufgeht, scheinen Hinweise zu sein, die erst in der Bewegung eindeutiger interpretierbar sind. Da es bislang hierzu keine vergleichbaren Studien gibt, scheint es interessant mit einem neuen Design, das auf die Differenz Angst/Überraschung optimiert ist, weiter zu forschen.

Das Gegenteil, ein negativer Effekt von Bewegungsinformation, findet sich bei der Erkennung von Freude. Hier ist überraschenderweise die Bewegung des Mundes (Lippen werden nach oben gezogen) etwas, das die Probanden mit einer vierfach erhöhten Wahrscheinlichkeit an die Emotion Ekel denken lässt. Da auch bei Ekel (als einziger anderer Emotion außer Angst) die Lippen nach oben gezogen werden, scheint diese Verwechslung plausibel. Erst im Endbild ist zu erkennen, dass der hochgezogene Mund bei Ekel mit dem Rümpfen der Nase zusammen hängt, während er bei Freude Teil des Lachens ist. Die pure Bewegungsinformation (Mund zieht sich nach oben) scheint jedoch ausreichend ambivalent, so dass Verwechslungen möglich sind. Auch hierzu gibt es bislang jedoch keine vergleichbaren Studien.

Der Zusammenhang zwischen Reappraisal und einer verbesserten Erkennung dynamischer Emotionen ist plausibel. Reappraisal als "gesündere" Form der Emotionsregulation beschreibt Menschen, die insgesamt einen guten (kognitiven) Zugang zu Emotionen haben und diese für sich nutzen können. Dass diese mit relativ natürlichen Stimuli gut umgehen ist nahe liegend. Auch dass dies speziell bei der Angst der Fall ist, scheint plausibel. Angst als die am relativ schlechtesten erkannte Emotion hat im Gegensatz zu

anderen Emotionen, die bereits statisch im Bereich eines Sättigungseffekts liegen, den meisten Spielraum für Steigerungen der Erkennungsleistung. Hierzu finden sich jedoch keine relevanten Studien.

Experiment 2: Relevante Gesichtsbereiche in der humanen Emotionserkennung

Hypothese 5.2 kann ebenfalls bestätigt werden, wonach Gesichtbereiche existieren, welche für eine hohe Erkennungsrate der jeweiligen Emotion unmittelbar relevant sind. Insbesondere für die Emotionen Angst und Freude konnte nachgewiesen werden, dass diese faktisch nicht erkannt werden konnten, wenn die Emotionalität lediglich in der unteren bzw. oberen Gesichtshälfte präsentiert wurde. Die Erkennungsleistung der Emotion Überraschung scheint hingegen weitestgehend unabhängig von einer Darstellung der Emotionalität in den unterschiedlichen Gesichtsarealen zu sein, da in beiden Fällen recht hohe Erkennungsraten beobachtet werden konnten.

Die Ergebnisse stehen weitestgehend im Einklang mit den Studien von Bassili [8, 9] und Calder et al. [20]. Die Emotionen Ekel und Freude wurden demnach signifikant besser erkannt, wenn sie in der unteren Gesichtshälfte dargestellt wurden, Angst hingegen bei einer Präsentation in der oberen Gesichtshälfte. In allen aufgeführten Studien lagen die Erkennungsraten der Emotion Überraschung stets über 70%, unabhängig davon, ob die Emotionalität im oberen oder unteren Gesichtsbereich präsentiert wurde. Lediglich bei den Erkennungsraten der Emotionen Ärger und Trauer stehen die Ergebnisse im Widerspruch zueinander. Wohingegen in der vorliegenden Studie und der Arbeit von Bassili [8, 9] kein Unterschied bei der Emotion Ärger festgestellt werden konnte, wurde diese in der Studie von Calder et al. [20] bei einer Präsentation in der oberen Gesichtshälfte signifikant besser erkannt. Trauer wurde in der vorliegenden Studie bei einer Darstellung in der unteren Gesichtshälfte besser erkannt, in den anderen beiden Studien jedoch bei einer Präsentation in der oberen Gesichtshälfte. Insgesamt bleibt anzumerken, dass die Differenzen auf emotionaler Ebene in unserer Studie wesentlich

stärker ausgeprägt waren. In den angeführten Studien lag die Erkennungsrate der Emotion Freude in der oberen Gesichtshälfte beispielsweise bei über 55%.

Hierfür, und für die Tatsache, dass die Ergebnisse teils widersprüchlich zueinander stehen, gibt es verschiedene Erklärungsmöglichkeiten. Zum einen ist anzuführen, dass die Stichprobengröße der Studien von Bassili [8, 9] und Calder et al. [20] zusammengenommen lediglich halb so groß war, wie die in der vorliegenden Studie. Ein anderer Punkt ist die Tatsache, dass in den angeführten Studien die Aufteilung in eine obere und untere Gesichtshälfte auf einer rein geometrischen Unterteilung der Stimuli in einer horizontalen Mittellinie erfolgte, wohingegen in unserer Studie eine Trennung der Areale basierend auf anatomischen Gegebenheiten beruht. Viel bedeutsamer scheint jedoch der Fakt, dass in den Untersuchungen von Bassili [8, 9] und Calder et al. [20] jeweils nur ein Teil des Gesichts präsentiert wurde (entweder die obere oder untere Gesichtshälfte). Dies entspricht augenscheinlich keinen realen Bedingungen und es ist nicht bekannt, inwieweit das Ausblenden einer Gesichtshälfte die Wahrnehmung der emotionalen Stimuli beeinflusst. Es ist denkbar, dass die Ergebnisse der Studien von Bassili und Calder et al. anders zu interpretieren sind, da die Aufmerksamkeit von Anfang an auf eine Gesichtshälfte gelenkt wurde und demnach nur diese Bereiche in den Erkennungsprozess mit einfließen konnten. In einer Studie von Adolphs et al. [3] konnte beispielsweise gezeigt werden, dass sich die Erkennungsleistung der Emotion Angst von Patienten mit einer Amygdala-Läsion verbessern ließ, wenn diese aufgefordert wurden, auf die Augen des Stimulus zu schauen. Durch das in den vorgestellten Studien verwendete Design wurden die Versuchspersonen in einer ähnlichen Art und Weise beeinflusst und mussten stets auf die präsentierten Gesichtsbereiche schauen. Dies könnte die unterschiedlichen Ergebnisse erklären.

Kapitel 6

Expressionsintensität und Erkennungsleistung

6.1 Einleitung

Seit jeher befasst sich die Wissenschaft mit der Erforschung von Unterschieden zwischen Männern und Frauen. Demnach existiert eine Vielzahl von Studien [67], welche die Untersuchung derartiger Geschlechtsunterschiede zum Gegenstand hatten. Für kognitive Prozesse (z.B. die Fähigkeit zu abstraktem, logischem Denken) wird beispielsweise seit geraumer Zeit eine Überlegenheit zu Gunsten des männlichen Geschlechts postuliert. Unlängst veröffentlichte Studien [55] vertreten jedoch die Ansicht, dass sich diese Unterschiede im Laufe der Zeit aufgrund Veränderungen soziokultureller Faktoren minimiert haben bzw. gar nicht mehr existent sind. Im Bereich emotionaler Kompetenz hingegen wird eine Überlegenheit zu Gunsten des weiblichen Geschlechts angenommen, mit besonderem Augenmerk auf Begriffe wie den der "weiblichen Intuition". Obgleich diese Überlegenheit auch in aktuellen Studien [44] beobachtet werden konnte, ist die Frage nach entsprechenden Mediatorvariablen nach wie vor nicht geklärt.

Ein wichtiger Aspekt emotionaler Kompetenz ist die Fähigkeit, emotionale Gesichtsausdrücke richtig zu deuten. Es wird schon lange vermutet, dass ein Vorteil zu Gunsten des weiblichen Geschlechts in der Erkennung mimisch expressiver Gesichter existiert, dennoch lieferten erste Untersuchungen auf diesem Gebiet widersprüchliche Ergebnisse [24]. An einer Stichprobe bestehend aus Kleinkindern, Kindern und Jugendlichen konnte allerdings unlängst gezeigt werden, dass weibliche Versuchsteilnehmer im Erkennen emotionaler Gesichtsausdrücke besser abschnitten [82]. Ebenso konnte Ju-

dith Hall anhand umfangreicher und methodisch gründlicher Meta-Analysen zeigen, dass in 80% aller an Erwachsenen durchgeführten Studien ein Vorteil zu Gunsten der Frauen erkennbar ist [41, 42, 43]. Es existieren jedoch auch einige Studien, die keinen Geschlechtsunterschied in der Erkennung mimisch expressiver Emotionen beobachten konnten [35, 38, 94]. Dies war bei einer Untersuchung an über 400 Probanden mit Hilfe des in Abschnitt 2.2 vorgestellten FEEL-Tests [60] ebenso der Fall.

Demzufolge drängt sich die Frage auf, wie die unterschiedlichen Befunde dieser Studien zustande kommen. Ein gängiges Erklärungsmodell besagt, dass Frauen insbesondere Vorteile in der Erkennung weiblicher emotionaler Gesichtsausdrücke besitzen. In Abhängigkeit des in den jeweiligen Studien vorherrschenden Geschlechts der Darsteller könnte darin eine Erklärung für die Unterschiede zwischen den Studien liegen. Dies konnte jedoch bereits in einigen Studien widerlegt werden [41, 42, 43]. Eine weitere Annahme, wonach Geschlechtsunterschiede aufgrund verbesserter methodischer Arbeitsweisen insbesondere in aktuellen Studien auftreten, kann ebenso widerlegt werden, da eine Vielzahl neuerer Studien keinen Unterschied ergaben [38, 61, 94].

In einer weiteren Studie von Hall & Matsumoto [44] konnte gezeigt werden, dass Frauen selbst bei geringster Intensität des Stimulusmaterials besser abschnitten als männliche Versuchsteilnehmer. Dies könnte möglicherweise ein Hinweis darauf sein, dass die Intensität emotionaler Expressivität eine Mediatorvariable bezüglich der Geschlechtsunterschiede im Erkennen mimisch ausgedrückter Emotionen darstellt. Der Einfluss der emotionalen Intensität auf die Erkennungsleistung wurde bereits in verschiedenen Studien untersucht. Hess et al. [51] konnten beispielsweise zeigen, dass ein Zusammenhang zwischen der Intensität mimisch expressiver Emotionen und der wahrgenommenen Intensität sowie der Erkennungsleistung besteht. Montagne et al. [85] konnten in ihrer 2007 veröffentlichten Studie den Zusammenhang zwischen der Erkennungsleistung und der Intensität des emotionalen Stimulusmaterials bestätigen. Dies alles führt zu der An-

nahme, dass die Erkennungsleistung emotionaler Stimuli von deren Intensität abhängt und Frauen insbesondere im Erkennen subtil expressiver Emotionen einen Vorteil gegenüber Männern aufweisen, nicht jedoch bei der Erkennung intensiver Gesichtsausdrücke. Dies würde auch die gängige Ansicht unterstützen, wonach Frauen insbesondere in alltäglichen Situationen Emotionen besser erkennen können als Männer, da die dabei auftretenden Emotionen eher geringerer Intensität sind [87]. Infolgedessen könnten auch die widersprüchlichen Befunde bezüglich eines Geschlechtsunterschiedes im Erkennen mimisch expressiver Emotionen in der Intensität des jeweils verwendeten Stimulusmaterials begründet liegen. Studien, die unter Verwendung von Stimulusmaterial geringer Intensität durchgeführt wurden, könnten demnach eher einen Geschlechtsunterschied beobachtet haben als Studien mit intensiven emotionalen Stimuli. Basierend auf dieser Annahme lassen sich folgende Hypothesen formulieren:

Hypothese 6.1: *"Die Erkennungsleistung emotionaler Stimuli steht in direktem Zusammenhang mit deren Intensität."*

Hypothese 6.2: *"Frauen weisen insbesondere im Erkennen von subtil expressiven Emotionen einen Vorteil gegenüber Männern auf, nicht jedoch bei der Erkennung intensiver Gesichtsausdrücke."*

Gegenstand dieser Studie war es demnach, den Einfluss emotionaler Intensität als möglichen Mediator von Geschlechtsunterschieden in der humanen Emotionserkennung zu untersuchen. Zur Bearbeitung dieser Fragestellung wurden zwei Experimente durchgeführt. In Experiment 1 wurde die Erkennungsleistung weiblicher und männlicher Versuchsteilnehmer von subtil und intensiv expressivem emotionalen Stimulusmaterial miteinander verglichen. In Experiment 2 wurde der Einfluss der emotionalen Intensität in Schritten von 10% (von 40% bis 100% Intensität) auf die Erkennungsleistung untersucht.

