

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Institut für Medizinische Psychologie und Systemneurowissenschaften  
-Direktor: Univ.-Prof. Dr. Thomas Straube-

**Neuronale Korrelate des Gesichterlernens unter verbaler Konditionierung  
durch Feedback bei Sozialer Angststörung**

INAUGURAL – DISSERTATION  
zur  
Erlangung des doctor medicinae  
der Medizinischen Fakultät  
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von Murphy, Frederike (geb. Bothorn)  
aus Münster  
2020

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen  
Wilhelms- Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Frank Ulrich Müller

1. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Thomas Straube

2. Berichterstatter: Prof. Dr. rer.nat. Markus Junghöfer

Tag der mündlichen Prüfung: 26.08.2020

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Institut für medizinische Psychologie und Systemneurowissenschaften  
-Direktor: Univ.-Prof. Dr. Thomas Straube  
Referent: Univ.-Prof. Dr. Thomas Straube  
Koreferent: Prof. Dr. Markus Junghöfer

## **ZUSAMMENFASSUNG**

### **Neuronale Korrelate des Gesichterlernens unter verbaler Konditionierung durch Feedback bei Sozialer Angststörung**

Murphy, Frederike

Diese Arbeit untersucht die behaviouralen und elektroenzephalographischen Korrelate des Gesichterlernens mit verbaler Konditionierung durch an den Probanden gerichtetes Feedback bei Patienten mit Sozialer Angststörung.

An 21 Patienten mit Sozialer Angststörung und einer ebenso großen gesunden Kontrollgruppe wurde ein Elektroenzephalogramm (EEG) abgeleitet, während sie ein Lernexperiment durchliefen, bei dem neutralen Gesichtern jeweils positive, negative oder neutrale, die Probanden direkt ansprechende Aussagen, vorangingen. Die Probanden sollten sich vorstellen, die gezeigte Person habe die Aussage an sie gerichtet, und sich die Gesichter einprägen. In der folgenden Testphase sollten die gelernten Gesichter von neuen Gesichtern durch Tastendruck unterschieden werden. Im Anschluss wurden die gezeigten Gesichter durch die Probanden hinsichtlich ihrer Valenz sowie der durch sie ausgelösten emotionalen Reaktion beurteilt.

Ausgewertet wurden der Anteil der richtig eingeordneten Gesichter, die Reaktionszeit, die Signaldetektionsparameter  $d'$  und C, sowie die EEG-Event-related potentials (ERPs) P100, N170, P200, N250 und LPC auf die gezeigten Gesichter.

Es zeigte sich eine signifikant bessere Wiedererkennungslleistung für negativ gelernte Gesichter, die sich auch in einer signifikant positiveren LPC der Lernphase widerspiegelte. Ebenso zeigte sich  $d'$  für negativ gelernte Gesichter vergrößert und positiv mit der Ausprägung der Sozialen Angst korreliert, was ebenso auf eine verstärkte Einprägung negativer sozialer Erfahrungen bei sozial ängstlichen Personen hinweist. Elektrophysiologisch zeigten sich, vor allem in den frühen Potentialen, kaum signifikante Ergebnisse. Es lässt sich vermuten, dass vor allem die spätere emotionale Verarbeitung und Konsolidierung beim Gesichterlernen mit verbalem Feedback eine Rolle spielen.

Tag der mündlichen Prüfung: 26.08.2020

## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich gebe hiermit die Erklärung ab, dass ich die Dissertation mit dem Titel:  
Neuronale Korrelate des Gesichterlernens unter verbaler Konditionierung durch  
Feedback bei Sozialer Angststörung

Im:

Institut für medizinische Psychologie und Systemneurowissenschaften

unter der Anleitung von:

Univ.-Prof. Dr. Thomas Straube

1. selbständig angefertigt,
2. nur unter Benutzung der im Literaturverzeichnis angegebenen Arbeiten angefertigt und sonst kein anderes gedrucktes oder ungedrucktes Material verwendet,
3. keine unerlaubte fremde Hilfe in Anspruch genommen,
4. sie weder in der gegenwärtigen noch in einer anderen Fassung einer in- oder ausländischen Fakultät als Dissertation, Semesterarbeit, Prüfungsarbeit, oder zur Erlangung eines akademischen Grades, vorgelegt habe.

Berlin, 28.08.2020

Frederike Murphy

Meiner Familie- der Angeborenen und der Selbstgewählten.

Für's immer wieder Nachfragen, Zuhören, für Zeit und Mühe und immerwährende  
Unterstützung.

Besonders für Mama und David.

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	1
1.1	Die Soziale Angststörung.....	1
1.2	Pathogenese.....	2
1.3	Bisheriger Stand der Forschung .....	4
1.4	EEG .....	8
1.5	Versuchsziel und Fragestellung.....	10
2.	Methoden.....	11
2.1	Probanden.....	11
2.2	Versuchsablauf .....	12
2.2.1	EEG- Experiment.....	12
2.2.2	SAM-Bewertung .....	14
2.3	Verhaltensdaten.....	15
2.4	Elektrophysiologische Daten.....	16
2.5	Statistik.....	17
3.	Ergebnisse .....	17
3.1	Verhalten.....	17
3.1.1	Accuracy .....	17
3.1.2	Signalentdeckungsparameter $d'$ und $C$ .....	19
3.2.1	Reaktionszeit .....	20
3.2.2	SAM-Bewertung .....	22
3.3	ERPs.....	24
3.3.1	Lernphase .....	24
3.3.1.1	P100.....	24
3.3.1.2	N170 .....	25
3.3.1.3	P200.....	25
3.3.1.4	N250 .....	25
3.3.1.5	LPC.....	26
3.3.2	Testphase .....	27
3.3.2.1	P100.....	27
3.3.2.2	N170 .....	28
3.3.2.3	P200.....	28
3.3.2.4	N250 .....	28
3.3.2.5	LPC.....	30

4. Diskussion.....	32
5. Fazit .....	39
6. Literaturverzeichnis.....	41
7. Abkürzungen .....	47
8. Abbildungsverzeichnis.....	48
9. Tabellenverzeichnis.....	50

## 1. Einleitung

### 1.1 Die Soziale Angststörung

Die Soziale Angststörung, auch SAD (social anxiety disorder), ist mit einer Prävalenz von ca. 12% [43] die häufigste Angststörung und die dritthäufigste psychische Erkrankung überhaupt. Das mediane Alter bei Auftreten der Erkrankung beträgt 13 Jahre [43]. Es besteht eine hohe Komorbidität, vor allem mit anderen Angststörungen, depressiven Störungen und Suchterkrankungen.

Die Erkrankung zeichnet sich durch pathologische Angst und Vermeidungsverhalten in sozialen Leistungs- und Bewertungssituationen aus [3]. Diese reichen von Prüfungssituationen, wie zum Beispiel einem Referat oder einer Präsentation, bis hin zum alltäglichen Essen im Beisein von Kollegen oder Bekannten. Die Betroffenen fühlen sich ständig beobachtet, negativ beurteilt und fürchten, sich zu blamieren. Wie bei allen Angststörungen spielt auch hier die „Angst vor der Angst“ eine entscheidende Rolle: Das Gefühl der Bewertung löst Nervosität und Angst aus, die dazu führt, dass der/die Betroffene fürchtet, durch Erröten, Schwitzen, Stolpern, Stottern oder Ähnliches auf sich aufmerksam zu machen und sich zu blamieren. So werden Angst und Nervosität zusätzlich verstärkt, sodass sich ein Kreislauf aus Angst vor Bewertung und Angst vor Angstsymptomen bildet. Es setzt das für Angststörungen ebenfalls typische Vermeidungsverhalten zur unmittelbaren Angsterleichterung ein: Bei leichter Ausprägung werden beispielsweise Referate vermieden und durch Hausarbeiten ersetzt oder statt Telefonaten E-mails geschrieben. Bei schwerer Ausprägung kommt es häufig zu bedeutenden Auswirkungen auf Privat- und Berufsleben: Vorstellungsgespräche oder Gespräche mit Vorgesetzten werden abgesagt und das Studium aufgrund von Prüfungsangst abgebrochen. Statt mit Kollegen in der Kantine oder abends mit Freunden essen betroffene Personen lieber allein; auch abendliches Ausgehen ist oft aus Angst sich zu blamieren undenkbar. Auch der Aufbau von partnerschaftlichen Beziehungen ist stark eingeschränkt, da die Betroffenen „zu schüchtern“ sind. Nicht selten kommt es zu Rückzug aus dem Sozialleben. Mangelnder beruflicher Erfolg und das Fehlen von sozialem Rückhalt schmälern das Selbstbewusstsein der Betroffenen zusätzlich, sodass sich die Störung ständig selbst verstärkt [56].

Die Soziale Angststörung ist mit multiplen Komorbiditäten vergesellschaftet. Am häufigsten liegen andere Angststörungen, depressive Störungen und Suchterkrankungen vor: „81% der Sozialphobiker entwickeln im Laufe des Lebens eine oder mehrere psychische Störungen, deren Verlauf sich teilweise überschneidet. 56,9% der Sozialphobiker entwickeln eine andere Angststörung, 41,4% eine affektive Störung, 39,6% Substanzmissbrauch/-abhängigkeit. Bei drei

Viertel der Fälle (77%) bestand die Sozialphobie bereits vor der Komorbidität.“ (Morschitzky, 1998, S.99) [56]

Es existieren verschiedene Klassifikationen der Sozialen Angststörung. Am geläufigsten ist die auch im DSM-V verwendete grobe Unterteilung in eine generell interaktions- (generalisierte) und eine leistungsbezogene (spezifische) Soziale Angststörung [3,32]. Letztere äußert sich vor allem in Situationen, in denen tatsächlich eine Leistung („Performance“) beurteilt wird (Vorstellungsgespräche, Referate, „Prüfungsangst“), während bei der interaktionsbezogenen Form jede soziale Situation als bewertend und bedrohlich empfunden wird und Angst auslöst. Therapeutisch ist die kognitive Verhaltenstherapie das Mittel der Wahl. Ergänzt werden kann diese durch eine Pharmakotherapie mit Antidepressiva, vor allem SSRI (Selektive Serotonin-Reuptake Inhibitoren) und SNRI (Serotonin-Noradrenalin-Reuptake Inhibitoren) [7]. Ein großes Problem bei der Behandlung der Sozialen Angststörung ist jedoch die mangelnde Inanspruchnahme von Therapiemöglichkeiten durch die Patienten [56] aufgrund ihrer Symptomatik.

## 1.2 Pathogenese

Wie generell für psychische Störungen gültig, ist auch bei der Sozialen Angststörung von einer multifaktoriellen Genese auszugehen. Die Krankheit tritt familiär gehäuft auf, wobei eine Erbllichkeit von 30-50% angenommen wird [56]. Des Weiteren spielt das Lernen am Modell, vor allem bei ebenfalls betroffenen Elternteilen, eine Rolle. Ebenso werden ein kontrollierender, übervorsichtiger und leistungsorientierter Erziehungsstil, psychosoziale Belastungssituationen und Charaktermerkmale wie Schüchternheit und ein Hang zur Verhaltenshemmung, also eine Diskrepanz zwischen starker innerer autonomer Erregung und äußerlich zurückhaltendem, gehemmtem Verhalten, als prädisponierende Faktoren diskutiert. Oft finden sich zu Beginn der Erkrankung „Minitraumen“ [56], zum Beispiel ein peinlicher Moment während eines Referats in der Schule.

Kognitiv betrachtet liegen bereits verschiedene Modelle und Erklärungsansätze vor, wie und warum solche Situationen bei den Betroffenen zur Entwicklung einer Sozialen Angststörung beitragen. Diese stellen neben gestörter Selbstrepräsentation [12,66] und einem negativen Selbstbild vor allem eine verstärkt auf negative soziale Reize gerichtete Aufmerksamkeit sowie eine negative Interpretation ambivalenter sozialer Interaktionen in den Vordergrund [17,66]: Ein wichtiges Konzept ist hierbei, neben einer erhöhten auf sich selbst und die eigene Außenwirkung gerichteten Aufmerksamkeit, das Aufmerksamkeits-Vermeidungs-Bias. Dieses

beschreibt die zunächst erhöhte Aufmerksamkeit gegenüber sozial bedrohlichen Reizen mit sofort folgender Abwendung/Vermeidung ebendieser und ist bisher für Gesichter und verbale Stimuli als Repräsentatoren sozialer Interaktionen beobachtet worden [5,13,68]. Der Fokus auf negative Aspekte sozialer Interaktionen folgt vermutlich teilweise aus einer negativen Erwartungshaltung und Interpretation bezüglich sozialer Interaktionen. Die Betroffenen schätzen die Wahrscheinlichkeit unangenehmer sozialer Erfahrungen und negativer Bewertung regelmäßig als zu hoch ein und interpretieren dementsprechend eventuelle neutrale/ambivalente oder sogar positive Stimuli negativ [4]. Ein weiteres wichtiges Konzept ist das „post event processing“[17]. Dies beschreibt ein vermehrtes Nachdenken über und retrospektiv negativeres Bewerten von vorausgegangenen sozialen Interaktionen durch die Betroffenen. Dies resultiert in einer verzerrten, verstärkt negativen Erinnerung an besagte Interaktionen, während bei Gesunden über die Zeit eher eine verstärkt positive Erinnerung an die eigene Leistung beobachtet wurde [1].

Neurophysiologisch ist die Pathogenese der Sozialen Angststörung weniger klar. Das „Angstzentrum“ liegt im limbischen System, genauer in der Amygdala (Myrtek,2004, S.14) [59] (Trepel,2017, S.210) [90]. Diese erhält einerseits sensorische Reize über den Thalamus direkt aus sensorischen Cortices [37], um im Gefahrenfall eine ausreichend schnelle Angst- und Abwehr- oder Fluchtreaktion zu gewährleisten. Die für die Entstehung und Aufrechterhaltung von komplexeren Ängsten und Angststörungen wichtigere Afferenz ist jedoch die des Hippocampus. Dieser ist im Zusammenspiel mit dem zerebralen Cortex für das Abrufen und Interpretieren von Erinnerungen zuständig (Whalen/Phelps, 2009, S.78; Trepel, 2017, S.211)[90,93]. Sind diese mit „Gefahr“ assoziiert, wird die Amygdala aktiviert, die wiederum über den Nucleus paraventricularis des Hypothalamus unter anderem die Freisetzung des Stresshormons Cortisol induziert[59].

In der Großhirnrinde ist vor allem der mediale präfrontale Kortex interessant: Er wird bisher vor allem als Zentrum der Verhaltens- und Reaktionsplanung betrachtet[2]. Je nach kognitiver Beurteilung der Gefahrensituation wird das bereits intuitiv eingeleitete Flucht- oder Abwehrverhalten aufrechterhalten oder aufgehoben. Vor allem können bereits konditionierte Ängste soweit abgeschwächt oder gelöscht werden, dass sie keine Verhaltensreaktion mehr auslösen[55]. Im Zusammenhang mit der Pathogenese der Sozialen Angststörung ist jedoch vor allem auch seine wichtige Rolle in der Selbstwahrnehmung und –reflexion interessant [12,38].

Veränderungen in der Amygdala und dem medialen präfrontalen Kortex sollen bei der Entwicklung der Sozialen Angststörung ein entscheidender Faktor sein[12].

Diese strukturellen Korrelate der Angst generell sowie der Sozialen Angststörung wurden vor allem mittels fMRT-Studien untersucht. Die Rolle verschiedener Komponenten sozialer Interaktion, zeitliche Zusammenhänge und eventuelle Alterationen von Prozessen zwischen gerichteter Aufmerksamkeit und post-event-processing, und deren neurophysiologische Korrelate, bedürfen jedoch noch weiterer Untersuchung und sind Thema dieser Arbeit. Als zeitlich hochauflösende Methode wurde hierzu das EEG benutzt. Der Fokus liegt auf dem Wahrnehmen und Lernen von Gesichtern als hochrelevanter Komponente sozialer Interaktion im Allgemeinen und besonders phobierelevanten Stimuli der Sozialen Angststörung [76,88].

### 1.3 Bisheriger Stand der Forschung

Gesichter sind ein zentraler Teil sozialer Interaktion. Innerhalb kürzester Zeit lassen sich aus einem Gesicht, größtenteils unabhängig von kulturellem Hintergrund, Sprachkenntnissen, oder Hintergrundwissen, Informationen über Identität, Emotionszustand und Aufmerksamkeitsrichtung gewinnen [48,87]. Man geht davon aus, dass die Wahrnehmung von Gesichtern auf speziellen Mechanismen beruht und gesondert von der visuellen Verarbeitung andersartiger Stimuli verläuft [3,35]. Diese Eigenschaften machen Gesichter zu einem besonders geeigneten Ausgangspunkt zur Erforschung sozialer Interaktionen.

Haxby, Hoffman und Gobbini (2000) [31] unterscheiden in ihrem Modell der Gesichterwahrnehmung zwischen einem zentralen und einem erweiterten System zur Wahrnehmung und Verarbeitung von Gesichtern. Als zentrales System gelten hier der occipitotemporale extrastriale visuelle Kortex, genauer der inferiore occipitale Gyrus, der laterale Gyrus fusiformis, und der superiore temporale Sulcus. Hier findet die erste Wahrnehmung des von der Sehbahn auftreffenden visuellen Reizes als Gesicht sowie eine erste Analyse der Identitätsbestimmung (feststehende Eigenschaften des Gesichts) sowie der sozial-kommunikativen Aspekte (veränderliche Eigenschaften) statt. Anschließend erfolgt die Rekrutierung des erweiterten Systems, unter anderem des lateralen Gyrus fusiformis, des superioren temporalen Sulcus, parietaler Areale, und, von besonderem Interesse bei Betrachtung emotionaler Gesichtsausdrücke, des limbischen Systems.

Bisher hat sich die Erforschung des Gesichterwahrnehmens und -lernens bei Sozialer Angststörung vor allem auf die emotionale Modulation durch verschiedene Gesichtsausdrücke konzentriert. In Zusammenschau der bisherigen Beobachtungen wird angenommen, dass Patienten mit Sozialer Angststörung im Gegensatz zu gesunden Probanden zunächst eine Hypervigilanz gegenüber als bedrohlich wahrgenommenen (zum Beispiel wütenden) Gesichtern

zeigen, die dann von einer Vermeidungsstrategie abgelöst wird [4,5,13,57]. So ist zu erklären, dass sich das häufig beobachtete anfängliche Aufmerksamkeitsbias gegenüber negativen Gesichtern bisher nicht durchgängig in einem Erinnerungsbias widerspiegelt [29,51]. Aufgrund der hohen zeitlichen Auflösung bietet sich zur Unterscheidung zwischen frühen automatisierten und späteren, teils bewussten Prozessen vor allem das EEG an.

Als neuronales Korrelat einer veränderten Verarbeitung von emotionalen Gesichtern konnte bei Patienten mit Sozialer Angststörung jedoch auch mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) vielfach eine erhöhte Aktivierung vor allem der Amygdala[25,62,84] als wichtige Struktur für die Konditionierung von Angst[20], aber auch der Inselrinde [85] und des anterioren Gyrus Cinguli [6] beim Anblick als bedrohlich wahrgenommener (z.B. wütender) Gesichter nachgewiesen werden. Hierbei ist anzumerken, dass sich dieser Effekt vorwiegend bei Paradigmen mit impliziter Aufgabe zeigt. Dies weist auf einen automatischen, unbewussten Charakter der alterierten Gesichterverarbeitung hin [76]. Andere Studien, die eine generell erhöhte Amygdala-Aktivierung bei Präsentation von Gesichtern verschiedener, auch neutraler Valenz zeigten [19,28,49,86], legen jedoch nahe, dass zusätzlich noch weitere Aspekte, zum Beispiel eine erhöhte emotionale Aktivierung (arousal) und die vermutete Tendenz zur negativen Bewertung neutraler oder sogar positiver Reize bei Patienten mit Sozialer Angststörung[4], in die Erforschung der Verarbeitung emotionaler, aber auch neutraler Gesichter einbezogen werden müssen.

Ein bisher weniger erforschtes Gebiet hinsichtlich der Informationsverarbeitung bei Patienten mit Sozialer Angststörung sind verbale Reize. Im Gegensatz zu Gesichtern, deren Verarbeitung zum Teil bereits evolutionär verankert ist, sind diese vor allem als erlernte, von Sozialisierung abhängige Komponente der sozialen Interaktion zu werten[44].

Die neuronale Verarbeitung verbaler Reize ist komplex. Einerseits, da diese sowohl in auditorischer als auch in visueller Form aufgenommen werden, andererseits aufgrund der vielen verschiedenen Ebenen, auf denen Informationen übertragen werden. Aktuell geht man davon aus, dass nach Eintreffen der Reize über die Hör- oder Sehbahn vor allem der auditorische Kortex- also zunächst die Gyri temporales transversi, dann der anteriore, mediale und superiore Lobus temporalis und das Wernicke-Zentrum (Areae 22,39,40 nach Brodmann) als sensorisches Sprachareal - für die Primärverarbeitung der Reize zuständig sind. Des Weiteren bestehen enge Verbindungen zum Broca-Zentrum (Areae 44/45 nach Brodmann), also dem vor allem motorischem Sprachzentrum (Trepel, 2017, S.241) [40,90].

