

Fachbereich Erziehungswissenschaften und Psychologie der
Freien Universität Berlin



Emotionsspezifische Effekte bei wiederholter
Präsentation von Gesichtsausdrücken
Eine EKP-Studie

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Philosophie
(Dr. phil)
vorgelegt von

Dipl.-Psych. Michael Cugialy

Berlin, 06.06.2011

Erstgutachter: Prof. Dr. Michael Niedeggen

Zweitgutachterin: Prof. Dr. Tanja Lischetzke

Tag der Disputation: 14.07.2011

Danksagung

An dieser Stelle bedanke ich mich bei der großen Anzahl an Menschen, die mich bei dieser Arbeit unterstützt haben und zu ihrer Entstehung beigetragen haben. Dazu zählen zunächst die 253 Berliner Studentinnen und Studenten, die an den vier Experimenten teilnahmen.

Mein ganz besonderer Dank gilt Prof. Dr. Michael Niedeggen für die angenehme, wertvolle und unterstützende Betreuung dieser Arbeit und auch für seinen Einsatz, jederzeit bei Fragen und Problemen erreichbar zu sein. Prof. Dr. Tanja Lischetzke danke ich für die Übernahme des Zweitgutachtens und ihre Anregungen und hilfreichen Ratschläge vor allem (aber nicht nur) bei methodischen Fragestellungen.

Dr. Sascha Tamm gilt mein Dank besonders für seine unschätzbare und freundliche Hilfe bei allem, was in irgendeiner Form mit Programmierung zu tun hat. Ganz besonders danke ich auch Dr. Lars Michael für die vielen guten Ratschläge und Hilfestellungen bei experimentalpsychologischen Fragen und viele angenehme (auch fachübergreifende) Diskussionen. Ihm danke ich, ebenso wie Prof. Dr. Babette Renneberg und Prof. Dr. Peter Walschburger auch dafür, Mitglied der Promotionskommission zu sein.

Dipl.-Psych. Annemarie Frommelt und Dipl.-Psych. Katharina Kiele, beide zum Zeitpunkt der Datenerhebung studentische Hilfskräfte in unserem Projekt, danke ich für ihren nie ermüdenden Einsatz und Hilfsbereitschaft bei der Datenerhebung. Überhaupt kam in den letzten Jahren der herzlichen Atmosphäre unserer gesamten Arbeitsgruppe Allgemeine Psychologie und Neuropsychologie die entscheidende Wirkung hinzu, dass meine permanente Beschäftigung mit traurigen oder wütenden Gesichtsausdrücken keinen negativen Einfluss auf meine eigene Stimmung hatte... Hierfür danke ich allen Mitgliedern unserer Arbeitsgruppe. Ebenso danke ich Dipl.-Psych. Hans-Werner Rückert und meinen Kolleginnen und Kollegen an der ZE Studienberatung und Psychologische Beratung der Freien Universität Berlin für ihre Unterstützung und ihr Interesse an dieser Arbeit.

Judith Klaus danke ich für das Korrekturlesen und ihre Unterstützung, sowie meinen Eltern, meiner Familie und meinen Freunden im Rheinland und Berlin für ihre Geduld und ihre Nerven in den stressigeren Phasen im Entstehungsprozess dieser Dissertation.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	5
Zusammenfassung.....	12
Abstract	14
1 Die Verarbeitung menschlicher Gesichtsausdrücke	16
1.1 Modelle der Wahrnehmung menschlicher Gesichter.....	17
1.1.1 Das Modell der Gesichtsverarbeitung von Bruce und Young (1986)	17
1.1.2 Ein neurobiologisches Modell der Gesichtsverarbeitung	20
1.2 Menschliche Gesichtsausdrücke in elektrophysiologischen Studien	23
1.2.1 P100.....	25
1.2.2 N170.....	27
1.2.3 P200.....	30
1.2.4 Late Positive Complex	31
2 Ausdruckswahrnehmung in <i>Repetition Priming</i>-Studien.....	33
2.1 Wiederholungs-Studien mit emotionalen Gesichtsausdrücken (Verhaltensdaten)	34
2.2 Wiederholungs-Studien mit emotionalen Gesichtsausdrücken (elektrophysiologische Daten)	36
3 Empirischer Teil	42
3.1 Experiment 1.....	42
Wiederholte Präsentation emotionaler Gesichtsausdrücke unter Variierung der Identität der Stimulusperson	42

3.1.1	Einleitung	42
3.1.1.1	Wiederholungs-Studien mit gleicher Gesichtsideutität.....	42
3.1.1.2	Ziele und Hypothesen	44
3.1.2	Methode.....	48
3.1.2.1	Stichprobenbeschreibung.....	48
3.1.2.2	Ort und Versuchsapparaturen	49
3.1.2.3	Stimulusmaterial	50
3.1.2.4	Versuchsablauf und Aufbau eines Versuchsdurchgangs	50
3.1.2.5	Psychophysiologie	53
3.1.2.5.1	Erfassung des EEG-Signals	53
3.1.2.5.2	Verarbeitung und Auswertung des EEG-Signals.....	54
3.1.2.6	Statistische Auswertung.....	55
3.1.2.6.1	Verhaltensdaten.....	55
3.1.2.6.2	EEG-Daten.....	56
3.1.2.7	Versuchsplan.....	56
3.1.2.7.1	Unabhängige Variablen.....	56
3.1.2.7.2	Abhängige Variablen	57
3.1.2.7.3	Kontrolle von Störvariablen.....	58
3.1.3	Ergebnisse.....	59
3.1.3.1	Verhaltensdaten.....	60
3.1.3.1.1	<i>Priming</i> des emotionalen Gesichtsausdrucks	60
3.1.3.1.2	<i>Priming</i> der Identität der Stimulusperson	61
3.1.3.1.3	Kombiniertes <i>Priming</i>	62

3.1.3.2	EEG-Daten	64
3.1.3.2.1	<i>Priming</i> des emotionalen Gesichtsausdrucks	66
3.1.3.2.2	<i>Priming</i> der Identität der Stimulusperson	70
3.1.3.2.3	Kombiniertes <i>Priming</i>	73
3.1.4	Diskussion	76
3.1.4.1	Beantwortung der Fragestellungen und Hypothesen	77
3.4.1.1.1	<i>Priming</i> des emotionalen Gesichtsausdrucks	77
3.4.1.1.2	<i>Priming</i> der Identität der Stimulusperson	79
3.1.4.2	Erklärungsmöglichkeiten für die valenzabhängigen Primingeffekte ...	81
3.2	Experiment 2.....	86
Welche Auswirkung hat die Erleichterung der Gesichtserkennung auf die emotionsspezifischen Wiederholungseffekte?		86
3.2.1	Einleitung	86
3.2.1.1	Hypothesen	88
3.2.2	Methode	89
3.2.2.1	Stichprobenbeschreibung.....	89
3.2.2.2	Ort und Versuchsaapparaturen und Stimulusmaterial	89
3.2.2.3	Versuchsablauf und Aufbau eines Versuchsdurchgangs.....	90
3.2.2.4	Statistische Auswertung.....	91
3.2.2.5	Versuchsplan.....	92
3.2.2.5.1	Unabhängige Variablen.....	92
3.2.2.5.2	Abhängige Variablen	93
3.2.2.5.3	Kontrolle von Störvariablen.....	93

3.2.3	Ergebnisse.....	93
3.2.3.1	<i>Priming</i> des emotionalen Gesichtsausdrucks	94
3.2.3.2	<i>Priming</i> der Identität der Stimulusperson	94
3.2.3.3	Kombiniertes <i>Priming</i>	95
3.2.4	Diskussion	96
3.2.4.1	Beantwortung der Fragestellungen und Hypothesen	97
3.3	Experiment 3.....	99
	Sind die emotionsspezifischen Primingeffekte kurzfristige oder längerfristige Phänomene?.....	99
3.3.1	Einleitung	99
3.3.1.1	Fragestellungen und Hypothesen	101
3.3.2	Methode	104
3.3.2.1	Stichprobenbeschreibung.....	104
3.3.2.2	Ort, Versuchsaapparaturen und Stimulusmaterial	105
3.3.2.3	Versuchsablauf und Aufbau eines Versuchsdurchgangs	105
3.3.2.4	Psychophysiologie (Ereigniskorrelierte Potentiale)	108
3.3.2.4.1	Erfassung des EEG-Signals	108
3.3.2.4.2	Verarbeitung und Auswertung des EEG-Signals.....	109
3.3.2.5	Statistische Auswertung.....	109
3.3.2.5.1	Verhaltensdaten.....	109
3.3.2.5.2	EEG-Daten.....	110
3.3.2.6	Versuchsplan.....	110
3.3.2.6.1	Unabhängige Variablen.....	110

3.3.2.6.2	Abhängige Variablen	112
3.3.2.6.3	Kontrolle von Störvariablen.....	113
3.3.3	Ergebnisse.....	114
3.3.3.1	Verhaltensdaten.....	114
3.3.3.2	EEG-Daten.....	116
3.3.4	Diskussion	123
3.3.4.1	Beantwortung der Fragestellungen und Hypothesen	124
3.4	Experiment 4.....	127
	Was sind mögliche Einflussgrößen auf die emotionsspezifischen Wiederholungseffekte?	127
3.4.1	Einleitung	127
3.4.1.1	Die eigene Stimmung und die Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke.....	128
3.4.1.2	Faziale Mimikry als Einflussgröße auf die Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke.....	130
3.4.1.3	Fragestellungen und Hypothesen.....	134
3.4.2	Methode	138
3.4.2.1	Stichprobenbeschreibung.....	138
3.4.2.2	Ort, Versuchsapparaturen und Stimulusmaterial	138
3.4.2.3	Versuchsablauf und Aufbau von Versuchsdurchgängen	138
3.4.2.3.1	Ansteckungsblock	140
3.4.2.3.2	Gedächtnistest.....	142
3.4.2.3.3	Emotionspriming-Aufgabe	142

3.4.2.3.4	Messung der Stimmung	144
3.4.2.4	Elektrophysiologie	144
3.4.2.4.1	Ereigniskorrelierte Potentiale	144
3.4.2.4.2	Erfassung, Parametrisierung und Analyse des EMG-Signals	145
3.4.2.5	Statistische Auswertung	146
3.4.2.5.1	Analysen auf Gruppenebene	146
3.4.2.5.1.1	Emotionale Ansteckung	146
3.4.2.5.1.2	Emotionspriming-Aufgabe	147
3.4.2.5.1.2.1	Verhaltensdaten	147
3.4.2.5.1.2.2	EEG-Daten	147
3.4.2.5.2	Korrelationsanalysen	148
3.4.2.6	Versuchsplan	150
3.4.2.6.1	Unabhängige Variablen	150
3.4.2.6.2	Abhängige Variablen	151
3.4.2.6.3	Kontrolle von Störvariablen	151
3.4.3	Ergebnisse	153
3.4.3.1	Emotionspriming-Aufgabe	153
3.4.3.1.1	Verhaltensdaten	154
3.4.3.1.2	EEG-Daten	156
3.4.3.1.3	EMG-Daten	159
3.4.3.2	Emotionale Ansteckung	161
3.4.3.3	Tests auf Korrelationen	161
3.4.3.3.1	Korrelationen Reaktionszeitresiduen und Stimmung	161

3.4.3.3.2 Korrelationen Reaktionszeitresiduen und Muskelreaktion auf das erste Bild	162
3.4.4 Diskussion	163
3.4.4.1 Beantwortung der Fragestellungen und Hypothesen	165
3.4.4.1.1 Replikation emotionsspezifischer Wiederholungseffekte	165
3.4.4.1.2 Diskussion der Ergebnisse zur emotionalen Ansteckung	167
3.4.4.1.3 Diskussion der Ergebnisse zur fazialen Mimikry	169
3.4.4.1.4 Diskussion zum Einfluss des gesehenen Ansteckungsblocks	170
3.4.4.1.5 Diskussion der Auswirkung der fazialen Mimikry auf die Wiederholungseffekte	171
3.4.4.1.6 Diskussion der Auswirkung der Stimmung auf die Wiederholungseffekte	172
3.4.4.2 Fazit von Experiment 4	174
4 Abschließende Diskussion	176
Literaturverzeichnis	183
Erklärung	207
Lebenslauf	208

Zusammenfassung

Repetition Priming beschreibt die veränderte, i.d.R. beschleunigte Erkennungsleistung für Reize, wenn diese wiederholt präsentiert werden. Neurophysiologisch führen Wiederholungen visuell präsentierter Reize meist zu einer verminderten Aktivität in frühen primär sensorischen okzipitalen Arealen, was sich bei Ereigniskorrelierten Potentialen (EKP) in verminderten Amplitudengrößen bemerkbar macht und als *Repetition Suppression* bezeichnet wird. In der vorliegenden Arbeit wurde in vier Experimenten ein *Repetition Priming* – Paradigma verwendet, indem jeweils Fotos mit emotionalen Gesichtsausdrücken gleicher Emotion wiederholt präsentiert wurden.

In Experiment 1 konnte gezeigt werden, dass die Wiederholung emotionaler Gesichtsausdrücke genau dann zu gegensätzlichen emotionsspezifischen Effekten führt, wenn sich der Ausdruck wiederholt, nicht aber die Identität der Stimulusperson. Die Wiederholung eines fröhlichen Ausdrucks führte zu einer deutlichen Reaktionszeitverkürzung, die Wiederholung eines wütenden Ausdrucks zu einer Reaktionszeitverlängerung. Elektrophysiologisch zeigte sich auf Ebene der frühen gesichtssensitiven EKP-Komponente N170 ein Amplitudenanstieg bei Wiederholung fröhlicher Ausdrücke und eine Amplitudenverminderung bei Wiederholung wütender Ausdrücke. Auf einer späten Verarbeitungsstufe (*Late positive complex*) führte eine Ausdruckswiederholung zu einem emotionsunspezifischen *alt-neu*-Amplitudeneffekt.

Experiment 2 ergab, dass die zusätzlichen Verarbeitungskosten für wiederholte wütende Gesichter genau dann gesenkt werden können, wenn die strukturelle Enkodierung des zweiten Gesichts durch ein kurz zuvor präsentiertes neutrales Gesicht der gleichen Stimulusperson erleichtert wurde. Die zusätzlichen Reaktionszeitkosten wären zum Teil durch aufwändigere Abgleichungsprozesse erklärbar, die bei der Verarbeitung wiederholter fröhlicher Gesichter entfallen.

In Experiment 3 wurden neben einfachen auch doppelte Ausdruckswiederholungen gezeigt. Es fanden sich eine Reihe emotionsspezifischer Effekte: Während bei fröhlichen Ausdrücken verschiedener Stimuluspersonen eine doppelte Wiederholung zu weiterer Reaktionszeitersparnis führte, führte die doppelte Wiederholung wütender Gesichter zu keiner veränderten Reaktionszeit gegenüber einfach wiederholten Ausdrücken. Einfache Wiederholungen trauriger Gesichtsausdrücke führen zunächst zu einem Anstieg der Reaktionszeiten, der sich bei doppelter Wiederholung wieder auf das Niveau eines nicht wiederholten Ausdrucks reduzierte. Auf Ebene der N170 zeigte sich für einfache Wiederholungen eine Replikation der Ergebnisse von Experiment 1. Doppelte Wiederholungen führten für fröhliche und wütende Gesichter zu einer Amplitudenreduktion, während die Wiederholung trauriger Gesichter ausschließlich auf Ebene des LPC zu spezifischen Amplitudenveränderungen führte.

In Experiment 4 konnte gezeigt werden, dass die eigene Stimmung sich auf die Reaktionszeitkosten für wiederholte traurige Gesichtsausdrücke auswirkt. War die im Selbstbericht geäußerte Stimmung nach einer mehrminütigen Präsentation verschiedener trauriger Ausdrücke in einer anderen Aufgabe zuvor gesenkt worden, so führte dies zu größeren Reaktionskosten in der folgenden *Repetition Priming*-Aufgabe. Dies kann so gedeutet werden, dass neben Unterschieden in der Enkodierung (Experiment 2) auch mit Aufmerksamkeitslenkung verbundene Prozesse zu den Reaktionszeitkosten bei Wiederholung negativer Ausdrücke führen. Die Ergebnisse passen gut zu Befunden, dass Ausdrücke, die eine negative Information beinhalten, die Aufmerksamkeit von Betrachtern bündeln können und unterstreichen die Vermutung, dass Gesichtsausdrücke schon auf einer frühen Verarbeitungsstufe im Gehirn emotionsspezifisch verarbeitet werden.

Abstract

Repetition Priming describes the effect of a subject's faster processing of a stimulus which is presented in an experimental paradigm for a second time. *Repetition Suppression* is the effect of reduced activity in occipital cortical areas due to a repeated stimulus presentation, which can be seen in reduced amplitudes of early visual event related potentials (ERP). This dissertation deals with four experiments using the repetition priming paradigm with photos showing repeated emotional facial expressions.

Experiment 1 showed that repeated emotional expressions induced emotion-specific effects when the expression was repeated without a repetition of the stimulus person seen on the photos. Repeated happy expressions led to faster reaction times, repeated angry expressions led to increased reaction times. ERP-data showed an enhanced amplitude of the early face-specific N170 for repeated happy expressions and a decreased amplitude of the N170 for repeated angry expressions. On a stage of higher face processing, represented by the *late positive complex* (LPC) there was a non-specific enhanced mean amplitude for repeated versus non-repeated expressions.

Experiment 2 showed that the prolonged reaction times for repeated angry expressions could be reduced, if the structural encoding of the second expression was facilitated by presenting a neutral face of the same stimulus person shortly before the second expression of each trial. This leads to the assumption that the prolonged reaction times can be explained partly by emotion-specific processes of comparison of face- and expression-sensitive structural features.

In experiment 3 facial expressions were repeated one and two times (meaning three expressions of one emotion one after another). The results showed several emotion-specific effects. Double repeated happy expressions led to even shorter

reaction times than one time repeated ones. Double repeated angry expressions did not lead to longer reaction times than one time repeated ones. Repeating sad expressions induced prolonged reaction times and double repeating of sad expressions reduced the costs in processing to a level of sad expressions that were not repeated at all. The effects of repeated expressions on the N170 of experiment 1 could be replicated. Double repetition of both happy and angry expressions led to a repetition suppression effect (reduced amplitude of the N170 component). Repeating sad expressions led to no effect on the N170 at all, but showed emotion-specific amplitude changes on the LPC amplitude.

Experiment 4 demonstrated that the subjects' mood can influence the extend of the prolongation of reaction times for repeated sad expressions. The reduced mood induced by watching sad faces for several minutes in a task before, led to longer reaction times for repeated sad expressions. An interpretation of this result is, that prolonged reaction times for repeated expressions of negative emotions are influenced both by attention mechanisms (affected by the own mood in this experiment) and differences in the structural encoding of these repeated expressions (e.g. experiment 2). The findings underline the results of other studies showing that negative expressions can catch the subjects' attention. The results support the assumption that emotional expressions are processed in separate ways on an early level of face processing, too.

1 Die Verarbeitung menschlicher Gesichtsausdrücke

Wer sich mit emotionalen Gesichtsausdrücken beschäftigt, wird eher früher als später auch auf Charles Darwins Buch „*The Expression of Emotions in Man and Animals*“ (1872) stoßen, welches er etwa dreizehn Jahre nach seiner Abhandlung über die Evolution „*On the origin of species by natural selection*“ (1859) verfasst hat. Dass sich gerade Darwin als Entdecker der Evolutionstheorie mit Emotionen beschäftigt hat, die sich im menschlichen Gesicht widerspiegeln, unterstreicht die Rolle und besondere Bedeutung, die emotionale Gesichtsausdrücke für unser (Über-) Leben in der Gesellschaft anderer Menschen haben.

Die emotionalen Gesichtsausdrücke, die sich in unserem Gesicht darstellen, sind Teil eines elementaren menschlichen Kommunikationskanals, der völlig ohne Worte abläuft und doch weitgehend eindeutig ist. Gesichtsausdrücke vermitteln nicht nur, ob die Person, die uns gegenüber sitzt, uns sympathisch findet oder nicht, sondern auch, ob Gefahr in Verzug ist und Situationen unsere erhöhte Aufmerksamkeit erfordern. Seit Darwin, der noch Parallelen im Ausdruck von Menschen und Primaten suchte, hat sich ein großer Teil der psychologischen Forschung mit emotionalen Gesichtsausdrücken beschäftigt. Große Bedeutung erlangten unter anderem die Arbeiten von Ekman und Friesen (1973). Die Autoren bezeichneten sechs verschiedene einfache emotionale Gesichtsausdrücke, die in verschiedenen Kulturen sehr schnell erkannt werden können: Wut, Angst, Überraschung, Ekel, Traurigkeit und Freude. Heute beschäftigt sich die Forschung zu einem großen Teil mit den neurobiologischen Grundlagen von eigenen Emotionen und wie wir Emotionen bei anderen erkennen können.

1.1 Modelle der Wahrnehmung menschlicher Gesichter

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Wirkung, die das Betrachten emotionaler Gesichtsausdrücke auf das Verhalten von Menschen hat, sowie welche neurophysiologischen Korrelate es zu diesen Verhaltensmustern gibt. Aus diesem Grund wird im Folgenden zunächst beschrieben, wie Psychologie und Neurophysiologie heute annehmen, wie die Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke funktioniert und welche Gebiete im menschlichen Gehirn an dieser Verarbeitung beteiligt sind.

1.1.1 Das Modell der Gesichtsverarbeitung von Bruce und Young (1986)

Das Modell von Bruce und Young (1986) ist ein einflussreiches, durch neuropsychologische Studien beeinflusstes Modell darüber, wie die Verarbeitung und Wahrnehmung von Gesichtern und emotionalen Gesichtsausdrücken funktioniert. Es unterscheidet Module, in denen bestimmte Verarbeitungsschritte ausgeführt werden und Codes, die Produkte dieser Schritte darstellen. Abbildung 1.1 gibt das Modell grafisch wider.

Im Modell erfolgt im Verarbeitungssystem für Gesichter als erster Schritt eine Phase struktureller Enkodierung. Sie dient als Vorbereitung für höhere und komplexere Prozesse. Startpunkt der Verarbeitung in der strukturellen Enkodierung ist die Bildung eines sogenannten pikturellen Codes, der eine Momentaufnahme eines visuellen Ereignisses ist. Hiervon ausgehend folgt die Bildung struktureller Codes: die Enkodierung einzelner Gesichtselemente und ihre räumliche Beziehung zueinander, die Bildung blickwinkelspezifischer Gesichtsrepräsentationen und die Entwicklung vom Gesichtsausdruck unabhängiger Gesichtsrepräsentationen. Das

Ergebnis ist eine abstrakte Repräsentation eines Gesichts, die den Reiz qualitativ von anderen visuellen Reizen abgrenzbar macht. Diese ist Ausgangspunkt für weitere, höher geordnete Analyseebenen, die im Modell modular organisiert sind.

Bekannte und unbekannte Gesichter werden in diesem Modell getrennt weiterverarbeitet. Bei unbekanntem Gesichtern erfolgt auf Basis des strukturellen Codes eine gerichtete visuelle Verarbeitung, bei der eine Fokussierung auf bestimmte, markante Gesichtselemente erfolgt, die menschliche Gesichter von einander unterscheidbar machen.

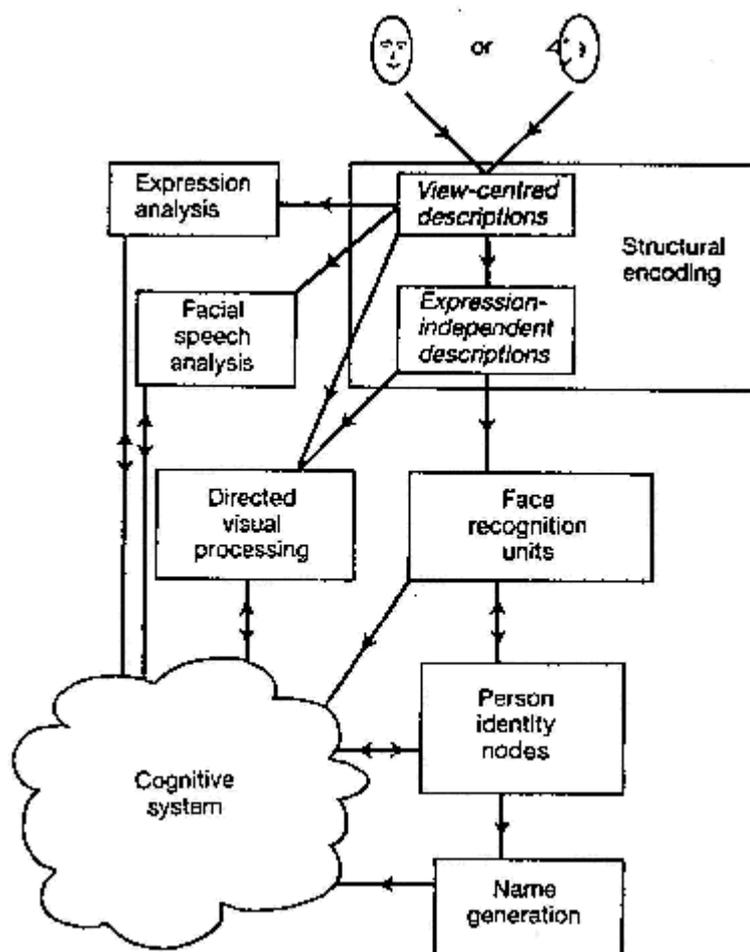


Abbildung 1.1: Das Modell von Bruce und Young (1986), entnommen aus Bruce, McWeeny, Hay und Ellis (1986).

Bei bekannten Gesichtern erfolgt eine Aktivierung der *face recognition units* und damit dem Speicher für strukturelle Codes eines Gesichts. Damit sich ein Vertrautheitsgefühl beim Sehen eines Gesichts einstellt, bedarf es der Aktivierung dieses Moduls. Informationen dazu, welche Funktion die Person hat, wo man sie schon einmal gesehen hat, etc. sind als identitätsspezifische semantische Codes in *person identity nodes* gespeichert. Die Namensgenerierung erfolgt separat in einem eigenen Modul. Da das Modell beim Erkennen einer bekannten Person hierarchisch organisiert ist, erfordert die Generierung des Namens auch eine Aktivierung von *face recognition units* und *person identity nodes*.

Die Enkodierung und Analyse des Gesichtsausdrucks erfolgt in dem Modell unabhängig von der Identitäts- und Bekanntheitsanalyse. Gleiches gilt für die Bildung von gesichtssprachlichen Codes, die ihren Ursprung in der visuellen Information der Lippenbewegungen beim Sprechen des Gegenübers haben. Hinweise auf eine modulare Verarbeitung geben Studien über selektive Beeinträchtigungen, d.h. es werden neurologische Patienten berichtet, die über eine selektive Störung der Gesichtsidentitätsgenerierung oder der Wahrnehmung eines emotionalen Gesichtsausdrucks aufweisen (Kurucz & Feldmar, 1979; Bruyer et al., 1983). Auch einige bildgebende Studien kommen zu der Annahme, dass die Analyse von Ausdruck und Identität räumlich und zeitlich im visuellen System getrennt ist (z.B. Sergent, MacDonald & Zuck, 1994).

Trotz des großen Einflusses des Modells auf die psychologische Forschung konnten einige Studien belegen, dass Identitätsanalyse und die Analyse des emotionalen Ausdrucks nicht unabhängig ablaufen, wie von Bruce und Young (1986) postuliert. Baudouin, Sansons und Giberghien (2000) argumentieren, dass die Bekanntheit eines Gesichts die Ausdrucksanalyse erleichtert. In die gleiche Richtung gehen die Ergebnisse von Wild-Wall, Dimigen und Sommer (2008): Fröhliche Gesichtsausdrücke werden bei bekannten Personen leichter als solche erkannt und

bekannte Personen werden leichter als bekannt erkannt, wenn sie lächeln. Dies wird damit erklärt, dass von bekannten Personen, insbesondere von Prominenten, im Laufe unseres Lebens mehr Fotos gesehen werden, auf denen besagte Personen lächeln.

1.1.2 Ein neurobiologisches Modell der Gesichtsverarbeitung

Das visuelle System des Menschen trennt früh nach räumlicher und objektbezogener Verarbeitung. Vom okzipitalen striären Kortex aus zieht ein ventraler Strom über mehrere verschiedene Gehirngebiete in den temporalen Kortex. Das visuelle System ist hierarchisch organisiert. Je später ein Gebiet im ventralen Pfad liegt, umso spezifischer muss ein Reiz sein, um eine hohe Aktivität in einem Kerngebiet zu zeigen. Das Modell von Haxby, Hoffmann und Gobbini (2000) ist ein Versuch, verschiedene Stufen der Gesichtsverarbeitung einzelnen Gehirnzentren zuzuordnen.

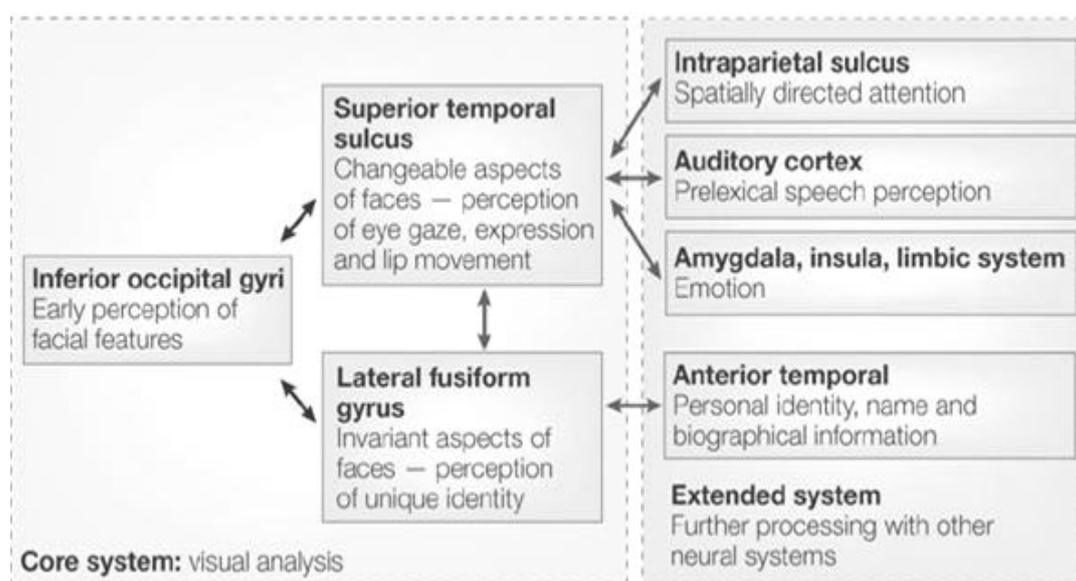


Abbildung 1.2: Das Modell von Haxby et al. (2000), Grafik ist entnommen aus Calder und Young (2005).

Wie in Abbildung 1.2 zu sehen, gehen auch Haxby et al. (2000) wie Bruce und Young (1986) von einer modularen Verarbeitung aus. Vorbereitend für höhere Verarbeitungsprozesse ist das mit visueller Analyse betraute *core system*. Auch innerhalb des *core system* liegt eine hierarchische Organisation vor. Als früheste überwiegend gesichtsverarbeitende Region wird der Gyrus occipitalis inferior angenommen. Auf dieser Stufe erfolgt eine Reaktion vor allem auf gesichtsspezifische Merkmale wie Augen, Nase und Mund (Pitcher, Walsh & Duchaine, 2011). Hiervon erfolgt dann bereits eine modular akzentuierte Verarbeitung von Identität und emotionalem Gesichtsausdruck. Während im Sulcus temporalis superior nach wechselnden Aspekten von Gesichtern analysiert wird, die auch Lippenbewegungen und emotionale Ausdrücke beinhalten, findet im lateralen Gyrus fusiformis eine Analyse der invarianten Merkmale statt, die ein Gesicht einzigartig und von anderen Gesichtern unterscheidbar machen.

Dem *core system* nachgeordnet steht das *extended system*, in dem höhere Prozesse ablaufen, die die Aktivität anderer, nicht primär sensorischer Gehirnregionen miteinschließen. Für die Verarbeitung des emotionalen Ausdrucks wären dies beispielsweise die Amygdala, die Insula und das limbische System. Wie an den Pfeilen in Abbildung 1.2 erkennbar, ist die Modularität und Spezifität der einzelnen Verarbeitungsschritte nicht so stark getrennt wie im Modell von Bruce und Young (1986). Das heißt, selbst auf der frühen Analyseebene des *core systems* ist eine Interaktion zwischen Ausdrucksverarbeitung und Identitätsverarbeitung nicht ausgeschlossen. Beispielsweise wäre es möglich, dass im Prozess des Erkennens einer bekannten Person, ein ihr typisches Lächeln eine wichtige Rolle spielt, was z.B. gut zu den Ergebnissen von Wild-Wall et al. (2008) passt.

Es gibt eine große Anzahl von Studien, die funktionelle Bildgebung benutzen, um neuronale Aktivität bei Gesichtsverarbeitung zu messen (eine Übersicht findet sich bei Deffke, 2006). Sie können die Modellvorstellung von Haxby

et al. (2000) in weiten Teilen stützen. Deutliche Aktivität für Gesichter konnten Gauthier et al. (2000) für den inferioren okzipitalen Gyrus finden. Im Gyrus fusiformis, der ebenfalls deutliche Aktivierung bei Gesichtsverarbeitungsprozessen zeigt, sind bereits Identitätseffekte erkennbar (Hoffmann & Haxby, 2000). Dass der Gyrus fusiformis allerdings ausschließlich bei der Identitätsanalyse besonders aktiv sei, ist gegenwärtig noch umstritten. In einer Studie von Ganel, Valyear, Goshen-Gottstein und Goodale (2005) zeigte der Gyrus fusiformis gerade bei der Betrachtung emotionaler Gesichtsausdrücke deutliche Aktivierungsmuster und reagierte sensibel auf Veränderungen in den Ausdrücken des Stimulusmaterials.

Die Gesichtssensitivität des Sulcus temporalis superior zeigten u.a. Puce, Allison, Asgari, Gore und McCarthy (1996) sowie Allison, Puce und McCarthy (2000). Für die Annahme im Modell von Haxby et al. (2000), dass es sich bei diesem Areal um ein Gebiet handelt, das nicht an der Analyse identitätsspezifischer Merkmale beteiligt ist, sprechen Ergebnisse von Grill-Spector, Knouf und Kanwisher (2004), die zwar gesichtssensitive Aktivität in diesem Areal fanden, aber keine Kopplung der Aktivität mit dem subjektivem Erkennen oder Identifizieren von Gesichtern.

Für emotionale Gesichtsausdrücke nimmt man heute an, dass die Valenz des emotionalen Gesichtsausdrucks auch Auswirkung auf die Beteiligung anderer Gehirngebiete hat. So ist die Amygdala – wie in Studien mit bildgebenden Verfahren gezeigt werden konnte, u.a. bei der Verarbeitung trauriger Gesichtsausdrücke aktiv (Blair, Morris, Frith, Perrett & Dolan, 1999; Schneider, Habel, Kessler, Saloum & Posse, 2000). Der orbitofrontale Kortex scheint besonders an der Wahrnehmung wütender Gesichter beteiligt zu sein (Blair et al. 1999), während die Region im medialen frontalen/cingulären Sulcus (Area 32/10 nach Brodmann) in die Verarbeitung fröhlicher Gesichter involviert ist (Kessler-West et al., 2001).

1.2 Menschliche Gesichtsausdrücke in elektro-physiologischen Studien

Noch vor Verfahren der Bildgebung wie funktionaler Magnetresonanztomographie (fMRT) und Positronen-Emissions-Tomographie (PET) ist die Elektroenzephalographie (EEG) die am häufigsten eingesetzte Methode zur Untersuchung von Aktivitätsmustern und -veränderungen im menschlichen Gehirn. Die auf Berger (1929) zurückgehende Technik setzt Potentialdifferenzen auf der Kopfhaut, die auf elektrischer Aktivität von Neuronen zurückzuführen sind, in Bezug zu psychologischen Variablen.

Als ereigniskorreliertes Potential (EKP) bezeichnet man eine ereignisbezogene Auswertung des EEGs, bei der durch Mittelung des EEGs über ein bestimmtes Ereignis hinweg Störeinflüsse (Rauschen) eliminiert werden (Fabiani, Gratton & Coles, 2007). EKPs lassen sich nach Auslenkungen der Kurve in den positiven oder negativen μV -Bereich, der Elektrodenposition an der sie besonders ausgeprägt ist und dem Zeitpunkt, zu dem ab Stimulusauftreten die jeweilige Auslenkung erfolgt, in EKP-Komponenten unterteilen. EKP-Komponenten stellen in der Regel eine Summation postsynaptischer Potentiale dar, die durch gleichzeitige Aktivität einer großen Anzahl an Neuronen entstehen (Fabiani et al. 2007).

Benutzt man EKPs um Aussagen über die Aktivität verschiedener Gehirnzentren bei der Verarbeitung von Gesichtern zu erlangen, so lassen sich grob zwei Phasen einteilen: eine frühe Phase der Enkodierung, sichtbar über posteriore Elektrodenpositionen, und eine späte Phase der Enkodierung, vor allem zentral und frontozentral ausgeprägt. Die spätere Phase hängt bereits mit Bewusstseins- und Arbeitsgedächtnisprozessen zusammen. Ein typisches EKP der frühen Phase ist in Abbildung 1.3 dargestellt. An posterioren Elektrodenpositionen erfolgt nach Präsentation eines Gesichtsreizes üblicherweise zunächst eine Positivierung des EEG mit einem Maximum um 100ms ab Stimulusauftreten (P100, oder auch P1). Diese

Positivierung ist vor allem an okzipitalen Elektrodenpositionen ausgeprägt (O1 und O2). Hierauf folgt eine deutliche Negativierung, deren maximale Auslenkung über parietalen Elektrodenpositionen (P7 und P8) zu beobachten ist und in der Regel bei 170ms maximal negativ ist (N170). Eine zweite Positivierung erfolgt direkt im Anschluss (P200), worauf die Kurve häufig im positiven Bereich bleibt. Im Folgenden wird die Rolle der einzelnen Komponenten bei der Verarbeitung von Gesichtern beschrieben.

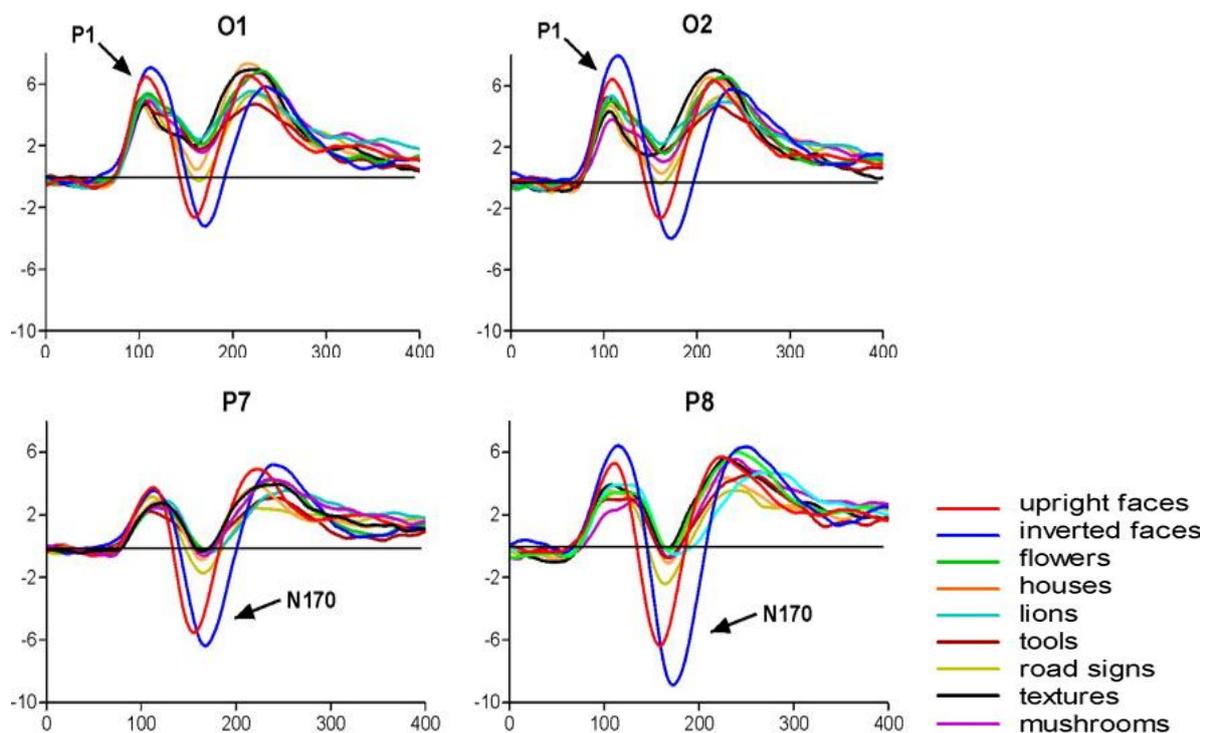


Abbildung 1.3: EKP der frühen Stufe der Gesichtsverarbeitung an den Elektrodenpositionen O1, O2, P7 und P8. Rote und blaue Kurven sind Gesichtsreize, weitere Farben geben EKP für andere visuelle Reize wider. Grafik ist entnommen aus Itier und Taylor, 2004.

1.2.1 P100

Inwieweit die P100 bereits eine gesichtssensitive Komponente darstellt, ist gegenwärtig noch umstritten, da sie auch bei der Wahrnehmung von anderen visuellen Reizen eine Rolle spielt (vgl. Abb. 1.3). Jemel et al., (2003) fanden keine Unterschiede in ihrer Amplitude zwischen Bildrauschen und Gesichtsreizen. Für andere Autoren repräsentiert die P100 bereits eine Art globale Gesichtsverarbeitung (Halit, de Haan & Johnson, 2000; Itier & Taylor, 2002; Itier & Taylor, 2004, Linkenkaer-Hansen et al., 1998; Liu, Ioannides & Streit, 1999, für die M100: Liu, Harris & Kanwisher, 2002¹). Herrmann, Ehlis, Ellgring und Fallgatter (2005) verglichen die EEG-Reaktionen auf Bilder mit Gesichtern und unter anderem auch Bilder mit *scrambled faces*, um zu untersuchen, ob die P100 aus reinen Helligkeits- oder Kontrastunterschieden resultiert. Im Vergleich zu diesen Kontrollreizen ist die Amplitude der P100 bei Gesichtern deutlich höher. Nach Rossion und Jacques (2008) liegt der Ursprung der P100 in Neuronenverbänden des striären und extrastriären Cortex. Die gesichtsspezifischen Effekte für die P100 sind allerdings deutlich weniger robust, als beispielsweise für die N170.

In den psychologischen Modellvorstellungen zur Gesichtswahrnehmung würde die P100 eine sehr frühe Stufe der Gesichtsverarbeitung repräsentieren. Herrmann et al. (2005) stellten in ihrer Arbeit zur Rolle der P100 bei der Gesichtswahrnehmung die Vermutung auf, dass diese Komponente eine globale Gesichtswahrnehmung repräsentiert, die im Modell von Bruce und Young (1986) vor einer Phase der strukturellen Enkodierung vorgeschaltet ist. Im Modell von Haxby et al. (2000) würde die P100 auch aufgrund ihrer Topographie am ehesten vermutlich der frühen Perzeption von Gesichtsmerkmalen entsprechen.

¹ Die M100 ist eine der P100 vergleichbare Komponente im Magnet-Enzephalogramm (MEG), einer dem EEG ähnlichen Messmethode.

Emotionsspezifische Amplituden-Effekte auf Ebene der P100 fanden Batty und Taylor (2003). Die Autoren führen diese nicht auf höhere Prozesse wie Aufmerksamkeitszuwendung zurück, denn die Versuchspersonen sind instruiert worden, Gesichter nicht zu beachten. Auch eine Ähnlichkeit von Ausdrucksmerkmalen durch reine gleiche Gesichtskomponenten wird als Ursache ausgeschlossen. Als Beleg für letzteres geben die Autoren an, dass obwohl ängstliche und überraschte Gesichter sich mit Merkmalen wie offenen Mündern, weit geöffneten Augen usw. sehr ähneln, es trotzdem aber zwischen den Emotionen *überrascht* und *ängstlich* deutliche Amplitudenunterschiede gab.

Als Ursache der Modulation dieser und anderer EKP-Komponenten der Gesichtswahrnehmung durch die Valenz des gezeigten Gesichtsausdrucks sehen Batty und Taylor (2003) andere Verarbeitungswege als den ventralen Pfad der visuellen Wahrnehmung. Nach Morris et al. (1996) gibt es noch einen subkorticalen Pfad, der schneller – wenn auch ungenauer – optische Reize verarbeitet. Anatomisch ließe sich dies durch von den Colliculi superiores über das Pulvinar zur Amygdala gezogene Nervenbahnen begründen. Die Amygdala scheint wiederum Verbindungen zu haben, die auf alle Stufen der extrastriären Verarbeitung Auswirkungen haben kann (Morris, Öhman & Dolan, 1999).

Dazu würde auch passen, dass es frontal emotionsabhängige, sehr frühe Komponenten gibt (frontozentrale Positivität um 110ms nach Stimulusauftreten, Eimer & Holmes, 2002), die für ängstliche Gesichter deutlich größer als für neutrale Gesichter sind und für eine schnelle Aktivierung präfrontaler Areale stehen, die in der Analyse der Gesichter beteiligt sind und Auswirkungen auf die Verarbeitungsstufe der langsameren ventralen Reizverarbeitungsbahn haben. Unter diesen Gesichtspunkten müsste das Modell von Haxby et al. (2000) um mögliche Wechselwirkungen erweitert werden, da Auswirkungen bereits auf sehr früher Stufe

der Gesichtswahrnehmung im Modell durch Modulation dieser EKP-Komponente messbar wären.

1.2.2 N170

Eine beeindruckende Anzahl an Studien konnte die Spezifität dieser EKP-Komponente mit der Verarbeitung von Gesichtern in Verbindung setzen (Bentin, Allison, Puce, Perez & McCarthy, 1996; George, Evans, Fiori, Davidoff & Renault, 1996; Halit et al., 2000; McCarthy, Puce, Belger & Allison, 1999). Ein weiterer Hinweis für die Gesichtsspezifität dieser EKP-Komponente ist die Tatsache, dass Patienten, die an einem selektiven Wahrnehmungsdefizit für Gesichter (Prosopagnosie) leiden, keine charakteristisch hohe N170-Amplitude aufweisen (Kress & Daum, 2003). Auch Adaptionsstudien geben einen Hinweis auf die Gesichtssensitivität der N170. So konnten Eimer, Gosling, Nicholas und Kiss (2011) zeigen, dass die Amplitude der N170 bei sehr schneller Präsentation von Gesichtern hintereinander sinkt, während die Amplitude unverändert hoch bleibt, wenn ein anderer visueller Objektreiz vorausgegangen ist. Erklärt werden diese Ergebnisse bei Adaptionsstudien mit einer selektiven Ermüdung gesichtssensitiver Zellen in den Arealen, die die N170 generieren.

Übereinstimmend oft zeigt sich bezüglich der N170 ein Lateralitätseffekt. Die Amplitude ist rechts in der Regel größer als links (Bentin et al. 1996; Henson et al., 2003).² Deffke et al. (2005) konnten mittels simultaner Aufzeichnung von MEG

² In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass die rechte Hemisphäre einen Verarbeitungsvorteil für Gesichter zu haben scheint. Yovel, Levy, Grabowecky und Paller (2003) konnten so zum Beispiel zeigen, dass relevante Gesichtsinformationen, die nur dem linken visuellen Feld präsentiert werden – und damit im visuellen System zunächst rechtshemisphärisch verarbeitet werden - zu besseren Erkennungsleistungen führen, als Gesichtsinformationen, die nur rechts gezeigt

und EEG und unter Präsentation von neutralen Gesichtern zeigen, dass Quellen für die N170 im fusiformen Gyrus liegen und somit Ergebnisse aus Studien mit funktioneller Bildgebung replizieren, die gesichtssensitive Areale ebenfalls hier lokalisieren (Kanwisher, McDermott & Chun, 1997; Kanwisher, Stanley & Harris, 1999; Rossion, Joyde, Cottrell & Tarr, 2003; Übersicht: Kanwisher & Yovel, 2006).

Neben dem Gyrus fusiformis scheinen aber auch noch andere Hirnregionen an der Entstehung der N170 beteiligt zu sein. Herrmann, Ehlis, Muehlberger und Fallgatter (2005) geben zusätzlich Aktivität im okzipitalen Kortex, sowie im medialen präfrontalen Kortex und im temporoparietalen Kortex an, während Yovel et al. (2003) berichten, dass die N170 mit Aktivität im fusiformen Gyrus und superiorem temporalem Sulcus korreliert. Diskutiert wird auch, ob an der Generierung der N170 eine laterale Region, der inferiore temporale Gyrus beteiligt ist, was auch gut zu der deutlichen Akzentuierung der N170 an nahe platzierten Elektrodenpositionen T5, T6 und P7, P8 passt (Itier & Taylor, 2004). Zusammenfassend lässt sich der gegenwärtige Forschungsstand so, dass die N170 deutlich mit der Gesichtsverarbeitung in Zusammenhang steht und eine hohe Spezifität für Gesichter aufweist. An der Generierung der N170 ist vermutlich eher ein Netzwerk bestimmter gesichtsverarbeitender Areale beteiligt, als eine einzelne gesichtssensitive Gehirnregion.

Im Modell von Haxby et al. (2000) würde die N170 wohl am ehesten aufgrund ihrer Topographie und Abhängigkeit von höherer Gesichtsinformation von Reizen allgemein den späteren Prozessen im *Core System* entsprechen. Für das Modell von Bruce und Young (1986) galt es lange Zeit praktisch als erwiesen, dass die N170 der Verarbeitungsstufe der strukturellen Enkodierung entspricht (Eimer,

werden. Für Gesichtsausdrücke aller Emotionen konnte diese Dominanz von Christman und Hackworth (1993) gezeigt werden.

2000a; Eimer, 2000b, Eimer & Holmes, 2002). Bentin et al. (1996) fanden zum Beispiel, dass eine N170 auch für nicht aufrechte Gesichter auftritt oder auch für Augen alleine auftreten kann, was für diese Auffassung spricht. Inzwischen konnten mehrere Studien zeigen, dass diese Komponente doch komplexere Verarbeitungsprozesse widerspiegelt, als der Phase struktureller Enkodierung zugeordnet würden. Zunächst fand man, dass die N170 in ihrer Amplitude unabhängig von einem Gefühl der Vertrautheit bei Betrachtung eines Gesichts zu sein scheint (Eimer, 2000a, Eimer, 2000b; Bentin und Deouell, 2000). Die Autoren schlossen daraus, dass eine Identitätsanalyse oder -identifikation auf dieser Stufe noch nicht stattfindet. Dieser Anschauung widersprechen die Daten einer Studie von Caharel et al. (2005): diese Arbeitsgruppe fand für Gesichter, die eine höhere persönliche Bedeutung haben – in der Studie von Caharel et al. (2005) das eigene Gesicht wie auch das Gesicht der Mutter – eine höhere Amplitude, als Gesichter ohne persönliche Bedeutung. Sie wurden auch schneller detektiert.

Eimer und Holmes (2002) vertraten die Auffassung, dass die Amplitude der N170 nicht abhängig von der Emotion des präsentierten Ausdrucks ist. Jedoch konnten mehrere Studien zeigen, dass die Valenz des emotionalen Ausdrucks durchaus die Amplitude variieren kann. Batty und Taylor (2003) untersuchten Reaktionen auf Gesichter der sechs Basisemotionen. Die Versuchspersonen bekamen die Aufgabe, auf nicht-Gesichtsreize, die in einem Block mit Gesichtern verschiedener Emotionen nacheinander präsentiert wurden, zu reagieren. Das EKP bei ängstlichen Gesichtern zeigte hierbei höhere Amplituden der N170 als das EKP bei neutralen oder überraschten Gesichtern. Höhere N170-Amplituden bei ängstlichen Gesichtern fanden sich auch in Studien von Blau, Maure, Tottenham und McCandliss (2007) und Righart und deGelder (2008). Righart und deGelder (2008) zeigten auch, dass der Kontext, in dem das ängstliche Gesicht gezeigt wird, eine Rolle spielt: ängstliche Gesichter in angstausslösender Bildumgebung lösten eine höhere N170-Amplitude aus als ängstliche Gesichter in neutraler oder freundlicher

Umgebung. Alle Autoren argumentieren, dass die erhöhten Amplituden für ängstliche Gesichter Einflüsse paralleler subkortikaler Verarbeitungswege seien, die maßgeblich über die Amygdala gesteuert würden. Dieser Vermutung, wird dadurch gestützt, dass zwischen Amygdala und dem Gyrus fusiformis neuronale Verbindungen nachgewiesen werden konnten (Aggleton, Burton & Passingham, 1980). Die zum Teil vorgefundenen längeren Latenzen für N170-Amplituden bei ängstlichen Gesichtern werden i.d.R. mit der Aktivierung größerer kortikaler Netzwerke begründet.

Auch fröhliche Gesichter scheinen eine höhere Amplitude als neutrale Gesichter aufzuweisen (Marinkovic & Halgren 1998). Schacht und Sommer (2009), die auch eine höhere Amplitude für fröhliche Gesichter als für neutrale oder wütende Gesichter fanden, gehen auf Basis von Vergleichsaufgaben mit verbalem emotionalem Reizmaterial von einem frühen allgemein emotionsverarbeitendem System aus, dessen Aktivierung sich u.a. in der N170 widerspiegeln kann.

1.2.3 P200

Die P200, eine positive Welle, die ebenfalls über parietalen Elektrodenpositionen beobachtet werden kann, schließt unmittelbar an die N170 an. Da die Welle üblicherweise in einen weiteren positiven Komplex geht, der in den Zeitbereich der P300 übergeht, ist häufig nicht klar, ob es sich bei der P200 um eine P300 mit früherer Latenz handelt. Bei der P300 handelt es sich um eine EKP-Komponente, die ebenfalls parietal besonders ausgeprägt und bei der Verarbeitung von Reizen verschiedener Modalitäten auftritt. Sie repräsentiert bereits höhere Verarbeitungsstufen, die schon mit Arbeitsgedächtnisprozessen einhergehen (Donchin & Coles, 1988; Übersicht bei Fabiani et al. 2007). Ähnlich der P300 reagiert auch die Amplitude der P200 auf Aufmerksamkeitszuwendung, so weisen EKP für Target-Gesichter eine höhere Amplitude auf als EKP für Distraktor-Gesichter (Itier & Taylor, 2002). Ebenfalls auf

Aufmerksamkeitseffekte wird die Reaktion dieser Komponente auf die Wiederholung einer Gesichtsidentiät interpretiert: so konnten Campanella et al. (2000) zeigen, dass die Amplitude der P200 bei Betrachtung zweier nacheinander präsentierter gemorphter Gesichter genau dann erhöht war, wenn die Gesichter die gleiche Person darstellten (nicht aber das gleiche Bild). Bei der Wiederholung emotionaler Gesichtsausdrücke zeigt sich hingegen eine Erhöhung bei der Wiederholung von unterschiedlichen emotionalen Gesichtsausdrücken. In beiden Fällen argumentieren die Autoren, dass Aufmerksamkeit als modulierender Faktor für die Amplitudenerhöhung eine Rolle zu kommt, so interpretieren die Autoren z.B. den Fall der Wiederholung der Identität als komplexeres Ereignis als die Nichtwiederholung. Im Falle eines nicht wiederholten emotionalen Gesichtsausdrucks wird die erhöhte P200 / P300 als Orientierungsreaktion gewertet. Trotz der geschilderten Abhängigkeit dieser Komponente von gesichtsbezogen Reizmerkmalen, ist zurzeit eher unklar, ob es sich hier tatsächlich um eine gesichtssensitive EKP-Komponente handelt oder ob sie nicht viel mehr allgemeinere Aufmerksamkeitsprozesse widerspiegelt. Gegenwärtig spielt diese Komponente in der großen Zahl der EKP-Studien zur Gesichtswahrnehmung eine eher untergeordnete Rolle.