6.2 Material und Methodik

Das in dieser Studie eingesetzte Stimulusmaterial wurde mit Hilfe des Facial Expression Morphing Tools (siehe Abschnitt 2.4) erstellt. Als Ausgangsbasis für die Synthese der einzelnen Stimuli wurde wiederum der JACFEE/JACNeuF-Bildersatzes verwendet. Zur Generierung der Stimulusbilder in den Intensitätsstufen von 40% bis 90% wurde ausgehend von dem neutralen (0% emotionale Intensität) und emotionalen Bild (100% emotionale Intensität) eines Darstellers die Emotionalität im Gesichtsausdruck schrittweise um jeweils 10% erhöht.

Validierung des Stimulusmaterials

Im Vorfeld der Experimente wurde das verwendete Stimulusmaterial auf dessen Validität hin überprüft [7]. Dabei wurde untersucht, ob die technisch synthetisierten Intensitätsstufen der emotionalen Stimuli auch als unterschiedlich intensiv wahrgenommen wurden. Insgesamt N=79 Versuchteilnehmer bewerteten dazu die in verschiedenen Intensitätsstufen dargebotenen Stimuli bezüglich der wahrgenommenen Intensität. Anhand von statistischen Analysen konnte belegt werden, dass die subjektiv wahrgenommene Intensität mit der jeweils technisch synthetisierten nahezu übereinstimmt. Demnach kann das Stimulusmaterial als valide angesehen werden. Abbildung 38 stellt die Ergebnisse dieser Validierungsstudie über alle Emotionen gemittelt dar.

6.3 Experiment 1: Vergleich der Erkennungsraten subtiler und intensiver Stimuli

Zur Untersuchung von Hypothese 6.1 wurde in Experiment 1 die Erkennungsleistung männlicher und weiblicher Versuchsteilnehmer bei der Präsentation emotionaler Gesichtsausdrücke mit einer Intensität von 50% bzw. 100% verglichen.

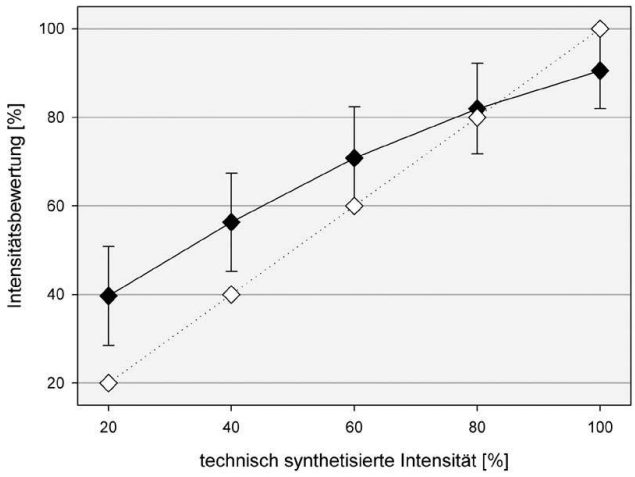

Abbildung 38: *Vergleich der von den Versuchsteilnehmern (N=79) wahrgenommenen Intensität (schwarze Rauten) mit den Referenzwerten der technisch synthetisierten Intensitätsstufen (weiße Rauten). Die vertikalen Linien stellen die entsprechende Standardabweichung der jeweiligen Bewertung dar.*

6.3.1 Material und Methodik

Beschreibung der Stichprobe

An dem Experiment nahmen N=133 Studenten teil, die aus dem Seminar "Medizinische Psychologie und Soziologie" rekrutiert wurden. Die Versuchspersonen unterzeichneten im Vorfeld des Experiments eine schriftliche Einwilligungserklärung zur freiwilligen Teilnahme gemäß der Vorgaben der Ethikkommission der Universität Ulm. Die Probanden waren zwischen 19 und 41 Jahren alt (M=22,0 Jahre; SA=3,4), 75 davon waren weiblichen Geschlechts (56,4%). Entsprechend der Zusammensetzung dieser Experimentalgruppe (EG) wurde aus der Datenbank der FEEL-Ergebnisse (siehe Abschnitt 2.2) eine Kontrollgruppe (KG) gebildet, welche sich bezüglich der Faktoren Alter, Bildung und Geschlecht nicht signifikant von der Experimentalgruppe unterschied. Bezüglich der psychischen und physischen Belastungen lag die Stichprobe im unauffälligen Bereich (GSI=0,45; SA=0,35).



Abbildung 39: *Übersicht der in Experiment 1 verwendeten Stimulusintensitäten: Vpn der Experimentalgruppe (EG) wurden Bilderpaare bestehend aus einem neutralen (links) und einem subtil emotionalen (50% Intensität, mittleres Bild) Gesichtsausdruck dargeboten. Vpn der Kontrollgruppe (KG) wurden stattdessen Stimuli hoher emotionaler Intensität (100% Intensität, rechtes Bild) präsentiert.*

Stimulusmaterial

Aus dem JACFEE/JACNeuF-Bildersatz wurden 42 Bilderpaare ausgewählt, bestehend aus einem neutralen und einem emotionalen Gesichtsausdruck derselben Person. Jede der 6 untersuchten Emotionen (Ärger, Angst, Ekel, Freude, Trauer und Überraschung) wurde von jeweils 7 Personen dargestellt. Der Kontrollgruppe wurden vollständig entfaltete emotionale Gesichtsaudrücke (100% emotionale Intensität) präsentiert, wohingegen der Experimentalgruppe subtil expressive Emotionen (50% emotionale Intensität) dargeboten wurden. Abbildung 39 visualisiert die derart für Experiment 1 synthetisierten Intensitätsstufen.

Ablauf des Experiments

Die Versuchspersonen wurden einzeln mit Hilfe einer veränderten Version des FEEL (*s-FEEL*) untersucht, in der lediglich subtil expressive Emotionen dargeboten wurden. Die Dauer des Experiments betrug in etwa 15 Minuten. Im Vorfeld der Untersuchung füllten die Probanden der Experimentalgruppe einen Fragebogenkatalog, bestehend aus dem Emotion Regulation Questionnaire (ERQ), der Toronto-Aleyithymie-Skala (TAS-20), der Symptom-Checkliste SCL-90-R sowie dem LEAS-C, aus. Um mit dem Ablauf des Experiments vertraut zu werden, wurden den Versuchsteilnehmern zu Anfang des Experiments 6 Stimulusbilder (in einer Intensität von 100% sowohl für die EG als auch die

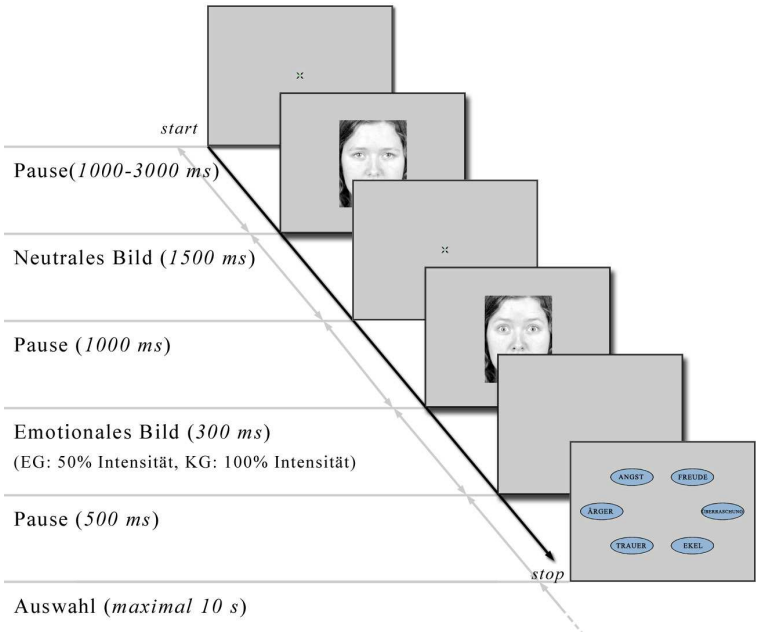

Abbildung 40: *Schematische Darstellung des Ablaufs von Experiment 1. Nach einer variablen Pause (1000-3000 ms) wurde zuerst der neutrale Gesichtsausdruck für 1500 ms dargestellt. Einer weiteren Pause (1000 ms) folgend wurde der emotionale Stimulus (je nach Zugehörigkeit zur Experimental- oder Kontrollgruppe in einer Intensität von 50% bzw. 100%) für 300 ms präsentiert (ms = Millisekunden, s = Sekunden).*

KG) präsentiert, deren Bewertung nicht in das abschließende Ergebnis einfloss. Nach dieser Einführungsphase erfolgte die Präsentation der 42 Bilderpaare (jeweils sieben Bilderpaare pro Emotion) nacheinander in randomisierter Reihenfolge. Vor Präsentation des emotionalen Gesichtsausdrucks erschien zunächst für 1,5 Sekunden das Bild der Person mit neutralem Gesichtsaudruck. Im Anschluss an eine einsekündige Pause stellte dieselbe Person die jeweilige Emotion dar. Die Dauer dieser Stimulusdarbietung betrug 300 Millisekunden. Nach der Präsentation eines Bilderpaares erschienen auf dem Bildschirm stellvertretend für die sechs Emotionen sechs Schaltflächen. Der Proband musste sich daraufhin innerhalb von zehn Sekunden per Mausklick für eine der Emotionen entscheiden. Vor der Präsentation des nächsten Bilderpaares erfolgte eine variable Pause zwischen einer und drei Sekunden. Abbildung 40 visualisiert den Ablauf dieses Experiments.

Datenauswertung und statistische Analyse

Zur statistischen Analyse wurde ein allgemeines lineares Modell mit dem Innersubjektfaktor Emotion (Ärger, Angst, Ekel, Trauer, Freude, Überraschung) sowie den Zwischensubjektfaktoren Geschlecht der Probanden (männlich, weiblich) und Intensitätskategorie (50% und 100%) unter Berücksichtigung der Abhängigkeitsstruktur der Daten berechnet. Zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den Ergebnissen psychometrischer Verfahren und der im Experiment erfassten Erkennungsleistung emotionaler Stimuli wurden je nach Verteilung entweder Korrelationskoeffizienten nach Spearman oder Pearson berechnet.

6.3.2 Ergebnisse

Erkennungsleistung

Die Erkennungsrate intensiver Gesichtausdrücke (M=84,5%; SA=8,6) lag signifikant über der von subtil expressiven Emotionen (M=71,7%; SA=11,5), $F_{(1,262)}$= 110,48; p<0,001. Erwartungsgemäß unterschieden sich die 6 Emotionskategorien bezüglich ihrer Erkennungsraten wiederum signifikant voneinander, $F_{(5,258)}$= 75,69; p<0,001. Die Interaktion zwischen den Faktoren Emotion und Intensität war ebenfalls hochsignifikant, $F_{(5,258)}$= 25,61; p<0,001. Demnach wird die Erkennungsleistung der sechs untersuchten Emotionen von der Stimulusintensität auf eine unterschiedliche Art und Weise beeinflusst. Männliche ($M_{\male}$=76,9%; SA=12,3) und weibliche Versuchsteilnehmer ($M_{\female}$=79,1%; SA=11,7) unterschieden sich hinsichtlich ihrer Erkennungsraten zwar nicht signifikant voneinander ($F_{(1,262)}$= 3,10; p=0,08), jedoch konnte für die Interaktion zwischen dem Faktor Geschlecht der Probanden und den Faktoren Emotion ($F_{(5,258)}$ = 2,11; p=0,063) und Intensität ($F_{(1,262)}$= 3,36; p=0,068) ein Trend beobachtet werden. Die Erkennungsleistung einzelner Emotionen ist nach Intensität und Geschlecht der Probanden getrennt in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: *Erkennungsleistung einzelner Emotionen nach Intensität und Geschlecht der Versuchsteilnehmer getrennt.*

	männliche Vpn (N=116)			weibliche Vpn (N=150)		
		Intensität			Intensität	
Emotion	N	50%	100%	N	50%	100%
Ärger	58	65,8 (2,6)	90,2 (1,9)	75	71,8 (2,1)	93,3 (1,5)
Angst	58	61,6 (3,1)	71,7 (3,1)	75	69,7 (2,9)	71,1 (2,9)
Ekel	58	54,2 (3,8)	75,9 (3,1)	75	63,6 (3,5)	81,5 (2,5)
Freude	58	88,7 (1,6)	96,6 (1,0)	75	90,7 (1,1)	97,1 (0,7)
Trauer	58	59,6 (3,3)	87,9 (2,6)	75	60,8 (3,1)	80,8 (2,2)
Überraschung	58	85,5 (2,3)	85,2 (1,8)	75	85,5 (1,8)	83,1 (1,9)
Total	58	69,2 (1,4)	84,6 (1,0)	75	73,7 (1,3)	84,5 (1,0)

Anmerkung: Angaben zur Erkennungsleistung in Prozent. Standardfehler des Mittelwerts in Klammern. Vpn=Versuchsperson(en).