Im Hinblick auf die für unsere Studie interessante Verarbeitung von emotionalen verbalen Stimuli wurde allgemein eine verstärkte Aktivierung der Amygdala auf negative Reize [30,36] beobachtet. Positive verbale Reize zeigten sich ebenfalls mit einer Amygdala-Aktivierung assoziiert [30,78], jedoch vor allem mit einer Aktivierung von mit Belohnung assoziierten Arealen, wie den Basalganglien [30]. Des Weiteren sind emotionale Reize jeder Valenz mit einer verstärkten Aktivierung des posterioren Gyrus Cinguli assoziiert, was eine verbesserte Erinnerung emotionaler Inhalte gegenüber neutralen Inhalten impliziert [53]. Im direkten Vergleich zwischen gesunden Probanden und Patienten mit Sozialer Angststörung wurde eine verstärkte Aktivierung in Amygdala und präfrontalem Kortex bei Präsentation phobierelevanter Begriffe beobachtet [73], die, ebenso wie bei einer ähnlichen Studie mit Gesichtern als Stimuli [85], jedoch nur in der indirekten Aufgabe nachweisbar war.

Im Hinblick auf die Soziale Angststörung besteht vielfach die Annahme, dass, ähnlich wie bei Gesichtern, auch bei verbalen Reizen ein Aufmerksamkeitsbias gegenüber negativ besetzten Wörtern, vor allem sozial bedrohlichen und damit phobierelevanten Begriffen, mit einer darauf folgenden Vermeidungsstrategie besteht [8,58,91]. Auch wenn das Konzept von Hypervigilanz und Vermeidung auf den ersten Blick gleichwertig auf Gesichter und verbale Stimuli übertragen werden zu können scheint, so gibt es doch Hinweise darauf, dass unterschiedliche Prozesse eine Rolle spielen. So konnten Pishyar, Harris und Menzies (2004) [65] diesen Effekt nur für Gesichter, jedoch nicht für Wörter beobachten. Zusätzlich wurde, in Übereinstimmung mit dem Modell von Clark und Wells (1995) [17], die Vermutung geäußert, dass die beobachteten Effekte bei emotionalen/negativen Gesichtern eher auf tatsächlich beobachtete soziale Signale (oder die Tendenz, ambivalente Signale negativ zu werten) zurückzuführen sind, bei Wörtern jedoch eher auf Bekanntheitseffekte (Häufiger mentaler Gebrauch negativ besetzter Wörter, z.B. durch post-event-processing, Sprechen über Ängste) und Selbstattribution des Probanden [33].

Neben dem emotionalen Inhalt einzelner Wörter ist auch die semantische Verarbeitung auf Satzebene von Bedeutung. Blair et al. untersuchten 2008 und 2011 [11,12] in fMRT-Studien die Aktivierung von medialem präfrontalem Kortex und Amygdala, zunächst als Reaktion auf selbst- oder fremdbezogenes Lob und Kritik (z.B. „You are ugly“/„He is ugly“, „You are beautiful“/„He is beautiful“), später bezogen auf Lob und Kritik, das in der grammatikalisch ersten, im Gegensatz zur zweiten Person („You are a loser“/ „I am a loser“, „You are a genius“/„I am a genius“), präsentiert wurde. Hierbei zeigte sich in der Patientengruppe eine verstärkte Reaktion auf eigen- im Gegensatz zu fremdbezogenen Aussagen, und auf Aussagen in der zweiten Person (also einer den Probanden ansprechenden Bewertung durch andere entsprechend). Ebenso war, verglichen

mit der Kontrollgruppe, in der Patientengruppe die Aktivierung der obengenannten Areale bei emotionalen im Gegensatz zu neutralen Aussagen, verstärkt. Dies kann als Hinweis auf eine gestörte Selbstwahrnehmung, beziehungsweise eine veränderte Interferenz zwischen Fremd- und Selbstwahrnehmung als möglicher pathogenetisch wichtiger Faktor bei der Sozialen Angststörung interpretiert werden.

Die Kombination von verbalen Stimuli und Gesichtern und deren Einfluss auf Verarbeitung und Lernen ist bisher hauptsächlich an gesunden Probanden erforscht worden. Es zeichnet sich ab, dass die Verarbeitung neutraler Gesichter durch verbale kontextuelle Konditionierung modifiziert werden kann [39,45,61,78,94]. Zusätzlich wurde eine positive Korrelation zwischen Ausprägung der Konditionierung und Sozialer Angst beobachtet [61].

Junghöfer, Rehbein, Maitzen, Schindler und Kissler untersuchten 2017 die emotionale Konditionierung von Gesichtern durch aversive und neutrale Begriffe an gesunden Kontrollprobanden im Rahmen einer MEG-Studie [39]. Es zeichnete sich eine verstärkte Aktivierung des linken visuellen Kortex mit einer Latenz von 220-320ms ab. Somit lässt sich vermuten, dass es sich bei dieser Modifikation eher um Prozesse auf der Ebene der späteren emotionalen Kodierung und Konsolidierung anstelle von frühen Automatismen handelt. Die Verarbeitung emotional konditionierter neutraler Gesichter wäre damit, im Unterschied zu emotionalen Gesichtern, nicht durch Hypervigilanz und verstärkte Aufmerksamkeit, sondern durch eine verstärkte spätere emotionale Verarbeitung, geprägt. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Kißler und Strehlow (2017) [45] in einem Lernexperiment: Zuvor durch negative Informationen konditionierte Gesichter riefen bei gesunden Probanden im Vergleich zu neutral konditionierten Gesichtern einen signifikant größeren „Late parietal Old/New-Effect“ bei zusätzlicher Präsentation neuer Gesichter in der Testphase hervor.

Schwarz, Wieser, Gerdes, Mühlberger und Pauli (2013) beobachteten zusätzlich eine verstärkte Aktivierung in mPFC und Amygdala bei Präsentation von neutralen Gesichtern, denen auf den Probanden bezogene positive oder negative Aussagen vorausgingen, verglichen mit Aussagen über andere [78]. Zudem bestand eine positive Korrelation dieser mit den BFNE-Scores (Brief fear of negative evaluation scale) der (gesunden) Probanden.

Wie die verbale Konditionierung sich jedoch bei Patienten mit Sozialer Angststörung auf das Lernen und die Verarbeitung von Gesichtern auswirkt, ist bisher kaum bekannt und Thema dieser Arbeit.

## 1.4 EEG

Als Medium für die Aufzeichnung neurophysiologischer Daten wählten wir das Elektroenzephalogramm (EEG). Mit diesem werden durch neuronale Aktivierung entstehende Spannungsschwankungen an der Kopfoberfläche abgeleitet. Hierbei ist nicht die Aktivität einzelner Synapsen messbar, es handelt sich vielmehr um die Summe der Potentiale parallel angeordneter und synchron aktiver Synapsen. Aus dem so aufzuzeichnenden „Grundrhythmus“ des Gehirns lassen sich durch Mittelung („Averaging“) spezifische Potentiale herausfiltern, die direkt mit bestimmten Ereignissen oder Reizen in Bezug gebracht werden können, sogenannte Event-Related-Potentials (ERP). Diese werden traditionell nach der Richtung ihrer Amplitude und der Zeit ihres Auftretens nach dem Reiz benannt (Beispiel: P100= Positives Potential 100ms nach dem Reiz). Sie sind definiert, reproduzierbar und in ihrer Ausprägung von verschiedenen Faktoren abhängig; unter anderem von der Art des sensorischen Reizes, dem Stimulus, aber auch der Erwartungshaltung und Aufmerksamkeit der Testperson. Aus der zeitlichen Abfolge der ERPs in Zusammenschau mit Amplitudenveränderungen der Potentiale lassen sich Rückschlüsse über verschiedene Stufen der neuronalen Verarbeitung ziehen [50].

Unsere Auswertung konzentrierte sich auf Potentiale, die sich nach visuellen Stimuli, in diesem Fall Gesichtern, regelhaft zeigen. Dabei handelte es sich um die P100, N170, P200, N250 und die LPC (Late positive component).

Die P100 entsteht wahrscheinlich im extrastriatalen visuellen Kortex [50] und ist ein eher unspezifisches Potential, das vor allem durch gerichtete Aufmerksamkeit [35] und emotionale Erregung [92] beeinflusst wird. EEG-Studien zur Verarbeitung emotionaler Gesichter zeigten in verschiedenen Paradigmen häufig eine vergrößerte P100 bei Patienten mit Sozialer Angststörung [29,34,47,69]. Hinsichtlich der Valenz der emotionalen Gesichter gibt es jedoch bisher keine einheitlichen Ergebnisse.

Die N170 lässt sich typischerweise zwischen 150-200 ms als negativer Peak aufzeichnen.

Da sie für Gesichter deutlich ausgeprägter beobachtet wurde als für andersartige Stimuli und für invertierte Gesichter größer als für aufrechte, wird sie allgemein als gesichtsspezifisch angenommen [23,70] und gilt als Korrelat der strukturellen Kodierung von Gesichtern nach dem Modell von Bruce und Young (1953) [15,24]. Dabei wird sie vermutlich nicht durch Identifikations- oder Wiedererkennensprozesse beeinflusst [10], sondern ist Ausdruck der rein kategorischen Gesichtserkennung. Des Weiteren scheint die N170 bei Präsentation von negativ-emotionalen Gesichtern durch Soziale Angst beeinflusst zu werden [47,69].

Feuerriegel, Churches, Hofmann und Keage (2015) beschrieben in einer Metaanalyse eine geringere Ausprägung, beziehungsweise größere Latenz der N170 in Patienten mit unterschiedlichen psychiatrischen und neurologischen Krankheitsbildern, die das Sozialverhalten beeinflussen, unter anderem auch der Sozialen Angststörung [26]. Dieser Effekt wird jedoch nicht durchgängig beschrieben und steht noch zur Debatte [76].

Über die parietooccipitale (posteriore) P200 ist bisher weniger bekannt. Es wird vermutet, dass sie ähnlich der P100 und N170 durch Aufmerksamkeit beeinflusst wird [16]. Ebenso scheint sie durch die Erwartungshaltung der Probanden moduliert zu werden. Bezogen auf Gesichter wurde sie für ungewöhnliche Gesichter mit kleinerer Amplitude beschrieben als für typische Gesichter [75].

Die ebenfalls lateral occipitale N250 galt rechtshemisphärisch zunächst als gesichtsspezifisches Potential [79]; ähnliche Potentiale wurden jedoch mittlerweile für verschiedenste Stimuli (Dinge, Tiere, geschriebene Namen) beobachtet [63,64]. Ob es sich bei diesen Potentialen tatsächlich um den Ausdruck gleichartiger neuronaler Prozesse handelt, ist noch unklar [42]. Es zeichnet sich ab, dass die N250 Ausdruck des untergeordneten Unterscheidens und Wiedererkennens von Stimuli innerhalb einer Kategorie ist [81].

Auf Gesichter bezogen scheint die N250 somit den Lernprozess von Gesichtern sowie das Abrufen und Wiedererkennen gelernter Gesichter und deren Identitätszuordnung zu repräsentieren [87]. Sie wurde vor allem mit einer höheren Amplitude für bekannte Gesichter beobachtet [64]. Dementsprechend zeigt sich in Lernparadigmen häufig ein Bekanntheitseffekt, der sich insbesondere bei mehrfachen, relativ langen Präsentationen der Stimuli [87] und kurzen Intervallen zwischen den einzelnen Präsentationen [80] verstärken lässt. Ebenso ist die N250 erhöht für besonders distinktive Gesichter nachgewiesen worden [41,74].

Die letzte von uns ausgewertete Komponente ist die LPC (late positive component/complex). Hierbei handelt es sich um ein breites positives Potential, das etwa 400-800 ms nach dem Stimulus vor allem über den zentroparietalen Elektroden beobachtet wird.

Die LPC wird einerseits in Gedächtnisparadigmen beobachtet. Zusammen mit der FN400 bildet sie hier den ERP- „old/new effect“. Dieser beschreibt eine generell stärkere Positivität (also eine verminderte Negativität der FN400 und eine verstärkte Positivität der LPC) auf bereits bekannte im Vergleich zu neuen Stimuli. Es handelt sich vermutlich um einen Ausdruck des episodisch-semanticen Gedächtnisses. Dementsprechend zeigte sich die LPC in Lernexperimenten für Stimuli, die später korrekt erkannt wurden, bereits in der Lernphase deutlich positiver [60,72].

Andererseits wurde häufig eine Modulation der LPC durch emotionale Stimuli beobachtet[71,77,94]. In diesem Zusammenhang wird sie auch als LPP (late positive potential) bezeichnet. Kombinierte Studien aus fMRT und EEG weisen auf die LPP als Korrelat erhöhter Aktivität im gesamten visuellen Kortex sowie der Amygdala, dem Nucleus Accumbens, dem anterioren Gyrus Cinguli und dem ventralen Striatum hin[71].

Da unser Paradigma sowohl Gedächtnis- als auch emotionale Prozesse untersucht, ist eine Trennung nicht sinnvoll und im Folgenden werden beide Aspekte unter dem Begriff der LPC zusammengefasst.

Die Vorteile der von uns gewählten Methode, vor allem im Vergleich zur in vergleichbaren Studien oft verwendeten funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT), liegt in der hohen zeitlichen Auflösung bei der Aufzeichnung, der geringen Invasivität, und der relativ einfachen, schnellen und kostengünstigen Durchführbarkeit.

Als Nachteile sind vor allem die begrenzte örtliche Auflösung und die hohe Störanfälligkeit des EEGs anzuführen.

### 1.5 Versuchsziel und Fragestellung

Diese Arbeit untersucht die elektrophysiologischen Korrelate der Sozialen Angststörung bezüglich des Gesichterlernens unter schriftlichem Feedback. Es bestand die Hypothese, dass Betroffene, wie im oben beschriebenen Erklärungsmodell, negativ erlebte soziale Situationen besser erinnern als positiv oder neutral erlebte. Essentielle Bestandteile einer sozialen Situation sind Interaktionspartner und Kommunikationsinhalte. Der Interaktionspartner kann im experimentellen Setting als visueller Reiz durch das Gesicht repräsentiert werden. Dies ist bereits in mehreren Studien geschehen (s.o.). Die linguistische Komponente als Repräsentation von Kommunikationsinhalten ist separat ebenfalls bereits vielfach untersucht worden. Blair et al. (2008/2011) zeigten, dass sozial ängstliche Probanden starke Reaktionen vor allem bei auf sie selbst bezogener Kritik zeigten[11,12]. Daran anknüpfend nutzten wir auf die Probanden bezogene Aussagen als Kommunikationsinhalt zur Simulation einer sozialen Situation. Untersucht werden sollte der Zusammenhang zwischen positiver und negativer Rückmeldung und dem Lernen und Wiedererkennen von Gesichtern. Es war zu erwarten, dass die Betroffenen negativ besetzte Gesichter sowohl im Vergleich zur Kontrollgruppe als auch im Gegensatz zu positiv oder neutral konditionierten Gesichtern besser erlernen würden und somit eine verbesserte Wiedererkennungslleistung (accuracy) in der Testphase zeigen würden. Bezüglich der elektrophysiologischen Daten war in Zusammenschau der bisherigen Erkenntnisse zu erwarten,

dass sich vor allem späte ERPs (N250,LPC) als Ausdruck der Lernleistung bei negativ konditionierten Gesichtern mit positiverer Amplitude zeigen würden, gegebenenfalls aber auch frühe Potentiale (P100) aufgrund einer durch die Experimentsituation selbst verändert gerichteten Aufmerksamkeit alteriert zu beobachten sein könnten.

Des Weiteren erwarteten wir in der Gruppe der Betroffenen eine verstärkte emotionale Reaktion auf negativ besetzte Gesichter sowie eine negativere Wahrnehmung der Stimuli.

## **2. Methoden**

### **2.1 Probanden**

In die Studie eingeschlossen wurden 21 Probanden mit Sozialer Angststörung und eine ebenso große, in Geschlecht, Alter und Schulabschluss entsprechende Kontrollgruppe. Die Probanden wurden durch Aushänge in öffentlichen Gebäuden sowie Zeitungsinserate akquiriert und in einem vorab geführten Telefoninterview nach Kriterien der Sozialen Angststörung sowie Ausschlusskriterien befragt. Ausschlusskriterien waren eine aktuell bestehende depressive Episode, andere neurologische oder psychiatrische Erkrankungen und die Einnahme von zentralnervös wirksamen Medikamenten oder Drogen. Zur reliablen Bewertung von klinischen Ein- und Ausschlusskriterien wurde bei allen Probanden das SKID-1 (Strukturiertes klinisches Interview zum DSM-IV) durchgeführt. Des Weiteren wurden das Beck-Depressions-Inventar (BDI), die Liebowitz Social Anxiety Scale (LSAS), die Soziale- Phobie- Skala/Soziale- Interaktions- Angst- Skala (SPS/SIAS), die Toronto-Alexithymie-Skala-26 (TAS-26), die Skala Angst vor negativer Bewertung (SANB-5) als deutsche Version des FNE und das Edinburgh Handedness Inventory (EHI) verwendet (Tab.1).

Eingeschlossen wurden sowohl Probanden mit einer generalisierten (20) als auch einer spezifischen (1) Sozialen Angststörung.

Beide Gruppen beinhalteten 14 weibliche und sieben männliche Probanden im Alter von 19 bis 35 Jahren. Der Altersdurchschnitt lag bei 24.81 Jahren. Jeweils 19 Probanden hatten Abitur, zwei einen Realschulabschluss. Alle Probanden waren Rechtshänder.

Ausgeschlossen wurden zwei Probanden aufgrund aktueller depressiver Episode, zwei Probanden wegen signifikant nach unten abweichender Testscores bei LSAS und SPS/SIAS, sowie zwei Probanden wegen unzureichender Datenqualität.

Die Testprobanden erhielten für die Teilnahme an unserem etwa zwei Stunden dauernden Experiment eine Aufwandsentschädigung von 20€, die Kontrollprobanden 15€.

Die Studie wurde in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki durchgeführt und vorab durch die Ethikkommission unserer psychologischen Fakultät bewilligt.

	Alter	LSAS	SPS	SIAS	SANB-5	BDI	TAS-26
SAD	24.67 (.79)	74.29 (3.94)	35.76 (2.34)	41.81 (2.37)	14.95 (.61)	9.95 (1.41)	48.57 (1.32)
HC	24.81 (.72)	14.81 (2.32)	4.95 (1.13)	12.19 (1.29)	7.14 (.50)	3.19 (.86)	33.81 (1.46)
p-Wert	.896	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001

Tab.1: Mittelwerte (Standardfehler) und Signifikanz (p- Werte) des T-Test-Vergleichs der Testscores für LSAS, SPS, SIAS, SANB-5, BDI, TAS-26 sowie das Alter der Probanden beider Gruppen in Jahren

## 2.2 Versuchsablauf

Der Versuch wurde in zwei Teilen durchgeführt: Einem Hauptteil, bei dem sowohl EEG- als auch Verhaltensdaten von den Probanden gewonnen wurden, und einem anschließenden Rating, das ohne EEG- Aufzeichnung ablief und lediglich Verhaltensdaten erhob.

### 2.2.1 EEG- Experiment

Den Hauptteil des Experiments konstituierte das EEG-, beziehungsweise Lernexperiment. In diesem wurden in der Lernphase ausdrucksneutrale Gesichter durch vorangehende schriftliche Aussagen positiv, negativ oder neutral konditioniert und sollten bei erneuter Präsentation in der Testphase unter neuen Gesichtern wiedererkannt werden.

Verwendet wurden Gesichter aus verschiedenen Datenbanken[22,48,52,89], die ohne Distinktionsfaktoren wie Schmuck oder auffällige Frisuren, in einheitlicher Größe (370 x 470 Pixel bei 28,3 Pixel/cm) vor grauem Hintergrund [75] präsentiert wurden.

Als verbale Stimuli generierten wir jeweils 30 positive, negative und neutrale Aussagen, die in der zweiten Person Singular formuliert waren, zum Beispiel „Du bist peinlich.“ (negativ), „Du bist menschlich.“ (neutral) oder „Du bist beliebt.“ (positiv) (Siehe Anhang Tab.2.). Diese wurden unter Verwendung von dlex (<http://www.dlexdb.de>) über die verschiedenen Bedingungen hinsichtlich ihrer Länge, Gebrauchshäufigkeit der Wörter und Wortart sowie ihrer Relevanz für

die Soziale Angststörung angepasst. Die Auswahl der Aussagen und Zuordnung zu den einzelnen Bedingungen erfolgte in Anlehnung an vorangegangene Studien mit ähnlichem Fokus [11,12,73] sowie einer im Institut vorliegenden Sammlung phobierelevanter und den jeweiligen Bedingungen zugeordneter Begriffe .

In Vorbereitung auf das Experiment wurden die Probanden gebeten, sich vorzustellen, die gezeigte Person spreche sie mit der vorangegangenen Aussage direkt an [11,12]. Auf diese Weise sollte eine soziale Bewertungssituation simuliert, beziehungsweise dem jeweiligen neutralen Gesicht eine emotionale Komponente hinzugefügt werden.