1.2.4 Late Positive Complex

Im Unterschied zu P100, N170 und P200 wird der Late Positive Complex (LPC) eindeutig mit einer höheren Verarbeitungsstufe assoziiert. Er ist etwa 300ms nach Stimulusauftreten über zentralen und frontozentralen EEG-Positionen messbar und kann sich bis zu 1000ms erstrecken. Der LPC tritt nicht nur bei Aufgaben auf, bei denen Gesichter betrachtet werden, sondern auch bei der Verarbeitung lexikalischen Materials. Er ist besonders ausgeprägt für die Verarbeitung emotionaler Stimuli (Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer & Lang, 2000).

Die Tatsache, dass der LPC zeitlich den anderen Komponenten nachgeschaltet ist und dass er auch nicht spezifisch bei Gesichtsstößen auftritt, zeigt, dass er auch den Stufen in den beschriebenen Gesichtsverarbeitungsmodellen nicht einfach zugeordnet werden kann. Im Modell von Bruce und Young (1986) würde er beispielsweise höheren Prozessen der Verarbeitung unter Beteiligung des *cognitive system* entsprechen (z.B. Vertrautheitsgefühlen bei bekannten Personen). Die Stimuluseigenschaften „Identität“ und „Emotion“ scheinen beide einen Einfluss auf die Amplitude des LPC zu haben. So zeigen bekannte Gesichter eine höhere Amplitude als unbekannte Gesichter (Eimer, 2000b). Auch komplexere Prozesse wie Attraktivitätsurteile beeinflussen die LPC-Amplitude (Werheid, Schacht & Sommer, 2007).

Bei Betrachtung emotionaler Gesichter repräsentiert der LPC eine erweiterte aufmerksamskeitsbezogene Verarbeitung emotionaler Gesichter (Eimer & Holmes, 2002). Bei Verarbeitung wütender oder ängstlicher Gesichtern finden sich in der Regel höhere Amplitudenwerte (Schupp et al., 2004; Schacht & Sommer 2008). Die meisten Autoren argumentieren, dass sich im LPC auch höhere Motivation und *Arousal* in der Verarbeitung widerspiegeln, ausgelöst durch gestiegene persönliche Bedeutung der Reize (Schupp et al., 2004). Man nimmt auch an, dass der LPC verschiedene Komponenten vereint, u.a. die P300, die mit Arbeitsgedächtnisprozessen und höherer bewusster Verarbeitung zusammenhängt (James, Johnstone & Hayward, 2001). Zudem scheinen Aufmerksamkeitsprozesse die Amplitude des LPC massiv zu beeinflussen. In einer Studie von Marinkovic und Halgren (1998) war die Amplitude des LPC für traurige und fröhliche Gesichtsausdrücke in einer Aufgabe genau dann höher, wenn der emotionale Gesichtsausdruck *gerated* werden sollte. In der gleichen Arbeit gab es unter Verwendung einer Gedächtnisaufgabe zwar einen signifikanten Amplitudenunterschied zwischen alten und neuen Reizen, jedoch keine Interaktion mit der präsentierten Emotion.

2 Ausdruckswahrnehmung in *Repetition Priming*-Studien

Werden Reize Versuchspersonen wiederholt dargeboten, so führt dies allgemein zu einem als *Repetition Priming* bezeichneten Effekt. Unter *Repetition Priming* versteht man einen impliziten Gedächtnisprozess, bei dem durch die mehrmalige Präsentation eines Reizes oder seiner Komponenten beim Betrachter eine Veränderung im Reaktionsverhalten ausgelöst wird, was sich meist in kürzeren Reaktionszeiten für die Detektion eines wiederholten Stimulus ausdrückt. Diese Beschleunigung der Reizverarbeitung ist unabhängig von expliziten Gedächtnisprozessen, d.h. eine schnellere Reaktion auf wiederholte Reize ist auch dann möglich, wenn der Reiz selbst nicht bewusst erinnert wird (Bruce, Carson, Burton & Kelly, 1998; Richardson-Klavehn & Bjork, 1988). Die Wiederholung eines Reizes führt nicht immer zu einem Verarbeitungsvorteil, wie sich unter anderem in Studien zum negativen *Priming* beobachten lässt (Übersicht bei Fox, 1995). Negatives *Priming* beschreibt die verlangsamte Reaktion auf wiederholte Reize, die zuvor als Distraktor ignoriert werden sollten. Üblicherweise wird diese Reaktionszeitverlangsamung über selektive Inhibitionsprozesse im Wahrnehmungsprozess für den gezeigten Stimulus interpretiert (Tipper, 2001).

Auf neuronaler Ebene führt die Wiederholung visuell präsentierter Reize vor allem auf früherer Verarbeitungsstufe zu einer Verringerung der Aktivität (*Repetition Suppression*; Desimone, 1996). *Repetition Suppression* wird als automatische Reaktion kortikaler Neurone auf Reizwiederholung beschrieben (Desimone, 1996; Wiggs & Martin, 1998), auch, weil das Phänomen beispielsweise unter Anästhesie beobachtbar ist (Miller, Gochin & Gross, 1991). Es tritt in verschiedenen

Aufgabentypen auf (Brown & Xiang, 1998) und wird allgemein als eine effizientere Verarbeitung im perzeptuellen Kortex und als neuronales Korrelat der im Verhalten beobachtbaren Primingprozesse gedeutet. (Schacter & Buckner, 1998; Wiggs & Marin, 1998).

2.1 Wiederholungs-Studien mit emotionalen Gesichtsausdrücken (Verhaltensdaten)

Wiederholungs-Studien mit emotionalen Gesichtsausdrücken sind für die Emotionspsychologie von besonderem Interesse. So ist ein Gegenstand der Forschung, ob die Resultate, die in *Repetition Priming*-Studien mit anderem Reizmaterial in Form von Reaktionszeitverkürzungen o.ä. beobachtbar sind, auch auf emotionale Ausdrucksreize übertragbar sind. Auch können Wiederholungsstudien durch die Manipulation der Wiederholungsstufen Auskunft über den Zusammenhang zwischen der Wahrnehmung von Ausdrucksreizen und der Induktion von Emotionen über Ausdrucksreize beim Betrachter bieten. Auf experimenteller Ebene bieten Wiederholungsstudien, die emotionale Ausdrücke für Diskriminationsaufgaben in Form von *gleich/ungleich*-Entscheidungen wiederholen auch Vorteile gegenüber verbalen Detektionsaufgaben. So kann die einfache Präsentation von Gesichtsausdrücken und die gemessene Reaktionszeit zur Detektion dieser Ausdrücke zwar Aussagen zur Erkennungsleistung bieten, jedoch ist diese beeinflusst durch andere Einwirkungen wie die Lesegeschwindigkeit für Emotionswörter oder auch für Gedächtnisprozesse, da in diesen Aufgaben meist mehrere Emotionen gezeigt werden. Diese Aufgaben messen zum Teil eine verbale Leistung, nämlich die korrekte Etikettierung eines gezeigten Gesichtsausdrucks mit einem Emotionswort. Bei Wiederholungsaufgaben, bei denen lediglich eine *gleich/ungleich*-Entscheidung getroffen werden soll, entfällt dieser Etikettierungsprozess, was zusätzlich von Bedeutung ist, da das Erkennen

emotionaler Ausdrücke im Alltag auch meist nonverbal abläuft. Zudem lassen sich über Wiederholungs-Studien Aussagen über die qualitative Verarbeitung emotionaler Ausdrücke machen, da bei unterschiedlichen Wiederholungseinflüssen auf die Reaktionszeiten auch auf verschiedene Verarbeitungsweisen für die verschiedenen Ausdrücke geschlossen werden kann.

Der gegenwärtige Forschungsstand zeigt, dass die Wiederholung von Gesichtsausdrücken zu Veränderungen im Verhalten führen kann, wobei sehr wenige Studien sich explizit mit der Leistung der Emotionserkennung unter Wiederholung von Gesichtsausdrücken beschäftigen. Burton et al. (2005) konnten zeigen, dass die Wiederholung emotionaler Gesichter im Gegensatz zur Wiederholung neutraler Gesichter zu einer deutlichen Reaktionszeiterparnis führt, wenn die Aufgabe in einer Identitätserkennung lag. Ishai, Pessoa, Bikle & Ungerleider (2004) präsentierten wiederholte neutrale und ängstliche Gesichtsausdrücke in verschiedenen Wiederholungsstufen, wobei Reaktionszeiterparnisse für beide Ausdrucksarten gefunden wurden, ängstliche Gesichter aber schneller detektiert wurden. Eine Studie von Ishai, Pessoa, Bikle und Ungerleider (2006) mit gleichem Versuchsdesign konnte das Ergebnis replizieren. Valenzabhängige Primingeffekte fanden Werheid, Alpay, Jentsch und Sommer (2005). Sie wiederholten je Versuchsdurchgang zwei Gesichter, die die gleiche oder unterschiedliche Emotion zeigen konnten. Aufgabe der Versuchsperson war es, per Tastendruck zu entscheiden, welche Emotion das zweite Bild zeigte (*wütend* oder *fröhlich*). Ein Primingeffekt fand sich für fröhliche Gesichtsausdrücke, nicht aber für wütende. An dieser Stelle sollte auch darauf hingewiesen werden, dass fröhliche Gesichtsausdrücke generell einen Verarbeitungsvorteil haben und in der Regel schneller erkannt werden als Gesichter anderer Valenz (Ekman et al., 1982; Kirita & Endo, 1995; Calvo & Nummenmaa, 2008). Denkbar wäre es, dass die Verarbeitung fröhlicher Gesichter wie von Kirita und Endo (1995) angenommen, sich von der Verarbeitung anderer emotionaler Ausdrücke qualitativ unterscheidet und das

visuelle System auch auf Wiederholung für diese Emotion anders reagiert. Sollte etwa für fröhliche Gesichtsausdrücke ein holistischer Verarbeitungsmodus angenommen werden, für andere Emotionen jedoch ein analysierender, so könnte die schnellere Reaktion auf wiederholte fröhliche Gesichter dadurch mitbedingt sein, dass auf bereits zuvor verarbeitete visuelle Information leichter zurückgegriffen werden kann, während bei der Wiederholung anderer Ausdrücke zeitaufwändiger verglichen werden muss.

2.2 Wiederholungs-Studien mit emotionalen Gesichtsausdrücken (elektrophysiologische Daten)

Auch unter der Verwendung elektrophysiologischer Studien bieten Wiederholungsstudien Vorteile für die Emotionspsychologie gegenüber Studien die Ausdrücke einfach präsentieren. Zum einen lassen sich mittels bildgebender Verfahren Areale identifizieren, die auf Wiederholung von Emotionen mit veränderter Aktivität reagieren, woraus eine Beteiligung des jeweiligen Areals am Prozess der Ausdrucksanalyse geschlossen werden kann. Zum anderen kann auch gezeigt werden, ob auf einer frühen oder späten zeitlichen Stufe des Verarbeitungsprozesses der Ausdrucksanalyse eine besondere Bedeutung zukommt und ob es zwischen den verschiedenen emotionalen Ausdrücken Unterschiede in den wiederholungsinduzierten Aktivierungsmustern gibt, was wiederum für emotionsspezifische Verarbeitungssysteme sprechen würde.

Mehrere Studien untersuchten die Auswirkungen von Ausdruckswiederholung auf frühe und späte EKP-Komponenten der Gesichtsverarbeitung. Morel, Ponz, Mercier, Vuilleumier und George (2009) untersuchten die Wirkung der Ausdruckswiederholung mittels MEG und EEG. Die Autoren fanden Wiederholungseffekte auf einer sehr frühen Stufe (50ms nach

Stimuluspräsentation), die von den Autoren als *feature*-abhängige Reaktion im striären Kortex gewertet wird und im EEG und MEG zu unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich der Emotionsabhängigkeit führte. Für N170 und M170 (im MEG) fanden die Autoren einen Anstieg mit der Wiederholung für neutrale Gesichter, während sich die Amplitude für fröhliche und ängstliche Gesichter nicht veränderte (wobei der Amplitudenwert für emotionale Gesichter in dieser Studie bei erster Präsentation deutlich größer war). In der Studie von Ishai et al. (2006) konnte mittels MEG gezeigt werden, dass die Amplitude der M170 zwar emotionsabhängig ist (neutrale Gesichter führen auf dieser Ebene zu einer stärkeren Reaktion), sich aber für beide gezeigten emotionalen Ausdrücke (neutrale und ängstliche) eine *Repetition Suppression* zeigte. Werheid et al. (2005) fanden auf Ebene der N170 keinen Amplitudenunterschied in Abhängigkeit von Emotion und *Priming*.

Für den LPC, der auch bei Nichtgesichtsreizen auftritt, werden in der Literatur generell größere Amplituden für alte Reize im Gegensatz zu neuen Reizen berichtet (Paller & Gross 1998; Paller et al., 2003). Für die Wiederholung emotionaler Gesichtsausdrücke ist die Ergebnislage etwas widersprüchlicher. Für den LPC fanden Werheid et al. (2005) einen emotionsunspezifischen Primingeffekt in Form einer verminderten Amplitude für wiederholte Gesichter. Morel et al. (2009) hingegen fanden für den LPC keinen Wiederholungseffekt, sondern lediglich eine größere Amplitude für emotionale Gesichtsausdrücke. In einer Studie von Marinkovic und Halgren (1998) wurde die Rolle des Aufgabentyps auf die Aktivität des LPC unter Wiederholung untersucht. Sollte eine *alt-neu*-Unterscheidung getroffen werden, zeigt sich für den LPC ein emotionsunspezifischer Amplitudenunterschied für alte im Vergleich zu neuen Reizen, wobei neue Reize eine niedrigere Amplitude aufwiesen als wiederholte Reize. Eine Modulation des LPC durch die Valenz des gezeigten Ausdrucks fand in dieser Studie dann statt, wenn die Aufmerksamkeit der Versuchsperson durch eine Ratingaufgabe auf den Ausdruck gelenkt wurde. Fröhliche Gesichter führten dann zu einer höheren

Amplitude als traurige Gesichter. Auch Münte et al. (1998) fanden unter Verwendung einer Matchingaufgabe mit nacheinander präsentierten Gesichtsausdrücken erhöhte Amplitudenmittelwerte für wiederholte Ausdrücke. Keinen LPC-Amplitudenanstieg für wiederholte Gesichtsausdrücke fanden Werheid et al. (2005), wobei die Autoren selbst angeben, dass aufgrund eines äußerst kurzen Interstimulusintervalls von 50ms wahrscheinliche Überlagerungseffekte die Aussagekraft dieses Ergebnisses beeinträchtigen könnten.

Ishai et al. (2004) konnten mittels fMRT emotionsspezifische Wiederholungseffekte zeigen. Wiederholung führte bei ängstlichen, wie auch bei neutralen Gesichtern zu *Repetition Suppression* in gesichtsverarbeitenden Arealen (Sulcus temporalis superior, Gyrus temporalis inferior und Gyrus fusiformis), wobei das Ausmaß der Aktivitätsverringerung für ängstliche Gesichter größer war als für neutrale Gesichter. Suzuki et al. (2008) fanden ebenfalls emotionsspezifische *Repetition Suppression*. Sie präsentierten ihren Versuchspersonen wiederholt neutrale, fröhliche und wütende Gesichtsausdrücke. Im rechten Gyrus temporalis inferior und im Gyrus fusiformis fand sich für fröhliche Gesichtsausdrücke kaum eine Aktivitätsverminderung, für neutrale Gesichtsausdrücke hingegen der größte Aktivitätsunterschied. Für neutrale Gesichter fanden Suzuki et al. (2008) auch eine positive Korrelation für die *Repetition Suppression* in Amygdala und Gyrus fusiformis, woraus die Autoren folgern, dass sich die Verarbeitungswege für neutrale und emotionale Gesichter deutlich unterscheiden. Winston, Henson, Fine-Goulden und Dolan (2004) fanden für die Wiederholung emotionaler Gesichtsausdrücke unterschiedlicher Valenz eine Reduktion von Aktivität im anterioren Teil des Sulcus temporalis superior. In allen geschilderten Studien mit Bildgebung war die Analyse des Ausdrucks nicht notwendigerweise für die Bearbeitung der Aufgabe nötig, da meist Wiedererkennungsaufgaben gelöst oder *männlich/weiblich*-Unterscheidungen getroffen werden sollten.

Die sich teilweise widersprechenden Ergebnisse für die kurzfristigen Wiederholungen des emotionalen Gesichtsausdrucks könnten darauf zurückzuführen sein, dass die Autoren verschiedene Aufgaben verwendeten und unterschiedliche Intervalle zwischen Erstpräsentation eines Ausdrucks und seiner Wiederholung (genutzt wurden Intervalle von 200ms bis zu mehreren Minuten Länge). Eine Übersicht über die wichtigsten Ergebnisse gibt Tabelle 2.1.

In der vorliegenden Arbeit soll mittels EKP-Experimenten untersucht werden, ob es bei Konstanthaltung der Dauer von Reizpräsentation und Interstimulusintervallen zu emotionsspezifischen Primingeffekten auf Verhaltensebene und EKP-Ebene kommt. Als Maß für die behavioralen Primingeffekte wird die Reaktionszeit für die Erkennung von Ausdruckswiederholungen betrachtet. Als elektrophysiologisches Maß sollen die Auswirkungen auf Amplituden früher und später EKP-Komponenten untersucht werden, um Hinweise zu bekommen, ob die zugrunde liegenden neuronalen Prozesse, die an der Verarbeitung dieser Emotionen beteiligt sind, sich unterscheiden. Von besonderem Interesse wäre hierbei, ob etwaige Unterschiede auf einer frühen (präattentiven) oder auf einer späten Verarbeitungsstufe auftreten. Das Reizmaterial soll in allen Experimenten gleich gehalten werden. Zudem soll versucht werden, die Effekte von Ausdruckswiederholung von Effekten der Identitätsverarbeitung zu trennen.

In einer Serie von drei Experimenten soll untersucht werden, welche Auswirkungen kurzfristig präsentierte Wiederholungen von emotionalen Gesichtsausdrücken auf das Verhalten von Versuchspersonen haben. Gleichzeitig soll mittels EKP gezeigt werden, ob die wiederholte Präsentation emotionaler Gesichtsausdrücke zu elektrophysiologisch messbaren Veränderungen auf neuronaler Ebene führen und ob mögliche Veränderungen auf einer frühen oder ei-

Tabelle 2.1

Übersicht über die wichtigsten Ergebnisse einiger Wiederholungsstudien mit emotionalen Gesichtsausdrücken

	Autoren	Ausdrucks- reize	Ergebnisse
Verhaltensdaten	Ishai et al. (2004,2006)	Angst neutral	Reaktionszeitersparnis für alle wiederholten Ausdrücke (keine Interaktion)
	Burton et al. (2005)	Wut Angst Trauer Ekel neutral	Reaktionszeitersparnis nur für wiederholte emotionale Ausdrücke, nicht für neutrale Gesichter
	Werheid et al. (2005)	Freude Wut	Reaktionszeitersparnis für fröhliche, keine Effekt für wütende Gesichter
N170	Morel et al. (2009)	Angst Wut neutral	keine Amplitudenveränderung für ängstliche und wütende Gesichter; Anstieg für neutrale Gesichter
M170	Ishai et al. (2006)	Angst neutral	Repetition Suppression für neutrale und ängstliche Gesichter
LPC	Morel et al. (2009)	Angst, Wut neutral	keine Amplitudenveränderung
	Marnkovic & Halgren (1998)	Freude, Trauer, neutral	Amplitudenanstieg für alle Emotionen
	Münte et al. (1998)	Freude, Trauer, Überraschung	Amplitudenanstieg für alle Emotionen
	Werheid et al. (2005)	Wut Freude	Amplitudenabfall für beide Emotionen
fMRT	Ishai et al. (2004)	Angst neutral	größere Repetition Suppression im okzipitotemporalen Kortex für ängstliche als für neutrale Gesichter
	Suzuki et al. (2008)	Wut Freude neutral	größte Repetition Suppression im Gyrus fusiformis für neutrale, kaum für fröhliche Gesichter

ner späten Stufe der visuellen Verarbeitung stattfinden. Ein viertes Experiment soll Auskunft darüber geben, welche Prädiktoren und Einflussgrößen es auf Primingeffekte gibt. Für jedes der vier Experimente wird ein *Repetition Priming*-Paradigma genutzt, wobei die Versuchspersonen angeben sollen, ob zwei hintereinander präsentierte emotionale Gesichtsausdrücke gleiche oder unterschiedliche Emotionen ausdrücken.

3 Empirischer Teil

3.1 Experiment 1

Wiederholte Präsentation emotionaler Gesichtsausdrücke unter Variierung der Identität der Stimulusperson

3.1.1 Einleitung

Gegenwärtig gibt es meines Wissens keine elektrophysiologische Studie, die die Einflüsse von Emotionswiederholung und Identitätswiederholung auf die Ausdruckserkennung vergleichend untersucht. Da ein Ziel dieses Experiments ist, Effekte der Ausdruckswiederholung von Effekten der Identitätswiederholung zu trennen, folgt ergänzend zu den unter Punkt 2. beschriebenen Studien zu Ausdruckswiederholungen nun ein kurzer Überblick über den aktuellen Forschungsstand zu den Auswirkungen der mehrfachen Präsentation der Gesichter gleicher Stimuluspersonen auf Verhaltensebene und auf neuronaler Ebene.

3.1.1.1 Wiederholungs-Studien mit gleicher Gesichtsideutität

Die Anzahl an Studien, die sich mit der Wiederholung gleicher Stimuluspersonen befassen ist ungleich höher und in den berichteten Ergebnissen einheitlicher (Übersicht bei Deffke, 2006). Schon Ellis, Young und Fluke (1990) konnten eine typische Reaktionszeitersparnis für wiederholte Darbietungen gleicher Personen

zeigen, allerdings nur wenn die Aufgabe auch war, zu entscheiden, ob eine Person bekannt ist oder nicht.

Auf Ebene der N170 fanden viele Forschergruppen eine Reduktion der N170-Amplitude im Sinne einer *Repetition Suppression* bei Wiederholung der Stimulusperson (Campanella et al., 2000; Herzmann, Schweinberger, Sommer & Jentsch, 2004; Itier & Taylor, 2002; Martens, Schweinberger, Kiefer & Burton, 2006) wobei es auch Arbeiten gibt, die keinen N170-Effekt durch Identitätswiederholung berichten (z.B. Schweinberger, Pfütze & Sommer, 2002). Itier und Taylor (2002), die selbst unbekannte Stimuluspersonen mit neutralem Gesichtsausdruck wiederholt darboten, führen unterschiedliche Ergebnisse zur N170-Amplitudenreduktion auf die Auswahl des Stimulusmaterials (Bilder in schwarz/weiß oder Farbe, emotional oder neutral) oder die Länge des Interstimulusintervalls zurück. Zudem scheint es auch eine Rolle zu spielen, ob Bilder von unbekanntem Personen wiederholt wurden oder Fotos von berühmten Personen gezeigt werden (Goshen-Gottstein & Ganel, 2000; Jemel et al., 2003). Jemel et al. (2003) fanden beispielsweise eine reduzierte N170 für einen verfremdeten Gesichtszug, wenn dieser eine berühmte Person zeigte und kurz vorher ein Bild dieser Person präsentiert wurde. Für unbekannte Stimuluspersonen galt dies nicht. Nach Martens et al. (2006) führt ein indirekter Aufgabentyp zu einer *Repetition Suppression* der N170 (z.B. Ist die Person auf dem zweiten Bild ein Sänger?). Ein direkter Aufgabentyp, bei dem auf Gleichheit oder Ungleichheit der Identität zu achten ist, führt ebenso wenig zu einer *Repetition Suppression* der N170, wie ein zu kurzes Intervall (d. h. kürzer als 500ms) zwischen Erstpräsentation und Wiederholung.

Auf Ebene des LPC führt die Wiederholung der Identität der Stimulusperson in der Regel zu einem Anstieg der Amplitude (Böhm, Sommer & Lueschow, 2005; Henson et al., 2003; Itier & Taylor, 2002; Paller, Gonsalves, Graboweky & Yamada, 2000; Schweinberger et al., 2002). Dieser Effekt tritt auch dann auf, wenn

verschiedene Bilder der Stimulusperson gezeigt werden (Schweinberger, Pickering, Jentsch, Burton & Kaufmann, 2002). Tabelle 3.1 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der EKP-Studien mit Wiederholungen der Gesichtsidentität.

Studien mit funktioneller Bildgebung konnten unter der Wiederholung der Stimulusperson zeigen, dass die Aktivitätsänderung in frühen gesichtsverarbeitenden Arealen von den Reizbedingungen und Aufgabendetails abhängt. So zeigte der rechte Gyrus fusiformis eine Aktivitätsreduktion nur bei Wiederholung berühmter, nicht jedoch bei Wiederholung unbekannter Gesichter (Henson, Shallice & Dolan, 2000). Im linken inferioren okzipitalen Cortex tritt *Repetition Suppression* bei der Wiederholung bekannter und unbekannter Gesichter auf (Henson, Shallice, Gorno-Tempini & Dolan, 2002). Voraussetzung ist in beiden Fällen die Verwendung einer indirekten Aufgabe, bei der nicht explizit angegeben werden soll, ob der Stimulus schon einmal im Experiment aufgetreten ist.

3.1.1.2 Ziele und Hypothesen

Primäres Ziel dieses Experiments ist die Erforschung, zu welchen Effekten die einfache Wiederholung eines Gesichtsausdrucks führt und ob es Wechselwirkungen mit der Identitätsanalyse der Stimulusperson gibt. Hierfür sehen Versuchspersonen mehrere Durchgänge bestehend aus je zwei kurz hintereinander präsentierten Bildern. Die Bilder zeigen Gesichtsausdrücke gleicher oder ungleicher Valenz, wobei die Versuchsperson mittels Tastendruck angibt, ob sie zwei gleiche oder zwei verschiedene emotionale Gesichtsausdrücke gesehen hat. Zusätzlich können die verwendeten Bilder gleiche oder unterschiedliche Stimuluspersonen zeigen, was eine getrennte Untersuchung der Einflüsse der emotionalen Ausdrücke und Personenidentität auf die Verhaltensleistung erlaubt.

Tabelle 3.1

Übersicht über die wichtigsten elektrophysiologischen Ergebnisse von Wiederholungsstudien mit Gesichtsidetitäten

	Autoren	Ergebnisse
N170	Campanella et al. (2000)	<i>Repetition Suppression</i>
	Herzmann et al. (2004)	<i>Repetition Suppression</i>
	Itier & Taylor (2002)	<i>Repetition Suppression</i>
	Martens et al. (2006)	<i>Repetition Suppression</i> nur bei indirektem Aufgabentyp
	Schweinberger et al. (2002)	keine <i>Repetition Suppression</i>
LPC	Böhm et al. (2005)	Amplitudenanstieg
	Hensen et al. (2003)	Amplitudenanstieg
	Itier & Taylor (2002)	Amplitudenanstieg
	Paller et al. (2000)	Amplitudenanstieg
	Schweinberger et al. (2002)	Amplitudenanstieg

Um Überlagerungen bestimmter EKP zu vermeiden und eventuelle Einflüsse anderer nicht aufgabenrelevanter Gesichtsrreize auf EKP und Reaktionszeiten zu vermeiden, wird ein hinreichend langes Intervall zwischen der ersten und der zweiten Präsentation eines Bildes gewählt (1500ms), in denen keine anderen Gesichter gezeigt werden. Bezogen auf die Verhaltensdaten werden folgende Hypothesen aufgestellt:

Hypothese 1: *Die Wiederholung eines emotionalen Gesichtsausdrucks führt zu Wiederholungseffekten auf Verhaltensebene (Reaktionszeitverkürzung für korrekte Antworten) und auf EKP-Ebene (Amplitudenverminderung der N170 und Amplitudenanstieg des LPC).*

Ausgehend von den Arbeiten von Burton et al. (2005), Ishai et al. (2004) und Werheid et al. (2005) wird angenommen, dass die Wiederholung eines emotionalen Gesichtsausdrucks zu schnelleren Reaktionszeiten für die Detektion der Gleichheit der gezeigten Emotionen führt (Emotionspriming).

Die Wiederholung eines Gesichtsausdrucks führt auf Ebene einer frühen visuellen Verarbeitungsstufe allgemein zu einer Verringerung der Amplitude der N170 im Sinne einer *Repetition Suppression* (Ishai et al., 2006). Auf einer späten Stufe der Verarbeitung (LPC) sollte die Wiederholung einer Emotion zu einer Vergrößerung der mittleren Amplitude in diesem Zeitbereich führen (Bobes, Martin, Olivares & Valdés-Sosa, 2000; Marinkovic und Halgren, 1998; Münte et al., 1998; Schweinberger et al. 1995).

Hypothese 2: *Die Wiederholung der gleichen Stimulusperson innerhalb eines Versuchsdurchgangs führt zu Wiederholungseffekten auf Verhaltensebene (Reaktionszeitverkürzung für korrekte Antworten) und auf EKP-Ebene (Amplitudenverringern der N170 und Amplitudenanstieg des LPC).*

Ausgehend von mehreren Studien, die zeigen konnten, dass in einer indirekten Aufgabenstellung die Wiederholung einer Stimulusperson zu Reaktionszeitersparnissen führt (z. B. Ellis et al., 1990), wird die Hypothese aufgestellt, dass auch bei dem vorliegenden Aufgabendesign die Wiederholung der Identität einer Stimulusperson zu kürzeren Detektionszeiten führt (Identitätspriming).

Die Wiederholung einer Stimulusperson führt zu Reduktion der Amplitude der N170 im Sinne einer *Repetition Suppression* (Campanella et al., 2000; Herzmann et al., 2004; Itier und Taylor, 2002; Martens et al., 2006). Dies sollte vor allem deshalb der Fall sein, da bezogen auf die Wiederholung der Identität in Form einer Entscheidung über die Gleichheit des emotionalen Ausdrucks eine implizite Aufgabe gestellt wird (vgl. Henson et al., 2000). Auf Stufe des LPC sollte die Wiederholung der Identität der Stimulusperson zu einer Vergrößerung der Amplitude im Sinne eines Alt-neu-Amplitudeneffekts führen (Böhm et al., 2005; Henson et al., 2003; Itier & Taylor, 2002; Schweinberger et al., 2002).

Hypothese 3: *Das Ausmaß des Wiederholungseffekts auf Verhaltensebene und EKP-Ebene interagiert in Emotionsprimingbedingung mit der Emotion des wiederholten Ausdrucks bzw. in der Identitätspriming-Bedingung mit der Emotion des gezeigten Ausdrucks.*

In der Bedingung Emotionspriming sollte das Ausmaß der Wiederholungseffekte emotionsspezifisch sein (Burton et al., 2005). Fröhliche Gesichter sollten voraussichtlich schneller detektiert werden (Calvo & Nummenmaa, 2008; Kirita & Endo, 1995; Werheid et al., 2005). Da die genannten Studien zeigen konnten, dass fröhliche Gesichter leichter zu verarbeiten zu sein scheinen, wird angenommen, dass auch beim *Priming* der Identität fröhliche Gesichter schneller verarbeitet werden.

Das Ausmaß der Verringerung auf einer frühen Stufe der Gesichtsverarbeitung sollte abhängig von der Valenz der gezeigten Emotion sein (vgl. Ishai et al., 2004). Werden fröhliche Gesichter in der Emotionsprimingbedingung schneller detektiert als wütende und neutrale Gesichter und entspricht die Amplitudenreduktion der N170 einer schnelleren Verarbeitung, so müsste die Amplitudenreduktion für fröhliche Gesichter größer als für andere Emotionen sein.

Sollten fröhliche Gesichter von Identitätspriming stärker profitieren und *Repetition Suppression* mit effizienterer Verarbeitung einhergehen, so müsste die Amplitudenreduktion für fröhliche Gesichter stärker als für andere Emotionen sein.

Analog hierzu sollte der Amplitudenanstieg des LPC bei Wiederholung fröhlicher Gesichtsausdrücke größer sein, wenn die Wiederholungseffekte für diese Emotion größer sind. Auch in der Identitätspriming-Bedingung könnte sich auf Ebene des LPC ein emotionsspezifischer Effekt herausbilden, sollten fröhliche Gesichter besser und schneller verarbeitet werden.

Auf Basis der derzeitigen widersprüchlichen Datenlage werden für die beiden anderen EKP-Komponenten früher, präattentiver Verarbeitung (P100, P200) keine expliziten Hypothesen aufgestellt, diese Komponenten aber explorativ mit untersucht. Nicht als separate Hypothesen aufgeführt sondern vielmehr vergleichend berichtet werden die Ergebnisse für eine Bedingung, in der sowohl der emotionale Ausdruck wie auch die Gesichtsidentität wiederholt werden (kombiniertes *Priming*).

3.1.2 Methode

3.1.2.1 Stichprobenbeschreibung

Insgesamt wurden 28 Versuchspersonen untersucht von denen zwanzig Versuchspersonen ausgewertet werden konnten. Sechs Versuchspersonen zeigten eine zu hohe Zahl an Artefakten im EEG-Signal (weniger als fünfzehn artefaktfreie Durchgänge je Versuchsbedingung). Die Daten zweier Versuchspersonen konnten aufgrund von Programmfehlern bzw. falschem Verständnis der Aufgabenstellung nicht ausgewertet werden. Die Gesamtstichprobe bestand aus fünf Männern und fünfzehn Frauen. Das Alter der Stichprobe lag zwischen 20 und 47 Jahren (Mittelwert (M) = 27,1 Jahre; Standardabweichung (SD) = 8,26 Jahre). Die Probanden waren

normalsichtig oder verfügten über korrigierte Sehschärfe und wiesen keine neurologischen oder psychiatrischen Erkrankungen auf. Keine Versuchsperson war über Hypothesen und Fragestellungen des Experiments informiert. Die Versuchspersonen wurden für ihre Teilnahme an dem Experiment mit 10 Euro bezahlt oder erhielten Versuchspersonenstunden, die nach Diplomprüfungsordnung Psychologie zur Zulassung zur Vordiplomprüfung benötigt werden.

3.1.2.2 Ort und Versuchsapparaturen

Dieses Experiment wurde im EEG-Labor des Arbeitsbereichs Allgemeine Psychologie und Neuropsychologie an der Freien Universität Berlin durchgeführt. Die Versuchsperson saß während der Versuchsdurchführung in einer Kabine, die schallgeschützt und elektrisch abgeschirmt war. Während des Versuchs war die Kammer indirekt beleuchtet. Über eine Sprechanlage konnte Kontakt gehalten werden zu den Versuchsleitern, die im Vorraum saßen. Aufzeichnungsrechner und der Rechner zur Versuchssteuerung befanden sich ebenfalls im Vorraum. Die Präsentation erfolgte auf einem 21“ CRT-Monitor (Sony GDM-F520), der von der Versuchsperson 57cm entfernt war. Die Reizdarbietung und Triggerung der physiologischen Daten erfolgte über ein Versuchssteuerungsprogramm (C++ Builder 3, Borland), das eine spezielle Grafikkarte ansteuerte (VSG2/5 System, Cambridge Research Systems Ltd.). Die Eingaben der Versuchspersonen wurden unter Verwendung einer 4-Tasten-Reaktionsbox (Modell CT3, Cambridge Research Systems Ltd.) erfasst. Monitor und Reaktionsbox befanden sich auf einem Tisch vor der Versuchsperson. Vor Beginn eines Versuchs wurde die Beleuchtung des Bildschirms mit dem Programm VSG-Desktop angepasst.

3.1.2.3 Stimulusmaterial

Verwendet wurden Gesichter aus der Karolinska Directed Emotional Faces (KDEF) Database, (Lundqvist, Flykt & Öhmann, 1996). In diesem Foto-Set sind jeweils 30 männliche und 30 weibliche Darsteller zu sehen, die in standardisierter Form fotografiert wurden (die Nasenspitze in der Fotomitte, gleiches T-Shirt). Die Darsteller drücken verschiedene Emotionen aus, die Validität der Ausdrücke wurde empirisch bestätigt (Goeleven, de Ruth, Leyman & Verschuere, 2008). Die verwendeten Bilder wurden in Graustufen umgewandelt. Es wurden fröhliche, wütende und neutrale Gesichter benutzt.

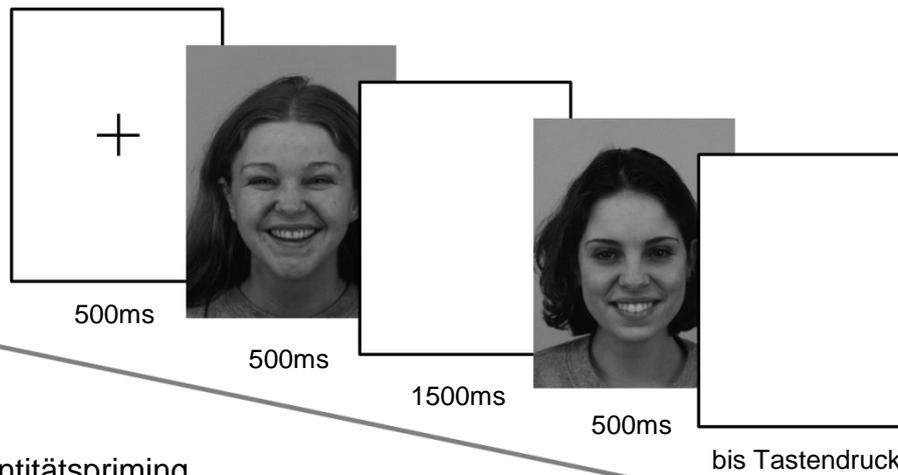
3.1.2.4 Versuchsablauf und Aufbau eines Versuchsdurchgangs

Eine Untersuchung dauerte ungefähr 120 Minuten (inklusive Anbringung der EEG-Elektroden). Der Versuch gliederte sich in eine Trainingsphase und eine Hauptphase. In der Trainingsphase konnte die Versuchsperson an 30 Durchgängen die Aufgabe üben. Dies diente zum einen dazu, etwaige Missverständnisse bezüglich der Aufgabenstellung zu vermeiden. Zum anderen konnte die Versuchsperson sich daran gewöhnen für die Dauer eines Versuchsdurchgangs nicht zu blinzeln, um das EEG-Signal nicht zu beeinträchtigen. Nach der Trainingsphase konnte die Versuchsperson Fragen zur Aufgabe stellen. Eine Rückmeldung über die Performanz in der Aufgabe erfolgte während des Versuchs nicht.

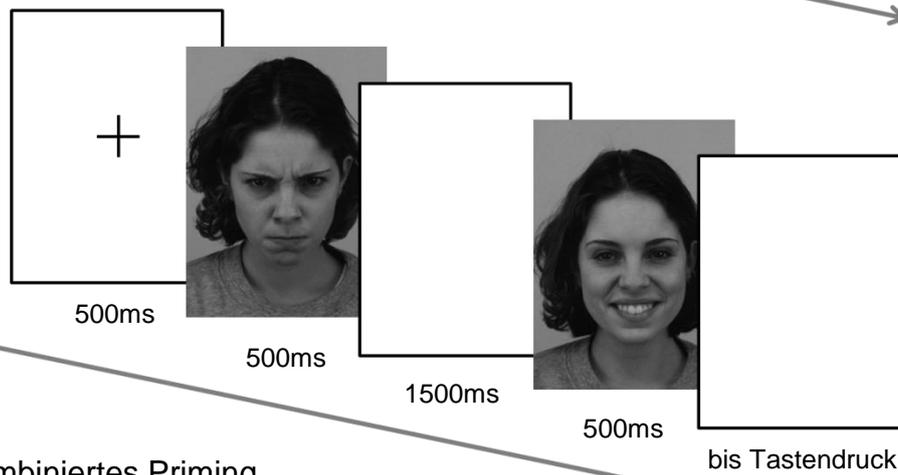
In der Hauptphase sah eine Versuchsperson insgesamt 360 Versuchsdurchgänge. Eine längere Pause erfolgte nach 180 Durchgängen. Da jeder neue Trial durch einen weiteren Tastendruck gestartet werden musste, konnte die Versuchsperson falls gewünscht zu jedem Zeitpunkt der Versuchsdurchführung eine weitere Pause machen. Die Gesamtpräsentationsdauer lag zwischen 40 und 50 Minuten.

Pro Versuchsdurchgang wurden zwei Bilder aus dem KDEF präsentiert. Die Versuchspersonen sollten nun per Tastendruck entscheiden, ob auf den beiden Bildern gleiche oder unterschiedliche emotionale Gesichtsausdrücke gezeigt wurden. Die Gesichtsausdrücke wurden immer frontal (d.h. im Sinne einer Portrait-Ansicht) gezeigt. Die Bilder wurden für jeweils 500ms präsentiert. Dazwischen lag ein Interstimulusintervall von 1500ms. Eine Tastenreaktion war möglich ab Auftreten des zweiten Bildes. Die beiden Bilder konnten entweder den gleichen oder einen unterschiedlichen emotionalen Gesichtsausdruck zeigen (Emotionspriming). Zusätzlich war es möglich, dass die Bilder gleiche oder unterschiedliche Stimuluspersonen zeigen konnten (Identitätspriming). Auch ein *Priming* von Identität und Emotion war möglich (kombiniertes *Priming*). Bei jedem der 360 Versuchsdurchgänge lag die Aufgabe der Versuchsperson darin, per Tastendruck zu entscheiden, ob die gezeigten Ausdrücke die gleiche Emotion oder unterschiedliche Emotionen darstellten. Die Identität der Stimulusperson sollte ignoriert werden. Abbildung 3.1 zeigt schematisch den Aufbau eines Versuchsdurchgangs für die Emotion *fröhlich* für alle drei Primingbedingungen.

Emotionspriming



Identitätspriming



Kombiniertes Priming

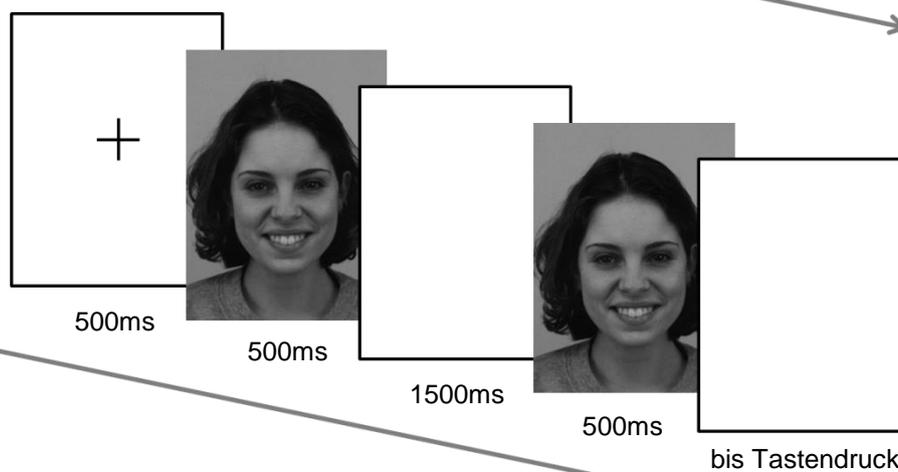


Abbildung 3.1: Schematischer Ablauf einer Stimulussequenz. Gezeigt werden für die Emotion *fröhlich* alle drei Primingbedingungen.

3.1.2.5 Psychophysiologie

3.1.2.5.1 Erfassung des EEG-Signals

EEG-Signale wurden mit sieben Ag/AgCl-Elektroden erfasst, die mittels einer elastischen Elektrodenkappe (EasyCap, Falk Minow Services) auf dem Kopf befestigt wurden. Als Erdelektrode wurde die Elektrodenposition AFz verwendet. Die Anbringung der EEG-Elektroden erfolgte nach dem 10/20-System (Jasper, 1958) und entsprach den Elektrodenpositionen Cz, C3, C4, P7, P8, PO9, PO10. Bei der EEG-Ableitung handelte es sich um eine unipolare Ableitung mit *linked-earlobes*-Referenz. Zur Kontrolle von Blinzel- und Blickbewegungen diente die Verwendung eines vertikalen Elektroofokulogramms (EOG), bipolar abgeleitet am rechten Auge der Versuchsperson sowie eines horizontalen EOG, bipolar abgeleitet zwischen den äußeren Canthi der beiden Augen.

Vor Anbringung der Elektroden erfolgte eine Reinigung der entsprechenden Kopfhautstellen mit Isopropylalkohol (70%) und einem Elektrolytgel zur Aufrauung (Abralyt 2000, Falk Minow Services). Zur Kontaktherstellung der Elektroden mit der Kopfhaut wurden die Elektroden mit dem gleichen Elektrolytgel aufgefüllt. Mit einem Impedanzmesser wurde kontrolliert, dass die Impedanzen der Elektroden 10 k Ω nicht überschritten und die gemessenen Impedanzen um weniger als 5 k Ω auseinander lagen. Für die Erdelektrode und die beiden Referenzen wurde festgelegt, dass die gemessene Impedanz 5 k Ω nicht überschreiten sollte. Zudem sollten sich die Impedanzen der Referenzelektroden nicht um mehr als 1k Ω unterscheiden.

Die Aufnahme des EEG-Signals erfolgte mit einem Verstärker (NuAmps Digital EEG Amplifier, Neuroscan Labs, Neurosoft Inc., USA). Das verstärkte Signal (Bandpass 0.03 – 200Hz) wurde selektiv im Bereich 50Hz gefiltert (Notch-Filter) und mit dem Programm „Scan“ (Version 4.3) der Firma Neuroscan mit einer Abtastrate

von 1000Hz kontinuierlich aufgezeichnet. Das Experimentalprogramm, das die Versuchsdurchgänge auf dem Präsentationsbildschirm generierte, erzeugte als Grundlage für die spätere Segmentierung des EEGs einen Triggerpuls (Rechteckwelle $5\mu\text{V}$, 100ms), der als eigener EEG-Kanal (*event*-Kanal) aufgezeichnet wurde.

3.1.2.5.2 Verarbeitung und Auswertung des EEG-Signals

Zur weiteren Analyse und Auswertung des EEG-Signals wurde das Programm Brain Vision Analyzer (Version 1.04; BrainProducts GmbH) verwendet. Im Programm erfolgte zunächst eine *offline*-Filterung des Signals mit einem Tief-Pass-Filter von 30Hz und einem Hoch-Pass-Filter von 0,30Hz. Des Weiteren erfolgte eine selektive Filterung bei 50Hz (Notchfilter). Die Zeitkonstante betrug 0,533 Hz, 24dB/oct. Im Vision Analyzer wurde mittels einer vom Experimentalprogramm generierten Makro den Triggersignalen in der EEG-Aufzeichnung der jeweilige Typ des Versuchsdurchgangs zugeordnet. Diese Zuordnung war Grundlage für die Aufteilung des Datensatzes in auf das Stimulusauftreten bezogene Segmente von 1500ms Länge, wobei jedes Segment 500ms vor Auftreten eines Bildes begann. Die Segmente wurden Baseline-korrigiert und einer semi-automatischen Artefaktkorrektur unterzogen. Segmente, die Blinzel- oder Augenbewegungen in den EOG-Kanälen oder Bewegungsartefakte oder Kabelwackler in den EEG-Kanälen aufwiesen, wurden nicht in die weitere Auswertung einbezogen. Zur *average*-Bildung wurden die verbleibenden Segmente getrennt nach Versuchsperson und Versuchsbedingung gemittelt. Es wurde festgelegt, dass mindestens 15 Segmente je Versuchsbedingung pro Person vorlagen, andernfalls wurde die Versuchsperson von der weiteren Datenanalyse ausgeschlossen. Abschließend wurden die nach Versuchsbedingung berechneten *averages* der einzelnen Versuchspersonen zu *grand averages* der Stichprobe gemittelt.

3.1.2.6 Statistische Auswertung

3.1.2.6.1 Verhaltensdaten

In jedem Versuchsdurchgang wurden die Reaktionszeiten der Versuchspersonen gemessen, beginnend ab dem Auftreten des zweiten Bildes eines jeden Durchgangs bis zum Tastendruck der Versuchsperson. Diese Daten wurden getrennt nach emotionalem Ausdruck des zweiten Bildes und Primingbedingung exportiert. Zur weiteren statistischen Analyse wurde das Programmpaket SPSS (*Statistic Package for the Social Sciences*, Version 17) verwendet. Für die Auswertung wurden nur die Reaktionszeiten für richtige Antworten benutzt. Innerhalb einer Versuchsperson wurden Reaktionszeiten die mehr als zwei Standardabweichungen über oder unter dem Durchschnitt der jeweilige Versuchsbedingung dieser Person lagen, von der weiteren Analyse ausgeschlossen.

Getrennt nach den drei Primingbedingungen (Emotionspriming, Identitätspriming, kombiniertes *Priming*) wurden jeweils zweifaktorielle Varianzanalysen mit Messwiederholung gerechnet. Die Faktoren waren hierbei jeweils „Emotionaler Ausdruck des zweiten Bildes“ (dreistufig: *wütend*, *fröhlich*, *neutral*) und *Priming* (zweistufig: *gebahnt*, *nicht gebahnt*³). Die Freiheitsgrade wurden mittels Greenhouse-Geisser-Korrektur angegeben. Im Falle des Auftretens signifikanter Interaktionen wurde als post-hoc-Test der paarige t-Test verwendet. Das Signifikanzniveau war für Varianzanalysen und t-Test auf $\alpha < .05$ festgelegt.

³ Der besseren Lesbarkeit wegen wird in dieser Arbeit als Substantiv der (auch in der deutschen Fachliteratur) häufiger benutzte englische Fachterminus *Priming*, als Adjektiv jedoch die deutsche Übersetzung *gebahnt* statt *primed* verwendet, wobei beide die gleiche inhaltliche Bedeutung haben

3.1.2.6.2 EEG-Daten

Grundlage für die statistische Auswertung der EEG-Daten waren die nach Versuchsbedingung und Emotion getrennt berechneten *averages* im Vision Analyzer. Im gleichen Programm wurden aus Zeitabschnitten der *averages* Werte exportiert, die den EKP-Komponenten entsprechen. Für die Komponenten der frühen visuellen Verarbeitung (P1, N170, P2) wurde jeweils die maximale Amplitudenauslenkung innerhalb eines vorher festgelegten Zeitbereichs über den Elektrodenpositionen P7, P8, PO9 und PO10 exportiert (ab Stimulusauftreten: 50-100ms für die P1; 110-170ms für die N170 und 150-200ms für die P2). Für Berechnungen, die den LPC betrafen, wurde die mittlere Amplitude der *averages* für den Zeitbereich 300 bis 500ms nach Stimulusauftreten über den Elektrodenposition Cz, C3 und C4 verwendet. Getrennt nach Primingbedingung und EKP-Komponente wurden verschiedene Varianzanalysen mit Messwiederholung in SPSS berechnet. Für die N170, die P1 und die P2 wurden jeweils vierfaktorierelle Varianzanalysen mit den Faktoren „Emotionaler Ausdruck des zweiten Bildes“ (*wütend, fröhlich, neutral*), „Priming“ (*gebahnt, nicht gebahnt*), „Lateralität der Elektrodenposition“ (*links, rechts*) und „Kaudalität der Elektrodenposition“ (*anterior, posterior*). Für den LPC wurden analog hierzu dreifaktorielle Varianzanalysen gerechnet (der Faktor „Kaudalität der Elektrodenposition“ entfällt für diese EKP-Komponente). Für post-hoc-Vergleiche wurde der paarige-Test verwendet, das Signifikanz-Niveau lag bei .05.

3.1.2.7 Versuchsplan

3.1.2.7.1 Unabhängige Variablen

In diesem Experiment sahen die Versuchspersonen immer zwei Bilder mit gleichem oder ungleichen emotionalen Gesichtsausdruck. Aus dieser Versuchsanordnung ergeben sich zwei unabhängige Variablen (UV): als UV1 galt die „Emotion des

zweiten Gesichtsausdrucks“ mit den Ausprägungen *wütend*, *fröhlich* oder *neutral*), als UV2 der „Primingstatus des zweiten Ausdrucks“, mit den Ausprägungen *emotionaler Ausdruck wiederholt* oder *nicht wiederholt*. Weiterhin gab es als UV3 den „Primingstatus der Identität der zweiten Stimulusperson“, d.h. die Stimulusperson war in beiden gezeigten Bildern eines Durchgangs entweder *gleich* oder *verschieden*.

Für den elektrophysiologischen Teil des Experiments gibt es zusätzlich zu den bereits genannten unabhängigen Variablen als UV4 die Lateralität der Elektrodenposition und als UV5 die Kaudalität der Elektrodenposition. UV4 galt für alle untersuchten EKP-Komponenten mit den zwei Stufen *links* und *rechts* für die P1, N170 und P2, sowie mit den drei Stufen *links*, *mittig* und *rechts* für den LPC. Die UV5 galt nur für die EKP-Komponenten der frühen visuellen Gesichtsverarbeitung (P1, N170, P2). Zusammenfassend wurden getrennt nach den drei Primingbedingungen folgende Versuchspläne aufgestellt: für die Reaktionszeiten galt ein 3x2-Design, für die Elektrophysiologie ein 3x2x2x2 (für P1, N170, P2) bzw. ein 3x2x3-Design (für den LPC). Tabelle 3.2 zeigt eine Übersicht über die verschiedenen Versuchsdurchgänge und wie oft diese Versuchsdurchgänge im Experiment auftraten.

3.1.2.7.2 Abhängige Variablen

In der Auswertung wurden als abhängige Variable die Reaktionszeiten für korrekte Antworten „gleiche Emotion“ oder „ungleiche Emotion“ als Maß für die Auswirkung der Primingbedingungen genommen. Nicht näher untersucht aber mit erhoben wurde der Anteil korrekter Entscheidungen je Primingbedingung. Für die elektrophysiologische Auswertung wurde als AV die mittlere Amplitudengröße der EKP-Komponenten (P1, N170, P2 und LPC) betrachtet.

3.1.2.7.3 Kontrolle von Störvariablen

Einflüsse durch den Versuchsleiter wurden versucht zu vermeiden, indem die Instruktion für jede Versuchsperson vorgelesen wurde und somit über die Versuchspersonen konstant gehalten wurde. Um einen systematischen Effekt der Tastenbelegung zu vermeiden, wurde über die Versuchspersonen ausbalanciert, welche Taste bei der Antwort „gleicher Emotion“ gedrückt werden sollte. Mögliche Einflüsse des Geschlechts der Stimulusperson auf die Aufgabe wurden dadurch vermieden, dass jede Versuchsperson gleich viele männliche wie weibliche Stimuluspersonen sah und innerhalb jedes Versuchsdurchgangs das Geschlecht der Stimulusperson nicht wechselte. Um Reihenfolgeeffekte zu vermeiden wurden alle 360 Versuchsdurchgänge randomisiert dargeboten, wobei – wie Tabelle 3.2 zu entnehmen – eine Wiederholung eines emotionalen Gesichtsausdrucks genau in der Hälfte aller Durchgänge vorlag. Um möglichst störungsfreie elektrophysiologische Daten zu bekommen, erhielt jede Versuchsperson genaue Instruktionen (ruhig sitzen, die Zähne nicht aufeinanderbeißen, usw.). Zudem wurden in der Artefaktkorrektur Segmente von der Auswertung ausgeschlossen, die durch Augenbewegungen oder Blinzler beeinflusst waren.

Tabelle 3.2

Übersicht über die verschiedenen Primingbedingungen, emotionale Gesichtsausdrücke und die jeweilige Anzahl der Durchgänge (*Trials*) im Experiment.