In der Erkennungsleistung intensiv expressiver Emotionen (100% Stimulusintensität) konnte kein wesentlicher Unterschied zwischen männlichen ($M_{\male}$=84,6%) und weiblichen ($M_{\female}$=84,5%) Versuchspersonen beobachtet werden, $F_{(1,131)}$= 0,003 p=0,95. Allerdings erkannten weibliche Probanden ($M_{\female}$=73,7%) subtile Gesichtsausdrücke (50% Stimulusintensität) signifikant besser als männliche Versuchsteilnehmer ($M_{\male}$=69,2%), $F_{(1,131)}$= 5,08; p=0,026.

Auf der Ebene einzelner Emotionen konnte bei der Präsentation intensiv expressiver Emotionen (100%) mit Ausnahme der Emotion Trauer, wo männliche Probanden im Vergleich zu weiblichen Versuchsteilnehmern unerwartet besser abschnitten, kein signifikanter Geschlechtsunterschied festgestellt werden. Bei der Darbietung subtiler Gesichtsausdrücke erzielten Frauen hingegen eine signifikant bessere Erkennungsleistung bei den Emotionen Ärger, Angst und Ekel.

Interessanterweise beeinflusst die Intensität des emotionalen Stimulusmaterials über beide Geschlechter hinweg insbesondere die Emotionen Ärger, Ekel, Freude und Trau-

Tabelle 2: *Ergebnisse statistischer Analysen bei einem Vergleich der Erkennungsleistung unter Berücksichtigung der Faktoren 'Intensität' und 'Geschlecht der Probanden'.*

		männliche vs. weibliche Vpn		subtile vs. intensive Expressivität	
		Intensität		Geschlecht	
Emotion	N	50%	100%	♂(n=116)	♀(n=150)
Ärger	133	p=0,069	n.s.	p<0,001	p<0,001
Angst	133	p=0,060	n.s.	p=0,023	n.s.
Ekel	133	p=0,072	n.s.	p<0,001	p<0,001
Freude	133	n.s.	n.s.	p<0,001	p<0,001
Trauer	133	n.s.	p=0,037	p<0,001	p<0,001
Überraschung	133	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Total	133	p=0,026	n.s.	p<0,001	p<0,001

Anmerkung: Vpn=Versuchsperson(en). N=Anzahl Vpn.

er (p<0,001), nicht jedoch die Emotionen Angst und Überraschung. Eine Übersicht der Ergebnisse statistischer Analysen ist in Tabelle 2 wiedergegeben. Abbildung 41 stellt die Differenz in der Erkennung subtiler vs. intensiver Stimuli für alle Emotionen dar.

Reaktionszeiten

Die durchschnittliche Reaktionszeit bei der Bewertung subtiler Gesichtsausdrücke (M= 1884 ms) lag signifikant über der von intensiven Gesichtsausdrücken (M= 1513 ms), $F_{(1,262)}$= 33,0; p<0,001. Ebenso unterschieden sich die einzelnen Emotionskategorien bezüglich ihrer Reaktionszeiten signifikant voneinander, $F_{(5,258)}$= 112,94; p<0,001. Die Interaktion zwischen den Faktoren Emotion und Intensität war ebenfalls hochsignifikant, $F_{(5,258)}$= 13,25; p<0,001. Männliche Versuchsteilnehmer ($M_{50\%}$=1962 ms; $M_{100\%}$=1535 ms) benötigten zum Treffen ihrer Entscheidungen zwar insgesamt mehr Zeit als weibliche Probanden ($M_{50\%}$=1825 ms; $M_{100\%}$=1497 ms), der Unterschied war jedoch nur unwesentlich, $F_{(1,262)}$= 1,78; p=0,18. Die Interaktion zwischen den Faktoren Geschlecht der Probanden und Intensität war ebenfalls nicht signifikant, $F_{(1,262)}$= 0,57; p=0,45. Es zeigte sich jedoch eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren

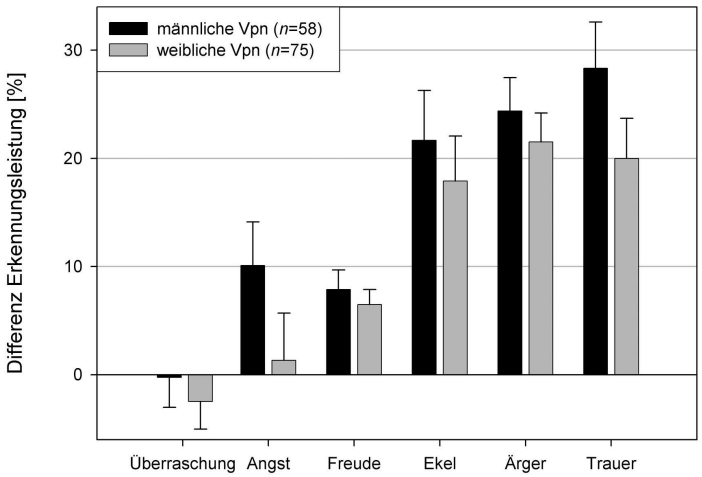

Abbildung 41: *Differenz in der Erkennungsleistung subtil vs. intensiv mimisch expressiver Emotionen (Angaben in Prozent) nach Geschlecht und Emotionskategorien getrennt. Positive Werte stehen hierbei stellvertretend für eine höhere Erkennungsleistung intensiver im Vergleich zu subtilen Stimuli. Die die Balken verlängernden Linien repräsentieren den Standardfehler des Mittelwerts.*

Geschlecht der Probanden und Emotion, $F_{(5,258)}$= 2,91; p=0,014. Dieser Effekt beruht insbesondere auf den Reaktionszeiten bei der Beurteilung subtil expressiver Gesichtsausdrücke derjenigen Emotionen, welche von weiblichen Probanden signifikant besser erkannt wurden (Ärger, Angst, Ekel). Dabei lagen die Reaktionszeiten weiblicher Probanden (M=1824 ms) deutlich (p<0,05) unter denen männlicher Versuchsteilnehmer (M=2039 ms).

Fragebögen

Die Ergebnisse der Toronto-Alexithymie-Skala (TAS) unterschieden sich nicht wesentlich zwischen männlichen ($M_{\male}$=44,01) und weiblichen ($M_{\female}$=41,52) Versuchsteilnehmern. Allerdings erkannten männliche Versuchsteilnehmer mit auffälligen Werten in der TAS (Werte $\geq$ 52; n=10) die Emotion Trauer signifikant schlechter (p<0,05) als

Probanden mit unauffälligen Werten (n=47). Ebenso lag bei diesen Probanden die Erkennungsleistung (M=63,3%) unter der der nicht-alexithymen (M=70,2%). Dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant. Des Weiteren korrelierte bei männlichen Probanden die Subskala 'Schwierigkeit in der Erkennung von Gefühlen' negativ mit der Erkennungsleistung (r=-0,289*; p<0,05, n=57). Zwischen den nicht-alexithymen weiblichen Versuchsteilnehmern (n=61) und denen im Übergansbereich zur Alexithymie liegenden bzw. alexithymen (n=6) konnte kein signifikanter Zusammenhang mit der Erkennungsleistung subtil expressiver Emotionen beobachtet werden.

Weibliche Probanden ($M_{\female}$=34,99) erreichten im Vergleich zu männlichen Versuchsteilnehmer ($M_{\male}$=31,36) signifikant höhere Werte (p<0,001) im LEAS-C. Zwischen den Ergebnissen des LEAS-C und der Erkennungsleistung konnte jedoch für keine der beiden Gruppen ein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Bezüglich der bevorzugten Emotionsregulationsstrategien unterschieden sich männliche und weibliche Probanden zwar signifikant in den Subskalen 'Reappraisal' ($M_{\male}$=4,33, $M_{\female}$=4,71; p<0,05) und 'Suppression' ($M_{\male}$=3,49, $M_{\female}$=2,93; p<0,01), zwischen den Ergebnissen des Emotion Regulation Questionnaire (ERQ) und der Erkennungsleistung subtil expressiver Emotionen konnte allerdings ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang beobachtet werden. Ein Zusammenhang zwischen den Subskalen der SCL-90-R und der Erkennungsleistung konnte weder für männliche noch für weibliche Probanden festgestellt werden.

6.4 Experiment 2: Erkennungsraten in Abhängigkeit emotionaler Intensität

Der Fokus von Experiment 2 lag in der Untersuchung des Einflusses der Stimulusintensität auf die Erkennungsleistung bei einer Erhöhung der Intensität in Schritten von 10%.



Abbildung 42: *Übersicht der in Experiment 2 verwendeten Stimulusintensitäten: Den Vpn wurden hierbei Bilderpaare bestehend aus einem neutralen (0% Intensität) und einem emotionalen Gesichtsausdruck variabler Intensität (40% bis 100% Intensität) dargeboten.*

6.4.1 Material und Methodik

Beschreibung der Stichprobe

An diesem Experiment nahmen insgesamt N=186 Probanden teil, die wiederum allesamt im Rahmen des Seminars "Medizinische Psychologie und Soziologie" rekrutiert wurden. Die Versuchspersonen unterschrieben im Vorfeld eine schriftliche Einwilligungserklärung zur freiwilligen Teilnahme entsprechend der Vorgaben der Ethikkommission der Universität Ulm. Das Alter der Probanden lag zwischen 17 und 46 Jahren (M=22,2 Jahre; SA=3,7), 116 davon waren weiblichen Geschlechts (62,4%). Keiner der in diesem Experiment untersuchten Versuchsteilnehmer hatte an Experiment 1 teilgenommen. Bezüglich der psychischen und physischen Belastung lag die Stichprobe insgesamt im unauffälligen Bereich (GSI=0,51; SA=0,43).

Stimulusmaterial

Für jedes der in Abschnitt 'Material & Methodik' beschriebenen 42 Bilderpaare wurden 6 Zwischenbilder synthetisiert, deren Intensität von 40% bis 90% reicht (in einer Schrittweite von 10%). In Kombination mit dem entsprechenden neutralen und emotionalen Bild (100% emotionale Intensität) resultiert dies in insgesamt 294 Bilderpaaren. Abbildung 42 stellt eine Übersicht des in Experiment 2 verwendeten Stimulusmaterials dar.

Ablauf des Experiments

Der Ablauf von Experiment 2 folgte weitgehend dem von Experiment 1 (Abbildung 40). Die Versuchspersonen wurden wiederum einzeln mit Hilfe einer veränderten Version des FEEL (*i-FEEL*) untersucht, in der die 42 präsentierten Bilderpaare per Zufall aus den 294 synthetisierten Stimuli ausgewählt und bezüglich der Faktoren Intensität sowie Geschlecht und ethnische Herkunft der Darsteller ausbalanciert wurden. So konnte sichergestellt werden, dass jeder Versuchsperson für jede der 6 Emotionen alle 7 Intensitätsstufen (40% bis 100% Intensität) dargeboten wurden. Die Dauer des Experiments betrug in etwa 15 Minuten. Im Vorfeld der Untersuchung füllten die Probanden einen Fragebogenkatalog, bestehend aus dem Emotion Regulation Questionnaire (ERQ), der Symptom-Checkliste SCL-90-R sowie dem LEAS-C, aus.

Datenauswertung und statistische Analyse

Aufgrund der Tatsache, dass jede Versuchsperson pro Emotions- und Intensitätskategorie lediglich ein Stimulusbild zu bewerten hatte, wurde zur statistischen Analyse ein verallgemeinertes lineares Modell [46] unter Berücksichtigung der Abhängigkeitsstrukturen der Daten verwendet. Als Zwischensubjektvariablen wurden dabei die Faktoren Emotion (Ärger, Angst, Ekel, Freude, Trauer und Überraschung) und Intensität (40% bis 100%), als Innersubjektfaktor das Geschlecht der Probanden (männlich & weiblich) untersucht. Der Übersichtlichkeit halber wurden die 7 Intensitätsstufen i in einigen Darstellungen in die Subkategorien geringe Intensität ($i \leq 50\%$), mittlere Intensität ($60\% \leq i \leq 70\%$) und hohe Intensität ($i \geq 80\%$) eingeteilt.