Jeder Proband durchlief drei Lernphasen mit jeweils anschließender Testphase. Während der Lernphase wurden den Probanden für jeweils 2500ms sie ansprechende neutrale, negative oder positive Aussagen gezeigt (s.o.) Direkt im Anschluss an jede Aussage erschien für jeweils 1500ms jeweils ein neutrales, dem Probanden unbekanntes Gesicht. Den visuellen Stimuli ging stets ein schwarzes Fixationskreuz voraus (500ms); es folgte ihnen ein leerer Bildschirm (1200ms) (S. Abb.2). Jede Lernphase wurde zweimal durchgeführt, also jede Paarung aus Feedback und Gesicht zweimal präsentiert.

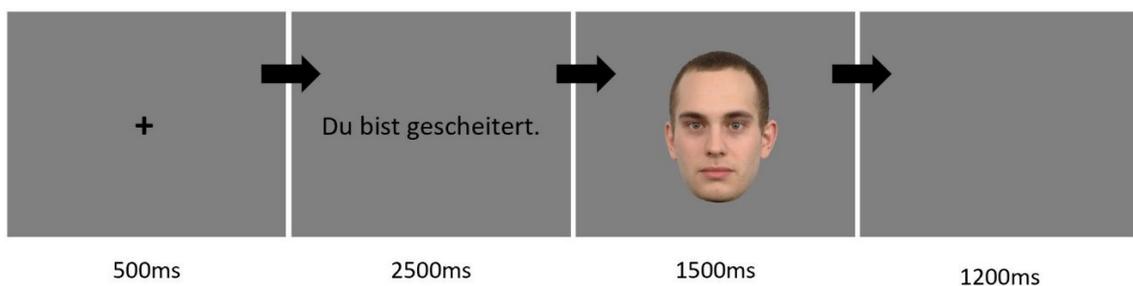


Abb. 1 Ablauf der Lernphase

In der anschließenden Testphase wurden die 30 Gesichter aus der Lernphase, jedoch ohne vorangehende Aussagen, gemischt mit der gleichen Anzahl an neuen, ebenfalls neutralen Gesichtern (entnommen aus denselben Datenbanken) für jeweils 1500ms gezeigt. Auflösung und Präsentation der Stimuli entsprachen hierbei der Lernphase. Den Gesichtern ging ebenfalls ein schwarzes Fixationskreuz voraus (300ms); ihnen folgte ein leerer grauer Bildschirm (1200ms) (Abb. 2).

Per Tastendruck (mit „neu“ und „alt“ markierte Pfeiltasten einer Standardtastatur, wobei die Tastenbelegung über die Probanden randomisiert wurde) sollten die Probanden entscheiden, ob es sich um ein neues oder ein bereits aus der Lernphase bekanntes Gesicht handelte.

Benötigten sie hierfür länger als 1200ms, erschien die Aufforderung „Bitte schneller antworten!“.

Um Fehler während der ersten Testphase zu vermeiden, ging der ersten Testphase eine Übungsphase von 12 Stimuli (sechs bekannte, sechs unbekannte Gesichter) mit anschließendem Feedback voraus.

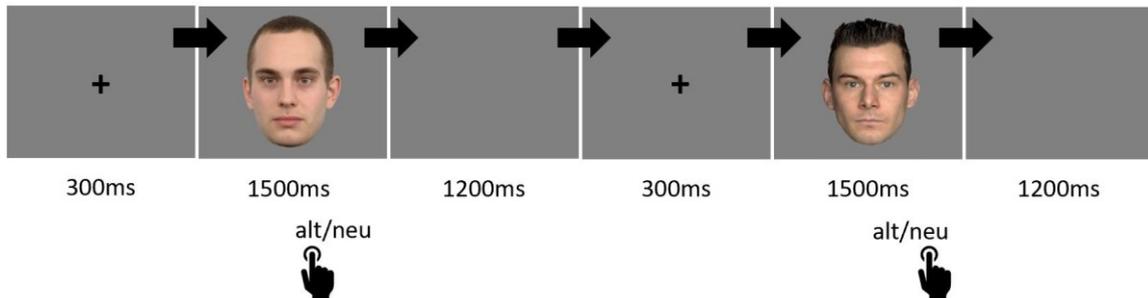


Abb.2 Ablauf der Testphase

Nach jeder Testphase erhielten die Probanden ein positiv formuliertes Feedback ihrer Leistung in Form ihrer richtigen Antworten in Prozent sowie ihrer durchschnittlichen Antwortzeit.

Zwischen den Durchgängen der Lernphasen sowie zwischen Lern- und Testphasen wurde den Probanden die Möglichkeit gegeben, sich Erholungspausen von selbst bestimmter Länge zu nehmen.

### 2.2.2 SAM-Bewertung

Im zweiten Teil des Experiments wurden alle Gesichter aus dem EEG-Experiment erneut für 1500ms präsentiert und sollten durch die Probanden per Tastendruck hinsichtlich ihrer Valenz („Als wie positiv/negativ beziehungsweise angenehm/unangenehm nehmen Sie das Gesicht wahr?“) und ihrer Aktiviertheit („Wie stark ist die emotionale Reaktion, die das Bild in Ihnen auslöst?“) beurteilt werden. Hierzu standen visuelle SAM-Skalen (Self-Assessment-Manikin)[14] mit neun Stufen sowie der Nummernblock einer Standardtastatur zur Verfügung. So sollte überprüft werden, ob die emotionale Konditionierung der Stimuli aus der Lernphase längerfristig einen Valenzeffekt erzeugte und ob die Testgruppe eine negativere Wahrnehmung der Stimuli, beziehungsweise eine stärkere emotionale Reaktion auf die zuvor emotional konditionierten Stimuli zeigte als die Kontrollgruppe.

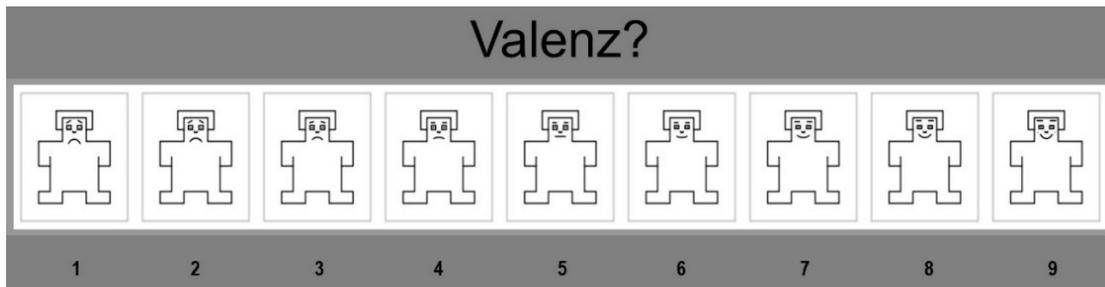


Abb. 3: Neunstufige SAM-Valenzskala

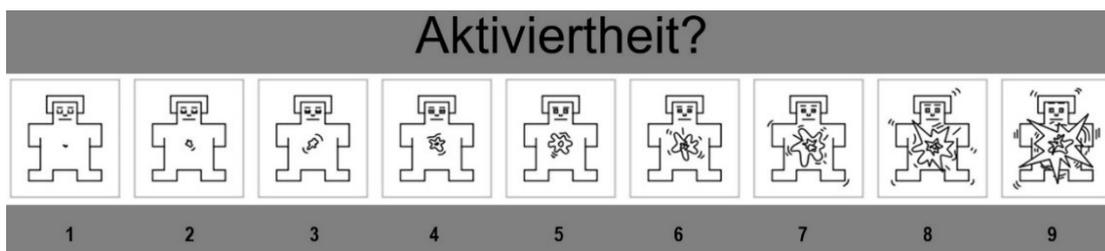


Abb. 4: Neunstufige SAM-Aktiviertheitsskala

### 2.3 Verhaltensdaten

Für das Lernexperiment wurden über die drei Bedingungen sowohl die „Accuracy“ (Anteil der richtig als „neu“ oder „bekannt“ deklarierten Gesichter) als auch die Antwortzeit erfasst, letztere jedoch nur für richtige Antworten. So sollte überprüft werden, ob, wie erwartet, negativ besetzte Gesichter besser gelernt und erinnert würden als negative oder neutrale.

Zur weiteren Analyse der Accuracy wurden anschließend die Signalentdeckungsparameter  $d'$  und  $C$  für die einzelnen Gruppen und Bedingungen berechnet. Das Sensitivitätsmaß  $d'$  berechnet sich als  $d' = z(\text{Treffer}) - z(\text{falscher Alarm})$  [83] und gibt ursprünglich an, wie gut ein echtes Signal (in diesem Fall ein bekanntes Gesicht) von Rauschen unterschieden werden kann. Somit entspricht ein  $d'=0$  einem Probanden, der nur rät und damit eine 50% Trefferwahrscheinlichkeit hat; bei mehr Treffern als falschen Alarmen ist  $d>1$ . Durch die Antworttendenz (s.u.) wird  $d'$  nicht beeinflusst [83].

Die Antworttendenz  $C$  berechnet sich als  $c = -0,5 * (z(\text{falscher Alarm}) + z(\text{Treffer}))$  [83] und beschreibt die Strategie des Probanden. Je niedriger der Wert für  $C$ , desto liberaler die Antwortstrategie des Probanden.

Zudem wurde im zweiten Experimentteil (SAM-Rating) geprüft, wie stark die emotional konditionierten Gesichter in beiden Gruppen nach kurzer Zeit weiterhin entsprechend ihrer Konditionierung bewertet wurden und ob sie eine emotionale Reaktion (Arousal) hervorriefen.

## 2.4 Elektrophysiologische Daten

Während des Hauptexperiments wurde das EEG der Probanden aufgezeichnet. Hierfür wurde ein 32-Kanal BioSemi ActiveTwo System (<http://www.biosemi.com/products.htm>) verwendet. Die zugehörigen Ag/AgCl-Elektroden wurden mit Hilfe einer Elektrodenkappe (EasyCap™) an die Probanden angeschlossen und waren nach dem 10/20 System angeordnet: Fp1, TP9, F7, F3, FC1, FC5, T7, C3, CP1, P9, P7, P3, Pz, PO9, O1, Oz, O2, PO10, P4, P8, P10, CP2, C4, T8, FC6, FC2, F4, F8, TP10, FP2, Fz, und Cz. Zusätzlich waren anstelle einer Erdungselektrode zwei Referenzelektroden CMS und DRL vorhanden (<http://www.biosemi.com/faq/cms&drl.htm>). Zur Artefaktkorrektur wurde das EOG (Elektrooculogramm) über vier weitere Elektroden über und unter dem rechten Auge und lateral beider Augen aufgezeichnet. Die Messung erfolgte als DC (direct current)-EEG bei Impedanzen unter 20 kΩ mit einer Frequenz von 1024 Hz.

Die aufgezeichneten Daten wurden mit BESA Research 6.0 von Artefakten (okuläre Artefakte, automatische Korrektur von Artefakten >120µV) bereinigt und die Daten einzelner Elektroden zugunsten der Datenqualität gegebenenfalls interpoliert. Durch Ausschneiden von Epochen von 200ms vor bis 1000ms nach dem Onset des Stimulus (Gesicht) erfolgte das Erstellen von Trials. Anschließend wurden die so gewonnenen ERPs über die Gesamtzahl der nach Artefaktkorrektur und Datenauslese in die Analyse eingehenden Trials gemittelt. Differenziert wurde hierbei nach Lern- und Testphase sowie Bekanntheit unter der jeweiligen Bedingung „positiv“, „negativ“ und „neutral“. Nach Anwendung eines 40Hz-Low-Pass-Filters wurden die ERPs über die einzelnen Bedingungen sowie Lern- und Testphase gemittelt und innerhalb zuvor festgelegter Latenzzeiten (Siehe Tab.3) Peaks gesucht und deren durchschnittliche Amplituden quantifiziert. Die Auswahl der Latenzzeiten fand basierend auf Erfahrungswerten früherer Studien [75] sowie unter direkter visueller Kontrolle der EEG-Daten statt.

	SAD	HC
P100	60-130ms	60-130ms
N170	L: 110-190ms	L: 110-190ms
P200	L:170-270ms T:170-270ms	L: 180-265ms T: 170-265ms
N250	260-320ms	260-320ms
LPC	600-800ms	600-800ms

Tab.3: Peak-Latenzzeiten der ERPs

Die Auswertung der ERPs erfolgte für die P100 (Auswertungszeitraum 80-120ms) an den okzipitalen Elektroden (O1,O2), für die N170 (120-180ms) , P200 (180-250ms) und N250 (260-320ms) an den lateralen parietalen (P9,P10), temporoparietalen (TP9, TP10) und parietookzipitalen (PO9,PO10) Elektroden, und für die LPC (600-800ms) an den frontozentralen (F3,FZ,F4), zentralen (C3,Cz,C4) und parietalen (P3,Pz,P4) Elektroden [29,42,75,80].

Es wurde betrachtet, ob sich die Amplituden der ERPs in Abhängigkeit von Hemisphäre (links, rechts), Elektrodenlokalisierung (für N170, P200 und N250: TP9/10, P9/10, PO9/10, für LPC F3/z/4, C3/z/4, P3/z/4), Bekanntheit (neu, gelernt) und Bedingung (positiv, negativ, neutral) unterschieden.

## 2.5 Statistik

Für die statistische Auswertung wurde IBM SPSS 24 benutzt.

Zur Analyse der erhobenen Verhaltensdaten wurde für die Accuracy, Reaktionszeit und SAM-Bewertung der Valenz und des Arousal jeweils eine multifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung mit den Innersubjektfaktoren Bekanntheit (bekannt/unbekannt) und Bedingung (positiv/negativ/neutral) und dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (SAD-Patienten/gesunde Kontrollgruppe (HC)) durchgeführt.

Für die elektrophysiologischen Daten führten wir analog eine multifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung über die Innersubjektfaktoren Hemisphäre (links/zentral/rechts), Elektrodenlokalisierung (für N170, P200 und N250: TP9/10, P9/10, PO9/10, für LPC F3/z/4, C3/z/4, P3/z/4), Bekanntheit (alt/neu, nur für die Testphase) und Bedingung (positiv/negativ/neutral) und den Zwischensubjektfaktor Gruppe (SAD-Patienten/gesunde Kontrollgruppe (HC)) durch.

Als Fehlerniveau wurde  $p < 0,05$  festgelegt.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Verhalten

#### 3.1.1 Accuracy

Für die Accuracy, also den Anteil der in der Testphase korrekt als „neu“ oder „bekannt“ deklarierten Gesichter, ließ sich zunächst ein Haupteffekt der Bekanntheit beobachten. Neue Gesichter wurden signifikant ( $F(1,40) = 4.68; p = .037, \eta^2_p = .11$ ) besser korrekt als neu bezeichnet. Ebenso zeigte sich ein Haupteffekt der Bedingung ( $F(2,80) = 5.72; p = .005; \eta^2_p = .13$ ): Für die

Bedingungen „negativ“ und „neutral“ war die Accuracy signifikant höher als für die Bedingung „positiv“. In diese Auswertung flossen jedoch nicht nur die tatsächlich emotional gelernten und korrekt wiedererkannten Gesichter ein, sondern auch die neuen, korrekt als unbekannt deklarierten. Diese waren zu Zwecken der Austauschbarkeit zwischen den Experimentversionen (Erstellen von Bildersets, die in verschiedenen Versionen des Experiments verschiedenen Bedingungen zugeordnet wurden) nominell ebenfalls den drei Emotionsbedingungen zugeordnet worden, was jedoch kein Korrelat im tatsächlichen Experiment fand. Dementsprechend zeigte sich eine signifikante Bekanntheits-Bedingungsinteraktion ( $F(2,80) = 4.59$ ;  $p = .013$ ;  $\eta^2_p = .10$ ), da es erwartungsgemäß keinen Bedingungseffekt unter den neuen Gesichtern der Testphase geben durfte. Daher wurde anschließend auch die Accuracy über die drei Bedingungen unter Einschluss nur der aus der Lernphase bekannten Gesichter analysiert. Es zeigte sich weiterhin ein Haupteffekt der Bedingung ( $F(2,80) = 3.49$ ;  $p = .035$ ;  $\eta^2_p = .080$ ): In Übereinstimmung mit der Eingangshypothese wurden negativ gelernte Gesichter mit Mittelwerten von 0.84 ( $SD: .11$ ) in der Patientengruppe und 0.82 ( $SD: .13$ ) in der Kontrollgruppe signifikant ( $F(1,20) = 5.53$ ;  $p = .029$ ;  $\eta^2_p = .22$ ) besser wiedererkannt als positiv gelernte (SAD:  $MW .78$ ;  $SD .14$ / HC:  $MW .80$ ;  $SD .11$ ) (Siehe Abb. 5). Zwischen den neutral gelernten Gesichtern und den anderen Bedingungen gab es keinen signifikanten Unterschied. Ebenso gab es keine Interaktion der Gruppe mit Bekanntheit oder Bedingung, bei explorativer gruppengetrennter Analyse ließ sich der Bedingungseffekt jedoch nur in der Patientengruppe nachweisen.

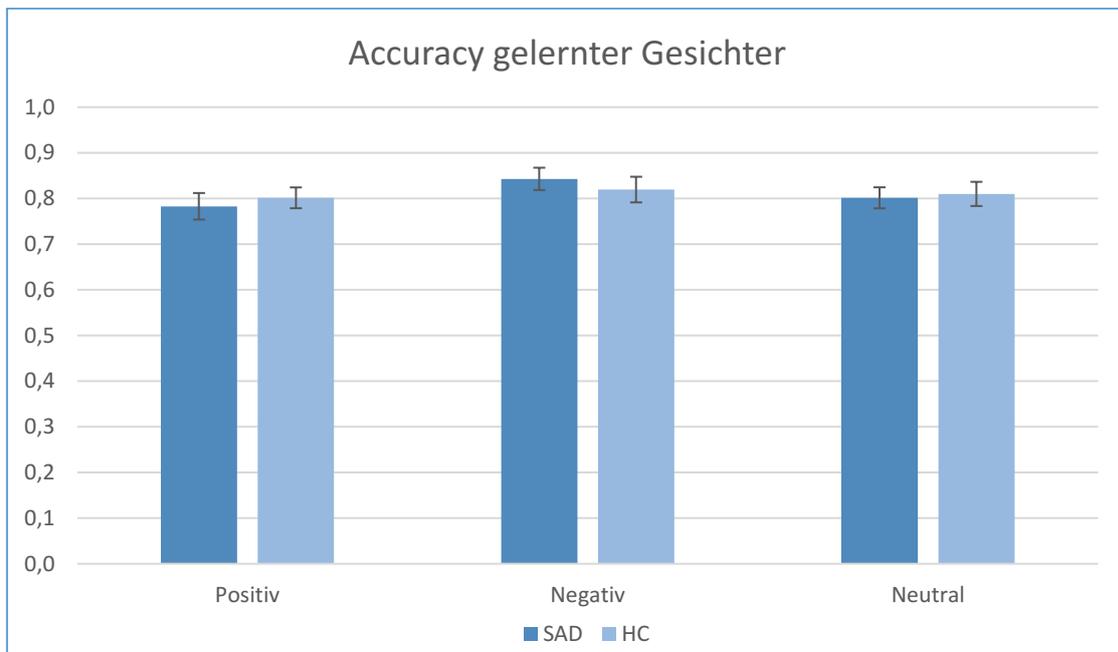


Abb. 5: Mittelwerte und Standardfehler der Accuracy beider Gruppen bezüglich gelernter Gesichter über die jeweiligen Bedingungen

### 3.1.2 Signalentdeckungsparameter $d'$ und $C$

Die Analyse der Signalentdeckungsparameter zeigte, dass  $d'$  für positiv gelernte Gesichter signifikant ( $F(2,80) = 4.41$ ;  $p = .015$ ;  $\eta^2_p = .099$ ) kleiner ausfiel als für negativ oder neutral Gelernte (Siehe Abb.6). Dies weist darauf hin, dass negativ und neutral gelernte Gesichter durch die Probanden stärker eingepägt wurden, als positive, und somit besser von „Rauschen“, also unbekanntem Gesichtern, unterschieden werden konnten. Eine Interaktion mit der Gruppe ließ sich nicht feststellen. Bei Korrelation von  $d'$  mit den LSAS-, SPS- und SIAS- Scores zeigte sich jedoch ein (für den SIAS-Score nur angedeutet) signifikanter Zusammenhang mit der Detektion positiver (LSAS:  $r = .45$ ;  $p = .041$ ; SPS:  $r = .54$ ;  $p = .11$  SIAS:  $r = .395$ ;  $p = .077$ ) oder negativer (LSAS:  $r = .524$ ;  $p = .015$ ; SPS:  $r = .463$ ;  $p = .03$ ; SIAS:  $r = .414$ ;  $p = .062$ ) Gesichter in der Patientengruppe. In der Kontrollgruppe war eine positive Korrelation zwischen  $d'$  negativ/ neutral gelernter Gesichter und LSAS-Scores (negativ:  $r = .507$ ;  $p = .019$ ; neutral:  $r = .512$ ;  $p = .018$ ) nachweisbar.

