

Aus der Klinik und Poliklinik für Psychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie  
der Universität Würzburg

Direktor: Universitäts-Professor Dr. med. J. Deckert

**EEG Untersuchung zum Zusammenhang zwischen  
Emotionsverarbeitung und Aufmerksamkeitsprozessen  
von stark und wenig angstsensitiven Personen**

Inaugural - Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde der  
Medizinischen Fakultät  
der  
Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Lisa Marleen Kempkes

aus Mainz

Würzburg, Mai 2013



**Referent:** Priv.-Doz. Dr. Martin J. Herrmann

**Korreferent:** Professor Dr. Erhard Wischmeyer

**Dekan:** Professor Dr. med. Matthias Frosch

**Tag der mündlichen Prüfung:** 25.10.2013

Die Promovendin ist Zahnärztin

Für meine Familie

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Theoretische Grundlagen .....	2
1.1.1	Konstrukt der Angst .....	2
1.1.2	Angstsensitivität und ASI-3 Fragebogen.....	5
1.1.3	Einfluss der Angst auf die selektive Aufmerksamkeit.....	7
1.1.4	Einfluss der Angst auf die Emotionswahrnehmung.....	8
1.1.5	EEG .....	9
1.1.5.1	Selektive Aufmerksamkeit im EEG.....	11
1.1.5.2	Emotionen im EEG.....	12
1.1.5.3	Interaktion von Emotion und selektiver Aufmerksam- keit im EEG.....	13
1.1.5.4	Angst und Angstsensitivität im EEG .....	14
1.1.6	Stimulation von Emotionen und selektiver Aufmerksamkeit .....	15
1.2	Fragestellung und Hypothesen dieser Arbeit.....	17
<b>2</b>	<b>Material und Methoden</b> .....	<b>19</b>
2.1	Versuchspersonen.....	19
2.2	Fragebögen .....	19
2.3	Elektrophysiologische Untersuchung.....	21
2.3.1	Untersuchungsbedingungen .....	21
2.3.2	Paradigma .....	21
2.3.3	EEG-Messung.....	23
2.4	Auswertung .....	24
2.4.1	Auswahl der Versuchspersonen für die Auswertung.....	24
2.4.2	Beschreibung des Probandenkollektivs .....	25
2.4.2.5	Auswertung von PANAS und STAIT .....	26
2.4.3	EEG-Auswertung .....	28
2.4.4	Statistische Auswertung.....	29
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>32</b>
3.1	EPN beim passiven Betrachten (PB-Bedingung) .....	32
3.2	EPN bei der Target- und Non-Target-Bedingung .....	36

3.3	LPP bei dem passiven Betrachten (PB-Bedingung) .....	44
3.4	LPP bei der Target- und Non-Target-Bedingung.....	46
<b>4</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>50</b>
4.1	Einfluss der Angstsensitivität.....	51
4.2	Aufmerksamkeitsprozesse und Emotionsverarbeitung.....	55
4.3	Verhaltensdaten .....	59
4.4	Limitierungen.....	60
4.5	Ausblick.....	61
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>64</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>66</b>

Anhang: Danksagung  
Lebenslauf

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Emotionseffekt bei PB im EPN.....	33
Abbildung 2:	Emotionseffekt bei der PB-Bedingung (neutral, negativ, positiv) im EPN an der Oz-Elektrode .....	34
Abbildung 3:	ASI-Effekt bei PB positiv und neutral im EPN .....	35
Abbildung 4:	ASI-Effekt bei der Bedingung PB positiv im EPN an der Oz-Elektrode .....	35
Abbildung 5:	Emotionseffekt bei Target-/Non-Target im EPN.....	38
Abbildung 6:	Emotionseffekt bei der Target- und Non-Target-Bedingung im EPN an der Oz-Elektrode.....	38
Abbildung 7:	Target-Effekt im EPN .....	39
Abbildung 8:	Target-Effekt im EPN an der Oz-Elektrode .....	40
Abbildung 9:	ASI-Effekt bei positiv und neutral in der Target- und Non-Target-Bedingung im EPN .....	41
Abbildung 10:	ASI-Effekt bei neutral in der Target- und Non-Target-Bedingung zusammen im EPN an der Oz-Elektrode .....	42
Abbildung 11:	ASI-Effekt bei Target- und Non-Target-Bedingung im EPN ....	43
Abbildung 12:	ASI-Effekt bei der Bedingung Non-Target im EPN an der Oz-Elektrode .....	43
Abbildung 13:	Emotionseffekt bei PB im LPP .....	45
Abbildung 14:	Emotionseffekt bei der PB-Bedingung (neutral, negativ, positiv) im LPP an der Pz-Elektrode .....	45
Abbildung 15:	Interaktionseffekt zwischen Emotion und Target im LPP .....	47
Abbildung 16:	Emotionseffekt bei der Differenz zwischen Target und Non-Target im LPP .....	48
Abbildung 17:	Interaktionseffekt zwischen Emotion und Target im LPP an der Pz-Elektrode .....	49

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bedingungen, resultierend aus den Anweisungen des Paradigmas.....	23
Tabelle 2:	Mittlerer Fehler in % und Standardabweichung bei der Zählleistung aller untersuchten Probanden.....	25
Tabelle 3:	Verteilung der Personenanzahl in den beiden ASI-Gruppen insgesamt und im Geschlechtervergleich.....	25
Tabelle 4:	Verteilung des Durchschnittsalters mit Standardabweichungen insgesamt und in den beiden ASI-Gruppen .....	26
Tabelle 5:	Mittlerer Fehler in % und Standardabweichung bei der Zählleistung der ausgewählten Probanden aufgeteilt in die verschiedenen Bildqualitäten .....	26
Tabelle 6:	Mittlerer Gesamtsummenscore (GS) in % und Standardabweichung im PANAS unter Berücksichtigung der Probandeneinteilung in hoch und niedrig AS .....	27
Tabelle 7:	Mittlerer Gesamtsummenscore (GS) in % mit Standardabweichung im STAIT-S/STAIT-T unter Berücksichtigung der Probandeneinteilung in hoch und niedrig ASI .....	27
Tabelle 8:	Interaktionseffekte beim Test der Innersubjekteffekte für das EPN-Potential der Target- und Non-Target-Bedingung....	36
Tabelle 9:	Mittelwerte und Standardabweichungen für die Bedingung Target und Non-Target zusammen, aufgeteilt in negativ/neutral/positiv und hoch/niedrig ASI, im EPN .....	41
Tabelle 10:	Test der Innersubjekteffekte für das LPP-Potential bei der PB-Bedingung .....	44
Tabelle 11:	Test der Zwischensubjekteffekte für das LPP bei der PB-Bedingung.....	46
Tabelle 12:	Interaktionseffekte beim Test der Innersubjekteffekte für das LPP-Potential bei der Target-/Non-Target-Bedingung.....	47
Tabelle 13:	Test der Zwischensubjekteffekte für das LPP-Potential bei der Target-/Non-Target-Bedingung.....	49

# Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ADHS	Aufmerksamkeitsdefizit- und Hyperaktivitätsstörung
AS	Angstsensitivität
ASI-3	Angstsensitivitätsindex-3, Fragebogen
df	Freiheitsgrad (degrees of freedom)
EEG	Elektroenzephalographie
EKP	Ereigniskorreliertes Potential
Emo	Emotion
EPN	early posterior negative potential
F	F-Wert
fMRI	functional Magnetic Resonanz Imaging
GS	Gesamtsummenscore
IAPS	International Affective Picture System
ISI	Interstimulusintervall
LPP	late positive potential
LSAS	Liebowitz-Soziale-Angst-Skala
m	Mittelwert
ms	Millisekunden
N2	negativster Peak des EPN-Potential
NPS	Neuropeptid S
NPSR	Neuropeptid S Rezeptor
Oz	Oz-Elektrode im EEG, abgeleitet am temporo-okzipitalen Cortex
p	p-Wert
P2	höchste Peak des EPN-Potential
P300	spezielles ereigniskorreliertes Potential, positiv, ca. 300 ms post Stimulus
PANAS	“Positive and Negative Affect Schedule“, Fragebogen
PANAS-NA	negativer Affekt (NA) im PANAS-Fragebogen
PANAS-PA	positiver Affekt (PA) im PANAS-Fragebogen
PB	passives Betrachten

Pz	Pz-Elektrode im EEG, abgeleitet am centro-parietalen Cortex
SD	Standardabweichung
STAI	State-Trait Anxiety Inventory, Fragebogen
STAI-S	STAI-State, bestimmte Faktoren im STAI, beschreibt Angst als Eigenschaft (State-Angst)
STAI-T	STAI-Trait, bestimmte Faktoren im STAI, beschreibt Angst als Zustand
t	t-Wert
Tab.	Tabelle
WHO	World Health Organization
ZNS	Zentrales Nervensystem

# 1 Einleitung

Jeder Mensch kennt das Gefühl der Angst. Wir alle haben Angst vor Krankheiten, Prüfungen, Krieg oder Umweltkatastrophen. Angst spielt in vielen verschiedenen Bereichen unseres Lebens eine herausragende Rolle, nur als Beispiele sind die Religions-, Geistes- und Politikwissenschaften zu nennen. Auch schon in den frühen Epochen der Menschheit wird von Angst berichtet (Burkert, 2003). Gerade die Psychologie beschäftigt sich verstärkt damit, die Ursprünge und Beweggründe der individuellen Angst zu erforschen. Wieso empfindet die eine Person in der gleichen kritischen Situation stärkere Angst als ihre Mitmenschen?

*„Unter Angstsensitivität wird die dauerhafte Überzeugung verstanden, dass Angst und die damit assoziierten Symptome (vor allem körperliche Symptome) zu schädigenden körperlichen, psychischen oder sozialen Konsequenzen führen (...).“* (Wittchen & Hoyer, 2011b). Das Persönlichkeitsmerkmal Angstsensitivität bezeichnet die Furcht vor Symptomen, die Zustände der Angst wieder spiegeln. Sie sind Ausdruck der sympathischen Aktivierung, das heißt die Person steht unter einer gewissen Alarmbereitschaft. Dies kann sich zum Beispiel in einem beschleunigten Herzschlag, Zittern oder Schwindel bemerkbar machen (Kemper, 2010).

Diese ständige Alarmbereitschaft veranlasst die Betroffenen zu einem gesteigerten Aufmerksamkeitspotential in jeglichen Alltagssituationen (Eldar, Yankelevitch, Lamy, & Bar-Haim, 2010). Sie reagieren viel sensitiver auf potentiell gefährliche Stimuli und vermuten, schon bei banalen Schlüsselreizen, eine drohende Gefahr. Außerdem nehmen Personen mit einer erhöhten Angstsensitivität emotionale Reize intensiver wahr als diejenigen mit einer geringer ausgeprägter Angstsensitivität (Cisler & Olatunji, 2012).

Erkenntnisse aus der Evolutions- und Neuropsychologie zeigen, dass die selektive Aufmerksamkeit bei emotionalen Stimuli im Vergleich zu neutralen Stimuli verstärkt ist (Brosch, Pourtois, Sander, & Vuilleumier, 2011; Pourtois, Schettino, & Vuilleumier, 2012; Schupp, et al., 2007). Die negativen oder positiven Reize

werden intensiver wahrgenommen, es findet sozusagen eine Reizverstärkung durch das Zusammenspiel von Emotion und Aufmerksamkeit statt (Leite, et al., 2012).

In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, wie stark bei Gesunden die Ausprägung der Angstsensitivität Emotionsverarbeitung und Aufmerksamkeitsprozesse beeinflusst. Die Probanden werden nach der Auswertung des Angstsensitivitätsindex-3 (ASI-3) in die beiden Gruppen stark oder wenig angstsensitiv eingeteilt (Kemper, Ziegler, & Taylor, 2009). Es wird ein Elektronenenzephalogramm (EEG) abgeleitet und mittels Ereigniskorrelierter Potentiale (EKP) werden die individuellen Unterschiede bezüglich der Wahrnehmung von Bildern mit unterschiedlicher Qualität (negativ = Verletzungen, positiv= erotische Szenen, neutral= Alltagssituationen) ermittelt. Die Bilder werden in mehreren Durchgängen präsentiert, wobei zwischen Aufmerksamkeitslenkung (Target = Ziel-Reiz, Non-Target = kein Ziel-Reiz) und passivem Betrachten (PB) unterschieden wird (Schupp, et al., 2007). Dabei werden auch geschlechtsspezifische Unterschiede untersucht.

Bei stark und wenig Angstsensitiven werden unterschiedliche Messergebnisse erwartet. Ob diese übertragbar sind auf Patienten mit pathologischen Angst- und Panikstörungen, bedarf weiterer Untersuchungen, insbesondere in Bezug auf eine diagnostische und therapeutische Relevanz.

## **1.1 Theoretische Grundlagen**

### **1.1.1 Konstrukt der Angst**

Die Angst gehört zu den fundamentalen Bereichen menschlicher Existenz. Unter Angst, vom lateinischen angustus bzw. angustia, versteht man das Empfinden von Enge oder Beklemmung (Krohne, 2010). Die angeborene Angst ist nicht grundsätzlich als negativ zu bewerten. Sie übernimmt eine Schutzfunktion gegenüber verschiedensten Gefahren und Bedrohungen in unserem Leben, und ist manchmal überlebensnotwendig. Man lernt durch Angst gefährliche Situationen zu vermeiden oder zu meistern. Angst kann jeden zu Höchstleistungen stimulieren oder gegenteilig auch lähmen.

Angst als Basisemotion ist ein unangenehm erlebtes Gefühl von Bedrohung (Kemper, 2010). Das Persönlichkeitsmerkmal Ängstlichkeit wird den Personen zugeschrieben, die häufiger und intensiver Angst empfinden als der Durchschnitt. Man spricht von der pathologischen Angst, wenn sie eine gewisse Dauer oder Intensität überschreitet und nicht der Situation entsprechend auftritt (Wittchen & Hoyer, 2011a). Als Folge kann eine Erwartungsangst mit einem daraus resultierenden Vermeidungsverhalten auftreten. Es werden drei Formen der Angst unterschieden:

1. Angst als Primäremotion (kognitiv, verhaltensbezogen, physiologisch)
2. Angst als Persönlichkeitsmerkmal (Ängstlichkeit)
3. Pathologische Angst (Angststörung)

Gemäß dem Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders „DSM-IV“ von 2003 wird zwischen folgenden klinisch relevanten Angststörungen differenziert: Panikstörung mit/ohne Agoraphobie, Agoraphobie, spezifische Phobien, soziale Phobien, generalisierte Angststörung und Trennungsangststörung.

Zur Aufklärung der Pathologie der Angststörungen werden unterschiedlichste Forschungsansätze verfolgt. Schon 1964 wurde von Klein die individuelle biologische Prädisposition der Betroffenen betont (Klein, 1964). Panikstörungen und Agoraphobie treten z.B. familiär gehäuft auf (Knappe, Beesdo-Baum, Nocon, & Wittchen, 2012). Man geht von einer komplexen Interaktion von Umweltfaktoren und biologischen Faktoren (Gen-Umwelt-Interaktion) aus. Dabei steht die Identifikation von Endophänotypen im Vordergrund. Darunter wird eine mit der Erkrankung assoziierte genetische Normvariante verstanden, die eine Verbindung zwischen dem klinischen Phänotyp und dem Genotyp aufbaut. Unter Endophänotypen versteht man vererbte quantitative Merkmale, die die betreffende Person dazu prädestinieren, an einer bestimmten Symptomatik zu erkranken. Endophänotypen sind ständig messbar und stellen ein aussagekräftiges Untersuchungsinstrument dar. Sie sind bei der Suche nach der ätiologischen Krankheitsursache valider als diagnostische Phänotypen (Castellanos & Tannock, 2002; Gottesman & Gould, 2003).

Psychische Störungen, wie zum Beispiel die Panikstörung, resultieren aus einer Kombination verschiedener neurobiologischer Prozesse. Alleine sind diese

nicht krankheitsauslösend, lassen sich aber statistisch gehäuft bei Betroffenen nachweisen (Maier, et al., 2008). Basierend auf verschiedenen Studien zur Aufmerksamkeitsdefizit- und Hyperaktivitätsstörung (ADHS) stellten Castellanos und Tannock 2002 für diese Entität auf neurobiologischer Grundlage ein innovatives neues Hypothesenkonstrukt auf (Castellanos & Tannock, 2002). In Ihrem Modell wird ausgehend von einzelnen ätiologischen Faktoren (Genvarianten und Umweltfaktoren) über verschiedenen Gehirnfunktionen auf unterschiedliche Endophänotypen geschlossen. Diese bedingen bestimmte Verhaltensmuster. Castellanos und Tannock definierten für ADHS verschiedenen Endophänotypen: Defizite in der zeitliche Informationsverarbeitung, Defizite des Arbeitsgedächtnisses, verkürzter Verzögerungsgradient, Antwortinhibition (Castellanos & Tannock, 2002). Ein ähnliches Konstrukt wäre auch bei Angststörungen denkbar.

Für die molekulargenetische Erforschung der Ursachen der Angst, steht die Amygdala (Mandelkern) im Mittelpunkt des Interesses. Die Amygdala ist eine Struktur des medialen Temporallappens und Teil des limbischen Systems. Sie enthält Afferenzen aus den übergeordneten Hirnstrukturen und aus dem Subkortex. Vor allem an der Verarbeitung emotionaler, aversiver Reize scheint sie beteiligt zu sein. Besonders bei angstrelevanten Stimuli findet sich eine Hyperaktivität in der Amygdala (Domschke & Dannlowski, 2010; Etkin & Wager, 2007). In der fMRT-Studie (functional Magnetic Resonanz Imaging) von Sehlmeier und Mitarbeitern wurde bei gesunden Probanden die Angst als Eigenschaft mit Hilfe des State-Trait Anxiety Inventory (STAI-T) erfasst (Sehlmeier, et al., 2011). Sie konnten zeigen, dass bei Präsentation von angstrelevanten Stimuli die erhöhte Amygdalaaktivität mit der Ausprägung der Eigenschaftsangst positiv korreliert. In anderen Studien wurden Patienten mit schwerer Depression untersucht. Diese Patienten wiesen im Vergleich zu Gesunden eine gesteigerte Aktivität der Amygdala auf verschiedenste Arten von negativen Stimuli auf (Abler, Erk, Herwig, & Walter, 2007; Peluso, et al., 2009; Siegle, Thompson, Carter, Steinhauer, & Thase, 2007).

Der Neuropeptid S Rezeptors (NPSR) findet sich vor allem in der Amygdala (Jungling, et al., 2008). Bei Untersuchungen von Dannlowski und Kollegen

konnte eine Variante des NPSR-Gens (rs324981 A/T) identifiziert werden. Die Träger dieser T-Allel Gen-Variante sind gekennzeichnet durch eine gesteigerte Amygdalaaktivität bei angstrelevanten Stimuli (Dannowski, et al., 2011). Für genau diesen Genotyp konnte, in einer groß angelegten Studie von Domschke und Kollegen mit 766 Patienten, eine erhöhte statistische Häufigkeit für die Manifestation einer Panikerkrankung bei den betroffenen Personen aufgezeigt werden (Domschke, et al., 2011).

Im Umkehrschluss lässt sich aber aus den genannten Erkenntnissen keine krankheitsrelevante Disposition für das Individuum vorhersagen. Um möglichst zuverlässig Risikofaktoren erfassen zu können, muss neben genetischen Faktoren das Interesse auf neuropsychologische Untersuchungen und bedeutende Lebensereignisse gerichtet werden. Die Relevanz eines bestimmten Gens auf die Ausprägung einer Störung ist nur unter Berücksichtigung der Umweltfaktoren zu bewerten. Jedoch stellt sich die Erfassung dieser hoch komplexen und sehr individuellen Umweltfaktoren als äußerst problematisch dar (Klauke, et al., 2012).

Um detaillierter die Pathophysiologie der Angst aufklären zu können und daraus Rückschlüsse für Diagnostik und Therapie von Angststörungen ziehen zu können, verfolgen wir in dieser Arbeit folgenden Ansatz: Mit Hilfe der Aufzeichnung der elektrischen Gehirnaktivität im EEG bzw. EKP wollen wir untersuchen, ob sich stark und wenig angst-sensitive Probanden in emotionalen und kognitiven Verarbeitungsprozessen unterscheiden. Es soll untersucht werden, ob die Angstsensitivität einen Einfluss auf das Aufmerksamkeitsvermögen ausübt. Erstrebenswert wäre es, die aus unserer Studie gewonnenen Erkenntnisse bei der frühzeitigen Diagnostik von Angst- und Panikstörungen anwenden zu können.

### **1.1.2 Angstsensitivität und ASI-3 Fragebogen**

Unter Angstsensitivität (AS), als quantitativ ausgeprägtes Persönlichkeitsmerkmal, wird verstanden, dass Körpergefühle, die mit der Angst assoziiert werden, selbst als bedrohlich empfunden werden (Reiss, Peterson, Gursky, & McNally, 1986; Wittchen & Hoyer, 2011a). Angstsensitivität bezeichnet die Furcht vor

negativ erregenden Empfindungen, die mit traumatisierenden Erfahrungen wie zum Beispiel Tod oder Verletzung assoziiert werden (Reiss & McNally, 1985). Wenn besonders angst-sensitive Personen eine stark erregende Situation durchleben, führt diese Angsterfahrung zu einem weiteren Progress der Symptomatik. So kann zum Beispiel eine für sich banale, eventuell physiologische Tachykardie mit einem lebensbedrohlichen Herzinfarkt assoziiert werden. Personen mit einer ausgeprägten Angstsensitivität entwickeln signifikant häufiger eine klinisch relevante Panikstörung (Bernstein, Zvolensky, & Schmidt, 2009).

Von Reiss und Kollegen wurde 1986 der „Anxiety Sensitivity Index“ (ASI) als Instrument zur Erfassung der Angstsensitivität beschrieben (Reiss, et al., 1986). Hierbei werden die negativen Folgen der Furcht vor Angstzuständen erfasst. In der ersten Version wurde von einer unidimensionalen Faktorstruktur ausgegangen, diese Annahme wurde jedoch in folgenden Studien in Frage gestellt. Taylor und Cox entwickelten den ASI Fragebogen weiter (Taylor & Cox, 1998). Diese revidierte Form, genannt ASI-R, berücksichtigt sechs verschiedene Faktoren und besteht aus 36 unterschiedlichen Items. Aufgrund der mangelhaften Validität des ASI-R reduzierten Taylor und Kollegen 2007 in der aktuellsten Version des englischen Angstsensitivitätsindex, dem ASI-3, die Faktorenzahl auf drei (Taylor, et al., 2007). Dieser ASI-3 ist multidimensional strukturiert und beinhaltet folgende Faktoren: Bedenken kognitiv, somatisch und sozial. Von Kemper und seinen Mitarbeiter wurde 2009 der ASI-3 ins Deutsche übersetzt (Kemper, et al., 2009). In einer großangelegten Studie wurde dieser an einem Kollektiv von 5.477 Personen evaluiert.

Wir verwenden den ASI-3 bei psychisch Gesunden und nicht zur Erfassung von pathologischen Angstzuständen. Verschiedene Studien belegen einen Zusammenhang zwischen dem Summenscore im ASI-3 und der Ausprägung einer Angst- oder Panikstörungen. Schmidt und Mitarbeiter konnten zum Beispiel zeigen, dass Angstsensitivität in der Pathogenese von Angsterkrankungen eine Rolle spielt (Schmidt, Zvolensky, & Maner, 2006). Ebenso stellt sie auch einen Risikofaktor für verschiedene andere psychische Erkrankungen, wie zum Beispiel für eine posttraumatische Belastungsstörung oder eine Zwangsstörung, dar (Mantar, Yemez, & Alkin, 2011). Benitez und Kollegen belegten, dass

Panikpatienten eine hohe Punktzahl im ASI aufweisen und die Häufigkeit von Panikattacken mit dem ASI-Messwert korreliert (Benitez, et al., 2009). Die vom Patienten erreichte Punktzahl in den Fragen betreffend des Faktors „Bedenken kognitiv“ korreliert mit der Ausprägung einer Depression oder einer Angsterkrankung (Kemper, Lutz, Bahr, Ruddel, & Hock, 2012). In einer Langzeitstudie mit High-School-Schülern konnten Hayward und Mitarbeiter belegen, dass die Angstsensitivität einen signifikanten Prädiktor für das Auftreten von Panikattacken darstellt (Hayward, Killen, Kraemer, & Taylor, 2000).

Klauke und Kollegen stellten in ihrer Studie fest, dass belastende Kindheitserfahrungen ein starker Prädiktor für eine erhöhte Angstsensitivität (eingeteilt nach dem ASI) sind (Klauke, et al., 2012). Darüber hinaus zeigt, wie schon in Kapitel 1.1.1 beschrieben, die Variation des Neuropeptid S Rezeptors (NPSR 1) einen starken Einfluss auf die Angstsensitivität. Dabei muss vor allem die Gen-Umwelt-Interaktion des NPSR beachtet werden. Umweltfaktoren variieren die Ausprägung des NPSR (Klauke, et al., 2012). Diese führen dann zu einer verstärkten Angstsensitivität, wenn eine genetische Disposition vorliegt.