Aufgrund der für jede Versuchsperson zufällig ausgewählten 42 Bilderpaare (aus den insgesamt 294 synthetisierten Stimuli) war eine gleichmäßige Verteilung des Schwierigkeitsgrades über alle Probanden hinweg nicht unmittelbar gegeben. Dies beruht auf der Tatsache, dass Stimuli derselben Emotionskategorie des JACFEE/JACNeuF-

Bildersatzes trotz intensiver Darstellung unterschiedlich gut erkannt werden. Um dennoch die statistische Vergleichbarkeit der Daten einzelner Versuchsteilnehmer zu gewährleisten, wurde eine Normierung der Ergebnisse (vgl. Abschnitt 2.3) anhand der individuellen Schwierigkeit x_i ($x_i \in [0, 100]$) einzelner Items i ($1 \leq i \leq 42$) vorgenommen. Basierend auf den Schwierigkeitsindices x_i wurde je Emotionskategorie und Stimulusbild eine individuelle Gewichtung w_i gemäß der Formel $w_i = 1 + (\bar{x} - x_i)/100$ durchgeführt. $\bar{x}$ stellt dabei den Mittelwert der Erkennungsleistung je Emotionskategorie dar. Variieren die Schwierigkeitsindices x_i der Emotion Freude beispielsweise zwischen 84 und 100 und beträgt der Mittelwert der Erkennungsleistung $\bar{x}_{Freude}$=96,29, so erhält das am schlechtesten erkannte Stimulusbild (84%) eine Gewichtung von 1,1229, das am besten erkannte Stimulusbild eine Gewichtung von 0,9629. Die einzelnen Gewichtungen wurden daraufhin mit der reinen Erkennungsleistung des Stimulus ('0'=nicht erkannt; '1'=erkannt) multipliziert, über eine Emotionskategorie hinweg gemittelt und letzten Endes mit dem Faktor 100 multipliziert. Dies resultiert jeweils in einem Erkennungswert, welcher Werte zwischen 0 und 100 annehmen kann und bezüglich der Schwierigkeit bereinigt ist. Dieser Erkennungswert ist Grundlage für die im Folgenden vorgestellten Ergebnisse und deren statistische Analyse.

6.4.2 Ergebnisse

Erkennungsleistung

Die statistische Analyse zeigte, dass die Intensität des Stimulusmaterials wie im vorherigen Experiment einen signifikanten Einfluss auf die Erkennungsleistung besaß, Wald $\chi^2_{(6,N=186)}$=168,87; p<0,001. Insgesamt konnten weibliche Probanden ($M_{\text{♀}}$=78,6%) in diesem Experiment eine signifikant höhere Erkennungsrate vorweisen als männliche Versuchteilnehmer ($M_{\text{♂}}$=75,4%), Wald $\chi^2_{(1,N=186)}$=5,11; p=0,024). Die Interaktion zwischen den Faktoren Geschlecht der Probanden und Intensität war ebenfalls signifikant, Wald $\chi^2_{(6,N=186)}$=15,56; p=0,016. Demnach unterscheiden sich männliche und weibli-

che Probanden hinsichtlich ihrer Erkennungsleistung zwischen den verschiedenen Intensitätskategorien signifikant voneinander (Abbildung 43). Hinsichtlich ihrer Erkennungsleistung unterschieden sich die sechs untersuchten Emotionen erwartungsgemäß erheblich voneinander (Wald $\chi^2_{(5,N=186)}$=241,32; p<0,001) und die Interaktion zwischen den Faktoren Emotion und Intensität war ebenfalls signifikant, Wald $\chi^2_{(30,N=186)}$=97,56; p<0,001. Es konnten keine weiteren signifikanten Interaktionen beobachtet werden.

Mit steigender Stimulusintensität verbesserten sich die Erkennungsraten nahezu linear, sowohl für männliche als auch weibliche Versuchspersonen (siehe Tabelle 3 und Abbildung 43). Stimuli mit einer Intensität geringer als 60% wurden dabei wesentlich schlechter erkannt (p<0,05) als Emotionen mittlerer und hoher Intensität.

Tabelle 3: *Erkennungsleistung einzelner Emotionen nach Intensitätskategorie und Geschlecht der Versuchsteilnehmer getrennt. Der angegebene p-Wert quantifiziert jeweils die Wahrscheinlichkeit, dass die Unterschiede in der Erkennungsleistung zwischen den Intensitätskategorien dem Zufall unterliegen.*

	männliche Vpn (n=70)				weibliche Vpn (n=116)			
	Intensität				Intensität			
Emotion	niedrig	mittel	hoch	p-Wert	niedrig	mittel	hoch	p-Wert
Ärger	59,1	80,3	88,5	<0,001	67,5	87,1	92,9	<0,001
Angst	53,7	67,1	75,2	0,013	60,7	71,8	69,3	n.s.
Ekel	53,4	62,6	67,8	n.s.	67,2	73,5	70,0	n.s.
Freude	78,2	86,0	96,2	=0,001	87,4	89,0	92,0	n.s.
Trauer	55,8	76,0	82,3	<0,001	54,6	73,3	82,4	<0,001
Überraschung	86,0	85,8	90,0	n.s.	79,5	91,0	89,1	0,001
Total	64,4	76,3	83,3	<0,001	69,5	81,0	82,6	<0,001

Die weiteren Analysen wurden basierend auf den bereits erwähnten Subkategorien (geringe, mittlere & hohe Intensität) berechnet. Weibliche Versuchsteilnehmer waren demnach insbesondere im Erkennen subtil expressiver Emotionen (bis zu einer Intensität von 70%) signifikant besser als männliche Probanden (p<0,01). Bei der Präsentation intensiver Gesichtsausdrücke (Intensität $\geq$ 80%) konnte jedoch kein signifikanter Un-

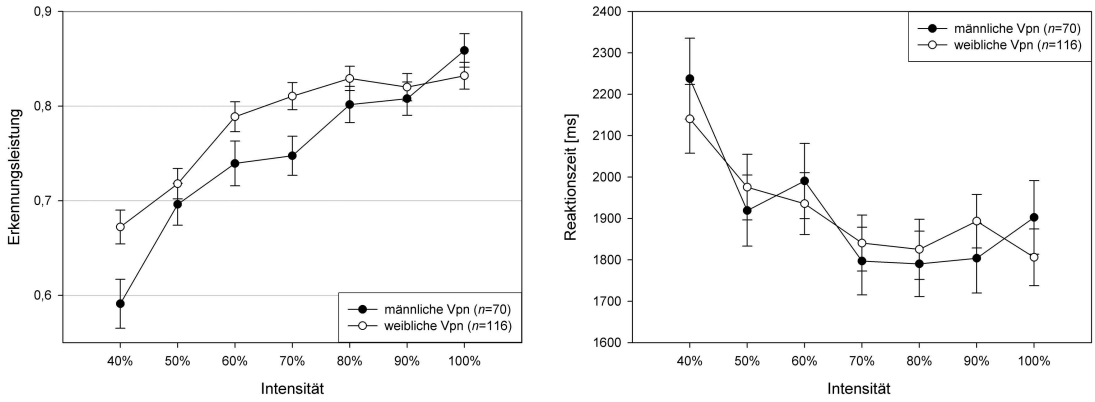

Abbildung 43: *Erkennungsleistung (linke Seite) und Reaktionszeiten (rechte Seite) in Abhängigkeit einzelner Intensitätsstufen nach Geschlecht der Versuchsteilnehmer getrennt.*

terschied zwischen den Geschlechtern beobachtet werden. Tabelle 3 stellt detaillierte Ergebnisse der Erkennungsleistung getrennt nach Geschlecht und Emotionskategorien dar. Ferner zeigte diese Analyse, dass sich die Erkennungsleistung männlicher Versuchspersonen zwischen den einzelnen Subkategorien (geringe vs. mittlere Intensität, mittlere vs. hohe Intensität) signifikant verbesserte (p<0,05), wohingegen bei weiblichen Probanden lediglich ein signifikanter Anstieg zwischen den ersten beiden Subkategorien (geringe vs. mittlere Intensität) zu verzeichnen war.

Bei Betrachtung der Ergebnisse auf Ebene der einzelnen Emotionen war der Erkennungsvorteil von Stimuli hoher emotionaler Intensität im Vergleich zu niedriger oder mittlerer Intensität insbesondere bei den Emotionen Ärger und Trauer gegeben (p<0,01). Demnach scheinen hohe Intensitäten ausschlaggebend für die Erkennung dieser Emotionen zu sein. Im Vergleich zu männlichen Versuchsteilnehmern besaßen Frauen bei der Präsentation von Stimuli mit niedriger Intensität insbesondere bei den Emotionen Ekel (p<0,01) und Freude (p<0,05) einen Erkennungsvorteil. Bei der Darbietung emotionaler Stimuli mittlerer Intensität waren Frauen nur im Erkennen der Emotionen Ärger (p<0,05), Ekel und Überraschung (p<0,01) besser. Bei der Erkennungsleistung

von Stimuli mit hoher Intensität konnte hingegen kein Unterschied zwischen den Geschlechtern festgestellt werden. Detaillierte Ergebnisse der einzelnen Emotionen sind in Abbildung 44 dargestellt.

Reaktionszeiten

Männliche (M=1920 ms) und weibliche (M= 1916 ms) Versuchsteilnehmer unterschieden sich bezüglich ihrer Reaktionszeiten nur unwesentlich. Allerdings unterschieden sich die Reaktionszeiten - wie schon in Experiment 1 - zwischen den Emotionen (Wald $\chi^2_{(5,N=186)}$=276,32; p<0,001) und Intensitätsstufen (Wald $\chi^2_{(6,N=186)}$=102,08; p<0,001) signifikant. Es konnten keine weiteren signifikanten Interaktionen beobachtet werden. Die Reaktionszeiten sind nach Geschlecht getrennt in Abbildung 43 (rechte Seite) dargestellt.

Fragebögen

Zwischen den Subskalen der SCL-90-R und der Erkennungsleistung mimisch expressiver Emotionen konnte kein signifikanter Zusammenhang beobachtet werden. Weibliche Versuchsteilnehmer ($M_{♀}$=35,08) erreichten im Vergleich zu männlichen Probanden ($M_{♂}$=30,63) wiederum signifikant höhere Werte (p= 0,001) im LEAS-C. Zwischen den Ergebnissen des LEAS-C und der Erkennungsleistung emotionaler Stimuli konnte jedoch für keine der beiden Gruppen ein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Bezüglich der bevorzugten Emotionsregulationsstrategien unterschieden sich männliche und weibliche Probanden im Gegensatz zu Experiment 1 lediglich in der Subskala 'Suppression' signifikant ($M_{♂}$=3,80, $M_{♀}$=2,87, $t_{(177)}$=5,88; p<0,001), zwischen den Werten der Subskala 'Reappraisal' konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($M_{♂}$=4,33, $M_{♀}$=4,46). Ein Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des ERQ und der Erkennungsleistung emotionaler Stimuli konnte nicht beobachtet werden.