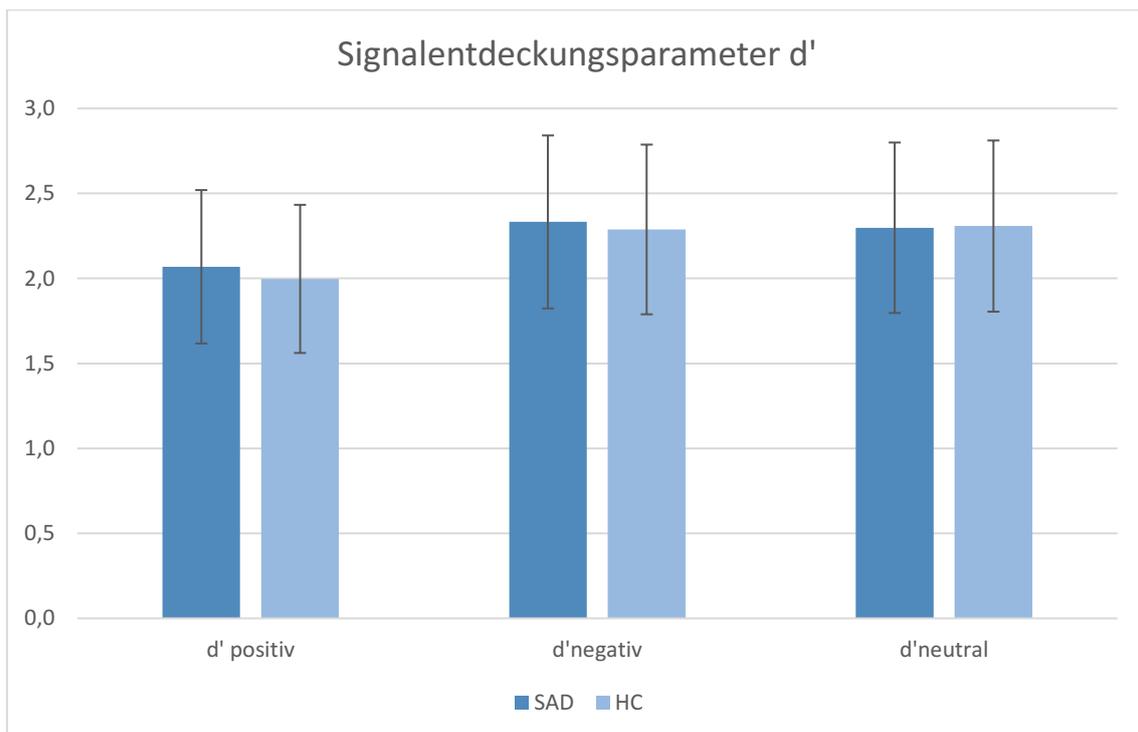


Abb. 6: Mittelwerte und Standardfehler des Signalentdeckungsparameters  $d'$  beider Gruppen über die drei Bedingungen

Bei der Analyse der Antworttendenz  $C$  zeigte sich ein Haupteffekt der Bedingung;  $C$  war für neutral gelernte Gesichter signifikant ( $F(2,80) = 4.24$ ;  $p = .018$ ;  $\eta^2_p = .096$ ) größer als für positiv oder negativ gelernte Gesichter (Siehe Abb. 7). Die Probanden tendierten also bei neutral

gelernten Gesichtern eher dazu, konservativ zu antworten und diese als „neu“ zu werten, was an dieser Stelle ein Bias belegt und keine Aussage zur wirklichen Lern- und Wiedererkennungslleistung trifft. Auch für C ließ sich kein Gruppeneffekt finden.

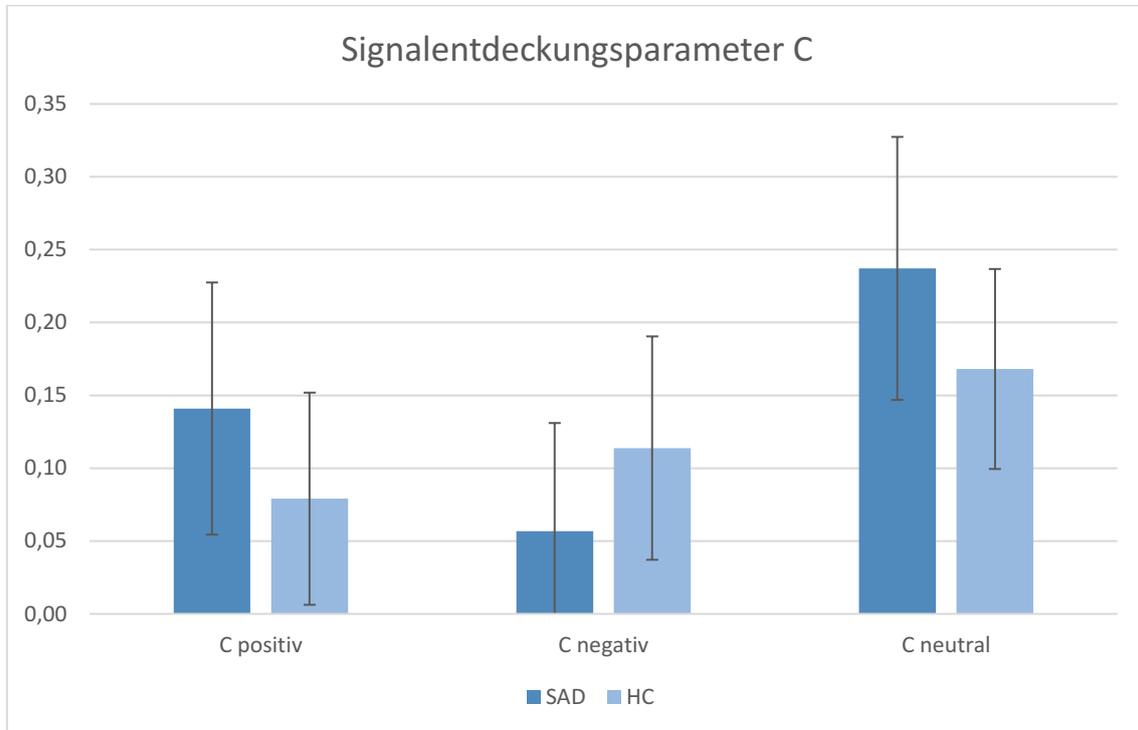


Abb. 7: Mittelwerte und Standardfehler beider Gruppen für C über die drei Bedingungen

### 3.2.1 Reaktionszeit

Die Reaktionszeit wurde nur für richtige Trials ausgewertet. Es zeigte sich ein Haupteffekt der Bekanntheit. Bekannte Gesichter wurden mit durchschnittlich 835.72ms ( $SD:144.75$ ) signifikant ( $F(1,40) = 11.21$ ;  $p=.002$ ;  $\eta^2_p=.22$ ) schneller zugeordnet als neue ( $MW:878.1ms$ ,  $SD:149.3$ ) (Abb. 8).

Ebenso war ein Haupteffekt der Bedingung zu beobachten: Die Reaktionszeit war für negativ gelernte Gesichter signifikant kürzer als für neutral gelernte ( $F(2,80) = 6.0$ ;  $p=.004$ ;  $\eta^2_p=.13$ ) (Abb.9).

Da es zusätzlich einen Trend ( $F(2,80) = 3.0$ ;  $p=.058$ ;  $\eta^2_p=.069$ ) für die Interaktion von Bedingung und Gruppe gab, wurden die Bedingungen zusätzlich für die Gruppen einzeln analysiert. Der oben beschriebene Haupteffekt der Bedingung zeigte sich nur in der gesunden Kontrollgruppe ( $F(2,40)=7.77$ ;  $p=.002$ ;  $\eta^2_p=.28$ ), in der Patientengruppe war er nicht zu beobachten ( $F(2,40)=1.91$ ;  $p=.162$ ;  $\eta^2_p=.087$ ).

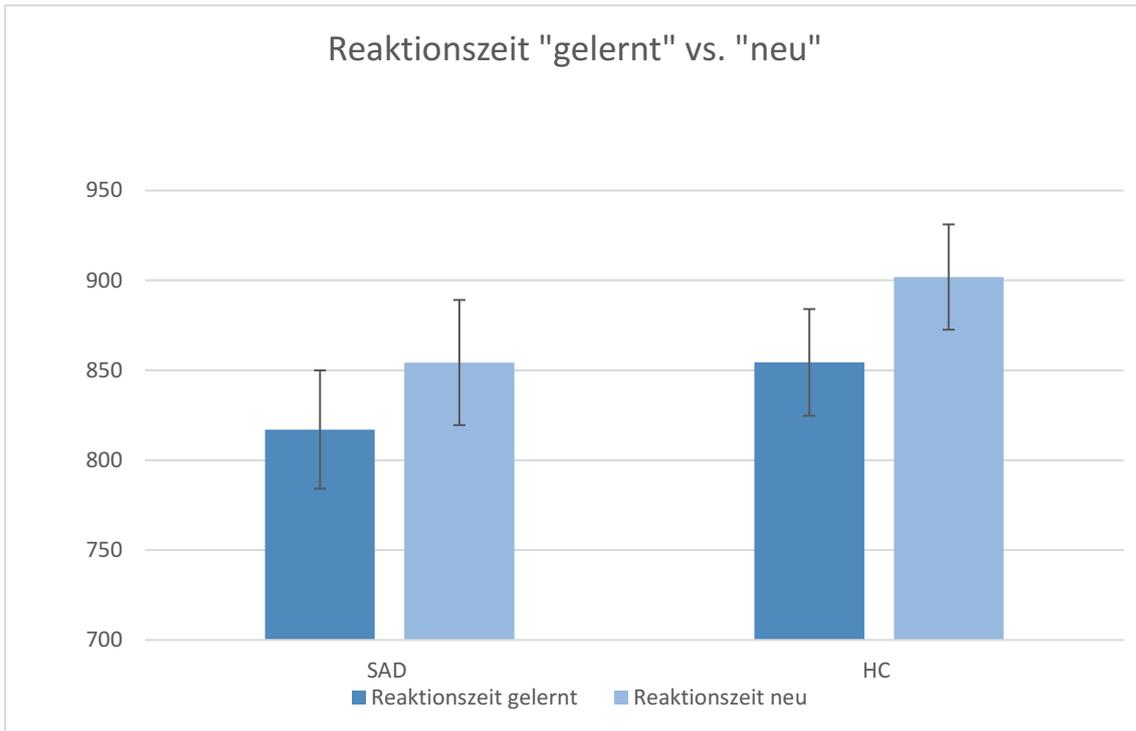


Abb. 8: Mittelwerte und Standardfehler der Reaktionszeit beider Gruppen (in ms) für gelernte gegenüber neuen Gesichtern

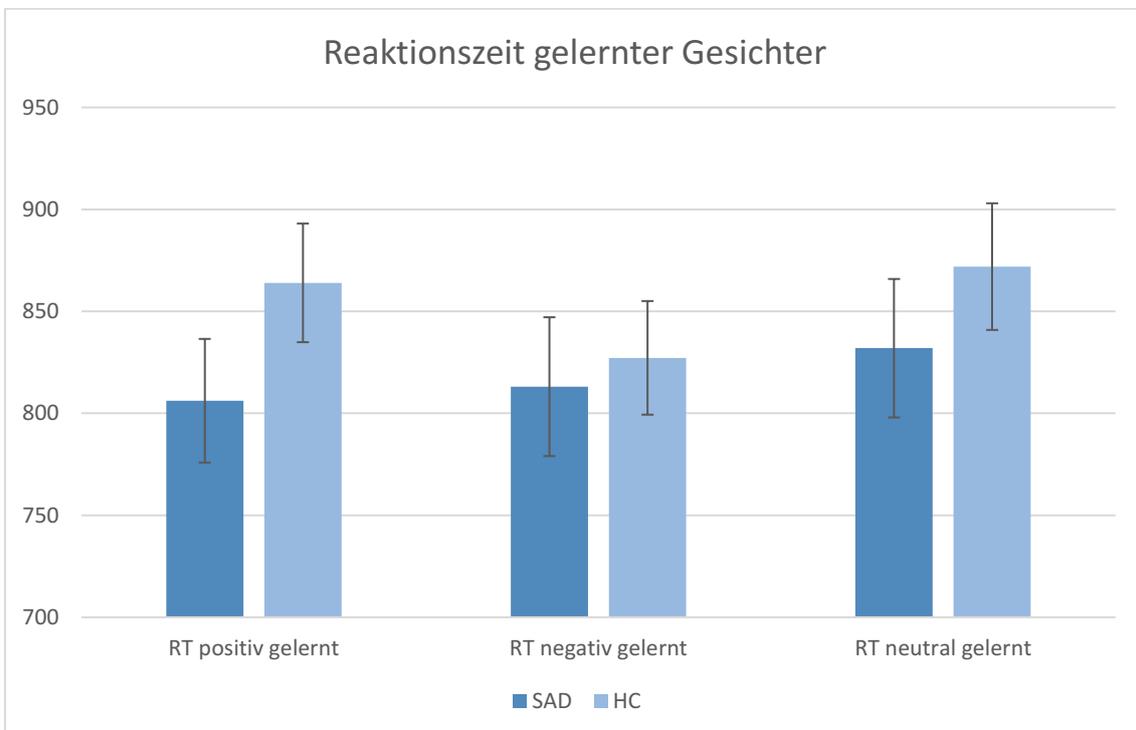


Abb. 9: Mittelwerte (in ms) und Standardfehler der Reaktionszeit beider Gruppen für gelernte Gesichter über die drei Bedingungen

### 3.2.2 SAM-Bewertung

In der SAM-Bewertung der Valenz der gezeigten Gesichter zeigte sich zunächst nur ein Trend der Bedingung ( $F(2,76)=2.58; p=.082; \eta^2_p=.064$ ), jedoch eine signifikante Interaktion der Bekanntheit und Bedingung ( $F(2,76)=16.33; p<.001; \eta^2_p=.30$ ). Nach Überprüfen dieser zeigte sich ein Effekt der Bedingung ( $F(2,76)=7.64; p=.001; \eta^2_p=.17$ ) in den tatsächlich emotional gelernten Gesichtern: Negativ gelernte Gesichter wurden hierbei negativer bewertet als positiv oder neutral Gelernte (Abb. 10). Dies führen wir auf eine gelungene emotionale Konditionierung der neutralen Gesichter durch das benutzte Feedback zurück.

Zwischen positiv und neutral gelernten Gesichtern gab es keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Bewertung. Ein Gruppeneffekt war ebenfalls nicht zu beobachten.

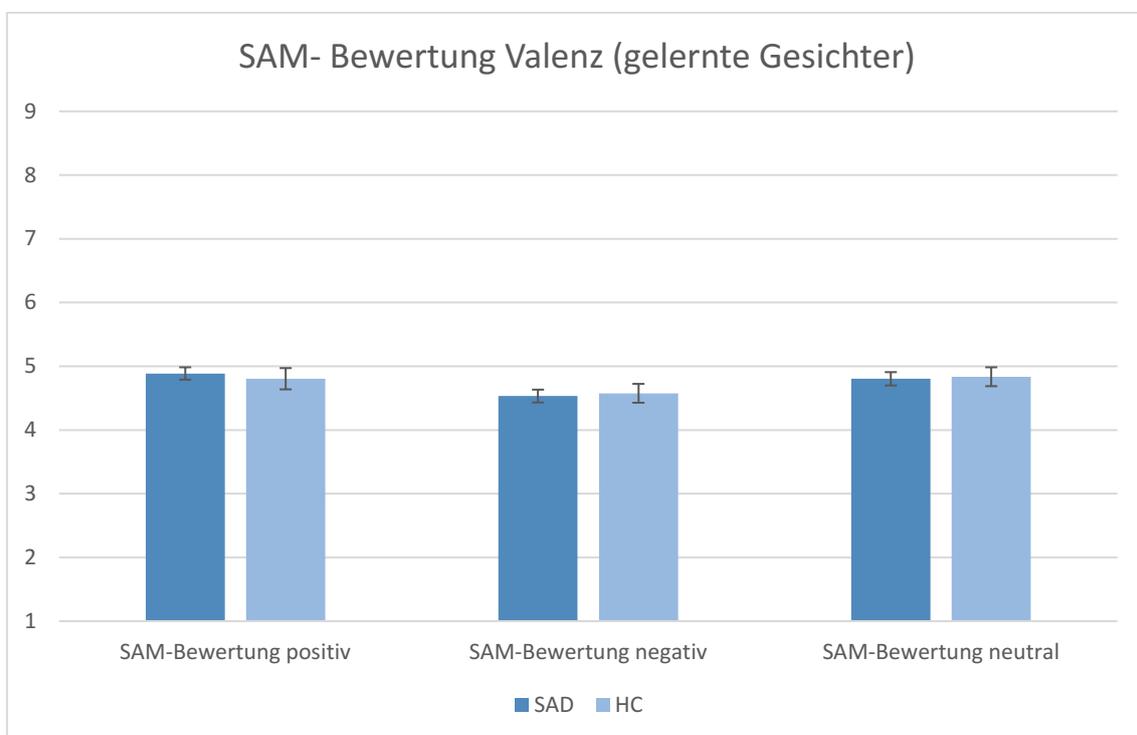


Abb.10: Mittelwerte und Standardfehler der SAM-Bewertung der Valenz gelernter Gesichter beider Gruppen über die drei Bedingungen

Bei der Bewertung der Stärke der durch die gezeigten Gesichter ausgelösten emotionalen Erregung (Arousal) zeigte sich zunächst ein Haupteffekt der Bekanntheit ( $F(1,38) = 41.42; p<.001; \eta^2_p=.52$ ). Gelernte Gesichter wurden höher eingeordnet als die nur aus der Testphase bekannten Gesichter (Abb. 11).

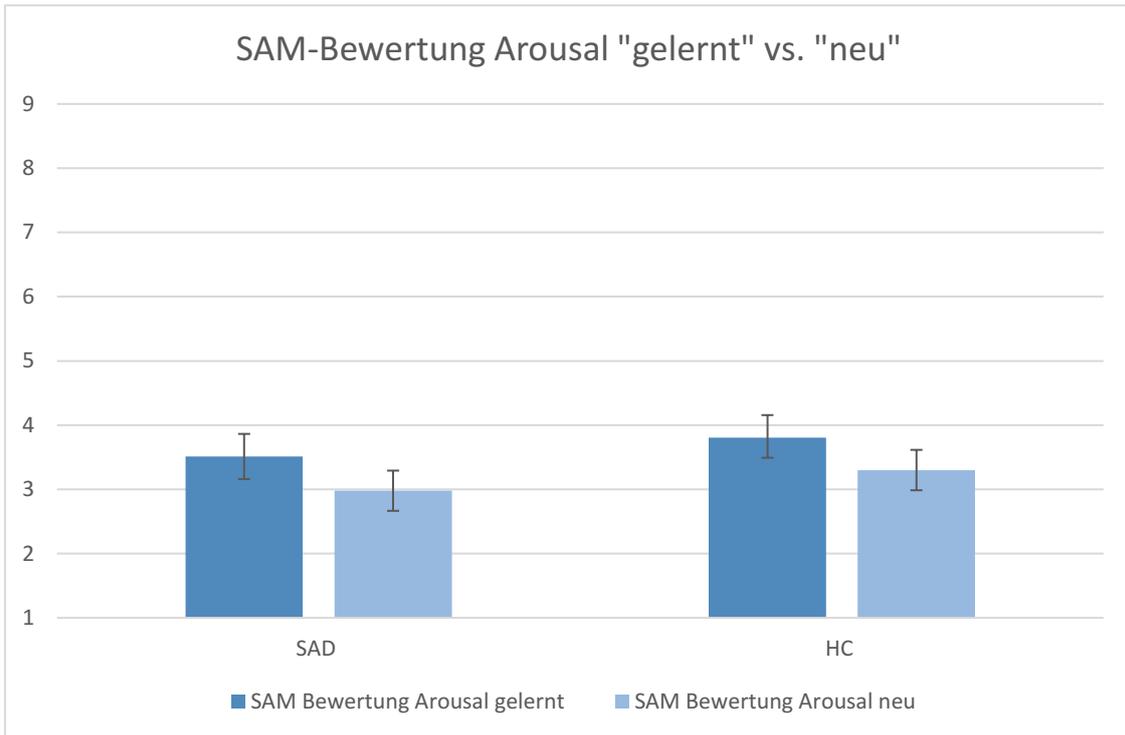


Abb.11: Mittelwerte und Standardfehler der SAM-Bewertung des Arousal neuer gegenüber gelernten Gesichtern beider Gruppen

Es zeigte sich ein Trend ( $F(2,76)=2.68$ ;  $p=.075$ ;  $\eta^2_p=.066$ ) in der Interaktion aus Bekanntheit und Bedingung, jedoch erreichte bei Analyse nur der bekannten (tatsächlich emotional besetzten) Gesichter der Trend der Bedingung keine Signifikanz ( $F(2,76)=2.7$ ;  $p=.074$ ;  $\eta^2_p=.066$ ). Erst bei Betrachtung der Innersubjektkontraste zeigte sich das Arousal bei negativ besetzten Gesichtern als signifikant höher eingeordnet als bei Neutralen ( $F(1,38)=5.13$ ;  $p=.029$ ;  $\eta^2_p=.12$ ) und Positiven ( $F(1,40)=5.72$ ;  $p=.022$ ;  $\eta^2_p=.13$ ) (Abb.12).

