

Die Verarbeitung emotionaler Konnotation – Eine EEG Studie

Wissenschaftliche Arbeit zur Erlangung des Grades einer Diplom-
Psychologin im Fachbereich Psychologie der Universität Konstanz

vorgelegt von:
Christina Herold
Oberdorfstrasse 41
78465 Konstanz

Erstgutachterin: Professor Dr. Johanna Kißler
Zweitgutachterin: PD Dr. Sabine Heim

Konstanz, im Februar 2008

Dank

Herzlichen Dank an Frau Prof. Dr. Kißler für die Bereitstellung des Themas, ihr Engagement und die Übernahme der Erstkorrektur. Vielen Dank auch an Frau PD Dr. Sabine Heim für ihre Bereitschaft die Zweitkorrektur zu übernehmen.

Mein besonderer Dank gilt Frau Dr. Dipl. Psych. Cornelia Herbert für ihre kompetente Unterstützung, das geduldige Beantworten all meiner Fragen und die guten Gespräche.

Bei Bärbel Awiszus und Christiane Wolf möchte ich mich für die Einführung ins EEG und die nette Zusammenarbeit bei den Messungen ganz herzlich bedanken.

Außerdem bedanke ich mich bei Anne Hauswald und Susanne Kößler für ihre Hilfe bei BESA, EMEGS und Statistica.

Vielen Dank an meine Eltern, die mir dieses Studium ermöglicht haben und auf deren Unterstützung ich mich immer verlassen konnte. Ohne euch wäre dies nicht möglich gewesen!

Außerdem bedanke ich mich bei Sabine und Anja für die vielen telefonischen und persönlichen Gespräche.

Lieben Dank auch an Torsten Höhn, der mich des öfteren übers Wochenende mit seinem Auto nach Hause mitgenommen hat und mir somit manche lange Zugfahrt erspart hat.

Meiner Nachbarin Frau Redlingshöfer möchte ich für ihre Anteilnahme und die vielen aufmunternden und motivierenden Gespräche danken.

Vielen Dank auch an den Hochschulsport (www.uni-konstanz.de/hochschulsport), die Tanzstunden waren immer ein wohltuender Ausgleich.

All denen und natürlich meinen Versuchspersonen, die zum Entstehen dieser Diplomarbeit beigetragen haben, ein riesiges Dankeschön.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Theoretische Grundlagen.....	3
2.1. Das „Semantische Differential“.....	3
2.2. Definition von Emotionen.....	4
2.2.1. Emotionen als Handlungsdispositionen.....	4
2.2.2. Verarbeitung emotionaler Reize in Langs Modell.....	5
2.2.3. Biphassische Organisation von Emotionen.....	6
2.3. Selektive Verarbeitung emotionaler piktorialer Stimuli.....	8
2.4. Selektive Verarbeitung emotionaler linguistischer Stimuli.....	13
2.4.1. Studien zu frühen Effekten emotionaler Wortverarbeitung.....	13
2.4.2. Späte Effekte emotionaler Wortverarbeitung: N400 und LPP.....	18
a) Die N400-Komponente.....	18
b) Die P3- und LPP- Komponente.....	20
2.4.3. Strukturelle Differenzierung zwischen Worten, Pseudoworten und Letterstrings.....	23
2.4.4. Das „Recognition Potential“.....	24
3. Fragestellung und Hypothesen.....	26
3.1. Umsetzung der Fragestellung in ein Experiment.....	27
3.2. Hypothesen.....	29
4. Methoden.....	31
4.1. Versuchspersonen und Kontaktaufnahme.....	31
4.2. Stimulusmaterial	32
4.2.1. Worte.....	33
4.2.2. Pseudoworte und Letterstrings.....	35
4.3. Apparative Ausstattung des Labors und Reizdarbietung.....	36
4.4. Experimentelles Design	37

4.5. Vorbereitung der Untersuchung.....	39
4.5.1 Vorinformation und Fragebögen.....	39
4.5.2. Plazieren des EEG-Netzes und Impedanzreduzierung.....	40
4.6. Instruktion und Durchführung der Messung.....	41
4.7. Nachbereitung der Untersuchung und abschließende Fragebögen.....	42
4.8 Datenanalyse.....	43
4.8.1. Datenaufbereitung und Erhebung der ereigniskorrelierten Potentiale.....	43
4.8.2. Exploration der Daten, Auswahl der Zeit- und Sensorbereiche	44
4.9. Statistische Analyse.....	48
4.9.1. Statistische Analyse Verhaltensdaten.....	48
4.9.2. Statistische Analyse der EEG-Daten.....	49
5. Ergebnisse.....	50
5.1. Ergebnisse der Verhaltensdaten.....	50
5.1.1. Valenz- und Arousalbewertungen.....	50
a) Valenz- und Arousalbewertungen der erhobenen Stichprobe.....	50
b) Vergleiche der Ratings von erhobener Stichprobe und normativer Gruppe.	51
5.1.2. Recall.....	54
a) Hits	55
b) Intrusionen.....	55
c) Falsche Kategorie.....	56
5.2. Ergebnisse der EEG-Daten.....	57
5.2.1. Ergebnisse in der Bedingung RSVP-330.....	57
a) Kategoriale Modulation im Zeitbereich der EPN.....	57
b) Emotionale Modulation im Zeitbereich der EPN.....	59
5.2.2. Ergebnisse in der Bedingung RSVP-600.....	62
a) Kategoriale Modulation im Zeitbereich der EPN.....	62
b) Emotionale Modulation im Zeitbereich der EPN.....	65
5.2.3. Ergebnisse in der Bedingung ISI-330.....	68
a) Emotionale Modulation im Zeitbereich der N1.....	69
b) Kategoriale Modulation im Zeitbereich der EPN.....	70
c) Emotionale Modulation im Zeitbereich der EPN.....	72
5.2.4. Ergebnisse in der Bedingung ISI-600.....	74

6. Diskussion.....	76
6.1. Verhaltensdaten.....	76
6.2. EEG-Daten.....	79
6.2.1. Emotionale Modulation im Zeitbereich der EPN.....	81
6.2.2. Emotionale Modulation im Zeitbereich der N1.....	87
6.2.3. Kategoriale Modulation im Zeitbereich der EPN.....	90
6.3. Schwierigkeiten und Ausblick.....	93
7. Zusammenfassung.....	94
8. Literaturverzeichnis.....	96
9. Abbildungsverzeichnis.....	111
10. Tabellenverzeichnis.....	115
11. Anhang.....	116

Abkürzungsverzeichnis

ANOVA	Analysis of Variance
BDI	Beck Depression Inventory
BESA	Brain Electric Source Analysis
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
cm	Zentimeter
EEG	Elektroenzephalographie
EGI	Electrical Geodesics Inc.
EMEGS	ElectroMagnetic EncaphaloGraphy Software
EPN	Early Posterior Negativity Potential
ERP	Event-Related Potential
et al.	und andere
etc.	und so weiter
F(df1,df2)	F-Wert der ANOVA mit Freiheitsgraden in Klammern
fMRI	Functional Magnetic Resonance Imaging
h	Stunde
Hz	Hertz
IAPS	International Affective Picture System
ISI	Inter Stimulus Interval
LPP	Late Positive Potential
MATLAB	MATrix LABoratory
max.	maximal
Min	Minuten
M.I.N.I.	Mini Internationales Neuropsychiatrisches Interview
ms	Millisekunden
μ V	Mikrovolt
N1	N100-Potential
N2	N200-Potential
N400	N400-Potential
p	Signifikanzschwelle
P1	P100-Potential

Abkürzungsverzeichnis

P2	P200-Potential
P3	P300-Potential
PET	Positronen-Emissions-Tomographie
RP	Recognition Potential
RSS	Rapid Stream Stimulation
RSVP	Rapid Serial Visual Presentation
SAM	Self-Assessment-Manikin
SD	Standardabweichung
STAI	State Trait Anxiety Inventory
u.a.	unter anderem
vs.	versus
v.a.	vor allem
z.B.	zum Beispiel

1. Einleitung

Zeichnen ist Sprache für die Augen,
Sprache ist Malerei für das Ohr.

Joseph Joubert, (1754 - 1824), französischer Moralist

Zentrales Thema und Ausgangspunkt dieser Diplomarbeit sind Emotionen und Sprache.

Emotionen werden generell als kulturell universale, angeborene Aktivierungssysteme gesehen, die sich im Laufe der Evolution durchgesetzt haben, um das Überleben in kritischen Situationen zu gewährleisten (Lang, Bradley & Cuthbert, 1998a; Öhman, Flykt & Lundqvist, 2000; Öhman & Mineka, 2001).

Unser tägliches Leben ist erfüllt von Sprache zu anderen und zu uns selbst (Klinger & Cox, 1987). Wir können tief bewegt, erschüttert oder erfreut sein von dem was wir lesen oder hören. Sprache und Schrift ermöglichen uns, mit anderen über Distanzen von Zeit und Raum hinweg zu kommunizieren und das Verhalten anderer zu beeinflussen (Kutas, Federmeier, Coulson, King & Münte, 2000). Die Entwicklung der Sprache kann demgemäß mit dem evolutionärem Zweck begründet werden, die Gedanken, Gefühle und Handlungen anderer Personen zu beeinflussen (Fischler & Bradley, 2006). Später als die gesprochene Sprache entwickelte sich die Schriftsprache und stellt eine in der Geschichte der Menschheit relativ junge kulturelle Errungenschaft dar (Jürgens, 2007; Wunderlich, 2001).

Die Sprache als einzigartige menschliche Fähigkeit und ihre Allgegenwärtigkeit über Gesellschaften hinweg (Wunderlich, 2001) weisen darauf hin, dass das Verständnis von emotionalem Verhalten und Kognition nicht ohne Berücksichtigung der Sprache möglich ist.

Zentrale Frage dieser Arbeit ist, wie der emotionale Wortinhalt die visuelle Wortverarbeitung bei gesunden Personen beeinflusst. Insbesondere EEG-ERP-Studien emotionaler Wort- und Bildverarbeitung stehen im Mittelpunkt des Interesses mit

dieser Diplomarbeit frühe kortikale Korrelate emotionaler Wortverarbeitung differenziert zu analysieren.

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in fünf Abschnitte:

Zunächst werden als Heranführung an das Thema die Grundzüge der Emotionstheorie von Lang erläutert. Danach soll auf die Verarbeitung emotionaler piktorialer und linguistischer Stimuli anhand von bisherigen Forschungsergebnissen genauer eingegangen werden. Von diesen theoretischen Überlegungen leiten sich dann die Fragestellungen dieser Arbeit und ihre Hypothesen ab. Im nächsten Abschnitt wird die methodische Vorgehensweise für eine mögliche Replikation der Studie dargestellt. Der Ergebnisteil gibt alle für die Fragestellung relevanten Ergebnisse wieder. Im Anschluss daran folgt die Diskussion der Resultate in Bezug auf die theoretischen Vorüberlegungen.

2. Theoretische Grundlagen

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist, mittels kortikaler Korrelate zu untersuchen, wie sprachliche Reize im Gehirn verarbeitet werden.

Zeigt sich eine vereinfachte Verarbeitung emotionaler Worte ähnlich wie bei emotionalen Bildern? Welches kortikale Korrelat ist dieser Differenzierung zuzuordnen? Und geht diese Differenzierung tatsächlich auf den semantischen Inhalt der Worte zurück oder reflektiert sie lediglich die Erkennung einer orthographisch korrekten Wortform?

Theoretischer und empirischer Ausgangspunkt dieser Diplomarbeit sind die Untersuchungen von Schupp und Kollegen mit Bildern unterschiedlicher Valenz und darauf aufbauend Studien zur kortikalen Verarbeitung von emotionalen Wörtern, insbesondere die Arbeiten von Kissler und Herbert zur spontanen und selektiven Verarbeitung emotionaler Substantive und Adjektive.

Gemeinsamer Ausgangspunkt dieser Studien ist die Emotionstheorie von Lang (Lang, Bradley & Cuthbert, 1997), die im weiteren Verlauf näher erläutert wird.

2.1. Das „Semantische Differential“

Osgood gelang es als erstem eine Verbindung zwischen symbolischer Sprachbedeutung und affektiven Zuständen herzustellen. Mit der Technik des „semantischen Differentials“ zeigten Osgood et al. (Osgood, Suci & Tannenbaum, 1957), dass die affektive Konnotation eines Wortes durch seine Position in einem dreidimensionalen Raum repräsentiert wird. Diese drei semantischen Dimensionen sind Evaluation (gut-schlecht), Potenz (stark-schwach) und Aktivität (aktiv-passiv), wobei die ersten beiden den Hauptanteil der Varianz ausmachen. Die Technik des semantischen Differentials besteht darin, dass die Konnotation eines Wortes durch Ratings auf einer Reihe von siebenstufigen Skalen mit Paaren von Antonymen ermittelt wird, z.B. heiß-kalt, weich-hart, fröhlich-traurig, etc. Per Faktorenanalyse der Beurteilungen vieler Worte durch große Stichproben erhält man einen dreidimensionalen Beurteilungsraum, der vielfach repliziert wurde und über verschiedene Kulturen hinweg generalisierbar ist (Osgood, Miron & May, 1975).

Die Osgoodschen Dimensionen stellen wiederum die Grundlage für die Emotionstheorie von Lang (1979) dar.

2.2. Definition von Emotionen

Die bioinformationale Theorie der Emotion (Lang, 1979) geht ebenfalls von einer dimensional organisierten emotionalen Prozesse aus und integriert physiologische, behaviorale und kognitive Aspekte von Emotionen. Dies erlaubt unterschiedliche methodische Herangehensweisen zur Untersuchung der Wahrnehmung und Verarbeitung emotionaler Reize beim Menschen. Daher stellt der Ansatz von Lang den theoretischen Rahmen der vorliegenden Untersuchung dar und soll nun näher erläutert werden.

2.2.1. Emotionen als Handlungsdispositionen

In der Langschen Konzeption liegt der Ursprung emotionaler Wahrnehmung in der Handlung, die implizit in der Wahrnehmung enthalten ist: Die Angst vor der Spinne ist in der Fluchtreaktion begründet, die man eigentlich ausführen will. Von dieser Perspektive aus gesehen gibt es keine klare Unterscheidung mehr zwischen Emotion und Motivation (Öhman et al., 2000). Emotionen sind demzufolge mit motivationalem Verhalten assoziiert und werden somit als Handlungsdispositionen verstanden, als motivationale Zustände der Bereitschaft (Lang et al., 1997; Lang et al., 1998a). Dadurch verschaffen Emotionen einen Überlebensvorteil und werden dementsprechend als Produkte der Evolution angesehen, die sich aus einfachen Handlungstendenzen entwickelt haben: Direkte Annäherung an angenehme Reize und Vermeidung aversiver Reize. Gemäß dieser biphasischen Einteilung versteht Lang Emotionen als Handlungsdispositionen, die den Organismus darauf vorbereiten adäquat auf Umweltreize zu reagieren, entweder durch Annäherung oder Vermeidung.

Emotionen zeigen sich auf drei reaktiven Ebenen (Lang et al., 1997):

- expressive und evaluative Ebene: Verbalisierung von Gefühlen
- physiologische Ebene: Körperliche Veränderungen, hervorgerufen durch das somatische und autonome Nervensystem
- behaviorale Ebene: Verhaltensweisen der Annäherung oder Vermeidung

2.2.2. Verarbeitung emotionaler Reize in Langs Modell

Lang und Kollegen (1993, 1994) postulieren, dass emotionale Konzepte in propositionalen Netzwerken repräsentiert und gespeichert werden¹. Bei der Wahrnehmung emotionaler Ereignisse wird ein Netzwerk gespeicherter Informationen aktiviert, das Informationen über den Stimulus, entsprechende affektive und physiologische Reaktionen und die emotionale Bedeutung der Situation repräsentiert.

Über assoziative Verbindungen zwischen den einzelnen Einheiten eines solchen Netzwerkes gelingt die Ausbreitung der Aktivierung („spreading activation“) bei der Wahrnehmung eines emotionalen Ereignisses, ausgehend vom jeweils aktivierten Netzwerk (z.B. Furchtnetzwerk).

Ein Beispiel für ein solches Furchtnetzwerk bietet Abbildung 1.

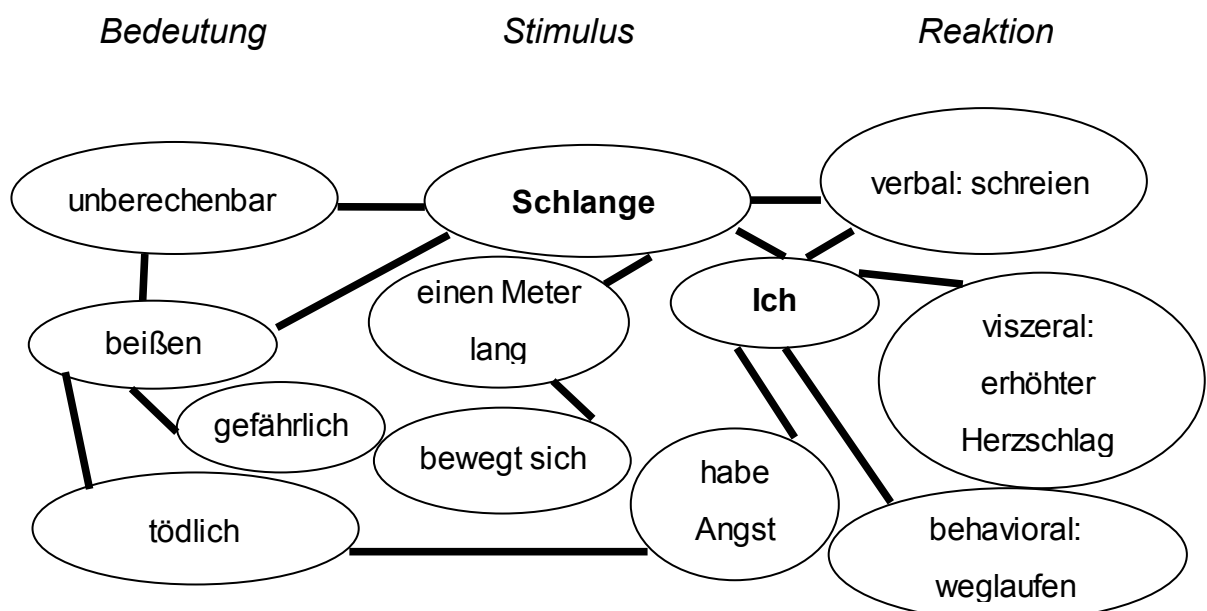


Abbildung 1. Modell eines möglichen propositionalen Netzwerkes, das die Furcht vor Schlangen darstellt (adaptiert nach Lang, 1994).

Die biologische Entsprechung semantischer Netzwerke stellen anatomisch und funktional verbundene Gruppen von Neuronen dar (cell assemblies) (Hebb, 1949). Die Assoziation dieser Neuronengruppen kommt über häufige synchrone Aktivierung im Laufe von ontogenetischen Lernprozessen zustande. Nach Pulvermüller (1999) ist alle mit einem Wort verbundene Information in dynamischen

¹ „Propositions“ werden hier verstanden als logische Beziehung zwischen zwei Konzepten, und nicht als linguistische Einheiten (Lang, 1979, S.499).

Netzwerken gespeichert, deren kortikale Verteilung semantische Aspekte des Wortes widerspiegeln (Worte mit visueller Assoziation vs. Worte mit motorischer Assoziation).

2.2.3. Biphasische Organisation von Emotionen

Nach Langs Modell ist die Verarbeitung emotionaler Reize mit motivationalen Systemen des Organismus verbunden. Lang und Kollegen (1997) postulieren ein biphasisch organisiertes Affekt- oder Motivationssystem, wobei eine appetitive und eine aversive Komponente im Gehirn nebeneinander existieren.

Um in experimentellen Untersuchungen die theoretische Annahme einer biphasischen Einteilung der Emotionen zu überprüfen, wurde piktoriales Stimulusmaterial verwendet. Bilder rufen, genau wie natürliche Umweltreize, unterschiedliche emotionale Reaktionen und damit motivationale Zustände hervor, daher erschienen sie als Stimuli zur Induktion von Emotionen besonders geeignet.

Lang und Kollegen bedienten sich eines standardisierten Reizsets, bestehend aus über 600 emotionalen positiven und negativen sowie neutralen Bildern (IAPS International Affective Picture System; Lang, Bradley & Cuthbert, 1998b).

Unter Verwendung des Self-Assessment Manikin (SAM; Bradley & Lang, 1994), einer zweidimensionalen 9-stufigen graphischen Skala sollten Studienteilnehmer bewerten, wie angenehm oder unangenehm (Valenz) und wie erregend (Arousal) sie die Bilder empfanden. Die so erhaltenen Bewertungen der Versuchspersonen ergaben eine charakteristische boomerangförmige Verteilung: Hohe Arousalwerte für angenehme und unangenehme Bilder, niedrige Arousalwerte für neutrale Bilder (Lang et al., 1997).

Eine graphische Darstellung dieser Verteilung ist in Abbildung 2 zu sehen.

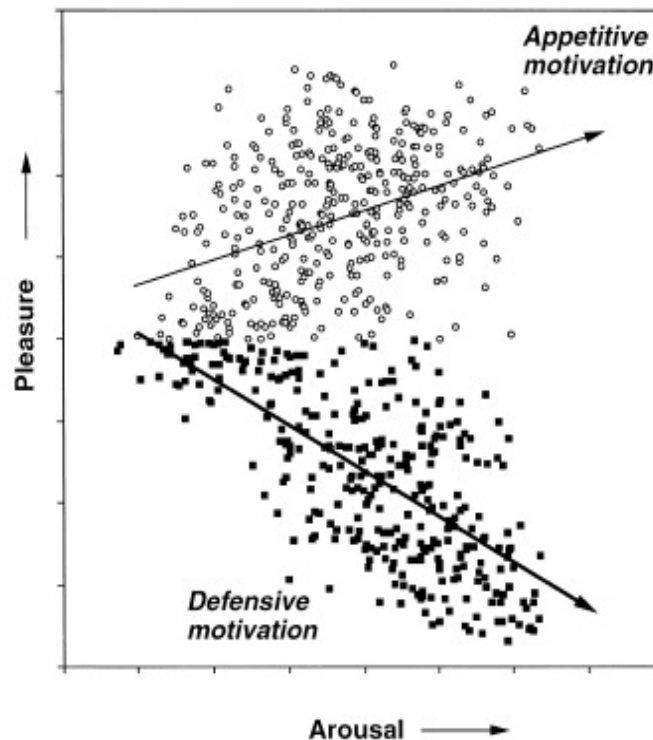


Abbildung 2. Charakteristische boomerangförmige Verteilung der Bilder aus dem IAPS anhand der Dimensionen Valenz (Pleasure) und Erregung (Arousal) (aus Bradley, Codispoti, Cuthbert & Lang, 2001).

Diese Verteilung wird von den Autoren als konsistent mit der Annahme einer biphasischen Organisation der Emotionen interpretiert: Die Vektoren in Abbildung 2 stellen das hypothetische appetitive und defensive motivationale System dar. Beide motivationalen Systeme variieren im Grad ihrer Aktivierung (Arousal).

Diese Verteilung konnte für akustische (Bradley, Cuthbert & Lang, 1998b) aber auch für verbale affektive Stimuli mehrfach nachgewiesen werden (für englischsprachige Wörter siehe z.B. Bradley, Cuthbert & Lang, 1998a; für deutschsprachige Nomen und Adjektive siehe z.B. Herbert, 2007; Herbert, Junghöfer & Kissler, 2008; Kissler, Assadollahi, & Herbert, 2006).

Während motivationale Zustände eine sehr große Variationsbreite aufweisen (Lang et al., 1997, 1998a), lässt sich die zugrundeliegende Struktur des appetitiven und des aversiven Systems mit den Dimensionen Valenz und Arousal darstellen.