	Gleicher emotionaler Ausdruck		Unterschiedlicher emotionaler Ausdruck	
Gleiches Gesicht	neutral – neutral	(30 Trials)	neutral – fröhlich	(15 Trials)
			neutral – wütend	(15 Trials)
	fröhlich – fröhlich	(30 Trials)	fröhlich – neutral	(15 Trials)
			fröhlich – wütend	(15 Trials)
	wütend – wütend	(30 Trials)	wütend – fröhlich	(15 Trials)
			wütend – neutral	(15 Trials)
Unterschiedliches Gesicht	neutral – neutral	(30 Trials)	neutral – fröhlich	(15 Trials)
			neutral – wütend	(15 Trials)
	fröhlich – fröhlich	(30 Trials)	fröhlich – neutral	(15 Trials)
			fröhlich – wütend	(15 Trials)
	wütend – wütend	(30 Trials)	wütend – fröhlich	(15 Trials)
			wütend – neutral	(15 Trials)

3.1.3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse dieses Experiments zunächst für die Verhaltensdaten, später für die EEG-Daten berichtet. Die Analyse und Darstellung erfolgt hierbei für die verschiedenen Primingbedingungen getrennt. Die genannten Ergebnisse beziehen sich immer auf das zweite Gesicht jedes Versuchsdurchgangs.

3.1.3.1 Verhaltensdaten

3.1.3.1.1 *Priming* des emotionalen Gesichtsausdrucks

Wird ausschließlich der emotionale Ausdruck wiederholt, so ergibt sich folgendes Muster für mittlere Reaktionszeiten. Glücklichere Gesichter wurden generell schneller detektiert als neutrale oder wütende Gesichter (Haupteffekt „Emotionaler Ausdruck des 2. Bildes“ $F(1,19)=34,9$; $p<.01$; $\eta_p^2=.65$). Im Mittel betrug die Detektionszeit für fröhliche Gesichter 814,12ms (Standardfehler (SE)=47,14ms) während sie bei Erkennung wütender Gesichter bei 898,17ms ($SE=48,17$ ms) und bei neutralen Gesichtern bei 883,96ms ($SE=48,03$ ms) lag. Auswirkungen der Wiederholung des emotionalen Ausdrucks auf die Reaktionszeit gab es in Abhängigkeit der Valenz des Ausdrucks (Interaktion der Faktoren „Emotionaler Ausdruck des 2. Bildes“ \times „*Priming*“; $F(2,38)=25,2$; $p<.001$; $\eta_p^2=.57$). Ein fröhlicher Gesichtsausdruck wurde schneller detektiert, wenn im gleichen Versuchsdurchgang das erste Bild einen fröhlichen Gesichtsausdruck (einer anderen Person) zeigte (mittlere Reaktionszeit *gebahnt* 782,5ms ($SE=50,18$ ms) versus *nicht gebahnt* 845,74ms ($SE=49,29$ ms)). Im Gegensatz hierzu zeigte die Wiederholung eines wütenden Gesichtsausdrucks im Schnitt zu verlängerten Reaktionszeiten (*gebahnt* 966,66ms ($SE=53,40$ ms) versus *nicht gebahnt* 829,69ms ($SE=46,99$ ms)). Ein gleiches Muster zeigt sich für neutrale Gesichter (*gebahnt* 901,55ms ($SE=47,52$ ms) vs. *nicht gebahnt* 866,38ms ($SE=52,05$ ms)). Post-hoc-Vergleiche der durch Emotionspriming verursachten Reaktionszeitveränderungen waren zwischen allen Emotionen signifikant.⁴ Abbildung 3.2 gibt einen Überblick über die mittleren Reaktionszeiten für wiederholte Gesichtsausdrücke.

⁴ Fröhliche versus neutrale Ausdrücke ($t(19)=3,01$; $p<.01$)
Fröhliche versus wütende Ausdrücke ($t(19)=6,36$; $p<.001$)
Wütende versus neutrale Ausdrücke ($t(19)=5,67$; $p<.001$)

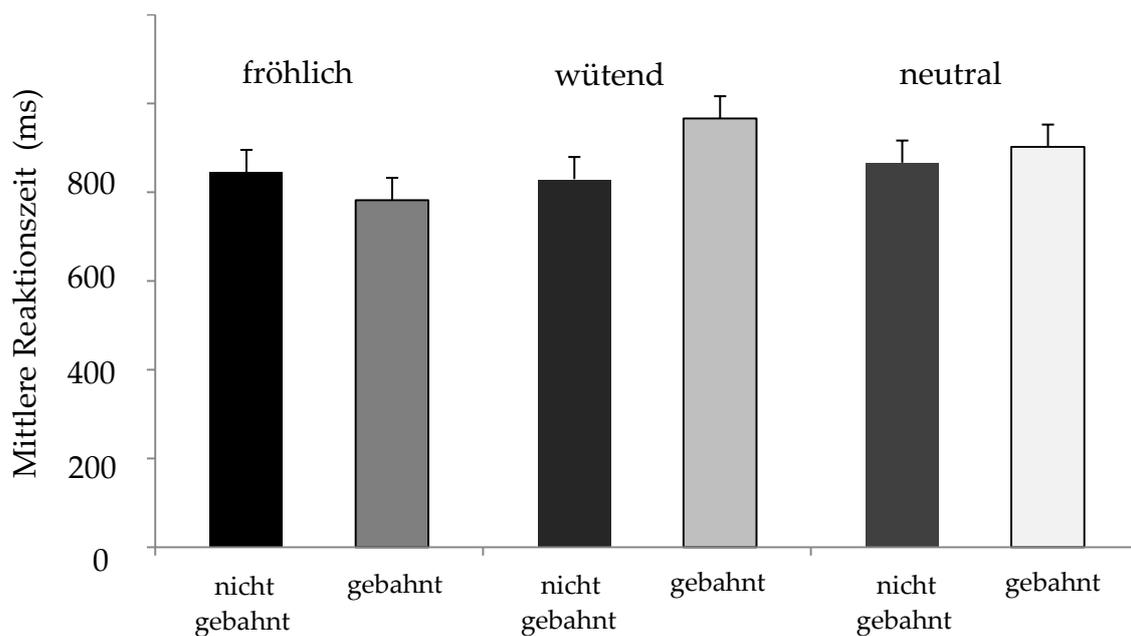


Abbildung 3.2: Mittlere Reaktionszeiten für das zweite Bild von Versuchsdurchgängen, in denen der emotionale Ausdruck wiederholt (helle Balken) oder nicht wiederholt wurde (dunkle Balken), getrennt nach emotionalem Ausdruck. Die Fehlerbalken geben den Standardfehler an.

3.1.3.1.2 Priming der Identität der Stimulusperson

Die Wiederholung der Identität der Stimulusperson innerhalb eines Durchgangs führt zu erwartungsgemäß schnelleren Reaktionszeiten im Vergleich zu Durchgängen in denen es diese Wiederholung nicht gab. Es gab also einen Haupteffekt „Priming“ ($F(1,19)=20,18$; $p<.001$; $\eta_p^2=.515$). Im Schnitt wurden für die Detektion nicht gebahnter Bilder dieser Primingbedingung 847,27ms ($SE=48,71ms$) benötigt. Die Wiederholung der Stimuluspersonenidentität verkürzte die Reaktionszeit für korrekte Detektionen auf durchschnittlich 799,34ms ($SE=45,60ms$).

Des Weiteren gab es in dieser Bedingung einen Haupteffekt „Emotionaler Ausdruck des zweiten Bildes“ ($F(2,18)=6,31$; $p<.001$; $\eta_p^2=.57$). Wütende Gesichter wurden mit einem Mittelwert von 800,08ms ($SE=43,77ms$) schneller detektiert als fröhliche Gesichter ($M=831,55ms$; $SE=48,48$) oder neutrale Gesichter ($M=838,37ms$;

$SE=49,59ms$). Abbildung 3.3 zeigt die gemittelten Reaktionszeiten für diese Primingbedingung getrennt nach der Emotion des zweiten Bildes eines Durchgangs.

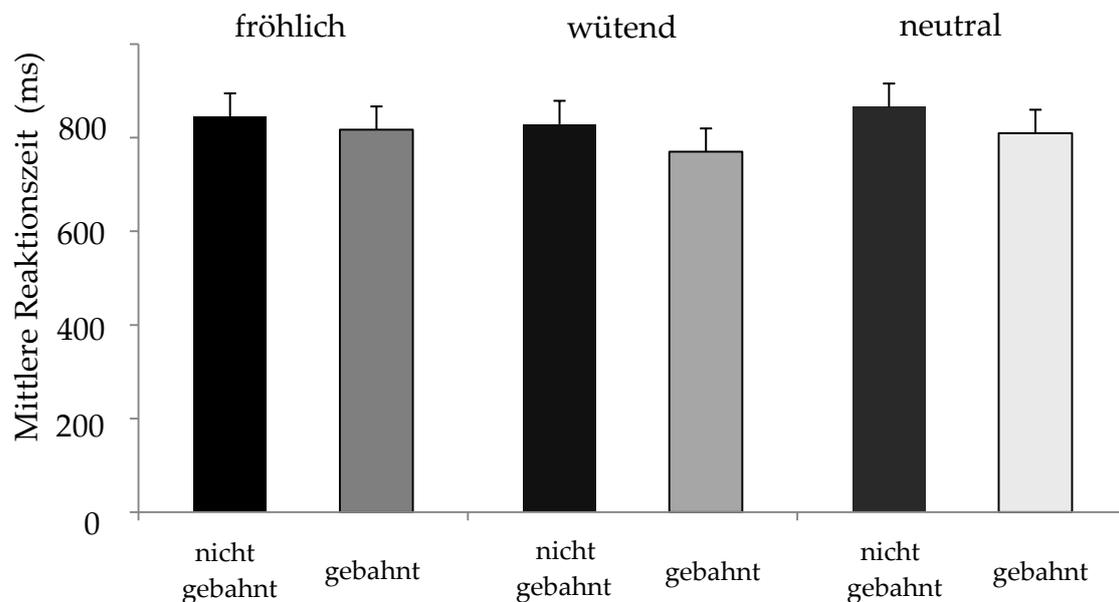


Abbildung 3.3: Mittlere Reaktionszeiten für das zweite Bild von Versuchsdurchgängen, in denen die Stimulusperson wiederholt wurde (helle Balken) oder nicht wiederholt wurde (dunkle Balken), getrennt nach emotionalem Ausdruck. Die Fehlerbalken geben den Standardfehler an.

3.1.3.1.3 Kombiniertes *Priming*

Die Wiederholung sowohl von Identität wie Emotion durch Verwendung des gleichen Bildes innerhalb eines Versuchsdurchgangs führte zu reduzierten Reaktionszeiten (Haupteffekt „*Priming*“, $F(1,19)=63,47$; $p<.001$; $\eta_p^2=.77$). Die mittlere Reaktionszeit betrug für wiederholte Bilder $698,16ms$ ($SE=44,14ms$), bei nicht wiederholten Bildern, die sowohl eine neue Emotion als auch einen neuen Gesichtsausdruck zeigten, lag sie bei $824,27ms$ ($SE=48,71ms$). Auch in dieser Bedingung ergab sich ein Haupteffekt „*Emotionaler Ausdruck des zweiten Bildes*“ ($F(2,38)=9,62$; $p<.01$; $\eta_p^2=.34$). Hier wurden im Schnitt fröhliche Gesichter schneller

erkannt ($M=751,20\text{ms}$, $SE=45,03\text{ms}$), als wütende Gesichter ($M=780,76\text{ms}$, $SE=46,10\text{ms}$) oder neutrale Gesichter ($M=786,18\text{ms}$, $SE=46,25\text{ms}$).

Der Primingeffekt gemessen als Reaktionszeitverkürzung durch die Wiederholung des gleichen Bildes, war für fröhliche Gesichtsausdrücke deutlich größer als für die anderen Emotionen (gemittelte Reaktionszeit für wiederholte fröhliche Ausdrücke $656,65\text{ms}$ ($SE=43,84\text{ms}$) gegenüber $M=845,74\text{ms}$ ($SE=49,29$) bei nicht wiederholten). Bei wütenden Gesichtern reduzierte sich die Reaktionszeit von $M=829,69\text{ms}$ ($SE=47,00\text{ms}$) auf $731,84\text{ms}$ ($SE=47,49\text{ms}$); bei neutralen Gesichtern von $866,38\text{ms}$ ($SE=52,05\text{ms}$) auf $705,98\text{ms}$ ($SE=42,58\text{ms}$). Diese ordinale Interaktion war signifikant ($F(2,38)=9,52$; $p<.001$; $\eta_p^2=.33$). Abbildung 3.4 gibt eine Übersicht über die Reaktionszeiten in dieser Primingbedingung.

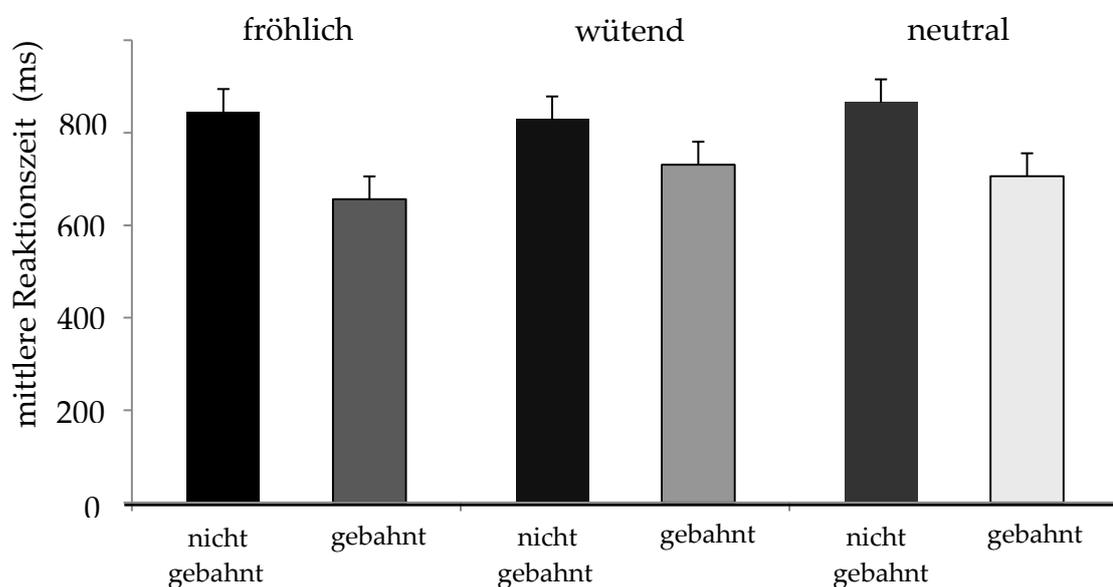


Abbildung 3.4: Mittlere Reaktionszeiten für das zweite Bild von Versuchsdurchgängen, in denen sowohl emotionaler Ausdruck wie auch die Stimuluspersion wiederholt wurde (helle Balken) oder nicht wiederholt wurde (dunkle Balken) getrennt nach emotionalem Ausdruck. Die Fehlerbalken geben den Standardfehler an.

3.1.3.2 EEG-Daten

Bevor im Folgenden Amplitudenveränderungen von EKP beschrieben werden, die auf die verschiedenen Primingbedingungen zurückzuführen sind, soll zunächst am Beispiel zweier Elektrodenpositionen der typische elektroenzephalographische Aktivierungsverlauf beschrieben werden, der durch einen Gesichtszreiz in unserer Studie ausgelöst wurde.

Abbildung 3.5 zeigt den Kurvenverlauf an der Elektrodenposition P8, der exemplarisch für den Verlauf an allen im Experiment gemessenen posterioren Elektrodenpositionen steht. Auf Ebene der frühen Stufe der Gesichtsverarbeitung, die mit Aktivitätsmustern an diesen parietalen und parietookzipitalen Regionen korreliert, zeigte sich etwa 150 bis 190ms nach Stimulusauftreten eine deutliche Negativierung, die der gesichtssensitiven Komponente N170 entspricht. Im Zeitbereich 70 bis 100ms sowie 150 bis 250ms nach Stimulusauftreten zeigen sich zwei Positivierungen, die im Folgenden P1 bzw. P2 benannt werden und auch in anderen Studien zu Gesichtsverarbeitung an diesen Elektrodenpositionen auftraten. Da in allen Bedingungen eine deutliche Hemisphärendominanz für die Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke zu beobachten war, werden EKP und Ergebnisse der frühen Komponente in der Regel nur für die rechte Elektrodenposition (P8) berichtet. Den Kurvenverlauf an der Elektrodenposition Cz zeigt Abbildung 3.6. Etwa 300ms nach Stimulusauftreten ist eine deutliche Positivierung zu sehen, die sich über einen langen Zeitbereich erstreckt und dem LPC entspricht.

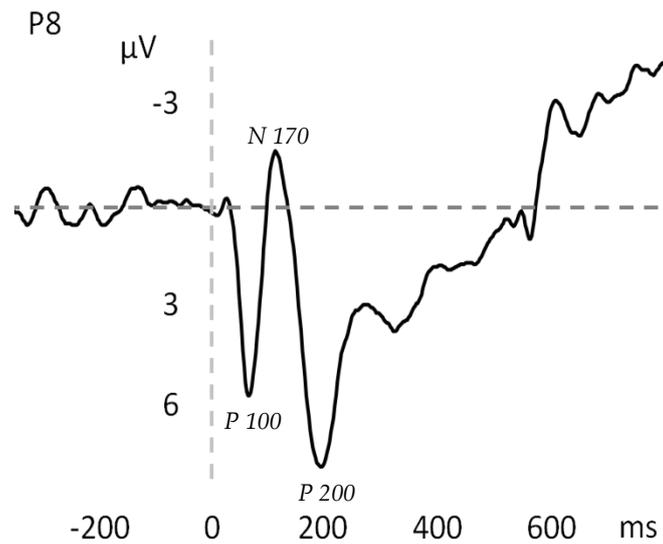


Abbildung 3.5: EKP an der Elektrodenposition P8 als Beispiel eines Kurvenverlaufs an einer posterioren Elektrodenposition. Der Gesichtszreiz tritt bei 0ms auf.

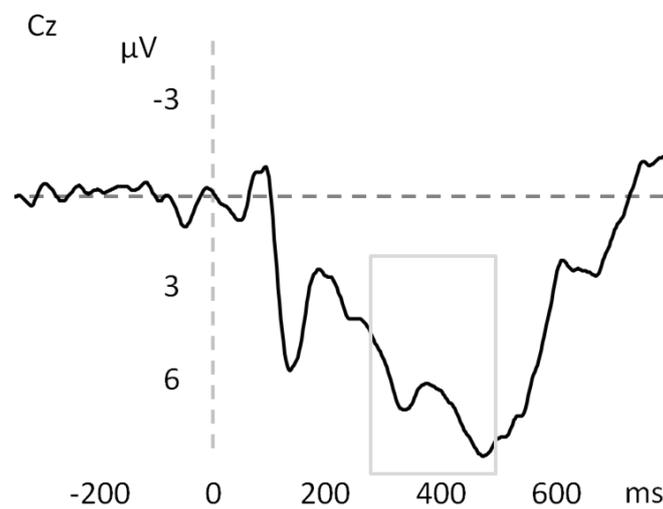


Abbildung 3.6: EKP an der Elektrodenposition Cz als Beispiel eines Kurvenverlaufs an einer zentralen Elektrodenposition. Der Gesichtszreiz tritt bei 0ms auf. Das Rechteck markiert den Zeitbereich des LPC.

3.1.3.2.1 Priming des emotionalen Gesichtsausdrucks

Abbildung 3.7 zeigt nach Emotion getrennt die gemittelte Amplitude der N170 für diese Primingbedingung, Abbildung 3.8 das gesamte EKP an der Elektrodenposition P8. Auf Basis einer frühen Verarbeitungsstufe zeigt sich auf Ebene der N170 eine signifikante Interaktion der Faktoren „Emotionaler Ausdruck des 2. Bildes“ x „Priming“ ($F(2,38)=5.07$; $p<.01$; $\eta_p^2=.21$). Während wiederholte fröhliche Gesichtsausdrücke zu einer vergrößerten negativen Amplitude der N170 führen (im Vergleich zu nicht wiederholten), führt die Wiederholung wütender oder neutraler Gesichtsausdrücke zu einer Amplitudenverringering. Die Amplitude der N170 war generell über posterioren Elektrodenpositionen stärker ausgeprägt (Haupteffekt „Kaudalität“ ($F(1,19)=15,08$; $p<.001$; $\eta_p^2=.43$).

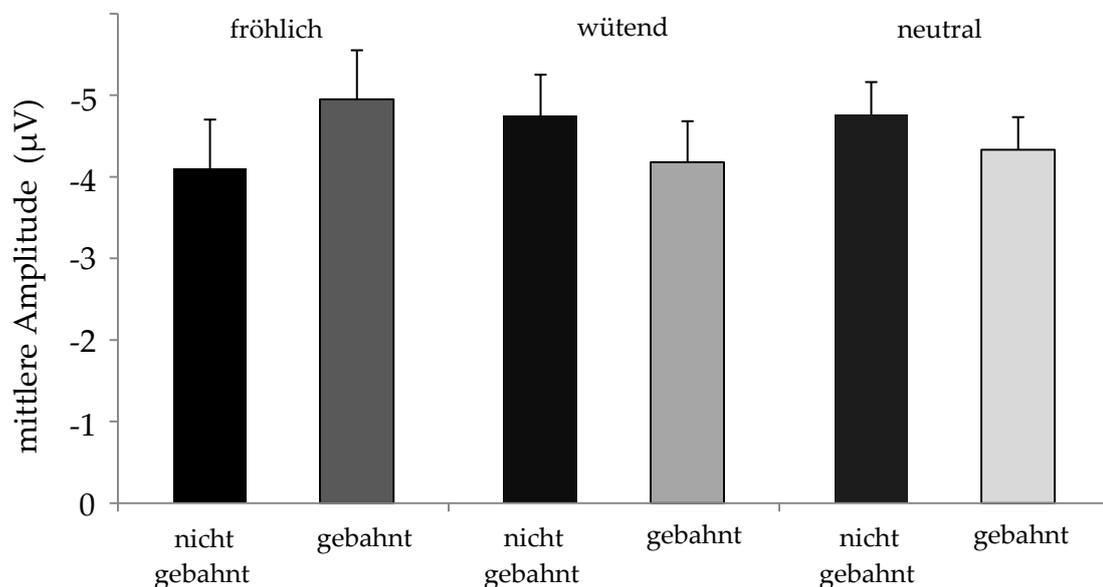


Abbildung 3.7: gemittelte Amplituden der EKP-Komponente N170 für die Bedingung „Priming des emotionalen Gesichtsausdrucks“ getrennt nach der Emotion des zweiten Bildes.

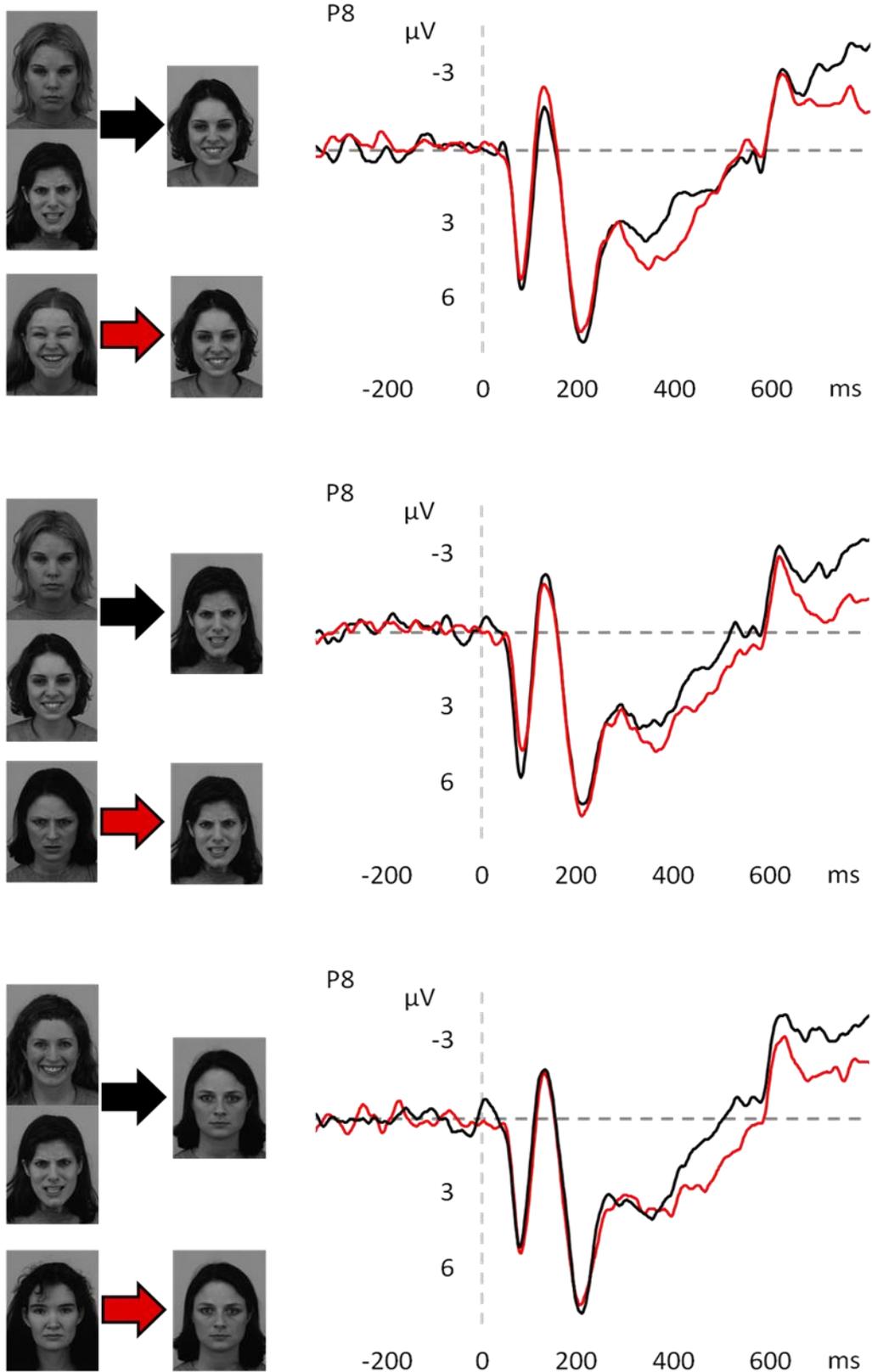


Abbildung 3.8 Grand Averages Elektrodenposition P8 für Wiederholungen eines emotionalen Gesichtsausdrucks, getrennt nach der Emotion des 2. Bilds. Schwarze Kurven zeigen keine Wiederholung (*nicht gebahnt*), rote Kurven Wiederholungen (*gebahnt*).

Auf Ebene der P200 gibt es eine vom *Priming* unabhängige höhere Amplitude für fröhliche Gesichter als für wütende oder traurige Gesichter (Haupteffekt Emotion $F(2,18)$; $p < .01$; $\eta_p^2 = .378$). Die mittlere Amplitude betrug für fröhliche Gesichter im Schnitt $8,13\mu V$, für wütende Gesichter $7,359\mu V$ und für neutrale Gesichter $7,54\mu V$.

Auf Ebene des LPC, gemessen an zentralen Elektrodenpositionen, fand sich ein signifikanter Haupteffekt des Faktors „*Priming*“ ($F(1,19) = 19.94$; $p < .001$; $\eta_p^2 = .51$). Unabhängig von der Valenz des emotionalen Ausdrucks, der wiederholt wurde, traten bei wiederholten Ausdrücken generell größere Amplituden an zentralen Elektrodenpositionen auf. Abbildung 3.9 zeigt die mittleren Amplituden des LPCs getrennt nach Emotion. Abbildung 3.10 zeigt die EKP an der Elektrodenposition Cz für diese Primingbedingung.

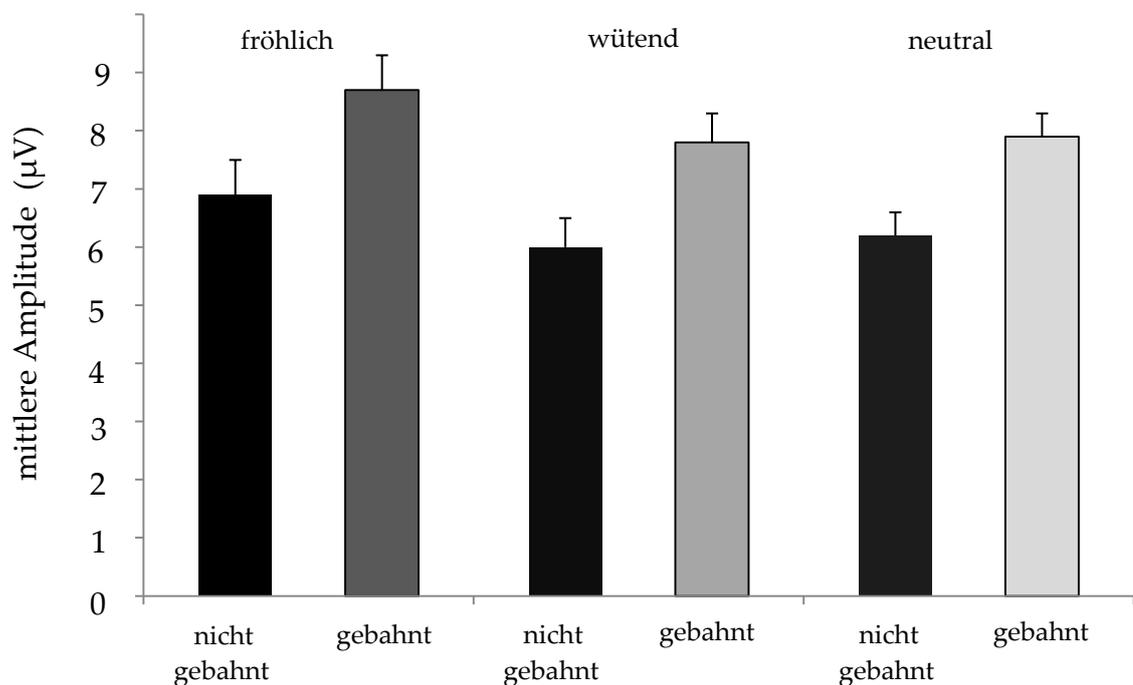


Abbildung 3.9: mittlere Amplituden des LPC für die Bedingung „Wiederholung des emotionalen Gesichtsausdrucks“ getrennt nach Emotion des 2. Bilds.

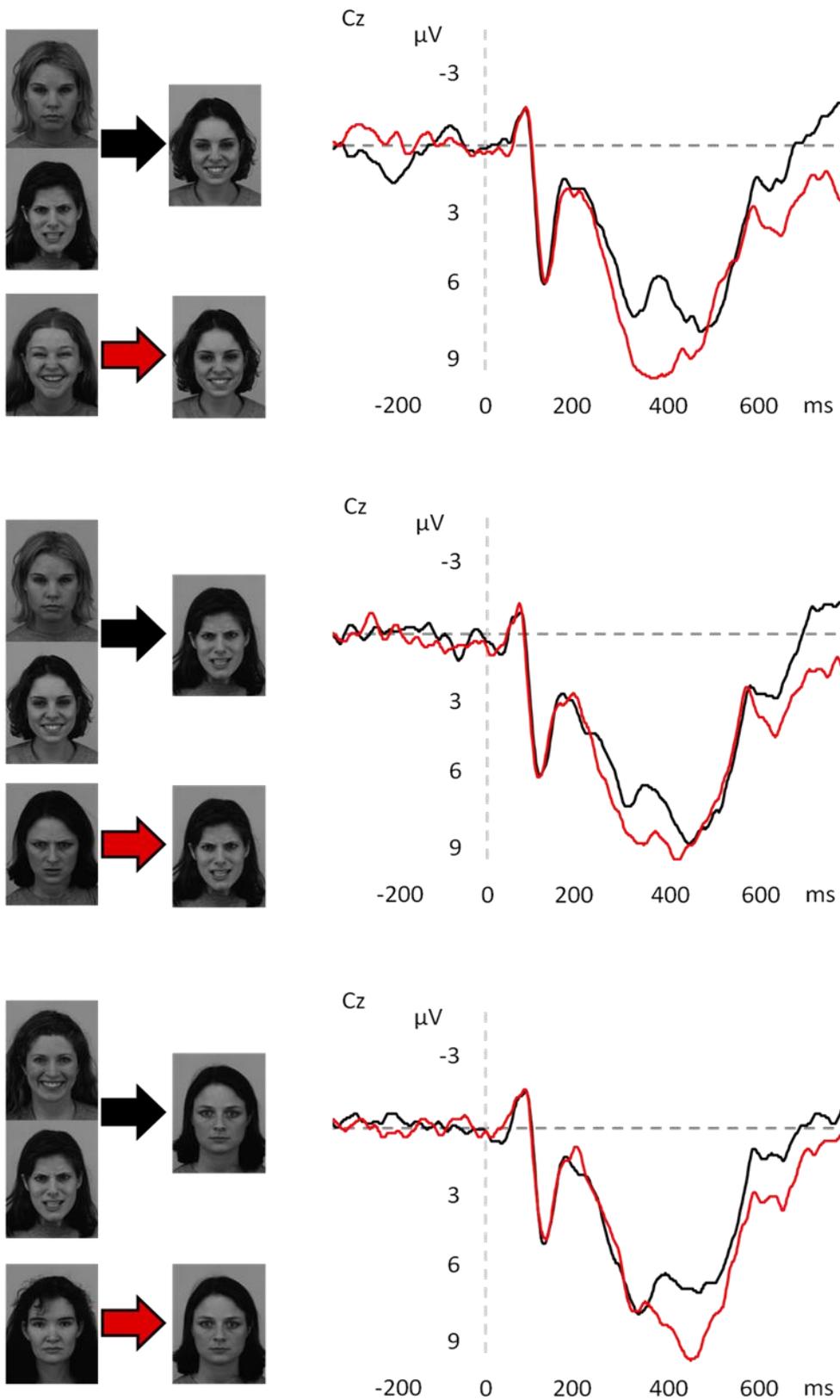


Abbildung 3.10 Grand Averages an der Elektrodenposition Cz für Wiederholungen eines emotionalen Gesichtsausdrucks, getrennt nach der Emotion des 2. Bilds. Schwarze Kurven zeigen keine Wiederholung (*nicht gebahnt*), rote Kurven Wiederholungen (*gebahnt*).

3.1.3.2.2 *Priming* der Identität der Stimulusperson

Wird die Identität der Stimulusperson, nicht aber deren emotionaler Gesichtsausdruck wiederholt, so zeigt sich für die EKP-Komponente N170 eine signifikante Interaktion der Faktoren „emotionaler Ausdruck des 2. Bildes“ und „*Priming*“ ($F(2,38)=4,78$; $p<.05$; $\eta_p^2=.201$). Die Wiederholung der Stimulusperson führte bei einem fröhlichen Gesichtsausdruck zu einer größeren Amplitude (im Vergleich zu der Amplitude, die bei fröhlichen Gesichtsausdrücken auftritt, wenn die Stimulusperson nicht wiederholt wird). Bei wütenden und neutralen Gesichtsausdrücken zeigt sich ein hierzu entgegengesetztes Aktivierungsmuster: hier führt die Wiederholung der Identität zu reduzierten Amplitudenwerten. Abbildung 3.11 zeigt die Amplitudenmittelwerte der N170 getrennt nach Valenz des emotionalen Ausdrucks des zweiten Bilds für Durchgänge mit und ohne *Priming* der Identität. Abbildung 3.12 zeigt die *Grand Averages* dieser Versuchsbedingung für die Elektrodenposition P8.

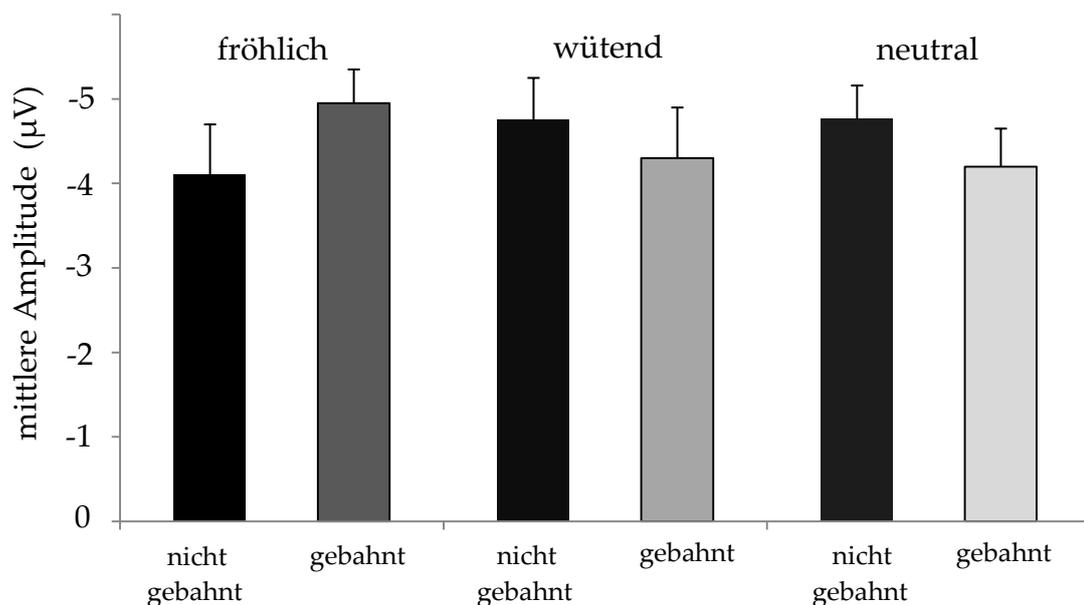


Abbildung 3.11: Amplitudenmittelwerte der N170 getrennt für den emotionalen Ausdrucks des zweiten Gesichts eines Versuchsdurchgangs. Dunkle Balken geben Mittelwerte für Bilder ohne *Priming*, hellere Balken für Bilder bei denen die Identität der Stimulusperson wiederholt wurde.

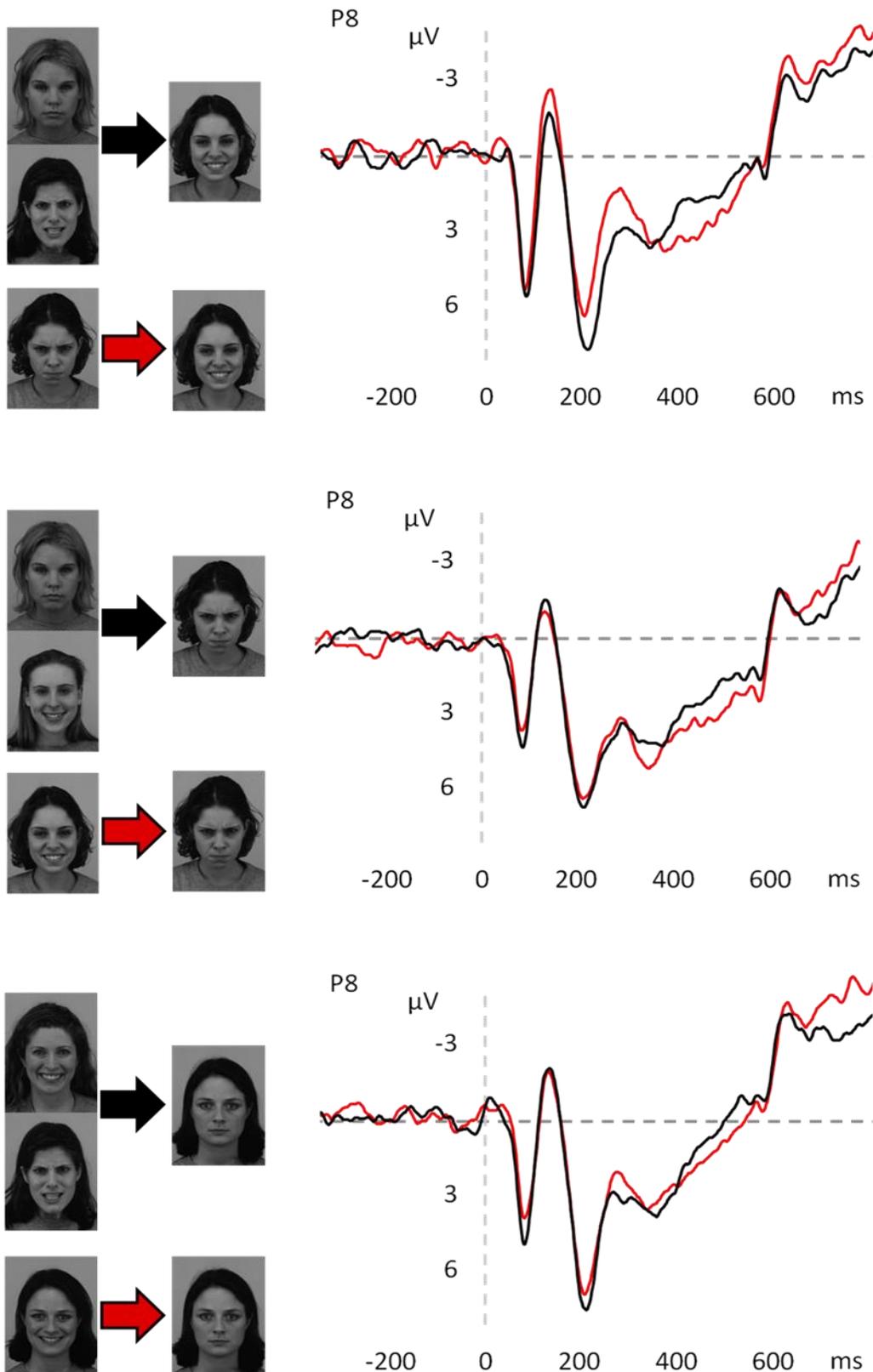


Abbildung 3.12 Grand Averages an der Elektrodenposition P8, getrennt nach der Emotion des 2. Bilds (von oben nach unten *fröhlich*, *wütend*, *neutral*). Schwarze Kurven zeigen keine Wiederholung (*ungebahnt*), rote Kurven Wiederholungen der Identität (*gebahnt*). Bei der Primingbedingung ist zu beachten, dass auch andere Emotionen als die links gezeigten vorausgehen können (wobei die Emotion des 1. Bildes nie mit der Emotion des 2. übereinstimmt).

In Abbildung 3.12 lässt sich erkennen, dass auch im Zeitbereich der P200 eine Veränderung der Amplitude durch Identitätspriming auftritt. Die Wiederholung der Stimulusperson führte zu einem Haupteffekt des Faktors „*Priming*“ ($F(1,19)=6,74$, $p<.05$; $\eta_p^2=.26$), der sich in einer Amplitudenreduktion der P200 (im Mittel von 7,90 μV zu 7,32 μV) äußert. Diese Amplitudenreduktion war für fröhliche Gesichter größer als für die anderen emotionalen Gesichtsausdrücke (signifikante Interaktion der Faktoren „*Priming*“ und „emotionaler Ausdruck des 2. Bildes“ ($F(2,38)=5,42$; $p<.01$; $\eta_p^2=.22$)). Die beschriebenen Amplitudenentwicklungen sind in Abbildung 3.13 grafisch dargestellt.

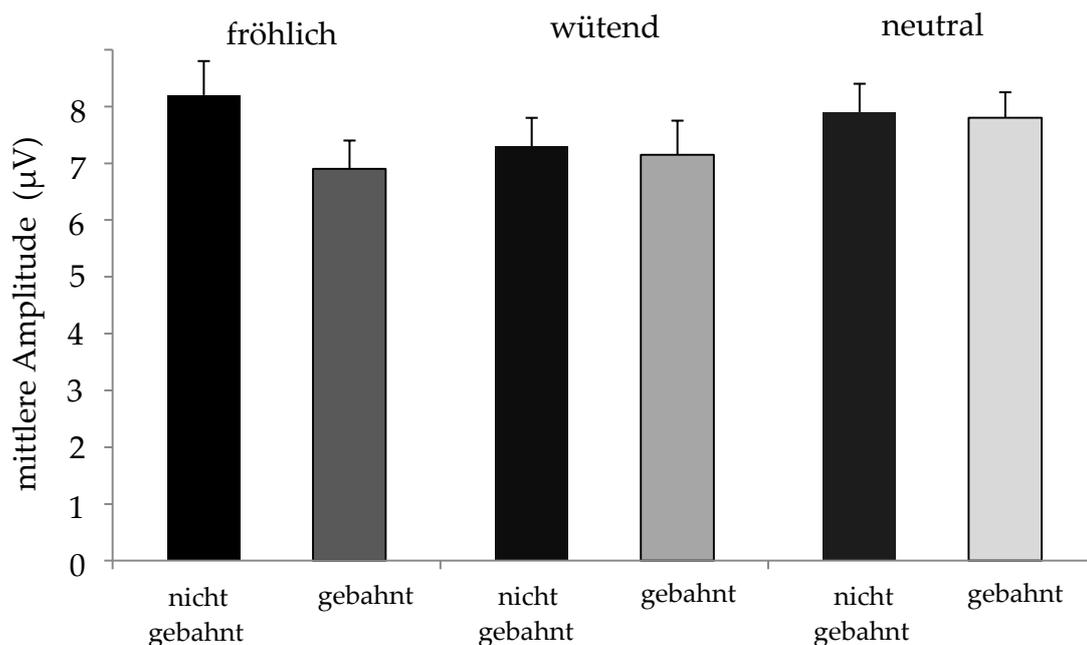


Abbildung 3.13: Amplitudenmittelwerte der P200 getrennt für den emotionalen Ausdrucks des zweiten Gesichts eines Versuchsdurchgangs. Dunkle Balken geben Mittelwerte für Bilder ohne *Priming*, hellere Balken für Bilder bei denen die Identität der Stimulusperson wiederholt wurde.

Wie in der anderen Primingbedingung auch, gab es einen emotionsunspezifischen Wiederholungseffekt auf der Ebene des LPC (Haupteffekt des Faktors „*Priming*“;

$F(1,19)=6,38; p<.05, \eta_p^2=.26$). Die Amplitude stieg im Mittel von $6,50\mu\text{V}$ auf $7,33\mu\text{V}$ mit der Wiederholung der Stimulusperson an (s. Abb. 3.14).

3.1.3.2.3 Kombiniertes *Priming*

Werden sowohl Stimulusperson wie auch Emotionaler Ausdruck wiederholt, so hat dies keinen Einfluss auf die Amplitude der N170. Auf Ebene der P200 ist ein Trend zu beobachten, dass fröhliche Gesichter einen höheren Amplitudenwert aufweisen, als wütende Gesichter oder neutrale Gesichter ($F(2,38)=2,59, p<.09, \eta_p^2=.12; \text{n.s.}$).

Primingeffekte sind in dieser Versuchsbedingung lediglich auf Ebene der späten Verarbeitung beobachtbar. Hier zeigt sich ein emotionsunspezifischer Wiederholungseffekt, resultierend in im Mittel höheren Amplitudenwerten für wiederholte ($M=8,77\mu\text{V}$), im Vergleich zu nicht wiederholten Bildern ($M=6,50\mu\text{V}$), was sich in varianzanalytisch als signifikanter Haupteffekt des Faktors „*Priming*“ äußert ($F(1,19)=23,61; p<.001; \eta_p^2=.55$). Abbildung 3.15 zeigt die EKP für diese Primingbedingung an der Elektrodenposition Cz.

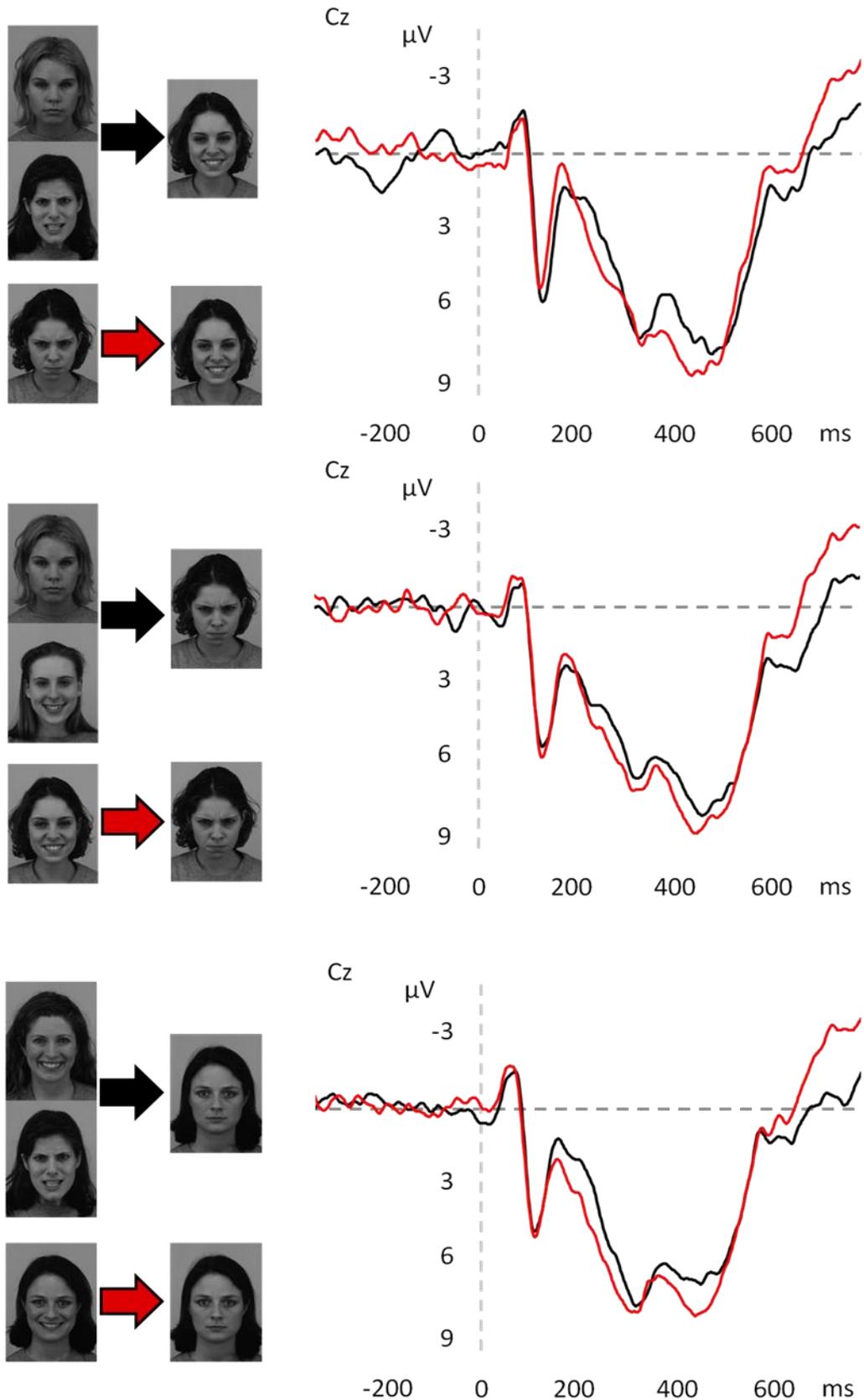


Abbildung 3.14 Grand Averages an der Elektrodenposition Cz, getrennt nach der Emotion des 2. Bilds (von oben nach unten *fröhlich*, *wütend*, *neutral*). Schwarze Kurven zeigen keine Wiederholung (*ungebahnt*), rote Kurven Wiederholungen der Identität (*gebahnt*). Bei der Primingbedingung ist zu beachten, dass auch andere Emotionen als die links gezeigten vorausgehen können.

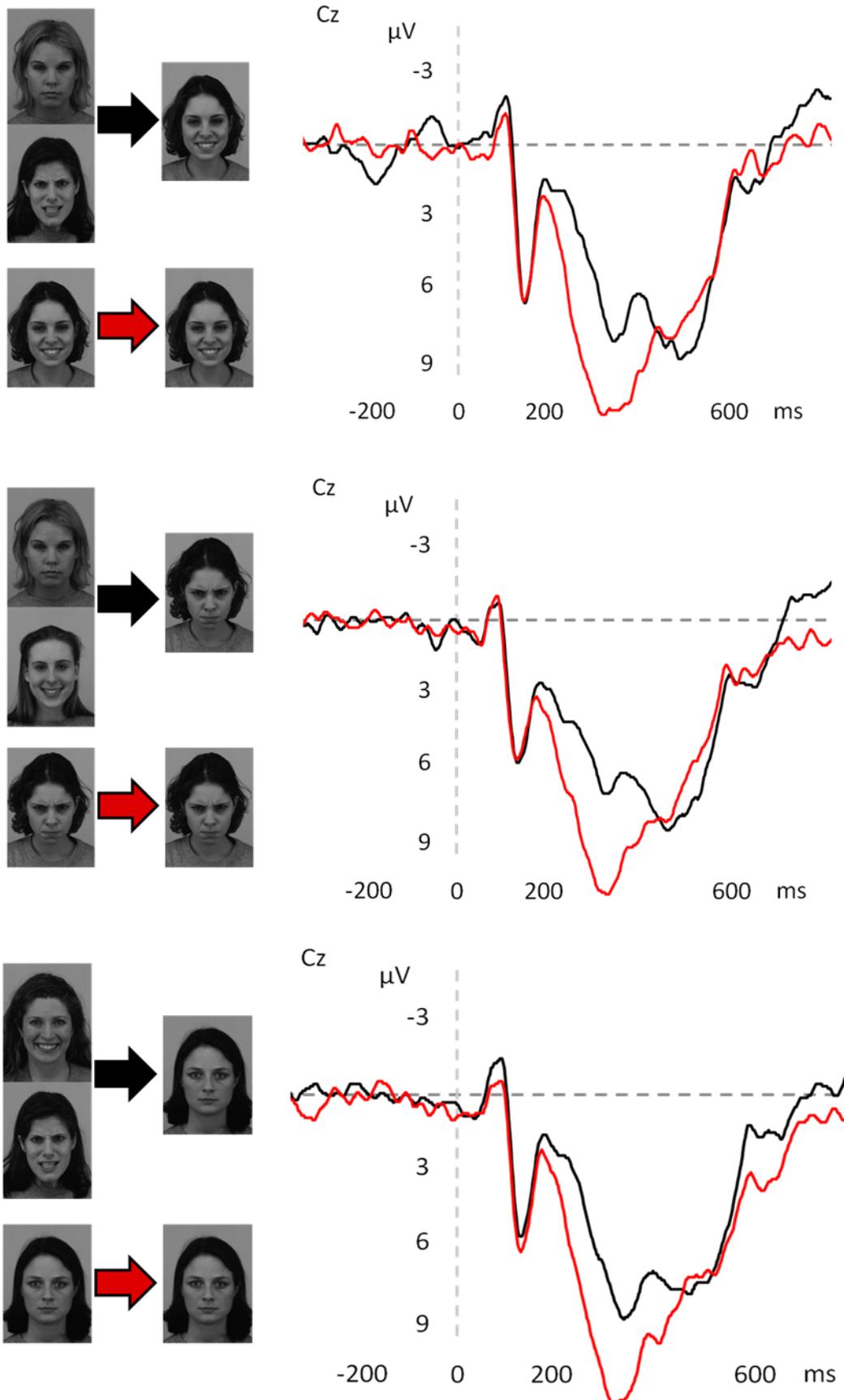


Abbildung 3.15 Grand Averages an der Elektrodenposition Cz, getrennt nach der Emotion des 2. Bilds (von oben nach unten *fröhlich*, *wütend*, *neutral*). Schwarze Kurven zeigen keine Wiederholung (*ungebahnt*), rote Kurven Wiederholungen von Emotion und Identität (kombiniertes Priming).