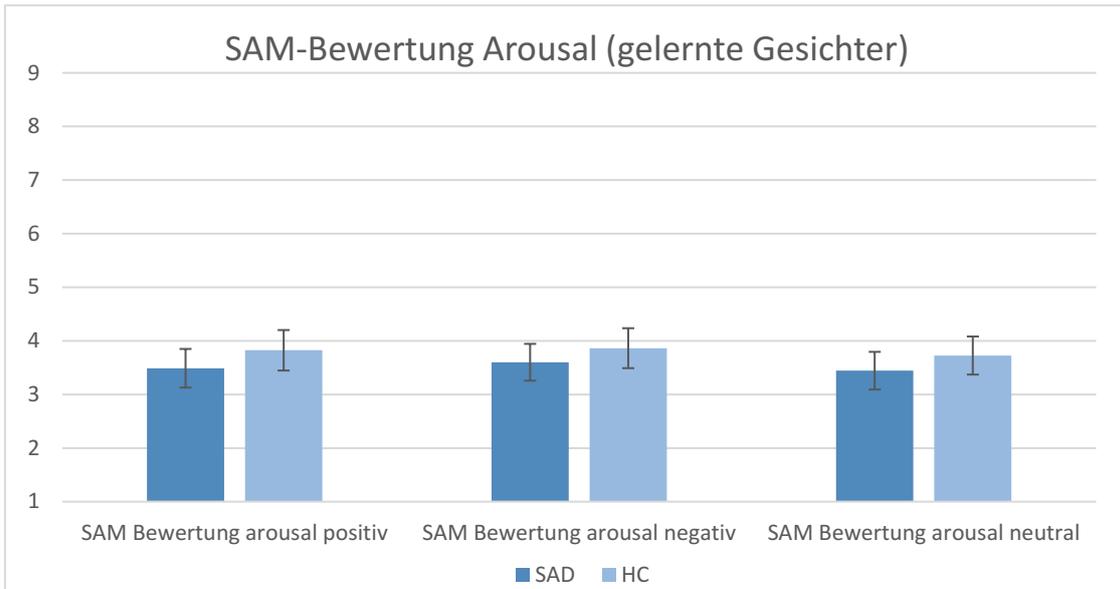


Abb.12: Mittelwerte und Standardfehler der SAM-Bewertung des Arousal beider Gruppen für gelernte Gesichter über die drei Bedingungen

### 3.3 ERPs

#### 3.3.1 Lernphase

##### 3.3.1.1 P100

Für die P100 zeigte sich in der Lernphase lediglich ein Hemisphäreneffekt ( $F(1,40)=4.44$ ;  $p=.039$ ;  $\eta^2_p=0.102$ ) mit einer Linkslateralisation des Potentials. Sonst zeigten sich keine signifikanten Effekte (Alle  $p>.10$ ).

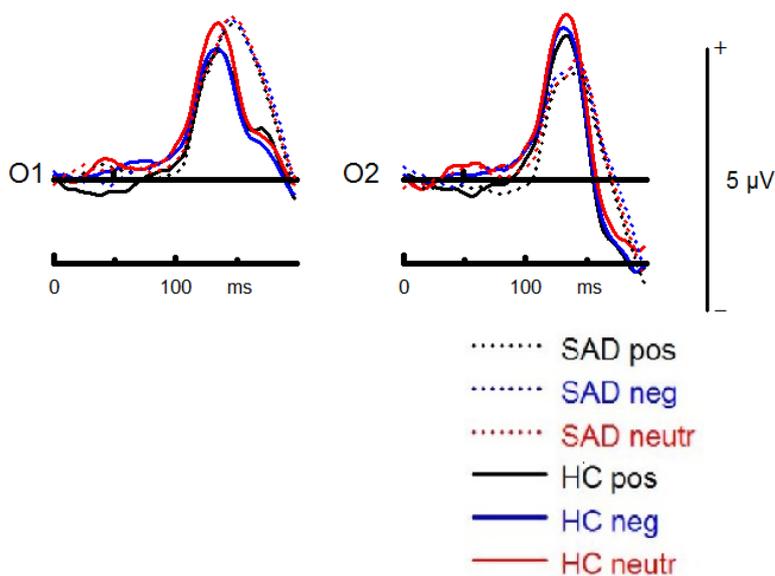


Abb. 13: P100 beider Gruppen über O1/O2 in der Lernphase

### 3.3.1.2 N170

Bei der N170 zeigte sich neben Haupteffekten der Hemisphäre ( $F(1,40)=18.22$ ;  $p<.001$ ;  $\eta^2_p=.31$ ) mit einer Rechtslateralisation und der Elektrodenlokalisierung ( $F(2,80)=26.39$ ;  $p<.001$ ;  $\eta^2_p=.40$ ) mit einer vergrößerten Amplitude über den parietalen Elektroden ein Trend der Bedingung ( $F(2,80)=2.76$ ;  $p=.069$ ;  $\eta^2_p=.065$ ). Bei diesbezüglicher Betrachtung der Innersubjektkontraste zeigte die N170 für neutral besetzte Gesichter eine signifikant kleinere Amplitude als bei positiv besetzten Gesichtern ( $F(1,40)=4.58$ ;  $p=.039$ ;  $\eta^2_p=.10$ ), für den Vergleich zwischen neutralen und negativen Gesichtern ließ sich lediglich ein Trend ( $F(1,40)=3.95$ ;  $p=.054$ ;  $\eta^2_p=.090$ ) nachweisen. Bei direkter Betrachtung der ERP-Kurven schien sich ein Gruppeneffekt über der rechten Hemisphäre abzuzeichnen, der jedoch statistisch nicht nachweisbar war ( $F(1,40)=0.632$ ;  $p=.431$ ;  $\eta^2_p=.016$ ) (Siehe Abb.14).

### 3.3.1.3 P200

In der P200 zeigte sich ein Effekt der Elektrodenlokalisierung ( $F(2,80)=16.55$ ,  $p<.001$ ,  $\eta^2_p=.293$ ) mit einer vergrößerten Amplitude über den parietooccipitalen Elektroden. Zudem gab es einen Trend der Bedingung ( $F(2,80)=2.69$ ,  $p=.072$ ,  $\eta^2_p=.63$ ); bei näherer Analyse der Innersubjektkontraste zeigte sich die P200 für die negativen Gesichter signifikant ( $F(1,40)=5.69$ ;  $p=.022$ ;  $\eta^2_p=.12$ ) kleiner war als für neutrale Gesichter. Des Weiteren gab es eine signifikante Interaktion Hemisphäre\*Bedingung\*Gruppe ( $F(2,80)=3.17$ ;  $p=.047$ ;  $\eta^2_p=.73$ ). Diese brachte jedoch bei Analyse der einzelnen Gruppen und Hemisphären keine signifikanten Ergebnisse.

### 3.3.1.4 N250

In der Auswertung der N250 zeigte sich ein Haupteffekt der Elektrodenlokalisierung ( $F(2,80)=6.03$ ;  $p=.004$ ;  $\eta^2_p=.131$ ) mit einer Betonung über den temporoparietalen Elektroden. Zudem war ein Trend der Bedingung ( $F(2,80)=2.96$ ;  $p=.058$ ;  $\eta^2_p=.069$ ) zu beobachten. Bei weitergehender Untersuchung stellte sich die N250 für negativ konnotierte Gesichter signifikant ( $F(1,40)=6.06$ ;  $p=.018$ ;  $\eta^2_p=.13$ ) ausgeprägter dar als für neutral konnotierte. Zudem zeigte sich die Interaktion Hemisphäre\*Bedingung\*Gruppe signifikant ( $F(2,80)=3.72$ ;  $p=.037$ ;  $\eta^2_p=.085$ ). Bei seitengetrennter Auswertung der Hemisphären und Einzelauswertung der Gruppen zeigte sich kein signifikantes Ergebnis.

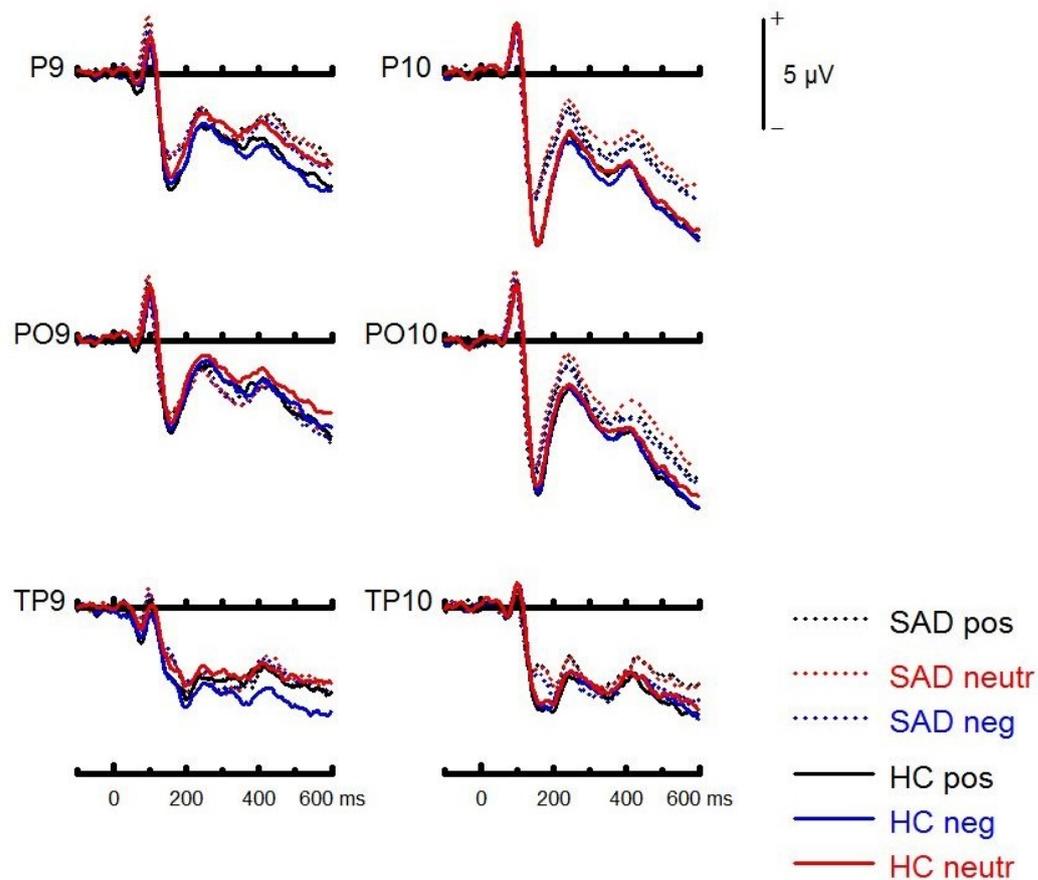


Abb.14: N170, P200 und N250 beider Gruppen in der Lernphase

### 3.3.1.5 LPC

Bei Analyse der LPC zeigten sich Haupteffekte der Hemisphäre (mit vergrößerter Amplitude zentral) ( $F(2,80) = 12.82$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2_p = .24$ ) und der Elektrodenlokalisierung mit einer Betonung der parietalen Elektroden ( $F(2,80) = 80.48$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2_p = .67$ ). Zudem bestand eine signifikante Interaktion Elektrodenlokalisierung\*Bedingung ( $F(4,160) = 2.64$ ;  $p = .036$ ;  $\eta^2_p = .062$ ). Bei Einzelanalyse der Elektroden ergab sich ein Bedingungseffekt über den parietalen Elektroden ( $F(2,80) = 5.29$ ;  $p = .007$ ;  $\eta^2_p = .12$ ): Für negativ besetzte Gesichter zeigte sich, kongruent mit den Ergebnissen der Accuracy, eine größere LPC als für positiv ( $F(1,40) = 8.63$ ;  $p = .005$ ;  $\eta^2_p = .18$ ) oder neutral ( $F(1,40) = 7.41$ ;  $p = .010$ ;  $\eta^2_p = .16$ ) besetzte Gesichter.

Auch hier zeigte sich bei direkter Betrachtung der ERP-Kurven ein scheinbarer Gruppeneffekt über den zentralen Elektroden, der jedoch ebenfalls kein statistisches Korrelat erreichte ( $F(2,80) = 0.22$ ;  $p = .803$ ;  $\eta^2_p = .005$ ) (Siehe Abb. 15/16).

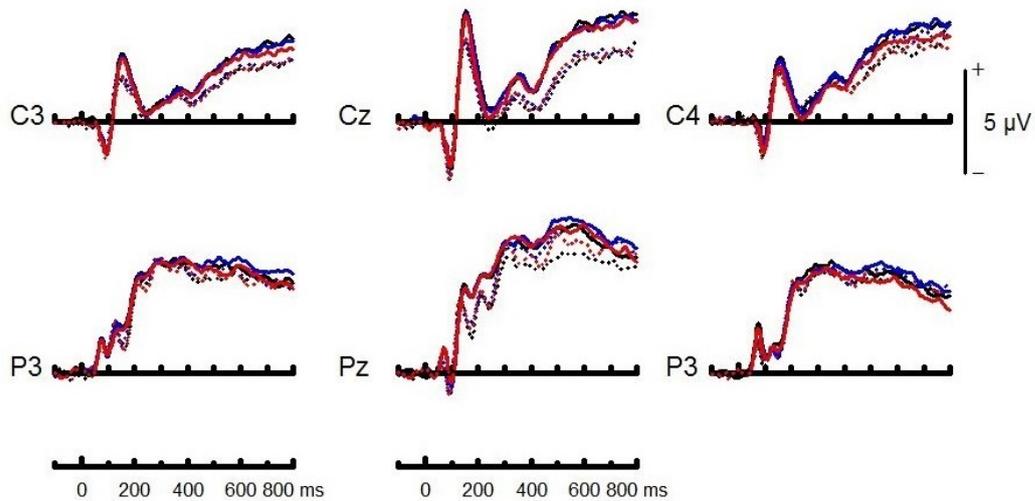


Abb.15: LPC beider Gruppen in der Lernphase, Abbildungszeitraum -100- 800ms

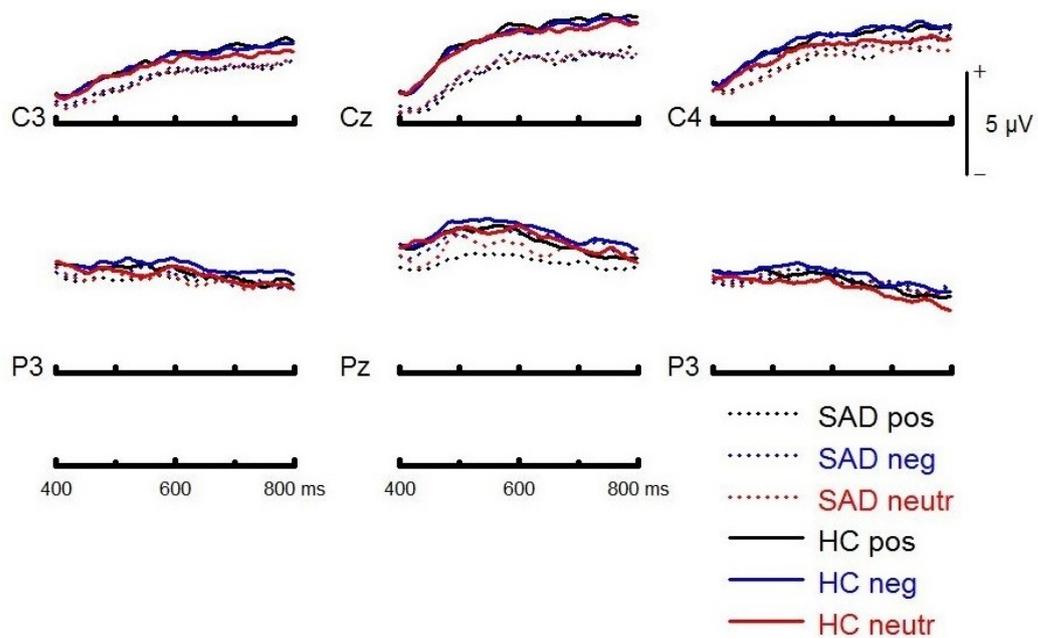


Abb. 16: Detailsicht der LPC beider Gruppen in der Lernphase, Abbildungszeitraum 400-800ms.

### 3.3.2 Testphase

#### 3.3.2.1 P100

Bei der P100 zeigte sich in der Testphase lediglich ein Hemisphäreneffekt ( $F(1,40)=8.78$ ;  $p=.005$ ;  $\eta^2_p=.18$ ) mit einer Linkslateralisation.

### 3.3.2.2 N170

Bei der N170 zeigte sich eine Rechtslateralisation ( $F(1,40)=23.65$ ;  $p<.001$ ;  $\eta^2_p=.37$ ). Zudem gab es einen Effekt der Elektrodenlokalisierung ( $F(2,80)=38.59$ ;  $p<.001$ ;  $\eta^2_p=.49$ ) mit einem vergrößerten Potential über den parietalen Elektroden.

### 3.3.2.3 P200

Für die P200 ergaben sich lediglich ein Haupteffekt der Hemisphäre ( $F(1,40)=13.92$ ;  $p=.001$ ;  $\eta^2_p=.26$ ), hier zeigte sich eine Linkslateralisation, und ein Trend der Elektrodenlokalisierung ( $F(2,80)=3.14$ ;  $p=.065$ ;  $\eta^2_p=.073$ ) mit erhöhter Amplitude über den parietooccipitalen Elektroden.

Bei direkter Betrachtung der ERP-Kurven schien sich auch hier ein Gruppeneffekt über der rechten Hemisphäre abzuzeichnen, der jedoch kein statistisches Korrelat erreichte ( $F(1,40)=0.989$ ;  $p=.326$ ;  $\eta^2_p=.024$ ) (Siehe Abb.17).

### 3.3.2.4 N250

Für die N250 zeigten sich Haupteffekte der Hemisphäre ( $F(1,40)=31.62$ ;  $p<.001$ ;  $\eta^2_p=.44$ ) (Rechtslateralisation) und der Elektrodenlokalisierung ( $F(2,80)=6.09$ ;  $p=.003$ ;  $\eta^2_p=.13$ ) mit erhöhter Amplitude über den parietalen Elektroden sowie die Interaktion Hemisphäre\*Bedingung\*Gruppe signifikant ( $F(2,80)=3.43$ ;  $p=.037$ ;  $\eta^2_p=.079$ ). Bei seitengetrennter Auswertung der Hemisphären und der Gruppen zeigte sich kein signifikantes Ergebnis.

Da sich bei direkter Betrachtung der ERP-Kurven vor allem rechtshemisphärisch in der Kontrollgruppe ein Bekanntheitseffekt zu zeigen schien (S. Abb. 18), erfolgte trotz fehlender signifikanter Interaktion die explorative hemisphärengetrennte Analyse. Hierbei zeigte sich ein Bekanntheitseffekt nur über der rechten Hemisphäre ( $F(1,40)=6.45$ ;  $p=.015$ ;  $\eta^2_p=.139$ ).