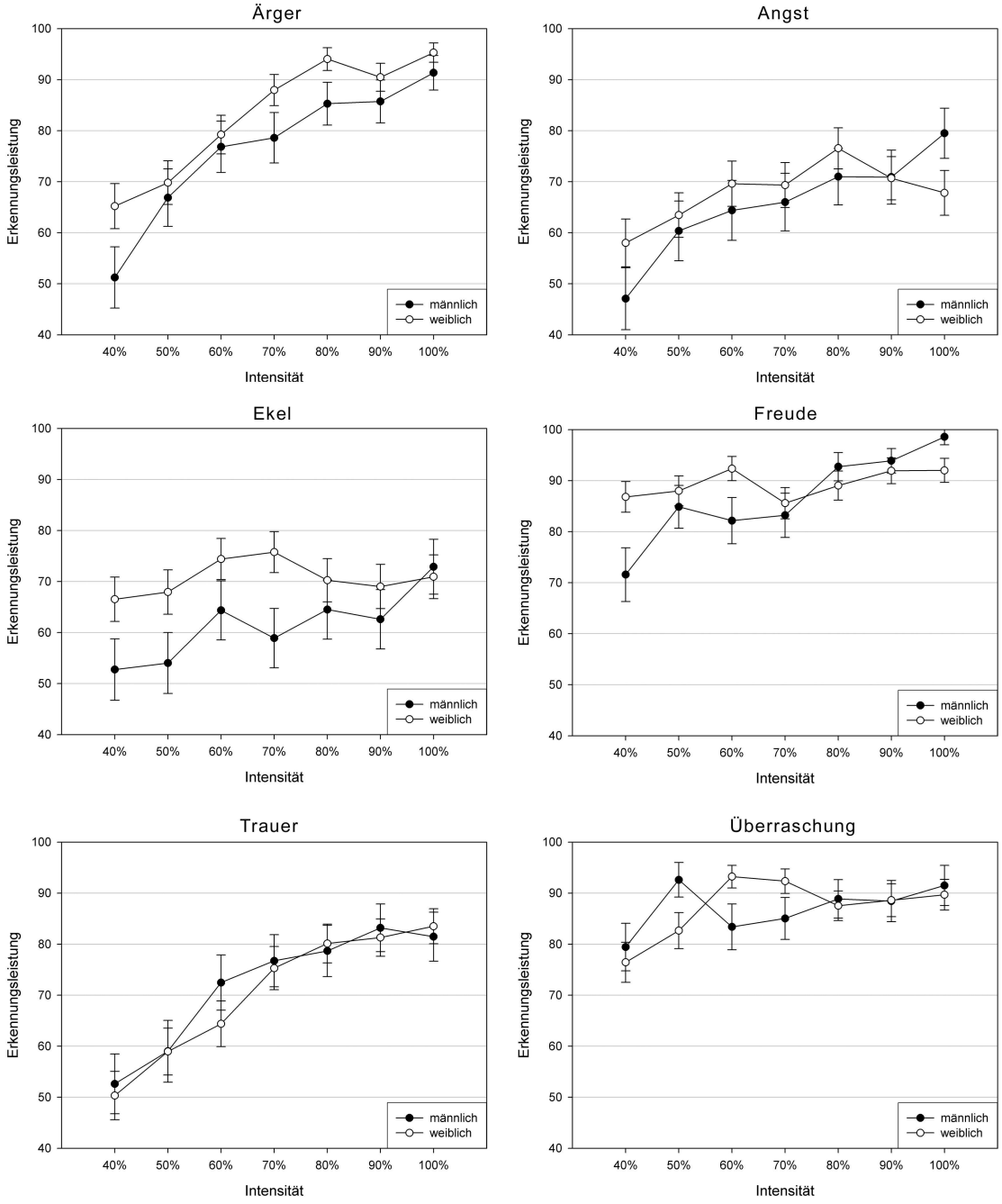

Abbildung 44: *Erkennungsleistung einzelner Emotionen nach Intensitätsstufe und Geschlecht der Versuchsteilnehmer getrennt. Die vertikalen Balken stellen den jeweiligen Standardfehler des Mittelwerts dar.*

6.5 Diskussion

In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass Frauen insbesondere im Erkennen von subtil expressiven Emotionen einen Vorteil gegenüber Männern aufweisen, nicht jedoch bei der Erkennung intensiver Gesichtsausdrücke. Demnach kann die Hypothese 6.2 als bestätigt angesehen werden. Weiterhin verbesserte sich die Erkennungsleistung emotionaler Stimuli bei ansteigender Intensität, sowohl beim Vergleich subtiler (50%) und intensiver (100%) Expressionen, als auch bei einer schrittweisen Erhöhung (in Stufen von 10%) der Stimulusintensität. Infolgedessen wurde Hypothese 6.1 ebenfalls bestätigt, wonach die Erkennungsleistung emotionaler Stimuli in direktem Zusammenhang mit deren Intensität steht. Dies war zwar für beide Geschlechter der Fall, allerdings zeigten männliche Probanden bei abnehmender Stimulusintensität einen stärkeren Abfall in der Erkennungsleistung als weibliche Versuchsteilnehmer. Daraus resultiert der Vorteil weiblicher Versuchspersonen in der Erkennung subtil expressiver Emotionen.

Die Ergebnisse dieser Studie belegen demnach die Befunde anderer Studien [51, 85], wonach die Intensität emotionalen Stimulusmaterials positiv mit der Erkennungsleistung korreliert. Bezüglich des Geschlechtsunterschieds im Erkennen mimisch expressiver Emotionen stehen die Ergebnisse des Weiteren im Einklang mit einer 2004 veröffentlichten Studie von Hall & Matsumoto [44]. In dieser konnte gezeigt werden, dass Frauen einen Vorteil in der Erkennung von emotionalen Mikroexpressionen aufweisen. Dabei wurde die Zeitspanne der Darbietung emotionaler Stimuli so kurz gewählt (70 ms und 200 ms), dass die Probanden das eingeblendete Bild eben noch wahrnehmen konnten. Hall & Matsumoto erklären diesen Unterschied damit, dass Frauen effizienter darin sind, mimisch expressive Emotionen in ihrer Gesamtheit wahrzunehmen und anhand von automatisierten Verarbeitungsprozessen umgehend zu beurteilen. Aufgrund der in dieser Studie verwendeten Darbietungszeit von 300 Millisekunden könnte die Beurteilung des Stimulusmaterials demnach ebenfalls auf automatisierten Erkennungs-

prozessen beruhen und das bessere Abschneiden weiblicher Versuchspersonen bei der Bewertung subtiler Stimuli erklären.

Eine weitere Erklärungsmöglichkeit für das bessere Abschneiden weiblicher Versuchsteilnehmer beim Erkennen von subtil ausgedrückten Emotionen könnte sein, dass Frauen die visuellen Stimuli länger in Erinnerung behalten und ihnen demnach mehr Zeit zur Verarbeitung derselben zur Verfügung steht. Diese Vermutung wird durch eine Studie von Hall et al. [45] unterstützt, wonach Frauen nonverbale Signale besser erinnern können als Männer.

Obgleich verschiedene Erklärungsmodelle für den Erkennungsvorteil zu Gunsten der Frauen existieren, bleibt eine überaus wichtige Frage dennoch unbeantwortet: Die Frage, ob dieser Effekt biologisch verankert ist oder auf der unterschiedlichen Sozialisierung von Männern und Frauen beruht. Dies konnte letztlich noch nicht geklärt werden und bleibt eine offene Frage in der Erforschung der Geschlechtsunterschiede [82]. In unserer Studie war aufgrund des gewählten Designs eine schnelle Verarbeitung der emotionalen Reize erforderlich. Dies deutet - zusammen mit der Tatsache, dass weibliche Probanden trotz minimaler Stimulusintensität eine hohe Erkennungsleistung aufweisen konnten - darauf hin, dass die höheren Erkennungsraten von Frauen auf einem biologischen Effekt beruhen. Andererseits könnten Sozialisationsprozesse dazu führen, dass Frauen aufgrund von mehr Erfahrung im Erkennen mimisch expressiver Emotionen und automatisierter Verarbeitung dieser eine höhere Sensibilität gegenüber emotionalen Signalen aufweisen [17, 18, 44].

In Experiment 2 konnte ein interessanter Effekt beobachtet werden: Frauen erreichten ihre optimale Erkennungsleistung bereits bei Stimuli mittlerer Intensität, wohingegen Männer ihre Erkennungsleistung anhand von Stimuli hoher Intensität noch verbessern konnten. Dies steht mit der Annahme im Einklang, dass es bei der Erkennung mi-

misch expressiver Emotionen einen Sättigungseffekt gibt. Demnach erreicht die Erkennungsleistung emotionaler Stimuli ab einem gewissen Punkt ihr Maximum, und kann selbst bei einer stärkeren Ausprägung des emotionalen Gesichtsausdrucks nicht mehr verbessert werden. Da Frauen im Erkennen subtil expressiver Emotionen besser abschneiden als Männer, erreichen diese ihr Erkennungsoptimum folglich bereits bei einer niedrigen Stimulusintensität. Die Ergebnisse unserer Studie könnten allerdings auch auf einem rein psychometrischen Effekt beruhen. Anhand von schwierig zu identifizierenden emotionalen Stimuli lassen sich Versuchsteilnehmer mit hoher bzw. niedriger Erkennungsleistung besser voneinander differenzieren. Gesetzt den Fall, dass Frauen mimisch expressive Emotionen tatsächlich besser erkennen können als Männer (wie in zahlreichen Studien postuliert), sollte dieser Unterschied bei der Verwendung schwierig zu erkennender Stimuli (wie die in unserer Studie verwendeten subtilen Expressionen) stärker ausgeprägt sein.

Weiterhin gilt es bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen, dass nach einer Studie von Fujita et al. [36] Frauen insbesondere Vorteile in der Erkennung gestellter Emotionen aufweisen, nicht jedoch bei spontan auftretenden Expressionen. Die in unserer Studie verwendeten Emotionen wurden mit Ausnahme der Emotion Freude alle von Personen dargestellt, die genau instruiert wurden, welche Gesichtsmuskeln sie anspannen bzw. entspannen sollten, um bestimmte emotionale Ausdrücke zu zeigen.

Über alle Emotionen hinweg betrachtet verbessert sich die Erkennungsleistung mit zunehmender Stimulusintensität nahezu linear. Bei der Betrachtung der Ergebnisse auf Ebene der einzelnen Emotionen zeigt sich jedoch ein weitaus komplexeres Bild. Der Einfluss der Intensität des Stimulusmaterials auf die Erkennungsleistung variiert demzufolge bedeutend zwischen den verschiedenen Emotionen. Die Erkennungsleistung insbesondere der Emotionen Ärger und Trauer verbessert sich mit zunehmender Stimulusintensität erheblich, wohingegen die Erkennungsleistung der Emotionen Angst

und Überraschung nicht in einem derart starken Maß von der Intensität abzuhängen scheint. Die Ergebnisse dieser Studie liefern eine mögliche Erklärung dafür, weshalb einige Studien einen Geschlechtsunterschied in der Erkennung mimisch expressiver Emotionen beobachten konnten, andere jedoch nicht. Unserer Hypothese folgend, wird ein Geschlechtsunterschied demnach lediglich in Studien zu beobachten sein, welche ihrer Natur nach subtiles Stimulusmaterial verwenden. Obwohl absolute quantitative Aussagen über die Intensität des Stimulusmaterials der referenzierten Studien nicht möglich sind, so fällt doch auf, dass jegliche Studien, welche keinen Geschlechtsunterschied in der Erkennung emotionaler Gesichtsausdrücke feststellen konnten [35, 38, 61, 94] standardisiertes Stimulusmaterial hoher Intensität verwendeten.

Kapitel 7

Allgemeine Diskussion

In diesem abschließenden Kapitel werden insbesondere methodische Aspekte diskutiert, welche für alle in dieser Arbeit vorgestellten Studien von Relevanz sind.

Homogenität der Stichprobe

Die in den Experimenten dieser Arbeit untersuchten Stichproben setzten sich überwiegend aus Studierenden der Humanmedizin zusammen. Aufgrund der daraus resultierenden Homogenität der untersuchten Versuchspersonen bezogen auf die Faktoren Alter, Bildung und Geschlechtsverteilung können die Stichproben keinesfalls als repräsentativ angesehen werden. Dies schränkt die Interpretierbarkeit der Daten bzw. die Verallgemeinerung der gewonnenen Ergebnisse ein, da jene Faktoren einen Einfluss auf die Zielgröße besitzen könnten.

Die inkonsistenten Befunde bezüglich des Zusammenhangs zwischen den Ergebnissen der psychometrischen Verfahren und der Erkennungsleistung emotionaler Stimuli liegen womöglich im überdurchschnittlichen Abschneiden der jeweiligen Stichproben begründet. Wegen der hohen Erkennungsraten und der geringen Varianz könnten aufgrund eines Sättigungseffekts mögliche Einflussvariablen überdeckt worden sein.

Stimulusmaterial

Das dieser Arbeit zugrunde liegende Stimulusmaterial entspringt dem JACFEE/JACNeuF-Bildersatz, welches auf der Theorie der Basisemotionen beruht. Demnach stehen Überlegungen zur Validität dieses Bildmaterials in enger Beziehung zu diesem Konzept. Ob-

wohl die Theorie der Basisemotionen weitestgehend anerkannt ist, herrscht keineswegs Einigkeit in Bezug auf die Frage, welche Kriterien für die Zuordnung einer Emotion als Basisemotion erfüllt sein müssen und welche Emotionen im eigentlichen Sinne als solche anzusehen sind. Das Spektrum reicht hierbei von zwei bis hin zu 18 Basisemotionen.

Bezüglich ihres visuellen Informationsgehalts unterscheiden sich die in dieser Studie untersuchten sechs Basisemotionen (Ärger, Angst, Ekel, Freude, Trauer und Überraschung) deutlich voneinander. Ausgehend von einem neutralen Gesichtsausdruck ist die Bewegungsinformation bei der Entwicklung der Emotion Freude beispielsweise signifikant größer als bei Trauer [89]. Dies ist für die Erfassung der Erkennungsleistung in dieser Arbeit insofern von Belang, da die mimisch expressive Emotion ausgehend von einem neutralen Gesichtsausdruck des Darstellers zu bewerten war. Demnach könnte die Varianz im Erkennen einzelner Emotionen auch im Zusammenhang mit dem unterschiedlichen Informationsgehalt des Stimulusmaterials stehen.