### **1.1.3 Einfluss der Angst auf die selektive Aufmerksamkeit**

Aufmerksamkeit ist eine komplexe Leistung. Es erfolgt zuerst eine Zuwendung auf den dargebotenen Reiz, dieser unterliegt daraufhin einer Selektion. Aufmerksamkeit als Zustand konzentrierten Bewusstseins ist eine gesteigerte Hinwendung auf einen speziellen Reiz (Deutsch & Deutsch, 1963). Diese Hinwendung kann reflektorisch von einem Reiz selbst provoziert werden (exogen) oder bewusst auf diesen Reiz gerichtet werden (endogen) (Brosch, et al., 2011; Cohen, Cavanagh, Chun, & Nakayama, 2012).

Man kann verschiedene Aufmerksamkeitsprozesse unterscheiden. „Alertness“ (aus dem Englischen übersetzt „Wachheit“) beschreibt das generelle Aufmerksamkeitsniveau und ist mit kurzer Latenz variabel (Braboszcz & Delorme, 2011). Von „geteilter Aufmerksamkeit“ wird gesprochen, wenn mehrere Reize gleichzeitig verarbeitet werden.

In dieser Arbeit wird der Schwerpunkt auf die „selektive Aufmerksamkeit“ gelegt. Diese wird als die Fähigkeit verstanden, sich auf einen speziellen Reiz zu

fokussieren und gleichzeitig irrelevante Inhalte auszublenden. Dies bewirkt eine Selektion der Information, sowohl des Inhaltes als auch der Menge (Cosman & Vecera, 2012). Man kann sich zum Beispiel während eines Gesprächs auf seinen Gesprächspartner konzentrieren und irrelevante Nebengeräusche ausblenden. Durch Training kann dieser Effekt noch verstärkt und verbessert werden (Kelley & Yantis, 2009). In unserem Versuch untersuchen wir diese Art von selektiver Aufmerksamkeit, sowohl durch gezielte selektive Aufmerksamkeitshinwendung auf einen Stimulus, als auch durch eine entsprechende Abwendung. Eine erhöhte Aufmerksamkeit gilt als ein körperliches Symptom der Angst, neben anderen Symptomen wie zum Beispiel erhöhte Herzfrequenz und flache, schnelle Atmung. Personen, die an einer Angsterkrankung leiden, weisen eine erhöhte Aufmerksamkeitsfähigkeit, beziehungsweise eine Aufmerksamkeitsverzerrung bei bedrohlichen Stimuli auf (Eldar, et al., 2010). Sie fokussieren automatisch und unbewusst den potentiell gefährlichen Reiz. Gezieltes Aufmerksamkeits-Training kann die ausgeprägte Angstwahrnehmung reduzieren und somit den Krankheitsverlauf verbessern (Bar-Haim, 2010).

#### **1.1.4 Einfluss der Angst auf die Emotionswahrnehmung**

Emotionen sind intensive, subjektive und variable Gefühlszustände jedes menschlichen Individuums. Eine Emotion ist eine komplexe Reaktion des Körpers, die multiple Veränderungen hervorruft. Sie betreffen physiologische Prozesse, Gefühle, kognitive Verarbeitung und Verhaltensmuster. Emotionen treten in Situationen auf, die das Individuum als persönlich bedeutsam wahrnimmt (Greenberg, 2012). Sie stellen die betroffene Person auf eine veränderte Gegebenheit ein. Sowohl körperliche Aktivität und Handlungen als auch Verhaltensziele und Verhaltensmuster werden entsprechend modifiziert. Gefühle wie Angst oder Wut manifestieren sich in einem spezifischen, dem Instinkt folgenden Gesichtsausdruck. Die erlebte Emotion prägt die jeweilige Mimik (Levenson, Ekman, & Friesen, 1990).

Zur Kategorisierung von Emotionen liegt eine große Anzahl von Theorien vor. Es wird davon ausgegangen, dass gewisse Basisemotionen jedem Individuum genetisch vorgegeben sind und das menschliche Verhalten entsprechend steu-

ern (Ekman, 1993; Izard, 1992). Kein allgemeiner Konsens besteht darüber, welche Emotionen elementar sind, und welche sekundär hieraus resultieren. Paul Ekman definierte 1992 sechs Basisemotionen: Angst, Freude, Ekel, Trauer, Wut, Überraschung (Ekman, 1992). Jede dieser Basisemotionen geht sowohl mit einer charakteristischen physiologischen Veränderung, als auch mit einem charakteristischen mimischen Ausdruck einher (Ekman, 1992, 1993). Nach Ekmans Auffassung sind diese beschriebenen Gesichtsausdrücke nicht während der Kindheit langsam erlernt worden, sondern genetisch vorbestimmt (Ekman, 2009).

Verschiedenste Kriterien werden angewandt um Emotionen zu beschreiben und zu vergleichen, zum Beispiel: Arousal (Anspannung, Erregung), Valenz (Wertigkeit), negative oder positive Ausprägung und Dominanz (übermächtig-machtlos). Das Arousal wird auf einer Skala von beruhigend/ruhig bis aufregend erfasst. In unseren Testreihen kamen negative und positive Bilder mit hohem Arousal und neutrale Bilder mit niedrigem Arousal zur Anwendung.

Eine der prägendsten Emotionen ist die Angst. Personen mit einer erhöhten Angstsensitivität weisen eine veränderte Wahrnehmung von bestimmten Emotionen auf (Cisler & Olatunji, 2012). Angsterkrankungen sind charakterisiert durch eine emotionale Hyperaktivität, vor allem auf bedrohliche Reize (Bishop, 2008). Betroffene weisen Defizite sowohl in der Emotionsverarbeitung als auch in der Verkörperung der eigenen Emotionen auf (Feldner, Zvolensky, & Leenfeldner, 2004; Hino, Takeuchi, & Yamanouchi, 2002). Brühl und Mitarbeiter zeigten in Ihrer fMRI-Studie, dass sich bei Präsentation emotionaler Stimuli der neuronale Schaltkreis von Angst-Patienten von dem bei Gesunden unterscheidet (Bruhl, Herwig, Delsignore, Jancke, & Rufer, 2012). Sie empfehlen, bei Angst-Patienten mit gezieltem Training Strategien der Emotionsregulation zu entwickeln.

### **1.1.5 EEG**

Das erste Mal wurde 1875 von Richard Caton ein EEG abgeleitet. Er beobachtete im Tierversuch elektrische Phänomene am Gehirn. Doch erst 1924 wurde

die erste EEG-Untersuchung von Hans Berger am Menschen durchgeführt (Ebner & Deuschl, 2010).

Beim EEG handelt es sich um die Ableitung von Summenaktionspotentialen an der Schädeloberfläche. Durch Potentialdifferenzen im Extrazellulärraum entstehen elektrische Ströme im Sinne eines Dipols (Zoschke & Hansen, 2012). Das EEG zeichnet diese elektrischen Membranpotenziale auf. Sie bilden Ladungsveränderung an der Schädeloberfläche ab. Das EEG ist dazu geeignet zerebrale Aktivierungsvorgänge darzustellen und zeichnet die spontane elektrische Aktivitätsänderung des Gehirns auf (Ebner & Deuschl, 2010).

In der vorliegenden Arbeit nutzen wir das EEG zur Registrierung früher Aktivierungsprozesse. Bestimmte externe (z.B. visuelle und auditive) und interne (z.B. sensorische, motorische und psychische) Stimuli generieren unspezifische Potentiale an definierten Orten. Diese werden als Ereigniskorrelierte Potentiale (EKP) bezeichnet. Das EKP ist eine eigenständige, ereignisbezogene hirnelektrische Aktivität an definierter Stelle, die zusätzlich zur Spontanaktivität auftritt. Ursächlich dafür ist das synchrone Auftreten postsynaptischer Potentiale größerer Zellverbände (Stöhr, Dichgans, Buettner, Hess, & Gerloff, 2005). Das EKP hat in der Regel eine deutlich niedrigere Amplitude als das Spontan-EEG.

Die Kenngrößen des EKPs sind Latenz (zeitlicher Abstand zum Reiz), Amplitude (Höhe des Ausschlags) und Polarität (plus oder minus). In Anlehnung an die Studie von Schupp und Kollegen untersuchten wir zwei bestimmte Potentiale (Schupp, et al., 2007):

1. early posterior negative potential (EPN): Latenz 200 - 350 ms, Amplitude negativ, abgeleitet am temporo-okzipitalen Cortex (Oz-Elektrode)
2. late positive potential (LPP), auch P300 genannt: Latenz 400 - 600 ms, Amplitude positiv, abgeleitet am centro-parietalen Cortex (Pz-Elektrode)

Im Zeitintervall des EPNs findet die erste Auseinandersetzung mit dem jeweiligen Reiz statt. Es erfolgt eine grobe Kategorisierung beziehungsweise Filterung (Ebner & Deuschl, 2010). Schupp und Kollegen beschrieben 2003 für emotionale Bilder im EPN eine stärkere Potential-Negativierung im Vergleich zu neutralen Bildern (Schupp, Junghofer, Weike, & Hamm, 2003). Sie interpretierten diese Ergebnisse wie folgt: Im EPN findet eine erste Wertung der registrierten Bil-

der statt. Es wird festgestellt welche Bilder von Interesse für die weitere, intensivere Verarbeitung sind.

In der späteren Verarbeitungsphase des LPPs findet die komplexe Auseinandersetzung mit dem jeweiligen Reiz statt. Schon hier lässt sich eine frühe Gedächtnisbildung feststellen (Polich, 2007). Die Amplitude des LPP verläuft positiver bei Präsentation von Bildern mit hohem Arousal als bei Präsentation von Bildern mit niedrigem Arousal (Rozenkrants & Polich, 2008). Außerdem verhält sich das LPP sensitiv gegenüber der Präsentationsrate und der Wahrscheinlichkeit des Auftretens des Target-Reizes (Croft, Gonsalvez, Gabriel, & Barry, 2003).

Aufgrund der komplexen neuroanatomischen Verschaltung ist es schwierig, bestimmte Funktionen einer umschriebenen Lokalisation im EEG zuzuordnen. In dieser Studie wurden die EKPs bei Oz und Pz gemessen. Vorhergehende Studien (Codispoti, Ferrari, Junghofer, & Schupp, 2006; Potts & Tucker, 2001; Schupp, et al., 2003) zeigten, dass die höchsten Potentialausschläge für das EPN und LPP an den oben definierten Lokalisationen anzutreffen sind.

### **1.1.5.1 Selektive Aufmerksamkeit im EEG**

Die bei Angsterkrankungen verzerrte Verarbeitung von angstrelevanten Reizen lässt sich sowohl anhand von fMRI- als auch mit EEG-Untersuchungen darstellen.

FMRI-Studien zeigten bei gezielter Aufmerksamkeitslenkung Aktivitäten im okzipitalen und temporalen Cortex (Silver & Kastner, 2009). Diese Erkenntnisse können anhand von Ereigniskorrelierten Potentialen im EEG auch zeitlich spezifiziert werden. In der Studie von Codispoti und seinen Mitarbeitern wurde Probanden neutrale Bilder z.B. von Tieren, Landschaften oder Häusern dargeboten (Codispoti, Ferrari, Junghofer, et al., 2006). Sie stellten fest, dass sich das EPN stärker negativ bei der Target-Bedingung darstellt, als bei der Non-Target-Bedingung. Während der Target-Bedingung stellte die jeweilige Bilderkategorie den Ziel-Reiz dar.

Das LPP korreliert mit Aufmerksamkeits- und Gedächtnisprozessen (Stöhr, et al., 2005). Dies trifft auf gesunde Probanden, sowie Patienten mit psychischer oder neurologischer Pathologie zu. Genetische Faktoren werden als Ursache

vermutet (Linden, 2005). Das LPP ist offenbar als ein „context updating“ aufzufassen, während dieser Zeiteinheit werden aktuelle Informationen mit dem Arbeitsgedächtnis abgeglichen. Es findet ein bewusster Aufmerksamkeitswechsel statt (Polich, 2007). In der Studie von Codispoti und seinen Mitarbeitern ist die LPP-Amplitude bei der Target-Bedingung, im Vergleich zu Non-Target-Bedingung, erhöht (Codispoti, Ferrari, Junghofer, et al., 2006).

### **1.1.5.2 Emotionen im EEG**

Verschiedenen Hirnregionen wird die Entstehung von Emotionen zugeordnet. Insbesondere das Limbische System steuert Emotionen, das Triebverhalten und kognitive Leistungen. Patienten mit einer Schädigung der Amygdala gelten als emotional abgestumpft (Szily & Keri, 2008) und weisen emotionale Defizite auf (Adolphs, Baron-Cohen, & Tranel, 2002). FMRI-Studien zeigten okzipitalen, parietalen und temporalen Kortex verstärkte Aktivität als Reaktion auf emotional erregende Bilder (Gerdes, et al., 2010; Sabatinelli, Lang, Keil, & Bradley, 2007). Die Präsentation von negativen Bildern provoziert eine erhöhte Aktivität in der Amygdala (Gerdes, et al., 2010). Genau diese Aktivität korreliert mit der Amplitude des LPP (Sabatinelli, et al., 2007).

Im Hinblick auf die Fragestellung unserer Untersuchungen wird geprüft, wie Emotionen visuelle Eindrücke modulieren und unspezifische Veränderungen im EEG bewirken. Im Mittelpunkt steht die schnelle Kategorisierung von unterschiedlichen Reizqualitäten.

Junghofer und Mitarbeiter zeigten, dass das EPN (232 - 296 ms post Stimulus) beim Betrachten von Bildern mit einem hohen Arousal, im Vergleich zu Bildern mit niedrigem Arousal, eine signifikant höhere Amplitude aufweist (Junghofer, Bradley, Elbert, & Lang, 2001).

Die Amplitude des LPP kann als Maß der Erregbarkeit durch einen bestimmten Stimulus angesehen werden. Ein signifikanter Emotionseffekt ließ sich beim LPP (hier 300 - 440 ms) nachweisen (Keil, et al., 2002). Hoch erregende, emotionale Stimuli sind assoziiert mit einer erhöhten LPP-Amplitude (Leite, et al., 2012). In der Studie von Briggs und seinen Mitarbeitern kamen ebenfalls Bilder des International Affective Picture System (IAPS) zur Anwendung (Briggs & Martin, 2009). Die P300 Amplitude (300 - 500 ms post stimulus) war bei der

Präsentation von Stimuli mit starkem Arousal (sexuell und unangenehm) höher als bei Stimuli mit niedrigem Arousal.

Im Einklang mit den oben genannten Studien zeigten auch Schupp und Kollegen, dass im EPN (150 - 300 ms) hoch erregende Bilder, im Vergleich zu wenig erregenden, eine stärker negativ ausgeprägte Amplitude aufweisen (Schupp, et al., 2007). Im LPP (350 - 650 ms) bewirken hoch erregende Bilder einen positiveren Verlauf des Potentials als bei negativen Bildern.

### **1.1.5.3 Interaktion von Emotion und selektiver Aufmerksamkeit im EEG**

Emotionsverarbeitung steht in einem engen Bezug zu der Ausprägung der individuell veranlagten Aufmerksamkeit (Modinos, Ormel, & Aleman, 2010). Bei den unter Kapitel 1.1.5.1 und Kapitel 1.1.5.2 zitierten Studien fällt auf, dass Emotionen und Aufmerksamkeit ähnliche Effekte im EEG beziehungsweise EKP hervorrufen. Nun wird der Schwerpunkt darauf gelegt, dass emotionale Stimuli die Aufmerksamkeit steigern. Dabei fallen genau diese beiden Prozesse der selektiven Aufmerksamkeit und Emotionsverarbeitung zusammen. Selektive, visuelle Aufmerksamkeit wird durch emotional geprägte optische Stimuli ausgelöst. Verstärkt ist dieser Effekt bei Bildern mit hohem Arousal (Leite, et al., 2012). Die Reaktion auf den betreffenden Stimulus und die daraus folgenden Konsequenzen resultieren aus einer Interaktion zwischen Aufmerksamkeit und emotionalen Faktoren (Ruz, Madrid, & Tudela, 2012).

Emotionen fördern die frühe visuelle Verarbeitung und verstärken die Wahrnehmungsfähigkeit von Reizen, die Aufmerksamkeit provozieren (Phelps, Ling, & Carrasco, 2006). Schon 1998 zeigten Lang und Mitarbeiter, dass bei selektiver Aufmerksamkeit auf emotionale Bilder eine Aktivitätssteigerung im okzipitalen Kortex beobachtet werden kann (Lang, et al., 1998). Vermutet wird, dass der in dieser Region lokalisierte visuelle Kortex an der Verarbeitung der Stimuli beteiligt ist.

In der Studie von Leite und Kollegen korrelierten im EPN Valenz und Arousal des Emotionseffekts mit der frühen Aufmerksamkeitsverarbeitung (Leite, et al., 2012). Jedoch vermuteten Hajcak und Mitarbeiter, dass Emotionen und Aufmerksamkeit zwar ähnliche Effekte hervorrufen, aber voneinander unabhängig

sind (Hajcak, Macnamara, Foti, Ferri, & Keil, 2011). In der kombinierten EEG-fMRI Studie von Jaspers-Fayer und Kollegen wurde die selektive Aufmerksamkeit durch auditive Reize ausgelöst (Jaspers-Fayer, Ertl, Leicht, Leupelt, & Mulert, 2012). Als Stimuli wurden unter anderem gesprochene, emotional unterschiedlich gefärbte Wörter, wie zum Beispiel „happy, cheerful“ oder „sad, irritating“, verwendet. Ihre Ergebnisse zeigten zum Zeitpunkt des EPN (hier 120-160 ms post Stimulus) eine gesteigerte Aktivität am orbitalen präfrontalen Kortex und an der Amygdala. Dies lässt vermuten, dass der orbitale präfrontale Kortex an der frühen Verarbeitung des aufgenommenen Reizes beteiligt ist.

Schupp und Kollegen stellten fest, dass sich im EPN der Emotions- und Target-Effekt additiv verstärken (Schupp, et al., 2007). Sowohl die Target-Bedingung, als auch das hohe Arousal der Bilder, bewirken eine Amplitudenerhöhung der EPN. Das bedeutet, dass ein vergleichbarer Target- und Emotionseffekt vorlag. Der Target-Effekt ist bei erotischen Bildern stärker ausgeprägt als bei Bildern mit Verletzungen. Es ist keine Interaktion zwischen Emotion und Aufmerksamkeit im EPN festzustellen.

In der gleichen Studie stellten Schupp und Kollegen bei der P300-Amplitude einen signifikanten Unterschied zwischen den Bildern mit hohem Arousal und niedrigem Arousal, bei der Non-Target- und PB-Bedingung, fest (Schupp, et al., 2007). Obwohl P300 bei der Non-Target-Bedingung amplitudenreduziert war, zeigte sich immer noch ein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Arousal-Qualitäten.

Das LPP zeigt eine erhöhte Amplitude bei allen Bildqualitäten in der Target-Versuchsbedingung im Vergleich zur Non-Target-Bedingung. Bei neutralen Bildern besteht ein additiver Effekt. Bei erotischen Bildern und Bildern mit Verletzungen ist ein Interaktionseffekt zwischen Emotion und Target festzustellen. Dieser ist bei erotischen Bildern am stärksten ausgeprägt.

Im LPP tritt ein Interaktionseffekt zwischen der Non-Target- und PB-Bedingung auf (Schupp, et al., 2007).

#### **1.1.5.4 Angst und Angstsensitivität im EEG**

Angst beeinflusst kognitive Leistungen, dies lässt sich auch im EEG beobachten. MacNamara und Mitarbeiter erfassten die Angst bei gesunden Probanden

nach dem STAI (State-Trait Anxiety Inventory) (MacNamara, Ferri, & Hajcak, 2011). Bei Gedächtnistests beeinflusste das Ausmaß der Angst die Amplitude des LPPs (400 - 1000 ms post Stimulus). Die Amplitudendifferenz zwischen hoher und niedriger Gedächtnisleistung ist bei starker Ängstlichkeit kleiner als bei gering ausgeprägter Ängstlichkeit. Die individuelle Angst beeinflusst das Aufmerksamkeitsniveau bei Stimuli denen keine Relevanz zugeschrieben wird (Non-Target).

Die Arbeit von Bruder und Kollegen basiert auf einem Oddball-Paradigma mit depressiven Patienten (Bruder, et al., 2009). Das Oddball-Paradigma ist das klassische Instrument zur Untersuchung selektiver und automatischer Aufmerksamkeitsprozesse. Dabei werden selten und unregelmäßig Zielreize (englisch: oddball) in einer Fülle von zahlreichen Standardreizen (Non-Target) präsentiert. In der Studie von Bruder und Kollegen konnte keine Korrelation zwischen dem BDI-Fragebogen (Beck Depression Inventory) oder dem STAI (State-Trait Anxiety Inventory) und der P300-Amplitude festgestellt werden.

Sehlmeyer und Mitarbeiter zeigten, anhand eines Go-/No-Go-Paradigmas, dass die Angstsensitivität bei der Bedingung No-Go einen signifikanten Einfluss auf die Höhe der Amplitude der P300 hat (Sehlmeyer, et al., 2010). Hohe Angstsensitivität führte zu einer signifikanten Amplitudenerhöhung. Dieses Ergebnis lässt folgern, dass hoch angstsensitive Personen jeder Zeit unter einer gewissen Alarmbereitschaft stehen. Bei ihnen besteht eine besondere Erwartungshaltung. Diesem Kollektiv wird eine verbesserte Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfähigkeit zugesprochen, da sie unbedingt unangenehme Situationen meiden wollen.

Basierend auf den Erkenntnissen aus den oben genannten Studien erwarten wir in unserem Versuch Unterschiede im EEG zwischen den hoch und niedrig Angstsensitiven zu registrieren, vor allem unter der Non-Target-Bedingung und der PB-Bedingung.

### **1.1.6 Stimulation von Emotionen und selektiver Aufmerksamkeit**

Unterschiedliche Emotionen können durch verschiedene Reize ausgelöst werden. Als Trigger kommen vor allen folgende Stimuli in Frage: optische, akusti-

sche, verbale, olfaktorische und gustatorische. So rufen zum Beispiel geschriebene Wörter Emotionen hervor (Shestyuk, Deldin, Brand, & Deveney, 2005). In der Studie von Anderson und Kollegen kamen unterschiedliche Geschmacksstoffe zur Anwendung (Anderson, et al., 2003). Wronka und Mitarbeiter nutzten verschiedene Töne als Reize (Wronka, Kaiser, & Coenen, 2012).

In unseren Versuchen werden bei den Probanden Emotionen durch visuelle Reize ausgelöst. Hierzu kamen Bilder des International Affective Picture System (IAPS) zur Anwendung (Lang, Bradley & Cuthbert, 1997). Jedem Bild können drei verschiedene Eigenschaften zugeordnet werden: Bildcharakter (positiv, negativ, neutral), Arousal (erregend, nicht erregend) und Dominanz (kontrollierbare, unkontrollierbare). Mittlerweile wird das IAPS als gut evaluiertes Forschungsinstrument angesehen und in vielen aktuellen Studien angewendet.

Es gibt eine Reihe verschiedener Möglichkeiten, die selektive Aufmerksamkeit eines Probanden zu untersuchen. Wir verwenden in unserer Studie ein Target-, Non-Target-Paradigma. Entsprechend dem Versuchsaufbau von Schupp und Kollegen präsentieren wir die IAPS-Bilder in unterschiedlichen Durchgängen (Schupp, et al., 2007). Zuvor werden dem Probanden folgende Anweisungen gegeben um verschiedene Aufmerksamkeitsniveaus zu erzeugen:

1. Bilder mit Verletzungen zählen → Target negativ
2. Erotische Bilder zählen → Target positiv
3. Neutrale Bilder zählen → Target neutral

Jede der drei Bilderkategorien wird dem Probanden mit und ohne Aufmerksamkeitslenkung, das heißt innerhalb eines Durchgangs die eine Bilderkategorie als Target- und die jeweils zwei anderen als Non-Target-Bedingung, dargeboten. Des Weiteren wird pro Proband ein Durchgang mit der Anweisung „alle gleich beachten“ (PB) durchgeführt. Bei dieser PB-Bedingung wird somit keinerlei Anforderung an die Aufmerksamkeitsgabe des Probanden gestellt.

Emotionen erhöhen die Auffassungsgabe und verstärken die Aufmerksamkeit. Diese Effekte sind abhängig von der Intensität und Qualität der Emotion (negativ, positiv) (Phelps, et al., 2006). Um das Zusammenspiel von Emotion und Aufmerksamkeit zu untersuchen, erfolgt eine schnelle Präsentation vieler Bilder (so genannte „rapid serial visual presentation“ – RSVP) (Meng, et al., 2012).

Der Proband fokussiert unbewusst die hocherregenden Bilder. In unserem Paradigma ist der Proband so einer anhaltenden Flut visueller Stimuli ausgesetzt und dadurch gezwungen, schnell zu differenzieren. Schupp und Kollegen stellen in ihrer Studie folgende Erkenntnisse vor (Schupp, et al., 2007): Bei Aufmerksamkeitslenkung auf einen speziellen emotionalen Stimulus während der RSVP reduziert sich die Differenzierbarkeit im Hinblick auf das Arousal der anderen Bildqualitäten.

## 1.2 Fragestellung und Hypothesen dieser Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, den Einfluss der Angstsensitivität auf die Emotionsverarbeitung zu untersuchen. Im Speziellen gilt das Interesse der Interaktion zwischen Emotionsverarbeitung und Aufmerksamkeitslenkung.