Die Annahme zweier Motivationsysteme sollte sich jedoch nicht nur in den Ergebnissen von Bildbewertungen bestätigen, sondern sich auch in peripheren physiologischen und behavioralen Reaktionsmustern niederschlagen (Greenwald,

Cook & Lang, 1989; Lang, Greenwald, Bradley & Hamm, 1993). Diese Komponenten sind wie die Verbalisierung von Gefühlen Teil emotionaler Reaktionen (Lang et al. 1997, 1998a). Zu erwarten ist, dass die Arousal- und Valenzbewertungen der IAPS-Bilder (Lang et al., 1998b) mit Reaktionen auf physiologischer- und Verhaltensebene korrelieren.

Untersuchungen der Gesichtsmuskelaktivität, der Herzfrequenz und der Hautleitfähigkeit (z.B. Greenwald et al., 1989; Schupp, Cuthbert, Bradley, Hillman, Hamm & Lang, 2004; Smith, Löw, Bradley & Lang, 2006) beim Betrachten emotionaler Bilder demonstrieren, dass sich die Arousal- und Valenzratings auch auf physiologischer Ebene widerspiegeln und bestätigen damit die Existenz zweier voneinander unabhängiger Motivationssysteme (Lang et al., 1993).

Untersuchungen auf behavioraler Ebene (Betrachtungszeit, Startle-Reflex) zeigten ebenfalls, dass Verhaltensweisen im Kontext emotionaler Bildverarbeitung mit motivationalen Parametern (Arousal, Valenz) kovariieren (z.B. Lang et al., 1993; Smith et al., 2006).

Affektive Stimuli modulieren jedoch nicht nur autonome Reaktionen (Hautleitfähigkeit, Herzfrequenz), EMG-Reaktionen der Gesichtsmuskulatur und Startle-Reaktionen, sondern auch kortikale Verarbeitungsprozesse. Die Erhebung ereigniskorrelierter Potentiale (ERP) zur Untersuchung des zeitlichen Verlaufs affektiver Verarbeitung werden vermehrt eingesetzt, ebenso bildgebende Verfahren wie PET und fMRI zur topographischen Erfassung der beteiligten Hirnstrukturen.

Beispiele von insbesondere EEG-Studien, die Einblicke in die Verarbeitung emotionaler Bedeutung von Bildern, Gesichtern und Wörtern geben, werden in den nächsten Abschnitten erörtert.

2.3. Selektive Verarbeitung emotionaler piktorialer Stimuli

Lang postuliert, dass Aufmerksamkeit in natürlicher Umgebung vor allem durch die motivationale Bedeutung von Reizen gesteuert wird:

„In the competitive world of species survival, attention is determined primarily by motivation“. (aus Lang et al., 1997; S.97)

Eine evolutionäre Sichtweise legt den adaptiven Wert der natürlichen selektiven Aufmerksamkeit auf Umweltinformationen mit hoher motivationaler Relevanz nahe (Lang et al., 1997; Öhman & Mineka, 2001). Die motivierte Aufmerksamkeit auf appetitive und aversive Ereignisse erhöht die Wahrscheinlichkeit, potentiell gefährliche/unangenehme oder lohnende Informationen wahrzunehmen und weiterzuverarbeiten (Lang et al., 1997).

Konsistent mit dieser Sichtweise konnte in Verhaltensstudien eine besonders schnelle Verarbeitung emotional bedeutsamer Reize (Bilder von Spinnen/Schlangen, bedrohliche Gesichter) nachgewiesen werden (Öhman et al., 2000). Für Spinnen, Schlangen aber auch bedrohliche Gesichtsreize wird davon ausgegangen, dass Reaktionen auf diese Stimuli evolutionär prädisponiert sind (evolutionary predisposed stimuli) (Öhman, 1986; Öhman & Mineka, 2001; Seligman, 1970, 1971).

Umweltinformationen mit evolutionsbedingt hoher motivationaler Relevanz sollten, da sie verstärkt Aufmerksamkeitsressourcen auf sich ziehen (Lang et al., 1997; Öhman et al., 2000), auch bevorzugt verarbeitet werden.

Hinweise für eine privilegierte Verarbeitung emotionaler Stimuli im Sinne von motivierter Aufmerksamkeit kommen zunehmend von EEG-ERP-Studien, die den zeitlichen Verlauf emotionaler Bildverarbeitung untersuchen (Junghöfer, Bradley, Elbert & Lang, 2001; Schupp, Junghöfer, Weike & Hamm, 2003a,b, 2004).

Die Analyse kortikaler Korrelate der selektiven Verarbeitung affektiver Bilder (IAPS, Lang, Bradley & Cuthbert, 1998b) erbrachte zwei ERP-Komponenten, die dies zu frühen und späteren Zeitpunkten reflektieren: Die frühe posteriore Negativierung (EPN) und die späte zentro-parietale Positivierung (LPP) (Überblick: Schupp, Fleisch, Stockburger & Junghöfer, 2006).

Die EPN entwickelt sich frühestens um 150ms nach Stimulusbeginn und zeigt sich von 200-300ms am ausgeprägtesten (z.B. Junghöfer et al., 2001; Schupp et al., 2003a,b; Schupp, Junghöfer et al., 2004). Ausgelöst durch piktoriale Stimuli wird sie von deren affektiver Bedeutung moduliert: Sie ist für angenehme und unangenehme erregende Bilder ausgeprägter als für neutrale Bildreize. Die selektive Verarbeitung emotionaler Stimuli zeigt sich bilateral in temporo-okzipitalen Elektrodenclustern als relative Negativierung sowie in einer korrespondierenden relativen Positivierung über zentro-medialen Elektroden (z.B. Schupp et al., 2003a; Schupp, Junghöfer et al., 2004).

Die Amplitude der EPN ist besonders ausgeprägt für hocherregende Stimuli von hoher evolutionärer Signifikanz, wie Erotika oder Bilder von Verstümmelungen (Junghöfer et al., 2001; Schupp et al. 2003a,b; Schupp, Junghöfer et al., 2004) und konnte auch dann nachgewiesen werden, wenn den affektiven Reizen keine explizite Aufmerksamkeit entgegengebracht wurde (Schupp et al., 2003b). Die starken Effekte für hocherregendes Stimulusmaterial unabhängig von dessen Valenz sind konsistent mit der Hypothese, dass im evolutionären Sinne bedeutsame Reize besonders geeignet sind, das appetitive oder aversive motivationale System zu aktivieren und Aufmerksamkeitsressourcen auf sich zu ziehen (Lang et al., 1997, Öhman et al., 2000).

Bildgebende Verfahren lokalisieren die neuronalen Quellen früher emotionaler Reizdiskrimination in posterioren Arealen, was eine verstärkte visuelle Verarbeitung emotional signifikanter Bildreize impliziert (Lang, Bradley, Fitzsimmons et al., 1998; Junghöfer et al., 2002; Kesler/West et al. 2001).

Die zweite affektive Modulation ist die bilateral auftretende zentro-parietale Positivierung (LPP) um 400-600ms nach Stimulusonset. Als Indikator für die Weiterverarbeitung der Reize (Junghöfer et al., 2002; Schupp, Öhman et al., 2004; Schupp, Junghöfer et al., 2004) ist sie für evolutionär relevante emotionale Stimuli ausgeprägter als für neutrale Reize (z.B. Schupp et al., 2000; Schupp et al., 2003a; Schupp, Junghöfer et al., 2004).

In Abbildung 3 sind die Sensorbereiche zur Erfassung der EPN und des LPP einer Studie von Schupp und Kollegen (Schupp, Junghöfer et al., 2004) graphisch dargestellt, die Abbildungen 4a bis 4c veranschaulichen die Amplitudenverläufe der EPN bzw. des LPP dieser Untersuchung für angenehme, unangenehme und neutrale Bilder.

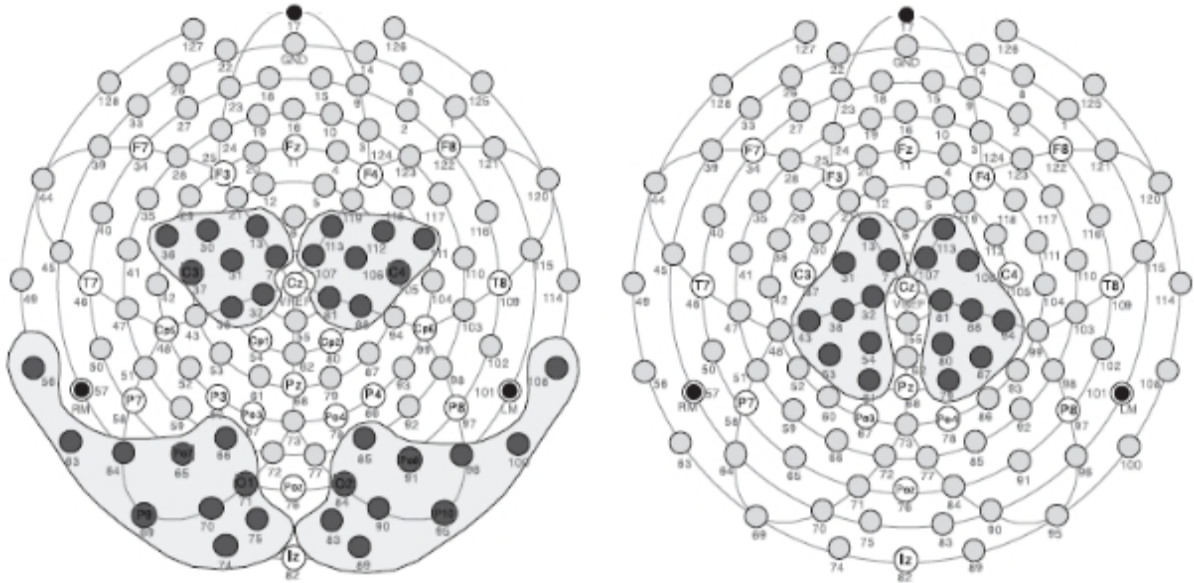


Abbildung 3. Graphische Darstellung der Sensorbereiche zur Erfassung der EPN (links) und des LPP (rechts) (aus Schupp, Junghöfer et al., 2004).

Abbildungen 4a-4c. Exemplarische Darstellung der Amplitudenverläufe für EPN und LPP (aus Schupp, Junghöfer et al., 2004).

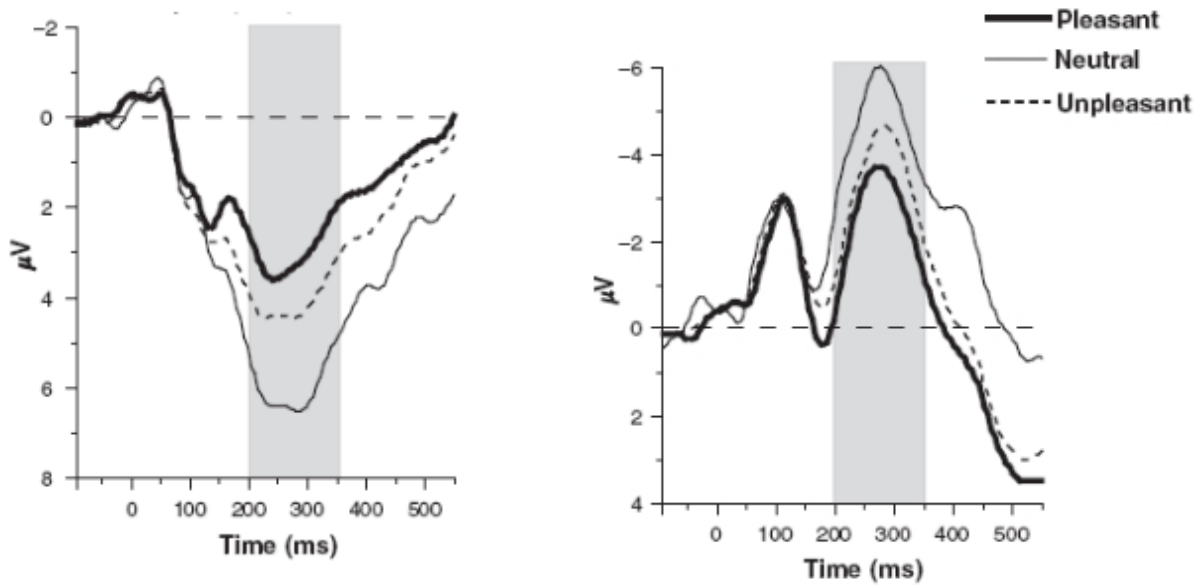


Abbildung 4a. Relative Negativierung, temporo-okzipital.

Abbildung 4b. Korrespondierende Relative Positivierung, zentro-medial.

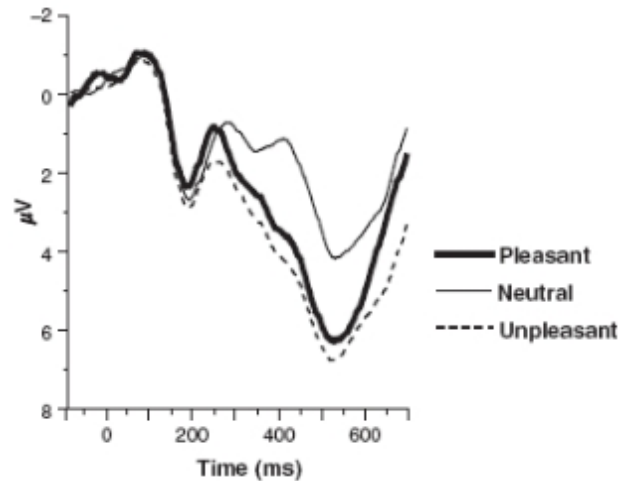


Abbildung 4c. Späte zentro-parietale Positivierung

Neben den vielfach verwendeten IAPS-Bildern (Lang et al., 1998b) wurden auch Gesichter unterschiedlichen emotionalen Ausdrucks als Stimuli verwendet, um die bevorzugte Verarbeitung emotional signifikanter Reize zu untersuchen.

Eine 2004 von Schupp und Kollegen (Schupp, Öhman et al.) durchgeführte Studie konnte die vereinfachte perzeptuelle Enkodierung bedrohlicher Gesichter anhand der beiden beschriebenen spezifischen ERP-Komponenten nachweisen: Signifikante Modulationen der EPN (200-320ms) und des LPP (400-600ms) wurden für bedrohliche Gesichter im Unterschied zu neutralen oder freundlichen Gesichter gefunden.

Diese Untersuchungen demonstrieren übereinstimmend unabhängig vom verwendeten Stimulusmaterial (Bilder: z.B. Schupp et al., 2003a,b; Schupp, Junghöfer et al., 2004; Gesichter: Schupp, Öhman et al., 2004), der gestellten Aufgabe (z.B. Schupp et al., 2003b; Schupp, Junghöfer et al., 2004) und der Präsentationsdauer/ des Präsentationsmodus (Präsentationsdauer z.B. Schupp, Junghöfer et al., 2004; Schupp, Öhman et al., 2004; Präsentationsmodus z.B. Junghöfer et al., 2001; Schupp, Cuthbert et al., 2004) die selektive Hervorhebung emotional relevanter Reize im Wahrnehmungsablauf.

Die Ergebnisse der Studien von Schupp und Kollegen weisen konsistent darauf hin, dass emotionale Bildreize bevorzugt verarbeitet werden und zeigen wiederholt zwei kortikale Korrelate selektiver emotionaler Informationsverarbeitung: Die frühe

posteriore Negativierung (200-300ms) und eine späte zentro-parietale Positivierung (400-600ms).

Analog zu den Untersuchungen mit Bildern oder Gesichtern sollen im Rahmen dieser Diplomarbeit jedoch insbesondere Studien zur Wortverarbeitung, die ebenfalls frühe Effekte der emotionalen Konnotation zeigen, fokussiert werden.

Im Gegensatz zu piktorialen Stimuli wie Bildern oder Gesichtern ist die emotionale Bedeutung von Worten deskriptiv und weniger konkret. Worte repräsentieren ihre Bedeutung auf symbolischem Wege, ihr Bedeutungsinhalt ist unabhängig von der Wortform (Compton, 2003). Trotzdem konnten auch unter Verwendung verbaler Stimuli Prozesse natürlicher selektiver Aufmerksamkeit detektiert werden, wie die im weiteren Verlauf beschriebenen Studien aufzeigen.

2.4. Selektive Verarbeitung emotionaler linguistischer Stimuli

Untersuchungen zur emotionalen Informationsverarbeitung fokussierten meist piktoriales Material wie Bilder oder Gesichtsausdrücke. Die von nicht-linguistischen Stimuli hervorgerufenen Reaktionen werden auf biologische Prädispositionen zurückgeführt (Öhman & Mineka, 2001).

Im Vergleich dazu wird die emotionale Konnotation von verbalem Material weniger direkt übermittelt, sondern es handelt sich um symbolische Stimuli mit ontogenetisch gelernter emotionaler Signifikanz.

Dennoch konnte in vielen Experimenten nachgewiesen werden, dass systematische Veränderungen ereigniskorrelierter Gehirnaktivität auch durch die emotionale Bedeutung sprachlicher Reize hervorgerufen werden (Überblick: Kissler et al., 2006). Beispiele relevanter Studien zur Untersuchung des Einflusses von emotionaler Konnotation auf frühe (< 300ms) und spätere ERP-Indizes der Wortverarbeitung werden im Folgenden geschildert.

2.4.1. Studien zu frühen Effekten emotionaler Wortverarbeitung

Während einige Studien keine affektive Differenzierung in frühen Zeitbereichen feststellen konnten (Fischler & Bradley, 2006; Lifshitz, 1966; Vanderploeg, Brown & Marsh, 1987), zeigen zahlreiche andere Untersuchungen frühe Effekte selektiver verbaler Emotionsverarbeitung. Häufig berichtet wird eine affektive Modulation, die sich im Zeitfenster der P1-N1 um 100-200ms entwickelt und über die P2-N2 von

200-260ms nach Wortonset erstreckt (z.B. Begleiter & Platz, 1969; Begleiter, Projesz & Garozzo, 1979; Bernat, Bunce & Shevrin, 2001; Chapman, McCrary, Chapman, & Bragdon, 1978; Chapman, McCrary, Chapman & Martin, 1980; Ortigue et al., 2004; Skrandies, 1998; Skrandies & Chiu, 2003).

Diese frühen semantischen Effekte mögen angesichts der später auftretenden N400-Komponente als Indikator semantischer Verarbeitung zunächst erstaunen (siehe Punkt 2.3.2.a); Überblick: Kutas et al., 2000).

Sprachverarbeitung ist jedoch ein schneller Prozess, da Menschen in der Lage sind ca. 300 Wörter/Minute laut zu lesen, wenn der Text konventionell als Block präsentiert wird. Bei schneller serieller visueller Präsentation (RSVP) steigt die Lesegeschwindigkeit auf über 1000 Wörter/Minute (Rubin & Turano, 1992).

Dennoch sind die frühesten gefundenen ERP-Modulationen (P100, N100) durch den emotionalen Wortinhalt (Begleiter & Platz, 1969; Begleiter et al., 1979; Bernat et al., 2001; Ortigue, 2004) insofern kontrovers, als ein Zugang zur Wortbedeutung nicht früher als 200-300ms nach Wortbeginn erwartet wird. Traditionelle Theorien der Wortverarbeitung gehen von einer sequentiellen Analyse aus, bei der ein Zugang zur visuellen Wortform um 180-200ms der semantischen Analyse vorausgeht (Cohen et al., 2000; Dehaene, 1995) (siehe Punkt 2.4.3.). Trotzdem konnten kortikale Korrelate konditionierter Reaktionen auf ursprünglich neutrales Stimulusmaterial in diesen frühen Zeitbereichen festgestellt werden (z.B. Montoya, Larbig, Pulvermüller, Flor & Birbaumer, 1996; Stolarova, Keil & Moratti, 2006).

Montoya et al. (1996) entdeckten größere N100-Amplituden auf Pseudoworte, die zuvor zusammen mit einem aversiven Stimulus präsentiert worden waren. Die Autoren erklären dieses Ergebnis mit der Koaktivierung von sprach- und schmerzverarbeitenden Neuronen aufgrund der wiederholten Paarung von aversiven Stimuli und Sprachreizen im Sinne einer semantischen Konditionierung.

Wenn kortikale Reaktionen emotional signifikanter Worte hauptsächlich auf konditionierten Reaktionen basieren, kann eine extrem schnelle Differenzierung zwischen emotionalen und neutralen Stimuli bereits vor dem semantischen Zugang erwartet werden (Montoya et al., 1996; Stolarova et al., 2006 siehe in Herbert et al., 2008).

Die Effekte von emotionaler Konnotation auf kortikale Reaktionen scheinen darüber hinaus nicht auf bewusste Verarbeitungsprozesse beschränkt zu sein, sondern auch unterhalb der Wahrnehmungsschwelle aufzutreten.

Bernat et al. (2001) verglichen die ERP-Reaktionen auf subliminal (1ms) und supraliminal (40ms) präsentierte angenehme und unangenehme Adjektive. Bereits in den sehr frühen Zeitfenstern der P1 und N1 zeigten sich auf die unangenehmen Adjektive linkslateralisiert größere ERP-Amplituden, sowohl in der sub- als auch in der supraliminalen Bedingung.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass affektive kortikale Reaktionen auch auf unbewusste semantische Stimuli erfolgen, die nicht im gleichen Ausmaß wie piktoriale Stimuli biologisch bedingte Bedeutung haben. Allerdings bleibt unklar, ob und inwieweit derartige subliminale und präattentive emotionale Verarbeitungseffekte durch relevante emotionale oder linguistische Dimensionen wie Arousal und Dominanz, Wortlänge, Worthäufigkeit oder Abstraktheit beeinflusst werden.

Für eine sicherlich schnelle implizite Verarbeitung emotionaler Worte sprechen die Befunde von Silvert und Kollegen (Silvert, Delplanque, Bouwalerh, Verpoort & Sequeira, 2004) sowie Naccache et al. (2005), die messbare peripher-physiologische bzw. kortikale Reaktionen auf subliminal präsentierte emotionale Worte berichten: Obwohl Worte als visuelle emotionale Stimuli phylogenetisch weniger relevant als affektive Bilder sind, lösen sie wie konkret anschauliche emotionale Reize, selbst bei subliminaler Präsentation, somato-viszerale und elektrophysiologische Reaktionen aus, die mit erhöhtem emotionalen Arousal und einer verbesserten Aufmerksamkeitsfokussierung einhergehen.

All diese ERP-Studien zur Wortverarbeitung demonstrieren, dass frühe kortikale Potentiale zwischen affektiven und neutralen Worten differenzieren und das über eine Vielzahl experimenteller Designs hinweg. Die Ergebnisse der genannten Studien werden im Sinne einer erhöhten Aufmerksamkeitsallokation und vereinfachten Detektion emotional relevanter Informationen interpretiert.

Trotzdem bleibt die Frage, ob emotionale Worte frühe perzeptuelle Verarbeitungsprozesse auf ähnliche Weise beeinflussen wie emotionale Bilder und Gesichter.

Nur Ortigue et al. (2004) berichten von einer Differenzierung zwischen emotionalen und neutralen Worten über okzipito-temporalen Elektroden, was eine erhöhte

Verarbeitung emotionaler Worte im visuellen Kortex impliziert. Dies könnte auf eine ähnliche perzeptuelle Verarbeitung von Worten und Bildern hinweisen – für letztere wurde die EPN als kortikales Korrelat selektiver emotionaler Informationsverarbeitung gefunden (z.B. Schupp et al., 2003a,b; Schupp, Junghöfer et al., 2004).

Herbert und Kollegen (Herbert, Kissler, Junghöfer, Peyk & Rockstroh) untersuchten 2006 von angenehmen, unangenehmen und neutralen Adjektiven evozierte Potentiale. Die Aufgabe der Probanden bestand darin, die Valenz der Worte zu evaluieren und sie sich für einen späteren Gedächtnistest zu merken, was eine aktive Verarbeitung der Stimuli gewährleisten sollte. Gemäß den Ergebnissen vorheriger Valenz- und Arousalbewertungen eines großen Wortpools waren 60 hochechregende angenehme, 60 hochechregende unangenehme sowie 60 wenig erregende neutrale Adjektive als Stimuli ausgewählt worden, die hinsichtlich Wortlänge und Worthäufigkeit vergleichbar waren. Die visuell evozierten Potentiale waren im Zeitbereich von 180-250ms (P2) nach Stimulusonset für aufregende angenehme und unangenehme Worte im Vergleich zu neutralen Worten verstärkt. Diese Ergebnisse weisen auf eine frühe Aufmerksamkeitsfokussierung auf emotionale Worte unabhängig von ihrer Valenz hin.