Unabhängig davon belegen empirische Studien, dass ein Zusammenhang zwischen einem entsprechenden Gesichtsausdruck und emotionalem Erleben nicht notwendigerweise gegeben sein muss [59]. Emotionale Mimik kann beispielsweise auch bewusst als kommunikatives Signal bzw. zur Verhaltenssteuerung eingesetzt werden. Demnach kann ein Gesichtsausdruck nicht als eindeutiges Zeichen für eine subjektiv erlebte Emotion angesehen werden.

Erfassung der Erkennungsleistung

Einen weiteren Diskussionspunkt stellt das in den Studien zur Erfassung der Erkennungsleistung verwendete 'forced-choice'-Antwortformat dar. Durch die Vorgabe der jeweiligen Emotionskategorien und dem Mangel an alternativen Antwortmöglichkeiten kann nicht ausgeschlossen werden, dass es von Probanden nicht auch grundsätzlich andere Interpretationen der dargebotenen Stimuli gegeben hat. Durch die Beschränkung

auf sechs emotionale Kategorien lassen sich demnach keine Aussagen darüber machen, ob eine Versuchsperson entsprechende Stimuli nicht eher einer anderen Emotion zugeordnet hätte.

Darüber hinaus ist das verwendete Antwortformat bei der Interpretation des Verwechslungsscores von Nachteil. Es kann nicht eindeutig festgestellt werden, ob ein falsch zugeordnetes Bild von der Versuchsperson in dem Bewusstsein, die Emotion nicht erkannt zu haben, dieser Kategorie zugeordnet wurde, oder in der Überzeugung, die 'richtige' Emotion erkannt zu haben. Anhand der zusätzlichen 'nicht erkannt'-Schaltfläche konnte dieses Problem allerdings weitestgehend beseitigt werden.

Des Weiteren kann das Ungleichgewicht der Antwortmöglichkeiten als mögliche Störgröße angesehen werden. Die Schwierigkeit bei der Entscheidung für eine emotionale Kategorie hängt demnach auch von den Alternativen ab, gegen die eine Kategorie abgegrenzt werden muss. In den Experimenten zur Erfassung der Erkennungsleistung standen lediglich eine positive ('Freude'), jedoch mehrere negative Kategorien zur Auswahl. Folglich war die Unterscheidung negativer Emotionen schwieriger zu treffen, was sich beispielsweise in der Vielzahl der Verwechslungen zwischen Angst und Überraschung widerspiegeln könnte.

Weiterhin ist bei der Interpretation der Reaktionszeiten zu berücksichtigen, dass die stets identische Anordnung der Schaltflächen eine mögliche Störgröße darstellen könnte. Es ist denkbar, dass aufgrund der vorgegebenen Positionierung bestimmte Emotionen schneller ausgewählt werden konnten als andere.

Kapitel 8

Zusammenfassung

Die Fähigkeit, Emotionen erkennen zu können, ist für die soziale Interaktion von enormer Bedeutung und ein wichtiges Element in den Konstrukten der Empathie, Emotionsregulation und Emotionalen Intelligenz. Zur Untersuchung der humanen Emotionserkennung werden Stimuli benötigt, welche mimisch expressive Gesichter valide darstellen. Aufgrund der Heterogenität der Vielzahl frei zugänglicher emotionaler Bildersätze und der daraus resultierenden teils widersprüchlichen Datenlage ist es allerdings erforderlich, den Einfluss des Stimulusmaterials auf die Erkennungsraten mimisch expressiver Emotionen systematisch zu untersuchen. Mithilfe des Facial Expression Morphing Tools wurden hierzu Stimuli mit unterschiedlichem emotionalem Inhalt bezüglich der Faktoren Intensität, zeitliche Charakteristik und bereichsabhängigem emotionalen Inhalt synthetisiert. Inwieweit und in welchem Maße eine derartige systematische Variation des Stimulusmaterials die humane Emotionserkennung beeinflusst war Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

Da über den exakten zeitlichen Verlauf von mimischem Emotionsausdruck keine Daten existieren, wurde in einer ersten Studie die zeitliche Charakteristik der mittels des Facial Expression Morphing Tools synthetisierten dynamischen Stimuli untersucht. Das ermittelte Zeitfenster für die optimale Präsentationsdauer der sechs Basisemotionen liegt demnach zwischen 480 und 1120 Millisekunden für die Entstehung des emotionalen Gesichtsausdrucks beziehungsweise zwischen 1040 und 1510 Millisekunden für das Verschwinden der Emotion aus dem Gesicht. Überraschung und Angst stellen die Emotionen mit der kürzesten, Trauer die Emotion mit der längsten Onset-Dauer dar.

Das Zeitfenster für eine realistische Darbietung (Onset) der Emotionen Ärger, Ekel und Freude liegt dazwischen.

Basierend auf diesen Ergebnissen wurden in einer weiteren Studie zeitlich optimierte Emotionssequenzen synthetisiert und deren Erkennungsraten mit denen einer statischen Stimulusdarbietung verglichen. Dieser Vergleich zeigte, dass sich die Erkennungsleistung dynamischer und statischer Stimuli insgesamt nicht signifikant voneinander unterscheidet. Allerdings lagen die Erkennungsraten der Emotionen Angst und Überraschung bei einer dynamischen Präsentation der Stimuli über denen vergleichbarer statisch präsentierter Stimuli. Ferner konnte gezeigt werden, dass Gesichtbereiche existieren, welche für eine hohe Erkennungsrate der jeweiligen Emotion unmittelbar relevant sind. Insbesondere für die Emotionen Angst und Freude konnte nachgewiesen werden, dass diese faktisch nicht erkannt werden konnten, wenn deren emotionaler Inhalt lediglich in der unteren bzw. oberen Gesichtshälfte präsentiert wurde.

Die Untersuchung des Einflusses emotionaler Intensität auf die humane Emotionserkennung zeigte, dass ein direkter Zusammenhang zwischen dieser und den Erkennungsraten existiert. Die Erkennungsleistung emotionaler Stimuli verbesserte sich mit ansteigender Intensität, sowohl beim Vergleich subtiler und intensiver Expressionen, als auch bei einer schrittweisen Erhöhung (in Stufen von 10%) der Stimulusintensität. Darüber hinaus konnte in dieser Studie gezeigt werden, dass Frauen insbesondere im Erkennen von subtil expressiven Emotionen einen Vorteil gegenüber Männern aufweisen, nicht jedoch bei der Erkennung intensiver Gesichtsausdrücke.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass die Erforschung der humanen Emotionserkennung durch eine starke Methodenabhängigkeit geprägt ist und demnach eine systematische Kontrolle jeglicher Einflussgrößen erforderlich macht.

Kapitel 9

Literaturverzeichnis

[1] Abler, B. ; Kessler, H.: Emotion Regulation Questionnaire - Eine deutsche Version des ERQ von Gross & John. *Diagnostica* 55 (2009), Nr. 3, S. 144–152

[2] Adolphs, R.: Recognizing emotion from facial expressions: psychological and neurological mechanisms. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews* 1 (2002), Nr. 1, S. 21–61

[3] Adolphs, R. ; Gosselin, F. ; Buchanan, T.W. ; Tranel, D. ; Schyns, P. ; Damasio, A.R.: A mechanism for impaired fear recognition after amygdala damage. *Nature* 433 (2005), S. 68–72

[4] Ambadar, Z. ; Schooler, J.W. ; Cohn, J.F.: Deciphering the enigmatic face - the importance of facial dynamics in interpreting subtle facial expressions. *Psychological Science* 16 (2005), Nr. 5, S. 403–10

[5] Arad, N. ; Reisfeld, D.: Image warping using few anchor points and radial functions. *Computer Graphics Forum* 14 (1995), Nr. 1, S. 35–46

[6] Bach, M. ; Bach, D. ; Zwaan, M. de ; Serim, M. ; Böhmer, F.: Validierung der deutschen Version der 20-Item TAS bei Normalpersonen und psychiatrischen Patienten. *Psychotherapie Psychosomatik Medizinische Psychologie* 46 (1996), Nr. 1, S. 23–28

[7] Bachmayr, F.: *Gesichterasymmetrie und Hemisphärenlateralität bei Emotionserkennung*, Universität Ulm, Medizinische Fakultät, Diss., 2008

[8] Bassili, J.N.: Facial motion in the perception of faces and of emotional expression. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 4 (1978), Nr. 3, S. 373–379

[9] Bassili, J.N.: Emotion recognition: the role of facial movement and the relative importance of upper and lower areas of the face. *Journal of Personality and Social Psychology* 37 (1979), Nr. 11, S. 2049–2058

[10] Beier, T. ; Neely, S.: Feature-based image metamorphosis. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics* 26 (1992), Nr. 2, S. 35–42

[11] Biehl, M. ; Matsumoto, D. ; Ekman, P. ; Hearn, V. ; Heider, K. ; Kudoh, T. ; Ton, V.: Matsumoto and Ekman´s Japanese and Caucasian facial expressions of emotion (JACFEE): Reliability data and cross-national differences. *Journal of Nonverbal Behavior* 21 (1997), Nr. 1, S. 3–21

[12] Biele, C. ; Grabowska, A.: Sex differences in perception of emotion intensity in dynamic and static facial expressions. *Experimental Brain Research* 171 (2006), Nr. 1, S. 1–6

[13] Blair, J.R. ; Colledge, E. ; Murray, L. ; Mitchell, D.G.: A selective impairment in the processing of sad and fearful expressions in children with psychopathic tendencies. *Journal of Abnormal Child Psychology* 29 (2001), Nr. 6, S. 491–498

[14] Blanck, P.D. ; Rosenthal, R. ; Snodgrass, S.E. ; DePaulo, B.M. ; Zuckerman, M.: Sex differences in eavesdropping on nonverbal cues: Developmental changes. *Journal of Personality and Social Psychology* 41 (1981), S. 391–396

[15] Bradley, M.M.: Emotion and motivation. In: Cacioppo, J.T. (Hrsg.) ; Tassinary, L.G. (Hrsg.) ; Berntson, G. (Hrsg.): *Handbook of psychophysiology.* New York: Cambridge University Press, 2000, S. 602–642

[16] Braun, M. ; Traue, H.C. ; Frisch, S. ; Widder, B. ; Deighton, R. ; Kessler, H.: Emotion recognition in stroke patients with left and right hemispheric lesion: Results with a new method - the FEEL test. *Brain and Cognition* 58 (2005), S. 193– 201

[17] Brody, L.R. ; Hall, J.A.: Gender, Emotion, and Expression. In: Lewis, M. (Hrsg.) ; Haviland-Jones, J.M. (Hrsg.): *Handbook of Emotions.* 2. New York: Guildford Press, 2000, S. 338–349

[18] Buck, R.: *The Communication of Emotion.* New York: Guildford Press, 1984

[19] Calder, A.J. ; Keane, J. ; Manly, T. ; Sprengelmeyer, R. ; Scott, S. ; Nimmo-Smith, I. ; Young, A.W.: Facial expression recognition across the adult life span. *Neuropsychologia* 41 (2003), Nr. 2, S. 195–202

[20] Calder, A.J. ; Young, A.W. ; Keane, J. ; Dean, M.: Configural information in facial expression perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 26 (2000), Nr. 2, S. 527–551

[21] Carroll, J.M. ; Russell, James A.: Facial expressions in Hollywood´s portrayal of emotion. *Journal of Personality and Social Psychology* 72 (1997), Nr. 1, S. 164–176

[22] Cesarei, A. D. ; Codispoti, M.: When does size not matter? Effects of stimulus size on affective modulation. *Psychophysiology* 43 (2006), Nr. 2, S. 207–15

[23] Cesarei, A. D. ; Codispoti, M.: Fuzzy picture processing: Effects of size reduction and blurring on emotional processing. *Emotion* 8 (2008), Nr. 3, S. 352–363

[24] Coleman, J.C.: Facial expressions of emotion. *Psychological Monographs* 63 (1949), Nr. 1

[25] Cunningham, D.W. ; Nusseck, M. ; Wallraven, C. ; Bülthoff, H.: The role of image size in the recognition of conversational facial expressions. *Computer Animation and Virtual Worlds* 15 (2004), Nr. 3-4, S. 305–310

[26] Darwin, C.: *Der Ausdruck der Gemüthsbewegungen bei dem Menschen und den Thieren.* Stuttgart: Schweizerbart'sche Verlagshandlung, 1872