Es werden für diese Untersuchungen folgende Hypothesen aufgestellt:

### **Hypothese 1:**

*Im EPN und LPP ist ein signifikanter Target-Effekt nachweisbar. Die Target-Bedingung führt im Vergleich zu Non-Target zu einer Amplitudensteigerung.*

### **Hypothese 2:**

*Der Target-Effekt im EPN und LPP korreliert mit der Ausprägung der Angstsensitivität. Bei hochgradig Angstsensitiven tritt dieser Effekt verstärkt auf.*

### **Hypothese 3:**

*Im EPN und LPP zeigen sich bei der PB-Bedingung während der Präsentation von negativen, positiven und neutralen Reizen ein signifikanter Emotionseffekt. Dies äußert sich in einer Amplitudenerhöhung bei Präsentation von negativen und positiven Reizen.*

### **Hypothese 4:**

*Im EPN und LPP zeigen sich bei der PB-Bedingung bei Probanden mit hoher Angstsensitivität eine spezifisch erhöhte Amplitude auf negativ emotionale Reize (im Vergleich zu neutralen und positiven).*

**Hypothese 5:**

*Im EPN zeigt sich keine Interaktion zwischen Target und Emotion, mit stärker negativen Amplituden bei der Target-Bedingung und den emotionalen Reizen.*

**Hypothese 6:**

*Target- und Emotionseffekt im EPN sind stärker ausgeprägt bei hoher Angstsensitivität.*

**Hypothese 7:**

*Im LPP zeigt sich bei der Target-, Non-Target-Bedingung eine Interaktion zwischen Emotions- und Target-Effekt. Bei emotionalen im Vergleich zu neutralen Reizen kommt es zu einer stärkeren Target-Modulation.*

**Hypothese 8:**

*Die Interaktionseffekte im LPP sind stärker ausgeprägt bei hoher Angstsensitivität.*

**Hypothese 9:**

*Im LPP und EPN zeigen sich sowohl bei der Target- als auch bei der PB-Bedingung keine geschlechtsspezifischen Unterschiede.*

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Versuchspersonen

Die Studie wurde gemäß den Vorgaben der World Medical Association (WMA) konzipiert und von der Ethikkommission der Universität Würzburg, im Einklang mit der Deklaration von Helsinki von 2008, genehmigt. Es nahmen 52 gesunde Probanden im Alter von 20 bis 49 Jahren an dem Versuch teil.

Teilnahmebedingungen waren: Rechtshändigkeit, deutsche Muttersprache und kaukasische Ethnizität. Als Ausschlusskriterien waren festgelegt: Tätowierungen im Kopf-, Nacken-, Schulterbereich, Herzschrittmacher, Cochlea-Implantate oder andere Metallteile am Kopf (außer im Mund), Epilepsie, Platzangst, behandlungsdürftige psychische oder neurologische Erkrankungen, Einnahme von Psychopharmaka sowie schwere körperliche Erkrankungen. Bei Frauen durfte keine Schwangerschaft vorliegen.

Die Probanden wurden durch eine Anzeige im Internet rekrutiert. Ein Erstkontakt per E-Mail fand mit 208 Interessenten statt. Dabei wurden sie aufgefordert, den ASI-3 Fragebogen (Taylor, et al., 2007) und den Fragebogen betreffend der Ausschlusskriterien zu beantworten. Der Rücklauf lag bei 141 ASI-3 Fragebögen. Diese kamen zur Auswertung. Nur diejenigen, die Punktwerte über 23 oder unter 13 im ASI-3 erzielten, wurden weiter berücksichtigt. Dieses Kriterium erfüllten 56 Personen.

Am daraufhin vereinbarten Versuchstag erschienen 52 Probanden (27 Frauen, 25 Männer). Bei diesen wurde das vollständige Untersuchungsprogramm durchgeführt.

### 2.2 Fragebögen

Nach umfassender Information und Aufklärung am Versuchstag erklärten alle Teilnehmer schriftlich ihr Einverständnis zur Untersuchung.

Der ASI-3 wurde vor der EEG-Untersuchung ein zweites Mal bei jedem Probanden durchgeführt. Die deutsch sprachige Version des Anxiety Sensitivity

Index-3 (ASI-3) (Kemper, et al., 2009; Taylor, et al., 2007) besteht aus 18 Items mit einer fünfstufigen Antwortskala von null (stimme gar nicht zu) bis vier (stimme völlig zu). Der Selbstbeurteilungsfragebogen ASI-3 lässt sich im Gegensatz zur unidimensionalen Faktorstruktur der ursprünglichen Version von Peterson und Kollegen (Peterson & Reiss, 1992) in drei Faktoren aufteilen: Bedenken hinsichtlich somatischer Folgen, Bedenken hinsichtlich sozialer Folgen und Bedenken hinsichtlich kognitiver Folgen von Angst.

Bei der Auswertung wird der Gesamtsummenscore (GS) aller Items gebildet. Es lagen nun zwei ASI-Werte pro Proband vor, da jeder Teilnehmer bei Kontaktaufnahme im Internet das erste Mal und am Versuchstag das zweite Mal den Fragebogen ausfüllte. Die Ergebnisse beider Testungen wurden gemittelt. Im Weiteren wird immer auf diesen Mittelwert Bezug genommen. Probanden mit einem ASI-Wert größer 23 wurden als hoch angstsensitiv und mit einem Wert unter 13 als niedrig angstsensitiv eingestuft.

Zusätzlich wurden soziodemographische Daten wie z.B. Geschlecht, Alter, Beruf, Partnerschaft erhoben. Vor der EEG-Untersuchung wurde darüber hinaus die subjektive Befindlichkeit mit dem PANAS und STAIT erfasst.

Die deutsche Version des PANAS („Positive and Negative Affect Schedule“) erfasst die subjektive emotionale Befindlichkeit durch Selbstbeschreibung (Leue & Beauducel, 2011). Er wurde 1988 das erste Mal von Watson und Kollegen (Watson, Clark, & Tellegen, 1988) beschrieben. Der Fragebogen präsentiert eine Liste von zweimal 10 Adjektiven. Die eine Hälfte bezieht sich auf positive Empfindungen, beziehungsweise Affekte, die andere auf negative. Die Versuchsperson bekommt vor der Beantwortung die Instruktion: „Geben Sie bitte an, wie Sie sich im Moment fühlen.“ Sie soll nach diesem Aspekt die Adjektive, entsprechend der augenblicklichen Befindlichkeit, auf einer fünfstufigen Skala von „ganz wenig oder gar nicht“ (1) bis „äußerst“ (5) bewerten. Für positiven Affekt (PA) und negativen Affekt (NA) wird getrennt jeweils der Gesamtsummenscore berechnet. Niedrige Summenwerte (1 - 5) für die jeweilige Kategorie positiv oder negativ implizieren eine schwache Merkmalsausprägung des entsprechenden Affekts.

Der „State-Trait Anxiety Inventory“ (STAI) misst Angst und Ängstlichkeit als Persönlichkeitsmerkmal. Er wurde 1970 von Spielberger und Kollegen (Spielberger, Gorsuch, & Lushene, 1970) vorgestellt. Laux und Kollegen (Laux, Glanzmann, Schaffner, & Spielberger, 1981) übersetzten ihn 1981 ins Deutsche. Insgesamt zweimal 20 Aussagen müssen auf einer vierstufigen Skala (1 = fast nie, 2 = manchmal, 3 = oft, 4 = fast immer) beurteilt werden. Der STAI unterteilt sich in zwei verschiedene Fragebögen mit jeweils unterschiedlichen Faktoren: Angst als Eigenschaft (Trait-Angst, STAI-Trait) und Angst als Zustand (State-Angst, STAI-State). Zur Auswertung kommt bei beiden Fragebögen der Gesamtsummenscore.

Zudem erklärten sich alle Probanden damit einverstanden in eine Probandenkartei einer groß angelegten Studie der Arbeitsgruppe Herrmann aufgenommen zu werden. Diese beinhaltete eine Blutabnahme zur genetischen Analyse und weitere Testpsychologische Untersuchungen, auf die im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter eingegangen werden soll.

## **2.3 Elektrophysiologische Untersuchung**

### **2.3.1 Untersuchungsbedingungen**

Die Untersuchungen fanden in der Klinik für Psychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie des Universitätsklinikums Würzburg (Füchsleinstr. 15, 97080 Würzburg) in einem ruhigen, leicht abgedunkelten Raum statt.

Bei der Ableitung des EEGs saß der Proband einen Meter vom Präsentationsmonitor (Belinea, max. Auflösung 1024 x 768 Pixel, 19 Zoll) entfernt an einem Tisch.

Insgesamt nahm der komplette Versuch ungefähr zweieinhalb Stunden in Anspruch. Eine Aufwandspauschale von zwanzig Euro wurde an die Probanden gezahlt.

### **2.3.2 Paradigma**

Das Paradigma stützte sich auf jeweils zehn emotional positive, negative und neutrale Bilder aus dem International Affective Picture System (IAPS) (Lang, et

al., 1997; Smith, Bradley, & Lang, 2005). Als emotional negativ galten Bilder, auf denen Verletzungen, Gewaltszenen oder Verstümmelungen zu sehen waren. Auf den positiven Bildern waren erotische Szenen, auf den neutralen Bildern waren Personen in Alltagssituationen abgebildet. Unser Paradigma beinhaltete folgende Bilder des IAPS:

neutral – Nummer: 2102, 2190, 2200, 2393, 2397, 2493, 2495, 2745, 2850, 2890;

positiv – Nummer: 4607, 4608, 4623, 4640, 4641, 4650, 4660, 4670, 4680;

negativ – Nummer: 3016, 3030, 3150, 3051, 3053, 3064, 3071, 3100, 3102, 3120;

Der Versuch wurde entsprechend den Vorgaben von Schupp und Kollegen (Schupp, et al., 2007) konzipiert und in vier Blöcke unterteilt. Jedem dieser Untersuchungsblöcke ist eine der folgenden Instruktionen vorangestellt: „Zählen Sie die Verletzungen!“, „Zählen Sie die erotischen Bilder!“, „Zählen Sie die Personen!“, „Alle gleich beachten!“; Die Reihenfolge der Präsentation der einzelnen Blöcke ergab sich bei jedem Probanden nach dem Zufallsprinzip.

In allen Blöcken wurden auf dem Computerbildschirm die insgesamt 30 Bilder (10 neutrale, 10 positive, 10 negative) 20 Mal in zufälliger Reihenfolge präsentiert. Ein Block umfasste dementsprechend 600 Bilder. Jedes Foto wurde für die Dauer von 333 ms ohne Interstimulus-Intervall (ISI) gezeigt.

Die Präsentation der drei Blöcke mit geforderter Zählleistung wurde in unterschiedlichen Zeitabständen drei Mal unterbrochen, um den Probanden nach seinen Zählergebnissen zu befragen. Der Block „Alle gleich beachten!“ (PB) wurde kontinuierlich dargeboten.

Im parallel aufgezeichneten EEG wurde der Zeitpunkt der dargebotenen Bilder mit unterschiedlichen Markern, entsprechend ihrer verschiedenen Qualität, gekennzeichnet. So konnten den verschiedenen Stimuli einzelne EEG-Segmente bei der Auswertung zugeordnet werden.

Die Fokussierung der Aufmerksamkeit auf die drei unterschiedlichen Bildqualitäten, die aufgrund der Zählleistung gefordert ist, führt pro Anweisung zu drei unterschiedliche Bedingungen. Zum Beispiel bewirkt die Instruktion „Zählen Sie

die Verletzungen!“ folgenden Bedingungen: Target negativ, Non-Target positiv, Non-Target neutral.

**Tabelle 1: Bedingungen, resultierend aus den Anweisungen des Paradigmas**

		Target	Non-Target	passives Betrachten
Verletzungen	zählen	negativ	positiv, neutral	
Personen	zählen	neutral	negativ, positiv	
Erotische Bilder	zählen	positiv	negativ, neutral	
Alle gleich beachten				negativ, neutral, positiv

Nach Abschluss der Blockpräsentation wurde der Proband aufgefordert, jedes der 30 Bilder bezüglich der Stärke der emotionalen Erregbarkeit (Arousal) auf der Skala des Self-Assessment-Mannikin von eins (niedrig erregend) bis neun (hoch erregend) zu bewerten (Lang, et al., 1997).

### 2.3.3 EEG-Messung

Die EEG-Oberflächenelektroden wurden, entsprechend dem internationalen 10/20 System, auf der Kopfhaut platziert. Ein 32-Kanal-EEG (Neuroscan, Syn Amps) mit Headbox und Verstärker wurde eingesetzt. Es wurden 21 Silbersilberchlorid-Elektroden (Firma Care Fusion, 10 mm Durchmesser, 1,5 m Kabel) verwendet, darüber hinaus eine Referenzelektrode (zwischen Cz und Fz), eine Erdungselektrode (zwischen Fz und Fpz) und drei Elektroden im Bereich der Augen zur Artefaktkontrolle bezüglich willkürlicher und unwillkürlicher Augenbewegungen (beidseitig in Verlängerung der Lidschlusslinie und unter dem rechten Auge). Eine Elektrodenhaube wurde nicht verwendet, sondern es wurde bei jedem Probanden individuell die jeweilige Elektrodenposition konventionell mit Maßband ermittelt. Zur Reduktion des Hautwiderstandes kam Elektronengel (Firma Weaver and Company, Nuprep Skin Prep Gel) mit Peeling-Effekt zur Anwendung. Fixiert wurden die Elektroden mit der Paste „Ten 20 Conductive“ der Firma „Weaver and Company“.

Nach dem Platzieren der Elektroden wurde eine Impedanz-Testung durchgeführt, bei Werten über 5 kOhm wurde die Elektrode korrigiert. Die Aufnahme-Rate (A/D-Rate) während der Messung betrug 1000 Hz.

Vor der Ableitung wurden alle Probanden instruiert, ruhig zu sitzen und Körperbewegungen jeglicher Art, auch im Bereich der mimischen Muskulatur, zu vermeiden.

Nach Abschluss des Paradigmas wurde ein fünfminütiges Ruhe-EEG mit geschlossenen Augen durchgeführt, welches aber nicht weiter ausgewertet wurde.

## **2.4 Auswertung**

### **2.4.1 Auswahl der Versuchspersonen für die Auswertung**

Die Probanden füllten den ASI-Fragebogen das erste Mal bei Kontaktaufnahme und Vorauswahl im Internet aus und ein zweites Mal am Versuchstag selbst. Bei manchen Probanden divergierten die beiden Gesamtsummenscore des Fragebogens zu stark zwischen dem ersten und zweiten Ausfüllen. Es mussten sechs Probanden ausgeschlossen werden, weil der Mittelwert von beiden ASI-Fragebögen zwischen 12 und 23 lag. Diese Versuchsteilnehmer konnten trotz der Vorauswahl definitionsgemäß nicht mehr als hoch oder niedrig angstsensitiv eingestuft werden.

Wegen zu vieler Fehler beim Zählen der Bilder, und somit einer nicht ausreichenden Bearbeitung der Aufgabenstellung, wurden fünf Probanden nicht weiter ausgewertet. Bezüglich der Zählleistung erfüllten 95,5% der Probanden die Aufgabe mit  $\pm 8,8$  falsch gezählten Bildern pro Block. Die durchschnittliche Standardabweichung (SD) der Fehler aller 52 Probanden lag bei 2,64% zu viel oder zu wenig gezählter Bildern pro Block, diese teilt sich auf in: negative Bilder SD = 1,56, positive Bilder SD = 3,12, neutrale Bilder SD = 3,25.

**Tabelle 2: Mittlerer Fehler in % und Standardabweichung bei der Zählleistung aller untersuchten Probanden**

	mittlerer Fehler [%]	SD
Negative Bilder	5,3	1,56
Positive Bilder	10,3	3,12
Neutrale Bilder	10,8	3,25
Insgesamt	8,8	2,64

Die fünf ausgeschlossenen Probanden erzielten Zählergebnisse, die in zumindest einer Bilderkategorie mindestens zwei Standardabweichungen oberhalb des Mittelwertes lagen. Weitere drei Probanden wurden ausgeschlossen, weil die Anzahl der artefaktfreien Epochen (< 100 Epochen, damit < 50%) nicht ausreichend war. Unter einer Epoche wurde ein EEG-Abschnitt verstanden, der zeitlich zentriert um ein bestimmtes Ereignis auftritt (Zoschke & Hansen, 2012). Bei drei Probanden kam es zu technischen Problemen beim Speichern des EEGs und der zugehörigen Marker, so dass eine Auswertung nicht mehr möglich war.

## 2.4.2 Beschreibung des Probandenkollektivs

Bei den verbleibenden 35 Probanden handelte es sich um 16 Männer und 19 Frauen (Tabelle 3).

**Tabelle 3: Verteilung der Personenanzahl in den beiden ASI-Gruppen insgesamt und im Geschlechtervergleich**

Personenanzahl	Alle Probanden	Frauen	Männer
Hoch ASI	17	10	7
Niedrig ASI	18	9	9
insgesamt	35	19	16

Bezüglich der ASI-Werte ergab sich folgende Verteilung (siehe Tabelle 4): zehn Frauen mit hohen ASI-Werten, neun Frauen mit niedrigen ASI-Werten, sieben Männer mit hohen ASI-Werten, neun Männer mit niedrigen ASI-Werten; das Durchschnittsalter betrug 24,04 Jahren (SD = 5,08).

**Tabelle 4: Verteilung des Durchschnittsalters mit Standardabweichungen insgesamt und in den beiden ASI-Gruppen**

	Durchschnittsalter	SD
Hoch ASI	23,29	2,36
Niedrig ASI	24,94	6,71
insgesamt	24,04	5,08

Anhand eines t-Tests für unabhängige Stichproben überprüften wir, ob bezüglich des Alters ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden ASI-Gruppen festzustellen ist. Als Null-Hypothese gilt „Differenz zwischen zwei Variablen entspricht Null“. Für die beiden Variablen „ASI niedrig“ ( $m = 24,94 \pm 6,71$ ) und „ASI hoch“ ( $m = 23,29 \pm 2,36$ ) wird die Null-Hypothese beibehalten, da keine signifikanten Unterschiede vorliegen ( $t [33] = 0,96$ ;  $p = 0,34$ ). Dies bedeutet, dass das Alter der Probanden in beiden ASI Gruppen gleich war und somit das Alter der Probanden die weiteren Ergebnisse nicht beeinflusst hat.

Die Auswertung der Zählleistung der ausgewählten 35 Probanden ergab durchschnittlich 6,5 Fehler pro Proband in jedem Durchgang. Es wurde eine Standardabweichung von 2,18 zu viel oder zu wenig gezählten Bildern pro Block festgestellt (siehe Tabelle 5).

**Tabelle 5: Mittlerer Fehler in % und Standardabweichung bei der Zählleistung der ausgewählten Probanden aufgeteilt in die verschiedenen Bildqualitäten**

	mittlerer Fehler [%]	SD
Negative Bilder	4,2	1,27
Positive Bilder	6,0	2,04
Neutrale Bilder	9,2	3,22
Insgesamt	6,5	2,18

#### 2.4.2.5 Auswertung von PANAS und STAIT

Die unterschiedliche Beantwortung des PANAS (PA = positiver Affekt, NA = negativer Affekt) im Hinblick auf die zwei Probandengruppen hoch und niedrig ASI, wird in Tabelle 6 beschrieben.

**Tabelle 6: Mittlerer Gesamtsummenscore (GS) in % und Standardabweichung im PANAS unter Berücksichtigung der Probandeneinteilung in hoch und niedrig ASI**

		mittlerer GS [%]	SD
PANAS-PA	Niedrig ASI	30,83	6,7
	Hoch ASI	27,35	5,75
PANAS-NA	Niedrig ASI	11,44	2,04
	Hoch ASI	11,76	2,51

Die Unterschiede in der Beantwortung des PANAS bezüglich der beiden Gruppen hoch und niedrig ASI wurde mit einem t-Test für unabhängige Stichproben geprüft. Für die beiden Variablen „ASI niedrig“ und „ASI hoch“ wird die Null-Hypothese „Differenz zwischen zwei Variablen entspricht Null“ bestätigt. Es liegen keine signifikanten Unterschiede vor (PA:  $M_{diff} = 3,48 \pm 2,12$ ;  $t [33] = 1,64$ ;  $p = 0,11$ ; NA:  $M_{diff} = -0,32 \pm 0,77$ ;  $t [33] = -0,41$ ;  $p = 0,68$ ). Die Gruppe der hoch angstsensitiven Probanden erlangt also im PANAS keine signifikant unterschiedlichen Ergebnisse im Vergleich mit den wenig angstsensitiven Probanden hinsichtlich ihres positiven und negativen Affektes.

Auch wurde ein Mittelwertvergleich von den beiden Probandengruppen Hoch ASI und Niedrig ASI für sowohl den STAIT-S als auch den STAIT-T durchgeführt. Die mittleren Gesamtsummenscores für die beiden Fragebögen STAIT-S/STAIT-T, kategorisiert in die zwei ASI-Gruppen, sind in Tabelle 7 dargestellt.

**Tabelle 7: Mittlerer Gesamtsummenscore (GS) in % mit Standardabweichung im STAIT-S/STAIT-T unter Berücksichtigung der Probandeneinteilung in hoch und niedrig ASI**

		Mittlerer GS [%]	SD
STAIT-S	Niedrig ASI	29,94	7,73
	Hoch ASI	36,47	6,71
STAIT-T	Niedrig ASI	31,17	4
	Hoch ASI	40,59	7,6

Mit dem t-Test für unabhängige Stichproben konnte beim STAIT-S bezüglich der beiden Variablen „ASI niedrig“ und „ASI hoch“ ein signifikanter Effekt gezeigt werden ( $M_{diff} = -6,53 \pm 2,45$ ;  $t [33] = -2,66$ ;  $p = 0,01$ ). Die Null-Hypothese wird nicht bestätigt. Es liegt ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden ASI-Gruppen und der erreichten Punktzahl der Probanden im STAIT-S vor.

Hoch Angstsensitive beantworten den STAIT-S mit signifikant höheren Gesamtsummenscores (siehe Tabelle 7).

Im t-Test für den STAIT-T mit den beiden Variablen „ASI niedrig“ und „ASI hoch“ wird ein signifikanter Effekt festgestellt ( $M_{diff} = -9,42 \pm 2,03$ ;  $t[33] = -4,63$ ;  $p < 0,01$ ). Somit wird die Null-Hypothese verworfen. Es ist eine signifikante Differenz zwischen dem Gesamtsummenscore im STAI-T und den beiden Gruppen „ASI hoch“ und „ASI niedrig“ festzustellen. Die mittleren Gesamtsummenscores in Tabelle 7 zeigen, dass die Probanden der Gruppe „ASI hoch“ signifikant höhere Gesamtsummenscores im STAIT-T erreichten, als diejenigen in der Gruppe „ASI niedrig“.

### **2.4.3 EEG-Auswertung**

Die Daten wurden auf einen mobilen Datenträger gespeichert, um sie dann als Raw Data in dem „Brain Vision Analyser“ Version 2.0 darzustellen. Daraufhin erfolgte die Rohdatenverarbeitung. Stimulusabhängig wurde das aufgezeichnete EEG-Signal, gemäß den Markern, segmentiert. Ein Segment beginnt 100 ms vor Präsentation des Stimulus und endet 700 ms nach dem Stimulus. Die Segmentlänge beträgt somit 800 ms. Anhand der entsprechenden Marker wurden die Segmente nach Bildqualität (negativ, positiv, neutral) und Versuchsbedingung (Target, Non-Target, PB) sortiert.

Ereigniskorrelierte Potentiale sind im Allgemeinen von niedrigerer Amplitude (z.B. 5 - 10  $\mu\text{V}$ ) als das originale EEG (30 - 100  $\mu\text{V}$ ), so dass sie in den Einzeldurchläufen in den Roh-EEG-Daten nicht erkennbar sind. Die automatische, computergestützte Artefaktelimination erfolgte mit einem Amplitudenkriterium von  $> \pm 100 \mu\text{V}$  und einer maximal erlaubten Potenzial-Schwankung (maximal allowed voltage step) von 100  $\mu\text{V}$ . Hierdurch wurden z.B. Bewegungsartefakte (Räuspern, Augenbewegungen) herausgefiltert.

Es wurde eine Baseline-Korrektur durchgeführt. Als Baseline wurden die Messwerte 100 ms vor Präsentation des Stimulus definiert. Ein Filter wurde verwendet, um am Ende des Zeitabschnittes wieder das Baseline-Niveau zu erreichen. Der Filter eliminiert Frequenzen außerhalb der Bereiche, die üblicherweise im EEG angetroffen werden (unter 0,3 Hz, über 30 Hz) (Stöhr, et al., 2005).

Mittels Average-Technik wurden die ereigniskorrelierten Potentiale errechnet. Zur weiteren Auswertung kamen die EPN-Potentiale bei der Oz-Elektrode und das LPP-Potentials bei der PZ-Elektrode. Charakterisiert wurden diese Potentiale durch ihre Latenz und Amplitude.

Wir führten eine „Peak Detection“ durch, bei der lokale Minima und Maxima erkannt werden. Als P2 wurde der EPN-Amplituden-Peak definiert, der über dem okzipitalen Cortex (Oz-Elektrode) als höchster negativer Wert des evozierten Potentials im Zeitfenster von 180 ms bis 238 ms post Stimulus vorlag. Der negativste Wert im Zeitraum von 180-238 ms wurde als N2 festgelegt. Der Differenzwert ist das Ergebnis aus der Differenz von N2 minus P2 und stellt unser EPN dar. Somit liegt unser registriertes EPN nahezu in dem von Schupp und Kollegen beschriebenen Zeitraum von 200 ms bis 350 ms (Schupp, et al., 2007).