Weitere Hinweise für eine vergleichbare Verarbeitung von emotionalen Bildern und Worten anhand von frühen posterioren Negativierungen (EPN) finden sich in Untersuchungen von Kissler und Herbert.

Kissler und Mitarbeiter (Kissler, Herbert, Peyk & Junghöfer, 2007) sowie Herbert et al. (2008) präsentierten 180 deutsche Nomen oder Adjektive (60 hochechregende negative, 60 hochechregende positive, 60 wenig erregende neutrale Worte), die sich hinsichtlich Wortlänge, Worthäufigkeit und Konkrettheit nicht voneinander unterschieden. Die Präsentation erfolgte in beiden Studien in einem RSVP-Design mit Stimulationsraten von 3Hz (333ms) und 1Hz (1000ms), und die Versuchspersonen sollten die aufeinanderfolgenden Wortsequenzen aufmerksam lesen. Mittels früher ERP-Amplituden ließen sich angenehme und unangenehme Worte von den neutralen differenzieren: Die emotionalen Worte (Nomen wie Adjektive) waren mit einer linkshemisphärisch okzipito-temporal erhöhten Negativierung 200-300ms nach Stimulusonset assoziiert. Dieser Effekt war in beiden Studien in der schnelleren Präsentation stärker ausgeprägt. Der

überraschende freie Recall am Schluss des Experimentes ergab bessere Erinnerungsraten für emotionale relativ zu neutralen Worten.

Ergänzt werden die Befunde von Kissler et al. (2007) und Herbert et al. (2008) durch eine weitere RSVP-Studie, in der eine Variation der Wortklasse (Adjektive und Substantive) vorgenommen wurde und die Stimuli mit einer Präsentationsrate von 1,47Hz (680ms pro Wort) dargeboten wurden (Winkler, 2006). Auch hier zeigte sich eine verstärkte posteriore Negativierung der ERPs während der Enkodierung von angenehmen und unangenehmen verglichen mit neutralen Worten in einem Zeitbereich von 240-300ms nach Wortbeginn.

Frühe Stufen der semantischen Analyse werden gemäß den Ergebnissen dieser Studie und in Übereinstimmung mit den Resultaten der berichteten Untersuchungen von Kissler et al. (2007) und Herbert et al. (2006; 2008) durch das emotionale Arousal der Worte beeinflusst (und nicht durch die Wortvalenz), was in einer frühen erhöhten Negativierung für emotionale relativ zu neutralen Worten zum Ausdruck kommt.

In einer fMRI-Studie fanden Herbert et al. (submitted) ebenfalls, dass hochregende emotionale Worte (angenehme und unangenehme), v.a. jedoch die angenehmen, zu einem erhöhten Blutsauerstofflevel in limbischen Strukturen, im linken visuellen Kortex sowie bilateral in parietalen und präfrontalen Arealen führen, im Gegensatz zu den wenig erregenden neutralen Adjektiven. Der überraschende freie Recall 50 Min nach dem Experiment erbrachte, dass die emotionalen Worte besser und genauer reproduziert werden konnten als die neutralen, insbesondere galt dies wiederum für die angenehmen Adjektive. Zusammengenommen zeigen diese Ergebnisse einen erhöhten Verarbeitungsvorteil hoch erregender v.a. angenehmer Worte.

Die Ergebnisse dieser Studien implizieren übereinstimmend, dass sich die bevorzugte Verarbeitung emotionaler Stimuli nicht auf Reize mit evolutionärer Signifikanz beschränken lässt (z.B. Öhman, Flykt & Lundqvist, 2000; Öhman & Mineka, 2001; Schupp, Öhman et al. 2004).

Mit frühen posterioren Negativierungen (< 300ms) in Reaktion auf emotionale Wortinhalte wurde ein übereinstimmendes kortikales Korrelat vereinfachter emotionaler Wortverarbeitung berichtet (Herbert, 2007; Herbert et al., 2008; Kissler

et al., 2007; Winkler, 2006). Die gefunden Effekte sind hinsichtlich Latenz und Topographie vergleichbar mit den frühen kortikalen Reaktionen auf affektive piktoriale Stimuli (z.B. Junghöfer et al., 2001; Schupp et al., 2003a,b; Schupp, Junghöfer et al., 2004; Schupp, Öhman et al., 2004) und deuten somit auf einen Einfluss der emotionalen Bedeutung auf frühe Stufen der Wortverarbeitung hin.

2.4.2. Späte Effekte emotionaler Wortverarbeitung: N400 und LPP

Die selektive Aufmerksamkeit auf emotionale Worte zeigt sich nicht nur in frühen Stufen der Stimulusverarbeitung, sondern verbessert auch die Tiefe der Stimulusenkodierung (LPP) und deren semantische Integration (N400).

Da allerdings der Einfluss emotionaler Bedeutung auf zeitlich späte ERP-Komponenten wie das LPP aber auch die N400 nicht im Zentrum dieser Arbeit stehen, sollen Befunde zur Modulation dieser Potentiale nur kurz umrissen werden.

a) Die N400-Komponente

Eine in psycholinguistischen Studien sehr gut untersuchte ERP-Komponente ist die N400, eine zentro-parietale Negativierung, die sich um 400ms nach Stimulusbeginn entwickelt. Zahlreiche Studien konnten belegen, dass ausgeprägtere N400-Amplituden gewöhnlich mit einer erschwerten/problematischen Integration der semantischen Bedeutung in den jeweiligen Kontext zusammenhängen (Übersicht: Kutas, et al., 2000).

Kutas und Hillyard (1980) wiesen als erste eine ERP-Reaktion auf semantisch inkongruente Worte im Satzkontext nach, die sich ab 250ms entwickelte und bei 400ms ihre größte Ausprägung erfuhr. Diese Komponente zeigte sich negativer, wenn ein Satz mit einem unerwarteten Wort endete (z.B.: „I take coffee with cream and dog“ vs. „I take coffee with cream and sugar“), wobei für semantisch stark abweichende Worte die Negativierung deutlicher ausgeprägt war als für semantisch mäßig abweichende Worte. Da eine ebenfalls vorgenommene physikalische Abweichung (veränderte Schriftgröße) keinen N400-Effekt erzeugte, konnte dieses Potential nicht mit überraschenden Reizen im Allgemeinen, sondern nur mit semantischer Inkongruenz in Verbindung gebracht werden.

Zudem wurde gezeigt, dass die N400 mit dem Verständnis von Witzen (Coulson & Kutas, 2001) und Sätzen verbunden ist. Von Garnsey und Kollegen (Garnsey, Tanenhaus & Chapman, 1989) wurde eine erhöhte N400-Komponente in Reaktion

auf implausible im Vergleich zu plausiblen Sätzen nachgewiesen. Brandeis und Mitarbeiter (Brandeis, Lehmann, Michel & Mingrone, 1995) stellten erhöhte N400-Amplituden bei inkorrekten Satzendungen relativ zu korrekten Sätzen fest („Der Himmel ist neu“ vs. „Der Himmel ist blau“).

Die Beeinflussung der N400 durch die Erwartung des Auftretens bestimmter Worte einer bestimmten semantischen Kategorie am Satzende untersuchten Federmeier und Kutas 1999. Sowohl unerwartete Worte einer unerwarteten Kategorie (z.B. Karotte anstatt Apfel) als auch unerwartete Worte der erwarteten Kategorie (z.B. Orange anstatt Apfel) lösten größere N400-Amplituden aus als erwartungskongruente Worte.

Eine Untersuchung der Beeinträchtigung lexikalisch-semantischer Verarbeitung bei aphasischen Patienten erbrachte damit konsistente Ergebnisse (Hagoort, Brown & Swaab, 1996): Bei einer gesunden Kontrollgruppe war die zentro-parietale N400 auf assoziativ („Brot“ und „Butter“) oder semantisch („Kirche“ und „Villa“) zusammengehörende Wortpaare reduziert relativ zu den N400-Amplituden, die von unverbundenen Wortpaaren („Hand“ und „Kirsche“) ausgelöst wurden. Bei stark aphasischen Patienten zeigte sich diese Reduzierung der N400 auf zusammengehörende Wortpaare nicht.

Supp und Kollegen (Supp et al., 2004) und Friedrich et al. (Friedrich, Eulitz & Lahiri, 2006), die in einer auditorischen lexikalischen Entscheidungsaufgabe phonologisch plausible Pseudoworte und Worte miteinander verglichen, stellten erhöhte N400-Potentiale in Reaktion auf die Pseudoworte fest. Die Autoren interpretieren dieses Ergebnis mit der schwierigeren Verarbeitung der Pseudoworte, die keine direkte Referenz im semantischen Gedächtnis aufweisen und damit ausgedehntere Suchprozesse nach sich ziehen

Obwohl diese Untersuchungen eindrücklich belegen, dass die N400 von sprachlichem Material moduliert wird, existieren bis dato kaum Studien, die über eine N400-Modulation bei der Verarbeitung emotionaler Worte berichten.

In einer Studie von Herbert et al. (2008) wurden geringere N400-Amplituden über zentro-parietalen Arealen für angenehme im Vergleich zu unangenehmen Adjektiven festgestellt. Darüber hinaus zeigte sich über mehrere Wiederholungen hinweg eine kontinuierliche Verringerung dieses Potentials für emotionale und neutrale Adjektive, was eine aufgrund der Wiederholungen zunehmend bessere semantische Integration der Worte reflektiert.

Vergleichbare Ergebnisse wurden auch bei induziertem positivem Affekt in einer Studie von Kiefer und Kollegen erzielt (2007): Positive Adjektive führten hier ebenfalls zu geringeren N400-Potentialen als negative. Diese Modulation der N400 durch angenehme Valenz wurde auch in einem durch Priming hervorgerufenen affektiven Kontext festgestellt (Schirmer, Kotz & Friederici, 2005).

Diese Untersuchungen demonstrieren, dass sowohl der emotionale Wortinhalt als auch die emotionale Stimmung der Probanden die N400-Reaktion beeinflussen können.

b) Die P3- und LPP- Komponente

Zeitlich späte Potentialkomponenten wie die P3 und insbesondere das LPP werden als Indikatoren erhöhter Stimulusevaluation, Aufmerksamkeit und Verarbeitungstiefe interpretiert (Donchin & Coles, 1988; Ritter & Ruchkin, 1992).

In einer Untersuchung von Schupp et al. (2003b) wird eine erhöhte P3-Reaktion auf aufgabenrelevante Stimuli als Beleg für die tatsächlich ausgeführte Aufgabenbearbeitung gewertet. Das LPP wurde mit einer elaborierten Verarbeitung affektiver Reize in Verbindung gebracht und als verstärkte Zuwendung von Aufmerksamkeitsressourcen aufgrund der motivationalen Relevanz der Reize interpretiert (Lang et al., 1997; Schupp et al., 2000; 2003a; Schupp, Junghöfer et al., 2004). Erhöhte P3- bzw. LPP-Amplituden auf emotionale Stimuli suggerieren damit eine tiefere Verarbeitung dieser Reize.

Für piktoriale Stimuli wurden von Schupp und Kollegen (z.B. Schupp et al., 2000; Schupp, Junghöfer et al., 2003a; 2004) wiederholt erhöhte späte positive Potentiale in einem Zeitbereich ab 400ms für emotionale (angenehme und unangenehme) relativ zu neutralen Bildern festgestellt.

Analog zu den Untersuchungen mit Bildreizen wurden auch in verschiedenen Studien unter Benutzung verbalen Materials Hinweise für eine elaborierte Verarbeitung affektiver Worte gefunden.

Naumann et al. (Naumann, Bartussek, Diedrich & Laufer, 1992) untersuchten den Einfluss struktureller und emotionsfokussierter Informationsverarbeitung auf späte ERP-Komponenten. Unabhängig von der Verarbeitungsart (strukturell oder affektiv) wurde für emotionale Adjektive (positive und negative) im Gegensatz zu neutralen eine verstärkte Positivierung um 300ms (P3) festgestellt. In einer weiteren Studie von Naumann und Mitarbeitern (Naumann, Maier, Diedrich, Becker & Bartussek,

1997) konnte dies jedoch nur bei emotionsfokussierter Verarbeitung der Worte repliziert werden.

Bernat und Kollegen (2001) erhielten in ihrer Studie erhöhte P3- (200-500ms) und LPP- (500-900ms) Amplituden für unangenehme im Vergleich zu angenehmen Adjektiven.

Schapkin et al. (Schapkin, Gusev & Kuhl, 2000) ließen die emotionale Konnotation von positiven, negativen und neutralen Worten beurteilen und fanden mit einer Amplifikation der P3 auf positive verglichen mit neutralen Worten eine elaborierte Verarbeitung der angenehmen Worte. Die funktionale Rolle der P3-Komponente bei der Verarbeitung emotionaler Konnotation wird von den Autoren als aufgabenbezogene Entscheidung interpretiert.

Herbert und Kollegen (2006) konnten erhöhte P3-Amplituden (250-400ms) auf erregende angenehme und unangenehme Adjektive im Vergleich zu neutralen feststellen sowie größere LPP-Amplituden (600-750ms) für angenehme relativ zu unangenehmen und neutralen Worten. Damit wurde wie auch von Schapkin et al. (2000) eine tiefere Weiterverarbeitung der angenehmen Worte nachgewiesen.

Neben einer verringerten N400-Komponente für angenehme Worte wurde in einer Studie von Herbert et al. (2008) auch ein erhöhtes LPP (470-600ms) für Worte der angenehmen Kategorie festgestellt, verglichen mit neutralen und unangenehmen Worten. Diese Indikatoren einer verbesserten semantischen Integration und vertieften Verarbeitung der positiven Worte werden durch verbesserte Recall-Ergebnisse für angenehme Worte ergänzt.

Konsistent mit erhöhten späten positiven ERP-Potentialen (300-600ms) ausgelöst durch emotional erregende (angenehme und unangenehme) Worte die semantisch enkodiert wurden (Fischler & Bradley, 2006), waren in einer Studie von Fischler und Kollegen (Fischler, Candice, Kemp, & McKay, unveröffentlichtes Abstrakt) die emotionalen Worte mit besseren Recall-Ergebnissen assoziiert. Ebenso fanden Kissler und Kollegen (2007) in ihrer Studie bessere und genauere Erinnerungsleistungen für emotionale verglichen mit neutralen Worten.

Neurophysiologische Untersuchungen weisen darauf hin, dass die bessere Erinnerung an emotionale Stimuli von deren Arousal über Interaktionen zwischen der Amygdala und dem hippokampalen System moduliert wird (z.B. Hamann, Ely, Grafton & Kilts, 1999; LaBar & Phelps, 1998; Richardson, Strange & Dolan, 2004).

Während sich frühe Stufen der Wortverarbeitung vom emotionalen Arousal der Worte beeinflusst zeigen (z.B. Herbert et al., 2008; Kissler et al., 2007; Winkler, 2006), was in einer erhöhten posterioren Negativierung auf affektiv erregende Wortinhalte zum Ausdruck kommt, weisen einige Studien darauf hin, dass spätere Prozesse der Wortverarbeitung (LPP) hingegen von der Valenz der Reize moduliert werden: Konsistent mit einer wiederholt gefundenen selektiven Weiterverarbeitung positiver Worte (Herbert et al., 2006; Herbert et al., 2008; Schapkin et al., 2000; Winkler, 2006) konnten bessere Erinnerungsraten sowie eine vereinfachte semantische Integration der angenehmen Adjektive nachgewiesen werden (Herbert et al., 2008; Herbert et al., submitted).

Die wiederholt gefundene präferierte Weiterverarbeitung und bessere Erinnerung angenehmer verbaler Stimuli (Herbert et al., 2006; Herbert et al., 2008; Winkler, 2006) wird mit folgenden Asymmetrien der emotionalen Verarbeitung erklärt:

Zum einen liegt bei niedrigen und mäßigen Arousalleveln eine stärkere Reaktion des Annäherungssystems vor, der sogenannte „positivity offset“ (Cacioppo, Gardner & Berntson, 1997; Cacioppo, Larsen, Smith & Berntson, 2001; Ito & Cacioppo, 2005). Mittels Valenz- und Arousalratings von deutschen und englischen Worten konnte gezeigt werden, dass angenehme Worte im Gegensatz zu unangenehmen auch niedrige Arousalbewertungen erhalten können (Bradley et al., 1998a; Herbert, 2007).

Eine evolutionäre Erklärung dieses Phänomens wäre die bei mittlerem Arousal erfolgende Annäherung an neue Situationen und damit Erkundung der Umwelt. Im Gegensatz dazu wird bei hocherregenden negativen Reizen das Vermeidungssystem sofort aktiviert (negativity bias) und Schaden vermieden (Cacioppo et al., 1997; Cacioppo, et al., 2001; Ito & Cacioppo, 2005).

Zum anderen zeigen gesunde Probanden eine Tendenz für positiven Affekt (Diener & Diener, 1996) und damit verbunden eine präferierte Verarbeitung (im Sinne von Erinnerungsleistung) stimmungskongruenter angenehmer Reize (z.B. Ferré, 2003; Kim Guenther, 1988).

Beide Phänomene „verzerrten“ die emotionale Verarbeitung zugunsten positiver Stimuli.

Insgesamt lassen die Befunde zur Modulation der N400 und des P3 bzw. LPP bei emotionalen Worten den Schluss zu, dass emotionale Worte besser semantisch integriert und vertiefter verarbeitet werden. Dabei zeigt sich im Gegensatz zur Auslenkung zeitlich früher ERP-Komponenten wie der EPN ein Verarbeitungsvorteil von v.a. positiven Worten. Inwieweit eine vertiefte Verarbeitung emotional erregender angenehmer Worte modalitätsspezifisch (Worte versus Bilder) oder wortartspezifisch (Adjektive versus Nomen) auftritt, ist Gegenstand momentaner Forschung.

2.4.3. Strukturelle Differenzierung zwischen Worten, Pseudoworten und Letterstrings

Die affektive Modulation der frühen posterioren Negativierung (EPN) um 200-300ms wurde in mehreren Studien zur Untersuchung der Verarbeitung emotionaler Konnotation konsistent berichtet (z.B. Herbert et al, 2008; Kissler et al., 2007).

Offen bleibt in diesem Zusammenhang die Frage, ob die vereinfachte Verarbeitung emotionaler Worte tatsächlich auf deren semantischen Inhalt zurückzuführen ist, oder ob diese Differenzierung lediglich die Erkennung einer orthographisch korrekten Wortform reflektiert.

Untersuchungen des zeitlichen Verlaufs der Verarbeitung linguistischer Stimuli zeigen strukturelle Differenzen zwischen Worten, Pseudoworten und Letterstrings bereits um 200ms nach Stimulusbeginn (z.B. Cohen et al., 2000; Dehaene, 1995; McCandliss, Posner & Givon, 1997; Ziegler, Besson, Jacobs, Nazir & Carr, 1997).

Damit kennzeichnen zeitlich vor einem Zugang zur semantischen Bedeutung strukturelle Differenzierungen zwischen Worten und Nichtworten den Zugang zur visuellen Wortform (Cohen et al., 2000; Dehaene, 1995). Eine bereits um 100ms (P1) nach Stimulusonset auftretende Unterscheidung zwischen Worten auf der einen Seite und Pseudoworten und Letterstrings auf der anderen wird von Sereno und Kollegen berichtet (Sereno, Rayner & Posner, 1998).

Auch Compton und Kollegen (Compton, Grossenbacher, Posner & Tucker, 1991) konnten über verschiedene Aufgabenstellungen hinweg ERP-Unterschiede zwischen Worten und Konsonantenstrings innerhalb der ersten 200ms nach Stimulusbeginn feststellen.

In Erweiterung von Comptons Studie (Compton et al., 1991) verwendeten Ziegler und Mitarbeiter (1997) Worte, orthographisch korrekte Pseudoworte und Letterstrings, um den zeitlichen Verlauf der ERP-Differenzen zwischen den drei Wortklassen zu untersuchen. Bei Buchstabenidentifizierungsaufgaben begannen sich die Worte und Pseudoworte ab 225ms links posterior von den Letterstrings zu unterscheiden, während keine klare Differenzierung zwischen Worten und Pseudoworten auftrat. Bei einer semantischen Kategorisierungsaufgabe jedoch differierten die ERPs ab 100ms deutlich auch zwischen Worten und Pseudoworten. Zusammenfassend zeigen diese Studien, dass die strukturelle Unterscheidung zwischen Worten und bedeutungslosen Nichtworten um 200ms nach Stimulusonset stattfindet. Nach dieser strukturellen Differenzierung kann der lexikalische Zugang zur semantischen Wortbedeutung erfolgen (Martín-Loeches, Hinojosa, Gómez-Jarabo & Rubia, 1999).

Übereinstimmend damit waren die Ergebnisse der Studie von Dehaene (1995), der den zeitlichen Verlauf der visuellen Wortverarbeitung mittels ERPs für Worte aus fünf semantischen Kategorien sowie für Konsonantenstrings untersuchte. Die erste Differenzierung zwischen den Worten und Konsonantenreihen zeigte sich deutlich ab 200ms bilateral über parieto-okzipitalen Elektroden. Ab 250ms differierten die fünf semantischen Wortkategorien voneinander. Die ERPs wurden zu diesem Zeitpunkt von einer links lateralisierten temporo-parietalen Negativierung dominiert, die exakte Topographie variierte jedoch mit der jeweiligen Wortkategorie.

2.4.4. Das „Recognition Potential“

Die Topographie, die neuronalen Quellen und der zeitliche Verlauf der für affektive Stimuli festgestellten EPN korrespondieren mit dem in Studien zur Wortverarbeitung gefundenen „Recognition Potential“ (RP). In einem schnellen kontinuierlichen Wortstrom (RSS, Rapid Stream Stimulation (Rudell, 1992; Hinojosa et al., 2001)) präsentierte bedeutungsvolle Worte lösen relativ zu bedeutungslosen Pseudoworten oder Letterstrings eine verstärkte frühe posteriore Negativierung um 200-250ms (Rudell, 1992) nach Stimulusonset aus. Diese „Recognition Potential“ genannte negative Komponente konnte als Index für frühe semantische Verarbeitung mehrfach repliziert werden (z.B. Hinojosa, Martín-Loeches, Muñoz, Casado, & Pozo, 2004; Martín-Loeches, Hinojosa, Gómez-Jarabo & Rubia, 1999, 2001). Das RP tritt unabhängig von der Aufgabenstellung und damit der Tiefe der

Verarbeitung automatisch immer dann auf, wenn linguistische Stimuli wahrgenommen werden (Hinojosa et al., 2004).

Ein Vergleich zwischen konkreten und abstrakten semantisch korrekten Worten, Pseudoworten und Letterstrings ergab linkslateralisiert in Reaktion auf konkrete Worte ein stärker ausgeprägtes RP als für abstrakte Worte, welche wiederum im Gegensatz zu orthographisch korrekten Pseudoworten und den Letterstrings ein deutlich stärkeres RP auslösten. Diese Differenz zwischen konkreten und abstrakten Nomen kann nur auf semantische Analyse zurückgeführt werden, da die semantisch korrekten Wortarten (konkrete und abstrakte Worte) bezüglich visueller Parameter (z.B. Buchstabenanzahl, Worthäufigkeit) angeglichen waren und beide Wortarten aufgrund ihres Bedeutungsgehalts Ziele der Aufgabenstellung waren (Martín-Loeches, Hinojosa, Fernández-Frías, Rubia, 2001).