[27] Derogatis, L.R. ; Lipman, R.S. ; Covi, L.: SCL- 90: an outpatient psychiatric rating scale- prelimary report. *Psychopharmacology Bulletin* 9 (1973), Nr. 1, S. 13–28

[28] Ekman, P.: Facial expression and emotion. *American Psychologist* 48 (1993), S. 384–392

[29] Ekman, P. ; Brattesani, K.A. ; O'Sullivan, M. ; Friesen, W.V.: Does image size affect judgments of the face? *Journal of Nonverbal Behavior* 4 (1979), Nr. 1, S. 57–61

[30] Ekman, P. ; Friesen, W.: Felt, false, and miserable smiles. *Journal of Nonverbal Behavior* 6 (1982), Nr. 4, S. 238–252

[31] Ekman, P. ; Friesen, W.V.: Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology* 17 (1971), S. 124–129

[32] Ekman, P. ; Friesen, W.V.: *Unmasking the face.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1975

[33] Ekman, P. ; Friesen, W.V.: *Pictures of facial affect.* Palo Alto: Consulting Psychologists Press, 1976

[34] Ekman, P. ; Friesen, W.V.: *Facial Action Coding System.* Palo Alto: Consulting Psychologists Press, 1978

[35] Erwin, R.J. ; Gur, R.C. ; Gur, R.E. ; Skolnick, B. ; Mawhinney-Hee, M. ; Smailis, J.: Facial emotion discrimination: I. Task construction and behavioral findings in normal subjects. *Psychiatry Research* 42 (1992), Nr. 3, S. 231–40

[36] Fujita, B.N. ; Harper, R.G. ; Wiens, A.N.: Encoding-decoding of nonverbal emotional messages: Sex differences in spontaneous and enacted expressions. *Journal of Nonverbal Behaviour* 4 (1980), S. 131–145

[37] Gomes, J. ; Darsa, L. ; Costa, B. ; Velho, L.: *Warping and Morphing of Graphical Objects.* San Francisco, California: Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1999

[38] Grimshaw, G.M. ; Bulman-Fleming, M.B. ; Ngo, C.: A signal-detection analysis of sex differences in the perception of emotional faces. *Brain & Cognition* 54 (2004), Nr. 3, S. 248–50

[39] Gross, J. ; John, O.P.: Individual differences in two emotion regulation processes: Implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of Personality and Social Psychology* 85 (2003), Nr. 2, S. 348–362

[40] Hager, J.C. ; Ekman, P.: Long distance transmission of facial affect signals. *Ethology and Sociobiology* 1 (1979), S. 77–82

[41] Hall, J.A.: Gender effects in decoding non-verbal cues. *Psychological Bulletin* 85 (1978), S. 845–57

[42] Hall, J.A.: *Non-verbal sex differences.* Baltimore, MD: John Hopkins University Press, 1984

[43] Hall, J.A. ; Carter, J. ; Horgan, T.: Gender differences in the nonverbal communication of emotion. In: Fischer, A. (Hrsg.): *Gender and emotion: Social psychological perspectives.* Paris: Cambridge University Press, 2000, S. 97–117

[44] Hall, J.A. ; Matsumoto, D.: Gender differences in judgments of multiple emotions from facial expressions. *Emotion* 4 (2004), Nr. 2, S. 201–206

[45] Hall, J.A. ; Murphy, N.A. ; Mast, M. S.: Recall of nonverbal cues: Exploring a new definition of interpersonal sensitivity. *Journal of Nonverbal Behavior* 30 (2006), S. 141–155

[46] Hanley, J.A. ; Negassa, A. ; Edwardes, M.D. deB. ; Forrester, J.E.: Statistical analysis of correlated data using generalized estimating equations: An orientation. *American Journal of Epidemiology* 157 (2003), S. 364–375

[47] Harwood, N.K. ; Hall, L.J. ; Shinkfield, A.J.: Recognition of facial emotional expressions from moving and static displays by individuals with mental retardation. *American Journal of Mental Retardation* 104 (1999), Nr. 3, S. 270–278

[48] Haxby, J.V. ; Hoffman, E.A. ; Gobbini, M.I.: The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Sciences* 4 (2000), Nr. 6, S. 223–233

[49] Haxby, J.V. ; Hoffman, E.A. ; Gobbini, M.I.: Human neural systems for face recognition and social communication. *Biological Psychiatry* 51 (2002), Nr. 1, S. 59–67

[50] Hess, U. ; Blairy, S.: Facial mimicry and emotional contagion to dynamic emotional facial expressions and their influence on decoding accuracy. *International Journal of Psychophysiology* 40 (2001), Nr. 2, S. 129–141

[51] Hess, U. ; Blairy, S. ; Kleck, R.E.: The intensity of emotional facial expressions and decoding accuracy. *Journal of Nonverbal Behavior* 21 (1997), Nr. 4, S. 241–257

[52] Hess, U. ; Kleck, R.E.: Differentiating emotion elicited and deliberate emotional facial expressions. In: Ekman, P. (Hrsg.) ; Rosenberg, E.L. (Hrsg.): *What the face reveals: Basic and applied studies of spontaneous expression using the facial action coding system (FACS)*. New York: Oxford University Press, 2005, S. 271–286

[53] Hoffmann, H.: *Framework zur Realisierung von Morphingalgorithmen hinsichtlich der Synthese von Emotionssequenzen*, Universität Ulm, Fakultät für Informatik, Diplomarbeit, 2004

[54] Hoheisel, B. ; Kryspin-Exner, I.: Emotionserkennung in Gesichtern und emotionales Gesichtergedächtnis. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 16 (2005), Nr. 2, S. 77–87

[55] Hyde, J.S. ; Mertz, J.E.: Gender, culture, and mathematics performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106 (2009), Nr. 22, S. 8801–8807

[56] Izard, C.E.: *The face of emotion*. New York: Appleton-Century-Crofts, 1971

[57] Kamachi, M. ; Bruce, V. ; Mukaida, S. ; Gyoba, J. ; Yoshikawa, S. ; Akamatsu, S.: Dynamic properties influence the perception of facial expressions. *Perception* 30 (2001), Nr. 7, S. 875–887

[58] Kanade, T. ; Cohn, J.F. ; Tian, Y.: Comprehensive database for facial expression analysis. In: *Proceedings of the Fourth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, Grenoble, France*, 2000, S. 46–53

[59] Kappas, A.: What facial activity can and cannot tell us about emotions. In: Katsikitis, M. (Hrsg.): *The human face: Measurement and meaning.* Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003, S. 215–234

[60] Kessler, H. ; Bayerl, P. ; Deighton, R. ; Traue, H.C.: Facially Expressed Emotion Labeling (FEEL): PC-gestützter Test zur Emotionserkennung. *Verhaltenstherapie und Verhaltensmedizin* 23 (2002), Nr. 3, S. 297–306

[61] Kessler, H. ; Hoffmann, H. ; Bayerl, P. ; Neumann, H. ; Traue, H.C.: Die Messung von Emotionserkennung mittels Computer-Morphing: Neue Methoden für Forschung und Praxis. *Nervenheilkunde* 24 (2005), S. 611–614

[62] Kessler, H. ; Roth, J. ; Wietersheim, J. von ; Deighton, R.M. ; Traue, H.C.: Emotion recognition patterns in patients with panic disorders. *Depression and Anxiety* 24 (2007), Nr. 3, S. 223–226

[63] Kessler, H. ; Schwarze, M. ; Filipic, S. ; Traue, H.C. ; Wietersheim, J. von: Alexithymia and facial emotion recognition in patients with eating disorders. *International Journal of Eating Disorders* 39 (2006), Nr. 3, S. 245–251

[64] Kessler, H. ; Traue, H.C. ; Hopfensitz, M. ; Subic-Wrana, C. ; Hoffmann, H.: Die deutschsprachige digitale Version der Levels of Emotional Awareness Scale-Computer (LEAS-C). *Psychotherapeut* DOI:10.1007/s00278-009-0671-9 (2009)

[65] Kessler, M. ; Junginger, P. ; Traue, H.C.: Tachistoskopische Analyse emotionaler Sensitivität (THYMOS). *Praxis - Klinische Verhaltensmedizin und Rehabilitation* 10 (1997), S. 73–80

[66] Kilts, C.D. ; Egan, G. ; Gideon, D.A. ; Ely, T.D. ; Hoffman, J.M.: Dissociable neural pathways are involved in the recognition of emotion in static and dynamic facial expressions. *Neuroimage* 18 (2003), Nr. 1, S. 156–168

[67] Kimura, D.: *Sex and Cognition.* Cambridge, MA: The MIT Press, 1999

[68] LaBar, K.S. ; Crupain, M.J. ; Voyvodic, J.T. ; McCarthy, G.: Dynamic perception of facial affect and identity in the human brain. *Cerebral Cortex* 13 (2003), Nr. 10, S. 1023–1033

[69] Lane, R.D. ; Quinlan, D.M. ; Schwartz, G.E. ; Walker, P.A. ; Zeitlin, S.B.: The Levels of Emotional Awareness Scale: a cognitive-developmental measure of emotion. *Journal of Personality Assessment* 55 (1990), Nr. 1-2, S. 124–134

[70] Lang, P.J. ; Bradley, M.M. ; Cuthbert, B.N.: Motivated attention: Affect, activation, and action. In: Lang, P.J. (Hrsg.) ; Simons, R.F. (Hrsg.) ; Balaban, M. (Hrsg.): *Attention and orienting.* Mahwah, NJ: Erlbaum, 1997, S. 97–135

[71] Langner, O. ; Dotsch, R. ; Bijlstra, G. ; Wigboldus, D.H.J. ; Hawk, S.T. ; Knippenberg, A. van: Presentation and validation of the Radboud Faces Database. *Cognition and Emotion* (in press) (2010)

[72] Lee, S. ; Wolberg, G. ; Chwa, K. ; Shin, S.Y.: Image metamorphosis using snakes and free-form deformations. *Computer Graphics* 29 (1995), S. 439–448

[73] Loftus, G.R. ; Harley, E.M.: Why is it easier to identify someone close than far away? *Psychonomic Bulletin & Review* 12 (2005), Nr. 1, S. 43–65

[74] Lundqvist, D. ; Flykt, A. ; Öhman, A.: *The Karolinska Directed Emotional Faces - KDEF.* CD ROM from Department of Clinical Neuroscience, Psychology section, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden, 1998

[75] Lyons, M.J. ; Budynek, J. ; Akamatsu, S.: Automatic Classification of Single Facial Images. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 21 (1999), Nr. 12, S. 1357–1362

[76] MacPherson, S.E. ; Phillips, L.H. ; Sala, S. D.: Age-related differences in the ability to perceive sad facial expressions. *Aging Clinical and Experimental Research* 18 (2006), Nr. 5, S. 418–24

[77] Martinez, A.M. ; Benavente, R.: *The AR Face Database.* CVC Technical Report, 1998

[78] Matsumoto, D.: American-Japanese cultural differences in the recognition of universal facial expressions. *Journal of Cross-Cultural Psychology* 23 (1992), S. 72–84

[79] Matsumoto, D. ; Ekman, P.: *Japanese and Caucasian Facial Expressions of Emotion (JACFEE) and Neutral Faces (JACNeuF), [Slides].* Dr. Paul Ekman, Department of Psychiatry, University of California, San Francisco, 401 Parnassus, San Francisco, CA 94143-0984, 1988

[80] Matsumoto, D. ; Ekman, P.: American-Japanese cultural differences in judgements of facial expressions of emotion. *Motivation and Emotion* 13 (1989), S. 143–157

[81] Matsumoto, D. ; LeRoux, J. ; Wilson-Cohn, C. ; Raroque, J. ; Kooken, K. ; Ekman, P. ; Yrizarry, N. ; Loewinger, S. ; Uchida, H. ; Yee, A. ; Amo, L. ; Goh, A.: A New Test to Measure Emotion Recognition Ability: Matsumoto and Ekman's Japanese and Caucasian Brief Affect Recognition Test (JACBART). *Journal of Nonverbal Behavior* 24 (2000), Nr. 3, S. 179–209

[82] McClure, E.B.: A meta-analytic review of sex differences in facial expression processing and their development in infants, children, and adolescents. *Psychological Bulletin* 126 (2000), Nr. 3, S. 424–453

[83] McNeil, J.E. ; Warrington, E.K.: Prosopagnosia: A face-specific disorder. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A* 46 (1993), Nr. 1, S. 1–10

[84] M.Codispoti ; Cesarei, A. D.: Arousal and attention: Picture size and emotional reactions. *Psychophysiology* 44 (2007), Nr. 5, S. 680–686