3.1.4 Diskussion

Es konnte gezeigt werden, dass die Wiederholung des emotionalen Gesichtsausdrucks zu emotionsspezifischen Wiederholungseffekten führte, die sich in einer Verkürzung der Reaktionszeit für wiederholte fröhliche Ausdrücke und einer Verlängerung der Reaktionszeit für wiederholte wütende Ausdrücke äußerte. Auf EKP-Ebene zeigten sich emotionsspezifische Wiederholungseffekte auf früherer Verarbeitungsstufe auf Ebene der N170, wobei eine Amplitudenvergrößerung für fröhliche und eine Amplitudenverringern für wütende Gesichter auftrat. Emotionsunabhängige Amplitudeneffekte gab es für die Amplitude der P200 (eine Amplitudenreduktion) und für die mittlere Amplitude des LPC (einen Amplitudenanstieg) für alle wiederholten Ausdrücke.

Die Wiederholung der Gesichtsidentität führe bei allen Emotionen zu einer emotionsunabhängigen Reaktionszeitverkürzung. Für die N170 fand sich ein Amplitudenanstieg für fröhliche Gesichter, wenn die Stimulusperson wiederholt wurde und ein Abfallen der Amplitude für neutrale und wütende Gesichter. Für die P200 zeigte sich für alle Emotionen ein Absinken der Amplitude, wobei dies für fröhliche Gesichter am größten war. Für den LPC zeigte sich ein unspezifischer Amplitudeneffekt.

Wurden sowohl Identität wie auch emotionaler Ausdruck wiederholt, zeigte sich für alle Emotionen ein Reaktionszeiterparnis, die für fröhliche Gesichter größer, als für andere Emotionen war. Auf EKP-Ebene gab es nur auf späterer Verarbeitungsebene einen Wiederholungseffekt: einen emotionsunspezifischen Amplitudenanstieg für den LPC.

3.1.4.1 Beantwortung der Fragestellungen und Hypothesen

3.4.1.1.1 *Priming* des emotionalen Gesichtsausdrucks

Im vorliegenden Versuchsdesign konnten analog zu den Ergebnissen von Burton et al. (2005), Ishai et al. (2004) und Werheid et al. (2005) durch die Wiederholung eines emotionalen Ausdrucks Reaktionszeitveränderungen erzielt werden. Diese waren für fröhliche Gesichter durch eine deutliche Zeitersparnis gekennzeichnet. Die Wiederholung eines wütenden Ausdrucks führte nicht nur zu einer Ersparnis sondern zu deutlich verlängerten Reaktionszeiten für den wiederholten gegenüber den nicht wiederholten Ausdruck. Es entstanden also zusätzliche Verarbeitungskosten. Diese Ergebnisse unterstreichen den Verarbeitungsvorteil, den fröhliche Gesichter in vergleichbaren Settings haben und wie er z.B. in den Studien von Kirita und Endo (1995) sowie von Calvo und Nummenmaa (2008) auftritt und repliziert für fröhliche Gesichter die Ergebnisse der Studie von Werheid et al. (2005). Wäre anhand von Studien, die beschreiben, dass negative Reize sich schwer oder nicht bahnen lassen (z.B. Bentley, Vuilleumier, Thiel, Driver & Dolan, 2003; Marchewka & Nowicka, 2007) mit einem geringeren oder keiner Reaktionszeitersparnis für wiederholte wütende Gesichter zu rechnen gewesen (vgl. z.B. Werheid et al., 2005), überrascht der Befund, dass bei der Wiederholung wütender Gesichter zusätzliche Kosten entstehen. Wiederholung führen hier somit zu einem Verarbeitungsnachteil.

Weiterhin ist auffällig, dass dieser Effekt nur dann auftritt, wenn die Stimulusperson bei der Ausdruckswiederholung wechselt: ist die Stimulusperson gleich (handelt es sich also um das gleiche Foto, das wiederholt wird), so treten die Kosten nicht mehr auf. Es kommt dann zu einer der Wiederholung fröhlicher Gesichtsausdrücke vergleichbaren Reaktionszeitersparnis, auch wenn diese Ersparnis für fröhliche Gesichtsausdrücke größer ist als für wütende Gesichter (ordinale Interaktion der Faktoren Emotion und Wiederholung in der Bedingung

Kombiniertes *Priming*). Für neutrale Gesichtsausdrücke zeigen sich hingegen keine Primingeffekte bei reiner Ausdruckswiederholung und eine Ersparnis in der Bedingung in der Ausdruck und Identität sich wiederholen.

Auf Ebene der Reaktionszeiten lässt sich schlussfolgern, dass die Auswirkungen von Ausdruckswiederholungen maßgeblich davon abhängig sind, welche Emotion wiederholt wird und ob der wiederholte Ausdruck von der gleichen oder verschiedenen Stimuluspersonen stammt. Beides deutet auf eine Wechselwirkung von Systemen der Ausdrucks- und Identitätswahrnehmung hin und auch auf unterschiedliche Verarbeitungsprozesse bei der Wahrnehmung unterschiedlicher menschlicher Gesichtsausdrücke. Die EKP-Daten liefern Hinweise darauf, dass diese Wechselwirkung bereits auf einer frühen Stufe der Gesichtsverarbeitung stattfinden oder beginnen würde.

Dass die durch Ausdruckswiederholung ausgelösten Aktivierungsveränderungen früher visueller Kortizes abhängig von der präsentierten Emotion sind (vgl. Ishai et al., 2004), konnte in Experiment 1 ebenfalls gezeigt werden. Auffällig ist, dass für wütende Gesichtsausdrücke eine *Repetition Suppression* auf N170-Ebene auftritt, für fröhliche Gesichter hingegen ein Anstieg der N170-Amplitude für wiederholte Gesichter. Dies steht im Widerspruch zu den Verhaltensdaten, da üblicherweise *Repetition Suppression* mit einer effizienteren und damit besseren Verarbeitung interpretiert wird. In Einklang zu bringen wären diese Ergebnisse, wenn man einen Anstieg der N170 als Maß für subjektiv empfundene Bedeutung nimmt, wie in einer Studie von Caharel et al. (2005), die erhöhte N170-Amplitudenwerte für Gesichter mit hoher persönlicher Bedeutung für die Versuchspersonen berichtet. Gemäß dieser Theorie, würden wiederholte fröhliche Gesichter deshalb schneller detektiert, weil das visuelle System ihnen mehr Bedeutung zumisst.

Auf einer späten Stufe der Verarbeitung (LPC) führte die Wiederholung des emotionalen Ausdrucks zu signifikant höheren LPC-Amplitudenwerten, und dies für alle gezeigten Emotionen. Dies repliziert für klassische Alt-Neu-Amplitudeneffekte für die wiederholte Präsentation für emotionale Ausdrücke (vgl. Münte et al., 1998). Emotionsspezifische Effekte fanden sich auf späterer Verarbeitungsstufe nicht. Das heißt, dass Reaktionszeitvorteile für fröhliche Gesichter sich anhand dieser Komponente nicht eindeutig erklären lassen.

Zusammenfassend zeigten sich in dieser Bedingung, dass das visuelle System emotionsspezifisch auf Wiederholungen des Ausdrucks reagiert, was sich auch bei den gemessenen Reaktionszeiten beobachten lässt. Die EKP-Daten legen nahe, dass diese Emotionsspezifität auf einer frühen Stufe der Gesichtsverarbeitung liegt, auch wenn sich die üblicherweise mit einer größeren Verarbeitungseffizienz assoziierten Aktivitätsverminderung in frühen visuellen Arealen in dieser Bedingung gerade bei wütenden Ausdrücken zeigt, die auf Verhaltensebene einen Verarbeitungsnachteil haben.

3.4.1.1.2 *Priming* der Identität der Stimulusperson

Für alle Emotionen konnte gezeigt werden, dass die Wiederholung der Stimulusperson zu einer Reaktionszeiterparnis führt, was die Ergebnisse von Studien repliziert, die Wiederholungen von Stimuluspersonen zeigten (z. B. Ellis et al., 1990), auch wenn die Aufmerksamkeit der Versuchspersonen auf die Emotion des Gesichtsausdrucks gelenkt wird. In dieser Bedingung zeigt sich auch, dass die Emotion des Gesichtsausdrucks eine Rolle spielt. Generell werden in dieser Bedingung wütende Gesichtsausdrücke schneller erkannt als fröhliche oder neutrale Gesichter. Eine Interaktion von Ausdruck und Wiederholung findet in dieser Bedingung nicht statt.

Auf EKP-Ebene zeigte sich beim Identitätspriming ein vergleichbares Muster wie in der Emotionspriming-Bedingung. Die Wiederholung einer Stimulusperson führte hier nicht in jedem Fall zu einer Reduktion der Amplitude der N170, wie in der Literatur beschrieben (Campanella et al., 2000; Herzmann et al., 2004; Itier & Taylor, 2003; Martens et al., 2006). Auch in dieser Bedingung zeigte sich ein Amplitudenanstieg, wenn das gebahnte Gesicht einen fröhlichen Ausdruck zeigte. Umgekehrt führte ein gebahntes Gesicht, das einen wütenden Ausdruck zeigte, zu einer Reduktion der Amplitude.

Diese Bedingung zeigt auch, dass sich aus den emotionsabhängigen Amplitudenveränderungen nicht automatisch Rückschlüsse auf das Verhalten ableiten lassen. Obwohl das elektrophysiologische Muster auf dieser Stufe das gleiche wie in der Emotionspriming-Bedingung war, zeigen die Verhaltensdaten Reaktionszeitersparnisse für jede Emotion, wenn das Stimulusgesicht wiederholt wird. In dieser Bedingung findet für alle Emotionen eine *Repetition Suppression* erst auf einer etwas späten Stufe der Gesichtsverarbeitung (in Form der P200) statt.

Auf einer späten Stufe der Verarbeitung (LPC) kam es wie in der Emotionspriming-Bedingung durch Wiederholung der Stimuluspersonenidentität zu signifikant höheren LPC-Amplitudenwerten, und dies für alle gezeigten Emotionen. Dies repliziert für klassische Alt-Neu-Amplitudeneffekte für die wiederholte Präsentation für emotionale Ausdrücke (vgl. Münte et al., 1998) und für die Wiederholung der Stimulusperson (vgl. u.a. Böhm et al., 2005; Henson et al., 2003; Itier & Taylor, 2003; Schweinberger et al., 2002).

Die Ergebnisse des ersten Experiments konnten deutlich zeigen, dass sich in der verwendeten Versuchsanordnung Reaktionszeiteffekte beobachten lassen, die durch die Wiederholung emotionaler Gesichtsausdrücke erzielt werden. Zum Teil sind diese Effekte abhängig von der Valenz des wiederholten Ausdrucks, auch macht es einen Unterschied, ob die Stimulusperson bei der Wiederholung gleich bleibt oder

wechselt, was gegen die Unabhängigkeit der verarbeitenden Systeme von Ausdrucks- und Identitätsverarbeitung spricht, wie sie das Modell von Bruce und Young (1986) postuliert.

3.1.4.2 Erklärungsmöglichkeiten für die valenzabhängigen Primingeffekte

Aus evolutionärer Sicht scheinen die unterschiedlichen Reaktionszeiteffekte für Ausdruckswiederholungen widersprüchlich. Intuitiv würde man annehmen, dass das Erkennen eines sozialen Bedrohungsstimulus (wie es ein wütender Gesichtsausdruck wohl wäre) schneller ablaufen sollte, als das Erkennen eines freundlichen Ausdrucks, der zwar ebenfalls eine hohe soziale Bedeutung hat, aber in Hinsicht auf das eigene Überleben wahrscheinlich von geringerer Wichtigkeit wäre.

Üblicherweise wird die Schwierigkeit, Reaktionszeitersparnisse mit negativen Reizen zu erzielen, damit erklärt, dass Menschen sich an negative Stimuli nicht gewöhnen sollen, um potentielle Bedrohungen oder Gefahren nicht zu übersehen (Carretie, Minjosa & Mercado, 2003; Marchewka & Nowicka, 2007). Tatsächlich gibt es auch Befunde, die auf die besondere Reizqualität wütender Gesichter eingehen, und zeigen, dass deren Eigenschaften sich auf das Reaktionsverhalten von Betrachtern komplex auswirken können und auch erklären könnten, warum es in vorliegenden Experiment zu einer Reaktionszeitverlangsamung kam.

So werden fröhliche Gesichter schnell als fröhlich erkannt, wütende Gesichter hingegen früher bemerkt. Dies zeigen Studien zur visuellen Suche. Ein wütendes Gesicht wird bei gleichzeitiger Präsentation anderer neutraler Gesichter schneller erkannt als ein fröhliches Gesicht unter neutralen. Dieses als *angry face in the crowd*-Effekt beschriebene Phänomen (vgl. Hansen & Hansen, 1988), also das schnellere Erkennen eines wütenden Gesichtes in einer Menschenmenge, wird häufig dahingehend interpretiert, dass ein wütendes Gesicht die Aufmerksamkeit auf sich

ziehen und bündeln kann (Calvo, Avero & Lundqvist, 2006; Hansen & Hansen, 1988; Öhman, Lundqvist & Esteves, 2001). In einer Studie von Fox, Lester, Russ und Dutton (2000) konnte dieser Effekt nochmals erweitert werden. Mit Aufgaben zur visuellen Suche konnten die Autoren zeigen, dass es schwerer fällt, ein Zielgesicht zu entdecken, wenn die umgebenden Distraktor-Gesichter wütend oder traurig sind, als wenn die Gesichter einen fröhlichen Ausdruck haben. Ein wütendes Zielgesicht wurde unter Ausdrücken anderer Emotionen immer schneller erkannt als ein fröhliches Gesicht. Gleichzeitig war der Anstieg der Reaktionszeit mit zunehmender Distraktoranzahl (*search slope*) bei wütendem Zielgesicht geringer als bei fröhlichen Zielgesichtern. Die Autoren betonen, dass es sich bei dem Phänomen nicht um einen *Pop-out*-Effekt handelt, da die Reaktionszeit auch bei wütenden Gesichtern mit der Distraktoranzahl ansteigt, sondern eher um einen gesonderten Prozess der auf eine Beschaffenheit des visuellen Systems zurückzuführen ist, die Aufmerksamkeit gezielt auf wütende Gesichtsausdrücke hinzuwenden, um diese effizienter und genauer zu verarbeiten. Im Übrigen verschwinden die Effekte, wenn mit umgedrehten Gesichtern oder lediglich Mündern gearbeitet wird (vgl. auch Eastwood, Smilek & Merikle, 2001).

Die Präsentation eines wütenden Gesichtsausdrucks scheint auch Auswirkungen auf das Kurzzeitgedächtnis zu haben. In einer Gedächtnisaufgabe werden Fotos von Stimuluspersonen besser wiedererkannt, wenn sie einen wütenden Gesichtsausdruck zeigten⁵ (Jackson, Wolf, Johnston, Raymond & Linden, 2008; Jackson, Wu, Linden & Reymond, 2009). Wie bei den Studien zum *angry face in the crowd* – Effekt verschwindet der Vorteil für wütende Gesichter, wenn man die

⁵ Dieses Ergebnis tritt nicht auf, wenn es sich um berühmte Personen handelt. Die gängige Erklärung ist, dass bei berühmten Personen mehr Fotos mit freundlichen Gesichtsausdrücken existieren, sie also vor dem Beginn eines Experiments bereits mit diesem Ausdruck abgespeichert sind, wohingegen ein wütender Ausdruck eher irritierend wirkt, da man diesen von den berühmten Stimulusperson üblicherweise nicht kennt (vgl. Kaufman & Schweinberger, 2004).

Gesichter umdreht. Zu gleichen Ergebnissen wie Jackson et al. (2008) kommen Bate, Haslam & Hodgson (2009): das Wiedererkennen neuer Gesichter wurde in dieser Studie bei wütenden Gesichtsausdrücken begünstigt. Die Autoren gehen auch davon aus, dass der Vertrautheitseindruck im visuellen System der Emotionsanalyse vorgeschaltet ist und mit dieser interagiert. Ist der Vertrautheitseindruck groß, so spielt der emotionale Ausdruck eine geringere Rolle. Ist der Vertrautheitseindruck schwach, so kommt dem emotionalen Ausdruck eine größere Rolle zu. Ein wütender Ausdruck scheint nach den Autoren vor allem bei der Verarbeitung und Abspeicherung neuer Gesichter eine größere Rolle zuzukommen.

Zusammenfassend zeigt der aktuelle Forschungsstand, dass negative Reize wie wütende Gesichter mehr Aufmerksamkeit auf sich ziehen als positive Reize und wahrscheinlich auch länger verarbeitet werden (Hartikainen, Oggawa, & Knight, 2000). Was sich bei sozialen Situationen, in denen es darum geht, eine Bedrohung zu entdecken, als Vorteil erweist, könnte sich im Rahmen des in Experiment 1 verwendeten *Repetition Priming* – Designs als Nachteil entwickeln, nämlich genau dann, wenn die Verarbeitung des ersten Bildes mehr Aufmerksamkeitsressourcen beansprucht bzw. noch z.T. verarbeitet wird, während das zweite Bild erscheint. Der daraus resultierende Engpass könnte dann zu einer schlechteren Leistung für die Detektion der Gleichheit dieser Emotion führen. Erklären würde diese Theorie auch, warum die Erkennung eines zweiten wütenden Bildes der gleichen Person nicht zu einem Anstieg sondern zu einer Reaktionszeitersparnis führt. Wäre das Wahrnehmungssystem immer noch mit der Verarbeitung des ersten Stimulus beschäftigt, so sollte der identische Stimulus bei Wiederholung von der Aktivität des Systems bei der Verarbeitung profitieren. Denkbar wäre auch, dass die Reaktionszeitverlangsamung aus einer allgemein längeren Verarbeitung des zweiten wütenden Ausdrucks resultiert

Neben dieser aufmerksamkeitsbezogenen Erklärungsmöglichkeit wäre theoretisch auch denkbar, dass der zweite wütende Gesichtsausdruck zu einer Reaktionsverlangsamung führte, weil neuronale Systeme aktiviert werden, die an Verhaltensunterdrückung bzw. Verhaltenshemmung beteiligt sind (Blair et al., 1999).

Eine weitere Erklärung für die gegensätzlichen Reaktionszeiteffekte in der Emotionspriming-Bedingung kann in unterschiedlichen, emotionsabhängigen Prozessen begründet sein, wie der emotionale Ausdruck aus einem Gesicht enkodiert wird. Möglich wäre, dass sich die Analyse von Gesichtsmerkmalen zur Identifikation des Ausdrucks bei wütenden Gesichtern andere Merkmale abgeglichen werden, als bei fröhlichen Gesichtsausdrücken, und dass diese bei verschiedenen Menschen (in diesem Fall Stimuluspersonen) in höherer Varianz auftreten als bei fröhlichen Gesichtsausdrücken. Einige Autoren gehen davon aus, dass fröhliche Gesichter grundsätzlich anders verarbeitet werden, als andere Gesichter (z.B. Ekman, Friesen & Elsworth, 1982; Posamentier & Abdi, 2003). Dafür spricht, dass bei Einzeldarbietung fröhlicher Gesichter die Erkennungsrate des Ausdrucks deutliche Deckeneffekte aufweist (Young, Hellawell, van de Wal & Johnson, 1996). Adolphs, Damasio, Tranel und Damasio (1996) nennen z.B. auch keine neurologischen Patienten, die Schwierigkeiten mit der Erkennung fröhlicher Ausdrücke haben. Auch Kirita und Endo (1995), die in ihrer Studie die schnellere Erkennung fröhlicher gegenüber trauriger Gesichtsausdrücke verglichen, gehen von einem völlig anderen Verarbeitungsmodus bei der Analyse der beiden Emotionen aus. Für fröhliche Gesichter nehmen Kirita und Endo (1995) einen holistischen Modus an, während traurige Ausdrücke mühsam analysiert werden müssen. Die Autoren begründen ihre Theorie damit, dass der Verarbeitungsvorteil fröhlicher Gesichter dann wegfällt, wenn die Gesichter im rechten visuellen Feld präsentiert werden und damit der Verarbeitungsvorteil für emotionale Ausdrücke der rechten Hemisphäre nicht mehr genutzt werden kann. Zudem fällt der Effekt weg, wenn die Stimuli umgedreht werden.

Dieser Erklärungsansatz würde – unabhängig vom potentiellen Bedrohungsgehalt wütender Gesichter – erklären, warum sich die Primingeffekte in der Emotionspriming-Bedingung unterscheiden. Bei einer holistischen Wahrnehmung fröhlicher Gesichter würde die Wiederholung eines fröhlichen Gesichts einer anderen Person den Wahrnehmungseindruck nicht stören, sondern vermutlich eher unterstützen. Bei einem wütenden Gesicht würden zusätzliche Analysekosten und Abgleichprozesse entstehen, die in der Summe zu einer Reaktionszeitverlangsamung in dieser Bedingung führen. Dass diese Kosten nicht auftreten, wenn das gleiche Bild wiederholt präsentiert wird (Bedingung kombiniertes *Priming*), unterstützt diese Theorie, da mögliche Kosten durch Abgleichprozesse entfallen würden. Es stellt sich also die Frage, welchen Anteil mögliche strukturelle Enkodierungsprozesse des Gesichts an diesem Primingeffekt haben. Diese Frage stellt sich insbesondere, wenn man die Meinung aufnimmt, dass die N170 im Modell von Bruce und Young (1986) die Stufe der strukturellen Enkodierung entspricht: schließlich unterschieden sich in Emotionspriming-Bedingung gerade die durch Wiederholung verursachten N170-Amplitudenentwicklungen zwischen den beiden Emotionen.

Auf die beschriebene Emotionspriming-Bedingung könnte man die beiden Erklärungsmöglichkeiten mittels folgender Modifikationen testen. Wenn Aufmerksamkeitsprozesse die zusätzlichen Reaktionszeitkosten für wiederholte wütende (oder allgemein negative) Gesichtsausdrücke herbeiführen, dann sollte dieser Effekt abhängig auch von Manipulationen sein, indem die Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Emotion gelenkt wird. Dies könnte durch einen Experimentalblock geschehen, der der eigentlichen Aufgabe vorgeschaltet ist. Es wäre zum Beispiel ein Zwei-Stichproben-Design denkbar, in dem die eine Gruppe Filme mit zwischenmenschlicher Gewalt (oder deren Andeutung) sieht und die andere Gruppe neutrale Filme. Zu erwarten wäre, dass die Gruppe, die gewaltassoziierte Videos sah, einen größeren Reaktionszeitkosteneffekt aufweist als

die Vergleichsgruppe. Voraussetzung wäre es, mit den Videos die Aufmerksamkeit auch tatsächlich auf Bedrohungssituationen und – stimuli zu lenken.

Wären die Reaktionszeitkosten ausschließlich auf emotionsspezifische Abgleichungsprozesse zurückzuführen, so sollte die Erleichterung dieser Abgleichungs- und Enkodierungsprozesse diese Kosten eliminieren. Dies kann dadurch erzielt werden, dass die Struktur des Gesichts vor der Wiederholung des emotionalen Ausdrucks bereits vorgegeben ist. Dieser Ansatz ist Gegenstand von Experiment 2. Hier soll nun näher untersucht werden, wie sich die Erleichterung struktureller Enkodierung auf die emotionsspezifischen Reaktionszeiteffekte auswirkt.

3.2 Experiment 2

Welche Auswirkung hat die Erleichterung der Gesichtserkennung auf die emotionsspezifischen Wiederholungseffekte?

3.2.1 Einleitung

Grundlage dieses Experiments sind die gegensätzlichen Reaktionszeiteffekte für fröhliche und wütende Gesichtsausdrücke in der Emotionspriming-Bedingung in Experiment 1. Es wurde diskutiert, ob die verlängerte Reaktionszeit für wiederholte wütende Gesichtsausdrücke daraus resultiert, dass die Aufmerksamkeit der Versuchspersonen auf dem ersten von zwei hintereinander präsentierten Gesichtern hängen bleibt und somit Ressourcen für die Verarbeitung des zweiten Gesichts blockiert werden. Als Alternativerklärung wurden grundlegende Unterschiede im

Verarbeitungsprozess für fröhliche und wütende Gesichtsausdrücke angenommen (holistische Verarbeitung für fröhliche Gesichter, analysierende Verarbeitung für wütende Gesichter; vgl. Kirita und Endo, 1995). Dieser Ansatz würde die Reaktionszeitkosten für wütende Gesichter mit zusätzlichen Abgleichungsprozessen erklären, die genau dann auftreten, wenn zwei wütende Gesichter verschiedener Stimuluspersonen miteinander verglichen werden, d.h. dass zusätzliche Kosten in reaktionszeitverbrauchenden zusätzlichen Schritten der strukturellen Gesichtsenkodierung entstehen. Dass sich die Wiederholung beider Emotionen im EEG gerade auf die N170-Amplitude auswirkte – also auf die Komponente, die gemeinhin mit der Phase der struktureller Kodierung assoziiert wird –, legt den Verdacht nahe, dass hier Unterschiede in den strukturellen Kodierungsprozessen bei dem Reaktionszeitunterschied zum Tragen kommen.

Experiment 2 variiert das Design von Experiment 1 dahingehend, dass die Detektion des zweiten Gesichts durch Herauspriorisierung struktureller Kodierungsanteile erleichtert werden soll. Dies soll dadurch geschehen, dass für 300ms vor der Präsentation des zweiten Bildes ein neutrales Bild der Person gezeigt wird, die einen emotionalen Ausdruck für das zweite Bild präsentiert. Die Aufgabe wäre wie im ersten Experiment zu entscheiden, ob gleiche oder unterschiedliche emotionale Gesichtsausdrücke in einem Versuchsdurchgang gezeigt wurden.

Das Auftreten des zweiten Bildes nach diesem Hilfsreiz gibt eine Nettoveränderung ausdruckspezifischer Gesichtsanteile wider, da die Gesichter aus dem KDEF in Kopfposition weitgehend normiert sind. Hauptziel dieses Experiments liegt somit in der Untersuchung der Frage, ob sich die zusätzlichen Kosten bei der Detektion eines wiederholten wütenden Gesichtsausdrucks durch Herauspriorisierung der strukturellen Kodierungsanteile eliminieren lassen.

3.2.1.1 Hypothesen

Für wütende Gesichter in der Emotionspriming-Bedingung wird angenommen, dass das Einfügen eines solchen Hilfsreizes die Detektion des zweiten Ausdrucksbildes erleichtern sollte. Mögliche zusätzlich entstandene Verarbeitungskosten, die eventuell durch die Analyse von Gesichtsmerkmalen bedingt sind, die nicht primär mit der Ausdrucksanalyse in Zusammenhang stehen, könnten so eliminiert werden. Da bei fröhlichen Gesichtsausdrücken diese zusätzlichen Kosten in der Verarbeitung nicht aufgetreten sind, sollte das Einfügen eines Hilfsreizes kaum Auswirkungen auf die Detektionsleistung haben. Denkbar wäre eventuell sogar eine Verringerung des Primingeffekts, da die Bahnung eines fröhlichen Ausdrucks durch das Einfügen eines neutralen Ausdrucks unterbrochen wird.

Zusammenfassend werden folgende Hypothesen aufgestellt.

Hypothese 1: *Wenn die Reaktionszeitkosten bei der Wiederholung wütender Gesichter aufgrund zusätzlicher struktureller Enkodierungsprozesse entstehen, sollte die Herauspriorisierung dieser Prozesse durch das Einfügen eines Hilfsreizes (neutrales Bild der zweiten Stimulusperson) zu einer Aufhebung dieser Kosten führen.*

Hypothese 2: *Da bei fröhlichen Gesichtsausdrücken vergleichbare Prozesse keine Auswirkung zu haben scheinen, sollte auch das Einfügen eines Hilfsreizes keine Auswirkungen auf den Primingeffekt haben.*

Hypothese 3: *Da sowohl bei der Identitätspriming-Bedingung wie auch beim kombinierten Priming die Identität der Stimulusperson auf beiden Ausdrucksbildern gleich bleibt, sollte das zusätzliche Einfügen eines Hilfsreizes die Richtung der Reaktionszeitveränderung nicht ändern.*

3.2.2 Methode

3.2.2.1 Stichprobenbeschreibung

An diesem Experiment nahmen 21 Versuchspersonen, fünfzehn Frauen und sechs Männer, teil. Die Altersspanne betrug 18 bis 41 Jahre ($M=25,19$ Jahre, $SD=5,94$ Jahre). Die Probanden waren normalsichtig oder verfügten über korrigierte Sehschärfe und wiesen keine neurologischen oder psychiatrischen Erkrankungen auf. Keine Versuchsperson war über Hypothesen und Fragestellungen des Experiments informiert. Die Versuchspersonen erhielten für ihre Teilnahme an dem Experiment Versuchspersonenstunden.

3.2.2.2 Ort und Versuchsapparaturen und Stimulusmaterial

Dieser Versuch wurde im Labor des Arbeitsbereichs Allgemeine Psychologie und Neuropsychologie an der Freien Universität Berlin durchgeführt. Die Versuchsperson saß während der Versuchsdurchführung vor einem Monitor in einem indirekt beleuchteten Versuchsraum. Der Versuchsleiter saß hinter einer Stellwand und war für die Versuchsperson nicht sichtbar. Die Präsentation erfolgte auf einem 22"-Monitor (iiyama Vision Masterpro 514), der von der Versuchsperson 57cm entfernt war. Die Versuchssteuerung erfolgte über das Programm *E-prime-2-Professional* (Psychology Software Tools Inc., Pittsburg, 2008). Die Reaktionen der Versuchsperson wurden über eine Reaktionsbox erfasst. Monitor und Reaktionsbox befanden sich auf einem Tisch vor der Versuchsperson. Als Stimulusmaterial wurden wie in allen Experimenten Bilder aus der KDEP verwendet, die sich in Farbe, Orientierung und Größe nicht von den verwendeten Reizen aus Experiment 1 unterschieden.

3.2.2.3 Versuchsablauf und Aufbau eines Versuchsdurchgangs

Da bei diesem Experiment kein EEG abgeleitet wurde, betrug die Versuchsdauer je Versuchsperson im Schnitt etwa 55 Minuten. Die Versuchsperson bearbeitete 480 Versuchsdurchgänge, die in Blöcken à 120 Versuchsdurchgänge präsentiert wurden. Jeder Versuchsdurchgang wurde separat durch Tastendruck der Versuchsperson gestartet, sodass individuelle Pausen jederzeit möglich waren. Nach jedem Block erfolgte eine längere Pause. Wie im ersten Experiment war vor der Versuchsdurchführung eine Übungsphase mit 30 Versuchsdurchgängen vorgeschaltet, in der die Versuchsperson sich an die Aufgabe gewöhnen konnte und Fragen bei Unsicherheiten im Aufgabenverständnis stellen konnte.

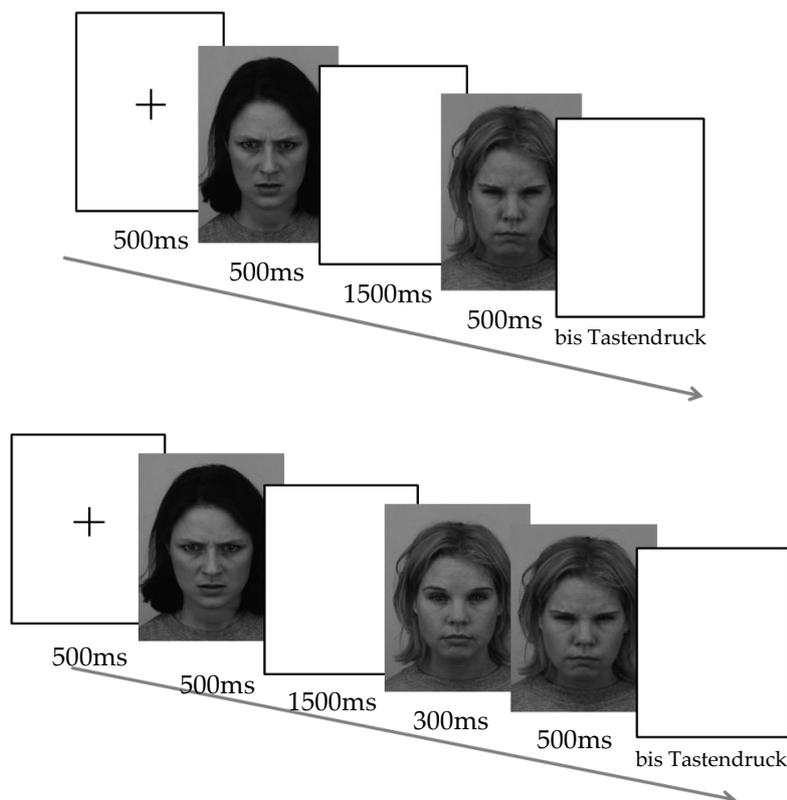


Abbildung 3.16: Dargestellt sind Beispiele für einen Versuchsdurchgang mit und ohne Hilfsreiz. Der Hilfsreiz zeigt immer ein neutrales Bild der Stimulusperson, die auf dem zweiten Bild mit emotionalem Gesichtsausdruck zu sehen ist. Im vorliegenden Fall wurde in beiden Fällen der emotionale Ausdruck „wütend“ wiederholt und die Stimulusperson variiert (Emotionspriming).

Der Aufbau eines Versuchsdurchgangs gleicht dem im ersten Experiment (vgl. Abschnitt 3.1.2.4). Eine Neuerung besteht darin, dass in der Hälfte der Durchgänge ein Hilfsreiz präsentiert wurde. Dieser zeigte für 300ms ein neutrales Bild der Person, die im zweiten Bild mit emotionalem Gesichtsausdruck zu sehen ist. Ab Auftreten des zweiten Ausdrucksbilds konnte die Versuchsperson ab Tastendruck entscheiden, ob beide emotionale Gesichtsausdrücke die gleiche oder unterschiedliche Emotion ausdrücken. Wieder wurden drei Primingbedingungen untersucht. Es konnte sich ausschließlich der emotionale Ausdruck wiederholen (Emotionspriming), es konnte sich die Identität der Stimuluspersion wiederholen (Identitätspriming) oder es konnten sich sowohl Ausdruck wie Identität wiederholen (kombiniertes *Priming*). Abbildung 3.16 zeigt schematisch zwei Versuchsdurchgänge, einmal mit und einmal ohne Hilfsreiz.

3.2.2.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit gleichen Schritten und gleichem Statistikprogramm wie in Experiment 1 (vgl. 3.1.2.6.1). Die Reaktionszeit wurde ab Auftreten des zweiten Bildes mit emotionalem Gesichtsausdruck bis zum Tastendruck gemessen. Primingeffekte wurden als Reaktionszeitersparnis berechnet (Differenz der mittleren Reaktionszeit für Durchgänge ohne *Priming* und Durchgänge mit *Priming*). Getrennt nach den drei Primingbedingungen (Emotionspriming, Identitätspriming, kombiniertes *Priming*) wurden jeweils zweifaktorielle Varianzanalysen mit Messwiederholung gerechnet. Die Faktoren waren hierbei jeweils „Emotionaler Ausdruck des gebahnten Bildes“ (zweistufig: *wütend* und *fröhlich*) und „Hilfsreiz“ (zweistufig: *Hilfsreiz*, *kein Hilfsreiz*). Die Freiheitsgrade wurden mittels Greenhouse-Geisser-Korrektur angegeben. Im Falle des Auftretens signifikanter Interaktionen wurde als post-hoc-Test der paarige t-Test verwendet. Das Signifikanzniveau war auf $\alpha < .05$ festgelegt.

3.2.2.5 Versuchsplan

3.2.2.5.1 Unabhängige Variablen

Als UV1 galt die „Emotion des zweiten Gesichtsausdrucks“ mit den Ausprägungen *wütend* und *fröhlich*, als UV2 das „Einfügen eines Hilfsreizes“, mit den Ausprägungen *Hilfsreiz* oder *kein Hilfsreiz*. Weiterhin gab es – wie in Experiment 1 – als UV3 den „Primingstatus der Identität der zweiten Stimulusperson“, sowie als UV4 den „Primingstatus des Emotionalen Gesichtsausdrucks“. Tabelle 3.3 gibt einen Überblick über Anzahl und Arten von Versuchsdurchgängen im Experiment.

Tabelle 3.3

Übersicht über die verschiedenen Primingbedingungen, emotionale Gesichtsausdrücke und die jeweilige Anzahl der Durchgänge (*Trials*) im Experiment.

		Gleicher emotionaler Ausdruck	Unterschiedlicher emotionaler Ausdruck
Hilfsreiz	Gleiches Gesicht	fröhlich – fröhlich (30 Trials)	wütend – fröhlich (30 Trials)
		wütend – wütend (30 Trials)	fröhlich – wütend (30 Trials)
	Unterschiedliches Gesicht	fröhlich – fröhlich (30 Trials)	wütend – fröhlich (30 Trials)
		wütend – wütend (30 Trials)	fröhlich – wütend (30 Trials)
Kein Hilfsreiz	Gleiches Gesicht	fröhlich – fröhlich (30 Trials)	wütend – fröhlich (30 Trials)
		wütend – wütend (30 Trials)	fröhlich – wütend (30 Trials)
	Unterschiedliches Gesicht	fröhlich – fröhlich (30 Trials)	wütend – fröhlich (30 Trials)
		wütend – wütend (30 Trials)	fröhlich – wütend (30 Trials)

3.2.2.5.2 Abhängige Variablen

Als abhängige Variable wurde die Reaktionszeitersparnis betrachtet, die durch verschiedene Primingbedingungen erreicht wurde. Diese wurde errechnet durch den Differenzwert „mittlere Reaktionszeit für Durchgang ohne *Priming*“ minus „mittlere Reaktionszeit für Durchgang mit *Priming*“. Eine negative Reaktionszeitersparnis wurde als zusätzliche Verarbeitungskosten gewertet.

3.2.2.5.3 Kontrolle von Störvariablen

Alle Versuchspersonen bekamen die gleichen Instruktionen schriftlich über das Experimentalprogramm, um Versuchsleitereffekte zu vermeiden. Das Geschlecht der Stimulusperson wurde über alle Versuchsdurchgangstypen ausbalanciert. Innerhalb eines Durchgangs wurde immer nur ein Geschlecht präsentiert. Alle 480 Versuchsdurchgänge wurden in randomisierter Form präsentiert. Jede Primingbedingung wurde gleich oft dargeboten, eine Wiederholung des emotionalen Ausdrucks im Sinne der Aufgabenstellung wurde in der Hälfte aller Durchgänge präsentiert.

3.2.3 Ergebnisse

Wie bei Experiment 1 werden alle Ergebnisse getrennt nach den drei Primingbedingungen berichtet. Alle angegebenen Reaktionszeiten sind Differenzwerte im Sinne einer gemittelten Reaktionszeitersparnis durch das jeweilige *Priming*. Alle Werte beziehen sich auf das zweite Bild eines jeden Durchgangs. Verglichen wurde nun innerhalb jeder Primingbedingung, ob das Einfügen eines Hilfsreizes die Reizdetektion erleichtert.

3.2.3.1 *Priming* des emotionalen Gesichtsausdrucks

Wie schon im ersten Experiment waren die Auswirkungen der Wiederholung eines emotionalen Gesichtsausdrucks abhängig von der Valenz der emotionalen Ausdrücke. Während fröhliche wiederholte Gesichtsausdrücke schneller detektiert wurden ($M=54,71\text{ms}$), wurden wütende wiederholte Gesichtsausdrücke durch *Priming* durchschnittlich um $157,42\text{ms}$ langsamer detektiert (Haupteffekt „Emotion des gebahnten Bildes“ $F(1,20)=69,93$; $p<.001$; $\eta_p^2=.78$). Das Einfügen eines neutralen Gesichts als Hilfsreiz führte allgemein zu einer schnelleren Detektion (Haupteffekt „Hilfsreiz“ $F(1,20)=5,79$; $p<.05$; $\eta_p^2=.23$). Das Einfügen des Hilfsreizes hatte nur für wütende Gesichter leistungsverbessernde Auswirkung (Interaktion der Faktoren „Emotion des gebahnten Bildes“ und „Hinweisreiz“ $F(1,20)=5,53$; $p<.05$; $\eta_p^2=.22$). Die Reaktionszeitveränderung durch das Einfügen des Hinweisreizes war für wütende Gesichter post hoc signifikant ($t(20)=-3,34$; $p<.01$). Die Reaktionszeitersparnisse durch das *Priming* des emotionalen Ausdrucks sind in Abbildung 3.17 dargestellt. Negative Ersparnisse sind als Kosten im Sinne einer Reaktionszeitverlängerung durch *Priming* zu verstehen.

3.2.3.2 *Priming* der Identität der Stimulusperson

In diesem Versuchsdesign fanden sich für das *Priming* der Identität der Stimulusperson keine signifikanten Haupteffekte oder Interaktionen.

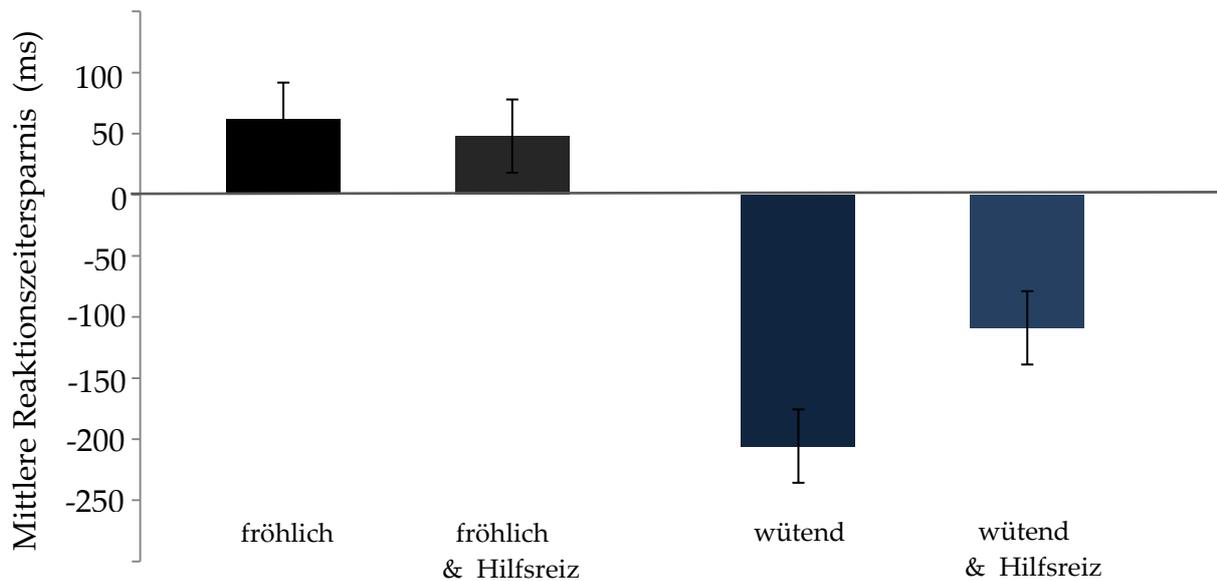


Abbildung 3.17: Reaktionszeitersparnis durch *Priming* des emotionalen Ausdrucks getrennt nach Emotion und An- oder Abwesenheit eines Hilfsreizes. Fehlerbalken geben den Standardfehler des Mittelwertes an.

3.2.3.3 Kombiniertes *Priming*

Wurden sowohl die Identität der Stimuluspersonen wie auch der emotionale Gesichtsausdruck gebahnt, so zeigte sich, dass fröhliche Gesichtsausdrücke durch *Priming* schneller erkannt wurden als wütende Gesichtsausdrücke. Das *Priming* fröhlicher Gesichtsausdrücke führte zu einer durchschnittlichen Reaktionszeitersparnis von 121,50ms, bei wütenden Gesichtsausdrücken lediglich zu 10,07ms. Der Haupteffekt „Emotion des gebahnten Bildes“ war signifikant ($F(1,20)=17,74$; $p<.001$; $\eta_p^2=.47$). Wurde der Hilfsreiz eingefügt, führte dies nicht zu einer Leistungsverbesserung, sondern reduzierte die Reaktionszeitersparnis, die durch das *Priming* ausgelöst wurde. (mittlere Reaktionszeitersparnis ohne Hilfsreiz: 87,83ms; mit Hilfsreiz: 43,74ms). Der Haupteffekt des Faktors „Hilfsreiz“ war signifikant ($F(1,20)=6,28$; $p<.05$; $\eta_p^2=.24$). Die mittleren Reaktionszeitersparnisse durch kombiniertes *Priming* sind für die Valenz des emotionalen Ausdrucks die Valenz des

emotionalen Ausdrucks und nach Versuchsbedingung getrennt in Abbildung 3.18 dargestellt.

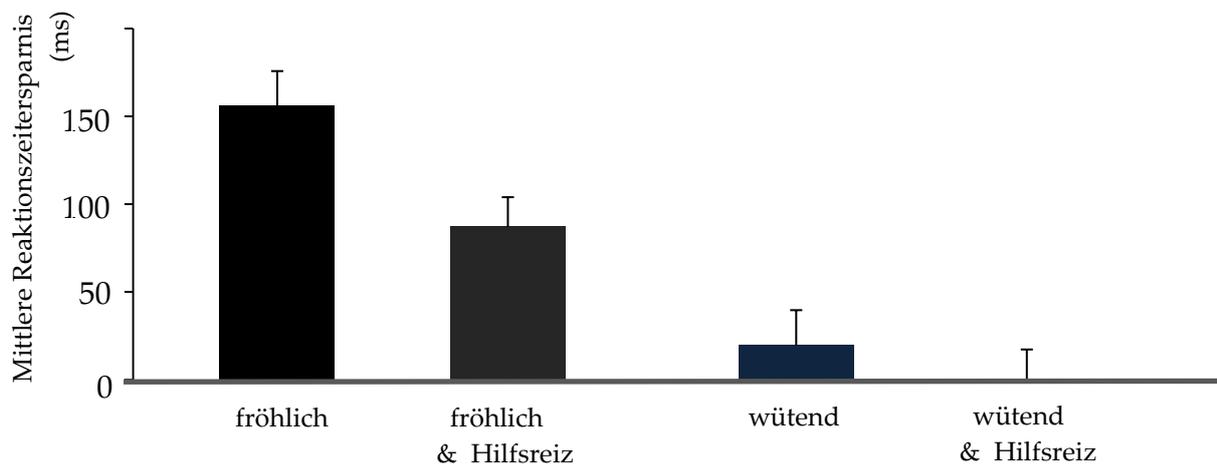


Abbildung 3.18: gemittelte Reaktionszeitersparnisse durch kombiniertes *Priming* getrennt sowohl nach der Emotion des wiederholten Bildes als auch danach, ob ein Hilfsreiz eingefügt wurde oder nicht. Fehlerbalken geben den Standardfehler an.

3.2.4 Diskussion

Die Ergebnisse des ersten Experiments ließen sich replizieren. Die Wiederholung von emotionalen Gesichtsausdrücken ohne gleichzeitige Wiederholung der Stimulusperson führte zu valenzabhängigen Effekten auf die Reaktionszeiten für korrekte Detektionen. Die Wiederholung eines fröhlichen Gesichtsausdrucks führte zu einer Reaktionszeitersparnis, die Wiederholung eines wütenden Gesichtsausdrucks zu einer Reaktionszeitverlängerung. Wurde neben dem emotionalen Gesichtsausdruck auch die Identität der Stimulusperson wiederholt (kombiniertes *Priming*), so trat dieses veränderte Reaktionsmuster nicht mehr auf, wobei trotzdem fröhliche Gesichter durch Wiederholung schneller detektiert wurden als wütende Gesichter – auch dies war eine Replikation der Ergebnisse der gleichen Versuchsbedingung aus Experiment 1.

Wurde nun vor Auftreten des zweiten Bildes ein Hinweisreiz eingefügt, der die Identität der Stimulusperson des zweiten Bildes angab, so führte dies bei selektiver Wiederholung des emotionalen Ausdrucks zu einer signifikanten Leistungsverbesserung, wenn wütende Ausdrücke wiederholt wurden. Trotz dieses reaktionserleichternden Einflusses des Hilfsreizes führt allerdings das selektive Wiederholen eines wütenden Gesichtsausdrucks auch in dieser Bedingung immer noch zu einer Reaktionszeitverlangsamung (gegenüber den Reaktionszeiten für nicht wiederholte wütende Gesichtsausdrücke). Die Detektion fröhlicher Gesichtsausdrücke konnte vom Einfügen eines Hilfsreizes nicht profitieren, die Reaktionszeiterparnis wurde aber auch nicht durch Einfügung des Hilfsreizes beeinträchtigt. Wurde ein kombiniertes *Priming* verwendet, so hat das Einfügen dieses Hinweisreizes einen negativen Effekt auf die Reaktionszeiterparnis. Dies traf auf beide verwendete Emotionen zu. Für das selektive Wiederholen der Identität der Stimulusperson traten bei diesem Versuchsdesign keine signifikanten Ergebnisse auf.

3.2.4.1 Beantwortung der Fragestellungen und Hypothesen

Da sich die Kosten, die bei der Verarbeitung wiederholter wütender Gesichtsausdrücke entstehen, durch das Einfügen eines Hilfsreizes signifikant senken ließen, kann davon ausgegangen werden, dass diese Kosten zum Teil aus Abgleichungsprozessen resultieren, die charakteristisch für die Verarbeitung zweier hintereinander präsentierter wütender Gesichter sind. Auf die Verarbeitung wiederholter fröhlicher Gesichtsausdrücke hatte das Einfügen eines Hilfsreizes hingegen keinen Einfluss. Dies stützt die Annahme von Kirita und Endo (1995), dass es wahrscheinlich ist, dass fröhliche Gesichter anders (holistisch statt analytisch) verarbeitet werden. Die Ergebnisse legen nahe, dass die Reaktionszeitkosten bei wütenden Gesichtern zum Teil in Analyseschritten liegen, bei denen das Gesicht weiter analysiert wird. Da bei der Verarbeitung fröhlicher Gesichtsausdrücke diese

strukturelle Komponente keine Rolle zu haben scheint, wirkt sich auch das Einfügen des Hilfsreizes nicht auf diese Reaktionszeitveränderung in dieser Bedingung aus.

Die Kosten für wütende Gesichter heben sich durch das Einfügen des Hilfsreizes nicht vollständig auf. Dies legt nahe, dass die Reaktionszeitkosten nicht ausschließlich auf einem unterschiedlichen Verarbeitungsmodus beruhen, sondern auch andere Faktoren in dieser Bedingung eine Rolle spielen. Denkbar wären Interferenzeffekte durch die Aufmerksamkeitszuwendung auf bedrohliche Reize, wie sie in 3.1.4.1 beschrieben wurden. Nach dieser Theorie wäre durch eine Aufmerksamkeitszuwendung auf das erste Bild die Verarbeitung des zweiten Bildes erschwert. Denkbar wäre auch, dass die Verarbeitung des zweiten Bildes langsamer oder genauer ist und die Zeit bis zum Tastendruck selbst verlängert. Unklar ist, ob ein möglicher Aufmerksamkeitseffekt, nicht ebenso durch das Einfügen des Hilfsreizes neutralisiert würde und ob der Hilfsreiz lang genug präsentiert wurde, um die strukturelle Enkodierung ausreichend zu erleichtern. Für Bedingung kombiniertes *Priming* fällt auf, dass das Einfügen des Hilfsreizes, die Reaktionszeitersparnis vor allem bei fröhlichen Ausdrücken reduziert (Haupteffekt „Hilfsreiz“). Das neutrale Bild scheint hier den Bahnungsprozess zu blockieren, wenn es zwischen zwei identischen Fotos präsentiert wird.

3.3 Experiment 3

Sind die emotionsspezifischen Primingeffekte kurzfristige oder längerfristige Phänomene?

Dieses Experiment behandelt die Fragestellung, ob die gegensätzlichen Effekte der Ausdruckswiederholung in der Emotionspriming-Bedingung kurzfristig oder längerfristiger Natur sind. In diesem Experiment wird lediglich eine Emotionspriming-Aufgabe verwendet. Neben einfacher Wiederholung von Gesichtsausdrücken kommen im Design nun auch doppelte Wiederholungen (also dreifache Präsentationen eines Gesichtsausdrucks gleicher Emotion) vor. Zusätzlich soll untersucht werden, ob die Reaktionsverlangsamung für wiederholte wütende Bilder spezifisch für Bedrohungsreize ist oder ob die Reaktion aufgrund allgemeiner negativer Valenz der Bilder verursacht ist. Hierzu sollen explorativ auch einfache und doppelte Wiederholungen von traurigen Gesichtsausdrücken verwendet werden.

3.3.1 Einleitung

In den Experimenten 1 und 2 konnte gezeigt werden, dass die selektive Wiederholung eines emotionalen Gesichtsausdrucks zu emotionsspezifischen Reaktionszeiteffekten führt. Während fröhliche Gesichter einen Vorteil aus der Ausdruckswiederholung induzieren, kommt es bei der Wiederholung wütender Gesichter zu zusätzlichen Kosten, die teilweise aufgehoben werden können, wenn die Gesichtserkennung des zweiten Bildes durch Einfügen eines neutralen Bildes gleicher Identität erleichtert wird.

In Experiment 3 soll nun beobachtet werden, ob sich durch das Präsentieren des dritten emotionalen Gesichtsausdrucks gleicher Valenz (also einer doppelten Wiederholung), die Reaktionszeiteffekte verändern. Die Aufgabe soll weiterhin ein direkter Aufgabentyp sein („Ist die gezeigte Emotion die gleiche Emotion wie im Bild zuvor?“). Grundsätzlich stellt sich die Frage, ob weitere Wiederholungen von Gesichtsausdrücken zu weiteren Reaktionszeitbeschleunigungen oder –verlangsamungen führen oder ob die in den vorangegangenen Experimenten erzielten Ergebnisse, bereits bei einfacher Wiederholung ausgereizt sind. Mögliche Hinweise, dass es längerfristige Effekte mehrfacher Ausdruckswiederholungen geben kann, zeigen u.a. Studien zur emotionalen Ansteckung (Blairy, Herrera & Hess, 1999; Hess & Blairy, 2001), wobei hier die Ausdrücke gleicher Emotion für mehrere Minuten präsentiert werden. Emotionale Ansteckung beschreibt das Phänomen, dass Versuchspersonen, die über eine längere Zeit Gesichtsausdrücke der gleichen Emotion betrachten, in ihrer eigenen Stimmung sich der Emotion der Ausdrücke annähern (also eine Stimmungsverbesserung bei fröhlichen und eine Verschlechterung bei traurigen Ausdrücken).

Ein weiteres Ziel des Experiments soll sein, die Valenzabhängigkeit der Primingeffekte mit Einfügen einer dritten Emotion (traurige Gesichtsausdrücke) in dieser Versuchsbedingung zu untersuchen. Da gerade längerfristiges Betrachten trauriger Gesichtsausdrücke die Stimmung der Versuchsperson negativ beeinflussen kann, wäre es hier interessant, die Folgen mehrfacher Präsentationsstufen zu beobachten. In der Literatur ist lediglich in den Arbeiten von Ishai et al. (2004, 2006) ein emotionaler Gesichtsausdruck dreifach wiederholt worden. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind aus mehreren Gründen nicht ohne weiteres auf das vorliegende Design zu übertragen. So bezogen sich die Autoren in ihren Arbeiten immer auf Primingeffekte, die als Aktivitätsveränderungen zwischen erster und dritter Präsentation eines gleichen Gesichtsausdrucks gewertet wurden. Zudem handelte sich bei dem Aufgabentypus der Autoren immer um einen indirekten Aufgabentyp

(ein Zielgesicht sollte erkannt werden). Außerdem wurden immer neutrale mit ängstlichen Gesichtsausdrücke untersucht und zwischen den Ausdruckswiederholungen andere Gesichter gezeigt.