Darüber hinaus konnte nachgewiesen werden, dass das RP linkslateralisiert ausgeprägter für Worte einer Zielkategorie als für aufgabenirrelevante Worte ist, was darauf hinweist, dass das RP nicht nur sensitiv auf semantischen Inhalt reagiert, sondern auch von selektiver Aufmerksamkeit moduliert wird (Martín-Loeches, Hinojosa, Gómez-Jarabo & Rubia., 2001).

Aufgrund der Ausprägung des RP über parieto-okzipitale Elektrodenbereiche (z.B. Hinojosa et al., 2004; Martín-Loeches, Hinojosa, Gómez-Jarabo & Rubia, 2001) mit neuronalen Generatoren in extrastriären Arealen (Gyrus fusiformis und Gyrus lingualis) (Martín-Loeches, Hinojosa, Gómez-Jarabo & Rubia, 2001) wird die frühe semantische Verarbeitung mit perzeptueller Wortverarbeitung im visuellen Kortex in Verbindung gebracht (Rudell, 1992; Martín-Loeches, Hinojosa, Gómez-Jarabo & Rubia, 1999, 2001).

3. Fragestellung und Hypothesen

In der Einleitung wurden die theoretischen Grundlagen der Emotionstheorie von Lang mit der biphasischen motivationalen Organisation (appetitives und aversives System) der Emotionen erläutert. Die Aktivierung dieser Systeme bei der Emotionsverarbeitung wirkt sich auf Wahrnehmungs- und Verarbeitungsprozesse emotionaler Reize aus.

Zeitlich frühe kortikale Korrelate der Differenzierung zwischen erregenden affektiven und neutralen Stimuli stehen in dieser Diplomarbeit im Mittelpunkt des Interesses. Die EPN, eine sich von 200-300ms nach Bildonset entwickelnde Negativierung in okzipito-temporalen Bereichen gilt als besonders reliabler und sensitiver Indikator selektiver emotionaler Informationsverarbeitung (Überblick: Schupp, Fleisch et al., 2006). Bisherigen Untersuchungen zufolge kann die emotionale Relevanz der Stimuli, d.h. insbesondere das von ihnen ausgelöste emotionale Arousal und nicht notwendigerweise ihre spezifische emotionale Bedeutung/Valenz (angenehm vs. unangenehm), als zentraler Modulator der frühen posterioren Negativierung (EPN) betrachtet werden.

Dieser Effekt der vereinfachten emotionalen Informationsverarbeitung wird mit der biologischen Bedeutsamkeit emotionaler Reize begründet und der damit verbundenen Aufmerksamkeitsfokussierung auf evolutionär signifikante Stimuli (z.B. Lang et al., 1997; Öhman & Mineka, 2001).

Untersuchungen mit verbalem Material konnten jedoch nachweisen, dass der Verarbeitungsvorteil emotionaler Reize auch für symbolische Stimuli mit ontogenetisch gelernter emotionaler Signifikanz gilt (z.B. Herbert et al., 2008; Kissler et al., 2007). Trotz einer Vielzahl von Studien die demonstrieren, dass frühe kortikale Potentiale zwischen affektiven und neutralen Worten differenzieren, bleibt die Frage, ob emotionale Worte frühe Verarbeitungsprozesse in gleicher Weise beeinflussen wie piktoriale Stimuli.

Das Ziel der vorliegenden Diplomarbeit ist daher eine Replikation der im RSVP-Paradigma für emotionales verbales Stimulusmaterial gefundenen EPN (Herbert et al., 2008; Kissler et al., 2007) sowie eine Ausdifferenzierung dieser Ergebnisse durch methodische Variationen und zusätzliche Verwendung von Pseudoworten und Letterstrings.

3.1. Umsetzung der Fragestellung in ein Experiment

Ereigniskorrelierte Potentiale wurden wegen ihrer hervorragenden zeitlichen Auflösung gewählt, um mehr über die zeitliche Sequenz unterschiedlicher Verarbeitungsstufen zu erfahren. Wenngleich die räumliche Auflösung eingeschränkt ist und Rückschlüsse auf neuronale Quellen schwierig sind, erfolgte die Wahl der Messmodalität im Sinne der Fragestellung, den zeitlichen Verlauf affektiver Wortverarbeitung zu erfassen.

Erstes Ziel dieser Diplomarbeit ist die Replikation der kortikalen Korrelate selektiver Verarbeitung emotionaler Worte im RSVP-Design in Anlehnung an Studien von Kissler et al. (2007) und Herbert et al. (2008). Dazu wurden positive, negative und neutrale deutsche Nomen in einem schnellen seriellen Strom (RSVP) in zwei Präsentationsgeschwindigkeiten (330ms und 600ms Präsentationsdauer pro Wort) dargeboten. Daneben wurden die Reize auch mit Interstimulusintervall (ISI) präsentiert, um nachzuweisen, dass die Effekte emotionaler Wortverarbeitung unabhängig von der Präsentationsart stabil auftreten. Bis dato konnte die affektive Modulation der EPN durch emotionales Wortmaterial nur im RSVP-Design bei unterschiedlichen Präsentationsgeschwindigkeiten (1000ms, 680ms, 333ms) nachgewiesen werden (Herbert et al., 2008; Kissler et al., 2007; Winkler, 2006). Mittels der langsameren Präsentationsrate (600ms) sowohl im RSVP- als auch im ISI-Design sollte ausgeschlossen werden, dass die EPN-Effekte durch Überlagerung von späten Komponenten vorheriger Stimuli verzerrt werden.

Wenn die bei schneller serieller Reizdarbietung auftretende EPN lediglich ein Überlagerungsartefakt von späten ERP-Komponenten des vorherigen Stimulus darstellt, würde man eine zeitliche Verschiebung des EPN-Effektes bei unterschiedlichen Stimulationsraten erwarten.

Die schnelle Reizpräsentation ohne Interstimulusintervall birgt jenseits der Überlegung, dass diese Stimulation eher unnatürlich ist und aufgrund der Informationsmenge in der Verarbeitung speziell ist (attentional blink: Raymond, Shapiro, & Arnell, 1992; konzeptuelle Maskierung: Smith et al., 2006) die Möglichkeit, dass sich der EPN-Effekt spezifisch nur im Kontext von begrenzten Aufmerksamkeitsressourcen finden lässt (Potter, 2005).

Des Weiteren diene die methodische Variation der Verwendung von RSVP und ISI auch der Beantwortung der Frage, ob die Effekte emotionaler Wortverarbeitung auch früher als ab 200ms auftreten. Die Präsentation mit ISI eröffnet die

Möglichkeit einer methodisch unkomplizierten Analyse von insbesondere frühen ERP-Komponenten, wohingegen bei schneller serieller Präsentation diese oftmals durch zeitlich späte ERPs des zuvor präsentierten Stimulus überlagert werden.

Die Verwendung von zwei zusätzlichen Stimuluskategorien, orthographisch korrekten aber bedeutungslosen Pseudoworten und nicht-aussprechbaren Letterstrings, diene dazu die bisherigen EPN-Effekte weiter zu differenzieren und zu spezifizieren. Sollte die EPN ein Indikator früher semantischer Wortverarbeitung sein, würden sich die kortikalen Reaktionen auf Worte von den Amplituden der Pseudoworte und Letterstrings unterscheiden und je nach emotionaler Konnotation der Worte variieren. Stellt die EPN jedoch einen Indikator der Erkennung korrekter Wortform dar, würden Worte und Pseudoworte im Gegensatz zu den Letterstrings andere ERPs hervorrufen, da jene Stimulusgruppen korrekter deutscher Wortform entsprechen, während die Letterstrings keine orthographisch korrekte Wortform beinhalten.

Mittels einer Gegenüberstellung der kortikalen Reaktionen auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings sollte das Zeitfenster der lexikalischen Verarbeitung ermittelt werden, was die Annahme der EPN als Indikator für semantische Verarbeitung stützen würde, wenn zu diesem Zeitpunkt Differenzen zwischen Worten und Pseudoworten auftreten.

Um eventuelle prälexikalische Zugriffsprozesse kontrollieren zu können, wurden neben dem Zeitbereich der EPN auch frühere Komponenten wie die P100 und die N100 analysiert. In diesen Zeitfenstern wird keine emotionale Modulation erwartet, da eine affektive Modulation dieser Komponenten auf spezifische Designs, Wortinhalte oder Patientengruppen beschränkt zu sein scheint (Überblick: Kissler et al., 2006).

Aufgrund der Lateralisierung von Sprachverarbeitungsprozessen (links: eher Semantik, z.B. Dehaene, 1995; Martín-Loeches, Hinojosa, Fernández-Frías, Rubia, 2001; Thierry, Giraud & Price, 2003) wurde zusätzlich überprüft, inwieweit die Modulation der EPN bei sinnvollem und sinnlosem Wortmaterial Lateralisierungen in der Sprachverarbeitung unterworfen ist.

In Anlehnung an bisherige Studien (Herbert et al., 2006; Kissler et al., 2007; Herbert et al., 2008) wurden Worthäufigkeit, Wortlänge und Konkretheit der Wortgruppen kontrolliert, um ausschließen zu können, dass die EPN durch Unterschiede dieser Variablen beeinflusst wird.

Im Unterschied zu vielen Studien, die eine tiefere Enkodierung emotionaler Worte nur im Zusammenhang mit semantischen Aufgabenstellungen berichteten (Fischler et al., 2006, Begleiter et al., 1979), bekamen die Teilnehmer in dieser Studie keine explizite Kategorisierungs- oder Verhaltensaufgabe.

Ein überraschender und verzögerter Recall am Schluss des Experimentes (ca. 10 Min. nach Abschluss des Experimentes) diente zusätzlich der Überprüfung, ob trotz des eher spontanen Verarbeitungsmodus der präsentierten Stimuli (passive viewing) emotionale Worte bevorzugt verarbeitet und damit verbunden auch verbessert erinnert werden.

Ein Fragebogen zur Bewertung von Arousal und Valenz der im Experiment verwendeten Worte wurde eingesetzt, um die Ratingergebnisse der Versuchspersonen mit den der Stimulusauswahl zugrundegelegten normativen Bewertungen vergleichen zu können.

3.2. Hypothesen

Hypothesen in Bezug auf die ERPs

Hypothese 1a

Im RSVP-Design zeigt sich die selektive Verarbeitung emotionaler Worte in einem Zeitbereich von 200-300ms nach Stimulusonset in einer frühen posterioren Negativierung für angenehme und unangenehme Worte relativ zu neutralen Worten.

Hypothese 1b

Dieses elektrokortikale Korrelat der bevorzugten Verarbeitung emotionaler Worte findet sich auch bei der Reizpräsentation mit Interstimulusintervall (ISI).

Hypothese 2

Die EPN ist ein Indikator für frühe semantische Verarbeitung und tritt deshalb nur bei affektiven Worten auf und nicht bei den aus Worten generierten Pseudoworten oder Letterstrings.

Hypothese 3

Erwartet werden im vor der EPN (und damit vor der semantischen Analyse) liegenden Zeitfenster der P1-N1 keine prälexikalischen Zugriffsprozesse und damit keine Differenzierung der elektrokortikalen Potentiale nach emotionalem Wortinhalt.

Hypothese 4

Im Sinne der Linkslateralisierung der Sprachverarbeitung wird eine linkshemisphärisch dominante Reaktion auf die Worte im Gegensatz zu den sinnlosen Pseudowörtern und Letterstrings erwartet. In Anlehnung an die Annahme semantischer Zugriffsprozesse im Zeitbereich der EPN wird davon ausgegangen, dass diese Effekte ebenfalls im Zeitfenster von 200-300ms auftreten.

Hypothesen in Bezug auf das Verhalten

Hypothese 5

Der Verarbeitungsvorteil affektiver Worte schlägt sich in besseren Erinnerungsraten für positive und negative Worte im Gegensatz zu neutralen Worten nieder.

Hypothese 6

Die Valenz- und Arousalbewertungen der verwendeten Substantive stimmen mit den zugrundegelegten normativen Ratingergebnissen überein.

4. Methoden

4.1. Versuchspersonen und Kontaktaufnahme

Die Stichprobe bestand aus 27 freiwilligen Teilnehmern (14 Frauen, 13 Männer) mit normaler bzw. korrigierter Sehfähigkeit.

Für ihre Teilnahme an der ca. 2,5h dauernden Untersuchung bekamen sie 15€ oder 3 Versuchspersonenstunden, falls es sich um Psychologiestudenten im Grundstudium handelte.

Die Daten von drei männlichen sowie zwei weiblichen Probanden wurden wegen übermäßiger Artefakte aus der Auswertung ausgeschlossen.

Die Durchführung des M.I.N.I.-Interviews (Mini Internationales Neuropsychiatrisches Interview, nach Lecrubier, Sheehan, Ackenheil et al., 1998) in der deutschen Version (Deutsche Version 5.0.0) ergab bei einer Probandin den Verdacht auf Bulimia nervosa, bei einer anderen den einer Medikamentenabhängigkeit und bei einem Probanden Hinweise auf Agoraphobie, was zum Ausschluss dieser Versuchspersonen und deren Daten aus der Auswertung führte.

Die Auswertung von BDI (Beck-Depressions-Inventar. Bearbeitung der deutschen Ausgabe Hautzinger, Bailer, Worall & Keller, 1994) und STAI X2 (Trait-Angst) (Laux, Glanzmann, Schaffner & Spielberger, 1981) ergab bei zwei weiteren Versuchspersonen erhöhte Werte, weshalb deren Daten ebenfalls nicht gewertet wurden. Bei einem Teilnehmer wurde ein BDI Summenwert von 15² und ein STAI X2 Wert von 57 ($M_{\text{Norm}} = 34,45$) ermittelt, bei einer Teilnehmerin ein unauffälliger BDI Wert, aber ein STAI X2 Wert von 63 ($M_{\text{Norm}} = 37,01$).

Insgesamt mussten damit die Daten von zehn Personen ausgeschlossen werden, so dass für die Auswertung Daten von insgesamt 17 Versuchspersonen, neun Frauen und acht Männern, verwendet werden konnten.

Das Alter der Versuchspersonen variierte zwischen 18 und 31 Jahren, der Altersdurchschnitt betrug 24 Jahre ($SD=3,43$).

Die Teilnehmer/innen wurden durch Aushänge an der Universität Konstanz oder durch persönliche Hinweise der Versuchsleiterin auf die Untersuchung aufmerksam. Mittels eines standardisierten Gespräches oder einer E-Mail wurden die potentiellen Versuchspersonen über den Ablauf des Experimentes und die

² Summenwerte von 11-17 Punkten weisen auf eine milde bis mäßige Ausprägung depressiver Symptome hin (Hautzinger et al., 1994).

Einschlusskriterien informiert. Im Sinne der Unvoreingenommenheit gegenüber der Untersuchung wurde den Teilnehmern der eigentliche Zweck der Studie erst nach erfolgter Experimentaldurchführung offengelegt. Wegen des sprachlichen Stimulusmaterials wurde darauf geachtet, dass alle Probanden Deutsch als Muttersprache sprechen und nicht an einer Lese-Rechtsschreibschwäche leiden.

Eine Übersicht über die Ein- und Ausschlusskriterien findet sich in Tabelle 1, eine Übersicht über die per Aushang, E-Mail oder Telefongespräch vorab mitgeteilten Informationen über das Experiment befindet sich im Anhang.

Einschlusskriterien der Studie
Alter zwischen 18 und 35 Jahren
Rechtshändigkeit
Deutsch als Muttersprache
Keine Lese-Rechtschreibschwäche
Keine zentralnervösen Erkrankungen

Tabelle 1. Übersicht über die Ein- und Ausschlusskriterien der Studie.

4.2. Stimulusmaterial

Die Stimuli entstammten einem Katalog von insgesamt 310 deutschen Substantiven, die von 45 Studenten der Universität Konstanz unter Verwendung des Self-Assessment-Manikin (SAM, Bradley & Lang, 1994) hinsichtlich Valenz und Arousal bewertet worden waren (siehe z.B. Kissler et al., 2006).

Die Skalen des Self-Assessment-Manikin reichen sowohl für die Bewertung des emotionalen Arousals als auch für die Bewertung der emotionalen Valenz von 1-9, wobei niedrige Zahlen unangenehme bzw. ruhige Worte, hohe Zahlen angenehme bzw. aufregende Worte kennzeichnen.

In Abbildung 5 sind die 9-stufige Valenz- und Erregungsskala graphisch dargestellt.

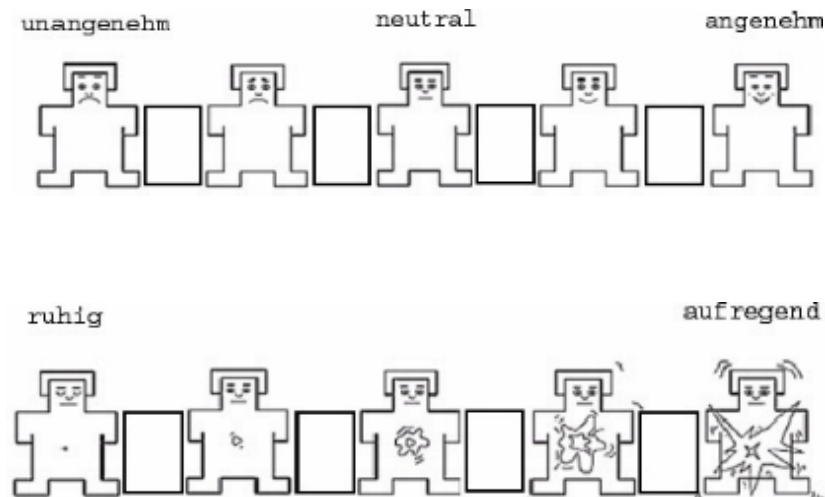


Abbildung 5. 9-stufige Valenzskala (oben) und Erregungsskala (unten) des Self-Assessment-Manikin (SAM), adaptiert nach Bradley und Lang (1994). Werte jeweils von links (1) nach rechts (9).

4.2.1. Worte

Die Auswahl der pro Kategorie verwendeten Substantive erfolgte anhand statistischer Analysen dieser normativen Valenz- und Arousal-schätzungen.

46 hocherregende unangenehme Worte bildeten die Kategorie „Negativ“, 46 hocherregende angenehme Worte die Kategorie „Positiv“, die Kategorie „Neutral“ bestand aus 46 wenig erregenden neutralen Worten. Insgesamt fanden demnach 138 Substantive Verwendung.

Abbildung 6 zeigt die Verteilung der normativen Bewertung der verwendeten Substantive im SAM-Rating für die Dimensionen Valenz und Arousal

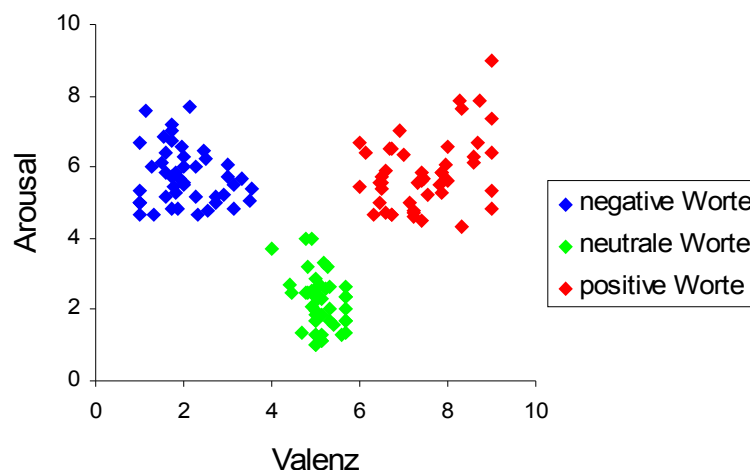


Abbildung 6. Verteilung der normativen Bewertung der verwendeten positiven, negativen und neutralen Substantive auf den Dimensionen Valenz (x-Achse) und Arousal (y-Achse).

Alle drei Kategorien unterschieden sich bezüglich ihrer Valenz signifikant voneinander (alle p-Werte < 0,0001).

Die beiden emotionalen Kategorien unterschieden sich hinsichtlich ihres Arousal nicht signifikant voneinander ($p > 0,5$), zur neutralen Kategorie hingegen bestand ein signifikanter Unterschied (beide p-Werte < 0,0001).

Eine graphische Darstellung der Mittelwerte für Valenz und Arousal der drei emotionalen Kategorien bietet Abbildung 7.

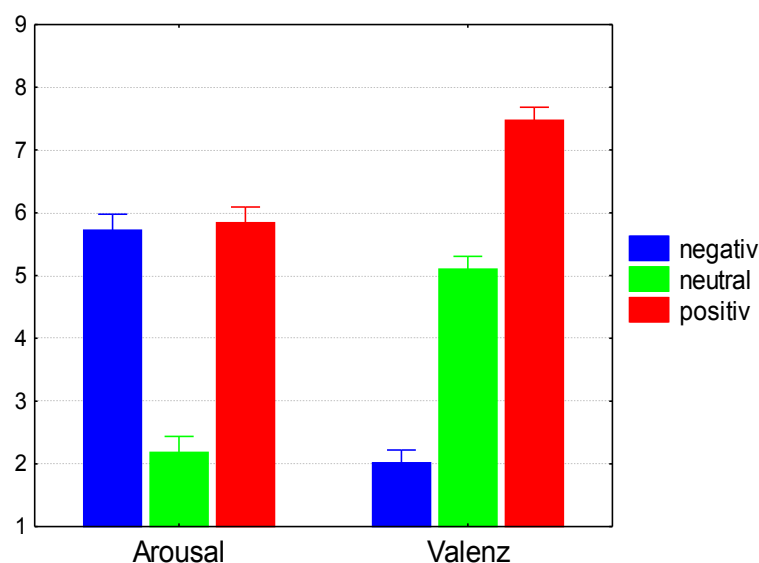


Abbildung 7. Graphische Darstellung der Mittelwerte (mit Standardabweichung) von Valenz und Arousal für negative, neutrale und positive Substantive.

Des Weiteren wurden die Substantive bezüglich einer Reihe linguistischer Parameter kontrolliert. Im Einzelnen waren dies Wortlänge, Worthäufigkeit und Konkretheit, um eine Konfundierung der emotionalen Effekte mit diesen linguistischen Parametern ausschließen zu können.

Was die Konkretheit angeht, so wurde diese anhand normativer Ratings wie für Valenz und Arousal unter Verwendung einer modifizierten Version des 9-stufigen Self-Assessment-Manikin (Bradley & Lang, 1994) von insgesamt 31 Studenten/Innen erhoben. Niedrige Werte stehen dabei für niedrige Abstraktheit, hohe Werte für hohe Abstraktheit. Die drei Kategorien unterschieden sich in ihrer Konkretheit nicht signifikant voneinander ($p > 0,3$).

Die verwendeten Worte waren 3-12 Buchstaben lang, die durchschnittliche Länge aller Worte betrug 7,08 (SD=2,22) Buchstaben. Es konnte kein signifikanter Unterschied der Wortlänge in den drei Kategorien festgestellt werden ($p > 0,6$).

Die Kontrolle der Worthäufigkeit der Substantive nach dem Mannheimer Corpus des Celex Verzeichnis für geschriebene Sprache (Baayen, Piepenbrock & Gulikers, 1995) ergab über die Kategorien hinweg keinen signifikanten Unterschied ($p > 0,1$). Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Mittelwerte und Standardabweichungen der genannten Parameter.

N = 45	SUBSTANTIVE		
	Positiv	Neutral	Negativ
Valenz	7,48 (0,92)	5,10 (0,36)	2,02 (0,72)
Arousal	5,84 (1,02)	2,18 (0,77)	5,72 (0,79)
Konkretheit	4,55 (1,16)	4,05 (2,04)	4,20 (1,42)
Wortlänge	7,28 (2,70)	7,13 (1,97)	6,83 (1,95)
Worthäufigkeit	107,5 (144,01)	124,57 (20,91)	64,93 (173,05)

Tabelle 2. Durchschnittliche Bewertung der Reizwörter hinsichtlich Valenz, Arousal und Konkretheit, durchschnittliche Wortlänge und Worthäufigkeit der verwendeten Wörter, Mittelwerte und Standardabweichungen (in Klammern).