Im Intervall von 239 - 302 ms wurde das LPP-Potential am centroparietalen Cortex (Pz-Elektrode) analysiert. Da kein eindeutiger Peak festzustellen war, wurde in der weiteren Statistik die mittlere Amplitude des LPPs über den Zeitraum 239-302 ms verwendet.

#### **2.4.4 Statistische Auswertung**

Die Auswertung erfolgte mit Hilfe des Statistikprogrammes SPSS für Windows (IBM SPSS Statistics, Version 19.0). Dabei wurde mit einer SPSS Datei gearbeitet, die zusammengefasst folgende Variablen erhielt: persönliche Angaben zum Probanden (Alter, Händigkeit), den Gesamtsummenscore des ASI-, PANAS- und STAIT-Fragebogen und die EEG-Daten.

Zur Ermittlung statistischer Haupt- und Interaktionseffekte fand die Varianzanalyse mit Messwiederholungen (ANOVA repeated-measures) Anwendung. Sie dient der Analyse einer Stichprobe, die mehrmals nacheinander mit demselben Messinstrument erfasst wurde. Hier wird die abhängige Variable (das EPN oder das LPP) bei denselben Versuchspersonen unter verschiedenen Bedingungen (Target, Non-Target, PB) gemessen. Des Weiteren werden Gruppenvergleiche sowohl zwischen stark und wenig Angstsensitiven, als auch zwischen Frauen und Männern gerechnet.

Die beiden Zeitfenster des EPN (180 - 238 ms post Stimulus) und des LPP (239 - 302 ms post Stimulus) wurden getrennt voneinander betrachtet. Für beide Zeitfenster wurden jeweils die Werte der PB-Bedingung und der Target-Bedingung analysiert. Zunächst werden die Innersubjektfaktoren (Messwiederholungsfaktoren) angegeben. Diese sind definiert als Target oder PB. Bei der PB-Bedingung liegt ein dreistufiger Innersubjektfaktor vor (negativ, positiv, neutral). Im Unterschied dazu wird bei der Target-Bedingung zwischen den zwei Faktoren Target und Non-Target differenziert, die jeweils dreistufig ausgeprägt sind: negativ, neutral, positiv. Als Zwischensubjektfaktoren (Nicht-Messwiederholungsfaktoren) gelten die ASI-Werte in entweder hoher (2) oder niedriger (1) Ausprägung und das Geschlecht (männlich, weiblich). Es resultiert ein 3 x 2 x 2 x 2 Design (PB [positiv, negativ, neutral], Target [Target, Non-Target], ASI [hoch, niedrig], Geschlecht [männlich, weiblich]).

Die Ergebnisse werden mit dem Mauchly-Test auf Sphärizität überprüft. Sphärizität gilt als wichtige Voraussetzung für eine Varianzanalyse mit Messwiederholungen und besagt, dass die Korrelation bzw. Differenz zwischen allen aufeinanderfolgenden Messungen gleich ist. Es gilt die Null-Hypothese „Sphärizität angenommen“. Wenn der Wert signifikant ist ( $p < 0,05$ ), ist die Voraussetzung nicht gegeben und die Null-Hypothese wird abgelehnt. Im Folgenden werden die Werte entsprechend der Korrektur der Freiheitsgrade nach Greenhouse & Geiser analysiert (Field, 2009).

Im Folgenden werden der Test der Innersubjekteffekte und der Test der Zwischensubjekteffekte als univariante Signifikanztests durchgeführt. Beim Test der Innersubjekteffekte wird deutlich, ob der Messwiederholungsfaktor einen signifikanten Einfluss auf das EPN oder LPP hat. Auch Interaktionen mit den Zwischensubjektfaktoren werden überprüft. Es werden Freiheitsgrade, F-Werte und Signifikanzen (p-Werte) für das Gesamtmodell sowie jeden Faktor, jede Kovariate und jede Wechselwirkung im Modell berechnet. Mit dem Test der Zwischensubjekteffekte wird überprüft, ob die Zwischensubjektfaktoren eine bedeutende Rolle für das EPN oder LPP spielen.

Als signifikant wurden Ergebnisse mit  $p < 0,05$  angesehen, als hoch signifikant galten Ergebnisse mit  $p < 0,01$ . Für jeden Test wurde die maximal zuverlässige

Irrtumswahrscheinlichkeit auf ein Signifikanzniveau von 5% festgesetzt. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine richtige Nullhypothese von dem Test als korrekt bestätigt wird, beträgt somit 95% oder mehr. Wenn im Folgenden eine Hypothese als bestätigt erklärt wird, ist sie immer mit dieser Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% zu bewerten.

Zur Überprüfung der Haupteffekte dienten t-Tests als Post Hoc-Tests. Die p-Werte der Post Hoc-Tests wurden aufgrund der Akkumulierung des Messfehlers bei multiplen Tests nach Bonferroni korrigiert. Bei Durchführung mehrerer T-Tests erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für eine Fehlentscheidung. Daher wurde der p-Wert mit Hilfe des Faktors  $x$  angepasst um weiterhin auf einem Signifikanzniveau von 5% testen zu können. Der Faktor  $x$  gibt die Anzahl der Tests an, die benötigt werden um bei  $n$  Gruppen alle möglichen Vergleiche durchzuführen. Für  $n$  Gruppen gilt dann:  $n * (n - 1)/2 = x$ . Auf die Bonferroni-Korrektur wird an betreffender Stelle Bezug genommen.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 EPN beim passiven Betrachten (PB-Bedingung)

Zur Analyse des Emotions- und ASI-Effekts auf das EPN-Potential wird die PB-Bedingung herangezogen. Es wird eine dreifaktorielle Varianzanalyse (Emotion, Geschlecht, ASI-Gruppe) mit Messwiederholungen von den abhängigen Variablen PB negativ, PB positiv und PB neutral durchgeführt.

Beim Mauchly-Test auf Sphärizität wird die Null-Hypothese „Sphärizität angenommen“ in diesem Fall abgelehnt, weil die Signifikanz bei  $p < 0,01$  liegt.

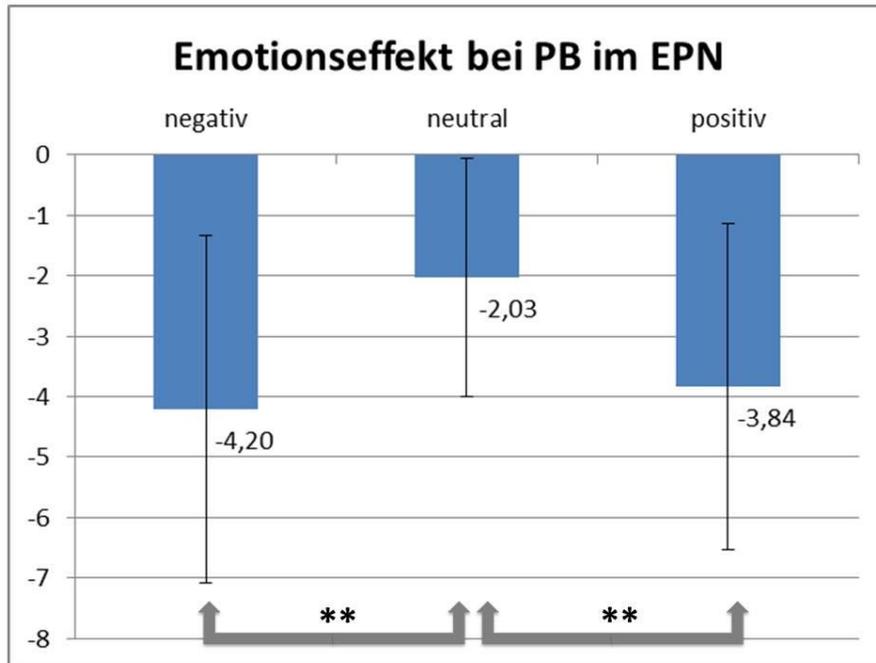
Der Test der Innersubjekteffekte ergibt einen Haupteffekt „Emotion“ ( $F[1,5; 47,1] = 38,27; p < 0,01$ ). Damit wird die Nullhypothese abgelehnt, es besteht somit ein signifikanter Unterschied im EPN bei Präsentation der unterschiedlichen Bildqualitäten. Kein signifikanter Interaktionseffekt zeigt sich zwischen den Faktoren „Emotion“ x „ASI“ ( $F [1,5; 47,1] = 1,48; p = 0,24$ ). Es lässt sich also kein Einfluss der Angstsensitivität auf den Emotionseffekt nachweisen. Auch zwischen „Emotion“ x „Geschlecht“ ( $F [1,5; 47,1] = 0,29; p = 0,69$ ) und „Emotion“ x „ASI“ x „Geschlecht“ ( $F[1,5; 47,1] = 1,07; p = 0,33$ ) zeigen sich keine Interaktionseffekte.

Der Haupteffekt „Emotion“ beim Test der Innersubjekteffekte wird mit einem t-Test weiter untersucht (siehe Abbildung 1). Der t-Test für gepaarte Stichproben überprüft die Null-Hypothese „Differenz zwischen zwei Variablen entspricht Null“.

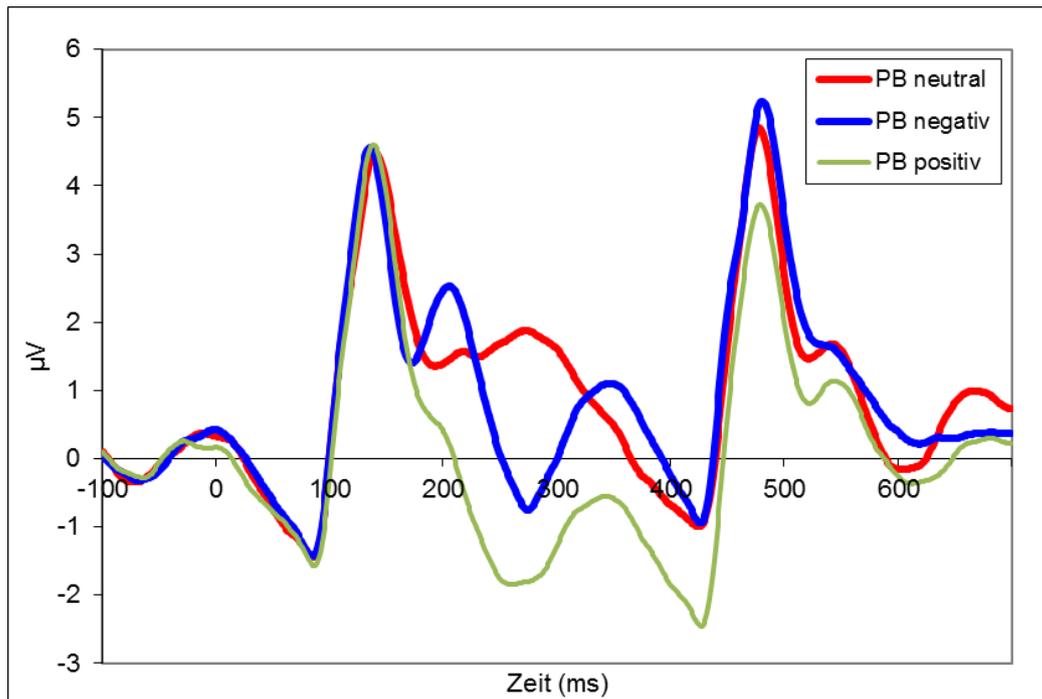
Für das Paar – bestehend aus den beiden Variablen PB negativ ( $m = -4,2 \pm 2,87$ ) und PB neutral ( $m = -2,03 \pm 1,97$ ) – wird die Null-Hypothese verworfen, da ein hoher signifikanter Unterschied besteht ( $t [34] = -6,85; p < 0,01$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p < 0,01$ ). Die Mittelwerte geben an, dass das EEG-Potential der Bedingung PB negativ negativer verläuft als bei der Bedingung PB neutral. Einen weiteren signifikanten Effekt belegt der t-Test bezüglich den beiden Bedingungen PB positiv ( $m = -3,84 \pm 2,69$ ) und PB neutral ( $t [34] = -8,11; p < 0,01$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p < 0,01$ ). Die EEG-Kurve von PB positiv verläuft ebenfalls negativer als die von PB neutral (siehe Abbildung 2).

### 3 Ergebnisse

Kein statistisch signifikanter Effekt lässt sich bei den Bedingungen PB negativ und PB positiv nachweisen ( $t [34] = -1,63$ ;  $p = 0,11$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p = 0,33$ ).



**Abbildung 1: Emotionseffekt bei PB im EPN**  
Mittelwerte und Standardabweichungen der Faktoren negativ, neutral und positiv bei der PB-Bedingung, signifikanter Emotionseffekt im t-Test zwischen negativ/neutral und positiv/neutral, \*\*:  $p < 0,01$ ;



**Abbildung 2: Emotionseffekt bei der PB-Bedingung (neutral, negativ, positiv) im EPN an der Oz-Elektrode**

Der Test der Zwischensubjekteffekte belegt einen signifikanten Effekt für den ASI-Wert ( $F [1; 31] = 6,12; p = 0,02$ ). Damit beeinflusst die Angstsensitivität das EPN-Potential additiv, das heißt Personen mit hohen Werten im ASI zeigen niedrigere Werte im EPN als diejenigen mit niedrigen ASI-Werten. Keine signifikanten Unterschiede bestehen zwischen den folgenden Faktoren: „Geschlecht“ ( $F [1; 31] = 0,87; p = 0,36$ ), „ASI“ x „Geschlecht“ ( $F [1; 31] = 0,43; p = 0,52$ ); Der ASI-Effekt wird anhand eines t-Tests für unabhängige Stichproben weiter überprüft siehe (Abbildung 3). Bei der Bedingung PB negativ zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen hoch ( $m = -5,14 \pm 3,24$ ) und niedrig ( $m = -3,32 \pm 2,22$ ) angstsensitiven Probanden ( $t [33] = 1,95; p = 0,06$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p = 0,18$ ). Im Gegensatz dazu beeinflusst aber die Angstsensitivität bei der Bedingung PB positiv (hoch ASI:  $m = -5,11 \pm 2,94$ ; niedrig ASI:  $m = -2,63 \pm 1,78$ ;  $t [26] = 3; p < 0,01$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p = 0,01$ ) und PB neutral (hoch ASI:  $m = -2,87 \pm 2,35$ ; niedrig ASI:  $m = -1,24 \pm 1,1$ ;  $t [22,4] = 2,61; p = 0,01$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p = 0,04$ ) den Verlauf der EPN signifikant. Bei hoch Angstsensitiven ist für beide Bedingungen die Amplitude des EPN-Potential stärker ausgeprägt als bei niedrig Angstsensitiven (Abbildung 4).

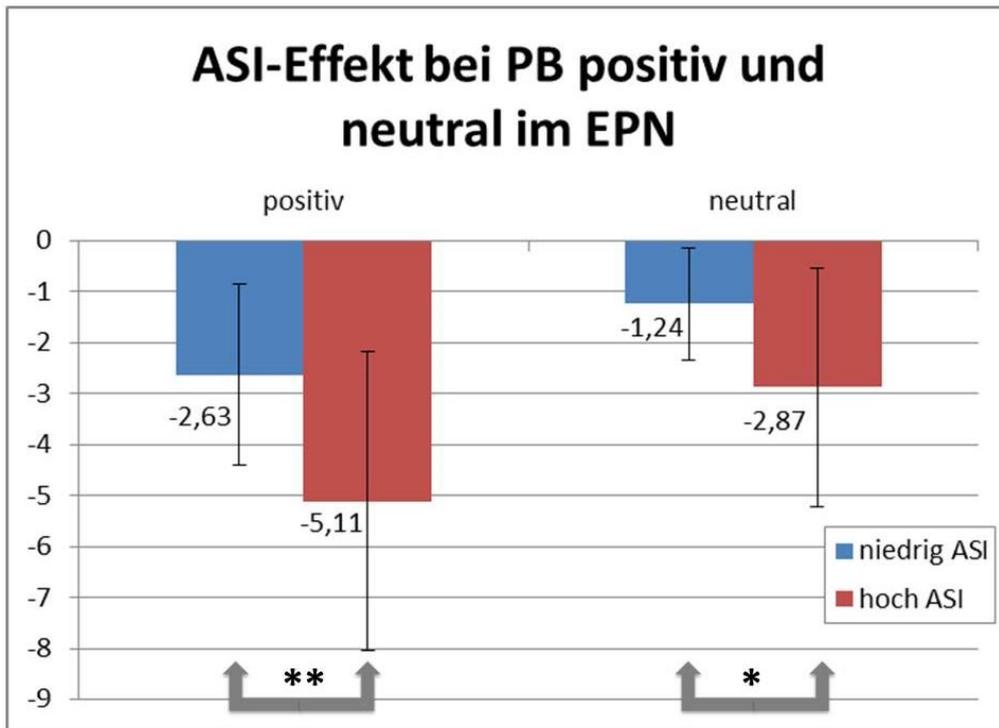


Abbildung 3: ASI-Effekt bei PB positiv und neutral im EPN  
 Mittelwerte und Standardabweichungen der Faktoren PB positiv und neutral aufgeteilt in die beiden Probandengruppen hoch und niedrig ASI im EPN, signifikanter ASI-Effekt im t-Test, \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$

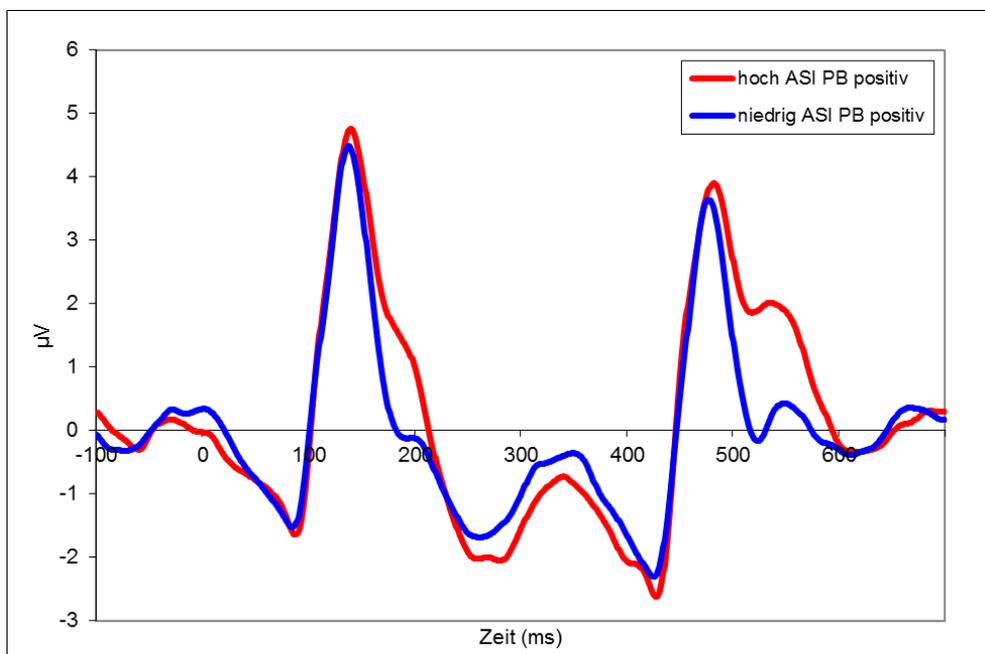


Abbildung 4: ASI-Effekt bei der Bedingung PB positiv im EPN an der Oz-Elektrode

### 3.2 EPN bei der Target- und Non-Target-Bedingung

Der Target-Effekt im EPN-Potential wird mittels der zwei Innersubjekteffekt-faktoren Target und Non-Target berechnet, die jeweils dreistufig (negativ, neutral, positiv) ausgeprägt sind. Des Weiteren lässt sich für diese Bedingungen wiederum ein Emotionseffekt berechnen.

Der Mauchly-Test auf Sphärizität ergibt für den Emotionseffekt keinen signifikanten Unterschied ( $p = 0,06$ ), deshalb gilt hier die Null-Hypothese „Sphärizität angenommen“. Die Null-Hypothese des Mauchly-Tests wird ebenfalls für die Interaktion zwischen Emotion x Target bestätigt ( $p = 0,07$ ).

Aus dem Test der Innersubjekteffekte ergibt sich ein Haupteffekt Emotion ( $F [2; 62] = 50,71$ ;  $p < 0,01$ ) und einen Haupteffekt Target ( $F [1; 31] = 13,54$ ;  $p < 0,01$ ). Dadurch lässt sich feststellen, dass sich während der Target-Bedingung die Bildqualität in einem signifikanten Unterschied im EPN niederschlägt. Der Haupteffekt Target weist auf die Ungleichheit zwischen der Target- und Non-Target-Bedingung im EPN hin. Es zeigen sich keine signifikanten Interaktionseffekte (siehe Tabelle 8).

**Tabelle 8: Interaktionseffekte beim Test der Innersubjekteffekte für das EPN-Potential der Target- und Non-Target-Bedingung**

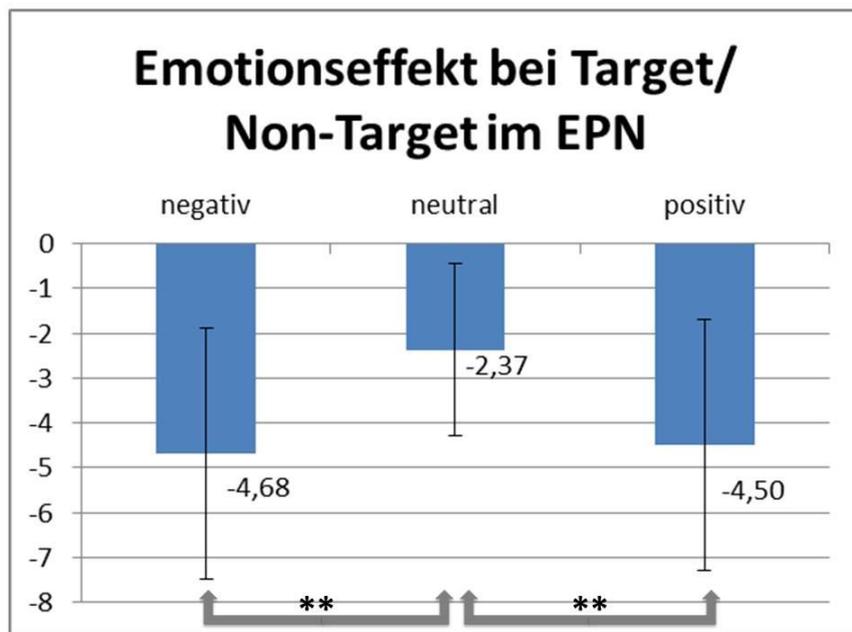
	df 1	df 2	F	p
Emotion x ASI	2	62	1,09	0,34
Emotion x Geschlecht	2	62	0,12	0,89
Target x ASI	1	31	1,56	0,22
Target x Geschlecht	1	31	0,04	0,84
Emotion x Target	2	62	1,26	0,29

Anhand des t-Tests für gepaarte Stichproben wird der Haupteffekt Emotion überprüft. Bei der Non-Target-Bedingung zeigt sich ein signifikanter Effekt zwischen negativen ( $m = -4,41 \pm 2,96$ ) und neutralen Stimuli ( $m = -2,18 \pm 2,01$ ;  $t [34] = -6,78$ ;  $p < 0,01$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p < 0,01$ ) und zwischen positiven ( $m = -4,44 \pm 3$ ) und neutralen Stimuli ( $t [34] = -8,29$ ;  $p < 0,01$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p < 0,01$ ). Kein signifikanter Unterschied ist zwischen negativen und positiven Bildern festzustellen ( $t [34] = 0,11$ ;  $p = 0,91$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p = 1$ ). Daraus folgt, dass während der Non-Target-Bedingung das EPN bei der

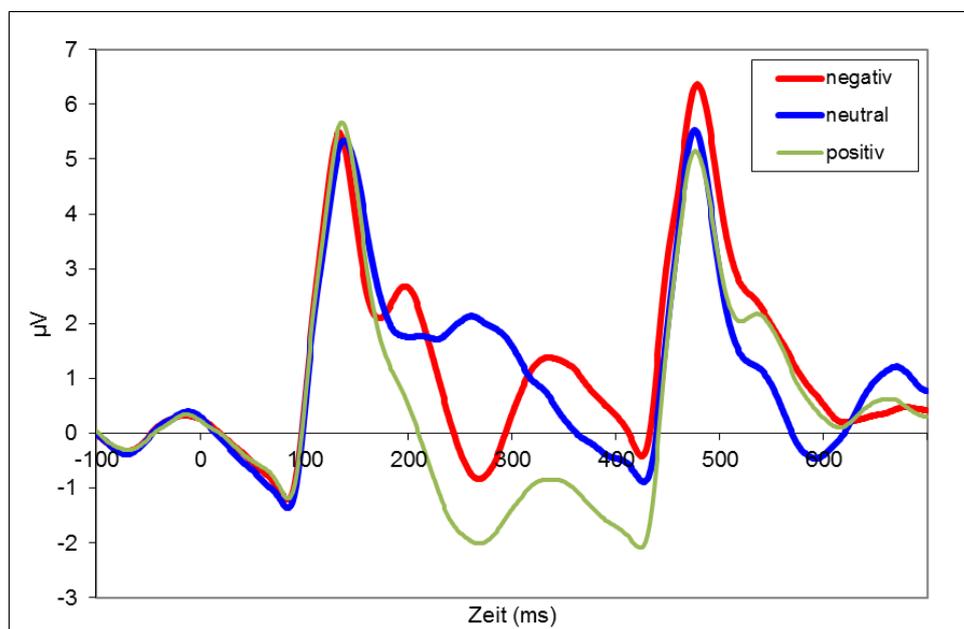
Präsentation von positiven und negativen Bildern mit hohem Arousal signifikant negativer verläuft als bei neutralen Stimuli.