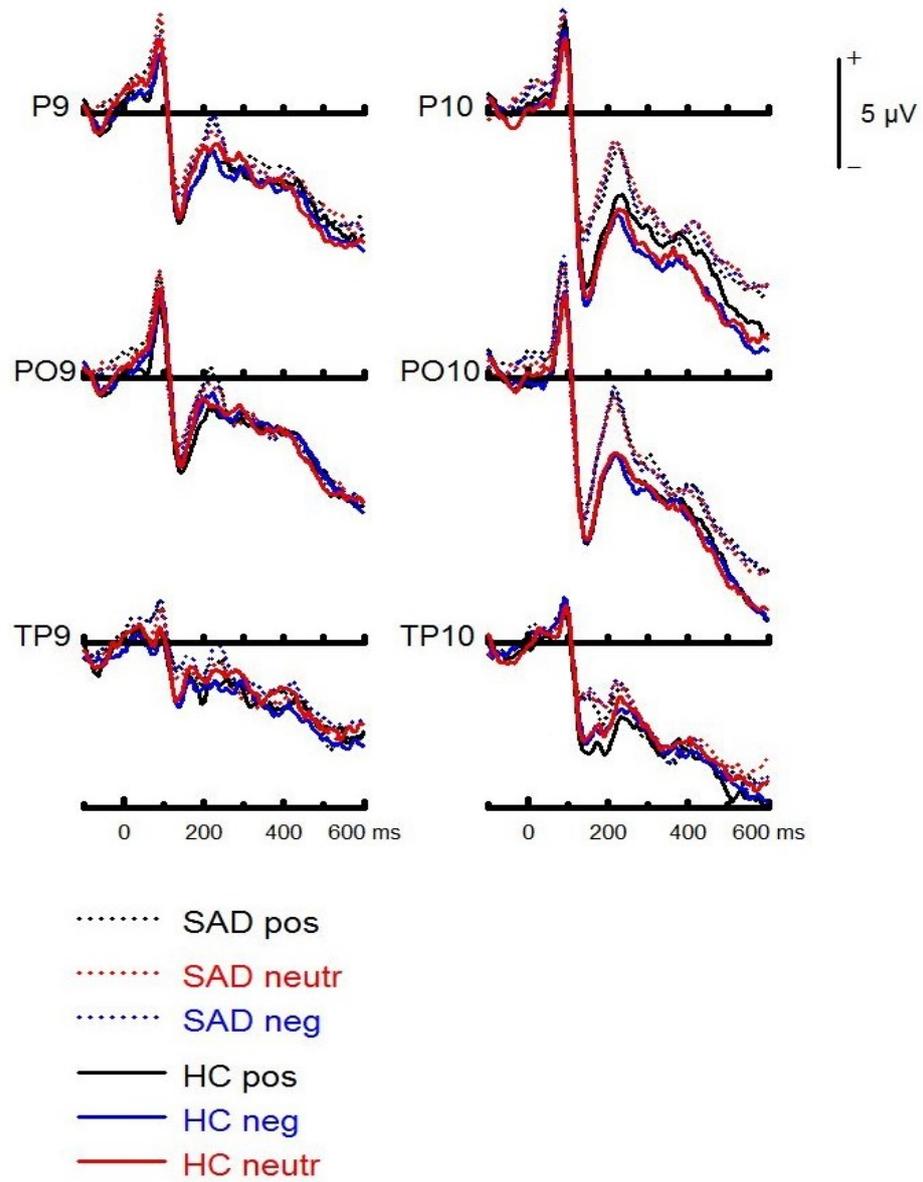


Abb.17: N170, P200 und N250 beider Gruppen in der Testphase (Abbildungszeitraum -100-600ms)

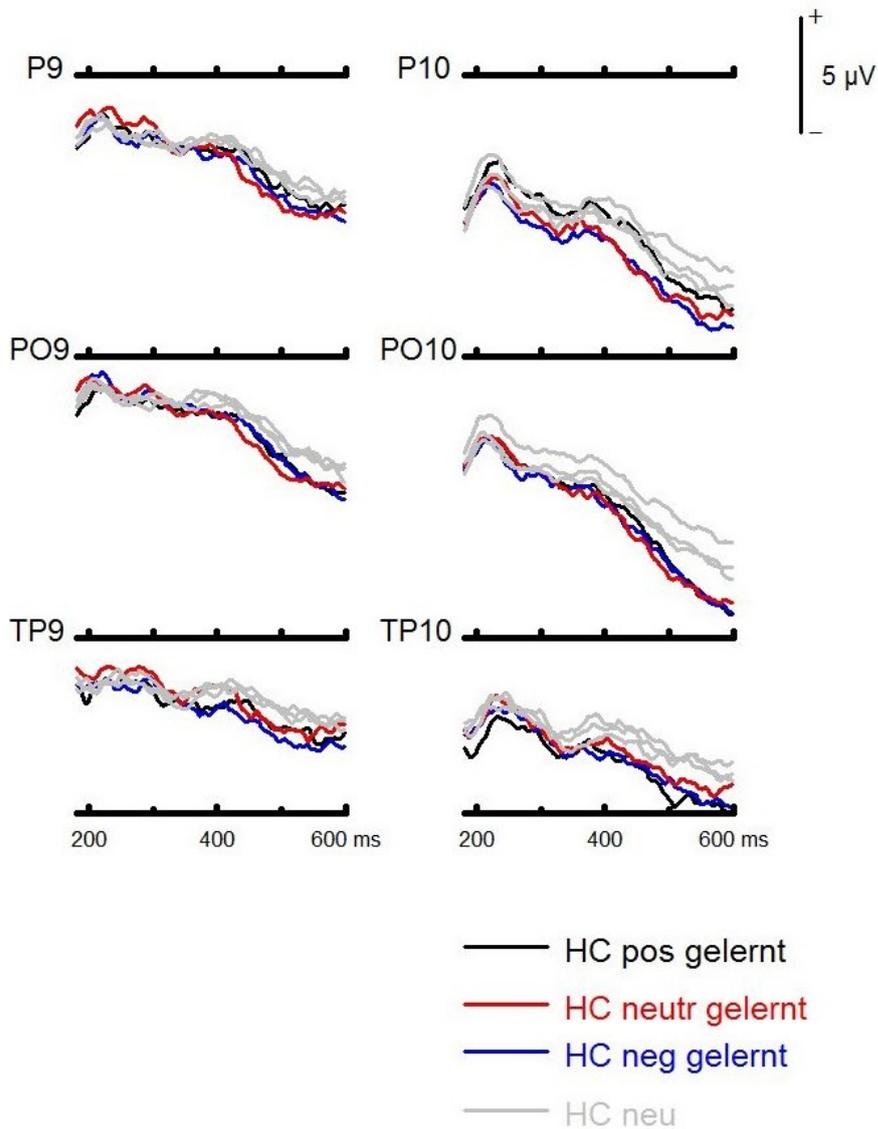


Abb. 18: Bekanntheitseffekt der N250 in der gesunden Kontrollgruppe in der Testphase

### 3.3.2.5 LPC

Für die LPC zeigten sich Haupteffekte der Hemisphäre ( $F(2,80)=18.5$ ;  $p<.001$ ;  $\eta^2_p=.316$ ) mit zentraler Betonung und der Elektrodenlokalisierung ( $F(2,80)=43.51$ ;  $p<.001$ ;  $\eta^2_p=.52$ ) mit der größten Amplitude über den parietalen Elektroden. Zudem gab es einen Haupteffekt der Bekanntheit ( $F(1,20) = 22.55$ ;  $p<.001$ ;  $\eta^2_p=.36$ ); für bekannte Gesichter wurde das Potential größer (Siehe Abb.19). Zusätzlich zeigte sich eine signifikante Interaktion Hemisphäre\*Bedingung ( $F(4,160) = 2.69$ ;  $p=.033$ ;  $\eta^2_p=.063$ ). Bei hemisphärengetrennter Analyse zeigte sich ein Effekt der Bedingung ( $F(2,80) = 3.21$ ;  $p=.046$ ;  $\eta^2_p=.74$ ) über den zentralen

Elektroden. Für positiv gelernte Gesichter zeigte sich das Potential kleiner als für negativ ( $F(1,40)=4.77; p=.035; \eta^2_p=.11$ ) oder neutral ( $F(1,40)=5.01; p=.031; \eta^2_p=.11$ ) gelernte Gesichter.

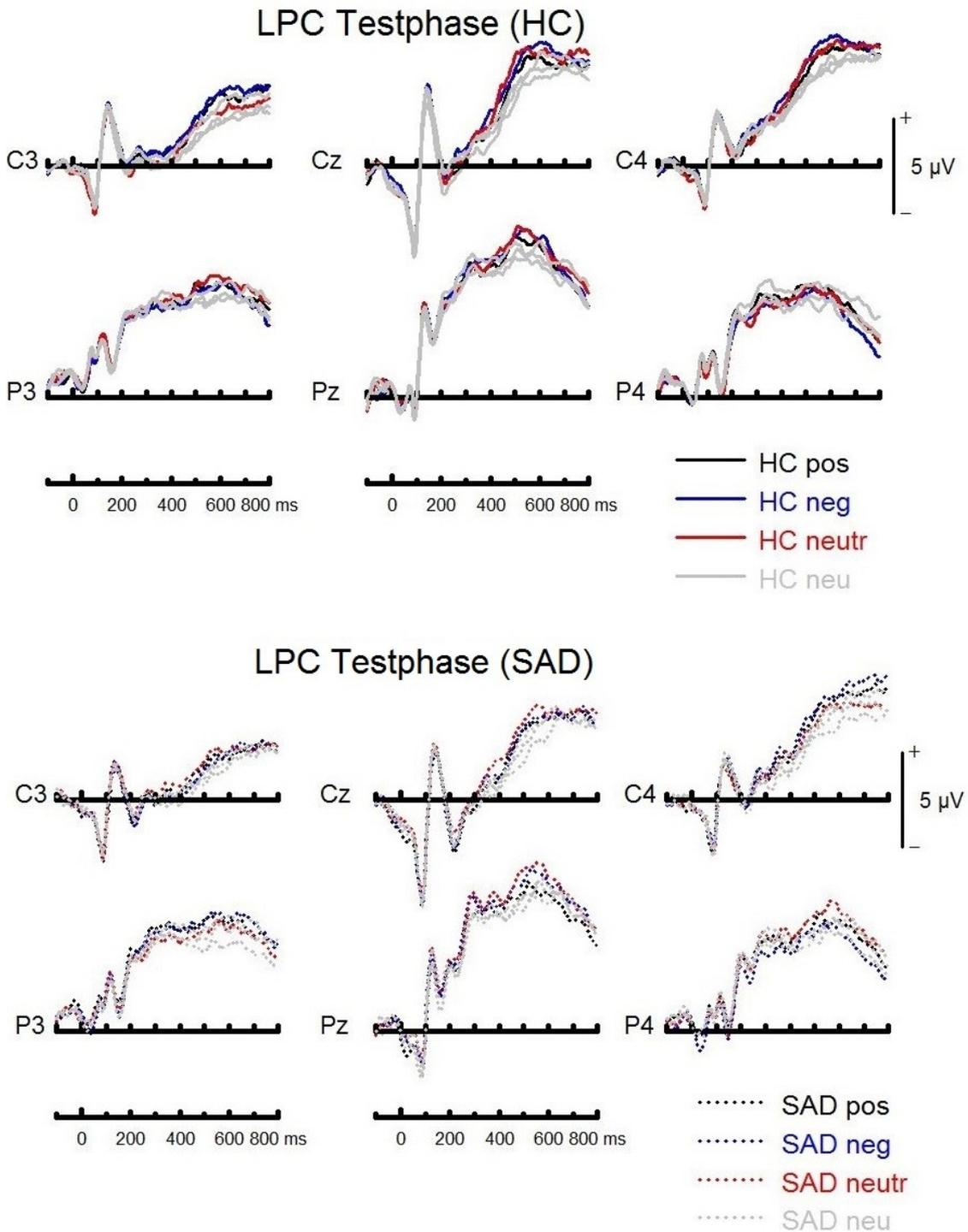


Abb.19: Bekanntheitseffekt der LPC in der Testphase, nach Gruppen getrennt

#### 4. Diskussion

Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, ob Personen mit Sozialer Angststörung negativ besetzte Gesichter im Gegensatz zu gesunden Probanden verstärkt erinnern. Dies wurde, anders als bei zahlreichen bisherigen Studien [6,62,84], nicht für Gesichter mit negativem/bedrohlichem Gesichtsausdruck, sondern speziell für das Einprägen von neutralen Gesichtern, die erst durch verbales Feedback unterschiedlicher Valenz emotional konditioniert wurden, untersucht.

Dabei konnten wir im Verhaltensteil unseres Experiments ein signifikant besseres Erlernen von zuvor negativ konditionierten Gesichtern im Gegensatz zu positiv besetzten Gesichtern nachweisen. Eine signifikante Gruppeninteraktion zeigte sich nicht, jedoch ließ sich dieser Effekt in der explorativen gruppengetrennten Auswertung nur in der Betroffenenengruppe nachweisen. Aufgrund der fehlenden Signifikanz der Interaktion sind echte Schlussfolgerungen an dieser Stelle nicht möglich; es lässt sich jedoch anmerken, dass dies, vor allem in Zusammenschau mit dem Modell von Clark und Wells und den Beobachtungen vorangegangener Studien [51], die Eingangsthese des besseren Erlernens von Gesichtern unter negativem sozialem Feedback bei Personen mit Sozialer Angststörung unterstützt.

Als weiterer behavioraler Effekt zeigte sich die Reaktionszeit für negativ besetzte Gesichter kürzer. Dies steht im Widerspruch zu einer im Ablauf ähnlichen, allerdings emotionale Gesichter statt Feedback benutzenden Studie von Hagemann et al. (2016) [29], in der neutrale Gesichter mit einer signifikant kürzeren Reaktionszeit auffielen. Einen ähnlichen Effekt wie den unsrigen beobachteten jedoch Schmidt, Mohr, Miltner und Straube (2000) [73] in einer Studie mit phobierelevanten sowie -irrelevanten Begriffen. Die phobierelevanten Begriffe wurden als negativer bewertet; für diese war die Reaktionszeit in einer direkt auf die Wortvalenz bezogene Aufgabe signifikant kürzer. Ein Gruppeneffekt wurde, wie bei uns, in der expliziten Aufgabe nicht beobachtet. Die Ähnlichkeit des Effekts der Reaktionszeit für die Gesichter in unserem Experiment mit dem der Reaktionszeit für phobierelevante Begriffe bei Schmidt et al. lässt sich als Hinweis auf eine gelungene Konditionierung der Gesichter und eventuell eine Übertragung der Phobierelevanz der Begriffe deuten.

Für negativ gelernte Gesichter war auch die Signaldetektion ( $d'$ ) besser. Diese korrelierte in der Testgruppe sowohl für positiv als auch für negativ gelernte Gesichter positiv mit den LSAS/SPS-SIAS – Scores. Da sich dies nur begrenzt in der Accuracy widerspiegelt, könnte hier ein Confounder der Lernleistung vorliegen (s.u.).

Des Weiteren zeigte sich die Antworttendenz C für neutral gelernte Gesichter als signifikant größer als für emotional gelernte. Die Probanden tendierten also bei neutral gelernten Gesichtern eher dazu, diese als „neu“ zu bewerten, was auf eine geringere Sicherheit der Antwort hinweist und in Zusammenschau mit der Accuracy, der Reaktionszeit und der Signaldetektion für eine insgesamt bessere und festere Einprägung von emotionalen, vor allem negativ gelernten Gesichtern, spricht.

Auch in der anschließenden SAM-Bewertung der Valenz wurden negativ gelernte Gesichter noch signifikant negativer bewertet. Dies traf sowohl für die Patienten- als auch für die Kontrollgruppe zu. Zugleich bestand kein signifikanter Unterschied in der Bewertung positiver und neutraler Gesichter. Dies ist einerseits interessant, weil es auf eine gelungene negative Konditionierung der neutralen Gesichter durch die Paarung mit schriftlich-verbalem Feedback hinweist. Zudem passt der Effekt zur ebenfalls für negative Gesichter erhöhten Accuracy (s.o.) und unterstützt somit die Eingangsthese des verbesserten Erlernens und birgt zusätzlich den Aspekt, dass nicht (nur) die Gesichter selbst behalten wurden, sondern der negative Kontext, auch wenn dies nicht Teil der Lernaufgabe war.

Hierzu ist auch zu beachten, dass bei Bewertung der Gesichter das zum Bewertungszeitpunkt nicht mehr präsentierte Feedback offenbar immer noch stärker einbezogen wurde als die verfügbaren, aber inhärent neutralen Gesichter selbst.

Hinzu kommt, dass die Gesichter nicht durch negative Aussagen oder Informationen über die dem Gesicht zugehörigen Person, sondern durch einzelne, die Probanden betreffende Aussagen konditioniert wurden und doch die Gesamtidentität des Gesichts negativer bewertet wurde. Dies unterstützt die Hypothese der besonderen Rolle selbstbezogener Aussagen, die auch Blair et al. (2008,2011) [11,12] und Wieser et al. (2014) [94] postulierten.

Außerdem ist hier auch die zeitliche Komponente zu berücksichtigen- während die Testphase direkt im Anschluss an die Lernphase erfolgte, lief die SAM-Bewertung mit zeitlicher Verzögerung (bis zu ca. 15 Minuten) ab. Die persistierend veränderte Bewertung der Gesichter lässt eine Konsolidierung des Kontexts der Gesichter über das Arbeitsgedächtnis hinaus vermuten.

Das verbesserte Lernen negativ konditionierter Gesichter spiegelte sich auch bei der Auswertung der elektrophysiologischen Daten wider.

In der Lernphase zeigte sich kein Effekt für die P100. Für die N170, die P200 und die N250 ließ sich lediglich ein Trend der Bedingung darstellen. Bei der LPC zeigte sich ein Bedingungseffekt

über den parietalen Elektroden mit einem für negativ besetzte Gesichter deutlich ausgeprägteren Potential als für positive oder neutrale Gesichter.

Die Abwesenheit eines Bedingungseffekts in der P100 und N170 ist in ähnlichen Settings bereits beschrieben [46,94] und erscheint plausibel, wenn man bedenkt, dass es sich bei zuvor beschriebenen Bedingungseffekten dieser ERPs um Reaktionen auf emotionale Gesichter handelte [29,67], während bei uns ausschließlich neutrale Gesichter benutzt wurden, die nicht auf den ersten Blick, sondern erst nach Rekrutierung des gelernten Kontexts als emotionaler Reiz fungieren. Klein, Iffland, Schindler, Wabnitz und Neuner (2015) schlussfolgerten hieraus, dass sowohl die Aufmerksamkeitsrichtung als auch das strukturelle Kodieren von Gesichtern durch die kontextuelle Konditionierung nicht beeinflusst werden [46]. Es lässt sich also vermuten, dass das verbesserte Lernen negativ konditionierter Gesichter nicht, wie beim Lernen inhärent emotionaler Gesichter vielfach beschrieben, durch Aufmerksamkeitsbias und Hypervigilanz geprägt ist [4,5,13,57], sondern durch eine spätere verstärkte Verarbeitung ebenjener Gesichter auf Konsolidierungs- oder emotionaler Ebene [94] (s.o.). Diese Annahme stützt auch die Beobachtung, dass das Aufmerksamkeitsbias für bedrohliche Gesichter durch einen vorangehenden sozial bedrohlichen Reiz, also zum Beispiel eine dem Subjekt gegenüber kritischen Aussage, blockiert werden kann [34].

Die Abwesenheit von Effekten der P200 ist vereinbar mit der Vermutung von Carretié et al., dass die P2, ähnlich der P1 und N170, durch Aufmerksamkeit beeinflusst wird [16]. Einen Gruppeneffekt mit einer für Patienten mit SAD größeren P200, wie er beschrieben worden ist [34], konnten wir nicht nachweisen. Diesbezüglich gibt es jedoch bisher auch widersprüchliche Beobachtungen [29]. Insgesamt lässt sich die P200 wahrscheinlich am Ehesten frühen, automatischen Prozessen zuordnen [76]; an dieser Stelle kann man zusammenfassend den Vergleich zur bereits eingangs erwähnten MEG-Studie von Junghöfer et al. (2017) [39] ziehen. Diese zeigte in einem ähnlichen Lernexperiment mit gesunden Probanden eine verstärkte elektromagnetische Reaktion auf negativ gelernte Gesichter in der Testphase - allerdings erst 220-330ms nach Präsentation des Stimulus, im Vergleich also später als die P200 in unserer Studie und eher der N250 entsprechend. Junghöfer et al. führen dies auf mögliche konzeptuelle Prozesse bei verbaler Konditionierung im Gegensatz zur schnellen, automatischen Verarbeitung beim reinen Gesichterlernen mit direkter emotionaler Komponente, zum Beispiel durch den Gesichtsausdruck, zurück. Dementsprechend sind in unserem Fall die späteren Potentiale interessanter (s.o.).

Für die LPC war in beiden Gruppen bereits in der Lernphase eine signifikante Amplitudenzunahme für negativ konditionierte Gesichter zu erkennen, in Kongruenz mit den später besser wiedererkannten negativ konditionierten Gesichtern [72]. Ungewöhnlich ist die auch für neutral im Gegensatz zu positiv gelernten Gesichtern erhöhte Amplitude der LPC in der Lernphase, da bisher eher eine Amplitudenerhöhung für emotionale Stimuli jedweder Valenz beobachtet wurde [71,77]. Hier spielen möglicherweise die in sich neutralen Gesichter und negativere Einordnung neutraler oder ambivalenter Stimuli durch SAD-Patienten eine Rolle [4]. Dies passt auch zum in unserer Studie für neutral und negativ konditionierte Gesichter größere Signalentdeckungsparameter  $d'$ .

In der Testphase zeigten sich erneut keine Effekte in der P100, der N170, und der P200. Für die N250 ließ sich erst in der explorativen hemisphärengetrennten Auswertung ein Bekanntheitseffekt darstellen. Sonst zeigten sich keine Effekte. In der LPC zeigte sich ein Bekanntheitseffekt mit einem für bekannte Gesichter ausgeprägteren Potential, sowie über den zentralen Elektroden ein Bedingungeffekt mit für positiv gelernte Gesichter kleinerer Amplitude als für neutral oder negativ gelernte Gesichter.

Die Abwesenheit von Effekten in den frühen Potentialen lässt sich wie bereits analog für die Lernphase erfolgt diskutieren (s.o.).

Bei Betrachtung der N250 fiel vor allem auf, dass der häufig beschriebene Bekanntheitseffekt dieser Komponente [9,42,87] trotz eindeutiger Lernleistung und dementsprechenden Korrelaten in der LPC, initial nicht nachweisbar war.