[85] Montagne, B. ; Kessels, R.P. ; Haan, E.H. D. ; Perrett, D.I.: The Emotion Recognition Task: A paradigm to measure the perception of facial emotional expressions at different intensities. *Perceptual and Motor Skills* 104 (2007), Nr. 2, S. 589–98

[86] Mori, M.: The uncanney valley. *Energy* 7 (1970), Nr. 4, S. 33–35

[87] Motley, M. ; Camden, C.: Facial expression of emotion: A comparison of posed expressions versus spontaneous expressions in an interpersonal communications setting. *Western Journal of Speech Communication* 52 (1988), S. 1–22

[88] Murphy, F.C. ; Nimmo-Smith, I. ; Lawrence, A.D.: Functional neuroanatomy of emotions: a meta-analysis. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* 3 (2003), Nr. 3, S. 207–233

[89] Nicholls, M. ; Ellis, B. ; Clement, J. ; Yoshino, M.: Detecting hemifacial asymmetries in emotional expression with three-dimensional computerized image analysis. *The Royal Society* 271 (2004), S. 663–668

[90] Ortony, A. ; Turner, T.J.: What's basic about basic emotions? *Psychological Review* 97 (1990), Nr. 3, S. 315–333

[91] Parker, J.D.A. ; Bagby, R.M. ; Taylor, G.J. ; Endler, N.S. ; Schmitz, P.: Factorial validity of the twenty-item Toronto Alexithymia Scale. *European Journal of Personality* 7 (1993), S. 221–232

[92] Pollick, F.E. ; Hill, H. ; Calder, A. ; Paterson, H.: Recognising facial expression from spatially and temporally modified movements. *Perception* 32 (2003), Nr. 7, S. 813–826

[93] Posamentier, M.T. ; Abdi, H.: Processing faces and facial expressions. *Neuropsychology Review* 13 (2003), Nr. 3, S. 113–143

[94] Rahman, Q. ; Wilson, G.D. ; Abrahams, S.: Sex, sexual orientation, and identification of positive and negative facial affect. *Brain & Cognition* 54 (2004), Nr. 3, S. 179–85

[95] Rhodes, G. ; Brake, S. ; Atkinson, A.P.: What's lost in inverted faces? *Cognition* 47 (1993), Nr. 1, S. 25–57

[96] Richardson, C.K. ; Bowers, D. ; Bauer, R.M. ; Heilman, K.M. ; Leonard, C.M.: Digitizing the moving face during dynamic displays of emotion. *Neuropsychologia* 38 (2000), Nr. 7, S. 1028–1039

[97] Rinnerthaler, M. ; Benecke, C. ; Bartha, L. ; Entner, T. ; Poewe, W. ; Müller, J.: Facial recognition in primary focal dystonia. *Movement disorders* 21 (2006), Nr. 1, S. 78–82

[98] Rosenthal, R. ; DePaulo, B.M.: Sex differences in eavesdropping on nonverbal cues. *Journal of Personality and Social Psychology* 37 (1979), S. 273–285

[99] Salovey, P. ; Mayer, J.D.: Emotional intelligence. *Imagination, Cognition and Personality* 9 (1990), S. 185–211

[100] Sato, W. ; Kochiyama, T. ; Yoshikawa, S. ; Naito, E. ; Matsumura, M.: Enhanced neural activity in response to dynamic facial expressions of emotion: an fMRI study. *Cognitive Brain Research* 20 (2004), Nr. 1, S. 81–91

[101] Sato, W. ; Yoshikawa, S.: The dynamic aspects of emotional facial expressions. *Cognition and Emotion* 18 (2004), Nr. 5, S. 701–710

[102] Schmidt, K.L. ; Cohn, J.F. ; Tian, Y.: Signal characteristics of spontaneous facial expressions: automatic movement in solitary and social smiles. *Biological Psychology* 65 (2003), Nr. 1, S. 49–66

[103] Shioiri, T. ; Someya, T. ; Helmeste, D. ; Tang, S.W.: Cultural difference in recognition of facial emotional expression: contrast between Japanese and American raters. *Psychiatry and Clinical Neuroscience* 53 (1999), S. 629–633

[104] Subic-Wrana, C. ; Thomas, W. ; Huber, M. ; Kohle, K.: Levels of Emotional Awareness Scale (LEAS): Die deutsche Version eines neuen Alexithymiestests. *Psychotherapeut* 46 (2001), Nr. 3, S. 176–181

[105] Taylor, G.J. ; Bagby, R.M. ; Ryan, D.P. ; Parker, J.D.: Validation of the alexithymia construct: a measurement-based approach. *Canadian Journal of Psychiatry* 35 (1990), S. 290–296

[106] Taylor, G.J. ; Ryan, D.P. ; Bagby, R.M.: Toward the development of a new self-report alexithymia scale. *Psychotherapy Psychosomatic* 45 (1985), S. 161–165

[107] Tomkins, S.S.: *Affect Imagery Consciousness: The Positive Affects*. Bd. 1. New York: Springer, 1962

[108] Traue, H.C.: Emotional Inhibition. In: Smelser, N.J. (Hrsg.) ; Baltes, P.B. (Hrsg.): *The International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences* Bd. 7. Oxford, England: Elsevier, 2001, S. 4449–4454

[109] Traue, H.C.: Emotion. In: Strauss, B. (Hrsg.) ; Berger, U. (Hrsg.) ; Troschke, J. von (Hrsg.) ; Brähler, E. (Hrsg.): *Lehrbuch Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie*. Göttingen: Hogrefe, 2004, Kapitel 1.4.4, S. 209–225

[110] Traue, H.C. ; Kessler, H.: Psychologische Emotionskonzepte. In: Stephan, A. (Hrsg.) ; Walter, H. (Hrsg.): *Natur und Theorie der Emotion*. Paderborn: Mentis, 2003, S. 20–33

[111] Wallbott, H.G.: The robustness of communication of emotion via facial expression: Emotion recognition from photographs with deteriorated pictorial quality. *European Journal of Social Psychology* 21 (1991), Nr. 1, S. 89–98

[112] Wallbott, H.G.: Effects of distortion of spatial and temporal resolution of video stimuli on emotion attributions. *Journal of Nonverbal Behavior* 16 (1992), Nr. 1, S. 5–20

[113] Wallraven, C. ; Breidt, M. ; Cunningham, D. ; Bülthoff, H.: Psychophysical evaluation of animated facial expressions. In: *Proceedings of the 2nd Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization, ACM Press, New York, NY, USA*, 2005, S. 17–24

[114] Wehrle, T. ; Kaiser, S. ; Schmidt, S. ; Scherer, K.R.: Studying the dynamics of emotional expression using synthesized facial muscle movements. *Journal of Personality and Social Psychology* 78 (2000), Nr. 1, S. 105–119

[115] Weyers, P. ; Mühlberger, A. ; Hefele, C. ; Pauli, P.: Electromyographic responses to static and dynamic avatar emotional facial expressions. *Psychophysiology* 43 (2006), Nr. 5, S. 450–453

[116] Wiggers, M.: Judgements of facial expressions of emotion predicted from facial behavior. *Journal of Nonverbal Behavior* 7 (1982), Nr. 2, S. 101–116

[117] Wolfinger, R. ; Tobias, R. ; Sall, J.: Computing Gaussian likelihoods and their derivatives for general linear mixed models. *SIAM Journal on Scientific Computing* 15 (1994), Nr. 6, S. 1294–1310

[118] Young, A.W. ; Perrett, D.I. ; Calder, A.J. ; Sprengelmeyer, R. ; Ekman, P.: *Facial expressions of emotion: Stimuli and tests (FEEST), [Computer software].* Bury St. Edmunds, England: Thames Valley Test Company, 2002

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Harald C. Traue für sein mir entgegengebrachtes Vertrauen, die hervorragende fachliche Unterstützung und - nicht zu vergessen - das Näherbringen des Segelsports.

Mit PD Dr. Henrik Kessler begleitete mich ein herausragender Forscher auf meinem Weg. Uns verbindet nicht nur die Freude an der Wissenschaft, sondern nach all den gemeinsamen Jahren auch eine gute Freundschaft. Danke!

Meinen Eltern danke ich für ihre selbstlose Unterstützung in jeglichen Lebensbereichen!

Belinda Schmalekow danke ich einerseits für ihre unerschöpfliche Geduld und andererseits dafür, dass sie meinem Streben nach Perfektion engere Grenzen gesetzt hat.

Nicht zuletzt gilt mein Dank den N=672 untersuchten Probanden, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Publikationsliste

Originalarbeiten:

Hoffmann, H. ; Kessler, H. ; Eppel, T. ; Rukavina, S. ; Traue, H.C.: Expression intensity, gender and facial emotion recognition: Women recognize only subtle facial emotions better than men. *Acta Psychologica* 135(3) (2010), S. 278-283

Hoffmann, H. ; Traue, H.C. ; Bachmayr, F. ; Kessler, H.: (*im Druck*) Perceived realism of dynamic facial expressions of emotion - optimal durations for the presentation of emotional onsets and offsets. *Cognition & Emotion*

Kessler, H. ; Kammerer, M. ; Hoffmann, H. ; Traue, H.C.: Regulation von Emotionen und Alexithymie: Eine korrelative Studie. *PPmP* 60 (2010), S. 169-174

Kessler, H. ; Traue, H.C. ; Hopfensitz, M. ; Subic-Wrana, C. ; Hoffmann, H.: Die deutschsprachige digitale Version der Levels of Emotional Awareness Scale-Computer (LEAS-C). *Psychotherapeut* 55(4) (2010), S. 329-334

Kessler, H. ; Bachmayr, F. ; Walter, S. ; Hoffmann, H. ; Filipic, S. ; Traue, H.C.: Symmetries in a standardized set of emotional facial expressions (JACFEE). *GMS Psychosocial Medicine* 5:Doc09 (2008)

Kessler, H. ; Hoffmann, H. ; Bayerl, P. ; Neumann, H. ; Traue, H.C.: Die Messung von Emotionserkennung mittels Computer-Morphing: Neue Methoden für Forschung und Praxis. *Nervenheilkunde* 24 (2005), S. 611-614

Buchbeiträge:

Kessler, H. ; Festini, A. ; Traue, H.C. ; Filipic, S. ; Weber, M. ; Hoffmann, H.: SIMPLEX - Simulation of Players Emotional Experience: A new model of Artificial Emotions. In: Or, J. (Hrsg.): *Affective Computing: Emotion Modelling, Synthesis and Recognition.* Vienna: I-Tech Education and Publishing, 2008, Kapitel 13, S. 255-271

Konferenzbeiträge:

Hoffmann, H. ; Traue, H.C. ; Kessler, H.: Geschlechtsunterschiede bei der Emotionserkennung: Der kleine Unterschied - Frauen erkennen nur subtil ausgedrückte Emotionen besser als Männer. In: *Tagungsband der 59. Jahrestagung des Deutschen Kollegiums für Psychosomatische Medizin (DKPM), Freiburg*, 2008

Hoffmann, H. ; Traue, H.C. ; Filipic, S. ; Bachmayr, F. ; Kessler, H.: Temporal characteristics of dynamic facial expressions of emotion - optimal time frames for the presentation of emotional onsets and offsets. In: *Proceedings of 4th International Conference on The (Non)Expression of Emotion in Health and Disease, Tilburg, Netherlands*, 2007

Hoffmann, H. ; Filipic, S. ; Kessler, H. ; Traue, H.C.: Emotion recognition in the upper and lower part of the face using dynamic facial expressions of emotion. In: *Proceedings of the International Society for Research on Emotions (ISRE) Conference, Sunshine Coast, Australia*, 2007

Hoffmann, H. ; Filipic, S. ; Kessler, H. ; Traue, H.C.: Visual scanpaths during recognition of dynamic facial expressions of emotion. In: *Proceedings of the International Society for Research on Emotions (ISRE) Conference, Sunshine Coast, Australia*, 2007

Hoffmann, H. ; Traue, H.C. ; Bachmayr, F. ; Kessler, H.: Perception of dynamic facial expressions of emotion - temporal characteristics of emotion onsets. In: *Proceedings of the International Society for Research on Emotions (ISRE) Conference, Atlanta, USA*, 2006

Hoffmann, H. ; Traue, H.C. ; Bachmayr, F. ; Kessler, H.: Perception of dynamic facial expressions of emotion. In: André, E. (Hrsg.) ; Dybkjaer, L. (Hrsg.) ; Minker, W. (Hrsg.) ; Neumann, H. (Hrsg.) ; Weber, M. (Hrsg.): *Perception and Interactive Tecnologies. LNAI 4021.* Berlin/Heidelberg: Springer, 2006, S. 175-178