Einen vergleichbaren EPN-Verlauf kann auch bei der Target-Bedingung beobachtet werden. Der t-Test für gepaarte Stichproben zeigt auch hier einen signifikanten Unterschied zwischen negativen ( $m = -4,93 \pm 2,74$ ) und neutralen Stimuli ( $m = -2,56 \pm 1,94$ ;  $t [34] = -7,18$ ;  $p < 0,01$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p < 0,01$ ) und zwischen positiven ( $m = -4,56 \pm 2,67$ ) und neutralen Stimuli ( $t [34] = -8$ ;  $p < 0,01$ , Bonferroni-Korrektur:  $p < 0,01$ ), jedoch nicht zwischen negativen und positiven ( $t [34] = -1,42$ ;  $p = 0,16$ , Bonferroni-Korrektur:  $p = 1$ ). Die EPN-Kurven bei der Präsentation von negativen und positiven Bildern verlaufen signifikant negativer, als die Kurve bei Präsentation von neutralen Stimuli.

Unterscheidet man nicht zwischen Target und Non-Target, sondern betrachtet man alle EPN-Potentiale zusammen ausschließlich aufgeteilt in neutrale, positive und negative Stimuli, zeigt sich ein ähnlicher Verlauf (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6). Anhand des t-Test für gepaarte Stichproben ergibt sich sowohl ein signifikanter Unterschied im EPN zwischen negativen ( $m = -4,68 \pm 2,8$ ) und neutralen ( $m = -2,37 \pm 1,91$ ) Stimuli ( $t [34] = -7,85$ ;  $p < 0,01$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p < 0,01$ ), als auch zwischen positiven ( $m = -4,5 \pm 2,8$ ) und neutralen ( $t [34] = -8,91$ ;  $p < 0,01$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p < 0,01$ ). Kein signifikanter Effekt tritt zwischen negativen und positiven Bildern auf ( $t [34] = -0,85$ ;  $p < 0,4$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p = 1$ ).



**Abbildung 5: Emotionseffekt bei Target-/Non-Target im EPN**  
 Mittelwerte und Standardabweichungen der Faktoren negativ, neutral und positiv bei der Target- und Non-Target-Bedingung zusammen im EPN, signifikanter Emotionseffekt im t-Test zwischen negativ/neutral und positiv/neutral, \*\*:  $p < 0,01$

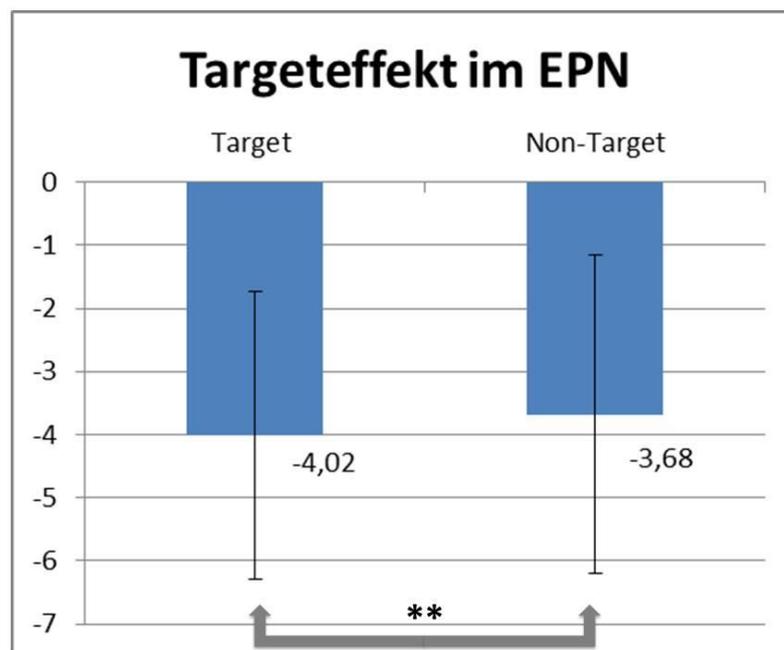


**Abbildung 6: Emotionseffekt bei der Target- und Non-Target-Bedingung im EPN an der Oz-Elektrode**

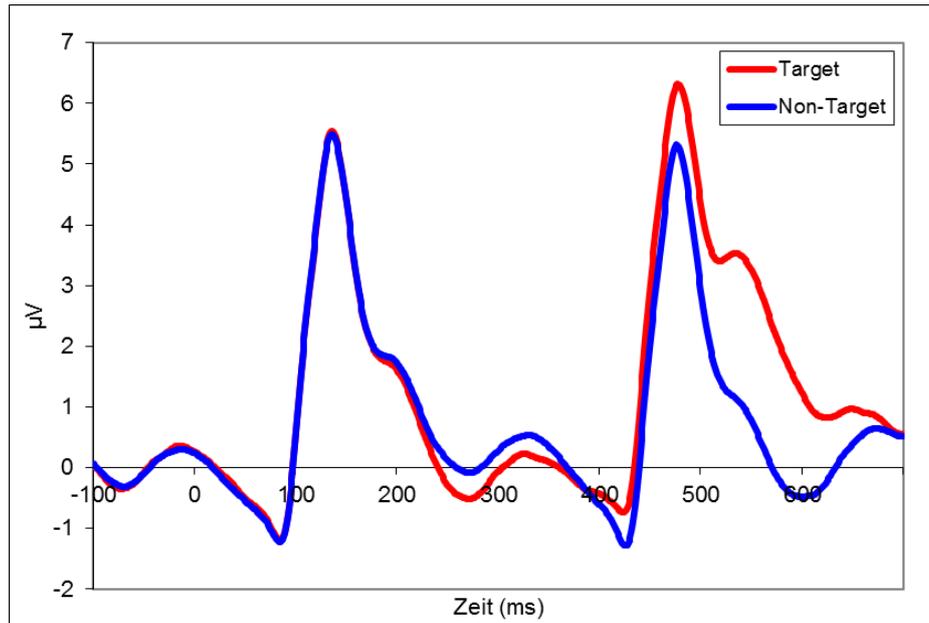
Ebenfalls mit dem t-Test für gepaarte Stichproben wird der im Test der Innersubjekteffekte festgestellte Haupteffekt Target weiter untersucht. Hierbei ergibt sich ein signifikanter Unterschied bezüglich der Variablen Non-Target

negativ ( $m = -4,42 \pm 2,96$ ) und Target negativ ( $m = -4,93 \pm 2,74$ ;  $t [34] = 2,78$ ;  $p = 0,01$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p = 0,03$ ). Daraus lässt sich schließen, dass bei der Präsentation von negativen Bildern das EPN-Potential bei der Non-Target Bedingung positiver verläuft als bei der Target-Bedingung. Sowohl bei dem Paar Target-Bedingung neutral ( $m = -2,56 \pm 1,94$ ) und Non-Target-Bedingung neutral ( $m = -2,18 \pm 2,01$ ;  $t [34] = 2,6$ ;  $p = 0,3$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p = 0,9$ ) als auch bei dem Paar Target positiv ( $m = -4,56 \pm 2,67$ ) und Non-Target positiv ( $m = -4,44 \pm 3$ ;  $t [34] = 0,73$ ;  $p = 0,47$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p = 1$ ) sind keine signifikanten Effekte festzustellen.

Mit dem T-Test für gepaarte Stichproben wird ebenfalls das Faktorenpaar Target/Non-Target untersucht. Es erfolgt keine Berücksichtigung der Bildqualität (siehe Abbildung 7). Hier zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Target- ( $m = -4,02 \pm 2,28$ ) und Non-Target-Bedingung ( $m = -3,68 \pm 2,52$ ;  $t [34] = -3,85$ ;  $p < 0,01$ ). Das EPN-Potential der Target-Bedingung verläuft negativer als das der Non-Target-Bedingung (siehe Abbildung 8).



**Abbildung 7: Target-Effekt im EPN**  
**Mittelwerte und Standardabweichungen der Faktoren Target- und Non-Target im EPN, signifikanter Target-Effekt im t-Test, \*\*:  $p < 0,01$**



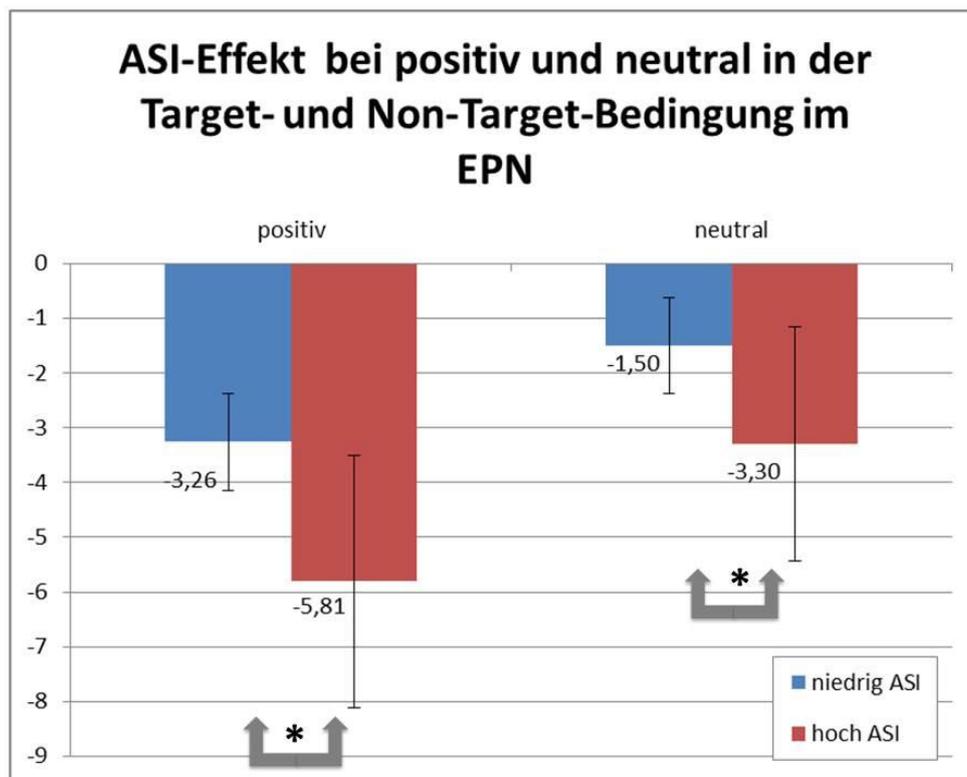
**Abbildung 8: Target-Effekt im EPN an der Oz-Elektrode**

Das Maß der Ängstlichkeit beeinflusst das EPN-Potential additiv. Dies zeigt der Test der Zwischensubjekteffekte für den ASI-Faktor ( $F [1; 31] = 7,99; p = 0,01$ ). Für das Geschlecht ( $F [1; 31] = 0,17; p = 0,69$ ) und die Interaktion zwischen Geschlecht und ASI ( $F [1; 31] = 0,15; p = 0,7$ ) können keine signifikanten Effekte festgestellt werden.

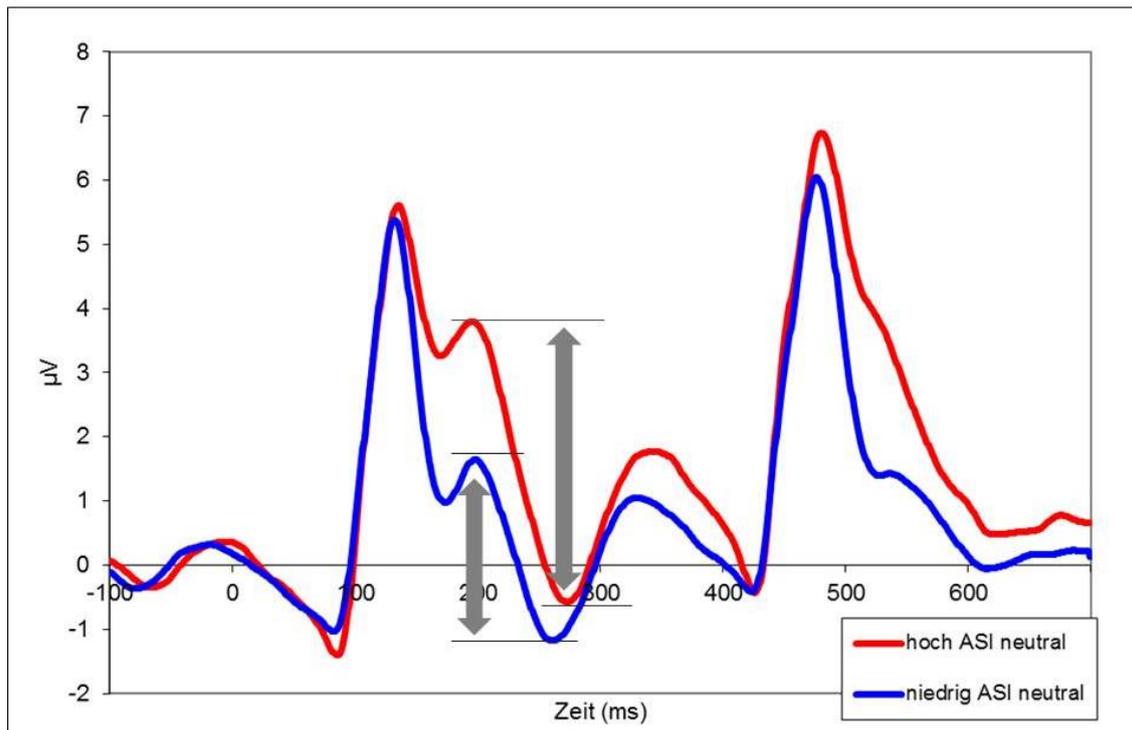
Der t-Test für unabhängige Stichproben überprüft den ASI-Effekt auf die Bedingungen neutral, negativ und positiv (siehe Abbildung 9). Hier wird nicht zwischen Target- und Non-Target-Bedingung differenziert, sondern die beiden Bedingungen zusammen überprüft. Die Mittelwerte und Standardabweichungen sind in Tabelle 9 aufgeführt. Bezüglich den beiden Bildqualitäten neutral und positiv zeigt sich ein signifikanter Einfluss der Ängstlichkeit auf den Amplitudenverlauf (neutral:  $t [24,1] = 3,08; p < 0,01$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p = 0,01$ ; positiv:  $t [23,6] = 2,95; p = 0,01$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p = 0,02$ ). Das EPN von stark ängstlichen Probanden verläuft signifikant negativer als das von wenig ängstlichen Probanden (siehe Abbildung 10). Diese Aussage trifft aber nicht bei negativen Bildern zu ( $t [27,7] = 2,45; p = 0,02$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p = 0,06$ ).

**Tabelle 9: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Bedingung Target und Non-Target zusammen, aufgeteilt in negativ/neutral/positiv und hoch/niedrig ASI, im EPN**

			Mittelwert	SD
Negativ	Hoch ASI		-5,8	3,08
	Niedrig ASI		-3,61	2,07
Positiv	Hoch ASI		-5,81	3,2
	Niedrig ASI		-3,26	1,64
Neutral	Hoch ASI		-3,3	2,14
	Niedrig ASI		-1,5	1,14

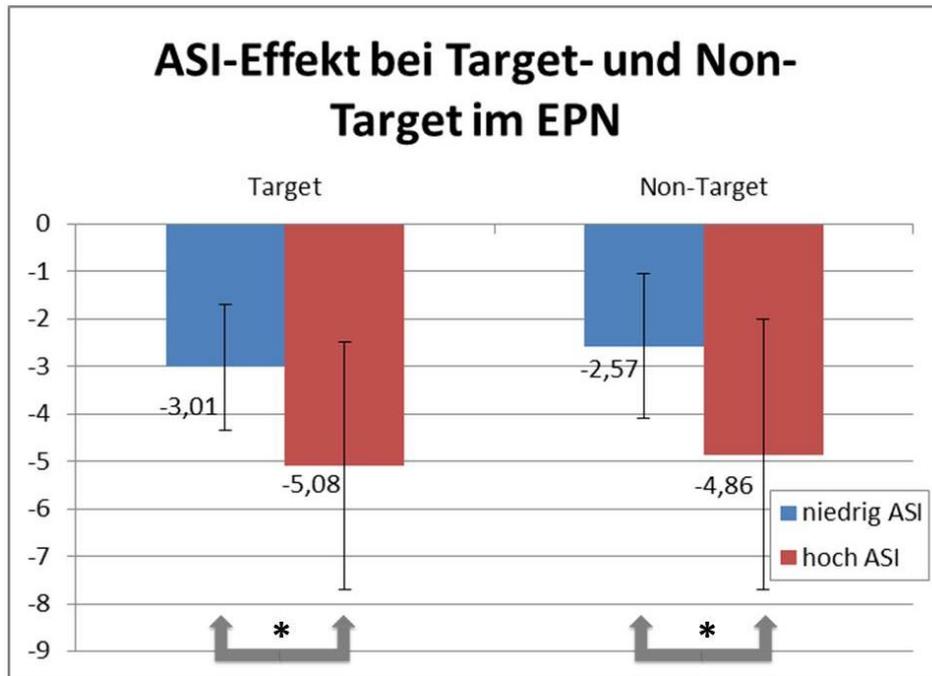


**Abbildung 9: ASI-Effekt bei positiv und neutral in der Target- und Non-Target-Bedingung im EPN**  
 Mittelwerte und Standardabweichungen der Faktoren positiv und neutral aufgeteilt in die beiden Probandengruppen hoch und niedrig ASI im EPN, signifikanter ASI-Effekt im t-Test, \*:  $p < 0,05$ ;

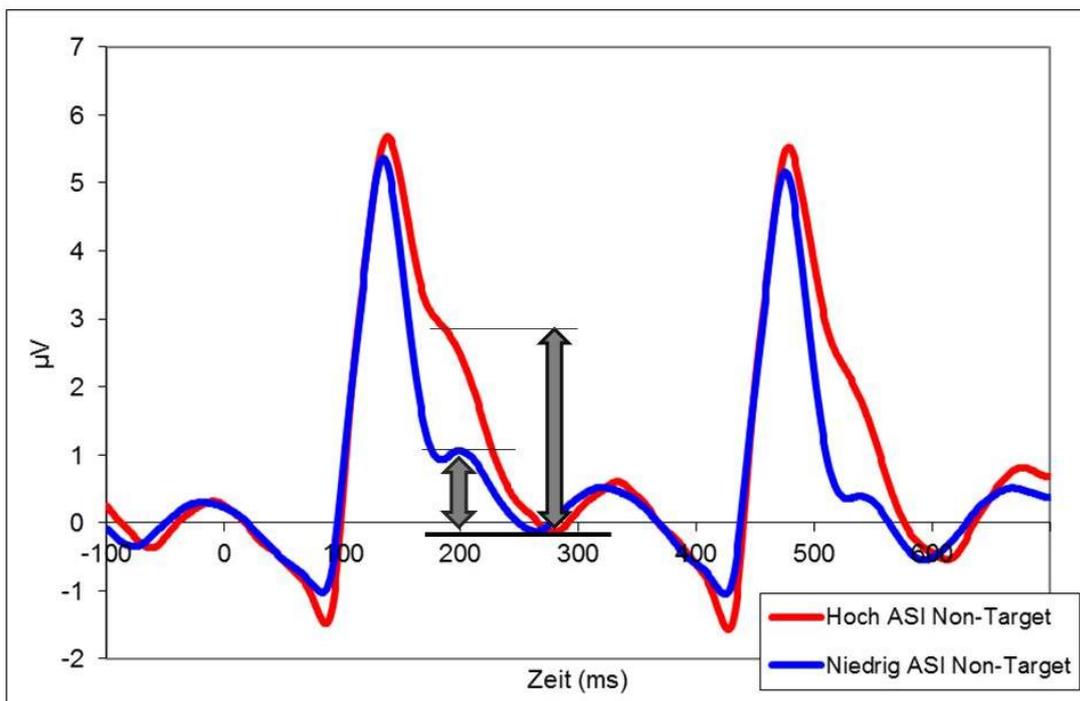


**Abbildung 10: ASI-Effekt bei neutral in der Target- und Non-Target-Bedingung zusammen im EPN an der Oz-Elektrode**

Mit Hilfe eines t-Test für unabhängige Stichproben wird untersucht, ob der ASI-Faktor einen Einfluss auf das EPN bei der Target- und/oder Non-Target-Bedingung hat (siehe Abbildung 11). Bei Probanden mit hoher Angstsensitivität ( $m = -5,08 \pm 2,61$ ) verläuft bei der Target-Bedingung das EPN signifikant negativer, als bei denjenigen mit niedriger Angstsensitivität ( $m = -3,01 \pm 1,33$ ;  $t [23,4] = 2,98$ ;  $p = 0,01$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p = 0,01$ ). Genauso verhält es sich bei der Non-Target-Bedingung (hoch ASI:  $m = -4,86 \pm 2,85$ ; niedrig ASI:  $m = -2,57 \pm 1,54$ ;  $t [24; 3] = 2,93$ ;  $p = 0,01$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p = 0,01$ ). Der EPN-Verlauf bei der Bedingung Non-Target ist in Abbildung 12 dargestellt.



**Abbildung 11: ASI-Effekt bei Target- und Non-Target-Bedingung im EPN**  
 Mittelwerte und Standardabweichungen der Faktoren Target und Non-Target aufgeteilt in die beiden Probandengruppen hoch und niedrig ASI im EPN, signifikanter ASI-Effekt im t-Test, \*:  $p < 0,05$ ;



**Abbildung 12: ASI-Effekt bei der Bedingung Non-Target im EPN an der Oz-Elektrode**

### 3.3 LPP bei dem passiven Betrachten (PB-Bedingung)

Mit den drei abhängigen Innersubjektfaktoren PB negativ, PB neutral und PB positiv wird für das LPP-Potential die Varianzanalyse durchgeführt. Der Mauchly-Test auf Sphärizität bestätigt die Null-Hypothese „Sphärizität angenommen“ ( $p = 0,59$ ).

Ein Haupteffekt Emotion zeigt sich bei der PB-Bedingung im Test der Innersubjekteffekte ( $F [2; 62] = 31,49; p < 0,01$ ). Somit wird die Nullhypothese abgelehnt, im LPP besteht ein signifikanter Unterschied bei Darbietung negativer, neutraler oder positiver Stimuli. Es treten keine Interaktionseffekte auf (siehe Tabelle 10).

**Tabelle 10: Test der Innersubjekteffekte für das LPP-Potential bei der PB-Bedingung**

	df 1	df 2	F	p
Emo x ASI	2	62	1,23	0,3
Emo x Geschlecht	2	62	0,13	0,88
Emo x ASI x Geschlecht	2	62	1,23	0,30

Anhand des t-Test für gepaarte Stichproben wird der Haupteffekt Emotion näher untersucht. Es zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen allen drei Bildqualitäten (siehe Abbildung 13). Das LPP bei der Bedingung PB negativ ( $m = 0,59 \pm 1$ ) verläuft signifikant höher als bei der Bedingung PB neutral ( $m = -0,66 \pm 0,88; t [34] = 7,22; p < 0,01; Bonferroni-Korrektur: p < 0,01$ ). Ebenso verläuft das Potential bei der Bedingung PB positiv ( $m = 0,04 \pm 0,97$ ) signifikant höher als bei PB neutral ( $t [34] = 3,68; p < 0,01; Bonferroni-Korrektur: p < 0,01$ ). Genauso besteht ein deutlicher Unterschied zwischen PB negativ und PB positiv ( $t [34] = 3,68; p = 0,01; Bonferroni-Korrektur: p = 0,03$ ). Das Potential von PB negativ zeigt die höchste Amplitude (siehe Abbildung 14).