Hier kann der neutrale Gesichtsausdruck unserer Stimuli zum Fehlen des Effektes beigetragen haben: Hagemann et al. (2015) wiesen in einem ganz ähnlichen Studiendesign, jedoch mit emotionalen (wütenden/freundlichen) Gesichtern anstelle von verbalem Feedback den Bekanntheitseffekt besonders ausgeprägt für wütende im Vergleich zu neutralen oder fröhlichen Gesichter nach. Der stets neutrale Gesichtsausdruck könnte so gesehen in unserem Experiment zur Schwächung des Bekanntheitseffekts beigetragen haben.

Ein weiterer beeinflussender Faktor könnte hierbei auch eine fehlende Distinktheit der Gesichter sein. Schulz et al. (2012) [74] beobachteten in einer Studie zum Lernen natürlich distinkter und karierter Gesichter ebenfalls, zumindest linkshemisphärisch, nur für besonders distinkte Gesichter einen Bekanntheitseffekt. Da in unserer Studie aufgrund der randomisierten Zuteilung der Gesichter über die Bedingungen und Lern-/Testgruppen von einer ausgeglichenen Distinktheit ausgegangen werden kann, und der Lernfokus auf der Konditionierung lag, könnte auch bei uns die fehlende Distinktheit den fehlenden Effekt mitbedingt haben. Hierzu passt, dass

sich bei explorativer hemisphärengetrennter Analyse rechtshemisphärisch ein Bekanntheitseffekt nachweisen ließ.

Zuletzt könnte auch die vergleichsweise geringe Anzahl an Präsentationen der Stimuli eine Rolle spielen. Tanaka, Curran, Porterfield und Collins (2006) [71] stellten fest, dass sich dieser Effekt bei neuen Gesichtern erst nach mehrfacher, zum Teil zeitlich recht langer Präsentation einstellte; zudem wird er bei direkter Wiederholung eines Stimulus größer, je mehr andere Stimuli zwischendurch gezeigt werden, desto weniger ist er nachweisbar [65]. Bei Schweinberger, Pickering, Burton und Kaufmann (2002) [65] war der Bekanntheitseffekt im Vergleich zur unmittelbaren Wiederholung bereits ab ca. 4 Zwischenstimuli um ein Drittel verringert.

Die LPC zeigte sich in der Testphase, übereinstimmend mit der beobachteten Lernleistung, für die bekannten Gesichter positiver; außerdem zeigte sich die Amplitude für neutral und negativ gelernte Gesichter größer.

Abseits vom Lernparadigma, hinsichtlich der emotionalen Verarbeitung betrachtet, wird die LPC vielfach als größer für negative [27], auf den Probanden bezogene Aussagen [46,94] beschrieben. Besonders die betonten LPCs selbstbezogener im Gegensatz zu fremdbezogenen Aussagen wurden häufig beobachtet [46,94]. Dies unterstützt die Annahme, dass beim Lernen von feedbackkonditionierten Gesichtern nicht die Identität des Gesichts selbst, sondern die Bedeutung für das Selbstbild und die eigenen Emotionen im Vordergrund steht.

Ob nun die Emotions- oder die Gedächtniskomponente für die erhöhte LPC von negativ konditionierten Gesichtern in unserem Experiment ursächlich ist, oder welche Zusammenhänge und Kausalitäten zwischen beiden bestehen, lässt sich an dieser Stelle nicht beurteilen. Es lässt sich lediglich vermuten, dass beim Lernen durch selbstbezogenes Feedback konditionierter Gesichter nicht die Aufmerksamkeits-Avoidance-Kaskade im Vordergrund steht, sondern spätere Prozesse, die die eigenen Emotionen sowie das Selbstbild miteinbeziehen. Ähnliches schlussfolgerten auch Diéguez-Risco, Aguado, Albert und Hinojosa (2013) [21] sowie Wieser et al. (2014) [94].

Insgesamt weisen vor allem die behavioralen Ergebnisse auf ein Gelingen des Studiendesigns der emotionalen Konditionierung von Gesichtern durch schriftlich-verbales Feedback hin und stimmen insofern mit den Ergebnissen bisheriger Studien, die die Konditionierung von Gesichtern durch verbalen Kontext an gesunden Kontrollgruppen untersuchten, überein [39,45,61,78,94].

Aufgrund der fehlenden Gruppeneffekte lassen sich jedoch wenig Rückschlüsse auf das vermutlich alterierte Gesichterlernen unter Feedback bei Personen mit Sozialer Angststörung ziehen.

Begibt man sich auf die Suche nach Gründen für den fehlenden Nachweis erwartbarer Effekte sowohl im behavioralen als auch im elektrophysiologischen Teil unseres Experiments, so kann man an verschiedenen Punkten ansetzen:

Bei der statistischen Analyse fällt schnell die große Varianz der Daten ins Auge, die an vielen Stellen, vor allem bei der Accuracy, die fehlende Signifikanz von Gruppeninteraktionen hätte bedingen können. Diese hätte möglicherweise durch eine größere Anzahl an Probanden verbessert werden können, obwohl unsere Probandenanzahl vergleichbar mit denen ähnlicher Studien ist [11,39,61].

Ein weiterer möglicher Grund für die große Varianz könnte ein zu geringer Unterschied hinsichtlich der Sozialen Angst zwischen den Gruppen sein. Dies sollte durch die Diagnostik mittels SKID sowie den Ausschluss von Probanden mit zu hohen/geringen Testscores vermieden werden. So besteht hinsichtlich der LSAS- und SPS/SIAS- Scores zwischen den beiden Gruppen ein signifikanter Unterschied mit großer Effektstärke (LSAS:  $p < .001$ ,  $d = 4.0$ ; SPS:  $p < .001$ ,  $d = 3.66$ ; SIAS:  $p < .001$ ,  $d = 3.4$ ; Siehe Tab. 1). Die Akquise der Probanden beinhaltete jedoch eine aktive (telefonische) Kontaktaufnahme durch die Betroffenen, was die Teilnahme nur gering betroffener Personen begünstigt. Zudem wurde als Diagnosekriterium hauptsächlich das SKID-I benutzt und Testscores sekundär berücksichtigt, wodurch einzelne Probanden in jeweils einem Test (SPS, SIAS oder LSAS) unter empfohlenen Cut-Offs zur Diagnose (LSAS:  $>30$  für spezifische Soziale Angststörung,  $>60$  für generalisierte Soziale Angststörung [54]; SPS:  $>20$ ; SIAS:  $>30$  [82]) lagen. Hierbei lag der niedrigste LSAS-Wert in der Patientengruppe bei 40; der niedrigste SPS-Wert bei 16, der niedrigste SIAS-Wert bei 27.

Ein anderer zu beachtender Faktor ist die Bedeutung des „Post-event-Processing“ [17]: Im Rahmen der Sozialen Angststörung kommt es zu verstärktem Grübeln und Überdenken von Erlebtem im Anschluss an soziale Situationen unter zunehmend negativer Interpretation, was die verstärkte Erinnerung negativer Situationen mitbedingt. Unser experimentelles Setting ließ diesen Schritt durch die Vielzahl der unterschiedlichen Stimuli sowie die knappe zeitliche Abfolge der Stimuli sowie Lern- und Testphase vermutlich nicht zu, sodass eventuell nicht der gesamte Lernprozess abgebildet wird, was Gruppeneffekte verschleiern könnte. Für zukünftige Experimente könnte eine zweite, verspätete Testphase interessant sein [61], um die Bedeutung des Post-event- processings näher zu untersuchen.

Ebenfalls zu betrachten ist das Experiment selbst als soziale Bewertungssituation. Die Probanden hatten die Lernaufgabe zu bewältigen, standen dabei unter Beobachtung durch den Versuchsleiter, mussten Verhaltenshinweise zur Aufzeichnung des EEGs beachten und bekamen nach jedem Durchlauf ein Feedback über die richtig erkannten Gesichter (in Prozent) und die Reaktionszeit. Dies könnte die Testgruppe bereits genug unter Druck gesetzt haben, um die Leistung zu beeinträchtigen [18] und als Confounder der Lernleistung fungiert haben. Hierfür spricht auch, dass bisherige Studien zur Verarbeitung von Feedback oder Gesichtern „just viewing“- Paradigmen ohne Lernaufgabe benutzten [11,12,65]. Auch ein Design ohne direktes Feedback der erbrachten Leistung hätte diesen Effekt eventuell vermeiden können.

Schmidt, Mohr, Miltner und Straube (2010) berichteten jedoch ebenfalls von fehlenden signifikanten Gruppeninteraktionen in einer fMRT-Studie [73]. Diese ließen sich dort nur in einer impliziten, jedoch nicht in der expliziten Aufgabe darstellen. Ähnliches zeigten Straube, Kolassa, Glauer, Mentzel und Miltner (2004) [85]. Es lässt sich vermuten, dass bei Patienten mit Sozialer Angst vor allem die unterbewusste, implizite Interpretation sozialer Stimuli eine Rolle spielt [66]. Die in unserem Experiment gestellte Aufgabe ist weder klar als implizit noch als explizit zu beschreiben. Die Aufforderung, sich das direkte Feedback durch das gezeigte Gesicht vorzustellen, legt jedoch vermutlich den Focus der Probanden auf die inhaltliche Ebene des Gesagten und entspricht eher einer expliziten Aufgabe. Ein weiterer Kritikpunkt könnte die Unterteilung der Gruppen in „gesunde“ Probanden und „Betroffene“ sein. In vorangegangenen Studien verschiedener Designs haben sich signifikante Unterschiede zwischen stark und schwach Betroffenen gezeigt [91], sodass sich vermuten lässt, dass die Zuteilung zu einer vermeintlich homogenen Testgruppe eine Fehlerquelle beinhalten könnte. Dem hätte möglicherweise durch eine Analyse mit den SPS/SIAS- und LSAS-Werten als Moderatorvariablen anstelle der Gruppenanalyse entgegengewirkt werden können.

Auch die verbalen Stimuli selbst sind als mögliche Fehlerquelle zu diskutieren. Das Ziel war es, semantisch, grammatikalisch und thematisch möglichst ähnliche Sätze über die drei Bedingungen positiv, negativ und neutral zu verfassen. Diese wurden mittels dlex ebenso hinsichtlich Wortlänge und Benutzungshäufigkeit angeglichen. Während sich positive und negative Aussagen meistens deutlich voneinander unterscheiden, ist die Formulierung streng neutraler Aussagen wesentlich schwieriger, da diese abhängig von persönlichen Erfahrungen unterschiedlich interpretiert werden. Hinzu kommt bei Patienten mit Sozialer Angststörung die Tendenz, neutrale Stimuli negativ zu interpretieren [17,66]. Ebenso wird berichtet, dass auch positive Stimuli von Betroffenen mit Sozialer Angststörung negativ interpretiert werden [4]. All

dies könnte zu einer fehlerhaften Repräsentation der geplanten Bedingungen beigetragen haben. Eine Möglichkeit der Kontrolle wäre eine SAM-Bewertung der Aussagen durch die Probanden gewesen.

Ein weiterer Ansatzpunkt ist das Experimentdesign selbst. Das Simulieren einer sozialen Situation durch visuelle Präsentation eines Satzes und anschließend eines Gesichts ist möglicherweise nicht ausreichend. Einerseits ist die zeitliche Dissoziation des eigentlichen negativen Reizes und des Gesichts problematisch, da sie die Reproduktion der Aufmerksamkeits-Vermeidungsbias und die Bewertung dieser hinsichtlich des Gesichterlernens erschwert. Zusätzlich ist die Abstraktheit des visuellen Feedbacks im Gegensatz zur häufigeren auditorischen Präsentation von Feedback in der Realität eine mögliche Fehlerquelle.

Eine Möglichkeit der Verbesserung wäre die auditorische Präsentation des Feedbacks gewesen [39,61]. Dies hätte jedoch zu Interferenzen der auditorischen mit den visuellen ERPs führen können und die Auswertung erschwert. Eine weitere Möglichkeit wäre die gleichzeitige Präsentation von Gesicht und zugehörigem Feedback gewesen, was jedoch die Auswertung der gesichtsspezifischen ERPs ebenfalls erschwert hätte.

Zusammenfassend sind am Ehesten die große Varianz der Daten und das Paradigma mit visueller zeitversetzter Präsentation des Feedbacks ursächlich für die teilweise fehlenden oder von bisherigen Befunden abweichenden Ergebnisse. Die Rekrutierung von Patienten aus Angstambulanzen (also ohne erforderliche aktive Kontaktaufnahme durch die Patienten) sowie ein stringenteres Einhalten empfohlener Cut-offs der Symptomschwere der Sozialen Angststörung bezogen auf Testscores (s.o.) und eine auditorische, gleichzeitige Präsentation (mit eventuell versetztem Präsentationsbeginn) des Feedbacks sind für zukünftige Studien in Erwägung zu ziehen.

Alternativ könnte auch durch Schauspieler eingesprochenes Feedback genutzt werden und so eine realistischere und weniger abstrakte Simulation sozialer Situationen gestalten. Hierbei könnten für eine vergleichbare ERP-Analyse Videoclips des mit neutralem Gesichtsausdruck ausgesprochenen Feedbacks anstelle des schriftlichen Feedbacks dem Bild des neutralen Gesichts der gleichen Person vorangehend präsentiert werden oder die Videos in einer definierten Zeitspanne eines neutralen Gesichtsausdrucks enden [61,95].

## **5. Fazit**

Zusammenfassend wurden in dieser ersten Studie zum Gesichterlernen mit Feedback bei Patienten mit Sozialer Angststörung negativ konnotierte Gesichter erfolgreicher erlernt und

wiedererkannt, und auch wenn sich kein Gruppeneffekt zeigte, so ist dennoch die stärkere Ausprägung dieses Effekts in der Patientengruppe sowie die Korrelation der Signaldetektion ( $d'$ ) mit der Ausprägung der Symptome (nach LSAS/ SPS-SIAS) in der Patientengruppe zu beachten. Dies deutet auf eine Bestätigung der Eingangsthese, dass genau dieses Erinnerungsbias zur Pathogenese der Erkrankung beitragen könnte, hin.

Die fehlende Beeinflussung der frühen ERPs und die Modulation der LPC lässt sich dahingehend deuten, dass in diesem Fall spätere Prozesse und die Verarbeitung der Gesichter auf emotionaler Ebene eine Rolle spielen. Somit wird die bisherige Hypothese der Hypervigilanz und gerichteter Aufmerksamkeit hinsichtlich sozial bedrohlicher Stimuli um eine Komponente anderer Ebene ergänzt.

Nach zukünftiger weiterer Erforschung könnten Erkenntnisse zur Rolle der emotionalen Verarbeitung und Konsolidierung im Erleben sozialer Situationen, und erlernter Stimuli (Sprache) im Gegensatz zu evolutionär bedingten Automatismen, neue Aspekte zur Therapie der Erkrankung beitragen. Da bei der Verarbeitung von Gesichtern, je nach Art der emotionalen Information, offenbar unterschiedliche, voneinander unabhängige Prozesse (frühe Aufmerksamkeit/Vigilanz gegenüber späterer emotionaler Konsolidierung) eine Rolle zu spielen scheinen, könnte man die Modulation eines dieser Prozesse zur sukzessiven Beeinflussung des anderen nutzen. Interessant wäre beispielsweise die Untersuchung des Einflusses von konträren Informationen, zum Beispiel positiven Feedbacks gepaart mit einem uneindeutigen, tendenziell wütenden Gesicht und umgekehrt. Im Rahmen von Lern-Interventionen könnte so eventuell eine Modulation des negativen Wahrnehmens neutraler oder nicht eindeutiger Reize bei Patienten mit Sozialer Angststörung erreicht, oder erlebte Situationen im Rahmen des Post-Event-Processing weniger negativ eingepägt werden.

## 6. Literaturverzeichnis

- [1] Abbott MJ, Rapee RM. Post-event rumination and negative self-appraisal in social phobia before and after treatment. *J. Abnorm. Psychol.* 2004 Feb;113(1):136–144.
- [2] Alexander WH, Brown JW. Medial prefrontal cortex as an action-outcome predictor. *Nat. Neurosci.* 2011 Sep 18;14(10):1338–1344.
- [3] American Psychiatric Association. Diagnostisches und Statistisches Manual psychischer Störungen DSM-5. 1. Aufl. Hogrefe Publishing; 2013.
- [4] Amin N, Foa EB, Coles ME. Negative interpretation bias in social phobia. *Behav. Res. Ther.* 1998 Okt 1;36(10):945–957.
- [5] Amir N, Foa EB, Coles ME. Automatic activation and strategic avoidance of threat-relevant information in social phobia. *J. Abnorm. Psychol.* 1998;107(2):285–290.
- [6] Amir N, Klumpp H, Elias J, Bedwell JS, Yanasak N, Miller LS. Increased activation of the anterior cingulate cortex during processing of disgust faces in individuals with social phobia. *Biol. Psychiatry.* 2005 Mai 1;57(9):975–981.
- [7] Bandelow B, Lichte T, Rudolf S, Wiltink J, Beutel M. S3-Leitlinie Angststörungen. Springer-Verlag; 2014.
- [8] Bar-Haim Y, Lamy D, Pergamin L, Bakermans-Kranenburg MJ, van IJzendoorn MH. Threat-related attentional bias in anxious and nonanxious individuals: a meta-analytic study. *Psychol. Bull.* 2007 Jan;133(1):1–24.
- [9] Begleiter H, Porjesz B, Wang W. Event-related brain potentials differentiate priming and recognition to familiar and unfamiliar faces. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 1995 Jan;94(1):41–49.
- [10] Bentin S, Deouell LY. Structural encoding and identification in face processing: ERP evidence for separate mechanisms. *Cogn. Neuropsychol.* 2000 Feb 1;17(1–3):35–55.
- [11] Blair K, Geraci M, Devido J, McCaffrey D, Chen G, Vythilingam M, u. a. Neural response to self- and other referential praise and criticism in generalized social phobia. *Arch. Gen. Psychiatry.* 2008 Okt 6;65(10):1176–1184.
- [12] Blair KS, Geraci M, Otero M, Majestic C, Odenheimer S, Jacobs M, u. a. Atypical modulation of medial prefrontal cortex to self-referential comments in generalized social phobia. *Psychiatry Res. Neuroimaging.* 2011 Juli 30;193(1):38–45.
- [13] Bögels SM, Mansell W. Attention processes in the maintenance and treatment of social phobia: hypervigilance, avoidance and self-focused attention. *Clin. Psychol. Rev.* 2004 Nov;24(7):827–856.
- [14] Bradley MM, Lang PJ. Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *J. Behav. Ther. Exp. Psychiatry.* 1994 März;25(1):49–59.

- [15] Bruce V, Young A. Understanding face recognition. *Br. J. Psychol. Lond. Engl.* 1953. 1986 Aug;77 ( Pt 3):305–327.
- [16] Carretié L, Martín-Loeches M, Hinojosa JA, Mercado F. Emotion and attention interaction studied through event-related potentials. *J. Cogn. Neurosci.* 2001 Nov 1;13(8):1109–1128.
- [17] Clark DM, Wells A. A cognitive model of social phobia. *Soc. Phobia Diagn. Assess. Treat.* 1995;41(68):69–93.
- [18] Cohen RA. Yerkes–Dodson Law. In: Kreutzer JS, DeLuca J, Caplan B, herausgeber. *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology.* Springer New York; 2011. p. 2737–2738.
- [19] Cooney RE, Atlas LY, Joormann J, Eugène F, Gotlib IH. Amygdala activation in the processing of neutral faces in social anxiety disorder: Is neutral really neutral? *Psychiatry Res. Neuroimaging.* 2006 Nov 22;148(1):55–59.
- [20] Davis M. The role of the amygdala in fear and anxiety. *Annu. Rev. Neurosci.* 1992;15(1):353–375.
- [21] Diéguez-Risco T, Aguado L, Albert J, Hinojosa JA. Faces in context: modulation of expression processing by situational information. *Soc. Neurosci.* 2013;8(6):601–620.
- [22] Ebner NC, Riediger M, Lindenberger U. FACES—a database of facial expressions in young, middle-aged, and older women and men: development and validation. *Behav. Res. Methods.* 2010;(42):351–362.
- [23] Eimer M. The face-sensitivity of the N170 component. *Front. Hum. Neurosci.* 2011 Okt 18;5.
- [24] Eimer M. The face-specific N170 component reflects late stages in the structural encoding of faces. *Neuroreport.* 2000 Juli 14;11(10):2319–2324.
- [25] Evans KC, Wright CI, Wedig MM, Gold AL, Pollack MH, Rauch SL. A functional MRI study of amygdala responses to angry schematic faces in social anxiety disorder. *Depress. Anxiety.* 2008 Juni 1;25(6):496–505.
- [26] Feuerriegel D, Churches O, Hofmann J, Keage HAD. The N170 and face perception in psychiatric and neurological disorders: A systematic review. *Clin. Neurophysiol. Off. J. Int. Fed. Clin. Neurophysiol.* 2015 Juni;126(6):1141–1158.
- [27] Fields EC, Kuperberg GR. It’s all about you: An ERP study of emotion and self-relevance in discourse. *NeuroImage.* 2012 Aug 1;62(1):562–574.
- [28] Filkowski MM, Haas BW. Rethinking the use of neutral faces as a baseline in fMRI neuroimaging studies of axis-I psychiatric disorders. *J. Neuroimaging Off. J. Am. Soc. Neuroimaging.* 2016 Nov 2;
- [29] Hagemann J, Straube T, Schulz C. Too bad: Bias for angry faces in social anxiety interferes with identity processing. *Neuropsychologia.* 2016 Apr;84:136–149.