4.2.2. Pseudoworte und Letterstrings

Aus den verwendeten 138 Substantiven der drei emotionalen Kategorien wurden durch Permutation 138 orthographisch korrekte aber bedeutungslose Pseudosubstantive und 138 nicht-aussprechbare, bedeutungslose Letterstrings generiert. Damit ergibt sich eine Gesamtanzahl von 414 im Experiment verwendeten Stimuli. Um die Aussprechbarkeit der Pseudoworte gemäß der deutschen Phonetik zu gewährleisten, wurden teilweise Buchstaben zwischen einzelnen Worten ausgetauscht. Die Wortlänge der Pseudoworte entsprach somit der Wortlänge der ursprünglichen Substantive. Zur Generierung der Letterstrings war es nicht notwendig, Buchstaben zwischen einzelnen Worten zu tauschen, die Wortlänge der Letterstrings entsprach der Wortlänge der ursprünglichen Substantive. Worte, Pseudoworte und Letterstrings waren damit bezüglich ihrer Buchstaben angeglichen und hatten demzufolge übereinstimmende visuelle Komplexität.

In Tabelle 3 sind beispielhaft 6 Worte, je zwei für jede emotionale Kategorie, mit dem dazugehörigen Pseudowort und Letterstring dargestellt. Als zweites Pseudowort ist jeweils eines gewählt, bei dem Buchstaben weggelassen und bei anderen Worten dazugefügt wurden (z.B. „n“ in Gusskunzel), oder Buchstaben getauscht wurden. Das vollständige Stimulusset befindet sich im Anhang.

	Worte	Pseudoworte	Letterstrings
Positiv	Frühling	Ginflühr	Rfhgnlüi
	Zungenkuss	Gusskunzel (n)	Ueusgskznn
Negativ	Selbstmord	Blemsdrost	Trlsbeodsm
	Lügner	Nagrül	Ngüelr
Neutral	Automat	Totauma	Tmtuaao
	Gedanke	Kagonde	Gkeeadn

Tabelle 3. Beispiele für aus Worten generierten Pseudoworten und Letterstrings. Die grün markierten Buchstaben wurden mit Buchstaben anderer Worte getauscht.

4.3. Apparative Ausstattung des Labors und Reizdarbietung

Die elektrokortikale Aktivität wurde mittels eines 256-Kanal Systems™ der Firma EGI (Electrical Geodesics Inc., Eugene, Oregon) und der zugehörigen Software NetStation erhoben. Die Elektroden befinden sich dabei an einer flexiblen Kappe, welche auf dem Kopf des Probanden platziert wurde.

Die Impedanzen wurden für jede Elektrode unter 30kΩ, maximal jedoch unter 50kΩ, für die Referenzelektrode Cz unter 10kΩ gehalten, wobei dieser Wert den Empfehlungen für das EGI-EEG-System™ entspricht.

Das EEG wurde mit einer Abtastrate von 250Hz³ aufgezeichnet. Während der Aufzeichnung wurden aus dem Signal Frequenzen von unter 15Hz low-pass und Frequenzen von 50Hz Notch gefiltert.

Um die Spannungsunterschiede zu ermitteln, wurde während der Aufzeichnung die Vertexelektrode Cz als Referenz verwendet, die auf dem höchsten Punkt des Schädels positioniert war.

³ Eine Abtastrate von 250 Hz bedeutet, dass für jede Elektrode alle 4ms ein Wert aufgezeichnet wird.

Die Versuchsperson saß während der EEG-Ableitung bequem in einem Sessel in einem elektrisch abgeschirmten und schallgedämpften Experimentalraum. Der akustische Kontakt mit der Versuchsleiterin war über eine Lautsprecheranlage (Aiphone LEF-3) gewährleistet, visueller Kontakt bestand über eine im Versuchsraum installierte Videokamera (S/W Monitor), so dass die Versuchsleiterin den Probanden stets hören und sehen konnte. Über einen Stimulationsrechner vom Typ *Dell Precision 390* (2,13 GHz) kontrollierte die Versuchsleiterin die Präsentation außerhalb der Experimentalkammer und startete die einzelnen Versuchsdurchgänge. Die Stimuli erschienen der Versuchsperson auf einem 18-Zoll-Monitor, der mit dem Stimulationsrechner verbunden war.

Der Präsentationsmonitor war 1,80m vom Kopf des Probanden entfernt, während der gesamten Präsentation war der Messraum gut beleuchtet.

Die Präsentation war mit Hilfe der Software „Presentation“ (Neurobehavioral Systems, Albany, CA) erstellt worden. Alle in der Präsentation verwendeten Stimuli wurden orthographisch korrekt präsentiert (d.h. begannen mit einem Großbuchstaben), hatten eine Schriftgröße von 40 Font und waren in der Schriftart „Times“ gehalten, die Schriftfarbe war schwarz auf weißem Hintergrund.

4.4. Experimentelles Design

Das Experiment bestand aus insgesamt vier Durchgängen, unterschiedlicher Präsentationsart und Präsentationsgeschwindigkeit. Die Stimuli wurden gemäß diesen Bedingungen in 4 Blöcken präsentiert.

In zwei Durchgängen wurden die Stimuli gemäß des „Rapid Serial Visual Presentation“-Paradigmas (RSVP) ohne wahrnehmbares Interstimulusintervall in einem fortlaufenden Wortstrom dargeboten. Die Präsentationsdauer der Stimuli betrug 330ms (3,03Hz) bzw. 600ms (1,67 Hz) pro Wort.

Zwei Durchgänge waren gemäß des „Interstimulus Interval“-Paradigmas (ISI) gestaltet mit wahrnehmbarem, variierendem Interstimulusintervall, ebenfalls mit einer Präsentationsdauer von 330ms bzw. 600ms je Wort.

In Tabelle 4 sind die im Experiment verwendeten vier Bedingungen im Überblick dargestellt.

Paradigma	RSVP	ISI
Präsentationsdauer je Wort	330ms	330ms
	600ms	600ms

Tabelle 4. Überblick über die Experimentalbedingungen.

In der Bedingung ISI-330 bzw. ISI-600 variierte das Interstimulusintervall für dessen Dauer der weiße Bildschirm zu sehen war zufällig von 900ms bis 1200ms, in den Intervallen 900ms, 950ms, 1000ms, 1050ms und 1200ms.

Die vier experimentellen Bedingungen wurden allen Versuchspersonen dargeboten (within-subject-design), jedoch immer in anderer Reihenfolge, um Positionseffekte zu verhindern.

Alle vier Bedingungen beinhalteten jeweils die 414 Stimuli, 138 Worte, 138 Pseudoworte und 138 Letterstrings, d.h. jeder Stimulus wurde insgesamt viermal wiederholt präsentiert.

Für die Reihenfolge der Stimuluskategorien (Worte, Pseudoworte, Letterstrings) und ihres emotionalen Inhalts (positiv, negativ, neutral) waren Randomisierungspläne erstellt worden, so dass jede Bedingung (RSVP-330, RSVP-600, ISI-330, ISI-600) eine andere Präsentationsreihenfolge hatte. Nach 13 gemessenen Versuchspersonen wurde diese Reihenfolge gewechselt. Insgesamt waren also 8 verschiedene Präsentationsreihenfolgen (zwei für jede Bedingung) erstellt worden. Die Stimulusreihenfolge innerhalb einer Präsentation erfolgte so, dass a) die Darbietung der einzelnen Wörter über die VPN randomisiert war und b) zudem die einzelnen Valenzkategorien (angenehm, unangenehm und neutral) sowie die Wortkategorien (Wörter, Pseudowörter und Letterstrings) gleiche Übergangswahrscheinlichkeiten besaßen. Das sequentielle Auftreten von Stimuli der gleichen Kategorie (Wort, Pseudowort, Letterstring) wurde dabei auf maximal drei begrenzt. Insgesamt ergab sich für alle Bedingungen eine Dauer von 30 Min reine Präsentationszeit, welche sich aus den Tabelle 5 zu entnehmenden Zeiten für jede Bedingung zusammensetzt.

Paradigma	RSVP		ISI	
Präsentationsdauer je Wort	330ms	600ms	330ms	600ms
Gesamtzeit für jede Bedingung	3Min	5Min	10Min	12Min

Tabelle 5. Übersicht über die Präsentationsdauer je Wort und die benötigte Präsentationszeit für jede Experimentalbedingung.

Abbildung 8 zeigt ausschnittsweise den schematischen Ablauf der Präsentation im RSVP- (links) und ISI-Design (rechts).

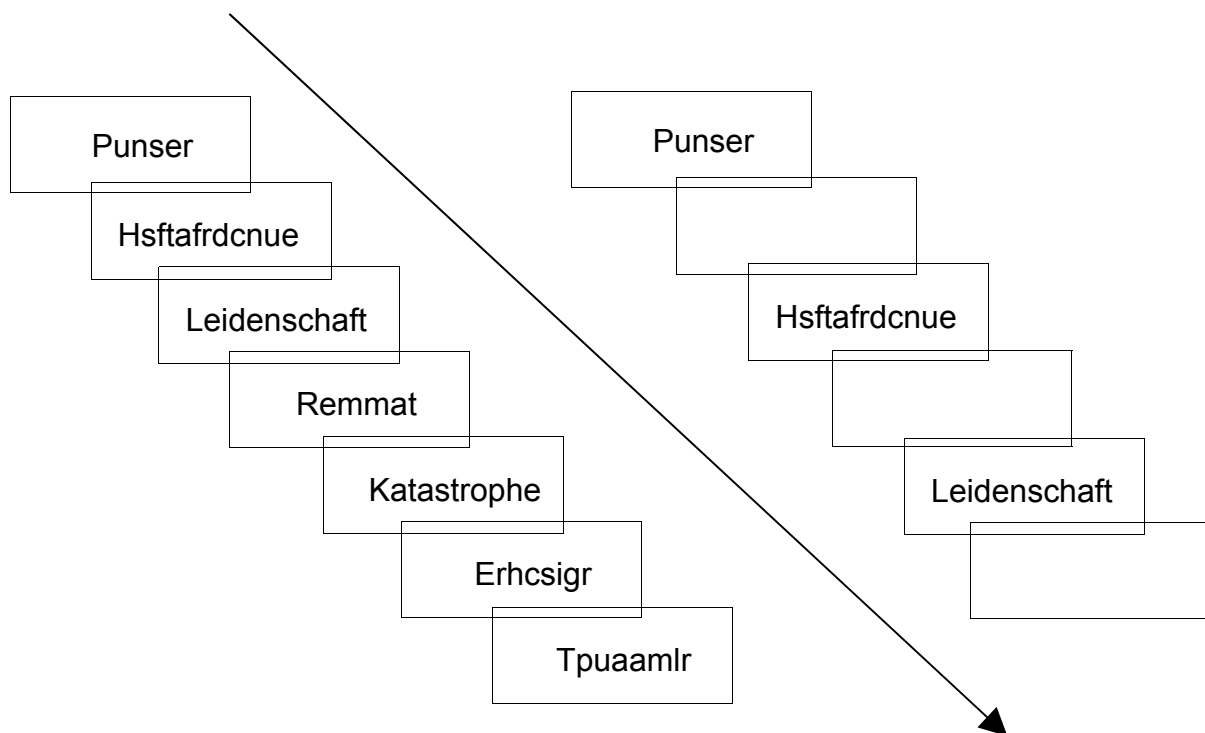


Abbildung 8. Schematische Darstellung einer kurzen beispielhaften Wortabfolge im RSVP- (links) und ISI-Design (rechts) (neutrales Pseudowort, positiver Letterstring, positives Wort, neutrales Pseudowort, negatives Wort, neutraler Letterstring, negativer Letterstring).

4.5. Vorbereitung der Untersuchung

4.5.1 Vorinformation und Fragebögen

Alle Messungen fanden in Einzelsitzung statt, der Ablauf war für alle Versuchspersonen gleich.

Nach der Begrüßung durch die Versuchsleiterin wurde die Versuchsperson mit dem Labor vertraut gemacht und der Ablauf der Untersuchung nochmals detailliert

erläutert: Der Versuchsteilnehmer wurde darüber informiert, dass vor und nach der eigentlichen EEG-Ableitung, welche eine halbe Stunde in Anspruch nähme, Fragebögen auszufüllen seien. Nach der EEG-Ableitung bestünde die Möglichkeit zum Haarewaschen, wobei Shampoo, Handtücher und Fön zur Verfügung gestellt würden. Es folgte das Durchlesen und Unterzeichnen der Einverständniserklärung für EEG-Messungen durch die Versuchsperson, womit sie dem Erheben und Speichern ihrer Daten zustimmt.

Zur genauen Bestimmung der Händigkeit wurde mit der Versuchsperson der Händigkeitsfragebogen nach Oldfield (Edinburgh Handedness Inventory, 1971) bearbeitet. Da bei der Auswahl der Versuchsteilnehmer bereits auf Rechtshändigkeit geachtet wurde, erfüllten alle Probanden dieses Einschlusskriterium.

Daran schloss sich die Durchführung des M.I.N.I.- Screenings (Mini Internationales Neuropsychiatrisches Interview, nach Lecrubier, Sheehan, Ackenheil, 1998) an. Das M.I.N.I ist konzipiert als kurzes strukturiertes Interview zur Erfassung der hauptsächlich psychiatrischen Achse-I-Störungen im DSM-IV und ICD-10. Jeder Teilnehmer wurde darüber informiert, dass das Interview sehr präzise Fragen zu psychischen Problemen beinhaltet, die mit „Ja“ oder „Nein“ zu beantworten sind.

Das Interview umfasst insgesamt 17 Module, von denen jedes einer diagnostischen Kategorie entspricht. Am Anfang jedes Moduls werden die Screeningfragen, die den Hauptkriterien der jeweiligen Störung entsprechen, gestellt. Je nachdem wie häufig ein Teilnehmer eine Screeningfrage mit „Ja“ beantwortet hat, was die Bearbeitung des dazugehörenden Moduls erforderte, nahm das komplette Interview 10-15 Min in Anspruch.

Ziel des Interviews war die Gewährleistung einer psychisch gesunden Stichprobe von Probanden und die Gewinnung klinischer Daten für einen eventuellen späteren Vergleich der Ergebnisse mit einer Stichprobe schizophrener Patienten.

Danach wurde die Versuchsperson gebeten, das Beck-Depressions-Inventar (BDI, Hautzinger, Bailer, Worall & Keller, 1994) sowie die State- und Trait-Version des State-Trait-Angstinventars (STAI, Laux, Glanzmann, Schaffner & Spielberger, 1981) zu bearbeiten.

4.5.2. Plazieren des EEG-Netzes und Impedanzreduzierung

Die entsprechend passende Netzgröße wurde durch Messen des Kopfumfangs individuell für jede Versuchsperson ermittelt. Die Elektrodenkappe wurde mit Hilfe

einer technischen Angestellten auf dem Kopf der Versuchsperson so positioniert, dass sich die Referenzelektrode (Cz) genau am anatomischen Mittelpunkt des Schädels (Vertex) befand. Zuvor war das Netz für 5 Min in einen Behälter mit Natrium-Chlorid-Lösung gelegt worden, damit die sich unter den Elektroden befindenden Schwämmchen die Lösung aufsaugen konnten und somit ihre Leitfähigkeit gewährleistet war.

Versuchsleiterin und technische Angestellte richteten nun alle Elektroden so auf, dass sich der Kontakt zwischen den Schwämmchen und der Kopfhaut des Probanden optimierte. Danach wurde die Versuchsperson in den Experimentalraum geführt, wo die Messung der Impedanzen erfolgte und die Impedanzreduzierung durch punktuellen Benetzen einzelner Schwämmchen mit der Natrium-Chlorid-Lösung vorgenommen wurde. Die Impedanzen der meisten Elektroden konnten auf Werte von unter 30k Ω , die der Referenzelektrode auf einen Wert unter 10k Ω reduziert werden. Problematisch verlief die Impedanzkorrektur mitunter bei einigen Elektroden an den Wangen und im Nacken, da hier eine genaue Passung des EEG-Netzes nicht immer erreicht werden konnte.

4.6. Instruktion und Durchführung der Messung

Vor Beginn der EEG-Aufzeichnung erhielt die Versuchsperson noch einige Informationen über den weiteren Ablauf und wurde mündlich von der Versuchsleiterin über die Aufgabenstellung instruiert. Der Versuchsteilnehmer erhielt Kenntnis davon, dass das Experiment aus vier Durchgängen unterschiedlicher Dauer besteht, die von kurzen Pausen unterbrochen werden. Aufgabe aller Probanden war, die auf dem Computerbildschirm erscheinenden Worte konzentriert und still für sich zu lesen. Sie sollten versuchen, aufmerksam alle Worte zu lesen, auch wenn die Präsentationsgeschwindigkeit der Worte dies teilweise erschweren könnte. Außerdem wurden die Probanden gebeten, sich während der Präsentation möglichst nicht zu bewegen und das Blinzeln auf ein Minimum zu reduzieren.

Das standardisierte Schema der mündlichen Instruktion befindet sich im Anhang.

Vor Beginn jedes Durchgangs erschien auf dem Bildschirm nochmals eine knappe Zusammenfassung der Aufgabenstellung (siehe Anhang). Danach zählte ein Countdown aus roten Zahlen von 3 rückwärts bis 1, unmittelbar darauf begann die Präsentation.

In den Pausen zwischen den Durchgängen wurde die Tür zum Versuchsraum geöffnet und ein Feedback, insbesondere über das Blinzeln, gegeben, außerdem wurde der Versuchsperson etwas zum Trinken angeboten. Während dieser Unterbrechung wurde die EEG-Aufzeichnung gestoppt, um dann zum Start des nächsten Durchgangs wieder aktiviert zu werden.

Auf eine erneute Impedanzmessung während der Pause wurde verzichtet.

4.7. Nachbereitung der Untersuchung und abschließende Fragebögen

Nach erfolgter EEG-Ableitung wurde die Versuchsperson aus der Experimental-kammer geführt und das EEG-Netz vorsichtig vom Kopf abgenommen. Die Versuchsperson nahm dann die Möglichkeit zum Haarewaschen in Anspruch, dazu stand ein kleiner abschließbarer Waschraum zur Verfügung. Sobald sie vom Haarewaschen zurück war, wurde die Versuchsperson zu einem freien Abruf der im Experiment gezeigten Stimuli mittels eines Fragebogens aufgefordert. Diese Aufgabe kam für die Teilnehmer überraschend, da sie vor Beginn des Experimentes nicht darauf hingewiesen worden waren oder gebeten worden waren, sich die Stimuli einzuprägen. Der Fragebogen war in drei Abschnitte untergliedert, die den drei emotionalen Kategorien (positiv, negativ, neutral) entsprachen. Diese waren auf dem Fragebogen für jede Versuchsperson in randomisierter Reihenfolge angeordnet. Die Instruktion erfolgte mündlich und enthielt die Aufforderung, sich an möglichst viele der im Experiment gezeigten Worte zu erinnern und diese den emotionalen Kategorien zuzuordnen (siehe Anhang). Die Bearbeitungszeit des Fragebogens betrug in etwa 10 Min bzw. war dann beendet, wenn der Versuchsperson nichts mehr einfiel.

Für den letzten Fragebogen dieses Experiments bekam die Versuchsperson zunächst eine schriftliche Instruktion, welche im Anhang beiliegt. Der eigentliche Fragebogen beinhaltete in randomisierter Reihenfolge je 15 Worte aus jeder Kategorie, wobei die normativen Arousalwerte als Auswahlkriterium herangezogen worden waren: Aus den beiden emotionalen Kategorien (positive und negative Worte) waren jeweils die 15 Worte mit dem höchsten Arousal gewählt worden, aus der neutralen Kategorie die 15 Worte mit den niedrigsten Arousalwerten. Die Aufgabe der Probanden bestand nun darin, Arousal- und Valenzschätzungen

dieser Worte anhand der 9-stufigen Skalen des Self-Assessment-Manikin (Bradley & Lang, 1994) vorzunehmen. Dies diente dem Zweck subjektive Werte für Arousal und Valenz der verwendeten Worte zu erhalten, um diese mit den zugrundeliegenden normativen Einschätzungen (vgl. Abschnitt 4.2.) vergleichen zu können. Die 40 für das abschließende Rating ausgewählten Nomen sind im Anhang „verwendetes Stimulusmaterial“ rot markiert.

Anschließend wurde die Versuchsperson – sofern gewünscht – über den Zweck der Untersuchung aufgeklärt und sie konnte einen Blick auf „ihr“ EEG-Muster werfen. Es folgte die Bezahlung bzw. Aushändigung der Teilnahmebescheinigung über die abgeleiteten Versuchspersonenstunden und die Verabschiedung.

4.8 Datenanalyse

4.8.1. Datenaufbereitung und Erhebung der ereigniskorrelierten

Potentiale

Zur weiteren Aufbereitung der Rohdaten fand die Software BESA (MEGIS Software GmbH) (Brain Electrical Source Analysis; Ille, Berg & Scherg, 2002) Verwendung. Frequenzbereiche unter 0.3 Hz (low cutoff) und über 35 Hz (high cutoff) wurden herausgefiltert, um Artefakte zu vermeiden. Fehlerhafte Kanäle wurden manuell durch interpolierte Schätzungen ersetzt. Diese Interpolierungen entstehen durch Mittelung der Aktivität der Sensoren, die einen fehlerhaften Kanal umgeben. Unter Verwendung des Augenkorrektur-Algorithmus von Ille et al. (2002) wurden die gefilterten Daten hinsichtlich eventueller Augenbewegungen (Blinzeln) korrigiert. Gelingt dies über den automatischen Korrekturalgorithmus nur schlecht, wurde die Augenartefaktkorrektur manuell mittels der Erstellung eines typischen Musters des Blinzeln durchgeführt. Diese Vorgehensweise wurde bei den Daten zweier Probanden gewählt.

Weitere Artefaktkorrekturkriterien umfassten den Ausschluss von EEG-Signalen mit einer Amplitude größer als 120 μV , einem Gradienten größer als 75 μV und einer Mindestsignalhöhe (low sig) von 0.1 μV .

Im Schnitt wurden so 20% der Trials (von 4x414) pro Versuchsperson aufgrund physiologischer Artefakte (z.B. Augenbewegungen, Bewegungs- und Muskelartefakte) aus der Analyse ausgeschlossen.

Nachdem während der Datenaufzeichnung die Vertxelektrode als Referenz gedient hat, wurde nun offline auf eine mittlere Referenz (average reference) umgerechnet. Dabei werden die Werte jeder Elektrode gegen den Mittelwert aller Elektroden dargestellt.

Die ereigniskorrelierten Potentiale wurden zunächst bei jeder einzelnen Versuchsperson auf jeden verwendeten Stimulustyp gesondert gemittelt. Anschließend wurden die Daten aller 17 Versuchspersonen für jede Präsentationsbedingung (RSVP-330, RSVP-600, ISI-330, ISI-600) gemittelt. Es blieben gemäß der Präsentationsmodi also vier gemittelte Datensätze, die jeweils alle neun Stimuluskategorien enthielten.

Als Baseline diente jeweils die durchschnittliche Aktivität in der Zeit vor Stimulusbeginn bis zum Erscheinen des Stimulus. Diese wurde vom ereigniskorrelierten Potential subtrahiert. In den Bedingungen RSVP-330 und RSVP-600 wurde als Baseline die unmittelbar vorausgehende Stimulusepoche bis zum Wortonset verwendet, das Baselineintervall betrug also je nach Bedingung 330ms bzw. 600ms. In den Bedingungen ISI-330 und ISI-600 war die Baseline durch die gemittelte Amplitude 100ms vor Erscheinen des jeweiligen Stimulus bestimmt.