3 Ergebnisse

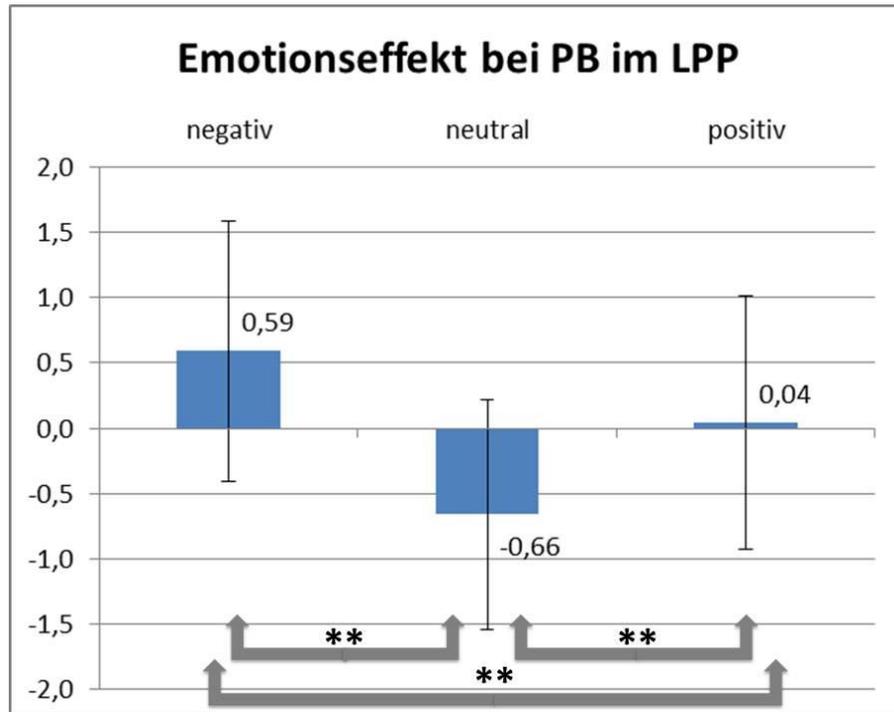


Abbildung 13: Emotionseffekt bei PB im LPP  
 Mittelwerte und Standardabweichungen der Faktoren negativ, neutral und positiv bei der PB-Bedingung, signifikanter Emotionseffekt im t-Test zwischen allen drei Bildqualitäten, \*\*:  $p < 0,01$ ;

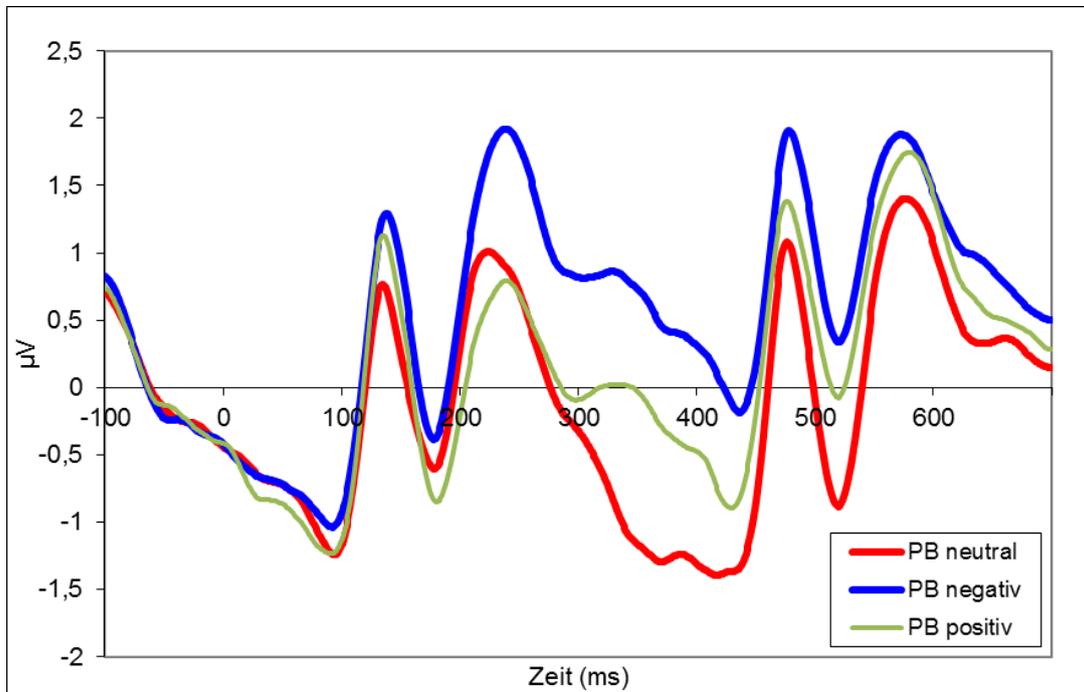


Abbildung 14: Emotionseffekt bei der PB-Bedingung (neutral, negativ, positiv) im LPP an der Pz-Elektrode

Beim Test der Zwischensubjekteffekte werden keine signifikanten Unterschiede festgestellt (siehe Tabelle 11). Im Gegensatz zu den in Kapitel 3.1 beschriebenen Ergebnisse im EPN beeinflusst die Angstsensitivität im LPP nicht signifikant den Verlauf des LPP bei der PB-Bedingung.

**Tabelle 11: Test der Zwischensubjekteffekte für das LPP bei der PB-Bedingung**

	df 1	df 2	F	p
ASI	1	31	0,02	0,89
Geschlecht	1	31	1,55	0,22
ASI x Geschlecht	1	31	0,18	0,67

### **3.4 LPP bei der Target- und Non-Target-Bedingung**

Die Varianzanalyse erfolgt bei der Target und Non-Target-Bedingung im LPP-Potential anhand von zwei Innersubjektfaktoren. Diese zwei Innersubjektfaktoren Target und Non-Target sind jeweils dreistufig (negativ, neutral, positiv) ausgeprägt. Außerdem wird auch für diese Bedingungen wieder ein Emotionseffekt berechnet.

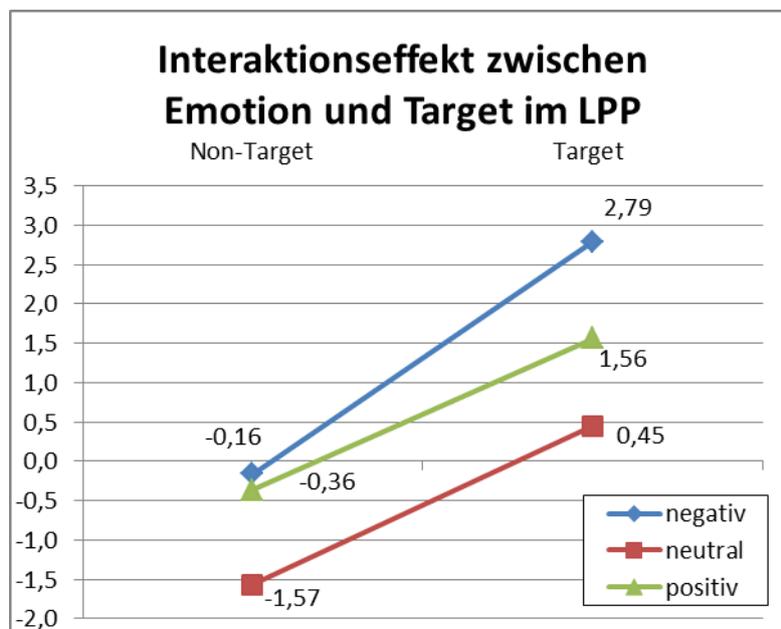
Mauchly-Test auf Sphärizität widerlegt für die Variable Emotion die Null-Hypothese „Sphärizität angenommen“ ( $p < 0,01$ ). Im Folgenden werden die Werte nach der Greenhouse-Geisser Korrektur analysiert. Dies gilt ebenfalls bei der Interaktion zwischen Emotion x Target, auch hier wird die Null-Hypothese verworfen ( $p = 0,02$ ).

Beim Test der Innersubjekteffekte zeigt sich ein signifikanter Emotionseffekt ( $F [1,4; 62] = 91,34; p < 0,01$ ). Daraus resultiert, dass sich die LPP-Potentiale der verschiedenen Stimuli negativ, positiv und neutral signifikant im Potenzialverlauf unterscheiden. Der Haupteffekt Target weist auf den signifikanten Unterschied zwischen der Target- und Non-Target-Bedingung im LPP hin ( $F [1; 31] = 153,07; p < 0,01$ ). Bis auf eine Ausnahme zeigen sich keine signifikanten Interaktionseffekte (siehe Tabelle 12).

**Tabelle 12: Interaktionseffekte beim Test der Innersubjekteffekte für das LPP-Potential bei der Target-/Non-Target-Bedingung**

	df 1	df 2	F	p
Emo x ASI	1,42	62	1,35	0,26
Emo x Geschlecht	1,42	62	0,56	0,52
Target x ASI	1	31	0,3	0,59
Target x Geschlecht	1	31	0,67	0,42

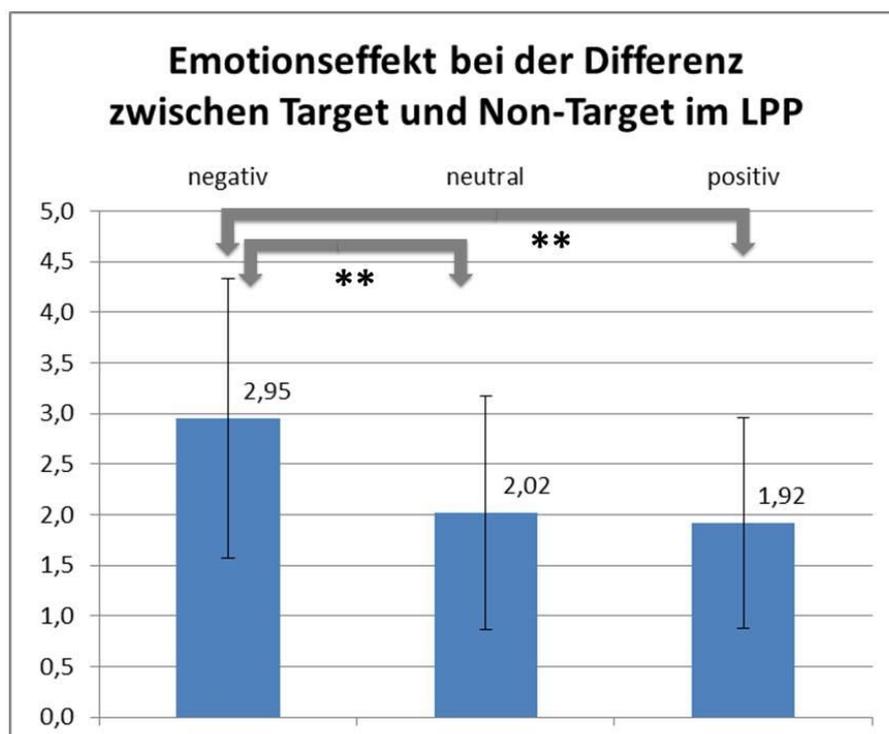
Der einzige Interaktionseffekt bei der Target-/Non-Target Bedingung ist zwischen „Emotion“ x „Target“ ( $F [1,6; 62] = 21,56; p < 0,01$ ) festzustellen (siehe Abbildung 15). Es liegt also ein kombinierter, wechselseitiger Einfluss der beiden Faktoren Emotion und Target auf die abhängigen Variablen Target und Non-Target vor.



**Abbildung 15: Interaktionseffekt zwischen Emotion und Target im LPP**  
**Signifikanter Interaktionseffekt ( $p < 0,01$ ) zwischen der Variable Emotion in der Ausprägung negativ/neutral/positiv und Target in der Ausprägung Non-Target/Target**

Mit Hilfe des t-Tests für gepaarte Stichproben wird die Interaktion zwischen Emotion und Target näher untersucht (siehe Abbildung 16). Dazu wird für jede Bildqualität die Differenz zwischen der Target-Bedingung und der Non-Target-Bedingung gebildet (Target minus Non-Target). Für die beiden Varianzen negativ ( $m = 2,95 \pm 1,38$ ) und neutral ( $m = 2,02 \pm 1,15$ ) zeigt sich ein signifikanter Unterschied ( $t [34] = -4,53; p < 0,01$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p < 0,01$ ). Daraus

folgt, dass das LPP beim Betrachten von negativen Bildern signifikant höher verläuft als das LPP beim Betrachten von neutralen Bildern. Genauso verhält es sich bei dem Paar positiver ( $m = 1,92 \pm 1,04$ ) und negativer Stimulus ( $t [34] = 6,65; p < 0,01$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p < 0,01$ ). Während der Präsentation von negativen Bildern beobachtet man eine signifikant höhere LPP-Amplitude als bei positiven Bildern (siehe Abbildung 17). Kein signifikanter Effekt zeigt sich bei den beiden Varianzen positiv und neutral ( $t [34] = 0,7; p = 0,49$ ; Bonferroni-Korrektur:  $p = 1$ ).



**Abbildung 16:** Emotionseffekt bei der Differenz zwischen Target und Non-Target im LPP für jede Bildqualität wird die Differenz zwischen Target- und Non-Target-Bedingung gebildet, Mittelwerte und Standardabweichungen der Faktoren negativ, neutral und positiv, signifikanter Emotionseffekt im t-Test zwischen negativ/neutral und negativ/positiv, \*\*:  $p < 0,01$ ;

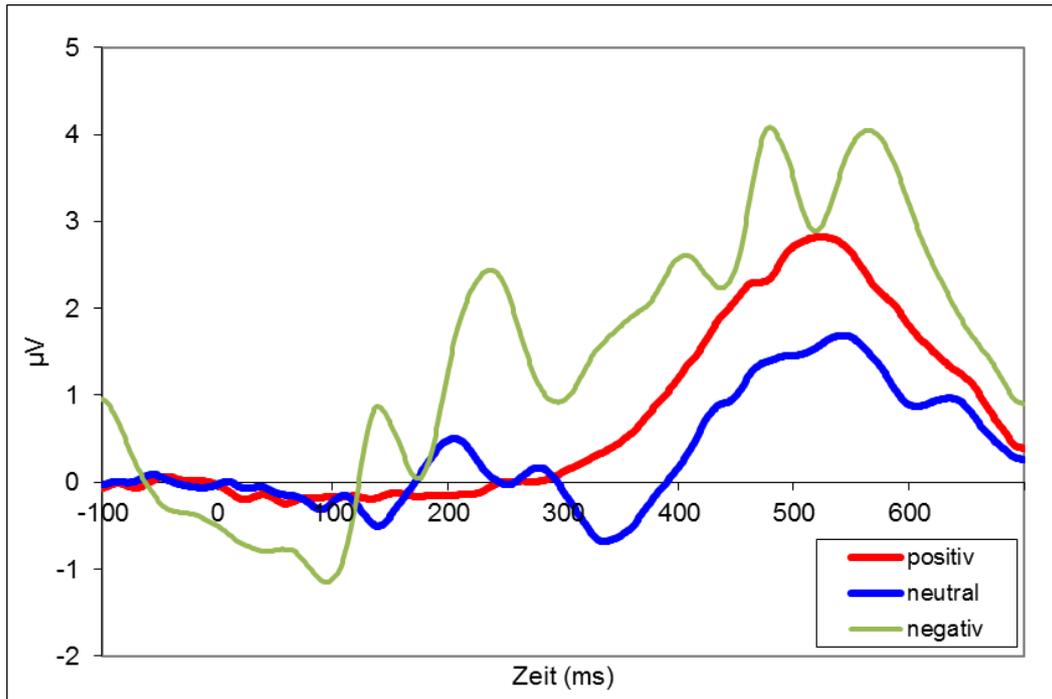


Abbildung 17: Interaktionseffekt zwischen Emotion und Target im LPP an der Pz-Elektrode

Keine signifikanten Effekte sind beim Test der Zwischensubjekteffekte festzustellen (siehe Tabelle 13). Somit lässt sich sowohl für die Angstsensitivität, als auch für das Geschlecht kein signifikanter Einfluss auf den Verlauf des LPP bei der Target-, Non-Target-Bedingung zeigen.

Tabelle 13: Test der Zwischensubjekteffekte für das LPP-Potential bei der Target-/Non-Target-Bedingung

	df 1	df 2	F	p
ASI	1	31	0,06	0,81
Geschlecht	1	31	1,58	0,22
ASI x Geschlecht	1	31	0,45	0,51

## 4 Diskussion

In dieser Studie wurden die Probanden anhand des ASI-Fragebogens in hoch und niedrig angstsensitiv eingeteilt. Den Probanden wurden in einem Target-/Non-Target-Paradigma Bilder mit verschiedenen emotionalen Qualitäten dargeboten (negativ, positiv, neutral) und dabei wurde ein EEG abgeleitet. Ziel der Arbeit ist es, mittels ereigniskorrelierter Potentiale den Einfluss der individuellen Angstsensitivität auf die Emotionswahrnehmung und die Aufmerksamkeitsprozesse zu untersuchen. Die Angstsensitivität korreliert im EPN mit der Aufmerksamkeits- und Emotionsverarbeitung. In dieser Untersuchung beeinflusst die Ausprägung der Angstsensitivität signifikant die Amplitude des EPN, nicht aber die Amplitude des LPP.

Die Hypothesen 1 bis 9 wurden zuvor in der Einleitung (Kapitel 1.2) entsprechend des Versuchsaufbaus und der unterschiedlichen Untersuchungskomponenten formuliert und nummeriert. Hypothese 1 beschäftigt sich zum Beispiel mit dem Target-Effekt im EPN und LPP, daraufhin folgt Hypothese 2 mit dem Einfluss der Angstsensitivität auf den Target-Effekt im EPN und LPP. In Hypothese 3 wird der Emotionseffekt bei der PB-Bedingung im EPN und LPP thematisiert. Hypothese 4 erfasst die in Hypothese 3 formulierte Fragestellung in Abhängigkeit der Angstsensitivität.

In der Diskussion (Kapitel 4.1 und 4.2) werden die unterschiedlichen Hypothesen nicht in Reihenfolge Ihrer Nummerierung diskutiert, sondern in ihrem thematischen Kontext. In Kapitel 4.1 steht der Einfluss der Angstsensitivität auf die Untersuchungsergebnisse im Mittelpunkt. Es werden alle Hypothesen mit diesem Themenschwerpunkt beleuchtet: Hypothese 2, Hypothese 4, Hypothese 6, Hypothese 8; Das Kapitel 4.2 fokussiert die Fragestellungen der Aufmerksamkeitsprozesse und Emotionsverarbeitung unabhängig der Ausprägung der Angstsensitivität (Hypothese 1, Hypothese 3, Hypothese 5, Hypothese 7, Hypothese 9).

## 4.1 Einfluss der Angstsensitivität

### **Hypothese 2:**

*Der Target-Effekt im EPN und LPP korreliert mit der Ausprägung der Angstsensitivität. Bei hochgradig Angstsensitiven tritt dieser Effekt verstärkt auf.*

Die Angstsensitivität beeinflusst den Target-Effekt im EPN, nicht aber den Target-Effekt im LPP. In der vorliegenden Studie bewirkt die stark ausgeprägte Angstsensitivität der Probanden eine Amplitudenerhöhung. Dieser Effekt tritt sowohl bei der Target- wie auch bei der Non-Target-Bedingung auf. Im LPP besteht diese Korrelation nicht. Die Hypothese 2 kann somit nur für das EPN bestätigt werden. Betrachtet man im EPN den Einfluss der Angstsensitivität auf den Target-Effekt bei Präsentation der unterschiedlichen Bildqualitäten, lässt sich für positive und neutrale, nicht aber für negative Bilder ein signifikanter Einfluss der Angstsensitivität auf den Potentialverlauf zeigen.

Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass das Persönlichkeitsmerkmal Angstsensitivität insbesondere die frühe Reizverarbeitung in der Phase des EPN prägt. Hoch Angstsensitive besitzen auf Grund ihrer schon primär erhöhten Erwartungshaltung ein kontinuierlich höheres Aufmerksamkeitsniveau und nehmen daher schon initial jeden präsentierten Stimulus intensiver wahr (Eldar, et al., 2010). Die in dieser Studie beobachtete und oben beschriebene Amplitudenerhöhung bestätigt diesen Zusammenhang.

Das Ergebnis steht in Einklang mit den Daten von Schmitz und Kollegen (Schmitz, Scheel, Rigon, Gross, & Blechert, 2012). Sie untersuchten den Einfluss von sozialer Angst auf die EPN und LPP beim Betrachten von Bildern mit Personen. Die Bilder unterschieden sich dadurch, ob die Blickrichtung auf den Betrachter gerichtet war oder nicht. Auch hier wurde bei stark ausgeprägter sozialer Angst im EPN (hier 200 – 250 ms post Stimulus) unabhängig von der Blickrichtung eine signifikante Amplitudenerhöhung registriert, nicht aber im LPP. Auch Schmitz und Kollegen führten Ihre Erkenntnisse auf ein primär erhöhtes Aufmerksamkeitsniveau der Probanden mit starker sozialer Angst zurück (Schmitz, et al., 2012).

Jedoch sprechen andere Studien dafür, dass stark ausgeprägte Angst eine verschlechtere Konzentration auf einen bestimmten Reiz begründet. Betroffene können leichter abgelenkt werden. In der Studie von Chen und Kollegen wurde festgestellt, dass Patienten, die an einer generalisierten Angst- oder Panikstörung leiden, langsamer auf jegliche Art von Stimuli reagieren als gesunde Probanden (Chen, et al., 2013). Diese Patienten weisen möglicherweise eine gewisse Wahrnehmungsschwäche auf. Die Studie von Becker und Mitarbeitern zeigte, dass Probanden mit einer generalisierten Angsterkrankung länger brauchen, um präsentierte Wörter zu kategorisieren (Becker, Rinck, Margraf, & Roth, 2001). Laut Becker und Kollegen ist dies begründet durch eine von der Angst verlangsamte und durch sie hervorgerufene Aufmerksamkeitsverzerrung. Diese Annahme der schlechteren Konzentrationsfähigkeit kann in unserer Studie nicht bestätigt werden und bedarf daher weiterer Untersuchungen.

**Hypothese 4:**

*Im EPN und LPP zeigen sich bei der PB-Bedingung bei Probanden mit hoher Angstsensitivität eine spezifisch erhöhte Amplitude auf negativ emotionale Reize (im Vergleich zu neutralen und positiven).*

Im EPN wird in unseren Daten während der PB-Bedingung ein signifikanter Unterschied zwischen stark und niedrig angstsensitiven Probanden beobachtet. Stark Angstsensitive weisen eine eindeutig höhere Amplitude auf. Sowohl bei Präsentation von positiven als auch von neutralen Bildern tritt dieser Effekt auf. Bei negativen Bildern sind jedoch keine signifikanten Differenzen festzustellen, wobei mit einem p-Wert von 0,06 die Nullhypothese nur sehr knapp abgelehnt wurde. Im Gegensatz zum EPN zeigt sich im LPP bei der PB-Bedingung kein Einfluss der Angstsensitivität auf die Potentialamplitude.

Verschiedene Studien zeigen, dass sowohl Angsterkrankungen als auch Depression die Verarbeitung von negativen Stimuli beeinflussen (Bradley, Mogg, White, Groom, & de Bono, 1999; Etkin & Wager, 2007; Mitterschiffthaler, et al., 2008). Patienten, die an einer generalisierten Angststörung leiden, weisen eine erhöhte Wachsamkeit und Affinität bezüglich negative, furchteinflößende Gesichter im Vergleich zu neutralen Gesichtern auf (Bradley, et al., 1999). Ein deutlicher Zusammenhang zwischen negativen Reizen und der Angst als Ei-

genschaft (Trait-Angst eingeteilt nach dem STAI-Fragebogen) konnte während des EPN (hier 210 - 320 ms) in der Studie von Walentowska und Kollegen nachgewiesen werden (Walentowska & Wronka, 2012). Bei Probanden mit hoher Trait-Angst führte die Präsentation von furchteinflößenden Gesichtern zu einer verstärkten Negativität im EPN. Mercado und Mitarbeiter konnten ähnliche Zusammenhänge jedoch für die State-Angst (Angst als Zustand) bei auditiven, furchteinflößende Stimuli nachweisen (Mercado, Carretie, Tapia, & Gomez-Jarabo, 2006). Bei Probanden mit einem hohen Level der State-Angst konnte bei diesen stark emotional geprägten Tönen eine erhöhte P2-Amplitude (hier 150 - 210 ms post stimulus) festgestellt werden.

Obwohl wir Hypothese 4 in unserer Untersuchung nicht bestätigen konnten, lässt sich vermuten, dass der Angstsensitivität und der Angst als Eigenschaft (Trait-Angst) oder der Angst als Zustand (State-Angst) vergleichbare elektrophysiologische Prozesse zu Grunde liegen. Unsere Ergebnisse, dass ein Einfluss der Angstsensitivität nur auf die Wahrnehmung von neutralen und positiven Bildern besteht, nicht aber auf die von negativen Bildern, sollten kritisch bewertet werden. Diese Ergebnisse korrelieren nicht mit vergleichbaren, oben genannten Untersuchungen (Bradley, et al., 1999; Mercado, et al., 2006; Walentowska & Wronka, 2012). In der Studie von Wangelin und Kollegen wurde bei der Präsentation von Bildern mit verärgerten und lachenden Gesichtern eine signifikante Amplitudenerhöhung in Abhängigkeit von dem Level der sozialen Angst festgestellt (Wangelin, Bradley, Kastner, & Lang, 2012). Dieser Effekt konnte jedoch nicht für neutrale Gesichter nachgewiesen werden. Die soziale Angst der Probanden wurde anhand der Liebowitz-Soziale-Angst-Skala (LSAS) eingestuft (Liebowitz, 1987). Auch der in unserer Studie verwendete ASI-3 erfasst mit einem der insgesamt drei Faktoren die Bedenken hinsichtlich sozialer Folgen (Taylor, et al., 2007). Somit wären Parallelen zwischen unserer Studie und der von Wangelin und Mitarbeitern zu erwarten gewesen (Wangelin, et al., 2012).

Ein anderer Erklärungsansatz wäre, dass hoch angstsensitive Probanden generell auch bei der PB-Bedingung intensiver auf alle präsentierten Reize reagieren, unabhängig von der Bildqualität. Dies könnte auf das unter Hypothese 2

beschriebene grundsätzlich gesteigerte Aufmerksamkeitsniveau zurück zu führen sein. So wurde in der Studie von Kanske und Kotz solch ein signifikanter Einfluss der Angst auf die Verarbeitung von emotional positiven Stimuli nicht gefunden (Kanske & Kotz, 2012). Genau diese Fragestellungen sollten an einem umfangreicheren Probandenkollektiv in künftigen Studien weiter überprüft werden.