- [30] Hamann S, Mao H. Positive and negative emotional verbal stimuli elicit activity in the left amygdala. *Neuroreport*. 2002 Jan 21;13(1):15–19.
- [31] Haxby JV, Hoffman EA, Gobbini MI. The distributed human neural system for face perception. *Trends Cogn. Sci.* 2000 Juni 1;4(6):223–233.
- [32] Heimberg RG, Hofmann SG, Liebowitz MR, Schneier FR, Smits JAJ, Stein MB, u. a. Social anxiety disorder in DSM-5. *Depress. Anxiety*. 2014 Juni 1;31(6):472–479.
- [33] Heinrichs N, Hofmann SG. Information processing in social phobia: a critical review. *Clin. Psychol. Rev.* 2001 Juli;21(5):751–770.
- [34] Helfinstein SM, White LK, Bar-Haim Y, Fox NA. Affective primes suppress attention bias to threat in socially anxious individuals. *Behav. Res. Ther.* 2008 Juli;46(7):799–810.
- [35] Hillyard SA, Vogel EK, Luck SJ. Sensory gain control (amplification) as a mechanism of selective attention: electrophysiological and neuroimaging evidence. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 1998 Aug 29;353(1373):1257–1270.
- [36] Isenberg N, Silbersweig D, Engelen A, Emmerich S, Malavade K, Beattie B, u. a. Linguistic threat activates the human amygdala. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 1999 Aug 31;96(18):10456–10459.
- [37] Janak, P., Tye, K. From circuits to behaviour in the amygdala. *Nature*. 2015 Jan 15;(517):284–292.
- [38] Johnson SC, Baxter LC, Wilder LS, Pipe JG, Heiserman JE, Prigatano GP. Neural correlates of self-reflection. *Brain*. 2002 Aug 1;125(8):1808–1814.
- [39] Junghöfer M, Rehbein MA, Maitzen J, Schindler S, Kissler J. An evil face? Verbal evaluative multi-CS conditioning enhances face-evoked mid-latency magnetoencephalographic responses. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 2017 Apr 1;(12(4)):695-705.
- [40] Kaan E, Swaab TY. The brain circuitry of syntactic comprehension. *Trends Cogn. Sci.* 2002 Aug 1;6(8):350–356.
- [41] Kaufmann JM, Schweinberger SR. The faces you remember: Caricaturing shape facilitates brain processes reflecting the acquisition of new face representations. *Biol. Psychol.* 2012 Jan 1;89(1):21–33.
- [42] Kaufmann JM, Schweinberger SR, Burton AM. N250 ERP correlates of the acquisition of face representations across different images. *J. Cogn. Neurosci.* 2008 Aug 14;21(4):625–641.
- [43] Kessler RC, Berglund P, Demler O, Jin R, Merikangas KR, Walters EE. Lifetime prevalence and age-of-onset distributions of DSM-IV disorders in the national comorbidity survey replication. *Arch. Gen. Psychiatry*. 2005 Juni 1;62(6):593–602.
- [44] Kissler J, Herbert C, Peyk P, Junghofer M. Buzzwords: Early cortical responses to emotional words during reading. *Psychol. Sci.* 2007 Juni 1;18(6):475–480.

- [45] Kißler J, Strehlow J. Something always sticks? How emotional language modulates neural processes involved in face encoding and recognition memory. *Poznan Stud. Contemp. Linguist.* 2017;53(1).
- [46] Klein F, Iffland B, Schindler S, Wabnitz P, Neuner F. This person is saying bad things about you: The influence of physically and socially threatening context information on the processing of inherently neutral faces. *Cogn. Affect. Behav. Neurosci.* 2015 Dez;15(4):736–748.
- [47] Kolassa I-T, Kolassa S, Bergmann S, Lauche R, Dilger S, Miltner WHR, u. a. Interpretive bias in social phobia: An ERP study with morphed emotional schematic faces. *Cogn. Emot.* 2009 Jan 1;23(1):69–95.
- [48] Langner O, Dotsch R, Bijlstra G, Wigboldus DHJ, Hawk ST, Knippenberg A van. Presentation and validation of the Radboud Faces Database. *Cogn. Emot.* 2010 Dez 1;24(8):1377–1388.
- [49] Lira Yoon K, Fitzgerald DA, Angstadt M, McCarron RA, Phan KL. Amygdala reactivity to emotional faces at high and low intensity in generalized social phobia: A 4-Tesla functional MRI study. *Psychiatry Res. Neuroimaging.* 2007 Jan 15;154(1):93–98.
- [50] Luck SJ. *An introduction to the event-related potential technique.* MIT Press; 2014.
- [51] Lundh L-G, Öst L-G. Recognition bias for critical faces in social phobics. *Behav. Res. Ther.* 1996 Okt;34(10):787–794.
- [52] Lundqvist D, Flykt A, Öhman A. *The Karolinska Directed Emotional Faces—KDEF [CD-ROM].* Department of Clinical Neuroscience, Psychology section, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden.; 1998.
- [53] Maddock RJ, Garrett AS, Buonocore MH. Posterior cingulate cortex activation by emotional words: fMRI evidence from a valence decision task. *Hum. Brain Mapp.* 2003 Jan 1;18(1):30–41.
- [54] Mennin DS, Fresco DM, Heimberg RG, Schneier FR, Davies SO, Liebowitz MR. Screening for social anxiety disorder in the clinical setting: using the Liebowitz Social Anxiety Scale. *J. Anxiety Disord.* 2002;16(6):661–673.
- [55] Milad MR, Quirk GJ. Neurons in medial prefrontal cortex signal memory for fear extinction. *Nature.* 2002 Nov;420(6911):70–74.
- [56] Morschitzky H. *Angststörungen - Diagnostik, Konzepte, Therapie, Selbsthilfe.* 4. Aufl. Springer-Verlag Wien; 2009.
- [57] Mueller EM, Hofmann SG, Santesso DL, Meuret AE, Bitran S, Pizzagalli DA. Electrophysiological evidence of attentional biases in social anxiety disorder. *Psychol. Med.* 2009 Juli;39(7):1141–1152.
- [58] Musa C, Lépine J-P, Clark DM, Mansell W, Ehlers A. Selective attention in social phobia and the moderating effect of a concurrent depressive disorder. *Behav. Res. Ther.* 2003 Sep 1;41(9):1043–1054.

- [59] Myrtek M. Heart and emotion: Ambulatory monitoring studies in everyday life. Hogrefe Publishing; 2004.
- [60] Paller KA, Kutas M, Mayes AR. Neural correlates of encoding in an incidental learning paradigm. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 1987 Okt;67(4):360–371.
- [61] Pejic T, Hermann A, Vaitl D, Stark R. Social anxiety modulates amygdala activation during social conditioning. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 2013 März 1;8(3):267–276.
- [62] Phan KL, Fitzgerald DA, Nathan PJ, Tancer ME. Association between amygdala hyperactivity to harsh faces and severity of social anxiety in generalized social phobia. *Biol. Psychiatry.* 2006 März 1;59(5):424–429.
- [63] Pickering EC, Schweinberger SR. N200, N250r, and N400 event-related brain potentials reveal three loci of repetition priming for familiar names. *J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cogn.* 2003;29(6):1298–1311.
- [64] Pierce LJ, Scott LS, Boddington S, Droucker D, Curran T, Tanaka JW. The N250 brain potential to personally familiar and newly learned faces and objects. *Front. Hum. Neurosci.* 2011 Okt 31;5.
- [65] Pishyar R, Harris LM, Menzies RG. Attentional bias for words and faces in social anxiety. *Anxiety Stress Coping.* 2004 März 1;17(1):23–36.
- [66] Rapee RM, Heimberg RG. A cognitive-behavioral model of anxiety in social phobia. *Behav. Res. Ther.* 1997 Aug;35(8):741–756.
- [67] Righi S, Marzi T, Toscani M, Baldassi S, Ottonello S, Viggiano MP. Fearful expressions enhance recognition memory: electrophysiological evidence. *Acta Psychol. (Amst.)*. 2012 Jan;139(1):7–18.
- [68] Rossignol M, Campanella S, Bissot C, Philippot P. Fear of negative evaluation and attentional bias for facial expressions: An event-related study. *Brain Cogn.* 2013 Aug;82(3):344–352.
- [69] Rossignol M, Philippot P, Bissot C, Rigoulot S, Campanella S. Electrophysiological correlates of enhanced perceptual processes and attentional capture by emotional faces in social anxiety. *Brain Res.* 2012 Juni 15;1460:50–62.
- [70] Rossion B, Jacques C. Does physical interstimulus variance account for early electrophysiological face sensitive responses in the human brain? Ten lessons on the N170. *NeuroImage.* 2008 Feb 15;39(4):1959–1979.
- [71] Sabatinelli D, Keil A, Frank DW, Lang PJ. Emotional perception: Correspondence of early and late event-related potentials with cortical and subcortical functional MRI. *Biol. Psychol.* 2013 März;92(3):513–519.
- [72] Sanquist TF, Rohrbaugh JW, Syndulko K, Lindsley DB. Electrocutal signs of levels of processing: perceptual analysis and recognition memory. *Psychophysiology.* 1980 Nov 1;17(6):568–576.

- [73] Schmidt S, Mohr A, Miltner WHR, Straube T. Task-dependent neural correlates of the processing of verbal threat-related stimuli in social phobia. *Biol. Psychol.* 2010 Mai;84(2):304–312.
- [74] Schulz C, Kaufmann JM, Kurt A, Schweinberger SR. Faces forming traces: Neurophysiological correlates of learning naturally distinctive and caricatured faces. *NeuroImage.* 2012 Okt 15;63(1):491–500.
- [75] Schulz C, Kaufmann JM, Walther L, Schweinberger SR. Effects of anticaricaturing vs. caricaturing and their neural correlates elucidate a role of shape for face learning. *Neuropsychologia.* 2012 Aug;50(10):2426–2434.
- [76] Schulz C, Mothes-Lasch M, Straube T. Automatic neural processing of disorder-related stimuli in social anxiety disorder: faces and more. *Front. Psychol.* 2013;4.
- [77] Schupp HT, Cuthbert BN, Bradley MM, Cacioppo JT, Ito T, Lang PJ. Affective picture processing: the late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology.* 2000 März;37(2):257–261.
- [78] Schwarz KA, Wieser MJ, Gerdes ABM, Mühlberger A, Pauli P. Why are you looking like that? How the context influences evaluation and processing of human faces. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 2013 Apr 1;8(4):438–445.
- [79] Schweinberger SR, Huddy V, Burton AM. N250r: a face-selective brain response to stimulus repetitions. *Neuroreport.* 2004 Juni 28;15(9):1501–1505.
- [80] Schweinberger SR, Pickering EC, Burton AM, Kaufmann JM. Human brain potential correlates of repetition priming in face and name recognition. *Neuropsychologia.* 2002;40(12):2057–2073.
- [81] Scott LS, Tanaka JW, Sheinberg DL, Curran T. A reevaluation of the electrophysiological correlates of expert object processing. *J. Cogn. Neurosci.* 2006 Sep;18(9):1453–1465.
- [82] Stangier U, Heidenreich T, Berardi A, Golbs U, Hoyer J. Die Erfassung sozialer Phobie durch die Social Interaction Anxiety Scale (SIAS) und die Social Phobia Scale (SPS). *Z. Für Klin. Psychol. Psychother.* 1999 Jan 1;28(1):28–36.
- [83] Stanislaw H, Todorov N. Calculation of signal detection theory measures. *Behav. Res. Methods Instrum. Comput.* 1999 März 1;31(1):137–149.
- [84] Stein MB, Goldin PR, Sareen J, Zorrilla LTE, Brown GG. Increased amygdala activation to angry and contemptuous faces in generalized social phobia. *Arch. Gen. Psychiatry.* 2002 Nov 1;59(11):1027–1034.
- [85] Straube T, Kolassa I-T, Glauer M, Mentzel H-J, Miltner WHR. Effect of task conditions on brain responses to threatening faces in social phobics: An event-related functional magnetic resonance imaging study. *Biol. Psychiatry.* 2004 Dez 15;56(12):921–930.
- [86] Straube T, Mentzel H-J, Miltner WHR. Common and distinct brain activation to threat and safety signals in social phobia. *Neuropsychobiology.* 2005;52(3):163–168.

- [87] Tanaka JW, Curran T, Porterfield AL, Collins D. Activation of preexisting and acquired face representations: the N250 event-related potential as an index of face familiarity. *J. Cogn. Neurosci.* 2006 Sep;18(9):1488–1497.
- [88] Terburg D, Aarts H, van Honk J. Memory and attention for social threat: Anxious hypercoding-avoidance and submissive gaze aversion. *Emotion.* 2012;12(4):666–672.
- [89] Tottenham N, Tanaka JW, Leon AC, McCarry T, Nurse M, Hare TA, u. a. The NimStim set of facial expressions: Judgments from untrained research participants. *Psychiatry Res.* 2009 Aug 15;168(3):242–249.
- [90] Trepel M. *Neuroanatomie: Struktur und Funktion.* Elsevier, Urban&FischerVerlag; 2015.
- [91] Vassilopoulos S. Social anxiety and the vigilance-avoidance pattern of attentional processing. *Behav. Cogn. Psychother.* 2005 Jan 1;33:13–24.
- [92] Vogel EK, Luck SJ. The visual N1 component as an index of a discrimination process. *Psychophysiology.* 2000 März 1;37(2):190–203.
- [93] Whalen PJ, Phelps EA. *The Human Amygdala.* Guilford Press; 2009.
- [94] Wieser MJ, Gerdes ABM, Büngel I, Schwarz KA, Mühlberger A, Pauli P. Not so harmless anymore: How context impacts the perception and electrocortical processing of neutral faces. *NeuroImage.* 2014 Mai 15;92:74–82.
- [95] Ziv M, Goldin PR, Jazaieri H, Hahn KS, Gross JJ. Is there less to social anxiety than meets the eye? Behavioral and neural responses to three socio-emotional tasks. *Biol. Mood Anxiety Disord.* 2013 März 1;3:5.

## 7. Abkürzungen

BDI	Beck-Depressionsinventar
BFNE	Brief Fear of negative Evaluation (Measurement)
cm	Zentimeter
DC-EEG	Direct Current- Elektroenzephalogramm
DSM IV/V	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders
EEG	Elektroenzephalogramm
EHI	Edinburgh Handedness Inventory
EOG	Elektrookulogramm

ERP	Event related potential
$\eta^2_p$	Partielles Eta-Quadrat
F	Freiheitsgrad(e)
fMRT	funktionelle Magnetresonanztomographie
HC	Healthy control
Hz	Hertz
K $\Omega$	Kilohm
$\mu$ V	Mikrovolt
ms	Millisekunde
MW	Mittelwert
MPFC	medialer präfrontaler Kortex
p	Konfidenzintervall der Signifikanz
SAD	Social Anxiety Disorder
SAM	Self assessment manikin
SANB-5	Skala Angst vor negativer Bewertung-5
SD	Standardabweichung
SIAS	Soziale-Interaktions-Angst-Skala
SKID-I	Strukturiertes klinisches Interview zur DSM-V
SNRI	Serotonin- Noradrenalin-Reuptake-Inhibitor
SPS	Soziale-Phobie-Skala
SSRI	Selektiver Serotonin-Reuptake-Inhibitor
TAS-26	Toronto-Alexithymie-Skala-26

## 8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Ablauf der Lernphase	S.13
Abbildung 2	Ablauf der Testphase	S.14
Abbildung 3	9-stufige SAM-Valenzskala	S.15

Abbildung 4	9-stufige SAM- Aktiviertheitsskala	S.15
Abbildung 5	Mittelwerte und Standardfehler der Accuracy beider Gruppen bezüglich gelernter Gesichter über die jeweiligen Bedingungen	S.18
Abbildung 5	Mittelwerte und Standardfehler des Signalentdeckungsparameter $d'$ beider Gruppen über die drei Bedingungen	S.18
Abbildung 6	Mittelwerte und Standardfehler des Signalentdeckungsparameter $d'$ beider Gruppen über die drei Bedingungen	S.19
Abbildung 7	Mittelwerte und Standardfehler beider Gruppen für C über die drei Bedingungen	S.20
Abbildung 8	Mittelwerte und Standardfehler der Reaktionszeit beider Gruppen für gelernte gegenüber neuen Gesichtern	S.21
Abbildung 9	Reaktionszeit und Standardfehler beider Gruppen für gelernte Gesichter über die drei Bedingungen	S.21
Abbildung 10	Mittelwerte und Standardfehler der SAM-Bewertung der Valenz gelernter Gesichter beider Gruppen über die drei Bedingungen	S.22
Abbildung 11	Mittelwerte und Standardfehler der SAM-Bewertung des Arousal beider Gruppen für gelernte Gesichter über die drei Bedingungen	S.23
Abbildung 12	Mittelwerte und Standardfehler der SAM-Bewertung des Arousal neuer gegenüber gelernten Gesichtern beider Gruppen	S.24
Abbildung 13	P100 beider Gruppen über O1/O2 in der Lernphase	S.24
Abbildung 14	N170, P200 und N250 beider Gruppen in der Lernphase	S.26
Abbildung 15	LPC beider Gruppen in der Lernphase, Abbildungszeitraum -100- 800ms	S.27
Abbildung 16	Detailansicht der LPC beider Gruppen in der Lernphase, Abbildungszeitraum 400-800ms	S.27
Abbildung 17	N170, P200 und N250 beider Gruppen in der Testphase (Abbildungszeitraum -100-600ms)	S.29
Abbildung 18	Bekanntheitseffekt der N250 in der gesunden Kontrollgruppe in der Testphase	S.30
Abbildung 19	Bekanntheitseffekt der LPC in der Testphase, nach Gruppen getrennt	S.31

## 9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Mittelwerte und Standardfehler der Testscores für LSAS, SPS/SIAS, SANB-5, BDI, TAS-26 sowie das Alter der Probanden beider Gruppen	S.11
-----------	--	------

Tabelle 2	In der Lernphase des Experiments zur verbalen Konditionierung der Gesichter verwendete Sätze, unterteilt nach Bedingung (Positiv/Negativ/Neutral)	S.12
-----------	---	------

<b>Positiv</b>	<b>Negativ</b>	<b>Neutral</b>
Du bist ein Gewinner.	Du bist ein Versager.	Du bist ein Träumer.
Du bist beliebt.	Du bist peinlich.	Du bist menschlich.
Du bist lieb.	Du bist dumm.	Du bist jung.
Du bist witzig.	Du bist schweigsam.	Du bist wachsam.
Du bist interessant.	Du bist unangenehm.	Du bist nachdenklich.
Du bist engagiert.	Du bist gescheitert.	Du bist durchschnittlich.
Du wirst angelacht.	Du wirst angestarrt.	Du bist normal.
Du bist fröhlich.	Du bist nervös.	Du bist genügsam.
Du wirst gemocht.	Du wirst verhöhnt.	Du bist erwachsen.
Du bist großartig.	Du bist lächerlich.	Du bist anwesend.
Du bist wunderbar.	Du bist sonderbar.	Du bist unauffällig.
Du bist intelligent.	Du bist unterlegen.	Du bist gleichgültig.
Du wirst anerkannt.	Du wirst abgelehnt.	Du bist rational.
Du wirst gelobt.	Du wirst blamiert.	Du bist geduldig.
Du wirst bewundert.	Du wirst verachtet.	Du bist flexibel.
Du wirst ermutigt.	Du wirst ausgelacht.	Du bist lebendig.
Du bist angenehm.	Du bist verlegen.	Du bist vorsichtig.
Du bist freundlich.	Du bist schuldig.	Du bist unbemerkt.
Du bist sympathisch.	Du bist unerwünscht.	Du bist neugierig.
Du bist höflich.	Du bist komisch.	Du bist leichtsinnig.
Du bist souverän.	Du bist unverschämt.	Du bist neutral.
Du bist entspannt.	Du bist verkrampft.	Du bist abgelenkt.
Du bist unbeschwert.	Du bist unwichtig.	Du bist unbekannt.
Du bist erfolgreich.	Du bist merkwürdig.	Du bist sparsam.
Du bist mutig.	Du bist gehemmt.	Du bist ehrgeizig.
Du bist attraktiv.	Du bist arrogant.	Du bist akritisch.
Du bist selbstbewusst.	Du bist verschüchtert.	Du bist bemüht.
Du bist geschickt.	Du bist fremd.	Du bist spontan.
Du bist tüchtig.	Du bist wertlos.	Du bist unbeteiligt.
Du bist leistungsfähig.	Du bist unbeholfen.	Du bist sensibel.

Tabelle 3	Latenzzeiten der ausgewerteten ERPs	S.16
-----------	-------------------------------------	------