3.3.1.1 Fragestellungen und Hypothesen

Für die Untersuchung der Auswirkung dreifacher Ausdruckspräsentation wurde eine Änderung des Designs der bisher verwendeten Aufgabenstellung notwendig. Eine Ausbalancierung aller möglichen Ausdrucks- und Wiederholungsstufen für eine zur Vermeidung von Strategieentwicklung ausreichende Anzahl von Versuchsdurchgängen hätte die Gesamtdauer des Experiments zu lang werden lassen (zumal noch weitere Zeit für Blinzel- und Bewegungspausen zwischen den Versuchsdurchgängen nötig gewesen wäre). Aus diesem Grund wurden den Versuchspersonen recht lange Versuchsdurchgänge präsentiert (15 Bilder hintereinander), in denen jeweils neben einmaliger Ausdruckspräsentation auch einfache und doppelte Wiederholungen emotionaler Ausdrücke gezeigt wurden. Der Faktor „Identität der Stimulusperson“ wurde nicht mehr variiert, d.h. es wurden nun immer Fotos unterschiedlicher Personen gezeigt. Die Aufgabe selbst blieb konstant, indem immer eine Ausdruckswiederholung detektiert werden sollte. Durch die erhöhte Länge der Versuchsdurchgänge erschwerte sich die Aufgabe für die Versuchspersonen dadurch, dass zum einen eine längere Zeit die Aufmerksamkeit konstant hoch gehalten werden muss (30s. statt 2,5s. je Durchgang). Schwieriger war es auch, dass zum anderen die im Arbeitsgedächtnis zu memorierende Emotion schneller als in den vorangegangenen Experimenten mit individuell langen Pausen zwischen den einzelnen Durchgängen wechselte. Weiterhin kam hinzu, dass mit zunehmender Länge der Versuchsdurchgänge auch die Intervalle länger wurden, in denen nicht geblinzelt werden durfte. Unter den Voraussetzungen dass die genannten Veränderungen am Design der Versuchsdurchgänge keinen Einfluss auf

die Effekte auf Reaktionszeiten und EKP haben, werden folgende Hypothesen aufgestellt:

Hypothese 1a: *Die einfache Wiederholung eines fröhlichen Gesichtsausdrucks führt zu Reaktionszeitersparnissen. Die einfache Wiederholung eines wütenden Gesichtsausdrucks führt zu einer Reaktionszeitverlangsamung.*

Hypothese 1b: *Die einfache Wiederholung eines fröhlichen Gesichtsausdrucks führt zu einem Anstieg der N170. Die einfache Wiederholung eines wütenden Gesichtsausdrucks führt zu einem Absinken der N170.*

Diese Hypothese stützt sich auf die Ergebnisse der Experimente 1 und 2. Unter der Annahme, dass die Veränderung des Trialdesigns keinen Einfluss auf EKP und Reaktionszeiten hat, wird von einer Replikation der Ergebnisse ausgegangen.

Hypothese 2a: *Die doppelte Wiederholung eines fröhlichen Gesichtsausdrucks führt zu größeren Reaktionszeitersparnissen. Die doppelte Wiederholung eines wütenden Gesichtsausdrucks führt hingegen nicht zu einer weiteren Reaktionszeitverlangsamung.*

Für wütende Gesichtsausdrücke wurde gezeigt, dass die Präsentation eines zweiten wütenden zu verlängerten Reaktionszeiten führen. In Experiment 2 konnte gezeigt werden, dass dies zum Teil auf wahrscheinlich andere strukturelle Enkodierungsprozesse beim Abgleich zweier wütender Gesichter zurückzuführen ist, die

zusätzliche Reaktionszeitkosten verursachen. Für doppelt wiederholte Ausdrücke wird angenommen, dass sich die Reaktionszeit auf einem Plateau einpendelt, da diese Kosten mit einer weiteren Wiederholung gegenüber der ersten Wiederholung objektiv nicht zunehmen dürften. D.h.: im Vergleich zur Präsentation ohne Wiederholung sollte die Reaktionszeit für die doppelte Wiederholung immer noch deutlich länger sein. Die Reaktionszeit für doppelte Wiederholungen sollte sich allerdings nicht von der für einfach wiederholte wütende Gesichtsausdrücke unterscheiden. Auch bei Annahme einer Aufmerksamkeitsorientierung auf den vorausgehenden wütenden Ausdruck, die Ressourcen für die Verarbeitung des zweiten blockiert, würde man zunächst eher nicht damit rechnen, dass es bei doppelter Wiederholung zu einem weiteren Reaktionszeitanstieg kommen würde.

Für fröhliche Gesichtsausdrücke wird umgekehrt angenommen, dass eine doppelte Wiederholung durchaus zu weiteren Reaktionszeiterparnissen führt, zum einen, da diese Emotion bereits bei einfacher Wiederholung bereits von Bahnung profitiert, zum anderen auch, da diese Gesichtsausdrücke an sich bereits sehr gut und schnell erkannt werden.

Hypothese 2b: *Die doppelte Wiederholung eines fröhlichen Gesichtsausdrucks führt zu einem weiteren Anstieg der Amplitude der N170. Die doppelte Wiederholung eines wütenden Gesichtsausdrucks führt hingegen nicht zu einem weiteren Absinken der Amplitude der N170.*

Diese Hypothese wird unter den Annahmen formuliert, dass die in Experiment 1 beobachtbaren EKP-Daten sich analog zu den emotionsspezifischen Reaktionszeiteffekten verhalten und dass sie die unterschiedlichen N170-Amplitudenentwicklungen Kosten- und Ersparnisse der Ausdrucksverarbeitung

widerspiegeln. Sollte die Hypothese 2a zutreffen, so würde sich die Amplitude der N170 bei doppelter Wiederholung emotionsspezifisch weiterentwickeln.

Hypothese 3: *Die Amplitudenentwicklung des LPC drückt sich in einem emotionsunspezifischen Alt-Neu-Anstieg aus.*

Diese Hypothese stützt sich auf die Ergebnisse der drei Primingbedingungen in Experiment 1, in dem die Wiederholung jedes emotionalen Gesichts bei diesem direkten Aufgabentyp zu einem Amplitudenanstieg führte, der unabhängig von der Detektionsleistung der Versuchsperson war.

Für die Emotion „traurig“ kann aufgrund mangelnder Datenlage nur allgemein angenommen werden, dass die Detektion trauriger Gesichter aufgrund der negativen Reizeigenschaften eher schwierig ist und weniger gut von *Repetition Priming* profitiert (vgl. Marchewka & Nowicka, 2007).

3.3.2 Methode

3.3.2.1 Stichprobenbeschreibung

Es wurden insgesamt 38 Versuchspersonen untersucht, von denen 28 ausgewertet werden konnten. Alle Probanden waren normalsichtig oder verfügten über korrigierte Sehschärfe, kein Proband wies neurologische oder psychiatrische Vorerkrankungen auf. Vier Versuchspersonen zeigten eine zu hohe Anzahl an Artefakten im EEG, drei zeigten eine zu schlechte Performanz (Antworten lagen unter Rateniveau), bei drei weiteren traten technische Probleme auf. Die

verbleibende Stichprobe bestand aus 19 Frauen und neun Männern, die Altersspanne lag zwischen 19 und 26 Jahren ($M=23,29$ Jahre; $SD=4,12$ Jahre).

3.3.2.2 Ort, Versuchsapparaturen und Stimulusmaterial

Dieser Versuch wurde im gleichen Labor, mit den gleichen Apparaturen und unter gleichen Beleuchtungsbedingungen wie bei Experiment 2 durchgeführt (vgl. 2.2.2.2). Auch hier erfolgte die Präsentation mittels des Programms *E-prime-2-Professional* (Psychology Software Tools Inc., Pittsburg, 2008). Als Stimulusmaterial dienten analog zu den ersten Experimenten schwarz-weiß-gefärbte frontale Aufnahmen aus dem KDEF, die diesmal fröhliche, wütende oder traurige Gesichtsausdrücke zeigten.

3.3.2.3 Versuchsaufbau und Aufbau eines Versuchsdurchgangs

Die Versuchsdurchführung dauerte inklusive Anbringung der EEG-Elektroden ungefähr 100 Minuten. Das Experiment gliederte sich in eine zweistufige Trainingsphase und eine Hauptphase. Um die Versuchsperson an die Aufgabe zu gewöhnen, löste sie in der ersten Stufe der Trainingsphase acht Versuchsdurchgänge, die vom Aufbau denen aus der Versuchsbedingung „*Priming* des emotionalen Gesichtsausdrucks“ aus Experiment 1 glichen (vgl. 3.1.2.4), d. h. jeweils zwei verschiedene Stimuluspersonen mit gleichem oder verschiedenen emotionalen Gesichtsausdrücken zeigten. Hierauf folgte eine zweite Trainingsphase mit zehn langen Versuchsdurchgängen (jeweils 15 Bilder), die denen der Hauptphase glichen. Eine Rückmeldung über die Performanz in der Aufgabe erfolgte während des Versuchs nicht, es wurde aber darauf geachtet, der Versuchsperson während der Trainingsphase eine Rückmeldung über ihr Blinzeln- und Bewegungsverhalten zu geben.

In der Hauptphase sah eine Versuchsperson insgesamt 90 Versuchsdurchgänge. Da jeder neue Durchgang durch einen weiteren Tastendruck gestartet werden musste, konnte die Versuchsperson zu jedem Zeitpunkt der Versuchsdurchführung eine weitere Pause machen. Die Gesamtpräsentationsdauer lag zwischen 50 und 60 Minuten. Pro Versuchsdurchgang wurden fünfzehn Bilder präsentiert. Die Versuchspersonen sollten per Tastendruck entscheiden, ob sich eine unmittelbar wiederholt. Im Unterschied zu den Experimenten 1 und 2 wurde mit jedem Bild eine andere Stimulusperson gezeigt. Keine Stimulusperson tauchte innerhalb eines Durchgangs zweimal auf, d.h. in diesem Experiment gab es nur eine Emotionspriming-Bedingung. Analog zur Darbietungsdauer der ersten beiden Experimente wurden die Bilder für jeweils 500ms präsentiert. Dazwischen lag ein Interstimulusintervall von 1500ms. Bis auf das erste Bild erforderte jedes Bild eine Tastenreaktion („gleicher emotionaler Ausdruck“, „nicht gleicher emotionaler Ausdruck“). Da der Ablauf der Bildsequenz nicht gestört werden sollte, war es in diesem Experiment nun auch möglich, dass die Versuchsperson indem sie keine Taste drückte, einen Auslassungsfehler machte. Abbildung 3.19 zeigt schematisch den Aufbau eines Versuchsdurchgangs.

Zur Messung von einfacher und doppelter Wiederholung eines emotionalen Gesichtsausdrucks wurden Doubletten (zweimal die gleiche Emotion hintereinander) und Tripletts (dreimal die gleiche Emotion hintereinander) verwendet. Innerhalb eines Durchgangs traten jeweils eine Doublette und ein Triplet auf. Doublette und Triplet folgten nie unmittelbar aufeinander. Zudem trat nie die gleiche Emotion innerhalb eines Durchgangs als Doublette und als Triplet auf. Es wurde auch nie ein Durchgang mit einer Doublette oder einem Triplet begonnen. Um die Aufgabe nicht zu monoton zu gestalten, wurden als weitere Bilder Gesichtsausdrücke mit der Emotion *überrascht* präsentiert. Diese Bilder konnten auch als Doubletten auftreten. Diese Emotion diente lediglich als Distraktoremotion und Reaktionen hierauf wurden nicht ausgewertet.

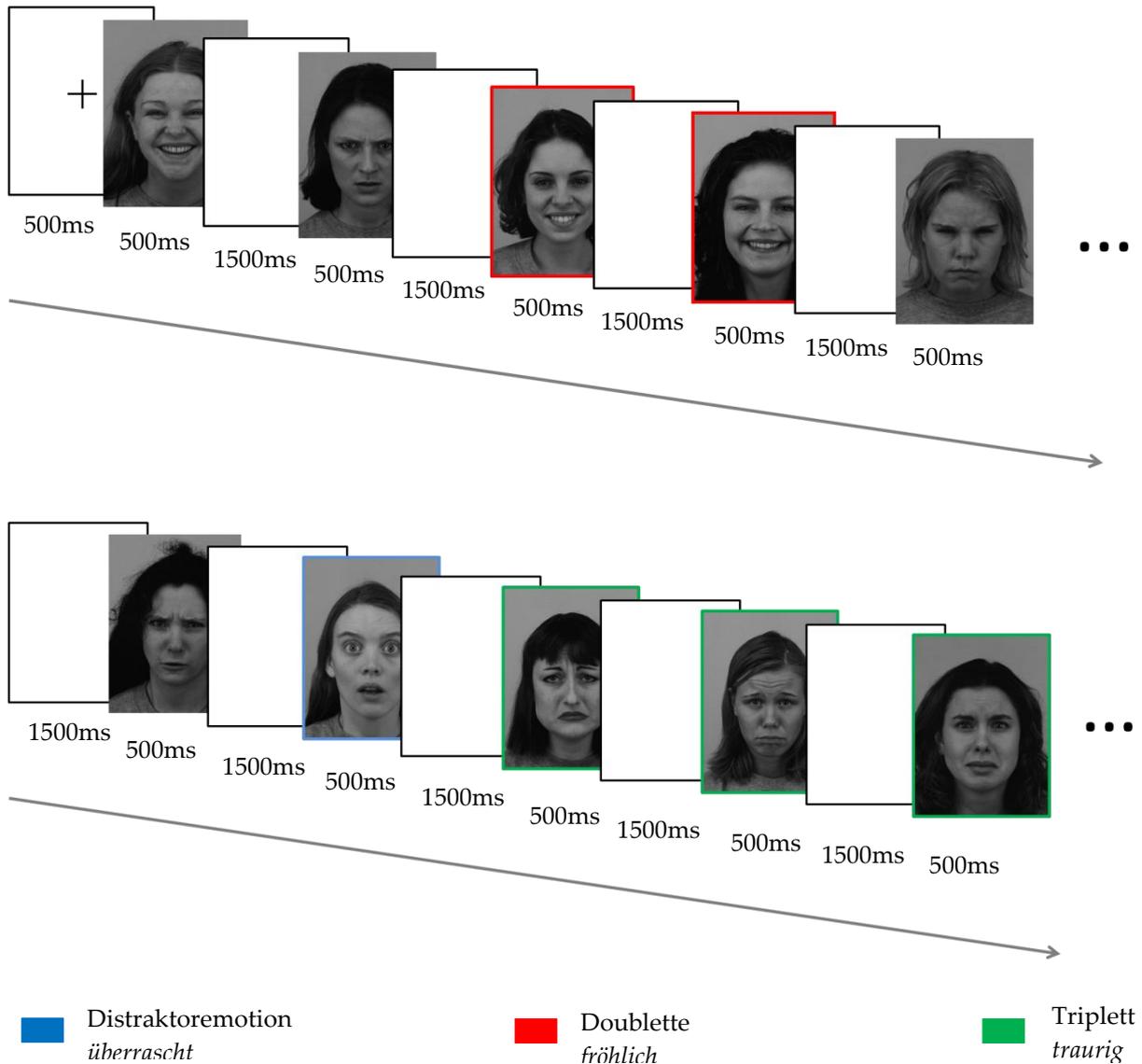


Abbildung 3.19: Schematischer Ablauf eines Versuchsdurchgangs. Pro Durchgang werden 15 Bilder mit emotionalen Gesichtsausdrücken gezeigt. In jedem Durchgang gab es eine Doublette (zweimal die gleiche Emotion hintereinander) und ein Triplet (dreimal die gleiche Emotion hintereinander). Neben den Emotionen *wütend*, *fröhlich* und *traurig* wurde als Distraktoremotion *überrascht* gezeigt.

3.3.2.4 Psychophysiologie (Ereigniskorrelierte Potentiale)

3.3.2.4.1 Erfassung des EEG-Signals

Während die Auswertungsschritte für ereigniskorrelierte Potentiale den Schritten in Experiment 1 glichen (vgl. 3.1.2.5), unterschied sich durch den Laborraumwechsel das Ableitungssystem. Die dadurch bedingten Unterschiede im Ableitungsprocedere werden im Folgenden angegeben.

Verwendet wurden diesmal Napfelektroden (Falk Minow Services), die nach 10/20-System an zwei aktiven Elektrodenpositionen (Cz, P8'⁶) angebracht wurden. Als Erdelektrode diente eine Elektrode an der Position AFz. Wie im ersten Experiment handelte es sich bei der EEG-Ableitung um eine unipolare Ableitung mit *linked-earlobes*-Referenz. Auch hier wurden zur Kontrolle von Bewegungs- und Blinzelartefakten zusätzlich vertikale und horizontale EOG-Elektroden verwendet. Die Reinigung der Kopfhaut und Anbringung der Elektroden erfolgte in den gleichen Schritten wie in Experiment 1, wobei die anderen EEG-Elektroden zur Befestigung auf der Kopfhaut eine andere Elektrodenpaste (EC2-Paste, Grass Technologies, West Warwick) erforderten.

Die Erfassung und Verstärkung des EEG-Signals erfolgte über einen digitalen Verstärker (*Contact Precision Instruments*, London). Bei gleichen *Online*-Filterungen (Bandpass 0.03 – 300Hz, Notchfilter 50Hz) wurde das EEG-Signal mit dem Programm *Psylab7* (*psylab*, London) auf einem separaten PC aufgezeichnet. Die Abtastrate betrug hier 500Hz. Das Experimentalprogramm sendete als Triggersignal zur späteren Segmentierung synchron zum Auftreten eines Bildes ein digitales Triggersignal, das die Valenz des gezeigten Gesichtsausdrucks und seine

⁶ Die Elektrodenposition P8' wurde über 50 Prozent der Strecke Inion / rechter Mastoid gemessen.

Wiederholungsstufe (*nicht wiederholt, einfach wiederholt, doppelt wiederholt*) markierte und über einen eigenen EEG-Kanal (*Event-Kanal*) aufgezeichnet wurde.

3.3.2.4.2 Verarbeitung und Auswertung des EEG-Signals

Die weitere Analyse des EEG-Signals erfolgte mit dem Programm Brain Vision Analyzer (Version 1.04; BrainProducts GmbH) nach den gleichen Verarbeitungsschritten und unter Verwendung gleicher Offline-Filtereinstellungen wie in Experiment 1 (3.1.2.5.2).

3.3.2.5 Statistische Auswertung

3.3.2.5.1 Verhaltensdaten

Die Analyse erfolgte nach den gleichen Vorgaben wie in Experiment 1 und 2 (vgl. 3.2.1.2.6.1) und unter Verwendung des gleichen Statistikprogramms SPSS (*Statistic Package for the Social Sciences*, Version 17). Für die Auswertung wurden nur die Reaktionszeiten für richtige Antworten benutzt. Innerhalb einer Versuchsperson wurden Reaktionszeiten, die mehr als zwei Standardabweichungen über oder unter dem Durchschnitt der jeweiligen Versuchsbedingung dieser Person lagen, von der weiteren Analyse ausgeschlossen.

Es wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholung gerechnet mit den Faktoren „Emotion des gezeigten Gesichtsausdrucks“ (dreistufig: *fröhlich, wütend, traurig*) und „Wiederholung“ (dreistufig: *nicht wiederholt, einfach wiederholt, doppelt wiederholt*). Als post-hoc-Test wurde der paarige t-Test verwendet. Das Signifikanzniveau war für Varianzanalysen und t-Test auf $\alpha < .05$ festgelegt.

3.3.2.5.2 EEG-Daten

Die statistische Auswertung der EEG Daten glich in ihren Schritten der Auswertung in Experiment 1 (vgl. 3.1.2.6.2). *Averages* wurden für die drei Emotionen und die drei Wiederholungsstufen für jede Versuchsperson gerechnet. Für die Komponenten der frühen visuellen Verarbeitung (P1, N170, P2) wurde hier jeweils die maximale Amplitudenauslenkung der *Averages* an der Elektrodenposition P8' innerhalb eines vorher festgelegten Zeitbereichs exportiert (gerechnet ab Stimulusauftreten: 50-100ms für die P1; 130-180ms für die N170 und 150-200ms für die P2). Für Berechnungen, die den LPC betrafen, wurde die mittlere Amplitude der *Averages* für den Zeitbereich 300 bis 500ms nach Stimulusauftreten über der Elektrodenposition Cz verwendet.

Getrennt nach EKP-Komponente wurden verschiedene Varianzanalysen mit Messwiederholung in SPSS berechnet. Für die N170, die P100, die P200 (an der Elektrodenposition P8') und den LPC (an der Elektrodenposition Cz) wurden jeweils zweifaktorielle Varianzanalysen mit den Faktoren „Emotionaler Ausdruck des zweiten Bildes“ (*wütend, fröhlich, traurig*) und „Wiederholung“ (*nicht wiederholt, einfach wiederholt, doppelt wiederholt*) gerechnet. Für post-hoc-Vergleiche wurde der paarige t-Test verwendet, das Signifikanz-Niveau lag bei .05.

3.3.2.6 Versuchsplan

3.3.2.6.1 Unabhängige Variablen

In diesem Experiment sahen die Versuchspersonen immer Bilder, die mit einem emotionalen Gesichtsausdruck, der sich zum vorangegangenen so verhalten konnte, dass er entweder die gleiche oder eine unterschiedliche Emotion zeigen konnte. Zeigte der Gesichtsausdruck die gleiche Emotion, so handelte es sich entweder um eine einfache Wiederholung oder um eine doppelte Wiederholung (letzteres, wenn es

sich um das dritte Bild eines Triplets handelte). Aus dieser Versuchsanordnung ergeben sich zwei unabhängige Variablen (UV): als UV1 galt die „Emotion des gezeigten Gesichtsausdrucks“ mit den Ausprägungen *wütend*, *fröhlich* oder *traurig*, als UV2 der „Wiederholungsstatus des Gesichtsausdrucks“, mit den Ausprägungen *emotionaler Ausdruck ist nicht wiederholt* oder *emotionaler Ausdruck ist einfach wiederholt* oder *emotionaler Ausdruck ist doppelt wiederholt*. Diese unabhängigen Variablen gelten sowohl für die behavioralen wie auch für den elektrophysiologischen Anteil des Experiments.

Zusammenfassend wurde folgender Versuchsplan aufgestellt: für die Reaktionszeiten und für die Elektrophysiologie galt jeweils ein 3x3-Design. Tabelle 3.4 zeigt eine Übersicht über die verschiedenen im Experiment gezeigten Emotionen, Wiederholungsstufen und wie sie sich auf die Versuchsdurchgänge verteilten. Nicht angegeben ist die Distraktoremotion *überrascht*, die 48fach einzeln und 30fach als Doublette auftrat. Die 96 Präsentationen jedes emotionalen Ausdrucks, der nicht wiederholt wurde, kommen dadurch zustande, dass hierfür ausschließlich Bilder genommen wurden, denen weder die Emotion *überrascht* noch eine Doublette oder ein Triplet unmittelbar vorausgingen.

Tabelle 3.4

Übersicht über die verschiedenen Wiederholungsstufen, emotionale Gesichtsausdrücke und die jeweilige Auftretensanzahl (in Klammern) im Experiment.

Emotionaler Gesichtsausdruck	Keine Wiederholung		Einfache Wiederholung		Doppelte Wiederholung
fröhlich			Doublette		Triplett
	X – <u>fröhlich</u>	(96x)	<i>fröhlich-fröhlich</i>	(20x)	<i>fröhlich-fröhlich-fröhlich</i> (30x)
			Triplett		
			<i>fröhlich-fröhlich-fröhlich</i>		(30x)
wütend			Doublette		Triplett
	X – <u>wütend</u>	(96x)	<i>wütend-wütend</i>	(20x)	<i>wütend-wütend-wütend</i> (30x)
			Triplett		
			<i>wütend-wütend-wütend</i>		(30x)
traurig			Doublette		Triplett
	X – <u>traurig</u>	(96x)	<i>traurig-traurig</i>	(20x)	<i>traurig-traurig-traurig</i> (30x)
			Triplett		
			<i>traurig-traurig-traurig</i>		(30x)

3.3.2.6.2 Abhängige Variablen

In der Auswertung wurden als abhängige Variable die Reaktionszeiten für korrekte Antworten „gleiche Emotion“ oder „ungleiche Emotion“ als Maß für die Auswirkung der Wiederholungsstufen genommen. Für die elektrophysiologische

Auswertung wurde als AV die mittlere Amplitude der EKP-Komponenten (P1, N170, P2 und LPC) betrachtet.

3.3.2.6.3 Kontrolle von Störvariablen

Einflüsse durch den Versuchsleiter wurden versucht zu vermeiden, indem für alle Versuchspersonen gleiche Instruktionen über das Experimentalprogramm auf den Monitor präsentiert wurden. Jede Versuchsperson sah gleich viele männliche wie weibliche Stimuluspersonen und innerhalb eines Versuchsdurchgangs wechselte das Geschlecht der Stimuluspersonen nicht. Auch die Verteilung des Geschlechts der Stimuluspersonen auf Doubletten und Tripletts war innerhalb der Emotionen gleich verteilt. Um störende Einflüsse des Faktors Identität zu vermeiden, tauchte jede Stimulusperson innerhalb eines Versuchsdurchgangs nur einmal auf und über das Experiment verteilt gleich oft.

Um Reihenfolgeeffekte und Strategiebildung zu vermeiden wurden alle 90 Versuchsdurchgänge in randomisierter Reihenfolge dargeboten. In der Hälfte aller Durchgänge trat zuerst eine Doublette, später ein Triplet auf, in der anderen Hälfte war die Reihenfolge umgekehrt. Das Auftreten von Doubletten und Tripletts einer Emotion war über alle Durchgänge ausbalanciert (d.h. die Hälfte aller *angry*-Doubletten waren vor Auftreten eines Tripletts, die andere Hälfte nach Auftreten eines Tripletts usw.). Doubletten und Tripletts folgten nie direkt aufeinander sondern immer erst nach einer Folge nicht wiederholter Reize, wobei die Anzahl dieser Reize um einen Wert zwischen drei und sieben wechselte. Zur Vermeidung von Strategiebildung und um die Aufgabe abwechslungsreicher zu gestalten wurde die Distraktoremotion *überrascht* nach Zufall über die Trials verteilt. Dreißig Doubletten des Experiments zeigten diese Emotion.

Um Daten zu erhalten, die trotz veränderten Versuchsdesigns mit den Daten der ersten beiden Experimente weitgehend vergleichbar waren, wurde bei der Analyse der Reaktionen auf nicht wiederholte Ausdrücke darauf geachtet, dass diesen kein Bild mit der Distraktoremotion *überrascht* vorausging, noch unmittelbar vorher eine Doublette oder ein Triplet vorausgegangen war.

Wie in Experiment 1 erhielt jede Versuchsperson genaue Instruktionen (ruhig sitzen, keine Zähne aufeinanderbeißen, möglichst selten blinzeln, usw.). Zudem wurden in der Artefaktkorrektur Segmente von der Auswertung ausgeschlossen, die durch Augenbewegungen oder Blinzler beeinflusst waren. Zur Erzielung möglichst valider Daten wurde festgelegt, dass pro Person und Wiederholungsstufe mindestens fünfzehn artefaktfreie Segmente zur *Average*-Bildung vorlagen.

3.3.3 Ergebnisse

3.3.3.1 Verhaltensdaten

Die Varianzanalyse führte zu folgenden Ergebnissen. Es trat ein signifikanter Haupteffekt des Faktors „Emotion des gezeigten Gesichtsausdrucks“ auf ($F(2,26)=63,47$; $p<.001$; $\eta_p^2=.87$). Hierbei war die Detektionsgeschwindigkeit für fröhliche Ausdrücke ($M=547,45\text{ms}$; $SE=17,58$) schneller als für wütende Ausdrücke ($M=632,23\text{ms}$; $SE= 20,4\text{ms}$) oder traurige Ausdrücke ($M=621,57$; $SE=24,12\text{ms}$). Zusätzlich ergab sich auch ein signifikanter Haupteffekt des Faktors „Wiederholung“ ($F(2,26)=6,36$; $p<.01$; $\eta_p^2=.33$)⁷.

⁷ Reaktionszeiten	Ohne Wiederholung	$M= 597,23\text{ms}$	$(SE=23,47\text{ms})$
	Einfache Wiederholung	$M= 614,99\text{ms}$	$(SE=19,88\text{ms})$
	Doppelte Wiederholung	$M= 588,03\text{ms}$	$(SE=19,70\text{ms})$

Wie in den vorangegangenen Experimenten zeigte sich, dass die Wiederholung eines emotionalen Gesichtsausdrucks auf die durch dieses *Priming* erzeugten Reaktionszeitveränderungen für korrekte Detektionen massiv von der Valenz des gezeigten und wiederholten emotionalen Gesichtsausdrucks abhängt. Die Interaktion der Faktoren „Emotion des gezeigten Gesichtsausdrucks“ und „Wiederholung“ war signifikant ($F(4,24)=13,73$; $p<.001$; $\eta_p^2=.70$). Für fröhliche Gesichter nahmen die Reaktionszeiten mit steigender Wiederholungsstufe kontinuierlich ab. Post-hoc ergaben sich hier signifikante Unterschiede zwischen der Wiederholungsstufe „nicht wiederholt“ und „einfach wiederholt“ ($t(27)=-3,39$; $p<.01$); sowie den Stufen „einfach wiederholt“ und „doppelt wiederholt“ ($t(27)=-3,44$; $p<.01$) und „nicht wiederholt“ und „doppelt wiederholt“ ($t(27)=-5,13$; $p<.001$).

Bei Präsentation wütender Gesichter führte die Wiederholung des wütenden Gesichtsausdrucks zu einer Reaktionszeitverlangsamung. Post-hoc war der Unterschied „Keine Wiederholung“ zu „Einfache Wiederholung“ von durchschnittlich 42,15ms signifikant ($t(27)=3,42$; $p<.001$). War ein wütender Gesichtsausdruck doppelt wiederholt, so blieb die Reaktionszeit auf dem Niveau einer einfachen Wiederholung. Auch traurige Gesichtsausdrücke wurden genau dann langsamer detektiert, wenn sie einfach wiederholt wurden ($t(27)=4,06$; $p<.001$). Wurde ein trauriger Gesichtsausdruck doppelt wiederholt, so verbesserte sich die Reaktionszeit wieder gegenüber der Reaktionszeit für einfach wiederholte traurige Gesichtsausdrücke ($t(27)=-2,39$; $p<.05$). Die Reaktionszeitmuster für die verschiedenen Emotionen in Abhängigkeit zur Wiederholungsstufe sind in Abbildung 3.20 dargestellt.

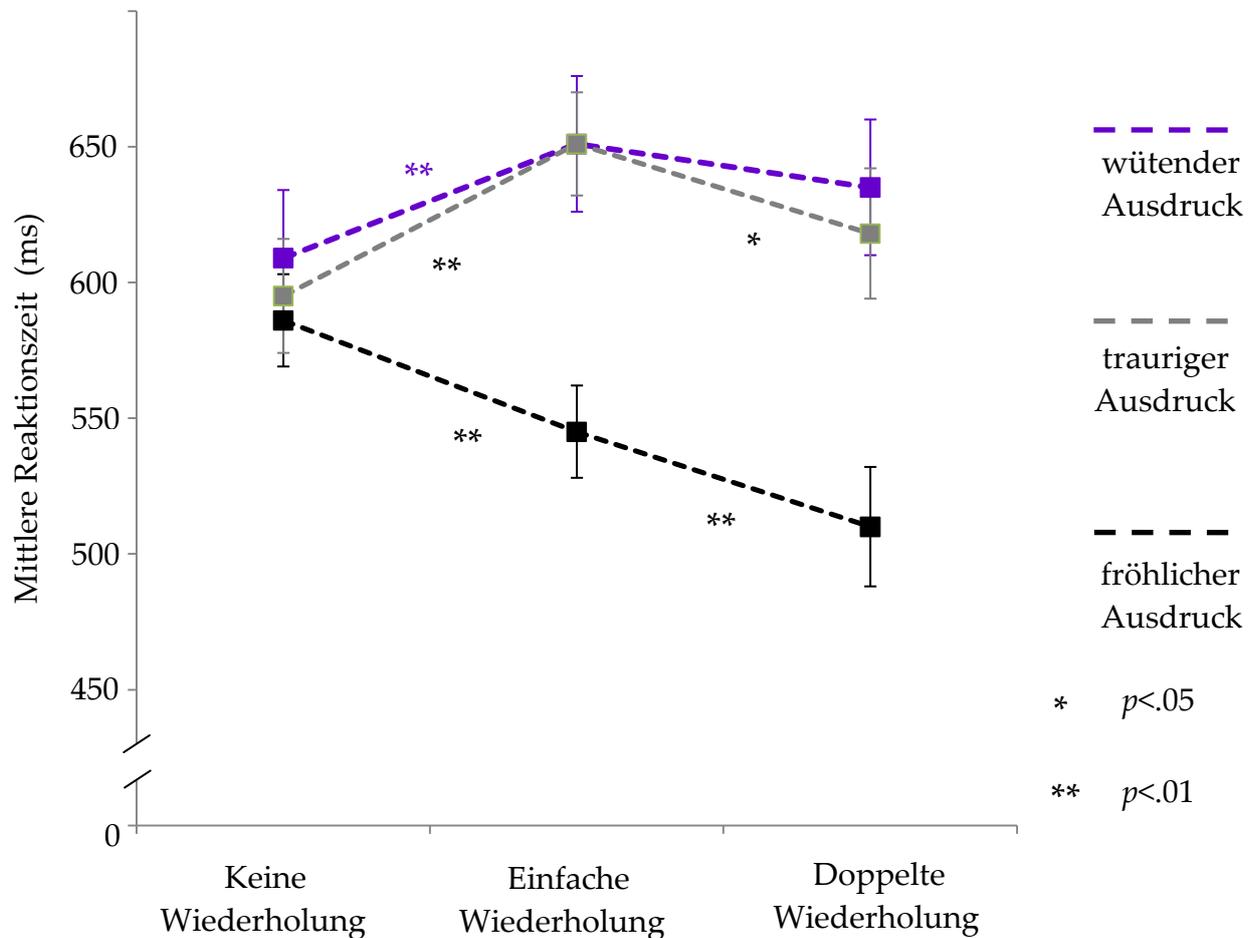


Abbildung 3.20: Reaktionszeiten für korrekte „gleich/ungleich“-Antworten getrennt nach emotionalem Ausdruck des dargestellten Bildes und der Stufe, wie oft dieser Ausdruck unmittelbar zuvor wiederholt wurde. Fehlerbalken geben den Standardfehler des Mittelwertes an.

3.3.3.2 EEG-Daten

Zunächst erfolgt eine Beschreibung der frühen Komponenten der Gesichtsverarbeitung, die allesamt an der Elektrodenposition P8' gemessen wurden. Die Kurve folgt grundsätzlich dem typischen EKP der Gesichtsverarbeitung an dieser Elektrodenposition (vgl. 3.1.3.2). Für die P100 sowie für die P200 fanden sich keine signifikanten Ergebnisse.

Die N170 zeigte in ihrer Amplitude einen Haupteffekt der Emotion ($F(2,26)=3,35$; $p<.05$; $\eta_p^2=.21$). Die Amplitude war für fröhliche Gesichter (im Mittel $-4,01\mu V$) generell größer als für wütende ($-3,67\mu V$) oder traurige Gesichter ($-3,53\mu V$). Wie in Experiment 1 zeigte sich für N170, dass die Amplitude sich in Abhängigkeit von Emotion und Wiederholungsstufe verändert (signifikante Interaktion der Faktoren „Emotion des gezeigten Gesichtsausdrucks“ und „Wiederholung“, $F(4,24)=3,53$; $p<.05$; $\eta_p^2=.37$). Für jede der präsentierten Emotionen entwickelte sich die Amplitude mit den Wiederholungen unterschiedlich. Für fröhliche Gesichter stieg die Amplitude mit einfacher Wiederholung an, bei doppelter Wiederholung ging die Amplitude auf Ausgangsniveau zurück. Post-hoc signifikante Unterschiede ergaben sich für die Vergleiche „nicht wiederholt“ und „einfach wiederholt“ ($t(27)=2,68$; $p<.05$) und „einfach wiederholt“ und „doppelt wiederholt“ ($t(27)=-2,19$; $p<.05$). Die Amplitudenentwicklungen sind als Balkendiagramm in Abbildung 3.21 und als EKP in Abbildung 3.22 dargestellt.

Bei wütenden Gesichtern fällt die Amplitude mit einfacher Wiederholung gegenüber keiner Wiederholung ab, bei doppelter Wiederholung bleibt die Amplitude auf diesem Niveau. Post-hoc signifikante Unterschiede ergaben sich für die Vergleiche „nicht wiederholt“ und „einfach wiederholt“ ($t(27)=-2,60$; $p<.05$) und „einfach wiederholt“ und „doppelt wiederholt“ ($t(27)=-2,95$; $p<.01$). Die Amplitudenentwicklungen sind als Balkendiagramm in Abbildung 3.23 und als EKP in Abbildung 3.24 dargestellt. Bei traurigen Gesichtern finden keine Amplitudenveränderungen statt, die mit den Wiederholungsstufen korrelieren (vgl. Abbildung 3.25).

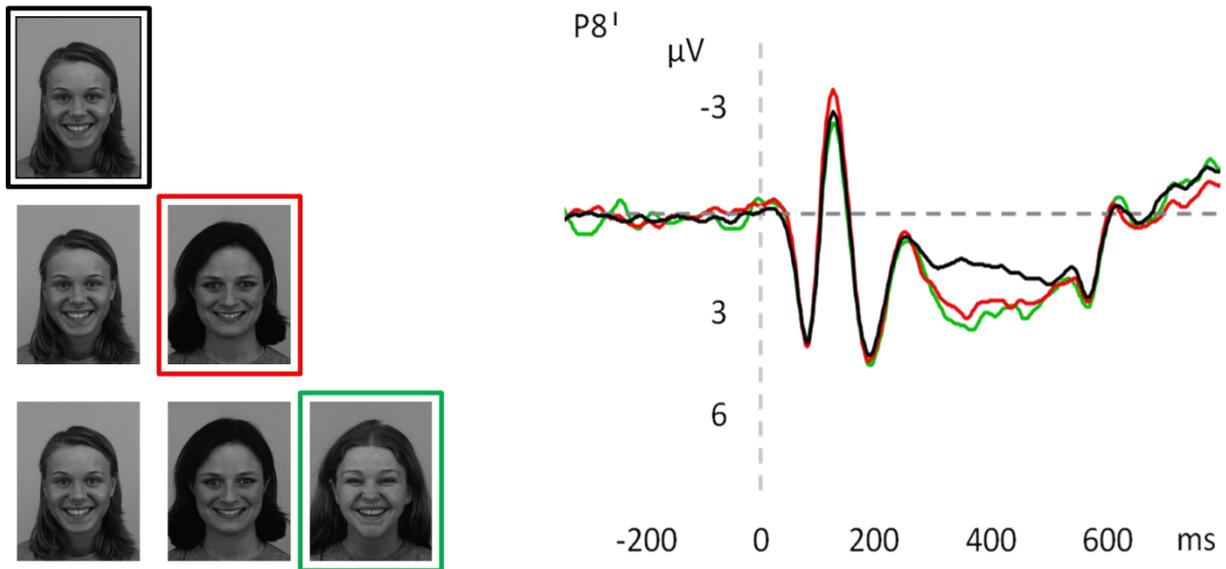


Abbildung 3.21: Dargestellt ist das EKP an der Elektrodenposition P8' für glückliche Gesichtsausdrücke getrennt nach Wiederholungsstufe (schwarz: nicht wiederholt, rot: einfach wiederholt, grün: doppelt wiederholt).

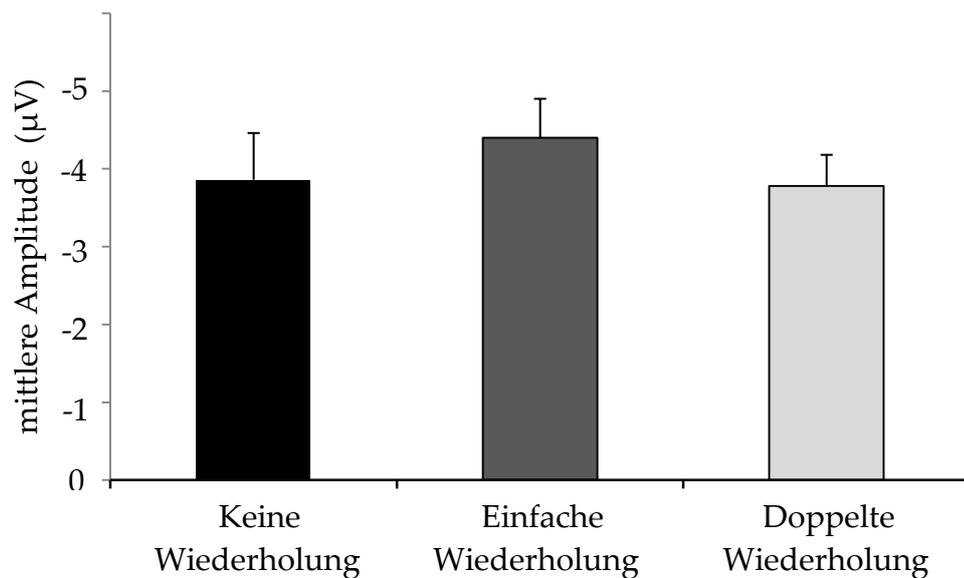


Abbildung 3.22: Mittlere Amplituden für die N170-Komponente für glückliche Gesichtsausdrücke getrennt nach Wiederholungsstufe. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler des Mittelwerts.

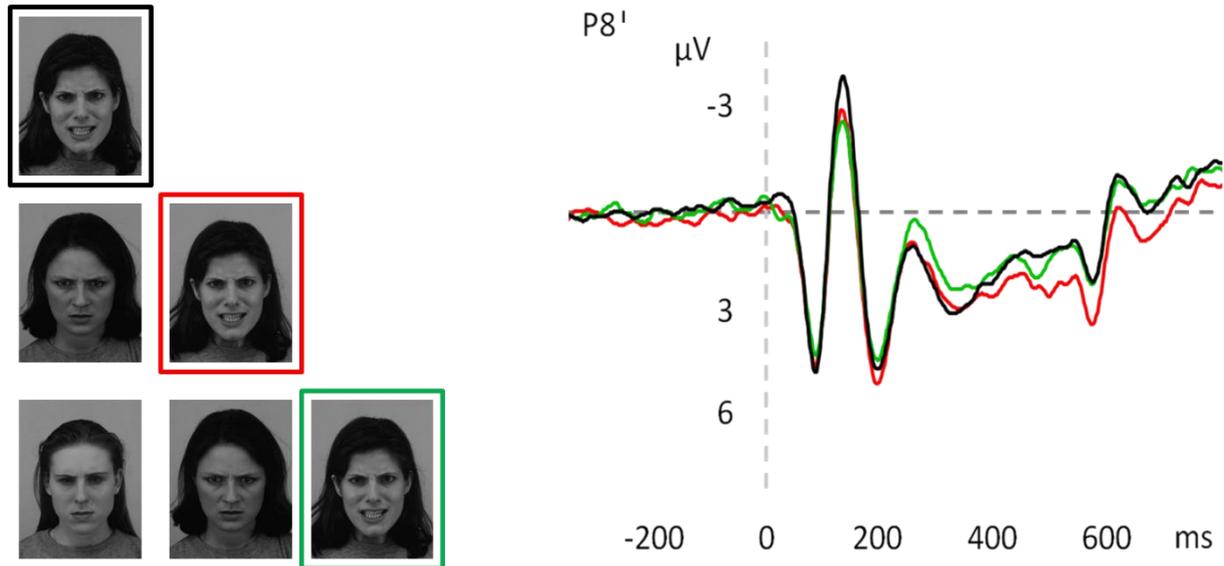


Abbildung 3.23: Dargestellt ist das EKP für wütende Gesichtsausdrücke getrennt nach Wiederholungsstufe (schwarz: nicht wiederholt, rot: einfach wiederholt, grün: doppelt wiederholt).

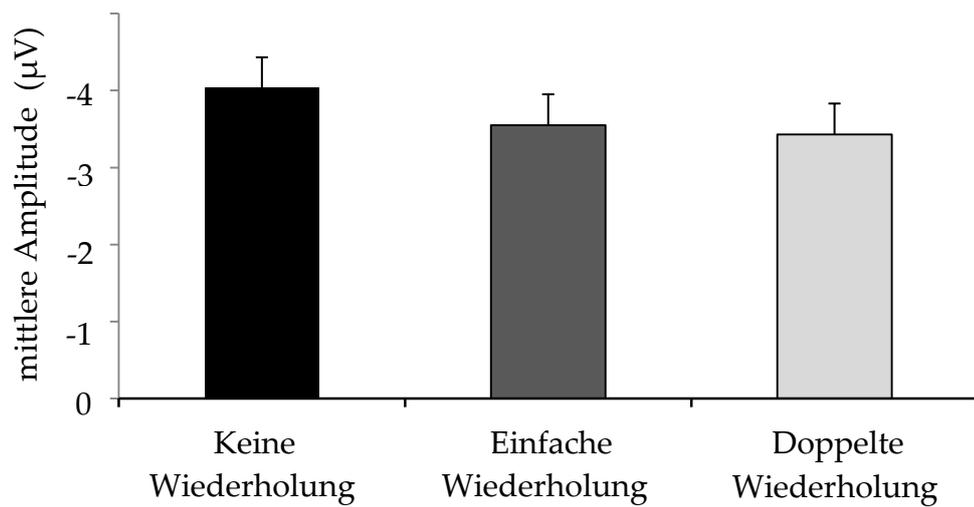


Abbildung 3.24: Mittlere Amplituden für die N170-Komponente für wütende Gesichtsausdrücke getrennt nach Wiederholungsstufe. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler des Mittelwerts.

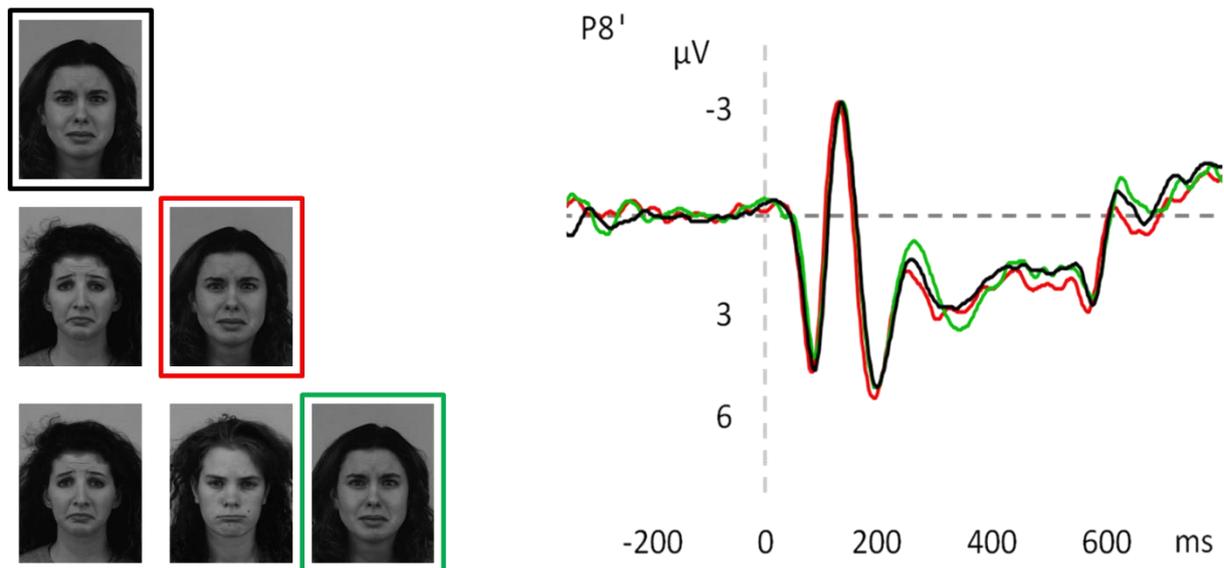


Abbildung 3.25: Dargestellt ist das EKP für wütende Gesichtsausdrücke getrennt nach Wiederholungsstufe (schwarz: nicht wiederholt, rot: einfach wiederholt, grün: doppelt wiederholt).

Die Varianzanalyse für den LPC ergab einen signifikanten Haupteffekt des Faktors „Emotion des gezeigten Gesichtsausdrucks“ ($F(2,26)=6,19$; $p<.01$; $\eta_p^2=.32$). Die mittlere Amplitude für fröhliche Gesichter ($M=6,29\mu V$) ist größer als die Amplitude für wütende Gesichter ($M=5,37\mu V$) und traurige Gesichter ($M=5,30\mu V$). Zusätzlich gab es einen signifikanten Haupteffekt des Faktors „Wiederholung“ ($F(2,26)=22,96$; $p<.001$; $\eta_p^2=.64$). Im Schnitt betrug die mittlere Amplitude bei nicht wiederholten Ausdrücken $4,19\mu V$, bei einfacher Wiederholung $6,05\mu V$ und bei doppelter Wiederholung $6,73\mu V$.

Für die Amplitudenentwicklung des LPC trat eine signifikante Interaktion der Faktoren „Emotion des gezeigten Gesichtsausdrucks“ und „Wiederholung“ auf ($F(4,24)=2,79$; $p<.05$; $\eta_p^2=.32$). Für alle Emotionen stieg die mittlere Amplitude zwischen der Präsentation ohne Wiederholung und einfacher Wiederholung signifikant an (für fröhliche Gesichter $t(27)=5,32$; $p<.001$; für wütende Gesichter $t(27)=3,50$; $p<.01$; für traurige Gesichter $t(27)=2,14$; $p<.01$). Für fröhliche und wütende Gesichtsausdrücke ergab sich dann allerdings kein weiterer Anstieg

zwischen einfacher Wiederholung und doppelter Wiederholung. Für traurige Gesichter konnte hingegen gezeigt werden, dass sich der Amplitudenanstieg langsamer entwickelt; so gibt es auch einen signifikanten Anstieg zwischen der Amplitude für einfache Wiederholung und für doppelte Wiederholung gibt ($t(27)=5,32; p<.01$). Die Amplitudenentwicklungen sind in Abbildung 3.26 graphisch dargestellt.

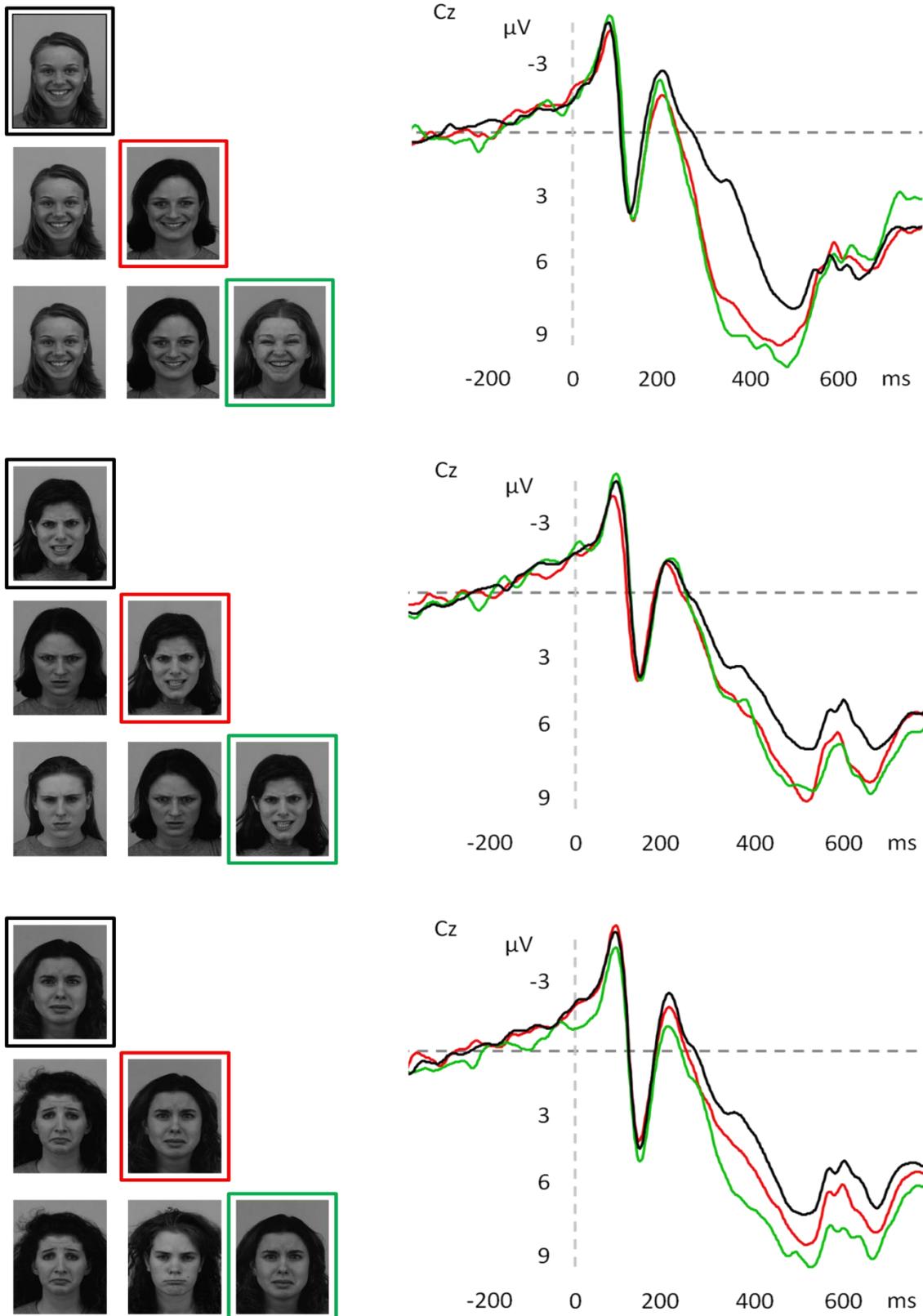


Abbildung 3.26: EKP für die Elektrodenposition Cz getrennt nach Emotion (oben: fröhlich; mittig: wütend; unten: traurig) und Wiederholungsstufe (schwarz: ohne Wiederholung; rot: einfache Wiederholung; grün: doppelte Wiederholung).

3.3.4 Diskussion

Für fröhliche und wütende Gesichtsausdrücke konnten die Ergebnisse aus den Experimenten 1 und 2 auch mit verändertem Trialdesign repliziert werden. Demnach führte die einfache Wiederholung wütender Gesichtsausdrücke zu einer Verlangsamung der Reaktionszeit und die Wiederholung fröhlicher Gesichter zu signifikanter Reaktionszeitersparnis. Reaktionszeiten für die Erkennung wütender Gesichter, die doppelt wiederholt werden, bleiben auf dem Niveau der ersten Wiederholung. Die doppelte Wiederholung fröhlicher Gesichter führt zu weiteren signifikanten Reaktionszeitverkürzungen. Die einfache Wiederholung trauriger Gesichter führt zu vergleichbaren Effekten wie die Wiederholung wütender Gesichter; bei doppelter Wiederholung dieser Gesichter sinken die Reaktionszeitkosten wieder auf das Niveau eines nicht wiederholten Ausdrucks.

Auf EKP-Ebene gelang für einfache Wiederholungen fröhlicher und wütender Gesichtsausdrücke eine Replikation der Ergebnisse aus dem ersten Experiment. Es traten eine Interaktion der N170 Amplitude in Abhängigkeit von Emotion und Wiederholung und auf LPC-Ebene ein emotionsunspezifischer Alt-Neu-Effekt in Form eines Amplitudenanstiegs auf. Die doppelte Wiederholung dieser Gesichtsausdrücke führte auf Ebene einer frühen Verarbeitung zu einer deutlichen Reduktion der N170 für fröhliche Gesichter und einer deskriptiv weiteren Verringerung der Amplitude für wütende Gesichter. Auf LPC-Ebene kommt es mit einer weiteren Wiederholung nicht zu einem weiteren Anstieg der Amplitude. Die Wiederholung trauriger Gesichter wirkt sich auf die Amplitude der N170 nicht aus, auf Ebene des LPC hingegen erfolgt ein sukzessiver weiterer Anstieg der Amplitude.