Im LPP zeigte sich in dieser Studie kein Einfluss der Angstsensitivität auf die Potentialamplitude bei Präsentation der unterschiedlichen Bildqualitäten. Im Gegensatz dazu wurde in der Studie von Solomon und Mitarbeitern bei Kindern zwischen fünf und sieben Jahren in Abhängigkeit von der Angst im LPP eine höhere Amplitudendifferenz zwischen negativen und neutralen Bildern registriert (Solomon, DeCicco, & Dennis, 2012). Eingeteilt wurde die Angst dabei wie folgt: Den Kindern wurde die Aufgabe gestellt, in eine schwarze Box zu fassen, in der sich etwas Unheimliches befinden würde. Die Stärke der Angst wurde entsprechend der Zeit eingeteilt, die jedes Kind benötigte um die Anweisung auszuführen. Im Einklang mit diesen Erkenntnissen von Solomon und Kollegen konnten MacNamara und Hajcak feststellen, dass das LPP bei Präsentation von negativen Stimuli im Vergleich zu neutralen mit der Ausprägung der State-Angst (STAI-Fragebogen) korrelierte (MacNamara & Hajcak, 2009). Unter Berücksichtigung der aktuellen Forschungslage bedürfen diese Ergebnisse unserer Studie vor allem mit Hinblick auf das LPP einer weiteren Überprüfung.

***Hypothese 6:***

*Target- und Emotionseffekt im EPN sind stärker ausgeprägt bei hoher Angstsensitivität*

Unsere Ergebnisse zeigen, dass das Maß der Angstsensitivität eingeteilt nach dem ASI-Fragebogen das EPN-Potential bei der Target-Bedingung positiv beeinflusst. Der Target- und Emotionseffekt ist bei hoher Angstsensitivität verstärkt festzustellen. Die entsprechenden Probanden reagieren intensiver auf emotionale Reize und zeigen bei Aufmerksamkeitshinwendung (Target) eine zusätzlich gesteigerte Sensitivität. Im EPN ist analog der Studie von Schupp und seinen Mitarbeitern keine Interaktion zwischen „Target“ und „Emotion“ zu

beobachten (Schupp, et al., 2007). Die Hypothese 6 gilt somit in unserer Arbeit als bestätigt.

**Hypothese 8:**

*Die Interaktionseffekte im LPP sind stärker ausgeprägt bei hoher Angstsensitivität.*

In unserem Probandenkollektiv lässt sich entsprechend der Studie von Schupp und Kollegen bei der Target-Bedingung ein Interaktionseffekt ist zwischen „Emotion“ und „Target“ feststellen (Schupp, et al., 2007). Jedoch zeigt sich bei diesem Interaktionseffekt keine Korrelation mit der Ausprägung der Angstsensitivität, wie es in Hypothese 8 angenommen wurde. Aufgrund dieser Tatsache, lässt sich vermuten, dass die Angstsensitivität vor allem, wie oben beschrieben, in der frühen Phase der Reizverarbeitung, nämlich im EPN, den Amplitudenverlauf beeinflusst und nicht mehr während des späteren LPPs.

## **4.2 Aufmerksamkeitsprozesse und Emotionsverarbeitung**

**Hypothese 1:**

*Im EPN und LPP ist ein signifikanter Target-Effekt nachweisbar. Die Target-Bedingung führt im Vergleich zu Non-Target zu einer Amplitudensteigerung.*

Hypothese 1 wird durch die vorliegenden Ergebnisse bestätigt. Sowohl im EPN als auch im LPP zeigt sich bei den Messergebnissen ein signifikanter Target-Effekt. Das EKP der Probanden weist einen Unterschied im Potentialverlauf auf, wenn ein bestimmtes Bild in der Target-Bedingung beziehungsweise Non-Target-Bedingung präsentiert wird. Auch Schupp und Mitarbeiter beobachteten eine verstärkt negative Amplitude im EPN bei Präsentation eines Stimulus mit der vorherigen Anweisung „Target“ im Vergleich zu „Non-Target“ (Schupp, et al., 2007). Im LPP verläuft das Potential bei der Target-Bedingung positiver als bei der Non-Target-Bedingung. Entsprechende Target-Effekte konnten in diversen EEG-Studien festgestellt werden (Codispoti, Ferrari, & Bradley, 2006; Delorme, Rousselet, Mace, & Fabre-Thorpe, 2004). In der Studie von Sergent und Kollegen bestand die Aufgabe darin, zwischen bereits bekannten und noch

unbekannten Wörtern zu differenzieren (Sergent, Baillet, & Dehaene, 2005). Letztere sollten bewusst fokussiert werden (Target-Reiz). Im EPN zeigte sich während der Präsentation des Target-Reizes, analog dieser Studie, eine verstärkte Negativität.

Diese Erkenntnisse und Befunde bestätigen das zweistufige Model der Wahrnehmung eines Reizes (Chun & Potter, 1995; Ohman, 1986). Die erste Stufe stellt die Erkennung und Identifizierung des präsentierten Reizes dar. An diesen Prozess kann sich eine zweite Stufe anschließen. Hier wird der Stimulus inhaltlich verarbeitet. Es findet eine Gewichtung statt, Target-Reize werden ihrer besonderen Bedeutung entsprechend herausgefiltert. Diese werden dann unverzüglich einer schnellen und bevorzugten Weiterverarbeitung unterzogen.

**Hypothese 3:**

*Im EPN und LPP zeigen sich bei der PB-Bedingung während der Präsentation von negativen, positiven und neutralen Reizen ein signifikanter Emotionseffekt. Dies äußert sich in einer Amplitudenerhöhung bei Präsentation von negativen und positiven Reizen.*

Bei der Analyse der EEG-Daten wurde im EPN, wie auch im LPP während der PB-Bedingung ein Emotionseffekt deutlich. Es besteht somit ein signifikanter Unterschied im EEG bei Präsentation der unterschiedlichen Bildqualitäten. Dieses Erkenntnis deckt sich mit den Ergebnissen der Studie um Fleisch (Fleisch, Stockburger, & Schupp, 2008). Sie registrierten eine erhöhte Potentialamplitude im EPN und LPP bei Darbietung von Bildern mit hohem Arousal im Unterschied zu neutralen Bildern. In diesem Kontext belegt auch die Studie von Schupp und Kollegen vergleichbare Emotionseffekte im EEG (Schupp, et al., 2007).

Die vorliegenden Daten zeigen im EPN bei der PB- und Target-Bedingung signifikante, vergleichbare Effekte. Die Amplituden bei positivem und negativem Reiz sind signifikant höher als bei neutralen Stimulus. Unterschiede zwischen positiver und negativer Bildqualität finden sich hingegen bei beiden Bedingungen nicht. Somit ist im EPN ein Arousal-Effekt mit einer erhöhten Amplitude festzustellen, aber kein Valenzeffekt.

Hierzu differente Verhältnisse finden sich im LPP. Es ist bei der PB-Bedingung ein signifikanter Unterschied zwischen allen drei Bildqualitäten festzustellen

(Valenz-Effekt und Arousal-Effekt). Die höchsten Amplituden fanden sich bei negativen Stimuli. Bei der Target-Bedingung im LPP unterscheiden sich jedoch nur die folgenden Bildqualitäten voneinander: negativ und positiv, negativ und neutral; die Amplitude verläuft am positivsten bei negative Bilder, gefolgt von positiven. Dass sich weitere Korrelationen nicht eindeutig belegen lassen (zum Beispiel bei LPP Target-Bedingung positiv zu neutral), lässt sich vermutlich bei größeren Kollektiven nicht reproduzieren.

Schupp und Mitarbeiter betonen, dass sich im LPP und EPN der Emotionseffekt für erotische Bilder im Vergleich zu negativen Bildern verstärkt darstellt (Schupp, et al., 2007). Diese Behauptung von Schupp und Kollegen konnte in dieser Studie nicht reproduziert werden. Es bleibt offen, ob diese Divergenz begründet ist durch die Größe des Kollektivs oder die Auswahl der Probanden.

***Hypothese 5:***

*Im EPN zeigt sich keine Interaktion zwischen Target und Emotion, mit stärker negativen Amplituden bei der Target-Bedingung und den emotionalen Reizen.*

Die Aufmerksamkeit wird durch emotionale Stimuli erhöht. Um diesen Effekt zu untersuchen wird die Aufmerksamkeit auf Stimuli gelenkt, die sich in Arousal und emotionaler Kategorisierung unterscheiden. Diese Abhängigkeit zwischen Emotionswahrnehmung und Aufmerksamkeitsvermögen variiert in zeitlicher Latenz zum Reiz (Schupp, et al., 2007).

Im Einklang mit den Ergebnissen von Schupp und Kollegen zeigt sich auch in unseren Ergebnissen beim EPN eine additive Verstärkung zwischen dem Emotions- und Aufmerksamkeitseffekt (Schupp, et al., 2007). Durch Aufmerksamkeitswendung (Target) kommt es zu einer weiteren signifikanten Amplitudenerhöhung bei positiven und negativen Stimuli. Ein Interaktionseffekt zwischen den beiden Variablen ist hingegen nicht nachweisbar. In der Zeiteinheit des EPNs findet die frühe Aufnahme und Kategorisierung eines Reizes statt. Das EPN ist verantwortlich für die Vorselektion, an die sich eine weitere intensivere Verarbeitung anschließt (Fichtenholtz, Hopfinger, Graham, Detwiler, & LaBar, 2009; Recio, Sommer, & Schacht, 2011).

**Hypothese 7:**

*Im LPP zeigt sich bei der Target-, Non-Target-Bedingung eine Interaktion zwischen Emotions- und Target-Effekt. Bei emotionalen im Vergleich zu neutralen Reizen kommt es zu einer stärkeren Target-Modulation.*

In unserem Versuch lässt sich eine Interaktion zwischen Aufmerksamkeit und Emotion bei den beiden Bedingungen Target- und Non-Target in der späteren Phase des LPPs feststellen. Bei emotionalen Bildern mit hohem Arousal ist im LPP der Target-Effekt stärker ausgeprägt als im Vergleich zu neutralen Bildern mit niedrigem Arousal.

Diese gegenseitige Beeinflussung von Emotion und Aufmerksamkeit steht im Einklang mit den Ergebnissen von Schupp und Mitarbeitern (Schupp, et al., 2007). Im späteren Verarbeitungsprozess wirken Emotion und Aufmerksamkeit synergistisch. Das LPP stellt somit die Phase der genaueren, spezifischeren Verarbeitung des Reizes dar. Auch in anderen Studien wurde der gegenseitige Einfluss von Aufmerksamkeitsaufgaben und Emotionswahrnehmung beschrieben (Pessoa, Kastner, & Ungerleider, 2002).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Hypothese 5 und Hypothese 7 bestätigt werden können. Die Messergebnisse decken sich mit denen der Studie von Schupp und seinen Mitarbeitern (Schupp, et al., 2007). LPP und EPN sind beeinflussbar durch motivierende, stimulierende Reize, sei es emotional bewegend oder aufmerksamkeitserregend.

**Hypothese 9:**

*Im LPP und EPN zeigen sich sowohl bei der Target- als auch bei der PB-Bedingung keine geschlechtsspezifischen Unterschiede.*

Weder im EPN noch im LPP zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede in der Emotions- und Aufmerksamkeitsverarbeitung. Dies stimmt mit Erkenntnissen aus verschiedenen EEG- Studien überein, die ebenfalls keinen Einfluss des Geschlechtes auf den Potential-Verlauf des EKPs feststellen konnten (Littel, Euser, Munafo, & Franken, 2012; Rozenkrants & Polich, 2008; Yamamoto, et al., 2000).

### 4.3 Verhaltensdaten

Die Ausprägung der Angstsensitivität entsprechend dem ASI-Fragebogen wurde in unserem Versuch nicht durch das Geschlecht der Probanden beeinflusst. Männer und Frauen sind somit bezogen auf unsere Fragestellungen vergleichbar und es muss in den einzelnen Untersuchungen nicht geschlechtsspezifisch unterschieden werden. Das steht im Konsens mit den Erkenntnissen aus der Studie von Osman und Mitarbeitern (Osman, et al., 2010). Sie konnten ebenfalls bei einer Stichprobe von 462 gesunden Probanden keine geschlechtsspezifischen Unterschiede in dem Gesamtsummenscore des ASI-Fragebogens beobachten. Auch Foot und Kollegen konnten bei dem von ihnen untersuchten Kollektiv von Panikpatienten keine Unterschiede zwischen Männern und Frauen feststellen (Foot & Koszycki, 2004). Frauen erreichten aber beim Faktor „Bedenken somatisch“ höhere Punktzahlen als männliche Probanden. Die beiden oben genannten Studien widersprechen jedoch der Studie von Van Dam und seinen Mitarbeitern. Sie stellten fest, dass Frauen ohne psychiatrische Erkrankungen im ASI eine signifikant höhere Punktzahl erreichen (Van Dam, Earleywine, & Forsyth, 2009). Nach dieser Studie bewerten in diesem Fragebogen Frauen vor allem das Item „It scares me when I feel faint“ (Item 4 aus dem ASI-R von Taylor und Cox, insgesamt 36 Items (Taylor & Cox, 1998)) mit einer höheren Punktzahl.

Es ergibt sich bei der Auswertung des PANAS-Fragebogens keine Korrelation mit dem ASI. Der PANAS erfasst die subjektive emotionale Befindlichkeit des Probanden (Watson, et al., 1988). Diese aktuelle Befindlichkeit ist somit bei hoch angstsensitiven Probanden im Vergleich zu wenig Angstsensitiven nicht signifikant unterschiedlich. In ähnlichen Studien, wie die der Arbeitsgruppe um Hughes und Kollegen, wird vermutet, dass die soziale Angst, eingestuft nach dem Beck Anxiety Inventory (BAI), mit einem niedrigeren positiven Affekt im PANAS korreliert (Hughes, et al., 2006). Es bedarf weiteren Untersuchungen um die Aussagekraft des PANAS im Kontext der Angsterkrankungen und Angstsensitivität abschließend beurteilen zu können.

Desweiteren beantworteten die Probanden den STAI-S und STAI-T Fragebogen (Laux, et al., 1981). Bezüglich der beiden Probandengruppen hoch und niedrig

angstsensitiv ergab sich sowohl im STAI-S als auch im STAI-T ein signifikanter Unterschied. Stärker Angstsensitive erzielten einen signifikant höhere Gesamtscore im STAI als diejenigen mit niedriger Angstsensitivität. Daraus lässt sich vermuten, dass die Angstsensitivität die individuelle Eigenschaftsangst prägt und die Angst als Zustand beeinflusst. Zur Bewertung dieser Ergebnisse kann auf die Erkenntnisse aus der Studie von Sandin und Mitarbeiter verwiesen werden (Sandin, Chorot, & McNally, 2001). Sie beschrieben für die spanischen Versionen der beiden Fragebögen eine moderate Korrelation. Bereits die Ergebnisse der Studie um die Arbeitsgruppe von Taylor und Kollegen deuten darauf hin, dass der ASI und der STAI überlappende Faktoren messen (Taylor, Koch, & Crockett, 1991).

In künftigen EKP-Studien sollte in diesem Kontext der Angst dem STAI mehr Beachtung beigemessen werden. Denkbar wäre sowohl den ASI als auch den STAI zur Probandeneinteilung heranzuziehen und unter diesem erweiterten Gesichtspunkt die EEG-Daten zu bewerten.

#### **4.4 Limitierungen**

In der vorliegenden Studie wurden überwiegend Studenten mit einem Durchschnittsalter von ca. 24 Jahren untersucht. Um eine möglichst optimale Validität zu erreichen, wäre es notwendig auch andere Altersgruppen zu berücksichtigen. Zudem müsste das Probandenkollektiv auf unterschiedliche Bildungsstandards erweitert werden. Es wäre sinnvoll, die Teilnehmeranzahl zu erhöhen und zu testen, ob sich bei einer erweiterten Stichprobe ähnliche Ergebnisse feststellen lassen. Das würde die Aussagekraft der Studie beim Vergleich mit anderen noch weiter erhöhen. Die Hypothesen ließen sich bei einem größeren Kollektiv valider überprüfen. Für die Beurteilung der Daten ist ausschlaggebend, ob diese in folgenden Studien mit einer erweiterten Gruppengröße replizierbar sind. Ob die Aufwandsentschädigung von 20 Euro zu einer ungewollten Selektion der Probandenauswahl führte, könnte gemutmaßt werden.

Auffällig war die unterschiedliche Beantwortung des ASI-3 Fragebogens. Die Probanden bearbeiteten ihn zum ersten Mal bei Rekrutierung im Internet und zum zweiten Mal am vereinbarten Versuchstag vor der EEG-Ableitung. Sechs

Probanden mussten ausgeschlossen werden, da diese Probanden aufgrund des Mittelwertes aus den Ergebnissen beider Fragebögen nicht mehr einer der Gruppen hoch oder wenig angstsensitiv zugeordnet werden konnten. Hinsichtlich dieser Beobachtung der begrenzten Reproduzierbarkeit bei unserem Probandenkollektiv, könnte die Reliabilität und Validität des ASI-3 Fragebogens in Frage gestellt werden. Jedoch wurde in Studien mit einem deutlich umfangreicheren Probandenkollektiv die Validität des ASI-3 Fragebogens fundiert überprüft und hinreichend belegt (Kemper, et al., 2012; Kemper, et al., 2009).

In unserem Versuch mussten fünf Probanden ausgeschlossen werden, weil sie die Aufgaben mangelhaft ausführten. Die Anzahl der gezählten Bilder wich zu stark von dem tatsächlichen Wert ab. Möglicherweise ist das Paradigma zu anspruchsvoll gestaltet und die Probanden werden von der extrem schnellen Präsentation vieler unterschiedlicher Bilder zu stark mit Reizen überflutet beziehungsweise hierdurch in ihrer Aufnahmefähigkeit überfordert.

Das LPP wurde als positiver Amplitudenausschlag 400 – 600 ms post Stimulus definiert. Es ist anzumerken, dass dieser Zeitraum schon von der Präsentation des nächsten Stimulus überlagert wird. Die Darbietungszeit eines einzelnen Stimulus beträgt 333 ms ohne Interstimulus-Intervall. Überlagerungen oder Interferenzen mit dem folgenden Reiz, beziehungsweise daraus resultierende Messfehler, könnten vermutet werden. Hiergegen spricht aber, dass unsere LPP-Potentiale in Latenz und Polarität mit anderen Studien vergleichbar sind, in denen keine Stimulus-Überschneidung stattfand (Codispoti, Ferrari, Junghofer, et al., 2006; Schupp, et al., 2003).

#### **4.5 Ausblick**

Diese Arbeit trägt dazu bei, das komplexe Konstrukt der Angst und Angstsensitivität begreifbarer werden zu lassen. Weitere Studien sind erforderlich, um eine mögliche klinische Relevanz und Aussagekraft der EEG-/EKP-Untersuchung in der frühzeitigen Diagnostik und Verlaufsbeobachtung von Angsterkrankungen bewerten zu können. Sie könnte auch für eine Beurteilung der individuellen Prädisposition sinnvoll erscheinen.

Der Vorteil dieser Untersuchungsmethode liegt unter anderem darin, dass sie nicht invasiv und ohne Nebenwirkungen beliebig oft wiederholbar ist. Darüber hinaus ist das EEG kostengünstig, gerade im Vergleich zu den neueren fMRI-Untersuchungen. Nicht selten begrenzt die bei Angstpatienten gehäuft auftretende Platzangst den Einsatz der fMRI-Untersuchung in der praktischen Durchführung. Unter diesen Aspekten wäre auch eine kombinierte EEG-fMRI-Studie wünschenswert. Die Wertigkeit des EEGs könnte so anhand des bildgebenden Verfahrens des fMRI auf Zuverlässigkeit geprüft und auf neuroanatomischer Ebene validiert werden.

In künftigen Studien sollte die Einteilung der Probanden nicht ausschließlich nach dem ASI-Fragebogen erfolgen. Die Kombination von verschiedenen Fragebögen, wie zum Beispiel mit dem ASI und dem STAI (State-Trait Anxiety Inventory), würde wahrscheinlich eine höhere Aussagekraft bewirken (Laux, et al., 1981). Denkbar wäre auch von der strikten Gruppeneinteilung, Dichotomie, abzuweichen und die jeweiligen Skalen korrelativ zu betrachten.

Auch die Berücksichtigung von genetischen Faktoren der einzelnen Probanden erscheint aufgrund der aktuellen Studienlage sinnvoll. Wie in Kapitel 1.1.1 beschrieben, besitzen gerade im Kontext der Angst- und Panikstörungen der individuelle Phäno- und Genotyp eine große Relevanz auf die Reaktion des einzelnen Individuums (Etkin & Wager, 2007; Sehlmeier, et al., 2011). Diese Faktoren prägen Verhaltensweisen und somit wäre auch eine Beeinflussung der Untersuchungsergebnisse denkbar.

Verschiedene Untersuchungen belegen einen Einfluss von bedeutenden Lebensereignissen auf die Emotionsverarbeitung (Masten, et al., 2008; Tottenham, et al., 2011). Die Ergebnisse der Arbeitsgruppe um Dannlowski und Kollegen belegen, dass einschneidende Kindheitserlebnisse einen nachhaltigen und andauernden Effekt auf die Amygdala implizieren (Dannlowski, et al., 2012). Die fMRI-Studie zeigt bei den betroffenen Probanden eine verstärkte Aktivität der Amygdala bei Reaktion auf Furcht einflößende Gesichter. Diesem Aspekt der Wertigkeit bedeutender Lebensereignisse wurde in unserem Versuchsaufbau wenig Beachtung geschenkt. Dies könnte in künftigen Studien zusätzlich berücksichtigt werden.

Festzuhalten ist, dass gerade aus Sicht der modernen Medizin der Fokus auf den Einzelnen mit seiner individuellen Angstausrprägung gerichtet werden sollte. Vor allem die angstsensitiveren Patienten erfordern aufgrund ihrer gesteigerten Aufmerksamkeitswahrnehmung und Ihrer ständigen Erwartungshaltung ein überaus hohes Maß an Einfühlungsvermögen und spezieller Fürsorge. Technische Untersuchungen, seien es EEG oder fMRI, können nur wertvolle Bausteine in Diagnostik und Untersuchung sein, aber werden nie die persönliche Hinwendung ersetzen.

## 5 Zusammenfassung

Auf Grund einer gesteigerten Angsterwartung („Angst vor der Angst“) stehen hoch angstsensitive Personen unter einer nahezu ständigen Anspannung und Alarmbereitschaft. Bei ihnen findet sich eine erhöhte Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfähigkeit (Sehlmeyer, et al., 2010).

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung des Einflusses der Angstsensitivität auf die Emotionsverarbeitung und selektive Aufmerksamkeitsprozesse. Anhand des ASI-3 Fragebogens wurden die Probanden in stark und wenig angstsensitiv eingeteilt. Der Selbstbeurteilungsfragebogen ASI-3 erfasst in welchem Maß die betreffende Person auf typische angstausslösende Stimuli mit Symptomen reagiert (Kemper, et al., 2009).

Bei 53 gesunden, freiwilligen Probanden wurde, während der Präsentation von IAPS-Bildern mit positiven, negativen und neutralen Inhalt, ein EEG abgeleitet. In Anlehnung an das Paradigma von Schupp und Kollegen (Schupp, et al., 2007) wurde jede Bildkategorie jeweils in einem Durchgang als Target- und gleichzeitig die beiden anderen Kategorien als Non-Target-Bedingung dargeboten. Außerdem wurde ein Durchgang mit der Anweisung „alle gleich beachten“ durchgeführt.

Die Angstsensitivität beeinflusst den Verlauf des EPN. Bei hoch angstsensitiven Probanden zeigt sich ein stärker negativer Verlauf der EPN-Amplitude als bei wenig Angstsensitiven. Diese Aussage gilt für die Darbietung von neutralen und positiven Bildern bei der PB-Bedingung. Bei Probanden mit hoher Angstsensitivität verläuft sowohl bei der Target-Bedingung als auch bei der Non-Target-Bedingung das EPN signifikant negativer, als bei denjenigen mit niedriger Angstsensitivität. Ebenfalls zeigte sich das EPN-Potential während der Target- und Non-Target-Bedingung bei positiven und neutralen Bildern für hoch angstsensitive Probanden signifikant negativer als bei wenig angstsensitiven Probanden.

Im LPP zeigte sich kein Einfluss der Angstsensitivität auf den Verlauf des Potentials. Keine geschlechtsspezifischen Unterschiede konnten im LPP und EPN

festgestellt werden. Target- und Emotionseffekte wurden analog zu Schupp und Kollegen registriert (Schupp, et al., 2007).

Zusammenfassend kann angenommen werden, dass stark und wenig Angst-sensitive sich in der intensiveren frühen Verarbeitung von hoch erregenden, emotionalen Stimuli unterscheiden. Unsere Studie liefert Hinweise dafür, dass durch eine EKP-Untersuchung Rückschlüsse auf die Ausprägung der Angst-sensitivität des Individuums gezogen werden können. Umfangreichere Studien mit einem größeren Kollektiv sollten diese Annahme weiter untersuchen und die klinische Relevanz prüfen.