4.8.2. Exploration der Daten, Auswahl der Zeit- und Sensorbereiche

Zunächst wurden die Daten unter Verwendung der Software BESA (MEGIS Software GmbH) (Brain Electrical Source Analysis; Ille et al., 2002) hinsichtlich der räumlichen und zeitlichen Verteilung der ERPs inspiziert und dann mit der matlab-basierten EEG-ERP Software EMEGS (Junghöfer & Peyk, 2004) visualisiert und weiterverarbeitet. Hypothesengeleitet war der Zeitbereich der EPN von 200 bis 300ms in temporo-okzipitalen Arealen von besonderem Interesse. Für die Detektierung sowohl der selektiven Verarbeitung emotionaler Wörter als auch der Differenzierung zwischen den Wortkategorien ist dieser Bereich von zentraler Bedeutung (z.B. Cohen et al., 2000; Dehaene, 1995; Herbert et al., 2008; Kissler et al., 2007; Schendan et al., 1998; Ziegler et al., 1997).

Die Zeitbereiche und Sensorgruppen wurden je nach Darstellungsparadigma (RSVP, ISI) so gewählt, dass sich die Effekte maximal darstellten.

Tabelle 6 gibt einen Überblick über die gewählten Zeitsegmente der Präsentationsbedingungen RSVP (330ms und 600ms) und ISI (330ms und 600ms).

Paradigma	RSVP-330 / RSVP-600	ISI-330 / ISI-600
P1	76-128ms	60-104ms
N1	128-200ms	104-180ms
EPN	200-300ms	180-280ms

Tabelle 6. Übersicht über die ausgewählten Zeitsegmente.

Folgende Sensorgruppen wurden für die Bedingung RSVP festgelegt:

Im Zeitsegment der P1 wurden für die Bedingungen RSVP-330 und RSVP-600 jeweils dieselben bilateralen Sensorbereiche mit einer parieto-okzipitalen Verteilung gewählt:

- linkshemisphärisch: 115, 116, 122, 123, 124, 125, 135, 136, 137, 147.
- rechtshemisphärisch: 159, 158, 167, 160, 169, 176, 157, 148, 149, 150.

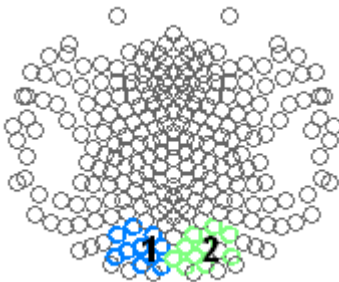


Abbildung 9. Ausgewählte Elektroden der Bedingungen RSVP-330 und RSVP-600 für den Zeitbereich der P1 (76-128ms).

Für die N1-Komponente waren die bilateralen Sensorbereiche in parietalen Arealen für die Bedingungen RSVP-330 und RSVP-600 ebenfalls identisch:

- linkshemisphärisch: 96, 97, 106, 107, 108, 109, 114, 115, 116, 117, 118, 123, 124, 125.
- rechtshemisphärisch: 140, 141, 150, 151, 152, 153, 159, 160, 161, 162, 168, 169, 170, 177.

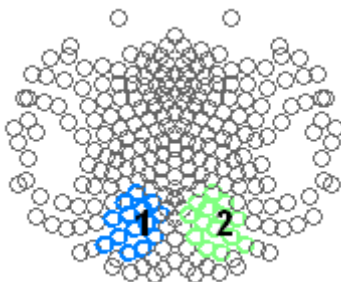


Abbildung 10. Ausgewählte Elektroden der Bedingungen RSVP-330 und RSVP-600 für den Zeitbereich der N1 (128-200ms).

Die EPN zeigte sich maximal ausgeprägt im temporo-okzipitalen Bereich in bilateralen symmetrischen Elektrodengruppen. Die festgelegten Sensorencluster unterschieden sich lediglich durch 6 Kanäle, die in der Bedingung RSVP-600 zusätzlich gewählt worden waren (grün dargestellt):

- linkshemisphärisch: 93, 94, 104, 105, 106, 112, 113, 114, 115, 121, 122, 123, 124, 125, 134, 137.
- rechtshemisphärisch: 149, 150, 159, 168, 169, 170, 175, 176, 177, 178, 179, 188, 189, 190, 191, 200.

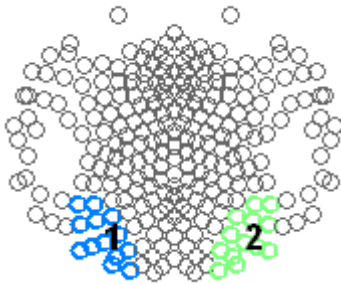


Abbildung 11. Ausgewählte Elektroden der Bedingung RSVP-330 für den Zeitbereich der EPN (200-300ms).

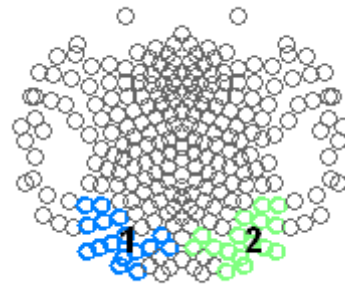


Abbildung 12. Ausgewählte Elektroden der Bedingung RSVP-600 für den Zeitbereich der EPN (200-300ms).

Folgende Sensorgruppen wurden für die Bedingung ISI festgelegt:

Für die P1-Komponente wurden in den Bedingungen ISI-330 und ISI-600 jeweils bilaterale Elektrodengruppen im temporo-okzipitalen Bereich ausgewählt.

- linkshemisphärisch: 94, 95, 96, 104, 105, 106, 107, 113, 114, 115, 122.
- rechtshemisphärisch: 161, 162, 169, 170, 171, 176, 177, 178, 179, 189, 190.

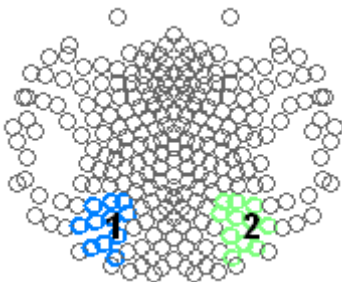


Abbildung 13. Ausgewählte Elektroden der Bedingungen ISI-330 und ISI-600 für den Zeitbereich der P1 (60-104ms).

Im Zeitbereich der N1 wurden für die Bedingungen ISI-330 und ISI-600 ebenfalls einheitliche Sensorbereiche festgelegt, welche sich bilateral über posteriore Areale erstreckten.

- linkshemisphärisch: 82, 83, 84, 93, 94, 95, 96, 104, 105, 106, 107, 113, 114, 115, 121, 122, 123.
- rechtshemisphärisch: 161, 162, 168, 169, 170, 171, 172, 176, 177, 178, 179, 180, 188, 189, 190, 191, 192.

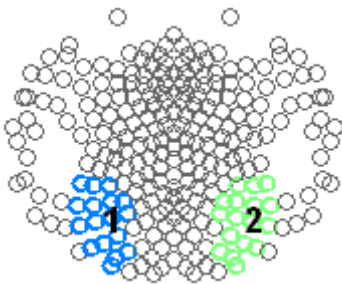


Abbildung 14. Ausgewählte Elektroden der Bedingungen ISI-330 und ISI-600 für den Zeitbereich der N1 (104-180ms).

Für die EPN wurde in den Bedingungen ISI-330 und ISI-600 jeweils eine kleine bilaterale Elektrodengruppierung im okzipitalen Bereich verwendet.

- linkshemisphärisch: 107, 108, 115, 116, 117, 123.
- rechtshemisphärisch: 151, 152, 160, 161, 168, 169.

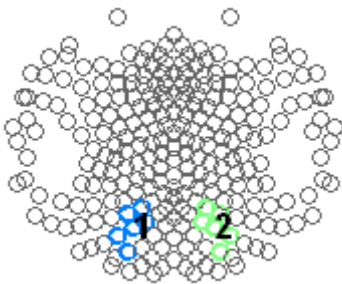


Abbildung 15. Ausgewählte Elektroden der Bedingungen ISI-330 und ISI-600 für den Zeitbereich der EPN (180-280ms).

Zur besseren Veranschaulichung der gewählten Sensorgruppen sind in folgender Abbildung (16) die Positionen der einzelnen Elektroden und ihre numerische Benennung in einer flächigen Darstellung angegeben.

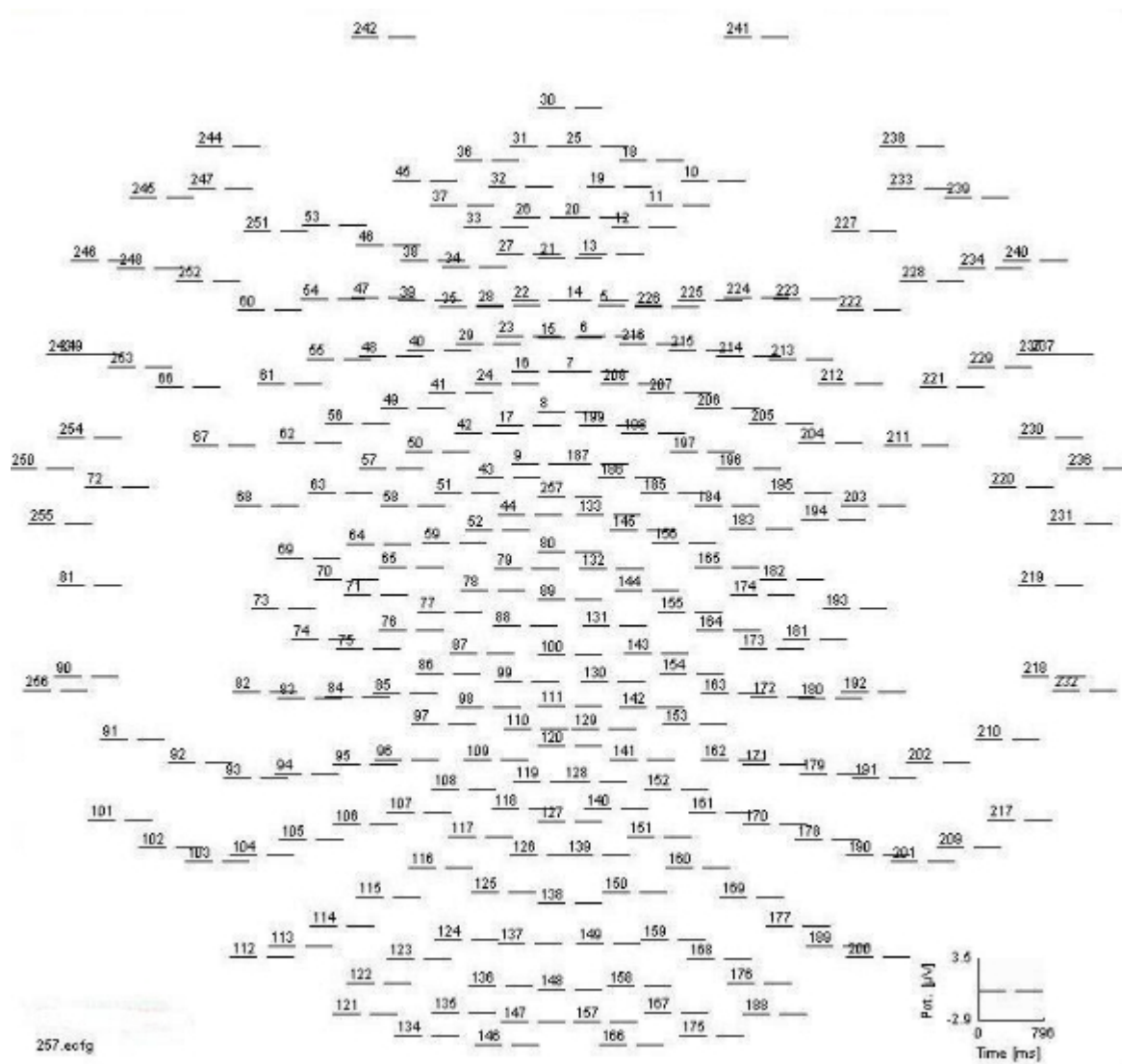


Abbildung 16. Darstellung der einzelnen Elektrodenpositionen.

4.9. Statistische Analyse

4.9.1. Statistische Analyse Verhaltensdaten

Die statistische Analyse der Verhaltensdaten wurde mit Hilfe der Software Statistica (StatSoft, Inc., Tulsa, USA) durchgeführt. Berechnet wurden varianzanalytische Modelle (ANOVA) für messwiederholte Daten, die je nach Fragestellung die

Faktoren Valenz, Arousal und Gruppe (N17 – Experimentalgruppe vs. N45 - normative Ratings⁴) enthielten.

Signifikante Haupteffekte wurden Post-hoc mit Fishers's LSD analysiert, um zu überprüfen, welche Faktorstufen sich signifikant voneinander unterscheiden. Für alle berechneten Tests wurde ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0.05$ festgelegt. Ein signifikanter Trend wird definiert als $\alpha < 0.08$.

4.9.2. Statistische Analyse der EEG-Daten

Die statistische Analyse der ERP-Mittelwerte wurde mit dem matlab-basierten Programm EMEGS (Junghöfer & Peyk, 2004) und dem Statistikprogramm Statistica (StatSoft, Inc., Tulsa, USA) durchgeführt. Die bereits erwähnten interessierenden Zeitfenster für die P1, N1 und die EPN wurden für jede Präsentationsbedingung einzeln (RSVP-330, RSVP-600, ISI-330, ISI-600) auf statistisch signifikante Potentialunterschiede hin untersucht.

Die Faktoren der messwiederholten ANOVA waren Wortkategorie (Wort vs. Pseudowort vs. Letterstring), Wortvalenz (negativ vs. neutral vs. positiv) und Lateralität (links vs. rechts).

Die statistische Analyse der EEG-Daten mit dem Ziel Effekte der Wortverarbeitung auf die visuell evozierten Potentiale zu testen, erfolgte separat für jedes Zeitsegment und die entsprechende Elektrodengruppe. A priori geplante Vergleiche wurden zur näheren Untersuchung der Signifikanzen eingesetzt. Das kritische Signifikanzniveau wurde für die ANOVAs und die Post-hoc-Vergleiche auf $\alpha = 0,05$ festgelegt, ein signifikanter Trend korrespondiert mit $\alpha \leq 0,09$.

Da es sich um ein Versuchsdesign mit kompletter Messwiederholung handelt, wurden die Daten auf Sphärizität überprüft (Mauchly's W; Überblick: Keselman, 1998) und falls erforderlich nach der Greenhouse-Geisser-Methode (Greenhouse & Geisser, 1959) ϵ -korrigiert, um Verzerrungen der Signifikanztests zu vermeiden.

⁴ Die normativen Bewertungen eines Katalogs deutscher Substantive hinsichtlich Valenz und Arousal, erhalten von 45 Studenten der Universität Konstanz, dienten im beschriebenen Experiment als Grundlage für die Stimulusauswahl.

5. Ergebnisse

5.1. Ergebnisse der Verhaltensdaten

5.1.1. Valenz- und Arousalbewertungen

a) Valenz- und Arousalbewertungen der erhobenen Stichprobe

Von den insgesamt 138 verwendeten Substantiven wurden nach dem Experiment mittels Self-Assessment-Manikin (SAM; Bradley & Lang, 1994) je 15 Worte aus jeder emotionalen Kategorie (angenehm/positiv, unangenehm/negativ, neutral) nach Valenz und Arousal bewertet.

Berechnet wurde eine ANOVA mit den Faktoren Arousal und Valenz, und jeweils den kategorialen Faktoren „positiv“, „negativ“ und „neutral“.

Die ANOVA ergab einen hochsignifikanten⁵ Haupteffekt für den Faktor „emotionale Kategorie“ ($F(2,42)=177,68$; $p < 0,0001$) und einen ebenfalls hochsignifikanten Interaktionseffekt Arousal/Valenz x emotionale Kategorie ($F(2,42)=189,85$; $p < 0,0001$).

Zur näheren Untersuchung der Signifikanzen wurden Post-hoc-Tests mit Fishers´s LSD durchgeführt. Dies ergab folgende Ergebnisse:

Die Substantive der beiden emotionalen Kategorien „negativ“ und „positiv“ unterschieden sich hinsichtlich ihres Arousals hochsignifikant von der Kategorie „neutral“ (alle p-Werte $< 0,0001$), der Unterschied zwischen den beiden emotionalen Kategorien war nicht signifikant ($p > 0,5$). Die positiven und negativen Worte, welche vergleichbare Arousalratings erhielten, wurden hochsignifikant erregender als die neutralen Worte beurteilt.

Bezüglich der Valenz bestand zwischen allen Kategorien ein hochsignifikanter Unterschied (alle p-Werte $< 0,0001$): Positive Worte wurden angenehmer beurteilt als negative und neutrale Worte, und die neutralen wiederum angenehmer als die negativen Worte.

Damit entsprechen die Valenz- und Arousalbewertungen der erhobenen Stichprobe den zugrundeliegenden normativen Ratings, wie unter Punkt 4.2. näher erläutert.

⁵ Die Bezeichnungen „sehr signifikant“ für $p < 0,01$ und „hochsignifikant“ für $p < 0,001$ werden in Anlehnung an Nagl (2005) verwendet.

Die Mittelwerte und Standardabweichungen des Valenz- und Arousalratings der insgesamt 40 ausgewählten Substantive sind Tabelle 7 zu entnehmen, einen graphischen Überblick über die Ergebnisse bietet Abbildung 17.

N = 17	SUBSTANTIVE		
	Positiv	Neutral	Negativ
Valenz	7,70 (0,65)	5,10 (0,22)	2,17 (0,57)
Arousal	6,27 (1,26)	2,10 (0,49)	6,11 (0,79)

Tabelle 7. Durchschnittliche Bewertung der Reizwörter hinsichtlich Valenz und Arousal, Mittelwerte und Standardabweichungen (in Klammern).

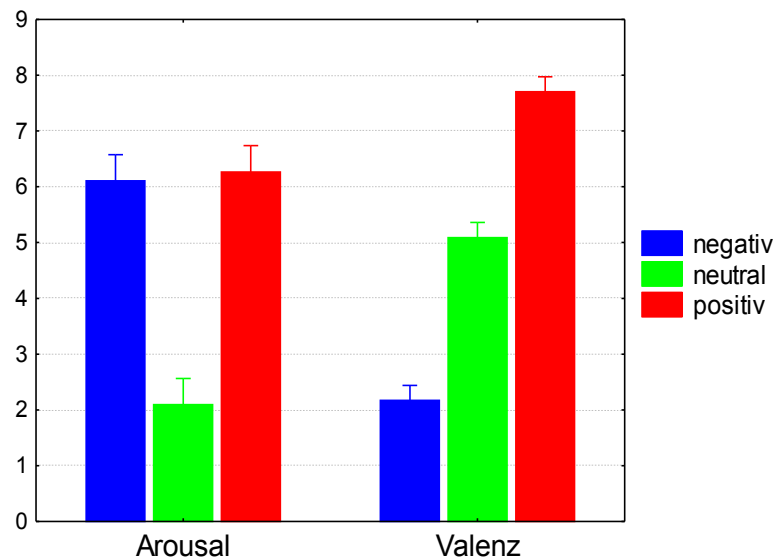


Abbildung 17. Graphische Darstellung der Mittelwerte (mit Standardabweichung) von Valenz und Arousal für negative, neutrale und positive Substantive.

b) Vergleiche der Ratings von erhobener Stichprobe und normativer Gruppe

Grundlage der Stimulusauswahl in dieser Untersuchung waren die SAM-Ratings (Bradley & Lang, 1994) von 45 Studenten der Universität Konstanz, die einen Katalog von 310 deutschen Substantiven bezüglich ihres Arousal und ihrer Valenz bewertet hatten. Die Auswahl der 46 pro Kategorie verwendeten Substantive (hocherregend angenehm, hocherregend unangenehm, wenig erregend neutral) erfolgte anhand von statistischen Analysen dieser Bewertungen.

ANOVAs mit den Faktoren Arousal bzw. Valenz und Gruppe (N17-N45) wurden eingesetzt, um die SAM-Ratings der Versuchspersonen mit den normativen Ratings bzgl. der jeweils als am höchsten bzw. am niedrigsten erregend eingestuften Worte zu vergleichen. Der Vergleich dieser Ratings, jeweils für 15 ausgewählte Worte pro Kategorie, ergab folgende Ergebnisse:

Arousal:

Es wurde ein hochsignifikanter Haupteffekt für den Faktor „emotionale Kategorie“ ($F(2,42)=327,07$; $p < 0,0001$) gefunden sowie ein hochsignifikanter Interaktionseffekt emotionale Kategorie x Gruppe ($F(2,42)=11,23$; $p < 0,0001$).

Post-hoc-Tests mit Fisher's LSD ergaben, dass sich die Arousalbewertungen der beiden Gruppen bei den neutralen und den positiven Worten (beide p -Werte $< 0,004$) sowie bei den negativen Worten ($p < 0,03$) signifikant voneinander unterschieden. Die neutralen Worte wurden von den Untersuchungsteilnehmern als signifikant erregender, die positiven und negativen Worte als signifikant weniger erregend bewertet.

Diese Ergebnisse werden in Abbildung 18 zusammengefasst.

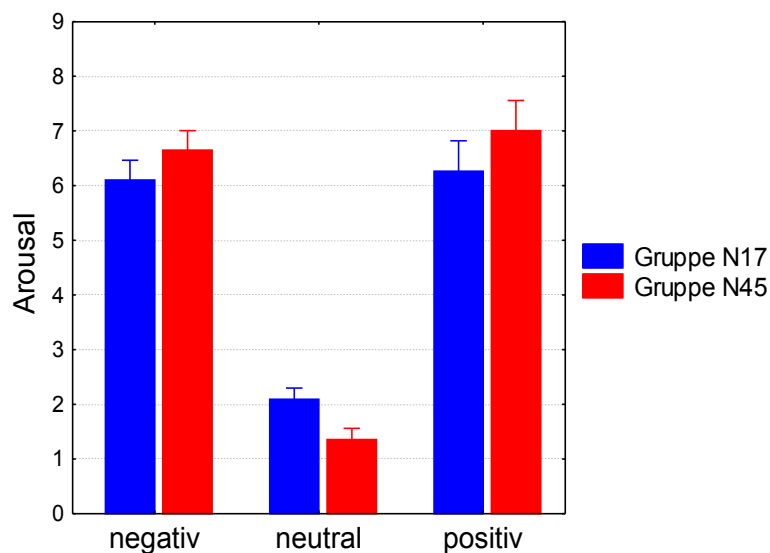


Abbildung 18. Graphische Darstellung der Mittelwerte (mit Standardabweichung) der Arousalbewertungen von negativen, neutralen und positiven Substantiven durch die normative Gruppe (N45) und die Experimentalgruppe (N17).

Valenz:

Der Haupteffekt für den Faktor „emotionale Kategorie“ wurde hochsignifikant ($F(2,42)=392,55$; $p < 0,0001$), der Interaktionseffekt emotionale Kategorie x Gruppe erreichte ebenfalls Signifikanz ($F(2,42)=3,40$; $p < 0,043$).

Durch ein Nachtesten mit Fishers´ s LSD wurde eine signifikante Differenz der Valenzbewertungen bei den negativen Worten ($p < 0,022$) festgestellt, nicht jedoch bei positiven ($p > 0,51$) und neutralen Worten ($p > 0,35$). Positive und neutrale Worte wurden damit von den beiden Gruppen übereinstimmend positiv bzw. neutral bewertet, die negativen Worte hingegen bewertete die Experimentalgruppe signifikant weniger unangenehm als die normative Gruppe

Graphisch werden diese Ergebnisse in Abbildung 19 dargestellt.

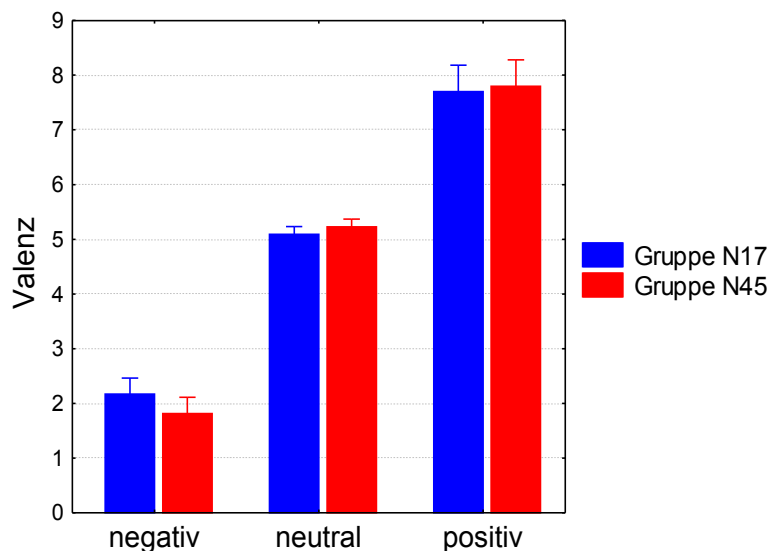


Abbildung 19. Graphische Darstellung der Mittelwerte (mit Standardabweichung) der Valenzbewertungen von negativen, neutralen und positiven Substantiven durch die normative Gruppe (N45) und die Experimentalgruppe (N17).