3.3.4.1 Beantwortung der Fragestellungen und Hypothesen

Betrachtet man die Reaktionszeiteffekte für die einfache Wiederholung fröhlicher und wütender Gesichtsausdrücke, so fällt auf, dass die in den ersten Experimenten gefundenen Effekte relativ robust zu sein scheinen, da im vorliegenden Experiment der Aufbau eines Trials sich deutlich von den ersten beiden Experimenten unterschied. Durch die deutliche Verlängerung eines Trials von 3,5 auf 30 Sekunden wird eine wesentlich höhere Aufmerksamkeitsleistung erfordert. Zusätzlich kommen Arbeitsgedächtnisprozesse hinzu, wie sie durch eine *n-back-1*-Aufgabe wie im vorliegenden Experiment zum Zuge kommen. Neben der Wahrnehmung und Detektion eines Ausdrucks muss nun zusätzlich im Gedächtnis behalten werden, mit welcher Emotion das Bild, das gerade gezeigt wird, verglichen werden soll. Hinzu kamen längere Phasen, in denen nicht geblinzelt werden sollte. Die Tatsache, dass die Reaktionszeiten sich genauso verhalten, wie in den vorangegangenen Experimenten, unterstreicht die Robustheit dieses emotionsspezifischen Primingeffekts. Eine vergleichbare Robustheit gilt auch für die unterschiedliche Entwicklung der N170-Amplitude bei Wiederholung fröhlicher oder wütender Gesichtsausdrücke sowie für den emotionsunspezifischen Alt-Neu-Effekt auf LPC – Ebene.

Eine doppelte Wiederholung von wütenden Gesichtern führt – wie vermutet – nicht zu einem weiterem Anstieg der Reaktionszeitkosten, allerdings auch nicht zu einer Erholung der Kosten auf ein Niveau eines nicht wiederholten wütenden Ausdrucks. Dies lässt sich so interpretieren, dass die strukturellen Enkodierungs- oder Abgleichungsprozesse hier beim Vergleich vom zweiten zum dritten wiederholten Ausdruck gleich bleiben wie beim ersten zum zweiten Ausdruck (und sich nicht etwa hinzuaddieren). In Experiment 2 konnte gezeigt werden, dass diese möglichen Kosten allerdings nicht die gesamten zusätzlichen Kosten erklären können, sodass zusätzlich andere Ursachen für den Effekt angenommen werden

können, wie z.B. die Tatsache, dass auf wütende Gesichter mehr Aufmerksamkeit zugewendet wird, was zu reaktionszeitverlängernden Prozessen führt. Dadurch, dass bei wütenden Ausdrücken bei doppelter Wiederholung auf Reaktionszeitebene ein Plateau erreicht wird, kann man annehmen, dass mögliche interferierende Prozesse sich nicht additiv verhalten, d.h. wenn eine mangelnde Aufmerksamkeitsablösung vom ersten Bild, die Reaktion auf das zweite Bild auch erschwert, scheint sie sich nicht zusätzlich auch auf das dritte Bild auszuwirken.

Die Verarbeitung fröhlicher Gesichtsausdrücke, die bereits bei einfacher Wiederholung durch *Repetition Priming* in Form von Reaktionszeitersparnissen profitiert, kann durch doppelte Wiederholung noch beschleunigt werden. Dies spricht auch für eine – wie von Kirita und Endo (1995) angenommene – holistische Verarbeitung, bei der in dem hier gewählten Paradigma höhere, von der Gesichtsstruktur beeinflusste Abgleichungsprozesse entfallen.

Die doppelte Wiederholung fröhlicher Gesichter führt nicht zu einem weiteren Anstieg der N170-Amplitude sondern zu einem Absinken etwa auf das Niveau eines nicht wiederholten Ausdrucks. Bei Verwendung wütender Bilder führt die doppelte Wiederholung nicht zu einem weiteren Abfallen sondern zu einem Verharren auf der Stufe einfacher Wiederholung. Dass – im Sinne der gängigen Interpretation – die *Repetition Suppression* generell eine effizientere Verarbeitung auf früherer Ebene symbolisiert – wirkt angesichts der für die verschiedenen Ausdrücke unterschiedlichen Performanz eher unwahrscheinlich. Denkbar wäre höchstens, dass auf früher Ebene tatsächlich eine effizientere Verarbeitung stattfindet und die Verhaltensdaten mit unterschiedlichen Prozessen auf späterer – schon mit Arbeitsgedächtnisprozessen assoziierter – Ebene erklärt werden. Wäre dies der Fall, so zeigen sich mögliche Unterschiede in höheren Prozessen zumindest nicht auf Ebene des LPC, der bei fröhlichen und wütenden Gesichtern einen unspezifischen Alt-Neu-Effekt anzeigt. Rein elektrophysiologisch betrachtet, scheint wiederum

dieser Alt-Neu-Effekt bereits bei einfacher Wiederholung ausgereizt, da die doppelte Wiederholung für beide Emotionen keine zusätzliche Amplitudensteigerung mit sich bringt.

Die Ergebnisse trauriger Gesichter lassen darauf schließen, dass auch für diese Emotion ein eigener Verarbeitungsmodus existiert, der unterschiedlich zu den anderen Emotionen auf die verschiedenen Wiederholungsstufen reagiert. Auch hier zeigte sich, dass negative Reize sich nur schwer bahnen lassen, da die einfache Wiederholung zu einem signifikanten Anstieg der Reaktionszeit führte. Im Gegensatz zu wütenden Gesichtern führt die doppelte Wiederholung zu einem Rückgang der Kosten. Das heißt, dass das Verarbeitungssystem zu lernen scheint, mögliche Kosten durch Abgleichungsprozesse bei zweiter Wiederholung zu kompensieren.

Für einen unterschiedlichen Verarbeitungsmodus sprechen bei dieser Emotion auch die EKP. Auf früher Stufe reagiert die N170 weder auf einfache noch auf doppelte Wiederholung. Auf der Stufe des LPC hingegen sind traurige Gesichter die einzigen, bei denen es kumulative Effekte zu geben scheint. Wie bei fröhlichen und wütenden Gesichtern, fällt eine eindeutige Interpretation der EKP-Daten mit den Verhaltensdaten schwer, da der Anstieg des LPC nicht automatisch mit einer Leistungsverbesserung einhergeht.

Als Fazit lässt sich aus diesem Experiment ziehen, dass es für die drei verschiedenen emotionalen Gesichtsausdrücke zumindest teilweise unterschiedliche Verarbeitungssysteme gibt, die unterschiedlich auf die Wiederholung des jeweiligen Ausdrucks reagieren. Auch auf Ebene der EKP zeigen sich unterschiedliche Effekte, was für - in Abhängigkeit der wiederholten Emotion - neurophysiologisch unterschiedliche Aktivitätsmuster bei der Verarbeitung der jeweiligen Ausdrücke spricht.

3.4 Experiment 4

Was sind mögliche Einflussgrößen auf die emotionsspezifischen Wiederholungseffekte?

Das Ziel des vierten Experiments ist es, mögliche Einflussgrößen auf die emotionsspezifischen Wiederholungseffekte auszumachen, die wiederum Hinweise darüber geben, welche Prozesse an den Effekten mitbeteiligt sind, die in den ersten drei Experimenten gefunden wurden. In diesem Experiment soll untersucht werden, ob diese Effekte durch die Stimmung der Probanden, die Stärke der Verarbeitung des ersten Bildes (gemessen durch eine EMG-Antwort der Gesichtsmuskulatur als motorische Spiegelung auf den gezeigten Ausdruck), sowie die individuelle EEG-Reaktion vorhergesagt werden können. Weiterhin soll untersucht werden, ob die Primingeffekte auf individueller Ebene mit den Leistungen in einem verbalen Ausdrucksdetektionstest korrelieren. Verwendet wird hierzu das Trialdesign des ersten Experiments, woraus allerdings lediglich die Emotionspriming-Bedingung verwendet wird, d.h. die Versuchspersonen sehen gleiche oder unterschiedliche emotionale Ausdrücke, wobei die Stimuluspersonen innerhalb eines Durchgangs wechseln.

3.4.1 Einleitung

In den ersten drei Experimenten konnte gezeigt werden, dass die Wiederholung fröhlicher, wütender und trauriger Gesichter zu emotionsspezifischen Reaktionszeiteffekten führt. Erklärt werden konnte dies teilweise durch Unterschiede in strukturellen Enkodierungs – und Abgleichungsprozessen bei fröhlichen und wütenden Gesichtern. Da diese allerdings den Reaktionszeitunterschied nicht

vollständig erklären konnten, werden zusätzlich Aufmerksamkeitseffekte angenommen, die bei wütenden Gesichtern zu einer verstärkten Orientierung auf das erste Bild hinweisen, die die Reaktion auf das zweite Bild erschweren könnten. Da die Aufmerksamkeitshypothese bisher durch die ersten Experimente nicht eindeutig belegt werden kann, wird Aufmerksamkeitsprozessen und ihren Korrelaten im vierten Experiment eine größere Bedeutung beigemessen.

3.4.1.1 Die eigene Stimmung und die Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke

Mehrere Studien konnten zeigen, dass die Wahrnehmung menschlicher Gesichtsausdrücke von der eigenen Stimmung beeinflusst wird. Dies betrifft nicht nur im Sinne einer *Bottom-Up*-Verarbeitung den Wahrnehmungsprozess an sich, sondern auch die Art und Weise, wie stark die Aufmerksamkeit auf Reize einer bestimmten Valenz gelegt wird. Studien, die die Auswirkung der subjektiven Stimmung auf die Detektion von Gesichtsausdrücken untersuchen, nutzen bei gesunden Probanden Methoden der Stimmungsinduktion: hierzu hören die Versuchspersonen vor oder während der Bearbeitung der Detektionsaufgaben beispielweise traurige (oder fröhliche) Musik (z.B. Niedenthal, Brauer, Halberstadt & Innes-Ker, 2001)⁸. Nach Schiffenbauer (1974) neigen Menschen dazu, ihre eigene Stimmungslage in den Emotionen anderer wiederzuerkennen. Er untersuchte dies, indem er Versuchspersonen mittels einer auditiv präsentierten Textpassage in eine Stimmung versetzte und daraufhin Gesichtsausdrücke beurteilen ließ. Niedenthal et al. (2001) konnten mittels Stimmungsinduktion über Musik zeigen, dass der Wechsel eines emotionalen Ausdrucks schneller erkannt wird, wenn der zur Stimmung

⁸ Eine Übersicht über verschiedene experimentelle Methoden der Stimmungsinduktion findet sich bei Westermann, Spies, Stahl & Hesse (1995).

passende Ausdruck verschwindet. In einer Studie von Bouhuys, Bloem und Groothuis (1995) konnte gezeigt werden, dass in depressiver Stimmung gesunde Probanden mehr Traurigkeit wahrnehmen und dies vor allem dann, wenn die Gesichter nicht eindeutig traurig waren. Auch fröhliche Gesichter wurden von den Probanden als weniger fröhlich bewertet. Auf Niedenthal und Setterlung (1994) geht die Idee zurück, dass hierbei die Anteile in der Ausdrucksanalyse stärker gewichtet werden, die mit der eigenen Stimmung kongruent sind.

Dass die eigene Stimmung die Aufmerksamkeit auf Ausdrücke negativer Valenz lenken kann, ist auch in einer Vielzahl an Studien mit depressiven Patienten untersucht worden (eine Übersicht bietet Leppänen, 2006). Meist wird dies mit einer sogenannten *Dot-Probe-Task* untersucht. Depressive Patienten reagieren hier schneller auf einen Zielreiz, wenn an dessen Position zuvor ein trauriges Gesicht anstelle eines fröhlichen Gesichts präsentiert wurde. Die Autoren führen diesen Effekt darauf zurück, dass die Aufmerksamkeit depressiver Patienten vorher bereits auf dem traurigen Gesichtsreiz lag.

Neurobiologisch scheint es Korrelate für diese Effekte zu geben. In einer Untersuchung mit gesunden Versuchspersonen konnte gezeigt werden, dass die Amygdala-Aktivität für negative Distraktorreize genau dann höher ist, wenn vorher traurige Filme betrachtet wurden (Wang, LaBar & McCarthy, 2006). Vergleicht man die Aktivität auf Ebene der sensorischen Kortizes beim Betrachten fröhlicher und trauriger Gesichter bei depressiven und gesunden Versuchspersonen, so scheint es auch hier Aktivitätsunterschiede zu geben (Surguladze et al., 2005). Auch auf höherer Verarbeitungsebene treten Unterschiede auf: so zeigen depressive Versuchspersonen eine höhere Amplitude im LPC bei Betrachtung trauriger Gesichter, während sie bei gesunden Versuchspersonen deutlich niedriger ist (Deveney & Deldin, 2004). Die Autoren führen dies auf eine bevorzugte Verarbeitung von Reizen zurück, die bei guter Stimmung eher unterdrückt werden.

In Experiment 4 soll u.a. die Auswirkung der Stimmung auf die Reaktionszeiteffekte in einer Dekodierungsaufgabe untersucht werden. Hierzu wird zur Induktion einer Stimmung das Paradigma der emotionalen Ansteckung verwendet. Bei diesem Paradigma handelt es sich um die Übernahme eines affektiven Zustands einer anderen Person (Hatfield, Cacioppo & Rapson, 1992). Geschieht diese Übernahme mit Absicht, so wird dies gemeinhin mit dem Begriff Empathie bezeichnet. Im Folgenden und im Design des vorliegenden Experiments geht es allerdings um die Art emotionale Ansteckung, die nicht intentional verläuft. In diesem Paradigma führt die längerfristige Präsentation mit Ausdrücken einer bestimmten Emotion zu einer Stimmungsveränderung in Richtung des emotionalen Ausdrucks (z.B. Hess & Blairy, 2001), ohne dass die Versuchsperson instruiert wird, sich in die Stimmung der Stimuluspersonen hineinzusetzen.

3.4.1.2 Faziale Mimikry als Einflussgröße auf die Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke

Unter fazialer Mimikry versteht man die reflexartige Spiegelung betrachteter Gesichtsausdrücke mit der eigenen Gesichtsmuskulatur. Diese kann freiwillig und bewusst allerdings auch unbeabsichtigt und unbewusst ablaufen, im letzteren Fall wird sie als automatische Mimikry bezeichnet (Dimberg, 1982). Automatische Mimikry kann bei dynamisch präsentierten Gesichtsreizen und bei Fotos auftreten (Hess & Blairy, 2001). Sie tritt auch auf, auch wenn Fotos nur sehr kurz gezeigt werden. So konnten Dimberg und Thunberg (1998) zeigen, dass eine unbewusste Mimikryreaktion schon ab 500ms Präsentationsdauer auftritt. Obwohl im Prinzip jede Emotion gespiegelt werden kann, sind in der psychologischen Forschung aufgrund der guten Messbarkeit wütende und fröhliche Ausdrücke von besonderem Interesse. Mimikry ist theoretisch auch mit Videoaufzeichnungen des Gesichts von Versuchspersonen beobachtbar, zur Messung ist jedoch die Elektromyographie

(EMG) die bevorzugte Forschungsmethode, da hier auch nicht sichtbare Muskelanspannungen messbar werden und auch ein quantitatives Maß im Sinne eines Amplitudenwerts erhalten wird. Beim EMG werden bipolare Ableitungen mittels Elektroden durchgeführt, die in standardisierter Form über dem Currogator Supercilii und dem Zygomaticus Major angebracht werden und über Spannungsveränderungen Aussagen über die Aktivität der jeweiligen Muskelgruppen erlauben.

Der Currogator Supercilii ist der Muskel, der beim Stirnrunzeln aktiv ist, indem er die Augenbraue nach unten zieht. Die Amplitude im EMG des Currogator Supercilii ist wesentlich höher bei der Betrachtung wütender Ausdrücke als bei der Betrachtung von Ausdrücken anderer Emotionen. Der Zygomaticus Major ist ein schmales langgezogenes Muskelband, das die Mundwinkel beim Lächeln anhebt. Bei der Betrachtung fröhlicher Gesichtsausdrücke ist nun die Amplitude im EMG des Zygomaticus Major deutlich erhöht gegenüber der Betrachtung von traurigen oder wütenden Ausdrücken. Abbildung 3.27 zeigt die Position der Elektroden nach Friedlund und Cacioppo (1986).

Dass faziale Mimikry eng mit der Verarbeitung menschlicher Gesichtsverarbeitung verknüpft ist, zeigt eine Arbeit von Achaibou, Pourtois, Schwartz und Vuillumier (2008). Die Autoren fanden einen Zusammenhang zwischen der Stärke der Mimikryreaktion und der Amplitude von EKP-Komponenten, die bei der Verarbeitung von Gesichtsausdrücken auftreten. So war jeweils die Amplitude der P1 größer und die Amplitude der N170 kleiner, wenn die Mimikryreaktion auf fröhliche und wütende Gesichter größer war.

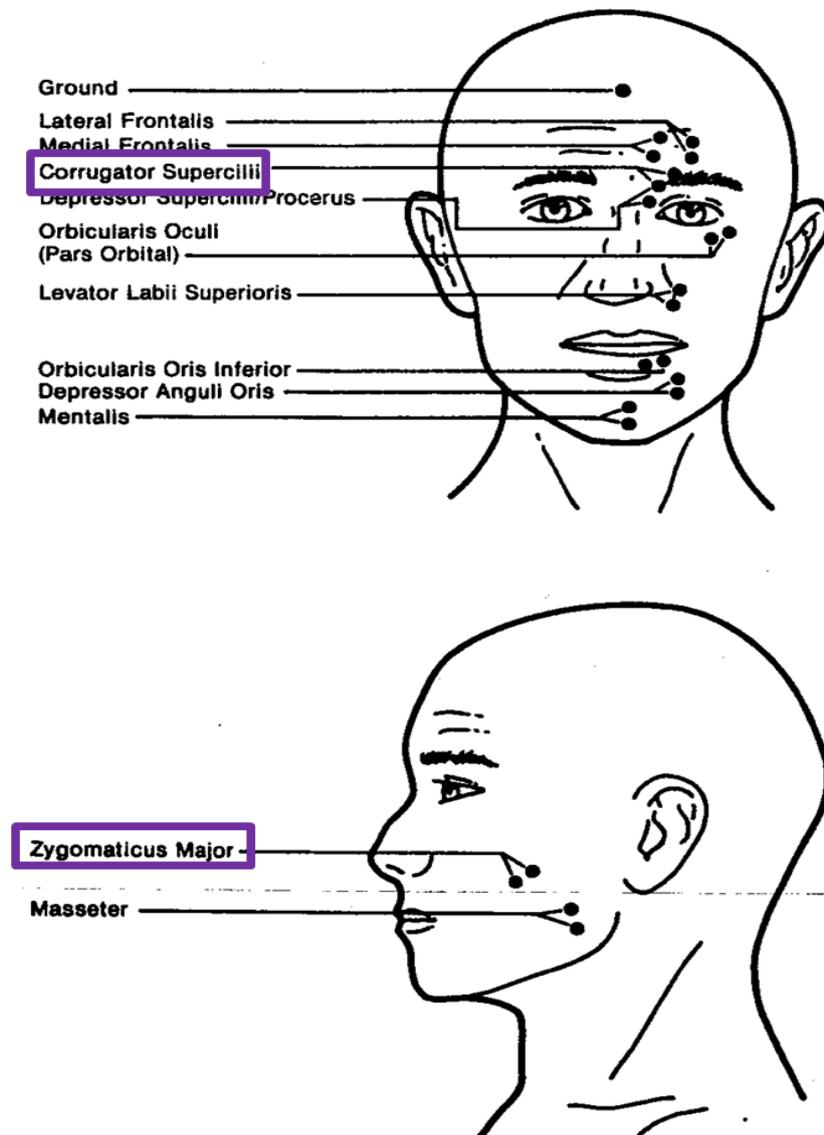


Abbildung 3.27: Position der EMG-Elektroden auf der Haut nach Friedlund und Cacioppo (1986). Hervorgehoben sind die für dieses Experiment wichtigen Positionen für Currogator Supercilii und Zygomaticus Major (Grafik entnommen aus Friedlund & Cacioppo, 1986, Hervorhebung durch den Autor).

Einen weiteren Hinweis auf die Verknüpfung von Mimikry und Ausdrucksverarbeitung geben Studien zur Dekodierleistung von Gesichtsausdrücken. Hier konnte gezeigt werden, dass die Dekodierfähigkeit von emotionalen Gesichtsausdrücken herabgesetzt wird, wenn gleichzeitig die mimische Reaktion durch interferierende Handlungen unterdrückt wird (Oberman, Winkielman & Ramachandran, 2007; Stel & van Knippenberg, 2008), wobei nach

Oberman et al. (2007) Mimikry vor allem für das Erkennen fröhlicher Gesichter wichtig zu sein scheint. Oberman et al. (2007) argumentieren, dass beim Lächeln neben dem Zygomaticus Major auch andere Muskeln aktiv sind, wobei die Zahl angespannter Muskeln bei dieser Emotion größer als bei anderen Ausdrücken sei. Niedenthal, Brauer, Halberstadt und Innes-Ker (2001) fanden bei Blockade mimischer Reaktionen reduzierte Leistungen für das Erkennen für das Umwecheln von Gesichtsausdrücken. Zu den Befunden passt auch, dass Menschen mit Autismus wenig Mimikry zeigen und auch Schwierigkeiten im Erkennen von Emotionen bei anderen Menschen haben (McIntosh, Reichmann-Decker, Winkielman & Wilbarger, 2006). Forscher, die einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen Dekodierfähigkeit und mimischer Reaktion annehmen, beziehen sich meist auf die *embodied-cognition-theory* (Barsalou, Niedenthal, Barbey & Ruppert, 2003; Niedenthal, Barsalou, Winkielman, Ric & Krauth-Gruber, 2005). Diese geht davon aus, dass es im Falle fazialer Mimikry neben der rein sensorischen Verarbeitung auch eine Verarbeitung der propriozeptiven Information der Gesichtsmuskulatur gibt, sodass über die motorische Spiegelung über einen zweiten Kanal ein schnelles Verarbeitungsergebnis erzielt wird. Zudem wird angenommen, dass auf einer höheren Verarbeitungsebene für die Beobachtung und die Ausführung eines emotionalen Ausdrucks gleiche Repräsentationscodes genutzt werden.

Inwieweit die Detektionsleistung bzw. Diskriminationsfähigkeit emotionaler Ausdrücke und das Ausmaß fazialer Mimikry miteinander verknüpft sind, ist zum gegenwärtigen Forschungsstand nicht vollständig geklärt. Neben den genannten Befunden gibt es auch Studien, die keinen unmittelbaren Zusammenhang zwischen Mimikry und Detektionsleistung fanden (Blairy, Herrera & Hess, 1999; Hess & Blairy, 2001), wobei erwähnt werden sollten, dass die Detektionsaufgaben der genannten Studien sich vom Design her unterschieden. Zudem konnten Hess et al. (1998) zeigen, dass das Auftreten von Mimikry auch davon abhängt, wie

schwierig die Aufgabe ist, die die Versuchspersonen bearbeiten. Ist die Aufgabe schwer (z.B. „ist der gezeigte Ausdruck echt oder gespielt?“), trat keine Mimikry auf.

3.4.1.3 Fragestellungen und Hypothesen

Grundlage des vierten Experiments ist die Vermutung, dass die emotionsspezifischen Wiederholungseffekte von mehreren Parametern abhängen, die insbesondere die Aufmerksamkeitszuwendung zu verschiedenen emotionalen Ausdrücken beeinflussen. Hierzu zählen die eigene Stimmung und die Stärke der Verarbeitung des ersten Bildes gemessen als Aufmaß der individuellen Mimikry-Reaktion. Die Stimmung soll dabei mittels des Paradigmas der emotionalen Ansteckung in einer Gruppe gesenkt, in der anderen Gruppe erhöht werden. Auf Basis des gegenwärtigen Forschungsstands und der Ergebnisse der vorangegangenen Experimente werden folgende Fragestellungen und Hypothesen aufgestellt.

Zunächst soll die Frage behandelt werden, ob eine Replikation bereits beschriebener Ergebnisse gelingt. Dies betrifft zum einen in der Emotionspriming-Aufgabe die emotionsspezifischen Wiederholungseffekte aus den Experimenten 1 bis 3 auf Verhaltensebene und EKP-Ebene. Zum anderen soll gezeigt werden, ob die Replikation fazialer Mimikry im EMG (vgl. Achaïbou et al., 2008; Hess & Blairy, 2001) auf das erste Bild der Emotionspriming-Bedingung gelingt und ein Effekt emotionaler Ansteckung in den Ansteckungsblöcken (vgl. Hess & Blairy, 2001) erzielt werden kann.

Hypothese 1a: *Die Wiederholung eines fröhlichen Gesichtsausdrucks führt zu Reaktionszeitersparnissen sowie einem Amplitudenanstieg von N170. Die Wiederholung eines wütenden Ausdrucks führt zu einer Reaktionszeitverlangsamung, sowie zu einem Absinken der Amplitude*

der N170. Die Wiederholung eines traurigen Ausdrucks führt ebenso zu verlängerten Reaktionszeiten und hat keine Auswirkung auf die N170-Amplitude. Auf Ebene des LPC ist bei allen wiederholten Ausdruckstypen mit einem Amplitudenanstieg zu rechnen.

Hypothese 1b: *In der EMG-Ableitung finden sich emotionsspezifische Muskelreaktionen jeweils auf das erste Bild der Emotionspriming-Aufgabe (faziale Mimikry). Fröhliche Gesichter im Ansteckungsblock führen zu einer Stimmungsverbesserung, traurige Gesichter hingegen zu einer Verschlechterung (emotionale Ansteckung).*

Darüber hinaus soll untersucht werden, ob die Emotion des Ansteckungsblocks Auswirkungen auf die Wiederholungseffekte in der Emotionspriming-Bedingung hat. Es wird angenommen, dass Aufmerksamkeit eine Rolle beim Zustandekommen der Reaktionszeiteffekte hat. Ausgehend von Studien, die Zusammenhänge zwischen Stimmung und Aufmerksamkeitslenkung auf die Wahrnehmung von emotionalen Gesichtsausdrücken fanden, wird die Vermutung aufgestellt, dass die Reaktionszeiteffekte mit der Gruppenzugehörigkeit und damit mit der Emotion des gesehenen Ansteckungsblocks interagieren. Da in den Experimenten 1 bis 3 die Amplitude der N170 emotionsspezifisch auf Ausdruckswiederholung reagierte, wird angenommen, dass – sollte es Interaktionseffekte von Gruppe und Reaktionszeitebene geben - auch auf EKP-Ebene Interaktionseffekte auftreten.

Hypothese 2: *Auf Reaktionszeitebene interagieren jeweils für die Emotionen fröhlich, traurig und wütend die Wiederholungseffekte auf EKP-Ebene mit der Gruppenzugehörigkeit (gesehener Ansteckungsblock).*

Die dritte Fragestellung, die in Experiment 4 behandelt werden soll, ist, ob das Ausmaß der Mimikry-Reaktion auf das erste Bild der Emotionspriming-Aufgabe das Ausmaß des emotionsspezifischen Wiederholungseffekts beeinflusst⁹. Es wird angenommen, dass das Ausmaß der Mimikry Rückschlüsse auf die Verarbeitung eines emotionalen Gesichtsausdrucks bietet (vgl. z.B. Sonnby-Borgström, 2002). Unter der Annahme, dass die Kosten für die Wiederholung eines wütenden Gesichtsausdrucks zum Teil in einer intensiven Verarbeitung des ersten wütenden Ausdrucks mitbegründet sind müsste eine größere Muskelreaktion des Currogator Supercilii auf das erste wütende Gesicht mit größeren Reaktionszeitkosten für das zweite wütende Gesicht korrelieren. Für fröhliche Gesichter, die, wie bereits beschrieben, anders und in der Wiederholung effizienter verarbeitet werden, müsste umgekehrt gelten, dass eine starke Zygomaticus-Reaktion auf das erste Gesicht mit einer Reaktionszeitersparnis auf das zweite Gesicht korrelieren müsste. Sollte es diesen Zusammenhang geben, soll untersucht werden, ob sie auf eine der beiden Gruppen beschränkt ist.

Hypothese 3: *Die EMG-Reaktion des Currogator Supercilii für das erste wütende Gesicht korreliert positiv mit den Reaktionszeitkosten für wiederholte*

⁹ In dieser Versuchsanordnung wird für die Mimikry-Erfassung auch deshalb immer die EMG-Reaktion auf das erste Bild eines Trials untersucht, weil angenommen wird, dass diese Reaktion die valideste Messung darstellt. Hier betrachten die Versuchspersonen lediglich das Bild, ohne gleichzeitig eine Tastenreaktion ausführen zu müssen.

wütende Gesichter. Die EMG-Reaktion des Zygomaticus Major für das erste fröhliche Gesicht korreliert positiv mit den Reaktionszeitersparnissen für wiederholte fröhliche Gesichter.

Da zahlreiche Studien zeigen konnten, dass die eigene Stimmung die Aufmerksamkeit auf Reize lenken kann, die mit der Stimmung konform sind, wird angenommen, dass Versuchspersonen, die nach Selbstbericht negativ gestimmt sind, ihre Aufmerksamkeit auch eher negativen Reizen zuwenden. Bezogen auf das Paradigma hieße das, dass negativ gestimmte Versuchspersonen das erste Bild genau dann stärker verarbeiten (und ihre Aufmerksamkeit dann schwerer von ihm lösen können), wenn dieses Bild eine negative Emotion ausdrückt. Wären die Reaktionszeitkosten für wiederholte traurige Gesichtsausdrücke mit darin begründet, dass das erste Bild zu viele Verarbeitungsressourcen blockiert, so müsste eine schlechtere Stimmung mit höheren Verarbeitungskosten für wiederholte wütende oder traurige Gesichtsausdrücke korrelieren. Umgekehrt wäre es in einer guten Stimmung wahrscheinlich, die Aufmerksamkeit auf positive Reize zuzuwenden, was zu einer effizienteren Verarbeitung fröhlicher Gesichter und damit zu einer größeren Reaktionszeitersparnis für wiederholte Bilder dieser Emotion führen sollte.

Hypothese 4: *Die individuelle Stimmung der Versuchspersonen korreliert positiv mit der Größe der Reaktionszeitkosten bei Wiederholung negativer emotionaler Gesichtsausdrücke und positiv mit der Reaktionszeitersparnis bei der Wiederholung positiver emotionaler Gesichtsausdrücke.*

3.4.2 Methode

3.4.2.1 Stichprobenbeschreibung

Insgesamt wurden 162 Versuchspersonen untersucht. Bei keiner Versuchsperson lag eine neurologische oder psychiatrische Krankheit vor. Die Gesamtstichprobe hatte eine Altersspanne von 18 bis 52 Jahre ($M=26,13$ Jahre; $SD=6,75$ Jahre). Es nahmen insgesamt 70 Männer und 92 Frauen teil, wobei darauf geachtet wurde, dass keine Personen teilnahmen, die ein Psychologie-Studium absolvierten oder abgeschlossen hatten. Die Teilnahme wurde mit 15 Euro bezahlt. Nach der Artefaktkorrektur verblieben für die EEG-Analyse 140 Versuchspersonen (Alter: 18-52 Jahre; $M=26,34$ Jahre; $SD=7,08$ Jahre). Für die EMG-Analyse konnten nach Artefaktkorrektur 144 Versuchspersonen einbezogen werden (Alter:18-52 Jahre; $M=26,10$ Jahre; $SD=6,58$ Jahre).

3.4.2.2 Ort, Versuchsapparaturen und Stimulusmaterial

Dieses Experiment wurde im gleichen Labor, mit den gleichen Apparaturen und Programmen sowie gleicher Beleuchtung wie bei den Experimenten 2 und 3 durchgeführt (vgl. 2.2.2.2). Als Stimulusmaterial dienten in allen Tests und Untertests wieder schwarz-weiß-gefärbte Aufnahmen fröhlicher, wütender oder trauriger Gesichtsausdrücke aus dem KDEF.

3.4.2.3 Versuchsablauf und Aufbau von Versuchsdurchgängen

Dieses Experiment bildet einen Ausschnitt einer größeren Versuchsanordnung zum Projekt *Motorische Spiegelung und emotionale Ansteckung* (Exzellenzcluster der Freien Universität Berlin *Languages of Emotion*). Die Gesamtdauer für die Versuchsperson betrug je Experiment etwa eine Stunde (das Anbringen der EEG- und EMG-

Elektroden nicht mitgerechnet), von der etwa eine halbe Stunde auf den vorliegend beschriebenen Teil entfiel. Abbildung 3.28 zeigt schematisch den Aufbau dieses Teils.

Zu Beginn des Experiments wurde den Versuchspersonen mitgeteilt, dass es sich bei der Studie um ein Experiment zum Personengedächtnis handelte, um die Aufmerksamkeit weg von dem Faktor Emotion zu lenken. Zur Messung und Manipulation der Stimmung absolvierten die Versuchspersonen zunächst einen Ansteckungsblock. In diesem Ansteckungsblock wurden den Versuchspersonen je nach Gruppenzugehörigkeit über eine längere Zeit (> fünf Minuten) entweder fröhliche oder traurige Gesichtsausdrücke gezeigt. Die Aufgabe der Versuchsperson lag darin, je Trial eine zuvor gezeigte Stimulusperson wiederzuerkennen. Diese Aufgabenstellung war nötig, um die Aufmerksamkeit von der Emotion der gezeigten Ausdrücke wegzulenken.

Vor und nach dem Block wurde mittels des MDBF-Fragebogens die subjektiv empfundene momentane Stimmung erhoben. Dies wurde den Versuchspersonen damit erklärt, dass hier ein standardisierter Fragebogen zur Messung der gegenwärtigen Konzentration und Stimmung durchgeführt wurde.

Nach einer sehr kurzen Gedächtnisaufgabe zum Wiedererkennen von Personen wurde die Emotionspriming-Aufgabe durchgeführt, die der Bedingung „*Priming* des emotionalen Gesichtsausdrucks“ in den anderen Experimenten weitgehend glich. Zum Abschluss des Versuchs wurden die Versuchspersonen gefragt, woran sie glaubten, welche Fragestellungen im Experiment behandelt wurden und anschließend aufgeklärt. Es folgt eine genauere Beschreibung der einzelnen Blöcke.

3.4.2.3.1 Ansteckungsblock

Der Ansteckungsblock bestand aus 10 Trials, in denen jeweils 15 Gesichter präsentiert wurden. Der Aufbau eines Trials ist schematisch in Abbildung 3.29 dargestellt. Jeder Trial bestand aus einer Einprägungs- und einer Abrufphase. Die Aufgabe der Versuchsperson war es, sich die Person aus der Einprägungsphase zu merken und in der direkt darauf folgenden Abrufphase wiederzuerkennen. In der Einprägungsphase wurde ein schwarz-weiß gefärbtes Foto aus dem KDEF in Profilansicht präsentiert. Bei diesem Foto wurden die Haare herausgeschnitten, um zu vermeiden, dass sich die Versuchspersonen bei der Wiedererkennungsaufgabe zu sehr auf die Frisur konzentrieren ohne dabei den emotionalen Gesichtsausdruck zu sehen.

Gleichzeitig diente die Profilansicht dazu, die Aufgabe nicht zu leicht werden zu lassen, um die Aufmerksamkeit der Versuchspersonen wiederum nicht direkt auf den emotionalen Ausdruck zu lenken. Nach einer kurzen Pause von einer Sekunde folgten fünfzehn Bilder in Frontalansicht, die nacheinander für jeweils eine Sekunde gezeigt wurden. Ein weißer Bildschirm diente als Interstimulusintervall von ebenfalls einer Sekunde. Bei jedem Bild reagierten die Versuchspersonen mit Tastendruck, ob das gezeigte Bild die Person aus der Einprägungsphase darstellt oder eine neue Person. Jeder Trial zeigte dabei immer Personen des gleichen Geschlechts. Die Zielperson konnte ein bis dreimal pro Trial auftauchen. Alle frontalen Gesichter der Abrufbedingung zeigten denselben emotionalen Gesichtsausdruck (traurig für Gruppe 1, fröhlich für Gruppe 2). Nach jedem Trial konnte die Versuchsperson eine individuell lange Pause machen und den nächsten Trial per Knopfdruck starten.

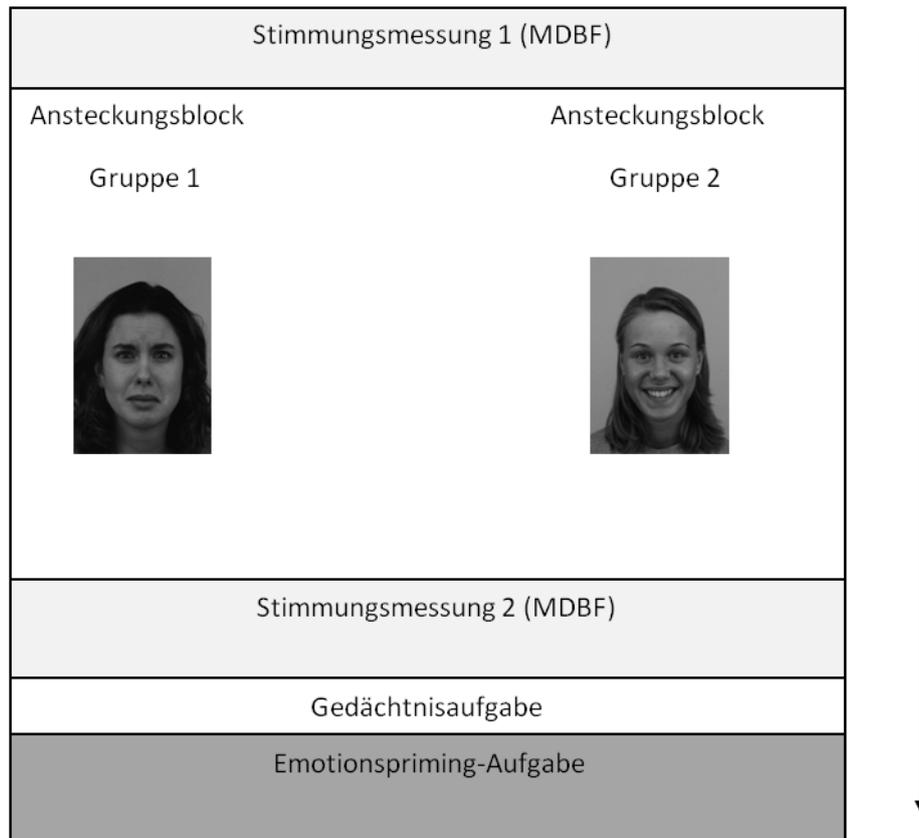


Abbildung 3.28: Dargestellt ist der Ablauf des Experiments. Die Stichprobe wird in zwei Gruppen aufgeteilt, von denen Gruppe 1 einen Ansteckungsblock mit traurigen Gesichtern und Gruppe 2 einen Ansteckungsblock mit fröhlichen Gesichtern durchläuft.

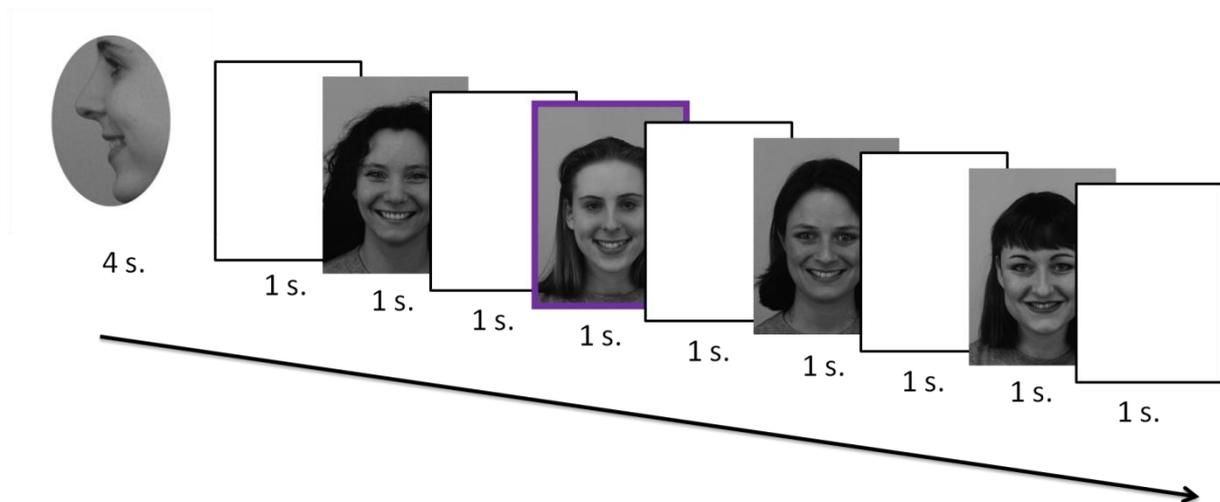


Abbildung 3.29: Dargestellt ist schematisch der Trialaufbau im Ansteckungsblock für die Gruppe 2. Nach einer Lernphase von vier Sekunden folgt direkt die Abrufphase, in der die Person aus der Lernphase in Frontalansicht wiedererkannt werden soll. Das Zielgesicht konnte ein bis dreimal pro Trial auftreten (hier ist es mit einem farbigen Rahmen versehen).

3.4.2.3.2 Gedächtnistest

Im Gedächtnistest wurden lediglich neutrale Gesichter gezeigt. Auch dieser bestand aus einer Lernphase und einer Abrufphase. In der Lernphase wurden für jeweils eine Sekunde hintereinander fünf Gesichter gezeigt. Hierauf folgte direkt im Anschluss die Abrufphase, in der diese Gesichter und fünf neue Gesichter präsentiert wurden. Die Aufgabe der Versuchsperson lag darin, neue und alte Gesichter per Tastendruck zu unterscheiden. Diese Aufgabe bestand aus fünf Trials, in denen alle Bilder sowohl in der Lernbedingung wie in der Abrufbedingung von vorne gezeigt wurden.

3.4.2.3.3 Emotionspriming-Aufgabe

Die Trials dieser Aufgabe waren genauso aufgebaut wie in Experiment 1 (vgl. 3.1.2.4), mit dem Unterschied, dass jetzt nur die Bedingung „Emotionales *Priming*“ verwendet wurde, also immer gleiche oder verschiedene emotionale Gesichtsausdrücke verschiedener Stimuluspersonen innerhalb eines Trials gezeigt wurden. Präsentationszeiten und Zeiten für Interstimulusintervalle wurden wie in den vorangegangenen Experimenten gleich gehalten. Um die Aufgabe für die Versuchspersonen abwechslungsreicher zu gestalten wurden neben den Emotionen *fröhlich*, *wütend* und *traurig* auch ängstliche und angeekelte Gesichtsausdrücke verwendet. Diese wurden in die Auswertung nicht mit einbezogen, da sie in der Anzahl wesentlich geringer waren, als bei den Emotionen *fröhlich*, *wütend* und *traurig*. Tabelle 3.5 zeigt einen Überblick über die möglichen Trialtypen dieses Unterexperiments. Per Tastendruck gaben die Versuchspersonen so schnell wie möglich an, ob sich eine Emotion wiederholte oder nicht. Die Möglichkeit zur Reaktion bestand wieder ab Auftreten des zweiten Bildes.

Tabelle 3.5

Übersicht über die verschiedenen Trialtypen, emotionale Gesichtsausdrücke und die jeweilige Anzahl der Durchgänge (*Trials*) im Unterexperiment *Emotionales Priming*. In grau sind Trials dargestellt, die nicht ausgewertet wurden (siehe Text).

	Gleicher emotionaler Ausdruck		Unterschiedlicher emotionaler Ausdruck	
Unterschiedliches Gesicht	fröhlich – fröhlich	(30 Trials)	wütend ängstlich angeekelt traurig	- fröhlich (30 Trials)
	wütend – wütend	(30 Trials)	fröhlich ängstlich angeekelt traurig	- wütend (30 Trials)
	traurig – traurig	(30 Trials)	fröhlich ängstlich angeekelt wütend	- traurig (30 Trials)
	ängstlich – ängstlich	(15 Trials)	fröhlich traurig ängstlich wütend	- angeekelt (15 Trials)
	angeekelt - angeekelt	(15 Trials)	fröhlich angeekelt traurig wütend	- ängstlich (15 Trials)

3.4.2.3.4 Messung der Stimmung

Zur Messung der momentanen Stimmung nach Selbstbericht wurde eine modifizierte Fassung des Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogen (MDBF, Steyer, Schwenkmezger, Notz & Eid, 1994; Steyer, Schwenkmezger, Notz & Eid, 1997) durchgeführt. Es gab zwei Messzeitpunkte: einmal vor und einmal nach dem Ansteckungsblock. Die Stimmungserhebung erfolgte mittels Tastendruck auf der Reaktionsbox. In der Bildschirmmitte wurde jeweils ein Stimmungsadjektiv präsentiert (*gut, schlecht, fröhlich, erfreut, wohl, unwohl, betrübt, traurig, wach, schläfrig, konzentriert*). Auf einer fünfstufigen Skala von 0 (*überhaupt nicht*) bis 4 (*sehr stark*) gaben die Versuchspersonen bei jedem Adjektiv an, wie stark es auf die eigene gegenwärtige Stimmung zum aktuellen Zeitpunkt zutrifft. In die Statistik wurden die einzelnen Items dann zu je einem Stimmungsfaktor vor und einem nach dem Ansteckungsblock zusammengefasst.

3.4.2.4 Elektrophysiologie

Sowohl ereigniskorrelierte Potentiale wie auch EMG wurden nur während der Emotionspriming-Aufgabe durchgeführt. Für die EKP wurden die Ableitungen, die sich auf das zweite Gesicht jedes Trials bezogen verwendet. Für das EMG-Signal wurden die Ableitungen für das erste Gesicht eines jeden Trials benutzt. Es wurden ausschließlich elektrophysiologische Daten zu den emotionalen Gesichtsausdrücken *wütend, fröhlich* und *traurig* analysiert.

3.4.2.4.1 Ereigniskorrelierte Potentiale

Das Experiment wurde mit den gleich Elektroden, Verstärkern, Aufnahmeprogrammen und Filtereinstellungen wie in Experiment 3 durchgeführt

(vgl. 3.3.2.5). Auch die einzelnen Schritte der Analyse und Auswertung des EEG-Signals folgten exakt denen in Experimenten 1 und 3 (vgl. 3.1.2.5). Untersucht wurden drei aktive Elektrodenpositionen (Cz, P7', P8'). Zur Kontrolle von Augenbewegungen und Blinzlern wurden ein vertikales und ein horizontales EOG verwendet.

3.4.2.4.2 Erfassung, Parametrisierung und Analyse des EMG-Signals

Die Platzierung der Elektroden erfolgte nach der gängigen Vorgabe von Fridlund und Cacioppo (1986). Es wurden jeweils bipolare Ableitungen am linken Currogator Supercilli und am linken Zygomaticus Major durchgeführt. Verwendet wurden 3mm große Napfelektroden, die mit doppelseitigen Kleberingen an den jeweiligen Stellen angebracht wurden, nachdem die Hautstellen mit Isopropylalkohol (70%) gereinigt wurden. Der Kontakt von der Elektrode zur Haut wurde mittels eines Elektrodengels hergestellt (*Synapse*, Firma *Med-Tek*, Arcadia). Das Signal wurde online mit den Filtereinstellungen Hochpass 20 Hz und Notch-Filter 50 Hz gefiltert und mit einer Abtastrate von 500Hz über das Programm *psylab 7* (*Psylab*, London) erfasst.

Die weitere Analyse des Signals erfolgte mit den Programmen *Vision Analyzer* (Version 1.04; *BrainProducts GmbH*) und *Matlab 7* (Mathworks, Natick). Im *Vision Analyzer* wurden das EMG-Signal der beiden Muskeln anhand der emotionsspezifischen binären Triggerimpulse im Eventkanal der Ableitung in Segmente von 2.500ms Länge unterteilt (beginnend 500ms vor Stimulusauftreten). Mit diesen Segmenten wurde eine Artefaktkorrektur zur Bereinigung des Signals von Bewegungsartefakten (Augenbewegungen, Körperbewegungen, Rauschen) durchgeführt. Für die weitere Analyse wurden lediglich die Daten derjenigen Versuchspersonen verwendet, die mindestens 15 Segmente je Emotion vorweisen konnten. Diese Daten wurden mit dem Programm *Matlab* gleichgerichtet und

logarithmiert, um den Einfluss von Ausreißerwerten zu minimieren und in 100ms - Bins gemittelt. Es folgte eine Baselinekorrektur, bei der der Mittelwert der Amplitude in der *Baseline* (300ms vor Stimulusauftreten) von dem Mittelwert jedes Bins abgezogen wurde. Zur *Average*-Bildung wurden diese Segmente wiederum getrennt nach der jeweiligen Emotion, Muskelgruppe und Versuchsperson gemittelt. Auf Basis dieser *Averages* wurden getrennt nach Emotion über die Gesamtstichprobe hinweg *Grand Averages* gebildet. Für die Statistische Auswertung wurden der Mittelwert des Zeitbereichs 500ms nach Stimulusauftreten bis 1900ms nach Stimulusauftreten exportiert.

3.4.2.5 Statistische Auswertung

3.4.2.5.1 Analysen auf Gruppenebene

Jede Gruppenanalyse wurde für jedes einzelne Unterexperiment getrennt durchgeführt. Alle statistischen Analysen erfolgten mit dem Programm SPSS (Version 17). Da es sich um eine Zwei-Gruppen-Studie handelte (getrennt nach Emotion des Ansteckungsblocks) wurde der Faktor „Gruppe“ in allen Analysen als *Between-Subjects*-Faktor mit einbezogen. Als post-hoc-Test beim Auftreten signifikanter Interaktionen wurde der paarige t-Test verwendet. Das Signifikanzniveau war für Varianzanalysen und t-Test auf $\alpha < .05$ festgelegt.

3.4.2.5.1.1 Emotionale Ansteckung

Vor den inferenzstatistischen Analysen erfolgte je Messzeitpunkt eine Zusammenfassung der Items aus dem MDBF zu einem Stimmungsfaktor. Dieser bestand aus dem Mittelwert der Items *gut* und *wohl* sowie den rekodierten Items *schlecht* und *unwohl*. Mit dem Stimmungsfaktor aus dem MDBF wird eine

einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung (Stimmung vor und nach dem Ansteckungsblock) mit dem *Between-Subjects*-Faktor „Gruppe“ (zweistufig: *Ansteckungsblock „traurig“*, *Ansteckungsblock „fröhlich“*) gerechnet.

3.4.2.5.1.2 Emotionspriming-Aufgabe

3.4.2.5.1.2.1 Verhaltensdaten

Die Analyse erfolgte analog zu den ersten drei Experimenten mit Beschränkung auf die Auswertung von Reaktionszeiten für richtige Antworten. Innerhalb einer Versuchsperson wurden Reaktionszeiten, die mehr als zwei Standardabweichungen über oder unter dem Durchschnitt der jeweilige Versuchsbedingung dieser Person lagen, von der weiteren Analyse ausgeschlossen. Es wurde je Emotion eine Varianzanalyse mit Messwiederholung gerechnet mit dem Faktor „Wiederholung“ (zweistufig: *nicht wiederholt*, *wiederholt*) und dem *Between-Subjects*-Faktor „Gruppe“ (zweistufig: *Ansteckungsblock „traurig“*, *Ansteckungsblock „fröhlich“*).

3.4.2.5.1.2.2 EEG-Daten

Die statistische Auswertung der EEG Daten glich in ihren Schritten der Auswertung in Experiment 1 (vgl. 3.1.2.6.2) und Experiment 3 (vgl. 3.3.2.6.2). Auch hier wurden für die exportierten EKP-Komponenten P1, N170 und P2 (Elektrodenpositionen P7' und P8') sowie für den LPC (Elektrodenposition Cz) nach Emotion getrennte Varianzanalysen mit Messwiederholung gerechnet. Die Varianzanalysen hatten den Faktor „Wiederholung“ (*nicht wiederholt*, *wiederholt*) und den *Between-Subjects*-Faktor „Gruppe“ (*Ansteckungsblock „traurig“*, *Ansteckungsblock „fröhlich“*).

3.4.2.5.1.2.3 EMG-Daten

Um festzustellen, ob es auf Gruppenebene einen Mimikry-Prozess gab wurde eine dreifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung mit den Faktoren „Gesichtsmuskel“ (zweistufig: *Zygomaticus Major*, *Currogator Supercilii*), „Emotionaler Ausdruck des ersten Bildes“ (dreistufig: *fröhlich*, *traurig*, *wütend*) und dem *Between-Subjects*-Faktor „Gruppe“ gerechnet. Grundlage für die Berechnungen waren die exportierten Werte aus den einzelnen nach Emotion getrennten *Averages* der Versuchspersonen.

3.4.2.5.2 Korrelationsanalysen

Für die bivariaten Korrelationsanalysen wurden jeweils für die Reaktionszeiten in der Emotionspriming-Bedingung und für die Muskelaktivität die Amplitudenwerte auf das erste Gesicht Residuen gebildet. Dies war zur Vermeidung von Scheineffekten erforderlich, weil angenommen wurde, dass die Werte jeweils untereinander korrelieren (also die Reaktionszeit für wiederholte und nicht wiederholte Ausdrücke und die Muskelaktivität für Mimikryreaktionen innerhalb einer Versuchsperson). Für die Reaktionszeiten bestand die Annahme darin, dass es Menschen gibt, die generell schneller in Experimenten reagieren als andere. Bei der Analyse von EMG-Parametern wurde hingegen ein korrelativer Einfluss anderer Faktoren wie beispielsweise die eigene Hautbeschaffenheit oder auch die allgemeine Muskelaktivität angenommen. Lediglich für die Stimmung zum Zeitpunkt vor der Emotionspriming-Aufgabe wurden keine Residuen für die Korrelationsstudien

berechnet, da hier für jede Versuchsperson Werte in die Korrelationsanalyse eingingen, die nicht zu anderen Werten in Beziehung standen¹⁰.

Die Bildung der Reaktionszeitresiduen erfolgte getrennt nach Emotion des zweiten Gesichts auf einer Regressionsberechnung, bei der die Reaktionszeit für die Detektion wiederholter Ausdrücke auf Basis der Reaktionszeit für nicht wiederholte Ausdrücke geschätzt wurde. Positive Residuen (also Abweichungen von diesem Schätzwert) bedeuteten einen größeren Primingeffekt für diese Versuchsperson (größere Kosten bei der Wiederholung von wütenden bzw. traurigen Ausdrücken; größere Ersparnis bei der Wiederholung fröhlicher Ausdrücke). Negative Residuen bedeuteten einen kleineren Primingeffekt (geringere Kosten bei der Wiederholung von wütenden bzw. traurigen Ausdrücken; geringer Ersparnis bei der Wiederholung fröhlicher Ausdrücke).

Zur Bildung von Residuen für die Amplitudenwerte der EMG-Reaktionen wurde der Amplitudenwert für die zu erwartende charakteristische Muskelreaktion auf Basis der nicht charakteristischen Muskelreaktion geschätzt. Da bei Mimikry mit einer wesentlich stärkeren Currogator-Reaktion bei wütenden als bei fröhlichen gerechnet wird, soll die Reaktion dieser Muskelgruppe bei Präsentation eines wütenden Gesichtsausdrucks auf Basis der Reaktion auf einen fröhlichen Gesichtsausdruck geschätzt werden. Ein positives Residuum bedeutet in diesem Fall auch eine größere Mimikry-Reaktion, ein negatives Residuum hingegen eine schwache oder keine Mimikry-Reaktion.