## 6 Literaturverzeichnis

- Abler, B., Erk, S., Herwig, U., & Walter, H. (2007). Anticipation of aversive stimuli activates extended amygdala in unipolar depression. *J Psychiatr Res*, 41, 511-22.
- Adolphs, R., Baron-Cohen, S., & Tranel, D. (2002). Impaired recognition of social emotions following amygdala damage. *J Cogn Neurosci*, 14, 1264-74.
- Anderson, A. K., Christoff, K., Stappen, I., Panitz, D., Ghahremani, D. G., Glover, G., Gabrieli, J. D., & Sobel, N. (2003). Dissociated neural representations of intensity and valence in human olfaction. *Nat Neurosci*, 6, 196-202.
- Bar-Haim, Y. (2010). Research review: Attention bias modification (ABM): a novel treatment for anxiety disorders. *J Child Psychol Psychiatry*, 51, 859-70.
- Becker, E. S., Rinck, M., Margraf, J., & Roth, W. T. (2001). The emotional Stroop effect in anxiety disorders: general emotional or disorder specificity? *J Anxiety Disord*, 15, 147-59.
- Benitez, C. I., Shea, M. T., Raffa, S., Rende, R., Dyck, I. R., Ramsawh, H. J., Edelen, M. O., & Keller, M. B. (2009). Anxiety sensitivity as a predictor of the clinical course of panic disorder: a 1-year follow-up study. *Depress Anxiety*, 26, 335-42.
- Bernstein, A., Zvolensky, M. J., & Schmidt, N. B. (2009). Laboratory test of a novel structural model of anxiety sensitivity and panic vulnerability. *Behav Ther*, 40, 171-80.
- Bishop, S. J. (2008). Neural mechanisms underlying selective attention to threat. *Ann N Y Acad Sci*, 1129, 141-52.
- Braboszcz, C., & Delorme, A. (2011). Lost in thoughts: neural markers of low alertness during mind wandering. *Neuroimage*, 54, 3040-7.
- Bradley, B. P., Mogg, K., White, J., Groom, C., & de Bono, J. (1999). Attentional bias for emotional faces in generalized anxiety disorder. *Br J Clin Psychol*, 38 ( Pt 3), 267-78.
- Briggs, K. E., & Martin, F. H. (2009). Affective picture processing and motivational relevance: arousal and valence effects on ERPs in an oddball task. *Int J Psychophysiol*, 72, 299-306.

- Brosch, T., Pourtois, G., Sander, D., & Vuilleumier, P. (2011). Additive effects of emotional, endogenous, and exogenous attention: behavioral and electrophysiological evidence. *Neuropsychologia*, 49, 1779-87.
- Bruder, G. E., Kropfmann, C. J., Kayser, J., Stewart, J. W., McGrath, P. J., & Tenke, C. E. (2009). Reduced brain responses to novel sounds in depression: P3 findings in a novelty oddball task. *Psychiatry Res*, 170, 218-23.
- Bruhl, A. B., Herwig, U., Delsignore, A., Jancke, L., & Rufer, M. (2012). General emotion processing in social anxiety disorder: Neural issues of cognitive control. *Psychiatry Res*.
- Burkert, W. (2003). *Antike Mysterien* (4. Auflage ed.). München: Beck'sche Verlagsbuchhandlung.
- Castellanos, F. X., & Tannock, R. (2002). Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder: the search for endophenotypes. *Nat Rev Neurosci*, 3, 617-28.
- Chen, J., Wang, Z., Wu, Y., Cai, Y., Shen, Y., Wang, L., & Shi, S. (2013). Differential attentional bias in generalized anxiety disorder and panic disorder. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 9, 73-80.
- Chun, M. M., & Potter, M. C. (1995). A two-stage model for multiple target detection in rapid serial visual presentation. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 21, 109-27.
- Cisler, J. M., & Olatunji, B. O. (2012). Emotion regulation and anxiety disorders. *Curr Psychiatry Rep*, 14, 182-7.
- Codispoti, M., Ferrari, V., & Bradley, M. M. (2006). Repetitive picture processing: autonomic and cortical correlates. *Brain Res*, 1068, 213-20.
- Codispoti, M., Ferrari, V., Junghofer, M., & Schupp, H. T. (2006). The categorization of natural scenes: brain attention networks revealed by dense sensor ERPs. *Neuroimage*, 32, 583-91.
- Cohen, M. A., Cavanagh, P., Chun, M. M., & Nakayama, K. (2012). The attentional requirements of consciousness. *Trends Cogn Sci*, 16, 411-7.
- Cosman, J. D., & Vecera, S. P. (2012). Object-based attention overrides perceptual load to modulate visual distraction. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 38, 576-9.
- Croft, R. J., Gonsalvez, C. J., Gabriel, C., & Barry, R. J. (2003). Target-to-target interval versus probability effects on P300 in one- and two-tone tasks. *Psychophysiology*, 40, 322-8.

- Dannlowski, U., Kugel, H., Franke, F., Stuhmann, A., Hohoff, C., Zwanzger, P., Lenzen, T., Grotegerd, D., Suslow, T., Arolt, V., Heindel, W., & Domschke, K. (2011). Neuropeptide-S (NPS) receptor genotype modulates basolateral amygdala responsiveness to aversive stimuli. *Neuropsychopharmacology*, 36, 1879-85.
- Dannlowski, U., Kugel, H., Huber, F., Stuhmann, A., Redlich, R., Grotegerd, D., Dohm, K., Sehlmeier, C., Konrad, C., Baune, B. T., Arolt, V., Heindel, W., Zwitterlood, P., & Suslow, T. (2012). Childhood maltreatment is associated with an automatic negative emotion processing bias in the amygdala. *Hum Brain Mapp*.
- Delorme, A., Rousselet, G. A., Mace, M. J., & Fabre-Thorpe, M. (2004). Interaction of top-down and bottom-up processing in the fast visual analysis of natural scenes. *Brain Res Cogn Brain Res*, 19, 103-13.
- Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Some theoretical considerations. *Psychol Rev*, 70, 80-90.
- Domschke, K., & Dannlowski, U. (2010). Imaging genetics of anxiety disorders. *Neuroimage*, 53, 822-31.
- Domschke, K., Reif, A., Weber, H., Richter, J., Hohoff, C., Ohrmann, P., Pedersen, A., Bauer, J., Suslow, T., Kugel, H., Heindel, W., Baumann, C., Klauke, B., Jacob, C., Maier, W., Fritze, J., Bandelow, B., Krakowitzky, P., Rothermundt, M., Erhardt, A., Binder, E. B., Holsboer, F., Gerlach, A. L., Kircher, T., Lang, T., Alpers, G. W., Strohle, A., Fehm, L., Gloster, A. T., Wittchen, H. U., Arolt, V., Pauli, P., Hamm, A., & Deckert, J. (2011). Neuropeptide S receptor gene -- converging evidence for a role in panic disorder. *Mol Psychiatry*, 16, 938-48.
- Ebner, A., & Deuschl, G. (2010). EEG (2. Auflage ed.): Thieme.
- Ekman, P. (1992). Are there basic emotions? *Psychol Rev*, 99, 550-3.
- Ekman, P. (1993). Facial expression and emotion. *Am Psychol*, 48, 384-92.
- Ekman, P. (2009). Darwin's contributions to our understanding of emotional expressions. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 364, 3449-51.
- Eldar, S., Yankelevitch, R., Lamy, D., & Bar-Haim, Y. (2010). Enhanced neural reactivity and selective attention to threat in anxiety. *Biol Psychol*, 85, 252-7.
- Etkin, A., & Wager, T. D. (2007). Functional neuroimaging of anxiety: a meta-analysis of emotional processing in PTSD, social anxiety disorder, and specific phobia. *Am J Psychiatry*, 164, 1476-88.

- Feldner, M. T., Zvolensky, M. J., & Leen-Feldner, E. W. (2004). A critical review of the empirical literature on coping and panic disorder. *Clin Psychol Rev*, 24, 123-48.
- Fichtenholtz, H. M., Hopfinger, J. B., Graham, R., Detwiler, J. M., & LaBar, K. S. (2009). Event-related potentials reveal temporal staging of dynamic facial expression and gaze shift effects on attentional orienting. *Soc Neurosci*, 4, 317-31.
- Field, A. (2009). *Discovering Statistics Using SPSS* (3. ed.). London: SAGE Publications Ltd.
- Flaisch, T., Stockburger, J., & Schupp, H. T. (2008). Affective prime and target picture processing: an ERP analysis of early and late interference effects. *Brain Topogr*, 20, 183-91.
- Foot, M., & Koszycki, D. (2004). Gender differences in anxiety-related traits in patients with panic disorder. *Depress Anxiety*, 20, 123-30.
- Gerdes, A. B., Wieser, M. J., Muhlberger, A., Weyers, P., Alpers, G. W., Plichta, M. M., Breuer, F., & Pauli, P. (2010). Brain Activations to Emotional Pictures are Differentially Associated with Valence and Arousal Ratings. *Front Hum Neurosci*, 4, 175.
- Gottesman, II, & Gould, T. D. (2003). The endophenotype concept in psychiatry: etymology and strategic intentions. *Am J Psychiatry*, 160, 636-45.
- Greenberg, L. S. (2012). Emotions, the great captains of our lives: Their role in the process of change in psychotherapy. *Am Psychol*, 67, 697-707.
- Hajcak, G., Macnamara, A., Foti, D., Ferri, J., & Keil, A. (2011). The dynamic allocation of attention to emotion: Simultaneous and independent evidence from the late positive potential and steady state visual evoked potentials. *Biol Psychol*.
- Hayward, C., Killen, J. D., Kraemer, H. C., & Taylor, C. B. (2000). Predictors of panic attacks in adolescents. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 39, 207-14.
- Hino, T., Takeuchi, T., & Yamanouchi, N. (2002). A 1-year follow-up study of coping in patients with panic disorder. *Compr Psychiatry*, 43, 279-84.
- Hughes, A. A., Heimberg, R. G., Coles, M. E., Gibb, B. E., Liebowitz, M. R., & Schneier, F. R. (2006). Relations of the factors of the tripartite model of anxiety and depression to types of social anxiety. *Behav Res Ther*, 44, 1629-41.
- Izard, C. E. (1992). Basic emotions, relations among emotions, and emotion-cognition relations. *Psychol Rev*, 99, 561-5.

- Jaspers-Fayer, F., Ertl, M., Leicht, G., Leupelt, A., & Mulert, C. (2012). Single-trial EEG-fMRI coupling of the emotional auditory early posterior negativity. *Neuroimage*, 62, 1807-14.
- Junghofer, M., Bradley, M. M., Elbert, T. R., & Lang, P. J. (2001). Fleeting images: a new look at early emotion discrimination. *Psychophysiology*, 38, 175-8.
- Jungling, K., Seidenbecher, T., Sosulina, L., Lesting, J., Sangha, S., Clark, S. D., Okamura, N., Duangdao, D. M., Xu, Y. L., Reinscheid, R. K., & Pape, H. C. (2008). Neuropeptide S-mediated control of fear expression and extinction: role of intercalated GABAergic neurons in the amygdala. *Neuron*, 59, 298-310.
- Kanske, P., & Kotz, S. A. (2012). Effortful control, depression, and anxiety correlate with the influence of emotion on executive attentional control. *Biol Psychol*, 91, 88-95.
- Keil, A., Bradley, M. M., Hauk, O., Rockstroh, B., Elbert, T., & Lang, P. J. (2002). Large-scale neural correlates of affective picture processing. *Psychophysiology*, 39, 641-9.
- Kelley, T. A., & Yantis, S. (2009). Learning to attend: effects of practice on information selection. *J Vis*, 9, 16.
- Kemper, C. J. (2010). Das Persönlichkeitsmerkmal Angstsensitivität: Taxon oder Dimension? - Eine Analyse mit dem Mischverteilungs-Raschmodell. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.
- Kemper, C. J., Lutz, J., Bahr, T., Ruddel, H., & Hock, M. (2012). Construct validity of the Anxiety Sensitivity Index-3 in clinical samples. *Assessment*, 19, 89-100.
- Kemper, C. J., Ziegler, M., & Taylor, S. (2009). Überprüfung der psychometrischen Qualität der deutschen Version des Angstsensitivitätsindex-3 (Psychometric properties of the German version of the Anxiety Sensitivity Index 3). *Diagnostica*, 55, 10, 223-33.
- Klauke, B., Deckert, J., Zwanzger, P., Baumann, C., Arolt, V., Pauli, P., Reif, A., & Domschke, K. (2012). Neuropeptide S receptor gene (NPSR) and life events: G x E effects on anxiety sensitivity and its subdimensions. *World J Biol Psychiatry*.
- Klein, D. F. (1964). Delineation of two drug-responsive anxiety syndromes. *Psychopharmacologia*, 5, 397-408.
- Knappe, S., Beesdo-Baum, K., Nocon, A., & Wittchen, H. U. (2012). Re-examining the differential familial liability of agoraphobia and panic disorder. *Depress Anxiety*.

- Krohne, H. W. (2010). *Psychologie Der Angst: Ein Lehrbuch*: Isd.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1997). International Affective Picture System (IAPS). Technical manual and Affective Ratings.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., Fitzsimmons, J. R., Cuthbert, B. N., Scott, J. D., Moulder, B., & Nangia, V. (1998). Emotional arousal and activation of the visual cortex: an fMRI analysis. *Psychophysiology*, 35, 199-210.
- Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P., & Spielberger, C. (1981). *Das State-Trait-Angst-Inventar, STAI*. Weinheim: Beltz.
- Leite, J., Carvalho, S., Galdo-Alvarez, S., Alves, J., Sampaio, A., & Goncalves, O. F. (2012). Affective picture modulation: valence, arousal, attention allocation and motivational significance. *Int J Psychophysiol*, 83, 375-81.
- Leue, A., & Beauducel, A. (2011). The PANAS structure revisited: on the validity of a bifactor model in community and forensic samples. *Psychol Assess*, 23, 215-25.
- Levenson, R. W., Ekman, P., & Friesen, W. V. (1990). Voluntary facial action generates emotion-specific autonomic nervous system activity. *Psychophysiology*, 27, 363-84.
- Liebowitz, M. R. (1987). *Social Phobia. Modern Problems of Pharmacopsychiatry (Vol. 22)*.
- Linden, D. E. (2005). The p300: where in the brain is it produced and what does it tell us? *Neuroscientist*, 11, 563-76.
- Littel, M., Euser, A. S., Munafo, M. R., & Franken, I. H. (2012). Electrophysiological indices of biased cognitive processing of substance-related cues: a meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev*, 36, 1803-16.
- MacNamara, A., Ferri, J., & Hajcak, G. (2011). Working memory load reduces the late positive potential and this effect is attenuated with increasing anxiety. *Cogn Affect Behav Neurosci*, 11, 321-31.
- MacNamara, A., & Hajcak, G. (2009). Anxiety and spatial attention moderate the electrocortical response to aversive pictures. *Neuropsychologia*, 47, 2975-80.
- Maier, W., Zobel, A., Schwab, S., Möller, H.-J., Laux, G., & Kapfhammer, H.-P. (2008). *Genetik psychischer Störungen, Psychiatrie und Psychotherapie*. In (pp. 71-108): Springer Berlin Heidelberg.
- Mantar, A., Yemez, B., & Alkin, T. (2011). Anxiety sensitivity and its importance in psychiatric disorders. *Turk Psikiyatri Derg*, 22, 187-93.

- Masten, C. L., Guyer, A. E., Hodgdon, H. B., McClure, E. B., Charney, D. S., Ernst, M., Kaufman, J., Pine, D. S., & Monk, C. S. (2008). Recognition of facial emotions among maltreated children with high rates of post-traumatic stress disorder. *Child Abuse Negl*, 32, 139-53.
- Meng, J., Merino, L. M., Shamlo, N. B., Makeig, S., Robbins, K., & Huang, Y. (2012). Characterization and Robust Classification of EEG Signal from Image RSVP Events with Independent Time-Frequency Features. *PLoS One*, 7, e44464.
- Mercado, F., Carretie, L., Tapia, M., & Gomez-Jarabo, G. (2006). The influence of emotional context on attention in anxious subjects: neurophysiological correlates. *J Anxiety Disord*, 20, 72-84.
- Mitterschiffthaler, M. T., Williams, S. C., Walsh, N. D., Cleare, A. J., Donaldson, C., Scott, J., & Fu, C. H. (2008). Neural basis of the emotional Stroop interference effect in major depression. *Psychol Med*, 38, 247-56.
- Modinos, G., Ormel, J., & Aleman, A. (2010). Individual differences in dispositional mindfulness and brain activity involved in reappraisal of emotion. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 5, 369-77.
- Ohman, A. (1986). Face the beast and fear the face: animal and social fears as prototypes for evolutionary analyses of emotion. *Psychophysiology*, 23, 123-45.
- Osman, A., Gutierrez, P. M., Smith, K., Fang, Q., Lozano, G., & Devine, A. (2010). The Anxiety Sensitivity Index-3: analyses of dimensions, reliability estimates, and correlates in nonclinical samples. *J Pers Assess*, 92, 45-52.
- Peluso, M. A., Glahn, D. C., Matsuo, K., Monkul, E. S., Najt, P., Zamarripa, F., Li, J., Lancaster, J. L., Fox, P. T., Gao, J. H., & Soares, J. C. (2009). Amygdala hyperactivation in untreated depressed individuals. *Psychiatry Res*, 173, 158-61.
- Pessoa, L., Kastner, S., & Ungerleider, L. G. (2002). Attentional control of the processing of neural and emotional stimuli. *Brain Res Cogn Brain Res*, 15, 31-45.
- Peterson, R. A., & Reiss, S. (1992). *Anxiety Sensitivity Index revised manual*. Worthington: OH: IDS Publishing.
- Phelps, E. A., Ling, S., & Carrasco, M. (2006). Emotion facilitates perception and potentiates the perceptual benefits of attention. *Psychol Sci*, 17, 292-9.
- Polich, J. (2007). Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clin Neurophysiol*, 118, 2128-48.

- Potts, G. F., & Tucker, D. M. (2001). Frontal evaluation and posterior representation in target detection. *Brain Res Cogn Brain Res*, 11, 147-56.
- Pourtois, G., Schettino, A., & Vuilleumier, P. (2012). Brain mechanisms for emotional influences on perception and attention: What is magic and what is not. *Biol Psychol*.
- Recio, G., Sommer, W., & Schacht, A. (2011). Electrophysiological correlates of perceiving and evaluating static and dynamic facial emotional expressions. *Brain Res*, 1376, 66-75.
- Reiss, S., & McNally, R. J. (1985). The expectancy model of fear. In S. Reiss & R. R. Bootuin (Eds.), *Theoretical issues in behaviour therapy* (pp. 107-21). New York: Academic.
- Reiss, S., Peterson, R. A., Gursky, D. M., & McNally, R. J. (1986). Anxiety sensitivity, anxiety frequency and the prediction of fearfulness. *Behav Res Ther*, 24, 1-8.
- Rozenkrants, B., & Polich, J. (2008). Affective ERP processing in a visual oddball task: arousal, valence, and gender. *Clin Neurophysiol*, 119, 2260-5.
- Ruz, M., Madrid, E., & Tudela, P. (2012). Interactions between perceived emotions and executive attention in an interpersonal game. *Soc Cogn Affect Neurosci*.
- Sabatinelli, D., Lang, P. J., Keil, A., & Bradley, M. M. (2007). Emotional perception: correlation of functional MRI and event-related potentials. *Cereb Cortex*, 17, 1085-91.
- Sandin, B., Chorot, P., & McNally, R. J. (2001). Anxiety sensitivity index: normative data and its differentiation from trait anxiety. *Behav Res Ther*, 39, 213-9.
- Schmidt, N. B., Zvolensky, M. J., & Maner, J. K. (2006). Anxiety sensitivity: prospective prediction of panic attacks and Axis I pathology. *J Psychiatr Res*, 40, 691-9.
- Schmitz, J., Scheel, C. N., Rigon, A., Gross, J. J., & Blechert, J. (2012). You don't like me, do you? Enhanced ERP responses to averted eye gaze in social anxiety. *Biol Psychol*, 91, 263-9.
- Schupp, H. T., Junghofer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2003). Emotional facilitation of sensory processing in the visual cortex. *Psychol Sci*, 14, 7-13.

- Schupp, H. T., Stockburger, J., Codispoti, M., Junghofer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2007). Selective visual attention to emotion. *J Neurosci*, 27, 1082-9.
- Sehlmeyer, C., Dannlowski, U., Schoning, S., Kugel, H., Pyka, M., Pfleiderer, B., Zwitserlood, P., Schiffbauer, H., Heindel, W., Arolt, V., & Konrad, C. (2011). Neural correlates of trait anxiety in fear extinction. *Psychol Med*, 41, 789-98.
- Sehlmeyer, C., Konrad, C., Zwitserlood, P., Arolt, V., Falkenstein, M., & Beste, C. (2010). ERP indices for response inhibition are related to anxiety-related personality traits. *Neuropsychologia*, 48, 2488-95.
- Sergent, C., Baillet, S., & Dehaene, S. (2005). Timing of the brain events underlying access to consciousness during the attentional blink. *Nat Neurosci*, 8, 1391-400.
- Shestyuk, A. Y., Deldin, P. J., Brand, J. E., & Deveney, C. M. (2005). Reduced sustained brain activity during processing of positive emotional stimuli in major depression. *Biol Psychiatry*, 57, 1089-96.
- Siegle, G. J., Thompson, W., Carter, C. S., Steinhauer, S. R., & Thase, M. E. (2007). Increased amygdala and decreased dorsolateral prefrontal BOLD responses in unipolar depression: related and independent features. *Biol Psychiatry*, 61, 198-209.
- Silver, M. A., & Kastner, S. (2009). Topographic maps in human frontal and parietal cortex. *Trends Cogn Sci*, 13, 488-95.
- Smith, J. C., Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2005). State anxiety and affective physiology: effects of sustained exposure to affective pictures. *Biol Psychol*, 69, 247-60.
- Solomon, B., DeCicco, J. M., & Dennis, T. A. (2012). Emotional picture processing in children: an ERP study. *Dev Cogn Neurosci*, 2, 110-9.
- Spielberger, C., Gorsuch, R., & Lushene, R. (1970). *STAI, Manual for the State-Trait-Anxiety-Inventory*. California.
- Stöhr, M., Dichgans, J., Buettner, U. W., Hess, C. W., & Gerloff, C. (2005). Ereignis-korrelierte Potenziale (EKP), Evozierte Potenziale. In (pp. 499-537): Springer Berlin Heidelberg.
- Szily, E., & Keri, S. (2008). Emotion-related brain regions. *Ideggogy Sz*, 61, 77-86.
- Taylor, S., & Cox, B. J. (1998). An expanded anxiety sensitivity index: evidence for a hierarchic structure in a clinical sample. *J Anxiety Disord*, 12, 463-83.

- Taylor, S., Koch, W. J., & Crockett, D. J. (1991). Anxiety sensitivity, trait anxiety, and the anxiety disorders. *Journal of Anxiety Disorders*, 5, 293-311.
- Taylor, S., Zvolensky, M. J., Cox, B. J., Deacon, B., Heimberg, R. G., Ledley, D. R., Abramowitz, J. S., Holaway, R. M., Sandin, B., Stewart, S. H., Coles, M., Eng, W., Daly, E. S., Arrindell, W. A., Bouvard, M., & Cardenas, S. J. (2007). Robust dimensions of anxiety sensitivity: development and initial validation of the Anxiety Sensitivity Index-3. *Psychol Assess*, 19, 176-88.
- Tottenham, N., Hare, T. A., Millner, A., Gilhooly, T., Zevin, J. D., & Casey, B. J. (2011). Elevated amygdala response to faces following early deprivation. *Dev Sci*, 14, 190-204.
- Van Dam, N. T., Earleywine, M., & Forsyth, J. P. (2009). Gender bias in the sixteen-item Anxiety Sensitivity Index: an application of polytomous differential item functioning. *J Anxiety Disord*, 23, 256-9.
- Walentowska, W., & Wronka, E. (2012). Trait anxiety and involuntary processing of facial emotions. *Int J Psychophysiol*, 85, 27-36.
- Wangelin, B. C., Bradley, M. M., Kastner, A., & Lang, P. J. (2012). Affective engagement for facial expressions and emotional scenes: the influence of social anxiety. *Biol Psychol*, 91, 103-10.
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 1063-70.
- Wittchen, H.-U., & Hoyer, J. (2011a). *Klinische Psychologie & Psychotherapie* (2. Auflage ed.): Springer Berlin Heidelberg.
- Wittchen, H.-U., & Hoyer, J. (2011b). *Klinische Psychologie & Psychotherapie*. In (2. Auflage ed., pp. 923): Springer.
- Wronka, E., Kaiser, J., & Coenen, A. M. (2012). Neural generators of the auditory evoked potential components P3a and P3b. *Acta Neurobiol Exp (Wars)*, 72, 51-64.
- Yamamoto, M., Morita, K., Tomita, Y., Tsuji, K., Kawamura, K., & Maeda, H. (2000). Effect of facial affect stimuli on auditory and visual P300 in healthy subjects. *Kurume Med J*, 47, 285-90.
- Zoschke, S., & Hansen, H.-C. (2012). *Klinische Elektroenzephalographie* (3. Auflage ed.). Heidelberg: Springer Verlag.

## **Danksagung**

An allererster Stelle möchte ich mich bei meiner Familie für ihre Unterstützung in jeglicher Hinsicht bedanken. Ihr habt mir immer den wertvollen Rückhalt gegeben, den ich so sehr brauchte.

Mein besonderer Dank geht an Herrn PD Dr. Martin Herrmann für die Überlassung des Themas, die freundliche Übernahme der Doktorvaterschaft und die Betreuung der gesamten Studie. Ich habe unsere zahlreichen Diskussionen und die unglaublich schnelle Beantwortung jeder meiner Emails als überaus motivierend und produktiv empfunden.

Bei Frau Inge Gröbner möchte ich mich für die umfassende praktische Einarbeitung in die technischen Untersuchungen bedanken.

Ich bedanke mich bei allen Probanden für die freiwillige Teilnahme an dieser Studie.

Zuletzt möchte ich mich bei meinen Freunden für die unvergessliche gemeinsame Zeit in Würzburg bedanken.