Tabelle 8 gibt einen Überblick über die Mittelwerte und Standardabweichungen der Valenz- und Arouschätzungen der beiden Gruppen (N17 und N45) für die 40 ausgewählten Substantive.

SUBSTANTIVE						
Kategorie	Positiv		Neutral		Negativ	
	<i>N</i> = 45	<i>N</i> = 17	<i>N</i> = 45	<i>N</i> = 17	<i>N</i> = 45	<i>N</i> = 17
Arousal	7,01 (0,78)	6,27 (1,26)	1,36 (0,24)	2,10 (0,49)	6,65 (0,53)	6,11 (0,79)
Valenz	7,80 (1,10)	7,70 (0,65)	5,23 (0,31)	5,10 (0,22)	1,82 (0,54)	2,17 (0,57)

Tabelle 8. Durchschnittliche Bewertung der 40 ausgewählten Worte der normativen (*N*45) und der untersuchten Gruppe (*N*17) hinsichtlich Arousal und Valenz (Standardabweichungen in Klammern).

5.1.2. Recall

Die Versuchspersonen erinnerten sich im verzögerten Recall im Durchschnitt an 12,88 (SD=6,82) Worte, darin sind sowohl die richtig reproduzierten und korrekt kategorisierten Worte enthalten, als auch solche, die zwar richtig erinnert aber falsch kategorisiert wurden. 11,35 (SD=6,28) Worte konnten die Teilnehmer sowohl richtig wiedergeben, als auch der „korrekten“ emotionalen Kategorie zuordnen (Hits), 1,53 (SD=1,74) Worte konnten zwar richtig erinnert werden, wurden jedoch einer „falschen“ emotionalen Kategorie zugewiesen (falsche Kategorie). Die Probanden glaubten sich im Mittel an 2,06 (SD=1,95) Worte zu erinnern, die jedoch nicht in der Präsentation vorgekommen waren (Intrusionen). Insgesamt wurden 15,12 (SD=6,95) Worte (von 138; 46 pro emotionale Kategorie) reproduziert.

Einen Überblick über diese Ergebnisse bietet Tabelle 9.

Durchschnittlich reproduzierte Wortanzahl	
Gesamtproduktion	15,12 (6,95)
Hits und Falsche Kategorie	12,88 (6,82)
Hits	11,35 (6,28)
Falsche Kategorie	1,53 (1,74)
Intrusionen	2,06 (1,95)

Tabelle 9. Durchschnittliche Anzahl (mit Standardabweichung in Klammern) der reproduzierten Worte im Recall.

a) Hits

Auffällig waren die Unterschiede in der Anzahl richtig erinnerter und korrekt kategorisierter Worte (Hits) der emotionalen Kategorien:

Die Versuchspersonen konnten sich an durchschnittlich 6,65 (SD=3,84) positive Worte, 3 (SD=1,66) negative und 1,71 (SD=1,45) neutrale Worte erinnern. Die Berechnung einer ANOVA mit dem Faktor Valenz und seinen drei Faktorstufen „positiv“, „negativ“ und „neutral“ ergab einen hochsignifikanten Valenzeffekt ($F(2,32)=34,75$; $p < 0,0001$). Dieser Effekt, Post-hoc mit Fisher's LSD überprüft, ergab, dass hochsignifikant mehr positive als negative und neutrale Worte reproduziert wurden (beide p-Werte $< 0,0001$) und dass signifikant mehr negative als neutrale Worte reproduziert wurden ($p < 0,044$). Abbildung 20 stellt diese Ergebnisse graphisch dar.

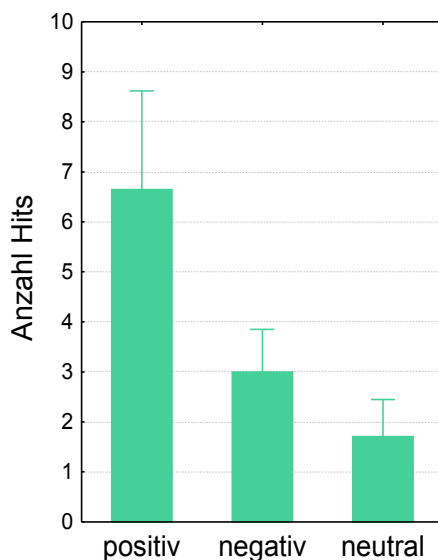


Abbildung 20. Graphische Darstellung der Mittelwerte (mit Standardabweichung) der richtig erinnerten und kategorisierten Worte (Hits) für die Kategorien „positiv“, „negativ“ und „neutral“.

b) Intrusionen

Bei den positiven Worten entwickelten die Teilnehmer weniger Intrusionen ($M=0,35$, $SD=0,49$), als bei den negativen ($M=0,82$, $SD=1,19$) und neutralen Worten ($M=0,88$, $SD=0,99$). Drei Versuchspersonen entwickelten keine Intrusionen, vier Probanden jeweils nur eine Intrusion. Post-hoc-Vergleiche der Varianzanalyse zeigten für den Vergleich der positiven Kategorie mit der neutralen und negativen Kategorie einen signifikanten Trend ($p = 0,073$). Das bedeutet, dass bei positiven Substantiven im Gegensatz zu neutralen und negativen deutlich weniger Intrusionen entwickelt wurden. Dieses Ergebnis ist konsistent mit der besseren

Erinnerungsrate (Hits) für die positiven Worte. Emotionale Worte, insbesondere positive, wurden diesen Ergebnissen zufolge nicht nur besser erinnert (mehr Hits), sondern auch genauer, d.h. mit weniger Intrusionen.

In Abbildung 21 wird dieses Ergebnis graphisch veranschaulicht.

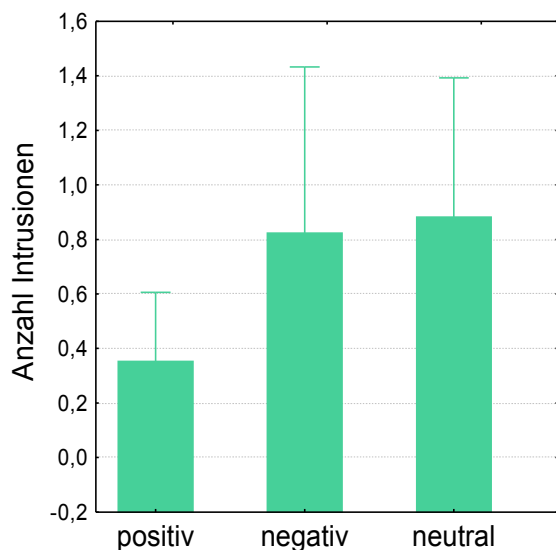


Abbildung 21. Graphische Darstellung der Mittelwerte (mit Standardabweichung) der Intrusionen für die Kategorien „positiv“, „negativ“ und „neutral“.

c) Falsche Kategorie

Im Durchschnitt wurden je 0,65 (SD=1) positive und negative (SD=1,22) Wörter sowie 0,24 (SD=0,56) neutrale Wörter „falsch“ kategorisiert. Damit ist gemeint, dass etwa ein nach normativem Rating positives Wort von der Versuchsperson beim Recall in die Kategorie „neutral“ einsortiert wurde. Bei sieben Teilnehmern war dies überhaupt nicht der Fall, sie ordneten alle erinnerten Worte der „korrekten“ Kategorie zu. Bezüglich der Anzahl „falsch“ kategorisierter Worte wurde kein signifikanter Unterschied über die Kategorien hinweg gefunden ($F(2,34)=1,07$; $p > 0,35$).

Tabelle 10 fasst die Ergebnisse des Recalls für Hits, Intrusionen und falsch kategorisierte Worte nochmals zusammen.

Emotionale Kategorie	Positiv	Negativ	Neutral
Hits	6,65 (3,84)	3,00 (1,66)	1,71 (1,45)
Intrusionen	0,35 (0,49)	0,82 (1,19)	0,88 (0,99)
falsche Kategorie	0,65 (1,00)	0,65 (1,22)	0,24 (0,56)

Tabelle 10. Durchschnittliche Anzahl der Hits, Intrusionen und falsch kategorisierten Worte für die Kategorien „positiv“, „negativ“ und „neutral“.

5.2. Ergebnisse der EEG-Daten

5.2.1. Ergebnisse in der Bedingung RSVP-330

Statistisch analysiert wurden in dieser Bedingung die drei Zeitbereiche der P1 (76-128ms), N1 (128-200ms) und der EPN (200-300ms), mit jeweils unterschiedlichen Elektrodenclustern (siehe Punkt 4.8.2.).

Für jedes Zeitfenster wurde eine dreifaktorielle ANOVA für messwiederholte Daten mit den Faktoren Wortkategorie (Worte, Pseudoworte, Letterstrings), Wortvalenz (positiv, negativ, neutral) und Kanalgruppe (links, rechts) berechnet.

In den Zeitbereichen der P1 und N1 zeigten sich keinerlei signifikante Effekte (alle p -Werte $> 0,1$).

Im Zeitfenster der EPN ergab die Varianzanalyse zwei entscheidende signifikante Interaktionseffekte: KATEGORIE \times KANALGRUPPE ($F(2,32)=9,31$; $p_{G-G} < 0,001$; $\epsilon = 0,92$) und KATEGORIE \times VALENZ ($F(4,64)=3,05$; $p_{G-G} < 0,04$; $\epsilon = 0,75$).

a) Kategoriale Modulation im Zeitbereich der EPN

Der hochsignifikante Interaktionseffekt zwischen Kategorie und Kanalgruppe ($F(2,32)=9,31$; $p_{G-G} < 0,001$; $\epsilon = 0,92$) zeigt den statistisch bedeutsamen Unterschied der Aktivierung der Hemisphären je nach Wortkategorie.

Post-hoc-Vergleiche der Mittelwerte präzisieren diese Unterschiede in der kortikalen Verarbeitung der Wortgruppen erwartungsgemäß. Es zeigte sich, dass linkshemisphärisch die Worte signifikant negativere Amplituden-Werte erreichten als die Pseudoworte ($p < 0,04$) und die Letterstrings ($p < 0,03$). Die Differenz zwischen Pseudoworten und Letterstrings wurde nicht signifikant ($p > 0,17$). Diese Ergebnisse weisen auf eine linkslateralisierte Verarbeitung von lesbarem und sinnvollem Wortmaterial hin.

Rechtshemisphärisch ergab sich eine signifikant erhöhte Negativierung für die Letterstrings im Vergleich zu den Worten ($p < 0,04$) und Pseudoworten ($p < 0,0023$), was auf eine rechtshemisphärisch verstärkte Verarbeitung von unlesbarem und semantisch sinnlosem Wortmaterial hindeutet. Zwischen Pseudoworten und Worten ergab sich keine signifikante Differenz ($p > 0,42$).

Abbildung 22 beinhaltet den Potentialverlauf für Worte, Pseudoworte und Letterstrings links- und rechtshemisphärisch an zwei ausgewählten Sensoren im temporo-okzipitalen Bereich. Die Abbildungen 23 und 24 zeigen die gemittelten

ERP-Werte auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die linke und rechte Hemisphäre sowie topographische Darstellungen der signifikanten Differenzen.

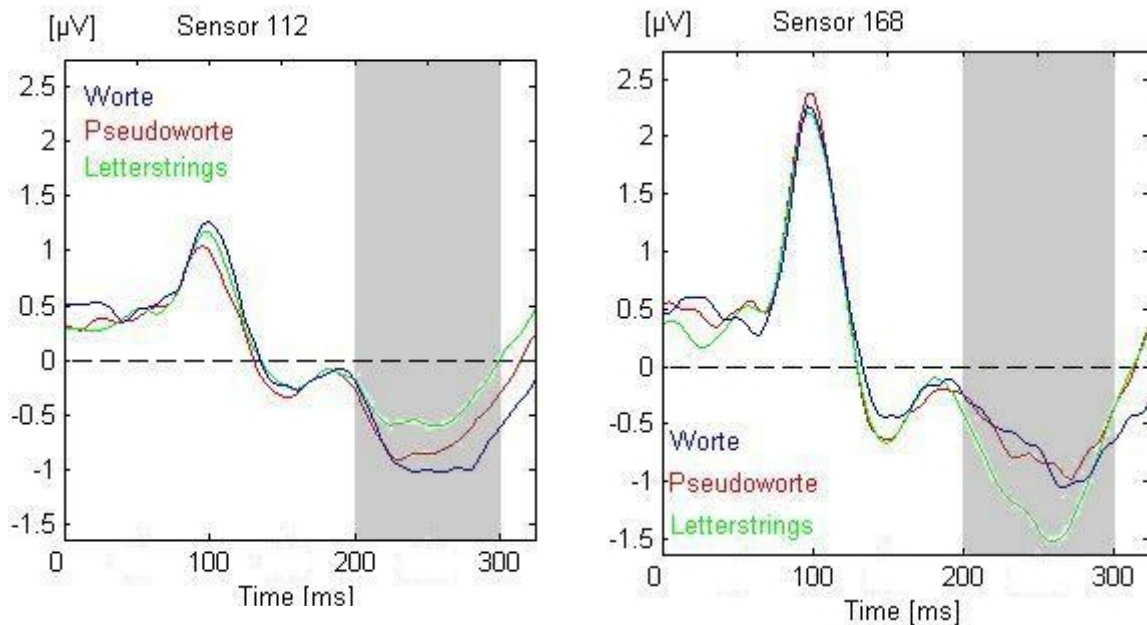


Abbildung 22. Gemittelte ERPs der Kanäle 112 (links) und 168 (rechts) für Worte, Pseudoworte und Letterstrings mit einer deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der EPN von 200-300ms (grau unterlegt), in der Bedingung RSVP-330.

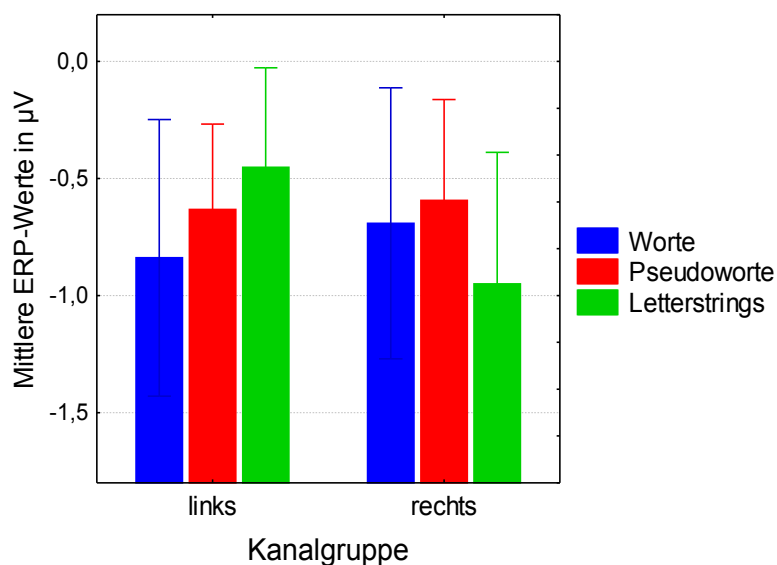


Abbildung 23. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die Kanalgruppen der linken und rechten Hemisphäre im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, in der Bedingung RSVP-330.

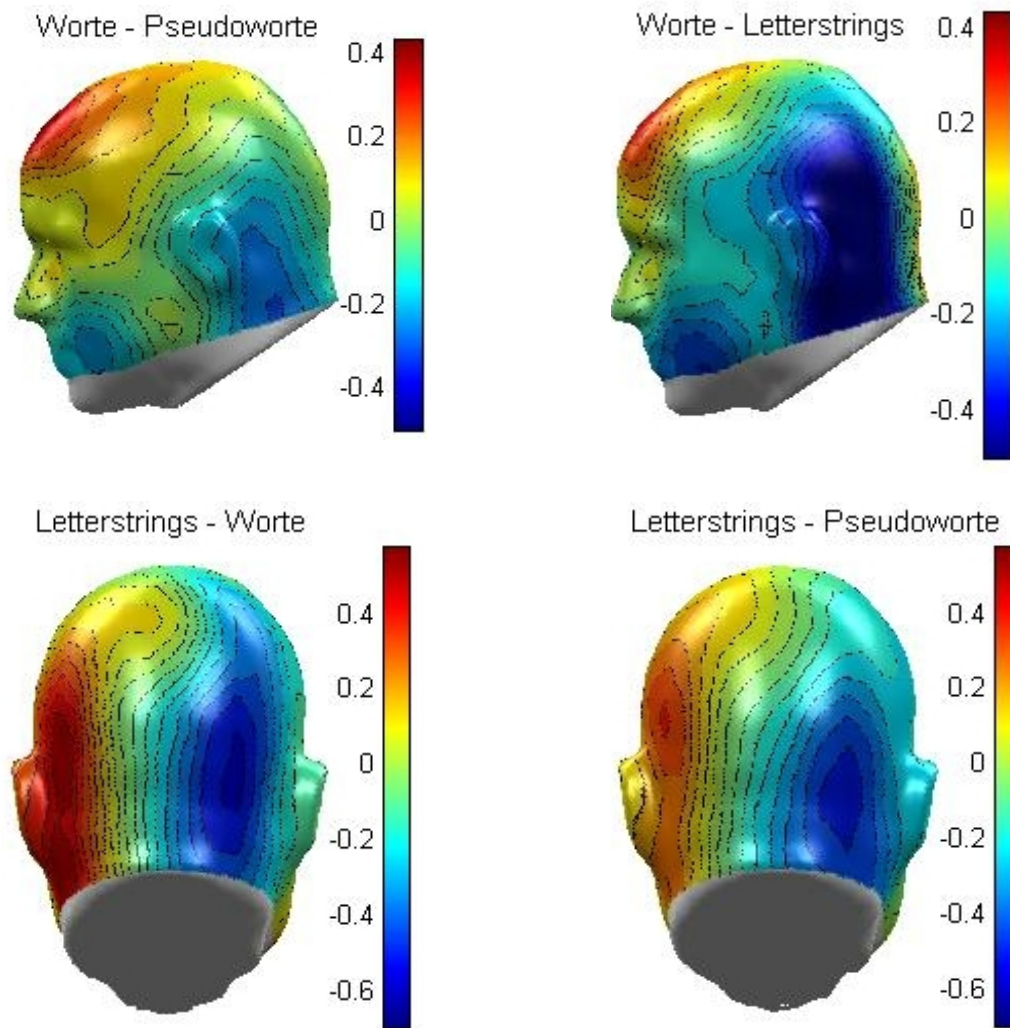


Abbildung 24. Topographische Darstellung der signifikanten Differenzen zwischen Worten und Nichtworten für die linke Hemisphäre (oben) sowie zwischen Letterstrings und Worten (unten links) bzw. Pseudoworten (unten rechts), im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, in der Bedingung RSVP-330.

b) Emotionale Modulation im Zeitbereich der EPN

Der Interaktionseffekt zwischen den Faktoren Kategorie und Valenz ($F(4,64)=3,05$; $p_{G-G} < 0,04$; $\epsilon = 0,75$) wurde Post-hoc-Vergleichen unterzogen, um zu untersuchen ob die Interaktion auf unterschiedlichen Valenzbewertungen der Worte beruht. Diese Vergleiche der Gruppenmittelwerte zeigten, dass positive Substantive im Zeitbereich der EPN eine signifikant stärkere Potentialnegativierung hervorriefen als negative Substantive ($p < 0,007$).

Linkshemisphärisch ergab sich auch eine signifikante Differenz zwischen positiven und neutralen Worten ($p < 0,04$), ein Effekt der bihemisphärisch das Signifikanz-

niveau verfehlte ($p > 0,11$). Die Potentialdifferenz zwischen positiven und negativen Worten war ebenfalls linkshemisphärisch stärker ausgeprägt (links: $p < 0,002$ vs. rechts: $p = 0,09$).

Vergleiche zwischen unterschiedlich valenten Pseudoworten ergaben ebensowenig signifikante Ergebnisse, wie Vergleiche unterschiedlich valenter Letterstrings (alle p -Werte $> 0,05$).

Abbildung 25 veranschaulicht diese Ergebnisse graphisch anhand von beispielhaften Darstellungen des Potentialverlaufs der ERPs von negativen, neutralen und positiven Worten links- und rechtshemisphärisch an zwei ausgewählten temporo-okzipitalen Sensoren. Abbildung 26 zeigt die mittleren ERP-Werte für Worte, Pseudoworte und Letterstrings der drei emotionalen Kategorien, die topographischen Differenzen zwischen positiven und negativen bzw. neutralen Worten sind in Abbildung 27 dargestellt.

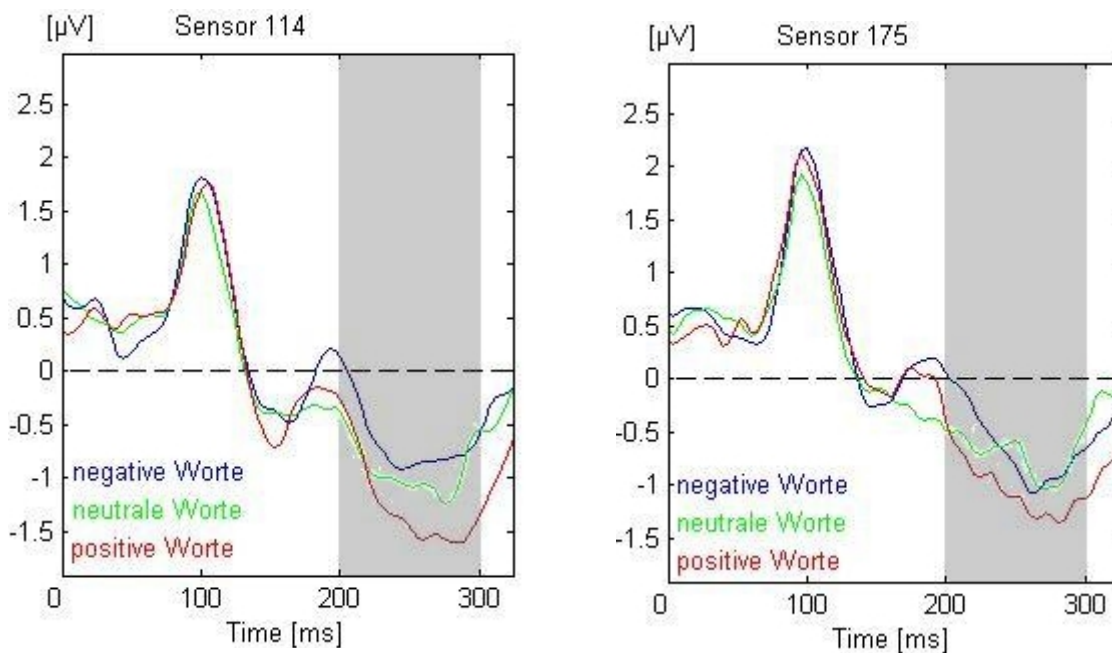


Abbildung 25. Gemittelte ERPs der Kanäle 114 (links) und 175 (rechts) für negative, neutrale und positive Worte mit einer v.a. linksseitig deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der EPN von 200-300ms (grau unterlegt), in der Bedingung RSVP-330.