¹⁰ Die subjektiv empfundene Stimmung im MDBF wurde, wie beschrieben, zu zwei Messzeitpunkten – vor und nach dem Ansteckungsblock - erhoben. Dies geschah, um auf Gruppenebene festzustellen, ob es eine emotionale Ansteckung gab. Zur Beantwortung der Fragestellung, ob die aktuelle Stimmung der Versuchsperson mit den Primingeffekten in der Emotionsprimingbedingung korreliert, gingen in die Korrelationsanalysen nur die Stimmungswerte zum zweiten Meßzeitpunkt (also nach dem Ansteckungsblock) ein. Aus diesem Grund entfiel eine Residuenbildung für die Stimmungswerte.

Analog wird bei Betrachtung eines fröhlichen Gesichtsausdrucks mit einer größeren Reaktion des Zygomaticus Major gerechnet. Zur Bildung der Residuen wird für diese Muskelgruppe die Muskelreaktion auf fröhliche Gesichtsausdrücke auf Basis der Reaktion auf wütende Gesichtsausdrücke vorhergesagt, wobei ein positives Residuum für eine größere Mimikryreaktion spricht, ein negatives Residuum für geringere oder keine Mimikry. Zusammenfassend fließen in die Korrelationsanalysen, die die Muskelreaktion betreffen, je Versuchsperson zwei Residuenwerte ein. Für den Currogator Supercilii: Residuum der Aktivität für wütende Gesichter geschätzt auf Basis fröhlicher Gesichter in $\mu V_{(\log)}$. Für den Zygomaticus Major: Residuum der Schätzung der Aktivität für fröhliche Gesichter auf Basis der Aktivität für traurige Gesichter in $\mu V_{(\log)}$.

3.4.2.6 Versuchsplan

3.4.2.6.1 Unabhängige Variablen

Aufgrund der Gliederung dieses Experiments ergeben sich verschiedene unabhängige Variablen für die jeweiligen Unterexperimente. Als übergeordnete unabhängige Variable gilt die Gruppenzugehörigkeit der Versuchspersonen, d.h. ob die Versuchsperson in dem Ansteckungsblock traurige Gesichter oder fröhliche Gesichter gesehen hat.

Für die Emotionspriming-Bedingung ergeben sich analog zu den in den Experimenten 1 bis 3 beschriebenen Versuchsplänen die unabhängigen Variablen „Emotion des zweiten Gesichtsausdrucks“ mit den Ausprägungen *fröhlich*, *wütend* und *traurig* sowie „Primingstatus des zweiten Gesichtsausdrucks“ mit den Ausprägungen *wiederholt* und *nicht wiederholt*. Für die Messung der EEG-Amplituden der EKP-Komponenten P1, N170 und P2 wird dieser Versuchsplan um die

unabhängige Variable „Lateralität der Elektrodenposition“ mit den Ausprägungen *links* und *rechts* ergänzt.

Die unabhängigen Variablen im Versuchsplan für den EMG-Anteil dieses Unterexperiments sind die „Emotion des Gesichtsausdrucks des ersten Bilds“ mit den Ausprägungen *fröhlich*, *wütend* und *traurig* sowie der „Muskel“ mit den Ausprägungen *Currogator Supercilii* und *Zygomaticus Major*.

3.4.2.6.2 Abhängige Variablen

Für die Verhaltensdaten ist die abhängige Variable die Reaktionszeit für korrekt erkannte Wiederholungen und Nicht-Wiederholungen von Gesichtsausdrücken. Auf EEG-Ebene sind die abhängigen Variablen die Amplitudenwerte für wiederholte und Nicht-wiederholte emotionale Ausdrücke getrennt für die Komponenten P1, N170, P2 und den LPC. Auf EMG-Ebene ist die abhängige Variable die Amplitude auf das erste Bild eines jeden Trials, getrennt jeweils für die dargestellte Emotion und für die jeweilige Muskelgruppe.

3.4.2.6.3 Kontrolle von Störvariablen

Die Zuteilung auf die Gruppen erfolgte nach dem Zufallsprinzip, lediglich die ersten sechs Probanden wurden aus organisatorischen Gründen der Gruppe 1 zugeordnet. Für alle Untertests galt, dass, zur Vermeidung von Reihenfolgeeffekten, die Trials den Versuchspersonen in zufälliger Reihenfolge zugeordnet wurden. Desweiteren wurde die Auswahl der Stimuluspersonen, von denen die gezeigten Ausdrücke stammten, nach Zufall aus der gesamten KDEF-Datenbank ausgewählt – und dies sowohl für die Ansteckungsbedingung wie auch für die Emotionspriming-Bedingung. Um Geschlechtseffekte konstant zu halten, wurde der Faktor Geschlecht

der Stimulusperson in allen Unterexperimenten ausbalanciert, d.h. jede Versuchsperson sah gleich viele männliche wie weibliche Gesichter. Innerhalb eines Trials sowohl im Ansteckungsteil wie auch in der Emotionspriming-Aufgabe wurde das Geschlecht der Stimuluspersonen nicht gewechselt.

Versuchsleitereinflüsse wurden dadurch zu vermeiden versucht, dass alle Instruktionen über das Präsentationsprogramm erfolgten und der Versuchsleiter nur bei Problemen im Aufgabenverständnis zusätzliche Erklärungen gab. Die Instruktionen zur Reduktion von Störfaktoren auf die EMG- und EEG-Ableitungen wurde aus den Experimenten 1 und 3 übernommen.

Um die Aufmerksamkeit der Versuchspersonen nicht auf die Hypothesen des Versuchs zu lenken, wurden sie darüber informiert, dass es sich bei der Studie um eine Gedächtnisstudie für Personen handelte, bei der es darum ging, verschiedene Einflussgrößen auf das Personengedächtnis (etwa unterschiedliche Perspektiven) zu untersuchen. Schon bei der Akquirierung der Versuchspersonen über Aushänge wurde darauf hingewiesen, dass es sich bei dieser Studie um ein Projekt zum Gesichter Gedächtnis handelte. Da Psychologie-Studierende möglicherweise mit den Konzepten der emotionalen Ansteckung und Mimikry-Reaktionen vertraut sind, wurde diese Studierendengruppe vom Experiment ausgeschlossen. Dies wurde in einem persönlichen Gespräch durch Frage nach dem Studienfach vorher geklärt.

Die Stimmungsmessung wurde damit erklärt, dass es sich um einen standardisierten Fragebogen handelt, mit dem die aktuelle Stimmung und Konzentration angegeben werden soll. Aus diesem Grund wurde der Fragebogen um Items erweitert, die nach Wachheit und Konzentration fragten, aber nicht ausgewertet wurden. Aus dem gleichen Grund wurde ein kurzer Gedächtnistest für Gesichter zwischen dem Ansteckungsblock und der Emotionspriming-Aufgabe gesetzt. Dieser diente neben der Stützung des offiziellen Anlasses des Experiments

auch dazu, mögliche interferierende Primingeinflüsse des Ansteckungsblocks auf die Primingbedingung zu minimieren. Möglich wäre ja, dass sich die Stimmung der Gruppe mit traurigen Gesichtern im Ansteckungsblock erwartungsgemäß verschlechtert und sie hypothesenkonform Reaktionszeitverlängerungen für wiederholte traurige Gesichtsausdrücke aufweist. Ohne diesen Gedächtnistest zwischen den beiden Unterexperimenten, wäre es nicht möglich die Reaktionszeiten in der Emotionspriming-Aufgabe von einem Einfluss der Stimmung auf diese Reaktionszeiten sauber zu trennen. Da in dem Gedächtnistest nur neutrale Gesichter gezeigt werden, wird kein Einfluss von ihm auf die Stimmung der Versuchspersonen wie auch auf die spätere Verarbeitung trauriger Gesichtsausdrücke in der Emotionspriming-Aufgabe angenommen.

3.4.3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Unterexperimente beschrieben. Zunächst werden die Ergebnisse jedes Unterexperiments auf Gruppenebene berichtet. Über korrelative Zusammenhänge der Ergebnisse der einzelnen Tests wird am Ende dieses Kapitels ein Überblick gegeben. Für alle Untertests gilt, dass die jeweiligen Varianzanalysen mit dem *Between-Subjects*-Faktor „Gruppe“ gerechnet wurden. Die Darstellung in Grafiken, erfolgt im Falle signifikanter Interaktionen mit diesem Faktor getrennt für beide Gruppen, ansonsten für beide Gruppen zusammengefasst.

3.4.3.1 Emotionspriming-Aufgabe

Sowohl auf Reaktionszeit- wie auf elektrophysiologischer Ebene wurden separate Varianzanalysen mit Messwiederholung für die drei emotionalen Gesichtsausdrücke *fröhlich*, *wütend* und *traurig* gerechnet.

3.4.3.1.1 Verhaltensdaten

Abbildung 3.30 zeigt die Reaktionszeiten für korrekte Antworten für Gruppe 1, die vor der Emotionspriming-Aufgabe traurige Gesichter im Ansteckungsblock gesehen hat. Für Gruppe 2 (fröhliche Gesichter im Ansteckungsblock) sind die Reaktionszeiten in Abbildung 3.31 dargestellt. Fröhliche Gesichtsausdrücke wurden in beiden Gruppen bei Wiederholung schneller erkannt (Haupteffekt „Wiederholung des emotionalen Ausdrucks“ ($F(1,160)=72,01$; $p<.001$; $\eta_p^2=.31$). Die Reaktionszeit verringerte sich von im Mittel 949,14ms bei nicht wiederholten auf 850,83ms bei wiederholten fröhlichen Ausdrücken. Für wütende Gesichtsausdrücke gab es auf Gruppenebene in diesem Experiment keinen signifikanten Reaktionszeitunterschied zwischen wiederholten und nicht wiederholten Gesichtsausdrücken.

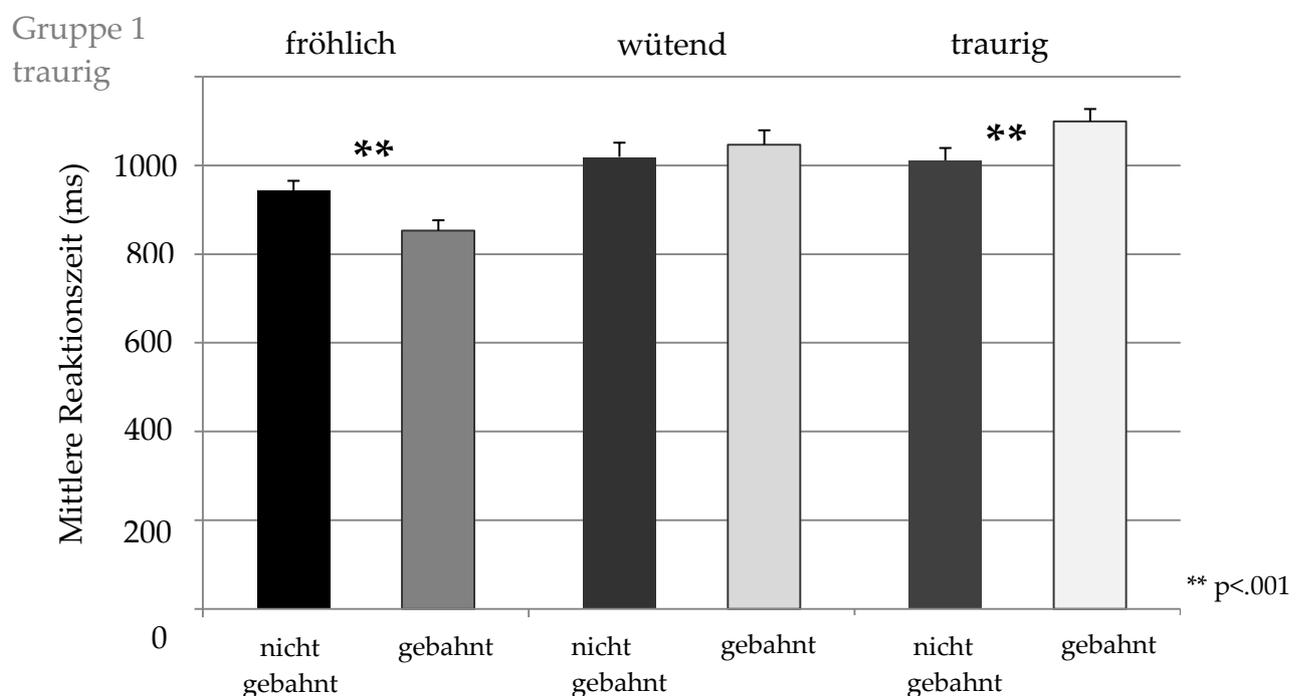


Abbildung 3.30: Dargestellt sind die Reaktionszeiten für korrekte Antworten in der Emotionspriming-Aufgabe für die Gruppe, die im zuvor präsentierten Ansteckungsblock traurige Gesichter gesehen hat.

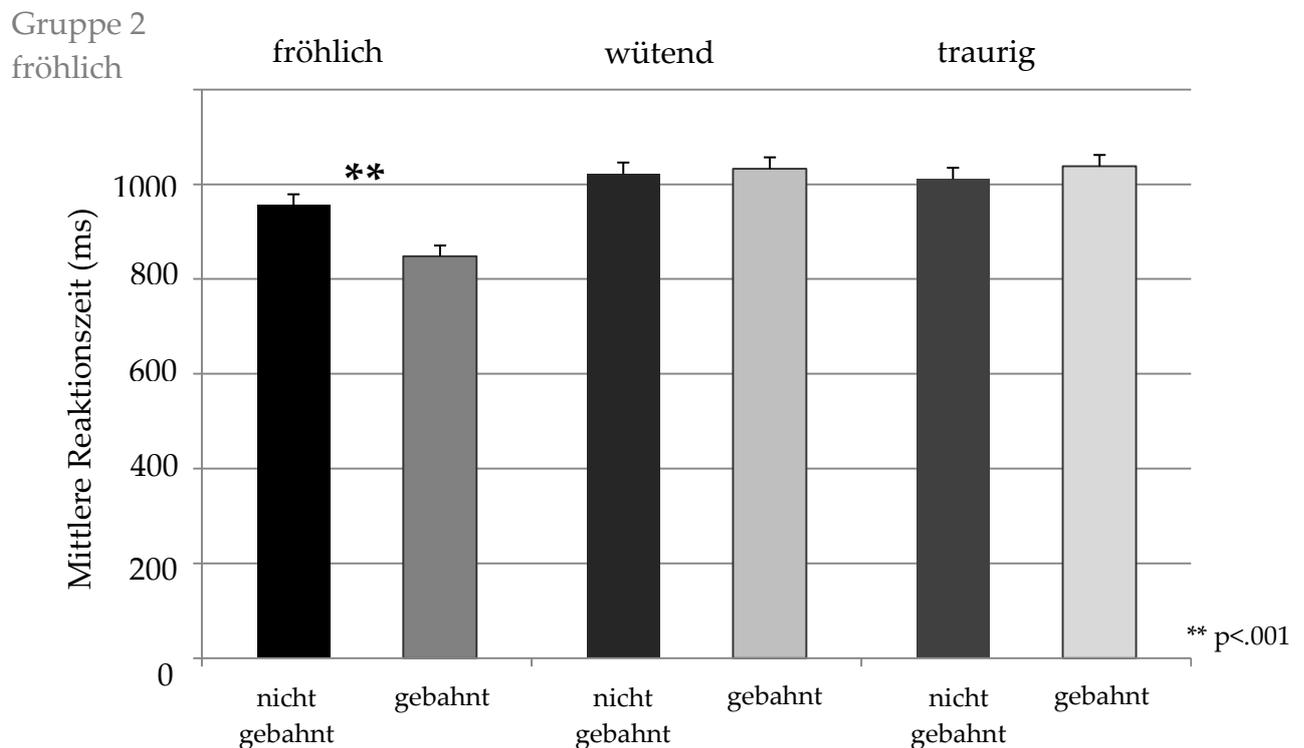


Abbildung 3.31: Dargestellt sind die Reaktionszeiten für korrekte Antworten in der Emotionspriming-Aufgabe für die Gruppe, die im zuvor präsentierten Ansteckungsblock fröhliche Gesichter gesehen hat.

Für die Präsentation trauriger Gesichtsausdrücke gab es neben einem signifikanten Haupteffekt des Faktors „Wiederholung des emotionalen Ausdrucks“ ($F(1,160)=20,08$; $p<.001$; $\eta_p^2=.11$) mit einer Verlängerung der Reaktionszeiten für wiederholte Ausdrücke auch gruppenabhängige Wiederholungseffekte. So war die Interaktion der Faktoren „Gruppe“ und „Wiederholung des emotionalen Ausdrucks“ signifikant ($F(1,160)=5,34$; $p<.05$; $\eta_p^2=.03$). Die Versuchspersonen, die vor der Emotionspriming-Aufgabe einen Ansteckungsblock mit traurigen Gesichtern gesehen hatten, hatten auch mehr Verarbeitungskosten für die Reaktion auf wiederholte traurige Gesichtsausdrücke. Der Reaktionszeitunterschied für die Gruppe, die traurige Gesichter im Ansteckungsblock hatte war signifikant ($t(82)=4,55$; $p<.001$).

3.4.3.1.2 EEG-Daten

Für die Wiederholung fröhlicher Gesichter zeigt sich auf Ebene der N170 über der rechten Hemisphäre ein signifikanter Amplitudenanstieg, der sich in einer signifikanten Interaktion der Faktoren „Lateralität“ und „Wiederholung des emotionalen Ausdrucks“ ($F(1,138)=11,11$; $p<.001$; $\eta_p^2=.075$) äußert. Die Amplitude veränderte sich an der Elektrodenposition P8' von $-2,29\mu\text{V}$ auf $-2,68\mu\text{V}$ (s. Abbildung 3.32. oben). Dieser Amplitudenunterschied war post-hoc signifikant ($t(139)=-1,47$; $p<.001$). Die Gruppe hatte keinen Einfluss auf die Amplitudenentwicklungen der N170 bei Wiederholung dieser Emotion. Für die Emotionen traurig und wütend gab es keine signifikanten Amplitudenentwicklungen für diese Komponente.

Für die EKP-Komponenten P1 und P2 gab es keine durch Wiederholung verursachten signifikanten Amplitudenentwicklungen für die untersuchten Emotionen. Auf Ebene des LPC gab es für die fröhlichen Gesichter einen signifikanten mittleren Amplitudenanstieg für wiederholte Gesichter von $5,27\mu\text{V}$ auf $7,63\mu\text{V}$, was sich in der Varianzanalyse als Haupteffekt des Faktors „Wiederholung des Ausdrucks“ äußerte ($F(1,138)=57,18$; $p<.001$; $\eta_p^2=.29$). Dieser Amplitudenanstieg war von der Gruppenzugehörigkeit unabhängig.

Für wütende und traurige Gesichter ergaben sich keine signifikanten Amplitudenveränderungen auf LPC-Ebene. Lediglich bei traurigen Gesichtern gab es einen Trend zu einer signifikanten Interaktion der Faktoren „Wiederholung des Ausdrucks“ und „Gruppe“ ($F(1,138)=3,07$; $p<.08$; $\eta_p^2=.02$). Deskriptiv zeigte sich hier ein Abfallen der Amplitude für wiederholte traurige Gesichter in der Gruppe, die den Ansteckungsblock mit traurigen Gesichtern gesehen hatte und umgekehrt ein Anstieg der Amplitude für wiederholte traurige Gesichter in der Gruppe, die vorher für längere Zeit fröhliche Gesichter gesehen hatten. Abbildung 3.33 zeigt die verschiedenen Kurvenverläufe nach Emotion getrennt an der Elektrodenposition Cz.

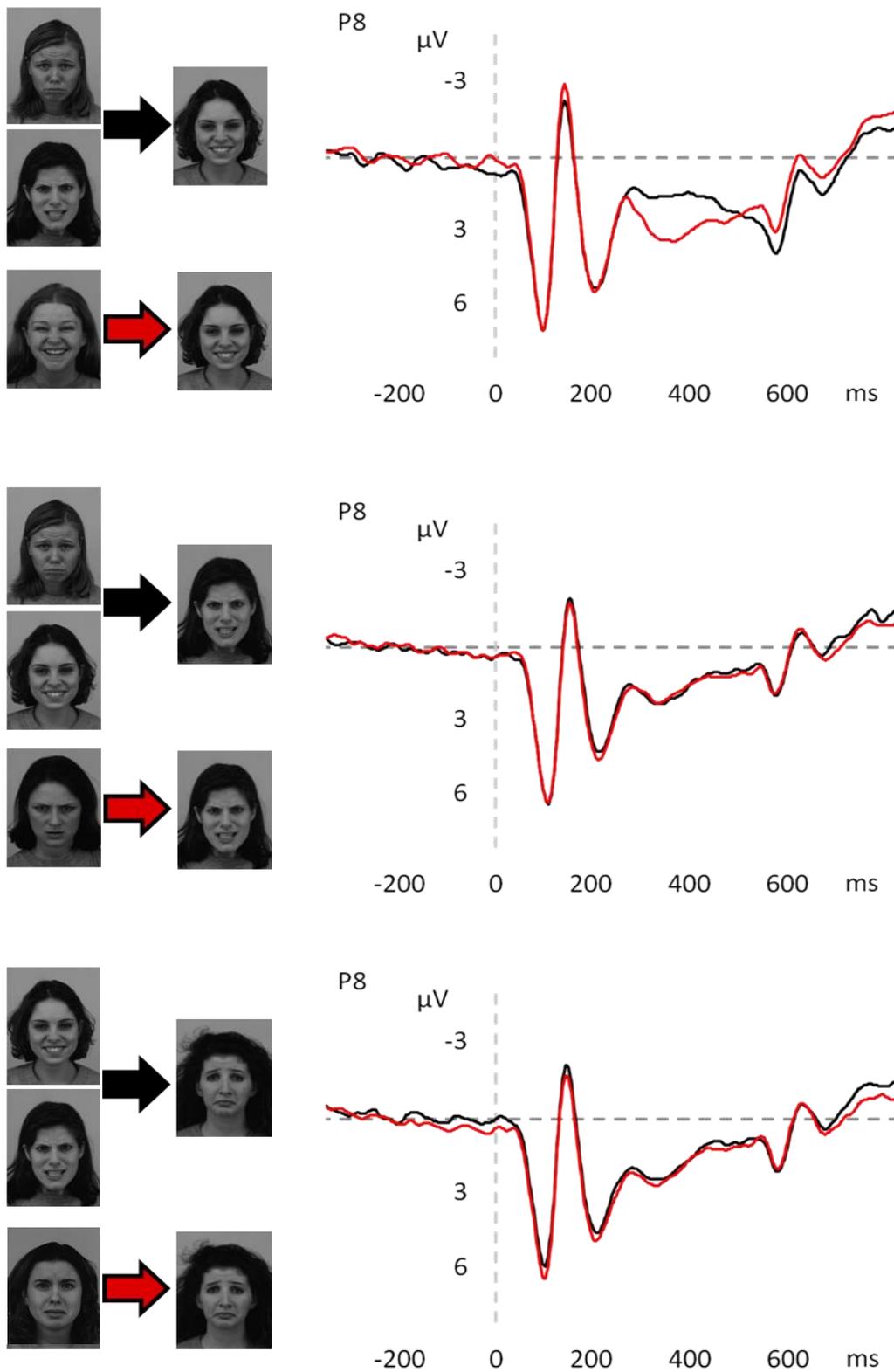


Abbildung 3.32: Grand Averages an der Elektrodenposition P8' für Wiederholungen eines emotionalen Gesichtsausdrucks, getrennt nach der Emotion des 2. Bilds. Schwarze Kurven zeigen keine Wiederholung (ungebahnt), rote Kurven Wiederholungen (gebahnt). In der Bedingung ohne *Priming* konnte innerhalb eines Trials auch ein angeekeltes oder ängstliches Gesicht vor dem jeweiligen Ausdruck erscheinen.

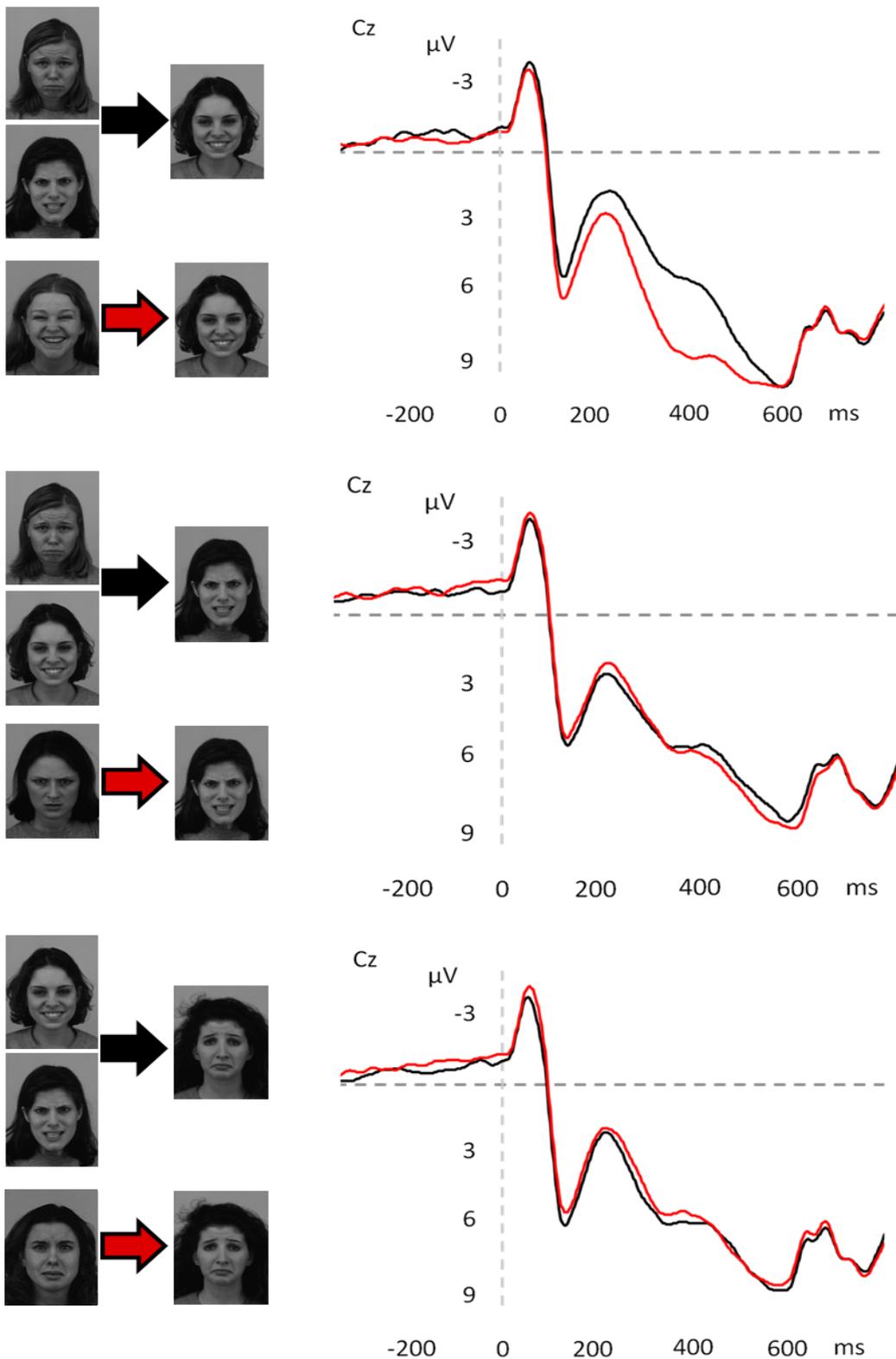


Abbildung 3.33: Grand Averages an der Elektrodenposition Cz für Wiederholungen eines emotionalen Gesichtsausdrucks, getrennt nach der Emotion des 2. Bilds. Schwarze Kurven zeigen keine Wiederholung (ungebahnt), rote Kurven Wiederholungen (gebahnt). In der Bedingung ohne *Priming* konnte innerhalb eines Trials auch ein angeekeltes oder ängstliches Gesicht vor dem jeweiligen Ausdruck erscheinen.

3.4.3.1.3 EMG-Daten

In Abbildung 3.34 sind die Aktivitätsverläufe für den Currogator Supercilii, in Abbildung 3.35 für den Zygomaticus Major dargestellt. Beide Muskeln reagieren in Abhängigkeit der gezeigten Emotion unterschiedlich, was sich in einer signifikanten Interaktion der Faktoren „Muskel“ und „Emotion“ widerspiegelt ($F(2,141)=8,94$; $p<.001$; $\eta_p^2=.11$). Wie in den Abbildungen zu erkennen, reagieren beide Muskelgruppen im EMG auf die gezeigten Bilder mit einer Entspannung, wobei diese Entspannung für die jeweiligen Emotionen unterschiedlich stark ausfällt. Einen Gruppeneinfluss gibt es nicht. Bei post-hoc-Berechnungen unterschieden sich die EMG-Mittelwerte für traurig und wütend für beide Gruppen nicht. Die EMG-Reaktion für fröhliche Gesichter unterschied sich jedoch für beide Muskelgruppen jeweils von den anderen Gesichtsausdrücken. So lag die Zygomaticus-Antwort für fröhliche Gesichter deutlich über der bei wütenden Gesichtern ($t(143)=-2,09$; $p<.05$) oder traurigen Gesichtern ($t(143)=2,93$; $p<.01$) und die Currogator-Antwort für fröhliche Gesichter unter der für wütende ($t(143)=3,84$; $p<.001$) oder traurige Gesichter ($t(143)=-2,43$; $p<.05$). Zusammenfassend zeigen sich auf das erste Bild der Emotionspriming-Aufgabe für beide Muskelgruppen Effekte, die als faziale Mimikry beschrieben werden können.

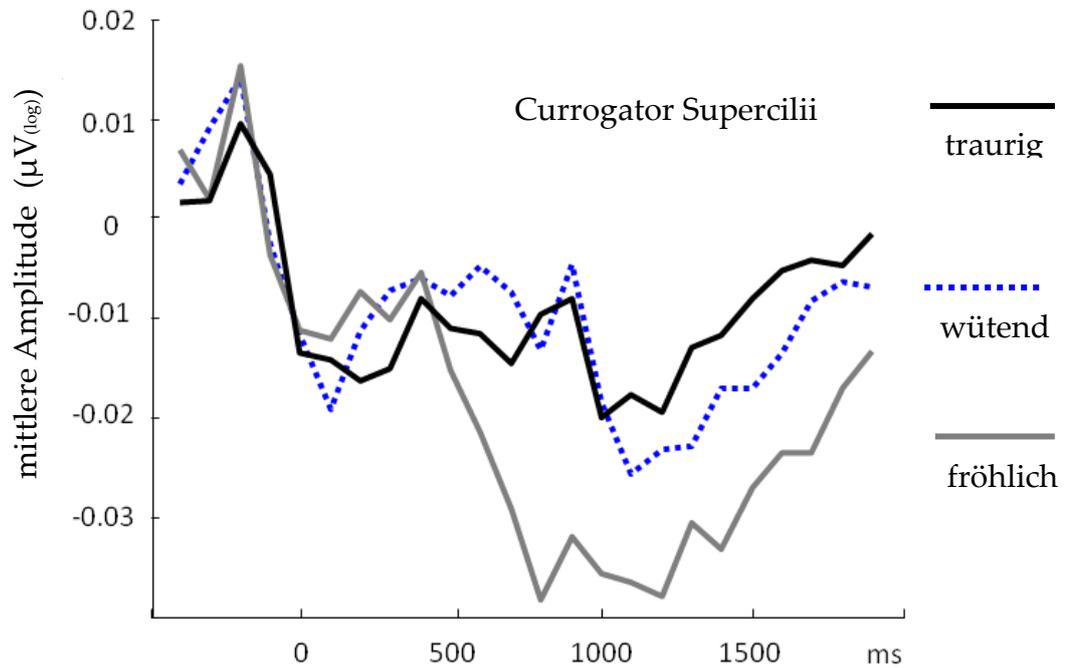


Abbildung 3.34: Dargestellt ist der EMG-Aktivitätsverlauf am Currogator Supercilii getrennt nach der Emotion des ersten Bildes eines Trials. Das Bild erscheint bei 0ms.

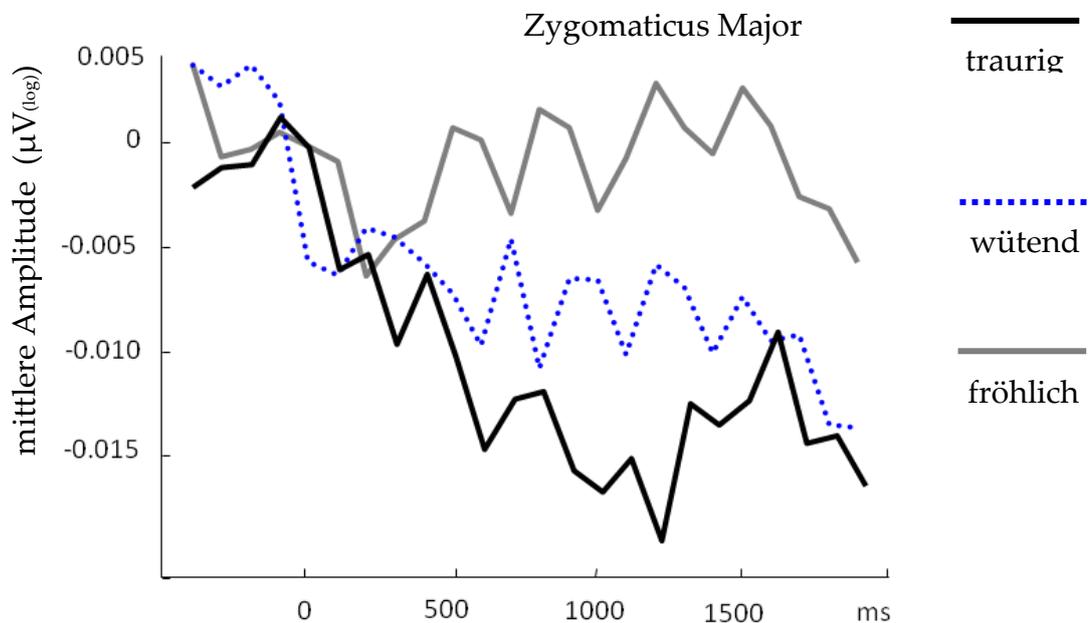


Abbildung 3.35: EMG-Muskelreaktionen für den Zygomaticus Major, getrennt nach der Emotion des ersten Bildes eines Trials. Der Stimulus erscheint bei 0ms.

3.4.3.2 Emotionale Ansteckung

Die Varianzanalyse ergab keine signifikante Interaktion der Faktoren „Stimmung“ und „Gruppe“. Das heißt: es fand auf Gruppenebene kein emotionaler Ansteckungsprozess statt. Lediglich ein signifikanter Haupteffekt des Faktors „Stimmung“ trat auf, der sich in einer allgemeinen Stimmungsverschlechterung nach dem Ansteckungsblock (bei beiden Emotionen) äußerte ($F(1,159)=3,98$; $p<.05$; $\eta_p^2=.024$).

3.4.3.3 Tests auf Korrelationen

Wie in 3.4.2.5.2 beschrieben, wurden zur Untersuchung korrelativer Zusammenhänge mit Residuen gerechnet. Es folgt abschnittsweise eine Übersicht über die Ergebnisse der Korrelationstests. Für alle Korrelationstests wurde die Gesamtstichprobe über den Faktor Gruppe in zwei separate Stichproben aufgeteilt.

3.4.3.3.1 Korrelationen Reaktionszeitresiduen und Stimmung

Für die gesamte Stichprobe ergab sich eine signifikante Korrelation zwischen selbstberichteten Stimmungszustand nach dem Ansteckungsblock und dem Reaktionszeitresiduum für traurige Gesichter ($r=-.16$; $p<.05$). Es handelt sich hierbei um einen negativen linearen Zusammenhang, d.h. eine negativere Stimmung vor der Emotionspriming-Aufgabe sagt größere Reaktionszeitkosten für wiederholte traurige Ausdrücke voraus. Führte man die Korrelationsanalysen für beide Gruppen getrennt durch, so war diese Korrelation nur für die Gruppe signifikant, die traurige Gesichter gesehen hat. ($r=-.25$; $p<.05$). Deren Werte sind in Abbildung 3.36 dargestellt.

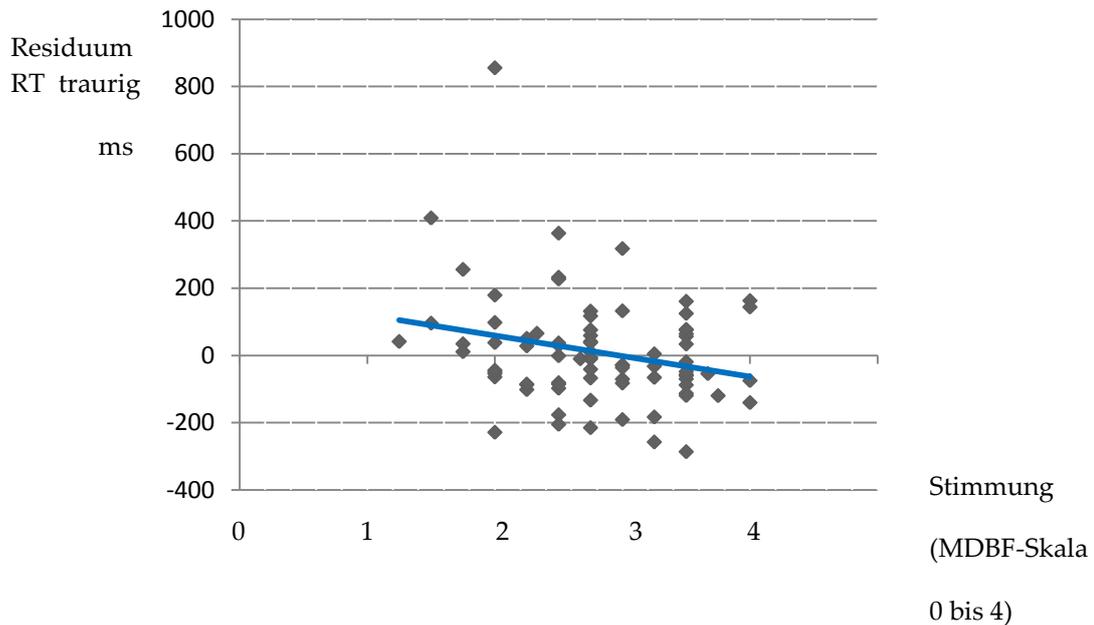


Abbildung 3.36: Dargestellt ist für die Gruppe mit traurigen Bildern im Ansteckungsblock der korrelative Zusammenhang zwischen selbstberichteter Stimmung zum Zeitpunkt vor der Emotionspriming-Aufgabe und dem Reaktionszeitresiduum für traurige Gesichtsausdrücke. Letzteres wurde zuvor berechnet als Abweichung von der Reaktionszeit für wiederholte traurige Gesichtsausdrücke zur Reaktionszeitschätzung auf Basis nicht-wiederholter trauriger Ausdrücke.

3.4.3.3.2 Korrelationen Reaktionszeitresiduen und Muskelreaktion auf das erste Bild

Für die Gruppe, die im Ansteckungsblock traurige Gesichtsausdrücke gesehen hat, fanden sich keine linearen Zusammenhänge zwischen dem individuellen Ausmaß der Muskelaktivität auf das erste Bild der Emotionspriming-Aufgabe und dem individuellen Ausmaß der Reaktionszeiteffekte in dieser Aufgabe. Für die Gruppe, die fröhliche Gesichter gesehen hat, zeigt sich hingegen ein Zusammenhang. Das Ausmaß der Zygomaticus Major – Aktivität korreliert negativ mit dem Ausmaß der Reaktionszeitkosten für wiederholte wütende Gesichter in der Emotionspriming-Aufgabe ($r=-.34$; $p=.003$). Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 3.37 dargestellt.

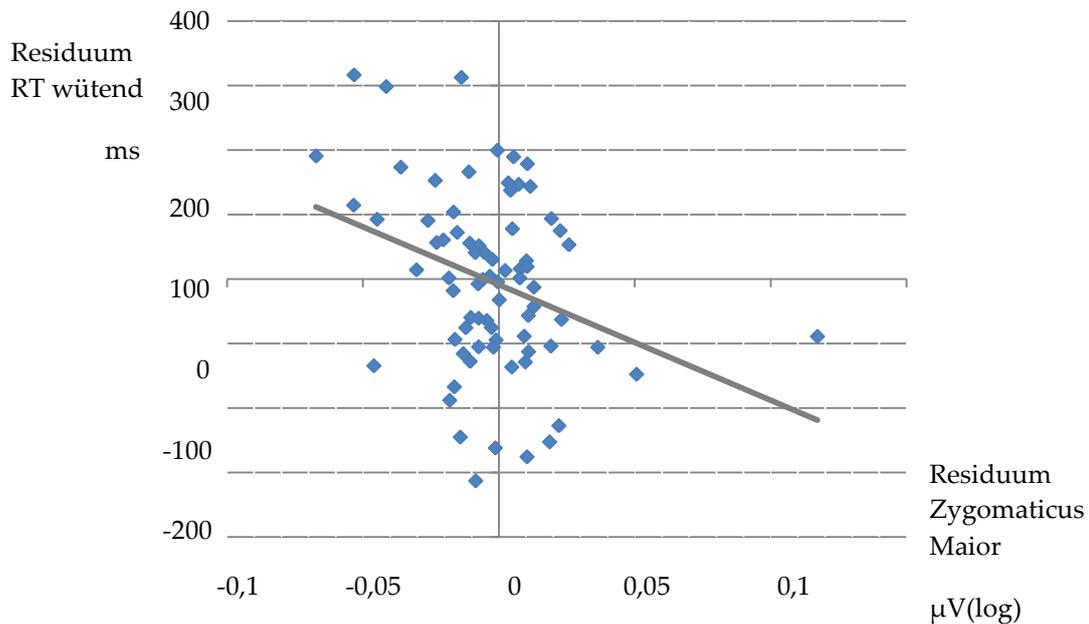


Abbildung 3.37: Zusammenhang der Residuen für die Reaktionszeit wiederholter wütender Gesichter (vom geschätzten Wert auf Basis nicht wiederholter wütender Ausdrücke) und Muskelaktivität des Zygomaticus Major (für fröhliche Ausdrücke geschätzt auf Basis der Aktivität für wütende Ausdrücke)

3.4.4 Diskussion

In Experiment 4 konnten die emotionsspezifischen Wiederholungseffekte auf Reaktionszeitebene der vorangegangenen Experimente für die Emotionen fröhlich und traurig repliziert werden. Gegenüber nicht wiederholten Gesichtsausdrücken führte die Wiederholung fröhlicher Gesichter zu einer Reaktionszeitersparnis, die Wiederholung trauriger Gesichter zur erwarteten Reaktionszeitverlangsamung. Für wütende Gesichtsausdrücke trat der in den Experimenten 1 bis 3 beobachtete Reaktionszeitanstieg für wiederholte Gesichtsausdrücke diesmal nicht auf.

Auf EKP-Ebene konnte für die N170 eine Replikation der bisherigen Ergebnisse für die Emotionen fröhlich (Experiment 1 und 3) und traurig (Experiment 3) erzielt werden, was sich darin äußerte, dass die N170-Amplitude bei wiederholten

fröhlichen Gesichtsausdrücken anstieg, während sie sich für wiederholte traurige Gesichtsausdrücke nicht veränderte. Der in den Experimenten 1 und 3 beobachtete Amplitudenabfall für die Wiederholung wütender Gesichtsausdrücke trat diesmal nicht auf.

Auf LPC-Ebene gab es lediglich für die Wiederholung fröhlicher Gesichtsausdrücke einen den vorangegangenen Experimenten vergleichbaren Alt-Neu-Amplitudeneffekt in Form eines signifikanten Amplitudenanstiegs. Für traurige und wütende Gesichtsausdrücke fand sich dieser Amplitudenanstieg nicht.

In der Emotionspriming-Aufgabe konnte mittels EMG emotionsspezifische Muskelaktivität als Reaktion auf das erste Gesicht des Trials beobachtet werden, was einer fazialen Mimikry-Reaktion auf Gruppenebene entspricht (auch wenn die Amplitudenwerte ausgesprochen klein waren). Emotionale Ansteckung wurde im vorliegenden Experiment nicht beobachtet. Traurige Bilder führten nicht zu einer signifikanten Stimmungsverschlechterung im Vergleich zur Bearbeitung fröhlicher Gesichtsausdrücke. Obwohl sich beide Gruppen nicht unterschieden, hatte die Stimmung der Versuchspersonen Einfluss auf die Bearbeitung der anschließenden Emotionspriming-Aufgabe. So waren die Reaktionszeitkosten für wiederholte traurige Gesichtsausdrücke für die Gruppe größer, die im Ansteckungsblock traurige Gesichtsausdrücke gesehen hatte. Es korrelierte die selbstberichtete Stimmung vor der Emotionspriming-Aufgabe negativ mit dem individuellen Ausmaß der durch Wiederholung erzielten Reaktionszeitkosten für traurige Gesichtsausdrücke. Diese Korrelation war für die gesamte Stichprobe signifikant, berechnete man die Korrelationen getrennt für die beiden Gruppen, so trat die Signifikanz für diese Korrelation nur in der Gruppe auf, die traurige Bilder im Ansteckungsblock gesehen hatte.

Ein Vergleich des Ausmaßes der individuellen Mimikry-Reaktion mit den Reaktionszeiteffekten führte lediglich zu signifikanten negativen Korrelationen

zwischen Zygomaticus Major – Aktivität und den Reaktionszeitkosten für wiederholte wütende Gesichtsausdrücke in der Gruppe, die im Ansteckungsblock fröhliche Gesichter gesehen hatte.

3.4.4.1 Beantwortung der Fragestellungen und Hypothesen

3.4.4.1.1 Replikation emotionsspezifischer Wiederholungseffekte

In Experiment 4 konnten die Reaktionszeiteffekte für fröhliche und traurige Gesichter repliziert werden, für wütende Gesichter allerdings nicht. Dies galt sowohl auf Reaktionszeit- wie auch auf elektrophysiologischer Ebene. Da sich die Auswirkungen der Wiederholung wütender Gesichter auch nach deutlichen Veränderungen am Trial- und Versuchsdesign (s. Experiment 2 und Experiment 3) als ziemlich robust erwiesen hat, stellt sich die Frage, worin sich Unterschiede zwischen Experiment 4 und den anderen Experimenten ausmachen lassen.

In Experiment 4 wurden aus Abwechslungsgründen zusätzlich ängstliche und angeekelte Gesichtsausdrücke wiederholt (wenn auch in geringerer Anzahl). Die Reaktionszeiten für nicht wiederholte Ausdrücke einer Emotion wurden immer dadurch ermittelt, dass ein Reaktionszeitwert für korrekte *Ungleich*-Entscheidungen in allen Trials der jeweiligen Emotion berechnet wurde, in dem die untersuchte Emotion nicht wiederholt wurde. Es könnte Auswirkungen haben, wenn als erstes Bild eines Trials ein ängstliches oder angeekeltes Gesicht gezeigt wurde und als zweites Bild ein wütender Gesichtsausdruck. Da beide Emotionen ebenfalls eine negative Valenz aufweisen und auf mögliche Gefahren hindeuten, ist es möglich, dass hier bereits Aufmerksamkeitseffekte eine Rolle spielen und die Reaktionszeit für nicht wiederholte wütende Gesichtsausdrücke bereits so sehr in die Höhe treiben,

dass es bei Wiederholung nicht mehr zu signifikant auftretenden Reaktionszeitkosten kommt¹¹.

Ein weiterer Unterschied zu vorangegangenen Experimenten liegt in der Tatsache, dass zur Bearbeitungszeit der Emotionspriming-Aufgabe die Versuchspersonen bereits seit etwa dreißig Minuten Gesichtsausdrücke gesehen und bearbeitet haben, darunter fröhliche, traurige und neutrale. Möglich sind auch Einflüsse einer generellen Ermüdung, die Auswirkung auf die Verarbeitung wütender Gesichtsausdrücke haben könnte, vor allem wenn die Verarbeitung wiederholter wütender Gesichtsausdrücke durch Aufmerksamkeitseffekte beeinflusst wird. Vergleicht man die Reaktionszeiten für wütende Gesichtsausdrücke, so fällt auf, dass die mittleren Reaktionszeiten deutlich über denen der anderen Experimente liegen: bei Experiment 1 betragen sie 800ms, bei Experiment 3 mit seinen längeren Trials und seiner seriellen Stimuluspräsentation 600ms, in Experiment 4 im Mittel 1000ms. Für eine generelle Ermüdung spricht auch, dass die Reaktionszeiten für die anderen Emotionen ebenfalls deutlich höher liegen als in den anderen Experimenten, wobei die Richtung der Wiederholungseffekte für diese Emotionen gleich bleibt.

Im Prinzip könnte analog auch bei den EEG-Daten eine mögliche Erklärung für das Verschwinden des Amplitudeneffekts auf N170-Ebene bei der Wiederholung wütender Gesichtsausdrücke in der im Vergleich zu Experiment 1 bis 3 unterschiedlichen Ausdrucksauswahl liegen. Möglich wäre es, dass die EEG-Amplitude der N170 sich genau dann ändert, wenn innerhalb eines *Trials* vor einem wütenden Bild ein ängstliches oder ein angeekeltes Gesicht anstelle eines fröhlichen

¹¹ Leider kann aufgrund der Programmierung des Experimentalprogramms nicht rückwirkend verglichen werden, ob sich die Reaktionszeiten für nicht wiederholte wütende Gesichtsausdrücke, bei denen zuvor traurige oder fröhliche Gesichtsausdrücke gezeigt wurden, von denen unterschieden, bei denen zuvor ängstliche oder angeekelte Ausdrücke präsentiert wurden.

oder traurigen Gesichts gezeigt wird. Auch hier lässt sich aufgrund der Programmierung des Experimentalprogramms im Nachhinein nicht unterscheiden, ob es diese Amplitudenunterschiede tatsächlich gibt (im Übrigen wäre die Trialanzahl für einen Vergleich auch zu gering, da jeweils weniger als 15 Segmente für den Vergleich der beiden Trialbedingungen übrig blieben). Dass der Alt-Neu-LPC-Amplituden-Effekt (Münte et al., 1998) diesmal sowohl für traurige wie auch für wütende Gesichter ausblieb, könnte möglicherweise auch darauf zurückzuführen sein, dass nun auch andere (negative) emotionale Ausdrücke innerhalb eines *Trials* auftreten konnten. Allerdings ist es auch möglich, dass durch die lange Präsentation von Gesichtsreizen, die Aufmerksamkeit der Versuchspersonen litt. So konnten Holmes, Kiss & Eimer (2006) beispielsweise herausfinden, dass auch die Abwendung der Aufmerksamkeit die LPC-Amplitude bei Verarbeitung emotionaler Gesichter deutlich beeinflussen kann.

Dass der Effekt für fröhliche Gesichter allerdings wie gewohnt und in gleicher Richtung wie in den anderen Experimenten auftritt, unterstreicht die Besonderheit der zuvor beschriebenen Verarbeitungsprozesse bei Gesichtsausdrücken dieser Emotion. Dies gilt sowohl für die Reaktionszeiteffekte sowie für die frühe und die späte Verarbeitungsstufe im EEG.

3.4.4.1.2 Diskussion der Ergebnisse zur emotionalen Ansteckung

Auffällig war, dass die Präsentation trauriger wie fröhlicher Gesichtsausdrücke nicht zu spezifischen Ansteckungseffekten in der über den MDBF ermittelten Selbsteinschätzung der Versuchspersonen führte. Vergleich man die Stimmungswerte über die Gruppen hinweg, so führte der Ansteckungsblock bei beiden Gruppen zu einer Stimmungsverschlechterung. Wie in 3.4.2.3 beschrieben bildeten die berichteten Ergebnisse einen Ausschnitt einer größeren Versuchsanordnung. Im Rahmen dieser

Versuchsanordnung führten die Versuchspersonen vor diesem Experiment neben diversen Gedächtnistests mit neutralen Gesichtsausdrücken bereits einen Ansteckungsblock mit Gesichtsausdrücken einer anderen Emotion durch. Das heißt: die Versuchspersonen die im vorliegenden Experiment fröhliche Gesichter im Ansteckungsblock gesehen haben, sahen vorher traurige Gesichter. Die Gruppe, die im geschilderten Experiment traurige Gesichter sahen, sahen vorher fröhliche Gesichtsausdrücke. Beobachtet man den Stimmungsverlauf über die Zeit, so sieht man, dass die Stimmung der Gruppe, die im ersten Ansteckungsblock traurige Gesichter sah, sich signifikant verschlechterte. Die Gruppe, die fröhliche Gesichtsausdrücke im ersten Ansteckungsblock sah, blieb in ihrer Stimmung konstant.

Es ist also möglich, dass ein Ansteckungsprozess nur einmal während eines Versuchssettings gelingt, beim zweiten Mal allerdings nicht. Auf Basis der vorliegenden Datenlage lässt sich zudem nicht erkennen, ob es sich bei der Stimmungsverschlechterung tatsächlich um eine Folge des Betrachtens der traurigen Gesichtsausdrücke handelt, oder ob sich in der schlechteren Stimmung die Bewertung des eigenen Konzentrationsgefälles oder auch der eigenen generellen Leistung widerspiegelt. Ein Blick in die Verhaltensdaten zum Ansteckungsblock zeigt, dass die Aufgabe, die von Versuchspersonen als recht schwer empfunden wird, auch relativ schlechte Ergebnisse liefert. So sind die Raten falscher Alarme und Auslassungen in dieser Aufgabe besonders hoch und auch die Rate der Treffer auffällig gering. Ursprünglich war die Idee gewesen, die Aufgabe nicht zu leicht zu gestalten, um die Aufmerksamkeit der Versuchspersonen von der Emotion des gezeigten Gesichtsausdrucks wegzulenken. Möglich ist, dass bei der vorliegenden Stimulusbeschaffenheit in der Lernphase (Profildarstellung ohne Frisur als Erkennungshilfe), das Wiedererkennen in der jeweiligen Abrufphase so stark erschwert wurde, dass die Schwierigkeit der Aufgabe und die empfundene eigene schlechte Leistung – wie von einigen Versuchspersonen im persönlichen Gespräch

auch mitgeteilt – zu einer Stimmungsverschlechterung führten, die nicht von einem klassischen Ansteckungsprozess zu trennen ist.

3.4.4.1.3 Diskussion der Ergebnisse zur fazialen Mimikry

Für die EMG-Reaktionen auf das erste Gesicht zeigten sich emotionsspezifische Effekte. Für den Currogator Supercilii fanden sich höhere Amplitudenwerte für wütende und für traurige Gesichtsausdrücke. Für den Zygomaticus Major fanden sich höhere Amplitudenwerte für fröhliche Gesichtsausdrücke. Auffällig an den Ergebnissen sind die sehr niedrigen Amplitudenwerte, die zum Teil durch das Logarithmieren zustande kommen, zum Teil aber wahrscheinlich durch die Art der Aufgabe mit bedingt sind. Achaibou et al. (2008), die ebenfalls recht kleine Amplitudenwerte in ihrer Studie erzielten, führten dies vor allem darauf zurück, dass in ihrer Studie die Anzahl an Trials höher und die mögliche Ermüdung des gesichtsmuskulären Systems größer war als in anderen EMG-Studien zur fazialen Mimikry (z.B. vier Trials in den Studien von Hess & Blairy, 2001). Unter dem zusätzlichen Punkt, dass zudem im vorliegenden Experiment nichtdynamische Gesichtsreize präsentiert wurden, die allgemein zu geringeren Mimikry-Reaktionen führen (vgl. Achaibou et al., 2008), lassen sich die sehr kleinen Werte erklären.

Inwieweit die erste Hälfte des Experiments, die sowohl den Currogator Supercilii wie auch den Zygomaticus Major in den Ansteckungsblöcken aktivierte, sich zusätzlich auf die Muskelreaktionen in der Emotionspriming-Aufgabe auswirkte, kann nicht gesagt werden. Möglich wäre also auch, dass die allgemein kleinen Werte aus der experimentell bedingten Muskelspannung in der ersten Hälfte des Experiments resultieren. Dagegen würde sprechen, dass es für die Muskelreaktion im ersten Bild der Trials der Emotionspriming-Aufgabe keine Interaktion mit dem Faktor „Gruppe“ gab, da man in diesem Fall annehmen würde,

dass z.B. eine Ermüdung des Zygomaticus Major bei der Gruppe stärker ins Gewicht fallen würde, die unmittelbar vor der Emotionspriming-Aufgabe die fröhlichen Gesichter gesehen hat.

3.4.4.1.4 Diskussion zum Einfluss des gesehenen Ansteckungsblocks

Auf Basis der vorgenommenen Varianzanalysen, bei denen der Faktor „Gruppe“ als *Between-Subjects*-Faktor mit erhoben wurde, kann von einem Einfluss der Gruppenzugehörigkeit auf die Stärke der emotionsspezifischen Wiederholungseffekte ausgegangen werden. Auf die Verarbeitung wiederholter fröhlicher Gesichter scheint die Tatsache, ob man unmittelbar vor der Emotionspriming-Aufgabe für fünf Minuten fröhliche oder traurige Gesichter gesehen hat, keine Rolle zu spielen. Für traurige Gesichter jedoch treten die Reaktionszeitverlängerungen bei Stimuluswiederholung in Abhängigkeit von der Emotion des Ansteckungsblocks auf. So zeigte sich in beiden Gruppen ein Effekt für zusätzliche Verarbeitungskosten durch Reizwiederholung, der aber in der Gruppe, die traurige Gesichter im Ansteckungsblock sah, größer ausfiel. Dies kann mehrere Gründe haben.

Zum einen kann die auf perzeptiver Ebene die längerfristige Präsentation trauriger Gesichter zu einer Veränderung der Verarbeitung dieses Ausdruckstyps in der Emotionspriming-Aufgabe geführt haben. Dies kann an einer Ermüdung der betroffenen Areale liegen, wodurch mögliche Abgleichungsprozesse zwischen zwei wiederholten traurigen Ausdrücken eventuell verlängert werden. Möglich wäre allerdings auch, dass es im Gegenteil durch eine Aufmerksamkeitszuwendung zu einer genaueren, intensiveren Verarbeitung dieser Emotion vor allem beim ersten Gesicht kommt, die die Verarbeitung des zweiten Gesichts blockieren könnte. Diese Aufmerksamkeitszuwendung könnte ausschließlich durch das Betrachten und

Erkennen der traurigen Ausdrücke im Ansteckungsblock erfolgen. Diese Aufmerksamkeitszuwendung auf traurige Stimuli kann allerdings auch stimmung induziert sein (Niedenthal et al., 2001). Dies würde allerdings voraussetzen, dass die Stimmungsverschlechterung, die im Selbstbericht in beiden Gruppen auftrat, sich qualitativ zwischen den Gruppen unterschied. Das heißt, dass eine Niedergeschlagenheit in der Gruppe, die traurige Bilder sah, noch auf weitere Gründe zurückzuführen wäre, als z.B. Ermüdungseffekte oder die Bewertung der eigenen Performanz im Ansteckungsblock. Diese Gründe könnten möglicherweise tatsächlich in Effekten emotionaler Ansteckung liegen, auf Basis der Ergebnisse der Varianzanalysen kann dies hier jedoch nur eine Vermutung bleiben.

3.4.4.1.5 Diskussion der Auswirkung der fazialen Mimikry auf die Wiederholungseffekte

Ein Ziel des vorliegenden Experiments war es, zu untersuchen, inwieweit sich die emotionsspezifischen Reaktionszeiteffekte der Experimente 1 bis 3 vorhersagen und beeinflussen lassen. Faziale Mimikry kann als Teil des Verarbeitungssystems menschlicher Ausdruckswahrnehmung gesehen werden, wie u.a. von Achaibou et al. (2008) unter Verwendung vom Vergleich von EEG und EMG beschrieben¹². Es wurde bereits beschrieben, dass die Messwerte der muskulären Reaktion möglicherweise nicht valide das tatsächliche Ausmaß der individuellen Mimikry widerspiegeln, was auf die hohe Anzahl an *Trials* und mögliche muskuläre Ermüdungseffekte vor der Durchführung der Emotionspriming-Aufgabe zurückzuführen wäre.

¹² Korrelationen zwischen EMG-Aktivität und Amplituden der frühen Gesichtsverarbeitung wurden auch in diesem Experiment gefunden, aus Gründen der Übersicht im Hinblick auf die untersuchten Fragestellungen aber nicht berichtet.

Die aufgestellte Hypothese, dass Mimikry eine intensive Verarbeitung des ersten Gesichts widerspiegelt und damit den emotionsspezifischen Reaktionszeiteffekt modulieren kann, muss auf Basis der bisherigen Ergebnisse abgelehnt werden. Dass es Zusammenhänge zwischen mimischer Reaktion und Reaktionszeiteffekten durch wiederholte Ausdruckspräsentation geben könnte, deutet die gefundene negative Korrelation zwischen Zygomaticus-Aktivität und den Reaktionszeitkosten für wiederholte wütende Gesichtsausdrücke an, auch wenn diese aufgrund der Inkongruenz von Muskelgruppe und emotionalen Ausdruck schwer zu interpretieren ist.

Möglich wäre allerdings auch, dass faziale Mimikry als Maß der Intensität einer Ausdruckswahrnehmung möglicherweise nicht valide genug ist und somit Aussagen der Form, dass die Intensität der Verarbeitung des ersten Ausdrucks eines Versuchsdurchgangs die Größe des emotionsspezifischen Wiederholungseffekts beeinflusst, nicht möglich sind. Da es, wenn auch schwer zu interpretierende Zusammenhänge zu geben scheint, wäre eine Wiederholung der Emotionspriming-Aufgabe ohne die genannten Einschränkungen sinnvoll. Dies hieße, dass weniger Trials insgesamt gezeigt würden und auch keine Ansteckungsblöcke vor der Emotionspriming-Aufgabe selbst präsentiert würden, um muskuläre Ermüdungs- oder Adaptationseffekte zu minimieren und validere Werte zu erhalten.

3.4.4.1.6 Diskussion der Auswirkung der Stimmung auf die Wiederholungseffekte

Dass der Grad der Stimmung mit dem Ausmaß der Reaktionszeitkosten für traurige Gesichter korreliert, spricht für eine Aufmerksamkeitskomponente, die bei den Kosten bei den emotionsspezifischen Wiederholungseffekten eine Rolle zu spielen scheint. Die in mehreren Studien berichtete Aufmerksamkeitslenkung auf traurige

Gesichter bei negativer Stimmung (Bouhuys et al., 1995; Niedenthal et al., 2001) tritt auch in diesem Experiment auf und unterstützt die Vermutung, dass bei *Repetition Priming* mit traurigen Gesichtsausdrücken die Aufmerksamkeit und damit bedingte intensivere Verarbeitung der Gesichter zu einer Verlängerung der Reaktionszeit und damit zu zusätzlichen Verarbeitungskosten führt. Dass die Stimmung nicht mit den Verarbeitungskosten für wütende Gesichter in gleichem Maße korreliert, könnte zum einen an den schon beschriebenen Einflüssen ängstlicher und angeekelter Gesichtsausdrücke in Trials ohne *Priming* auf die Reaktionszeit liegen. Zum anderen war auch auf Basis der Forschungsliteratur nicht unbedingt mit einer Korrelation mit den Reaktionszeitkosten für wütende Gesichtsausdrücke zu rechnen, da traurige Stimmung und wütende Ausdrücke zueinander nicht kongruent sind (vgl. Niedenthal & Setterlund, 1994). Auffällig ist, dass, wenn man die Korrelationsanalysen für beide Gruppen getrennt berechnet, lediglich in der Gruppe, die traurige Bilder gesehen hat, die Stimmung mit dem Ausmaß der Reaktionszeitkosten für wiederholte traurige Gesichter korreliert. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass die Stimmungsverschlechterung, die auf Gruppenebene in beiden Gruppen nach dem Ansteckungsblock gemessen werden konnte, unter Umständen nicht die gleichen Ursachen hatte.

Dass kein Zusammenhang gefunden wurde zwischen der Stimmung und den Reaktionszeiteffekten für fröhliche Gesichtsausdrücke, könnte mehrere Gründe haben. So könnte es sein, dass Aufmerksamkeit auf die (angenommene) holistische Verarbeitung fröhlicher Gesichtsausdrücke keinen vergleichbaren Einfluss ausübt und somit nicht modulierend auf die Reaktionszeiteffekte wirkt. Zumindest scheinen fröhliche Gesichtsausdrücke die Aufmerksamkeit nicht in vergleichbarem Maße zu bündeln und auf sich zu ziehen (z.B. Fox et al., 2000). Möglich wäre auch, dass – da sowohl der Ansteckungsblock mit fröhlichen Gesichtern wie auch der mit traurigen Gesichtern einen stimmungsverschlechternden Effekt hatte - die Stimmung vor der

Emotionspriming-Aufgabe so herabgesetzt war, dass sie den Reaktionszeiteffekt nicht mehr beeinflusste.

3.4.4.2 Fazit von Experiment 4

Da dieses Experiment Teil eines größeren Projektexperiments war um sich die mit dem Projekt verbundene große Versuchspersonenanzahl zu Nutze machen, musste eine Vielzahl methodischer Zugeständnisse gemacht werden, worauf einige Ergebnisse nur eingeschränkt interpretierbar sind. Dazu zählen vor allem die Amplitudengrößen (nicht aber die Richtung) der Mimikry-Reaktionen in den untersuchten Muskelgruppen, die voraussichtlich größer ausgefallen wären, wenn es vor der Emotionspriming-Aufgabe keine Ansteckungsblöcke gegeben hätte. Inwieweit dadurch die Ergebnisse der Korrelationsanalyse verfälscht werden, kann gegenwertig nicht gesagt werden.

Ein zweites Manko aus der Beschaffenheit des experimentellen Designs betrifft die Präsentation der Ansteckungsblöcke vor der Emotionspriming-Aufgabe: da es bei dem übergeordneten Projekt um individuelle Ansteckbarkeit durch Gesichtsausdrücke einer bestimmten Emotion ging, wurde als Stimmungsinduktion das relativ dezente Paradigma der Emotionalen Ansteckung verwendet. Dies birgt mögliche Fehlerquellen. Musik als Stimmungsinduktion hätte, wie in anderen Studien (z.B. Niedenthal et al., 2001) gezeigt, eine größere Auswirkung auf die Stimmung gehabt, wenn sich auch bei dieser Methode nicht alle Versuchspersonen in ihrer Stimmung lenken lassen (was z.T. auch an der unterschiedlich individuellen Bedeutung von Musik liegen mag).

Ein Vorteil dieser Methode hätte aber darin gelegen, dass gerade nicht Gesichtsreize für eine Stimmungsveränderung genutzt worden wären. Man hätte also ein „ausgeruhteres“ – weniger habituiertes - visuelles Ausdrucks-

erkennungssystem vorgefunden als im vorliegenden Fall, was auch die elektrophysiologischen Daten besser interpretierbar gemacht hätte, als man es nach etwa 30minütiger Präsentation von Gesichtern vor der Emotionspriming-Aufgabe erwarten kann. Zudem bewirken Ansteckungsparadigmen immer einen Zwiespalt für den Versuchsleiter, den richtigen Schwierigkeitsgrad für eine Aufgabe zu finden, damit die ihre Aufmerksamkeit nicht primär auf den Emotionsgehalt der Gesichter legen. Es kann angenommen werden, dass im vorliegenden Fall die Aufgabe an sich zu schwer und die damit verbundene Experimentaldauer auch zu lang war. Eine weitere Fehlerquelle für die Interpretation der Ergebnisse liegt, wie schon beschrieben, in der Verwendung ängstlicher und angeekelter Gesichter, die aufgrund ihrer negativen Reizqualität Auswirkungen auf die Reaktionszeiten gehabt haben.

Trotz der beschriebenen Einschränkungen bietet das vierte Experiment allerdings eine Reihe von interessanten Ergebnissen. So konnte gezeigt werden, dass beim *Repetition Priming* mit menschlichen Gesichtsausdrücken Aufmerksamkeitseffekte eine Rolle spielen – hier bei traurigen Gesichtsausdrücken. Da die eigene Stimmung die Aufmerksamkeit im Wahrnehmungsprozess modulieren kann, wirkt sie demnach auch in *Repetition Priming*-Aufgaben. Gleichzeitig konnte mit einer hohen Anzahl an Versuchspersonen gezeigt werden, dass sich auf einer frühen Ebene der Verarbeitung, emotionsspezifische Amplituden- und Wiederholungseffekte zeigen. Während über die Emotionsabhängigkeit der N170-Amplitude widersprüchliche Daten vorlagen (beispielsweise Batty & Taylor, 2003; Eimer & Holmes, 2002), konnte gezeigt werden, dass die an der Verarbeitung beteiligten Hirnregionen emotionsspezifisch auf Wiederholung reagieren.

4 Abschließende Diskussion

In vier Experimenten mit vergleichbarem Versuchsdesign konnte gezeigt werden, dass die Wiederholung eines emotionalen Gesichtsausdrucks in einem *Repetition Priming*-Paradigma zu Effekten auf Verhaltensebene und neurophysiologischer Ebene führt, die massiv abhängig von der dargestellten Emotion sind. Diese Emotionspezifität äußert sich in stabiler Reaktionszeiterparnis für wiederholte fröhliche Ausdrücke und Reaktionszeitkosten für wütende oder traurige Ausdrücke, wenn diese bei wechselnden Stimuluspersonen wiederholt wurden.

Dies zeigt, dass *Repetition Priming* auch mit einem abstrakten Reizmaterial wie einem emotionalen Ausdruck bei wechselnder Stimulusperson möglich ist. Das verwendete Paradigma zeigt aber auch, dass das visuelle System Gesichtsausdrücke emotionsspezifisch und komplex verarbeitet. Während Reaktionszeiteffekte in *Repetition Priming*-Aufgaben zum Teil mit Adaptationseffekten auf Ebene früher sensorischer Kortizes, die primär perzeptive Aufgaben erfüllen, erklärt werden, zeigen die vorhanden Ergebnisse, dass bei Wiederholung emotionaler Gesichtsausdrücke das visuelle System nicht mit allgemeinen Aktivitätsveränderungen reagiert. Während üblicherweise die primär sensorischen Kortizes auf Wiederholung mit verminderter und damit effizienterer Verarbeitung im Sinne einer *Repetition Suppression* reagieren, zeigen sich im untersuchten Versuchsdesign hier bereits nach Emotion unterschiedliche qualitative Veränderungen, wie sie sich in anderen Studien schon andeuteten (etwa die Rolle der persönlichen Bedeutung in der Studie von Caharel, 2005).

Einmal mehr konnte so gezeigt werden, dass die Verarbeitung eines Gesichtsausdrucks nicht lediglich ein *Bottom-Up*-gesteuerter Wahrnehmungsprozess ist, an dessen Ende ein Wahrnehmungsergebnis der dargestellten Emotion vorliegt.

Vielmehr sind Gesichtsausdrücke aufgrund ihrer hohen sozialen Bedeutung Reize, die unterschiedliche Prozesse und Enkodierungsmuster triggern können. Dies passt vor allem zu Studien der funktionellen Bildgebung, die in Abhängigkeit der gezeigten Emotion unterschiedliche Aktivität in verschiedenen nicht primär sensorischen Hirnregionen gefunden haben (Blair et al., 1999; Ishai et al., 2004; Kesler-West et al., 2001; Philips et al., 1998; Übersicht bei Vuilleumier & Pourtois, 2007).

Stabil scheint in der vorliegenden Studie vor allem die gesonderte Verarbeitung fröhlicher Gesichter zu sein, was sowohl auf die Reaktionszeit für korrekt erkannte Wiederholungen, wie auch auf den Amplitudenanstieg der N170 mit der Wiederholung zu sehen ist. Gleichzeitig sind Ausdrücke dieser Emotion die einzigen, die bei doppelter Wiederholung (Experiment 3) zu einer weiteren Reaktionszeiterparnis führen. Die Ergebnisse für die Wiederholung dieser Emotion passen gut zu einer erst kurz vor Fertigstellung dieser Arbeit veröffentlichten Studie von Suzuki et al. (2010), die mittels fMRT die Aktivität bei der Wiederholung von Gesichtsausdrücken bestimmter Emotionen untersuchten. In dieser Studie sollten Gesichtsausdrücke nur passiv beobachtet werden, die eigentliche Aufgabe der Versuchspersonen fand mit großem zeitlichem Abstand nach der Stimuluspräsentation statt. Auch Suzuki et al. (2010) fanden für fröhliche Ausdrücke eine Abwesenheit von *Repetition Suppression* im Vergleich zu anderen Emotionen im rechten inferioren okzipitalen Gyrus und im Gyrus fusiformis.

Negative emotionale Ausdrücke scheinen ganz anders verarbeitet zu werden. Die Ergebnisse der berichteten Experimente in der vorliegenden Arbeit zeigen auf Verhaltensebene wie auf elektrophysiologischer Ebene andere Verarbeitungsmuster. Auf elektrophysiologischer Ebene konnte für wütende Gesichter gezeigt werden, dass hier *Repetition Suppression* auftreten kann. Hier zeigt sich ebenfalls eine Replikation der Daten der Studie von Suzuki et al. (2010), in der für wütende

Gesichtsausdrücke eine *Repetition Suppression* auf Ebene der frühen Verarbeitung gefunden werden konnte. Für die Wiederholung ängstlicher Gesichtsausdrücke konnten Ishai et al. (2004) *Repetition Suppression* zeigen, wobei gerade bei letzterer Studie das Design (Anzahl der Wiederholungen, Länge des Interstimulus-Intervalls, Aufgabe der Versuchsperson) nicht ohne weiteres auf die vorliegenden Ergebnisse übertragbar ist. Eine Unterteilung der Ausdrucksverarbeitung in „gute Emotion“ und „schlechte Emotion“ scheint nicht auszureichen, da sich auch die Reaktionen auf die Wiederholung trauriger und wütender Gesichtsausdrücke unterscheiden, wie vor allem die Ergebnisse des dritten Experiments zeigen.

Auf dieser Ebene stellt sich die Frage, wie man *Repetition Suppression* letztlich interpretiert. Ein Grund, warum das Phänomen bei wütenden Gesichtern auftritt, bei fröhlichen Gesichtern jedoch nicht, liegt in einer Erweiterung der klassischen Sichtweise, dass dieses Phänomen hauptsächlich eine effizientere Verarbeitung (Schacter & Buckner, 1998; Wiggs & Marin, 1998) repräsentiert. Einige Autoren (z.B. Rolls, 2005) nehmen an, dass *Repetition Suppression* aus diesem Grund vor allem bei weniger wichtigen Reizen auftauchen sollte (um Verarbeitungsressourcen für neue potentiell wichtigere Reize freizulegen). Nach dieser Interpretation sollte die mehrfache Präsentation eines potentiell bedrohlichen Reizes (wie ein wütendes Gesicht) gerade nicht zu *Repetition Suppression* führen, zumal es schließlich auch auf Verhaltensebene keine Habituation auf bedrohliche Reize gibt. Suzuki et al. (2010) interpretieren *Repetition Suppression* hingegen so, dass sie gerade bei bedrohlichen Reizen von besonderer Bedeutung ist. Gerade in bedrohlicher Situation sollten Verarbeitungsressourcen bereitgestellt werden, um Situationsveränderungen schnell wahrzunehmen und angemessene Reaktionsweisen zu ermöglichen. Nach dieser Sichtweise sind die in der vorliegenden Arbeit gefundenen scheinbar widersprüchlichen Ergebnisse (*Repetition Suppression* bei Wiederholung wütender Ausdrücke, die auf der Reaktionszeit-Ebene eine schlechtere Performanz auslösen) nicht widersprüchlich sondern eher erklärbar.

Sowohl wütenden wie traurigen Ausdrücken scheint gemeinsam zu sein, dass ihr Erkennen und Vergleichen auf intensiveren und länger andauernden Abgleichungsprozessen beruht. Für wütende Gesichtsausdrücke konnte im zweiten Experiment gezeigt werden, dass die Herauspriorisierung der Anteile struktureller Enkodierung diese Kosten reduzieren kann. Da der traurige oder wütende Ausdruck dezenter zu sein scheint als das durch klare *features* vermittelte Lächeln (z.B. durch das Zeigen der Zähne), und Menschen sich möglicherweise auch stärker in der Ausprägung dieser Emotionen unterscheiden, ist die Detektion von Wiederholungen dieser Emotionen deutlich langsamer. Das zweite Experiment zeigte aber auch, dass durch die Unterschiede in den strukturellen Enkodierungsprozessen die Reaktionszeitkosten bei wiederholter Präsentation dieser Emotionen nicht vollständig erklärbar sind.

Die Auswirkungen von Gesichtsausdrücken in einem *Repetition Priming*-Paradigma scheint in jedem Fall komplex, was voraussichtlich durch die hohe soziale Bedeutung von Gesichtsausdrücken unter evolutionärer Perspektive und der breiten Palette an Informationen die sie auf vielen Dimensionen bieten (etwa Alter, Geschlecht, Bedrohung / Annäherung, Attraktivität, Stimmung) bedingt ist. Neben reinen Wahrnehmungsprozessen als Ergebnis des ventralen Stroms der visuellen Verarbeitung kommt bei der Betrachtung von Gesichtsausdrücken anderen Prozessen eine entscheidende Bedeutung zu.

So werden ebenfalls Aufmerksamkeitsprozesse aktiviert, wie sie in den Studien zum *Angry-face-in-the-crowd*-Phänomen in Aufgaben zur visuellen Suche gut dokumentiert sind (Calvo et al., 2006; Hansen & Hansen, 1988; Öhman et al., 2001). Sich einem negativen Reiz verstärkt zuzuwenden, kann durch eine genauere und intensivere Verarbeitung auch zu verlängerten Reaktionszeiten führen. Diese – in den Experimenten 1 bis 3 – aufgestellte Theorie wird durch den in Experiment 4 berichteten Einfluss der Stimmung auf die Reaktionszeitkosten bei Wiederholung

trauriger Gesichter gestützt. Dieser Befund passt gut zu den Ergebnissen der großen Zahl an Studien, die Aufmerksamkeitszuwendungen auf Reize oder Reizkomponenten in Abhängigkeit zur eigenen Stimmung zeigen konnten (z.B. Bouhuys et al., 1995; Niedenthal et al., 2001). Die Ergebnisse passen allerdings auch gut zu den Studien, die zeigen konnten, dass Aufmerksamkeit auch Auswirkungen auf die Aktivität von ausdrucksverarbeitenden Hirnregionen hat (z.B. Holmes et al., 2006; Pessoa, McKenna, Gutierrez & Ungerleider, 2002).

Zieht man die klassische psychologische Modellvorstellung der Gesichtsverarbeitung von Bruce und Young (1986) zur Interpretation der Ergebnisse voran so fallen einige Bereiche auf, die das Modell nicht erklären kann. Die angenommene unabhängige (da im Modell modulare) Verarbeitung von emotionalen Ausdruck und Identität kann mit den Ergebnissen des ersten Experiments nicht gehalten werden, da nach dieser Vorstellung der Anstieg der Reaktionskosten bei Wiederholung eines wütenden Ausdrucks bei verschiedenen Stimuluspersonen und der Abfall der Reaktionskosten bei der Wiederholung eines wütenden Ausdrucks bei gleicher Stimulusperson nicht auftreten dürfte. Vertritt man die Ansicht, dass die N170 der Phase der strukturellen Enkodierung im Modell von Bruce und Young (1986) entspricht, so stößt man auch hier auf dieser Ebene des Modells auf Probleme. Eigentlich dürften emotionspezifische Effekte auf dieser Stufe noch nicht auftreten, da im Modell die Ausdrucksanalyse nachgeschaltet ist. Zudem wäre nach diesem Modell auch nicht erklärbar, welchen Einfluss die eigene Stimmung auf die Verarbeitung eines Ausdrucks hat (zumal in Experiment 4 gerade eigene negative Stimmung bei Wiederholung eines traurigen Ausdrucks gerade zu mehr Verarbeitungskosten führt).

Das neurobiologische Modell von Haxby et al. (2000), das insbesondere der neuronalen Komplexität in der menschlichen Ausdruckswahrnehmung Rechnung trägt, kann die gefundenen Ergebnisse recht gut erklären. Da im Modell von Haxby

et al. (2000) zudem ständige Interaktionen der Gehirnregionen untereinander angenommen werden, sind auch die Auswirkungen des Identitätswechsels der Stimulusperson auf die Ausdruckswahrnehmung erklärbar. Es sollte allerdings erwähnt werden, dass durch die Tatsache, dass in dieser Theorie jedes Ergebnis erklärbar wäre, da zum Ausmaß möglicher Wechselwirkungen, gerade auf früher Ebene, keine Aussagen gemacht werden.

Eine mögliche Richtung, die weitere Studien untersuchen könnten, wäre, den Zusammenhang von Stimmung, EEG und Verhalten in der untersuchten Emotionspriming-Aufgabe zu klären, und zwar ohne die in Experiment 4 vorliegenden Einschränkungen durch das Paradigma der emotionalen Ansteckung (zu große Ermüdung, unklare Adaptation des visuellen Systems auf eine halbstündige Gesichterpräsentation, usw.). Da es zudem durch das vierte Experiment Hinweise gibt, dass es einen Zusammenhang zwischen Mimikry und der Verarbeitung von Ausdruckswiederholungen geben könnte, würde sich auch hier weitere Forschung lohnen, bei der eine bessere Interpretation des Ausmaßes der Mimikry-Prozesse und deren Validität dadurch erzielt werden könnte, dass auf ein Ansteckungsparadigma möglicherweise ganz verzichtet wird (um nicht zu Ermüdungseffekten der Gesichtsmuskulatur zu führen).

Was die Experimente der vorliegenden Arbeit zeigen konnten, ist, dass *Repetition Priming* mit emotionalen Gesichtsausdrücken (ohne gleiche Stimulusperson) funktioniert. Sie stellen damit eine Erweiterung der in der Anzahl immer noch recht geringen Forschungsliteratur zu Experimenten dieser Art dar (z.B. Werheid et al., 2005). Von den beschriebenen Einschränkungen durch das vierte Experiment abgesehen, zeigte sich, dass die Wiederholung von Ausdrücken bei Konstanthaltung der Länge von Interstimulus-Intervallen und Reizpräsentationen zu validen emotionsspezifischen Effekten auf Verhalten und EKP-Komponenten führt. Gleichzeitig konnten sie aber auch zeigen, dass die zu Grunde liegenden Prozesse

ausgesprochen komplex zu sein scheinen und auch massiv von Komponenten beeinflusst werden, wie sie in den klassischen Modellen zur Gesichtsverarbeitung nicht behandelt werden (etwa unterschiedliche Abgleichungsprozesse, Aufmerksamkeitseffekte sowie dem Einfluss der eigenen Stimmung). Mittels des *Repetition Priming*-Paradigmas konnte die Emotionspezifität des menschlichen Verarbeitungssystems unterstrichen werden. Die damit verknüpfte, in diversen fMRT-Studien gefundene Interaktion vieler Gehirnregionen, die spezifisch in Abhängigkeit zu verarbeitenden gezeigten Ausdrucks aktiv sind, nahm nach Vuilleumier und Pourtois (2007) in den letzten Jahren einen breiten Rahmen der Emotionsforschung ein. Diesen Autoren möchte ich mich letztlich anschließen, wenn sie schreiben, dass dieser Spezifität des ausdrucksverarbeitenden Systems und dem Zusammenspiel der verschiedenen Gehirnregionen hierbei in naher Zukunft eine große Rolle hinzukommen wird. Ganz besonders deshalb, weil hier voraussichtlich der Schlüssel zum Verständnis liegt, welche Mechanismen betroffen sind, wenn die menschliche Ausdruckserkennung durch Entwicklungsstörungen oder psychische Störungen vermindert ist.

Literaturverzeichnis

Achaibou, A., Pourtois, G., Schwatz, S. & Viulleumier, P. (2008). Simultaneous recording of EEG and facial muscle reactions during spontaneous emotional mimicry. *Neuropsychologia*, 46, 1104-1113.

Adolphs, R., Damasio, H., Tranel, D. & Damasio, A.R. (1996). Cortical systems for the recognition of emotion in facial expressions. *Journal of Neuroscience*, 16, 7678-7687.

Aggleton, J.P., Burton M.J. & Passingham R.E. (1980). Cortical and subcortical afferents to the amygdala in the rhesus monkey (*Macaca Mulatta*). *Brain Research*, 190, 547-568.

Allison, T., Puce, A. & McCarthy, G. (2000). Social perception from visual cues: role of the STS region. *Trends in cognitive Sciences*, 4, 267-278.

Barsalou, L.W., Niedenthal, P.M., Barbey, A.K. & Ruppert, J.A. (2003). Social Embodiment. *Psychology of Learning and Motivation*, 43, 43-92.

Bate, S., Haslam, C. & Hodgson, T. L. (2009). Angry faces are special too: evidence from the visual scanpath. *Neuropsychology*, 23(5), 658-667.

Batty, M. & Taylor, M.J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research*, 17, 613-620.

Baudouin, J.Y., Sansons, S. & Giberghien, H. (2000). Recognizing expression from familiar and unfamiliar faces. *Pragmatics and Cognition*, 8, 123-146.

Bentley, P., Vuilleumier, P., Thiel, C.M., Driver, J. & Dolan, R.J. (2003). Effects of attention and emotion on repetition priming and their modulation by cholinergic enhancement. *Journal of Neurophysiology*, 90, 1171-1181.

Berger, H. (1929). Über das Elektroencephalogramm des Menschen. *European Archives of Psychiatry and clinical neuroscience*, 87, 527-570.

Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E. & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8, 551-565.

Bentin, S. & Deouell, L.Y. (2000) Structural encoding and identification in face processing: ERP evidence for separate mechanisms. *Cognitive Neuropsychology*, 17, 35-54.

Blair, R.J.R., Morris, J.S., Frith, C.D., Perret, D.L. & Dolan, R.J. (1999). Dissociable neural responses to facial expressions of sadness and anger. *Brain*, 122, 883-893.

Blairy, S., Herrera, P. & Hess, U. (1999). Mimicry and the judgment of emotional facial expressions. *Journal of Nonverbal Behaviour*, 23, 5-41.

Blau, V.C., Maurer, U., Tottenham, N. & McCandliss, B.D. (2007). The face-specific N170 component is modulated by emotional facial expression. *Behavioral and Brain Functions*, 3:7, doi:10.1186/1744-9081-3-7

Bobes, M.A., Martin, M., Olivares, E. & Valdés-Sosa, M. (2000). Different scalp topography of brain potentials related to expression and identity matching of faces. *Cognitive Brain Research*, 9, 249-260.

Böhm, S.G., Sommer, W. & Lueschow, A. (2005). Correlates of implicit memory for words and faces in event-related brain potentials. *International Journal of Psychophysiology*, 55, 95-112.

Bouhuys, A.L., Bloem, G.M. & Groothuis, T.G.G. (1995). Induction of depressed and elated mood by music influences the perception of facial emotional expressions in healthy subjects. *Journal of Affective Disorders*, 33, 215-226.

Brown, M.W. & Xiang, J.Z. (1998). Recognition memory: neural substrates in the judgement of prior occurrence. *Progress in Neurobiology*, 55, 149-189.

Bruce, A.W. & Young, V. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 7, 305-327.

Bruce, A.W., McWeeny, K.H., Hay, D.C. & Ellis, A.W. (1986). Matching familiar and unfamiliar faces on identity and expression. *Psychological Research*, 48, 63-68.

Bruce, V., Carson, D., Buton, A.M. & Kelly, S. (1998). Prime time advertisements: repetition priming from faces seen on subject recruitment posters. *Memory & Cognition*, 26, 502-515.

Bruyer, R., Laterre, C., Seron, X., Feyeresen, P., Strypstein, E., Pierrard, E. & Rectem, D. (1983). A case of prosopagnosia with some preserved covert rememberanc of familiar faces. *Brain and Cognition*, 2, 257-284.

Burton, L.A., Rabin, L.,Wyatt, G., Frohlich, J., Bernstein-Vardy, S. & Dimitri (2005). Priming effects for affective vs. neutral faces. *Brain and Cognition*, 59, 322-329.

Caharel S., Poiroux S., Bernard C., Thibaut, F., Lalonde R. & Rebai M. (2005). Familiarity and emotional expression influence an early stage of face processing: An electrophysiological study. *Brain and Cognition*, 59, 96-100.

Calder, A.J. & Young, A.W. (2005). Understanding the recognition of facial identity and facial expression. *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 641-651.

Calvo, M.G. & Nummenmaa, L. (2008). Detection of emotional faces: salient physical features guide effective visual search. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137, 471-494.

Calvo, M.G., Avero, P. & Lundqvist (2006). Facilitated detection of angry faces: Initial orienting and processing efficiency. *Cognition and emotion*, 20, 785-811.

Campanella, S., Hanoteau, C., Dépy, D., Rossion, B., Bruyer, R., Crommelinck, M. & Guérit, J.M. (2000). Right N170 modulation in a face discrimination task: An account for categorical perception of familiar faces. *Psychophysiology*, 37, 796-806.

Campanella, S., Gaspard, C., Debatisse, D., Bruyer, R., Crommelinck, M. & Guérit, J.-M. (2002). Discrimination of emotional facial expressions in a visual oddball task: an ERP study. *Biological Psychology*, 59, 171-186.

Carretie, L., Hinojosa, J.A. & Mercado, F. (2003). Cerebral patterns of attentional habituation to emotional visual stimuli. *Psychophysiology*, 40, 381-388.

Christman, S.D. & Hackworth, M.D. (1993). Equivalent perceptual asymmetries for free viewing of positive and negative emotional expressions in chimeric faces. *Neuropsychologia*, 31, 621-624.

Cuthbert, B.N., Schupp, H.T., Bradley, M.M., Birbaumer, N. & Lang P.J. (2000) Brain potentials in affective picture processing. Covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52, 95-111.

Darwin, C. (1859) *On the origin of species by means of natural selection*. London: John Murray.

Darwin, C. (1872). *The expression of emotion in man and animals*. London: John Murray.

Deffke, I., Sander T., Heidenreich J., Sommer W., Curio G., Trahms L. et al. (2005) MEG/EEG sources of the 170-ms response to faces are co-localized in the fusiform gyrus. *Neuroimage*, 35, 1495-1501.

Deffke, I. (2006). *Untersuchung von Gesichterpriming und Lokalisation dipolarer Quellorte der Gesichtsverarbeitung in Magneto- und Elektroenzephalogramm*. Unveröffentlichte Dissertationsschrift, Humboldt-Universität Berlin. Bezug: <http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/deffke-iris-2005-11-04/PDF/deffke.pdf>

Desimone, R. (1996). „Neuronal mechanisms for visual memory and their role in attention“. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 13494-13499.

Deveney, C. M. & Deldin, P.J. (2004). Memory of faces: A slow wave ERP study of major depression. *Emotion, 4*, 295-304.

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

Dimberg, U. & Thunberg, M. (1998). Rapid facial reactions to different emotionally relevant stimuli. *Scandinavian Journal of Psychology, 39*, 39-45.

Donchin, E. & Coles, M.G.H. (1988). Is the P300 component manifestation of context updating? *Behavioral and Brain Sciences, 11*, 354-356.

Eastwood, J.D., Smilek, D. & Merikle, P.M. (2001). Differential attentional guidance by unattended faces expressing positive and negative emotion. *Perception and Psychophysics, 63*, 1004-1013.

Eimer, M. & Holmes, A. (2002). An ERP-study on the time course of emotional face processing. *Neuroreport, 13*, 427-431.

Eimer M. (2000a). The face-specific N170 component reflects late stages in the structural encoding of faces. *Neuroreport, 11*, 2319-2324.

Eimer M. (2000b). Event-related brain potentials distinguish processing stages involved in face perception and recognition. *Clinical Neurophysiology*, 111, 694-705.

Eimer, M., Gosling, A., Nicholas, S. & Kiss, M. (2011). The N170 component and its links to configural face processing: a rapid neural adaptation study. *Brain Research*, 1376, 76-87.

Ekman, P. & Friesen, W.V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17, 124-129.

Ekman, P., Friesen, W.V. & Ellsworth, P. (1982). *Does the face provide accurate information?* In P. Ekman (Hrsg.), *Emotion in the human face* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. 56-97.

Ellis, A.W., Young, A.W. & Flude, B.M. (1990). Repetition priming and face processing: priming occurs within the system that responds to the identity of a face. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 42, 495-512.

Fabiani, M., Gratton, G. & Coles, M.G.H. (2007). *Event-related Brain Potentials: Methods, theory, and applications*. In: Cacioppo, J.T., Tassary, L.G. & Berntson, G.G, (Hrsg.) (2007) *Handbook of Psychophysiology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Fox, E. (1995). Negative priming from ignored distracters in visual selection: A review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2, 145-173.

Fox, E., Lester, V., Russo, R., Bowles, W.J., Pichler, A. & Dutton, K. (2000). Facial Expressions of Emotion: Are Angry Faces Detected More Efficiently? *Cognition and Emotion*, 14, 61-92.

Fridlund, A.J. & Cacioppo, J.T. (1986). Guidelines for Human Electromyographic Research. *Psychophysiology*, 23, 567-589.

Gauthier, I., Tarr, M.J., Moylan, J., Skudlarski, P., Gore, J.C. & Anderson, W. (2000). The fusiform „Face Area“ is part of a network that processes faces at the individual level. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 495-504.

Ganel, T., Valyear, K.F., Goshen-Gottstein, Y. & Goodale, M.A. (2005). The involvement of the „fusiform face area“ in processing facial expression. *Neuropsychologia*, 42, 1645-1654.

George, N., Evans, J., Fiori, N., Davidoff J. & Renault, B. (1996). Brain events related to normal and moderately scrambled faces. *Cognitive Brain Research*, 4, 65-76.

Goloeven, E., De Raedt, R., Leyman, L. & Verschuere, B. (2008). The Karolinska directed emotional faces: a validation study, *Cognition & Emotion*, 22, 1094-1118.

Goshen-Gottstein, Y. & Ganel, T. (2000). Repetition Priming for familiar and unfamiliar faces in a sex-judgment task: evidence for a common route for the processing of sex and identity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 26, 1198-1214.

Grill-Spector, K., Knouf, N. & Kanwisher, N. (2004). The fusiform face area subserves face perception, not generic within-category identification. *Nature Neuroscience*, 7, 555-562.

Halit, H., de Haan, M. & Johnson, M.H. (2000). Modulation of event-related potentials by prototypical and atypical faces, *Cognitive Neuroscience*, 11, 1871-1875.

Hansen, C.H. & Hansen, R.D. (1988), Finding the face in the crowd: an anger superiority effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 917-924.

Hartikainen, K.M., Oggawa, K.H. & Knight, R.T (2000). Transient interference of right hemispheric function due to automatic emotional processing, *Neuropsychologia*, 38, 1576-1580.

Hatfield, E., Cacioppo, J.T. & Rapson, R.L. (1992). *Primitive emotional contagion*. In M. S. Clark (Hrsg.), *Review of personality and social psychology* (Vol. 14): Emotion and social behaviour (S. 151-177). Newbury Park, CA: Sage.

Haxby, J.M., Hoffmann, E.A. & Gobbini, M.I. (2000). The distributed human neural system for faceperception. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 223-233.

Henson, R.N., Goshen-Gottstein Y., Ganel, T., Otten, L.J., Quayle, A. & Rugg M.. (2003). Electrophysiological and haemodynamic correlates of face perception, recognition and priming. *Cerebral Cortex*, 13, 793-805.

Henson, R., Shallice, T. & Dolan, R. (2000). Neuroimaging evidence for dissociable forms of repetition priming. *Science*, 287, 1269-1272.

Henson, R.N.A., Shallice, T., Gorno-Tempini, M.L. & Dolan, R.K. (2002). Face Repetition Effect in Implicit and explicit memory tests as measured by fMRI. *Cerebral Cortex*, 12, 178-186.

Herrmann M.J., Ehlis, A.-C., Ellgring, H. & Fallgatter A.J. (2005). Early stages (P100) of face perception in humans measured with event-related potentials (ERPs). *Journal of Neural Transmission*, 112, 1073-1081.

Herrmann, M.J., Ehlis, A.-C., Muehlberger, A. & Fallgatter, A.J. (2005). Source localization of early stages of face processing. *Brain topography*, 18, 77-85.

Herzmann, G., Schweinberger, S.R., Sommer, W. & Jentsch, I. (2004). What's special about personally familiar faces? A multimodal approach. *Psychophysiology*, 41, 688-701.

Hess, U. & Blairy, S. (2001). Facial mimicry and emotional contagion to dynamic emotional facial expressions and their influence on decoding accuracy. *International Journal of Psychophysiology*, 40, 129-141.

Hoffmann, E.A. & Haxby, J.V. (2000). Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face perception. *Nature Neuroscience*, 3, 80-84.

Holmes, A., Kiss, M. & Eimer, M. (2006). Attention modulates the processing of emotional expression triggered by foveal faces. *Neuroscience Letters*, 394, 48-52.

Ishai A., Pessoa L., Bickle P.C. & Ungerleider, L.G. Repetition Suppression of faces is modulated by emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101, 9826-9832.

Ishai A., Pessoa, L., Bickle, P.C. & Ungerleider L.G. (2006). Temporal dynamics of face repetition suppression. *Brain Research Bulletin*, 70, 289-295.

Itier, R.J. & Taylor, M.J. (2002). Inversion and contrast polarity reversal affect both encoding and recognition processes of unfamiliar faces: a repetition study using ERPs. *Neuroimage*, *15*, 353-372.

Itier, R.J. & Taylor, M.J. (2004) N170 or N1? Spatiotemporal Differences between object and face processing using ERPs. *Cerebral Cortex*, *14*, 132-142.

Jackson, M.C., Wolf, C., Johnston, S.J., Raymond, J.E. & Linden, D.E.J. (2008). Neural correlates of enhanced visual short-term memory for angry faces: An fMRI study. *PLoS ONE*, *3*, e3536, 1-10.

Jackson, M.C., Wu, C.Y., Linden, D.E.J. & Raymond, J.E. (2009). Enhanced visual short-term-memory for angry faces. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *35*, 363-374.

James, M.S., Johnstone, S.J. & Hayward W.G. (2001). Event-related potentials, configural encoding and feature-based encoding in face recognition. *Journal of Psychophysiology*, *15*, 275-285.

Jasper, H.H. (1958). The 10-20 electrode system of the International Federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *10*, 370-375.

Jemel, B., Schuller, A.-M., Cheref-Khan, Y., Goffaux, V., Crommelinck, M. & Bruyer, R. (2003). Stepwise emergence of the face-sensitive N170 event-related potential component. *Neuroreport*, *14*, 2035-2039.

Kanwisher, N., McDermott J. & Chun M. (1997). The fusiform face area: a module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *Journal of Neuroscience*, *17*, 4302-4311.

Kanwisher N., Stanley D. & Harris A. (1999). The fusiform face area is selective for faces not animals. *Neuroreport*, *10*, 183-187.

Kanwisher N. & Yovel G. (2006). The fusiform face area: a cortical region specialized for the perception of faces. *Philosophical Transactions The Royal Society biological Sciences*, *361*, 2109-2128.

Kaufmann, J.M. & Schweinberger, S. R., (2004). Expression influences the recognition of familiar faces. *Perception*, *33*, 399-408.

Kesler-West, M.L., Andersen, A.H., Smith, C.D., Avison, M.J., Davis, C.E., Kryscio, R.J. & Blonder, L.X. (2001). Neural substrates of facial emotion processing using fMRI. *Cognitive Brain Research*, *11*, 213-226.

Kirita, T. & Endo, M. (1995). Happy face advantage in recognizing facial expressions. *Acta Psychologica*, 89, 149-163.

Kress, T. & Daum, I. (2003). Event-related potentials reflect impaired face recognition in patients with congenital prosopagnosia. *Neuroscience Letter*, 352, 133-136.

Kurucz, J. & Feldmar, G. (1979). Prosopo-affective agnosia as a symptom of cerebral organic disease. *Journal of the American Geriatrics Society*, 27, 225-230.

Leppänen, J.M. (2006). Emotional information processing in mood disorders: a review of behavioral and neuroimaging findings. *Current Opinion Psychiatry*, 19, 34-39.

Linkenkaer-Hansen, K., Palva, J.M., Sams, M., Hietanen, J.K., Aronen, H. & Ilmoniemi, R.J. (1998). Face-selective processing in human extrastriate cortex around 120 ms after stimulus onset revealed by magneto- and electroencephalography. *Neuroscience Letters*, 235, 147-150.

Liu, L., Ioannides, A.A. & Streit, M. (1999). Single trial analysis of neurophysiological correlates of the recognition of complex objects and facial expressions of emotion. *Brain Topography*, 11, 291-303.

Liu, J., Harris, A. & Kanwisher, N. (2002) Stages of processing in face perception: an MEG study. *Nature Neuroscience*, 5, 910-916.

Lundqvist, D., Flykt, A. & Öhman, A. (1998). The Karolinska Directed Emotional Faces - KDEF, CD-ROM from Department of Clinical Neuroscience, Psychology section, Karolinka Institute, ISBN 91-630-7164-9.

Marchewka, A. & Nowicka, A. (2007). Emotionally negative stimuli are resistant to repetition priming. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 67, 83-92.

Marinkovic, K. & Halgren, E. (1998). Human brain potentials related to the emotional expression, repetition and gender of faces. *Psychobiology*, 26, 348-356.

Martens , U., Schweinberger, S.R., Kiefer, M. & Burton, A.M.. (2006). Masked and unmasked electrophysiological repetition effects of famous faces. *Brain Research*, 1109, 146-157.

McCarthy, G., Puce, A., Belger, A. & Allison, T. (1999). Electrophysiological studies of human face perception II: Response properties of face-specific potentials generated in occipito-temporal cortex. *Cerebral Cortex*, 9, 431-444.

McIntosh, D.N., Reichmann-Decker, A., Winkielman, P. & Wilbarger, J.K. (2006). When the social mirror breaks: deficits in automatic, but not voluntary, mimicry of emotional facial expressions in autism. *Developmental Science*, 9, 295-302.

Miller, E.K., Gochin, O.M. & Gross, L.G. (1991). Habituation-like decrease in the response of neurons in inferior temporal cortex of macaque. *Visual Neuroscience*, 7, 357-362.

Morel, S., Ponz, A., Mercier, M., Vuilleumier, P. & George, N. (2009). EEG-MEG evidence for early differential repetition effects for fearful, happy & neutral faces. *Brain Research*, 1254, 84-98.

Morris, J.S., Firth, C.D., Perrett, I., Rowland, D., Young, A.W., Calder, A.J. & Dolan, R.J. (1996). A differential neural response in the human amygdala to fearful and happy facial expressions, *Nature*, 393, 812-815.

Morris, J.S., Öhman, A. & Dolan, R.J. (1999). A subcortical pathway to the right amygdala mediating 'unseen' fear. *Proceedings of the National Academy of Sciences in the United States of America*, 96, 1680-1685.

Münte, T.F., Brack, M., Grootheer, O., Wieringa, B.M., Matzke, M. & Johannes, S. (1998). Brain potentials reveal the timing of face identity and expression judgments. *Neuroscience Research*, 30, 25-34.

Niedenthal, P.N., Halberstadt, J.M., Margolin, J. & Inns-Ker, Å.H. (2000). Emotional state and the detection of change in facial expression of emotion. *European Journal of Social Psychology*, 30, 211-220.

Niedenthal, P.M., Brauer, M., Halberstadt, J.-M. & Innes-Ker, A.H. (2001). When did her smile drop? Facial mimicry and the influences of emotional state on the detection of change in emotional expression. *Cognition and Emotion*, 15, 853-864.

Niedenthal, P.M., Barsalou, L., Winkielman, P., Ric, F. & Krauth-Gruber, S. (2005). Embodiment in attitudes, social perception and emotion. *Personality and Social Psychology Review*, 9, 184-211.

Niedenthal, P.M. & Setterlund, M.B. (1994). Emotion congruence in perception. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 20, 401-410.

Oberman, L.M., Winkielman, P. & Ramachandran, S. (2007). Face to face: Blocking facial mimicry can selectively impair recognition of emotional expressions. *Social Neuroscience*, 2007, 2, 167-178.

Öhman, A., Lundqvist, D. & Esteves, F. (2001). The face in the crowd revisited threat advantage with schematic stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80, 381-396.

Paller, K.A. & Gross, M. (1998). Brain potentials associated with perceptual priming vs explicit remembering during the repetition of visual word-form. *Neuropsychologia*, 36, 559-571.

Paller, K.A., Ranganath, C. Gonsalves, B., LaBar, J.S., Parrish, T.B., Gitelman, D.R., Meulam, M.-M. & Reber, P.J. (2003). *Neural Correlates of Person Recognition. Learning & Memory, 10*, 253-260.

Paller, K.A. Gonsalves, B., Grabowecky, M., Bozic, V.S. & Yamada, S. (2000). Electrophysiological correlates of recollecting faces of known and unknown individuals. *NeuroImage, 11*, 98-110.

Pessoa, L., McKenna, M., Gutierrez, E. & Ungerleider, L.G. (2002). Neural processing of emotional faces requires attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences in the United States of America, 99*, 11458-11463.

Philips, M.J., Bullmore, E.T., Howard, R., Woodruff, P.W.R., Wright, I.C., Williams, S.C.R. et al. (1998). Investigation of facial recognition memory and happy and sad facial expression perception: an fMRI study. *Psychiatry Research, 83*, 127-138.

Pitcher, D., Walsh, V. & Duchaine, B. (2011). The role of the occipital face area in the cortical face perception network. *Experimental Brain Research, 209*, 481-493.

Posamentier, M.T. & Abdi, H. (2003). Processing Faces and Facial Expressions. *Neuropsychology Review, 13*, 113-143.

Puce, A., Allison, T., Asgari, M., Gore, J.C. & McCarthy, G.M. (2011). Differential Sensitivity of human visual cortex to faces, letterstrings and textures: a functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neuroscience*, 16, 5205-5215.

Richardson-Klavehn, A. & Bjork, R.A. (1988). Measures of memory. *Annual Review of Psychology*, 39, 475-453.

Righart, R. & de Gelder, B. (2008). Context influences early perceptual analysis of faces – an electrophysiological study. *Cerebral Cortex*, 16, 1249-1257.

Rolls, E.T. (2005). *Emotion Explained*. Oxford University Press.

Rossion, B. & Jaques, C. (2008). Does physical interstimulus variance account for early electrophysiological face sensitive responses in the human brain? Ten lessons on the N170. *Neuroimage*, 15, 1959-1979.

Rossion B., Joyce C., Cottrell G., Tarr, M. (2003). Early lateralization and orientation tuning for face, word and object processing in the visual cortex. *Neuroimage*, 20, 1609-1924.

Schacht, A. & Sommer, W. (2009). Emotion in word and face processing: early and late cortical responses. *Brain and Cognition*, 69, 538-550.

Schacter, D.T. & Buckner, R.L.(1998). Priming and the brain. *Neuron*, 20, 185-195.

Schiffenbauer, A. (1974). Effect of observer's emotional state on judgments of the emotional state of others. *Journal of Personality and Social Psychology*, 30, 31-35.

Schupp, H.A.T., Öhman, A., Junghöfer, M., Weike, A.I., Stockburger J. & Hamm, A.O. (2004). The facilitated processing of threatening faces: An ERP analyses. *Emotion*, 4, 189-200.

Schweinberger, S.R., Pfütze, E.-M. & Sommer, W. (1995). Repetition priming and associative priming of face recognition evidence from event-related potentials. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 2, 722-736.

Schweinberger, S.R., Pickering, E.C., Jentsch, I., Burton, A.M. & Kaufmann, J.M. (2002). Event-related brain potential evidence for a response of inferior temporal cortex to familiar face repetitions. *Cognitive Brain Research*, 14, 398-409.

Sergent, J., Ohta, S., Macdonald, B. & Zuck, E. (1994), Segregated processing of facial identity and emotion in human brain. A PET study. *Visual Cognition*, 1, 349-369.

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

Stel, M. & van Knippenberg, A. (2008). The role of facial mimicry in the recognition of affect. *Psychological Science, 19*, 984-985.

Steyer, R., Schwenkmezger, P., Notz, P. & Eid, M. (1994). Testtheoretische Analysen des Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogen (MDBF). *Diagnostica, 40*, 320-328.

Steyer, R., Schwenkmezger, P., Notz, P. & Eid, M. (1997). *Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF): Handanweisung*. Göttingen, Germany: Hogrefe.

Surguladze, S., Brammer, M.J., Keedwell, P., Giampietro, V., Young, A.W., Travis, M.J. et al. (2005). A differential pattern of neural response towards sad versus happy facial expressions in major depressive disorder. *Biological Psychiatry, 57*, 201-209.

Suzuki, A., Goh, J., Sutton, B.P., Hebrank, A., Jenkins, L., Flicker, B.A. & Park, D. (2008). Emotion suppresses repetition suppression of faces. *Journal of Vision, 8*, 701.

Suzuki, A., Goh, J., Hebrank, A., Sutton, B. P., Jenkins, L., Flicker, B.A. & Park, D. (2010). Sustained happiness? Lack of repetition suppression in right-ventral visual cortex for happy faces. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, doi:10.1093/scan/nsq058

Tipper, S.P. (2001). Does negative priming reflect inhibitory mechanisms? A review and integration of conflicting views. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54, 321-343.

Vuilleumier, P. & Pourtois, G. (2007). Distributed and interactive brain mechanisms during emotion face perception: Evidence from functional neuroimaging. *Neuropsychologia*, 45, 174-194.

Wang, L., LaBar, K.S. & McCarthy, G. M. (2006). Mood alters amygdala activation to sad distractors during an attentional task. *Biological Psychiatry*, 60, 1139-1146.

Werheid, K., Schacht, A. & Sommer, W. (2007). Facial attractiveness modulates early and late event-related brain potentials. *Biological Psychology*, 76, 100-108.

Werheid, K., Alpay, G., Jentsch, I. & Sommer, W. (2005). Priming emotional facial expressions as evidenced by event-related brain potentials. *International Journal of Psychophysiology*, 55, 209-219.

Westermann, R., Spies, K., Stahl, G. & Hesse, F.W. (1996). Relative effectiveness and validity of mood induction procedures: a meta-analysis. *European Journal of Social Psychology*, 26, 557-580.

Wiggs, C.L. & Martin A. (1998). Properties and mechanisms of perceptual priming. *Current Opinion in Neurobiology*, 8, 227-233.

Wild-Wall, N., Dimigen, O. & Sommer W. (2008). Interaction of facial expressions and familiarity: ERP evidence. *Biological Psychology*, 77, 138-149.

Winston, J.S., Henson, R.N.A., Dine-Goulden, M.R. & Dolan R.J. (2004). fMRI-Adaption reveals dissociable neural representations of identity and expression in face perception. *Journal of Neurophysiology*, 92, 1839-2004.

Young, A.W., Hellawell, D.J., van de Wal, C. & Johnson, M. (1996). Facial expression procession impairments after amygdalotomy. *Brain*, 118, 15-24.

Yovel G., Levy J., Grabowecky M. & Paller K.A. (2003). Neural Correlates of the Left-visual-field-superiority in face perception appear at multiple stages of face processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, 462-474.

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorgelegte Arbeit selbstständig verfasst habe. Andere als die angegebenen Hilfsmittel habe ich nicht verwendet. Die Arbeit ist in keinem früheren Promotionsverfahren angenommen oder abgelehnt worden.

Berlin

05.06.2011

Michael Cugialy

Lebenslauf

Aus Datenschutzgründen entfällt der Lebenslauf in der Online-Version.

Lebenslauf

Aus Datenschutzgründen entfällt der Lebenslauf in der Online-Version.