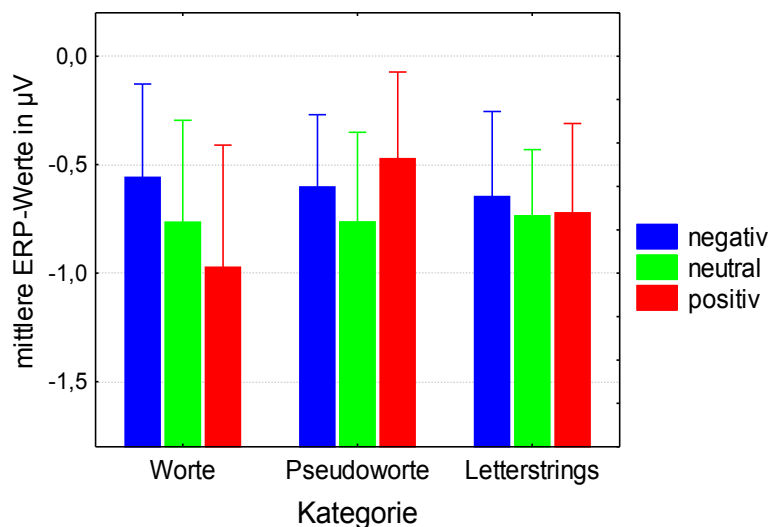


Abbildung 26. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die emotionalen Kategorien „negativ“, „neutral“ und „positiv“ im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, in der Bedingung RSVP-330.

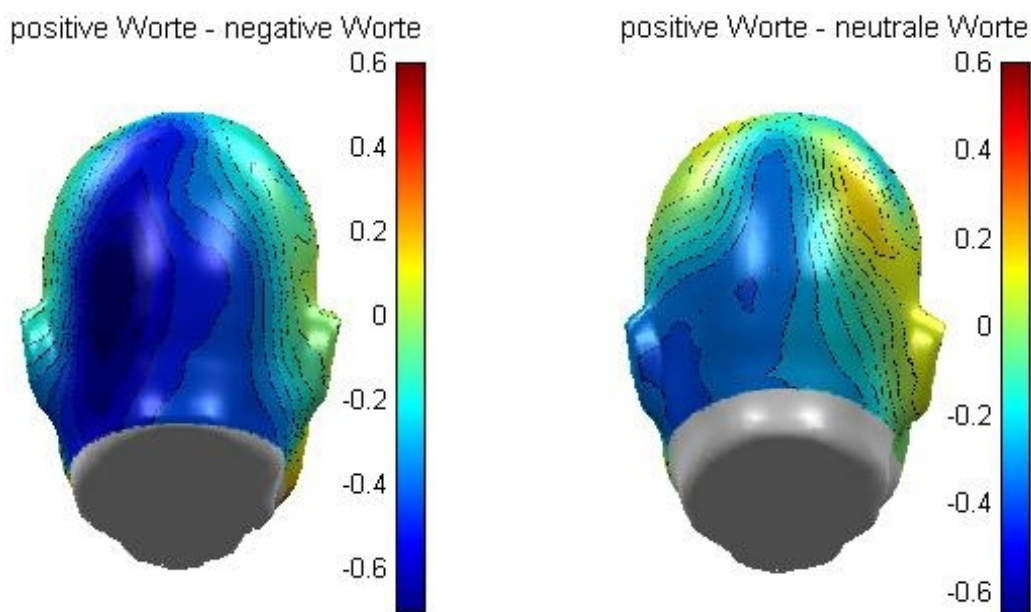


Abbildung 27. Topographische Darstellung der signifikanten Differenzen zwischen positiven und negativen Worten sowie zwischen positiven und neutralen Worten im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, in der Bedingung RSVP-330.

5.2.2. Ergebnisse in der Bedingung RSVP-600

Auch hier wurden genau wie in der Bedingung RSVP-330 die Zeitbereiche der P1 (76-128ms), N1 (128-200ms) und EPN (200-300ms) statistisch analysiert.

Die Varianzanalyse für messwiederholte Daten erfolgte ebenso wie in der RSVP-330-Bedingung in einem 3x3x2 Design mit den Faktoren Wortkategorie (Worte, Pseudoworte, Letterstrings), Wortvalenz (positiv, negativ, neutral) und Kanalgruppe (links, rechts).

In den Zeitbereichen der P1 (alle p-Werte > 0,05) und N1 (alle p-Werte > 0,1) konnten keine signifikanten Haupt- oder Interaktionseffekte ermittelt werden.

Die statistische Analyse im Zeitbereich der EPN von 200-300ms erbrachte einen signifikanten Haupteffekt des Faktors KANALGRUPPE ($F(1,16)=8,32$; $p < 0,011$) sowie einen hochsignifikanten Interaktionseffekt der Faktoren KATEGORIE und KANALGRUPPE ($F(2,32)=9,77$; $p_{G-G} < 0,0006$; $\epsilon = 0,98$).

Die Haupteffekte der Faktoren KATEGORIE ($F(2,32)=3,13$, $p = 0,058$) und VALENZ ($F(2,32)=3,05$; $p = 0,06$) zeigten ebenso wie die Interaktion der Faktoren VALENZ und KANALGRUPPE ($F(2,32)=3,11$; $p_{G-G} = 0,06$; $\epsilon = 0,98$) einen deutlichen signifikanten Trend.

a) Kategoriale Modulation im Zeitbereich der EPN

Die schon in der Bedingung RSVP-330 aufgefundene Interaktion der Faktoren Kategorie und Kanalgruppe repliziert die unter Punkt 5.2.1.a) beschriebenen Ergebnisse der unterschiedlichen Aktivierung der Hemisphären in Abhängigkeit von der Wortkategorie.

Post-hoc-Vergleiche zeigten auch hier, dass linkshemisphärisch die Worte negativere Amplituden erreichen als Pseudoworte ($p < 0,049$) und als Pseudoworte und Letterstrings zusammen ($p < 0,046$), während sich zwischen Pseudoworten und Letterstrings kein signifikanter Amplitudenunterschied ergab ($p > 0,82$). Lediglich ein signifikanter Trend zeigte sich beim Vergleich der Worte mit den Letterstrings ($p = 0,078$), der für die Letterstrings deutlich negativere Potentiale als für die Worte indiziert

Die Interaktion der Faktoren Kategorie und Kanalgruppe im Zeitbereich von 200-300ms deutet damit nach Post-hoc-Analysen in beiden RSVP-Bedingungen auf eine links-lateralisierte verstärkte Verarbeitung lesbarer, sinnvoller Worte hin.

Rechtshemisphärisch zeigte sich, konsistent mit den Ergebnissen in RSVP-330, dass die Letterstrings signifikant negativere Potentiale als Worte ($p < 0,004$) und Pseudoworte ($p < 0,018$) hervorrufen, während sich Worte und Pseudoworte nicht voneinander unterschieden ($p > 0,35$).

Für die rechte Hemisphäre wurde damit übereinstimmend in beiden RSVP-Bedingungen eine verstärkte negative Reaktivität auf unlesbare Nicht-Worte im Zeitbereich der EPN nachgewiesen.

Die Abbildung 28 veranschaulicht den Potentialverlauf von Worten, Pseudoworten und Letterstrings anhand zweier ausgewählter links- und rechtshemisphärischer Kanäle im temporo-okzipitalen Bereich. Die gemittelten ERP-Werte für Worte, Pseudoworte und Letterstrings der linken und rechten Hemisphäre sind in Abbildung 29 dargestellt. Abbildung 30 beinhaltet die signifikanten Differenzen zwischen Worten, Pseudoworten und Letterstrings anhand von topographischen Differenzdarstellungen.

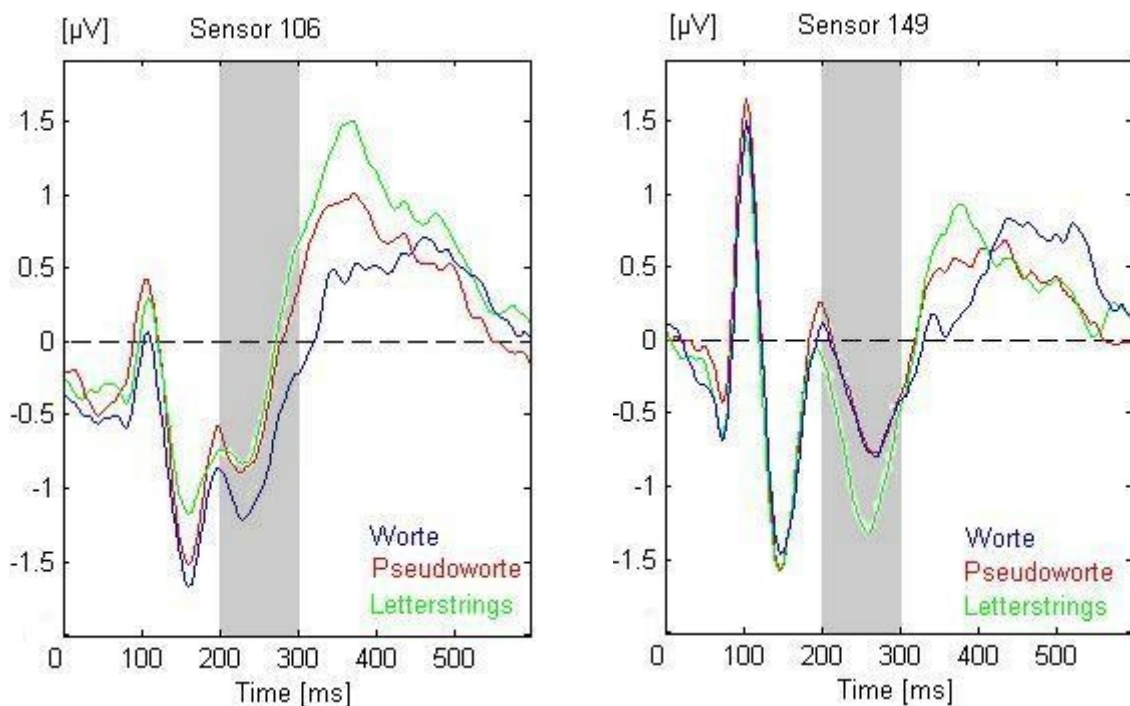


Abbildung 28. Gemittelte ERPs der Kanäle 106 (links) und 149 (rechts) für Worte, Pseudoworte und Letterstrings mit einer deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der EPN von 200-300ms (grau unterlegt), in der Bedingung RSVP-600.

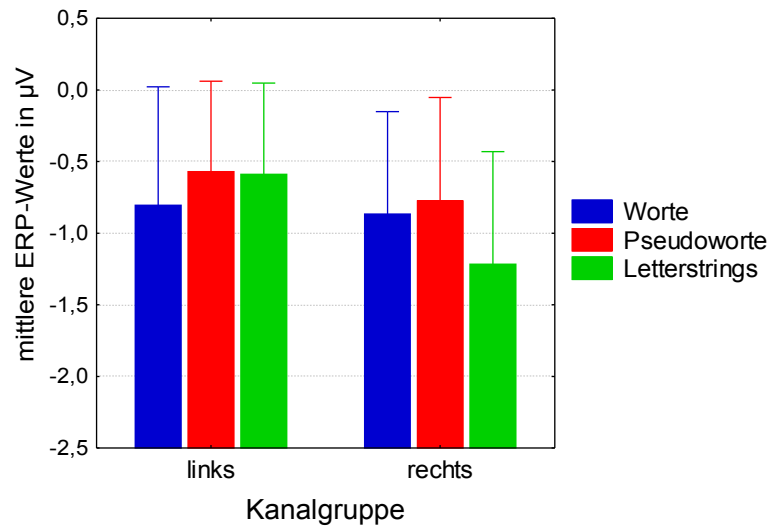


Abbildung 29. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die Kanalgruppen der linken und rechten Hemisphäre

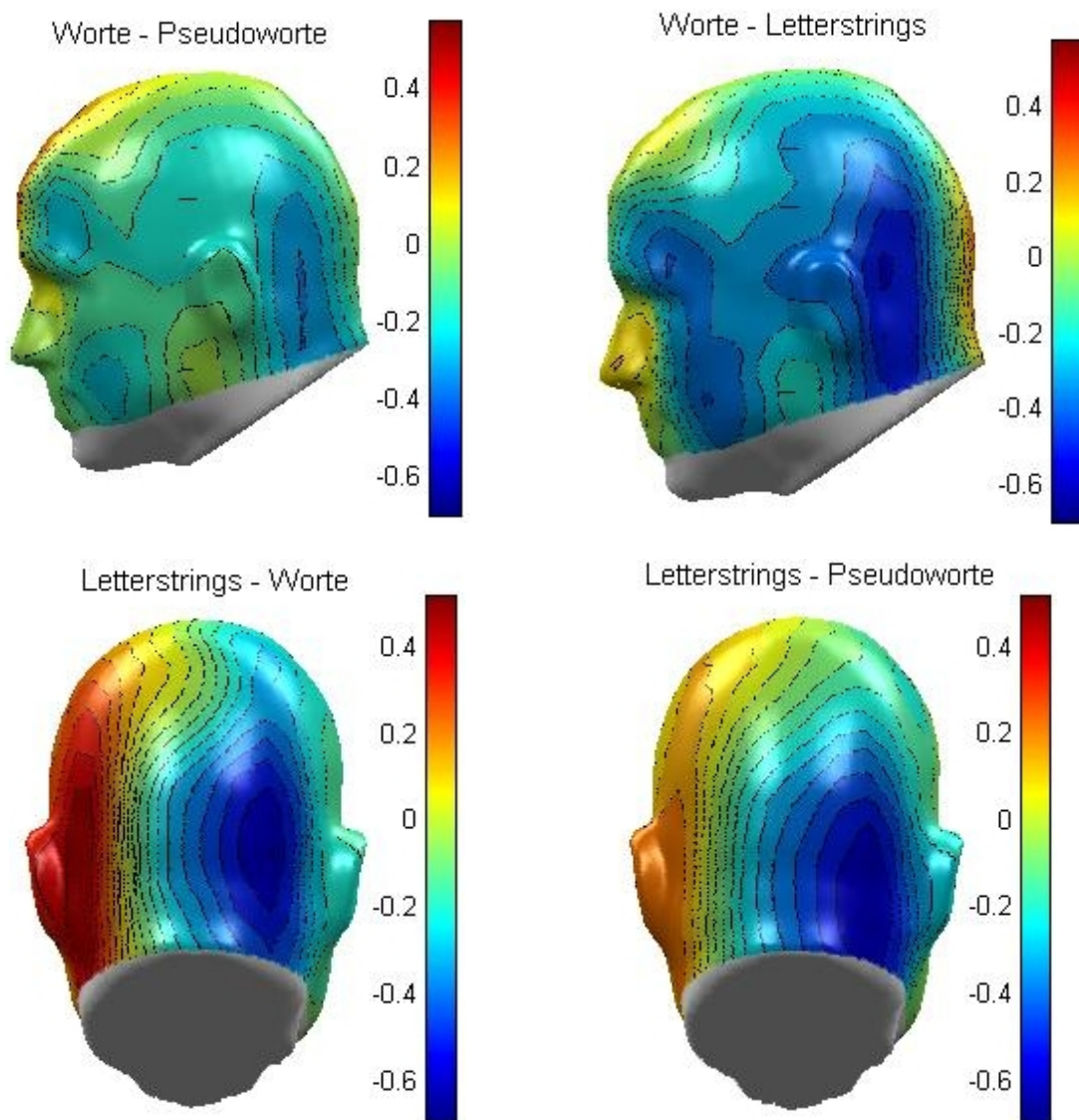


Abbildung 30. Topographische Darstellung der signifikanten Differenzen zwischen Worten und Nichtworten für die linke Hemisphäre (oben) sowie zwischen Letterstrings und Worten (unten links) bzw. Pseudoworten (unten rechts), im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, in der Bedingung RSVP-600.

b) Emotionale Modulation im Zeitbereich der EPN

Die Haupteffekte der Faktoren Kategorie ($F(2,32)=3,13$, $p = 0,058$) und Valenz ($F(2,32)=3,05$; $p = 0,06$) wurden aufgrund des deutlichen signifikanten Trends ebenfalls Post-hoc analysiert.

Die Post-hoc-Vergleiche des Kategorie-Haupteffekts ergaben erhöhte negative Potentiale für Worte ($p < 0,066$) und Letterstrings ($p < 0,057$) im Vergleich zu Pseudoworten.

Dies lässt sich mit der hochsignifikanten Interaktion der Faktoren Kategorie und Kanalgruppe ($F(2,32)=9,77$; $p_{G-G} < 0,0006$; $\epsilon = 0,98$) erklären, deren Post-hoc-Vergleiche eine linkshemisphärisch signifikant erhöhte Negativierung für Worte ($p < 0,046$) und eine rechtshemisphärisch signifikant erhöhte Negativierung für die Letterstrings ($p < 0,009$) erbrachten (siehe 5.2.2.a)).

Post-hoc-Überprüfungen des Haupteffektes der Valenz ($F(2,32) = 3,05$; $p = 0,06$) ergaben für positive Stimuli negativere ERP-Mittelwerte im Vergleich zu negativen ($p < 0,032$) und neutralen Stimuli ($p < 0,065$).

Damit zeigten die Post-hoc-Analysen der Haupteffekte der Faktoren Kategorie und Valenz (KATEGORIE ($F(2,32)=3,13$, $p = 0,058$); VALENZ ($F(2,32)=3,05$; $p = 0,06$)) signifikant erhöhte Negativierungen bei positiven Worten im Vergleich zu negativen und neutralen Worten, was sich mit den Ergebnissen der RSVP-330-Bedingung deckt.

Abbildung 28 unter Punkt 5.2.2.a) (oben) veranschaulicht den Potentialverlauf von Worten, Pseudoworten und Letterstrings an je einer links- und rechtshemisphärischen Elektrode aus dem temporo-okzipitalen Bereich. Die topographischen Differenzdarstellungen zwischen Worten und Pseudoworten und zwischen Letterstrings und Pseudoworten sind in Abbildung 30 ebenfalls unter Punkt 5.2.2.a) dargestellt. Die Abbildungen 31 und 32 veranschaulichen die Haupteffekte der Faktoren Kategorie und Valenz. Abbildung 33 zeigt den Potentialverlauf für positive, negative und neutrale Stimuli einer rechts- und linkshemisphärischen Elektrode.

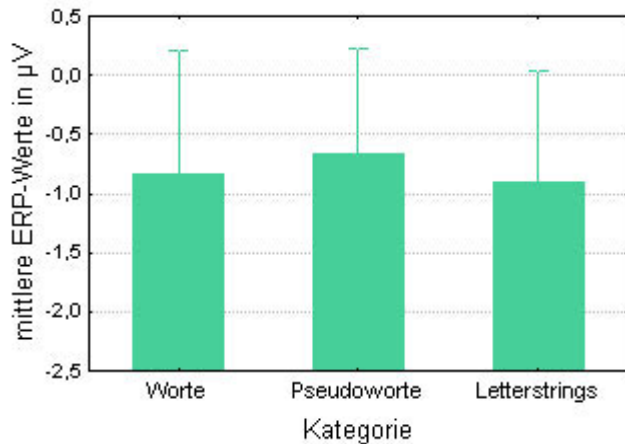


Abbildung 31. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, für die Bedingung RSVP-600.

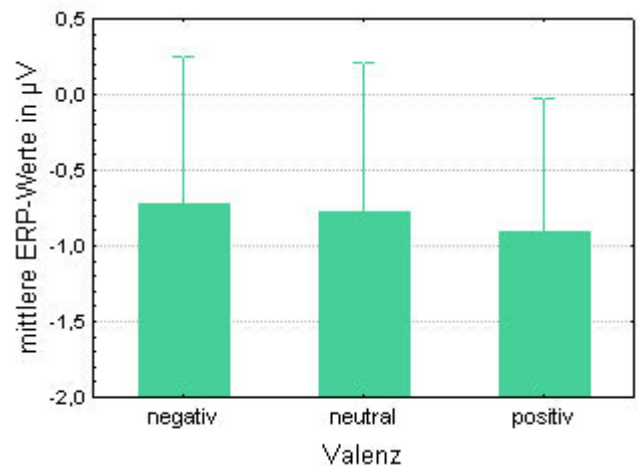


Abbildung 32. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf negative, neutrale und positive Stimuli im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, für die Bedingung RSVP-600.

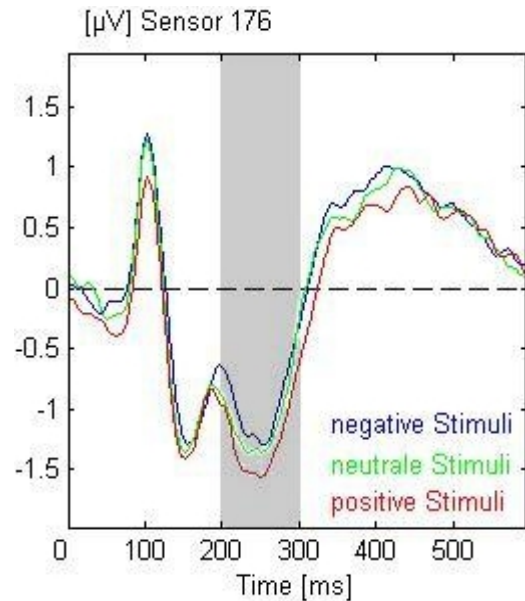
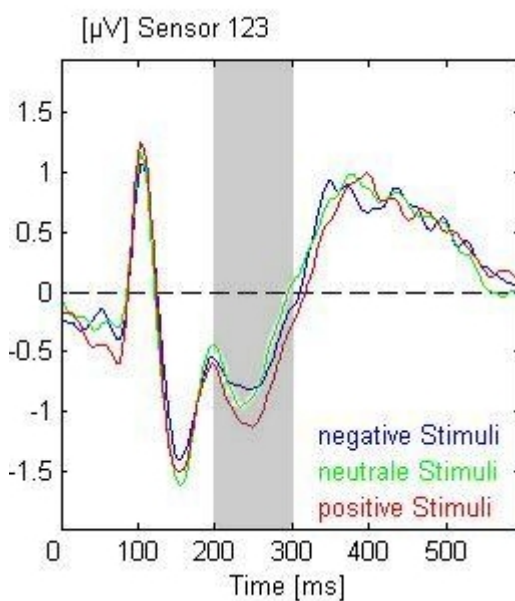


Abbildung 33. Gemittelte ERPs der Kanäle 123 (links) und 176 (rechts) für negative, neutrale und positive Stimuli mit einer deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der EPN von 200-300ms (grau unterlegt), in der Bedingung RSVP-600.

Die Interaktion der Faktoren Valenz und Kanalgruppe ($F(2,32)=3,11$; $p_{G-G} = 0,058$; $\epsilon = 0,98$) wurde Post-hoc für die Kategorie der Worte spezifiziert.

Die visuelle Inspektion der Daten führte zu der Vermutung, dass linkshemisphärisch

die emotionalen Worte negativere Potentiale erreichen als die neutralen Worte, was bisherige Befunde bestätigen würde, dass die linke Hemisphäre nach emotionalem Arousal differenziert (Kissler et al., 2007).

Linkshemisphärisch wurden erwartungskonform signifikant negativere Amplituden für positive ($p < 0,002$) und negative ($p < 0,026$) Substantive verglichen mit neutralen festgestellt. Innerhalb der Pseudoworte und Letterstrings ergab sich kein signifikanter Valenzeffekt (alle p -Werte $> 0,1$).

Für die rechte Hemisphäre konnte demgegenüber keine signifikante Differenzierung gefunden werden, der Vergleich positiver mit negativen und neutralen Worten wurde nicht signifikant ($p > 0,21$).

In den folgenden Abbildungen sind diese Ergebnisse graphisch dargestellt: Abbildung 34 zeigt am Beispiel eines linkshemisphärischen Sensors den Potentialverlauf für negative, neutrale und positive Worte. Abbildung 35 veranschaulicht die mittleren ERP-Werte auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings der drei emotionalen Kategorien für die linke Hemisphäre. Abbildung 36 zeigt die Topographie der signifikanten Differenzen zwischen den emotionalen und den neutralen Worten.

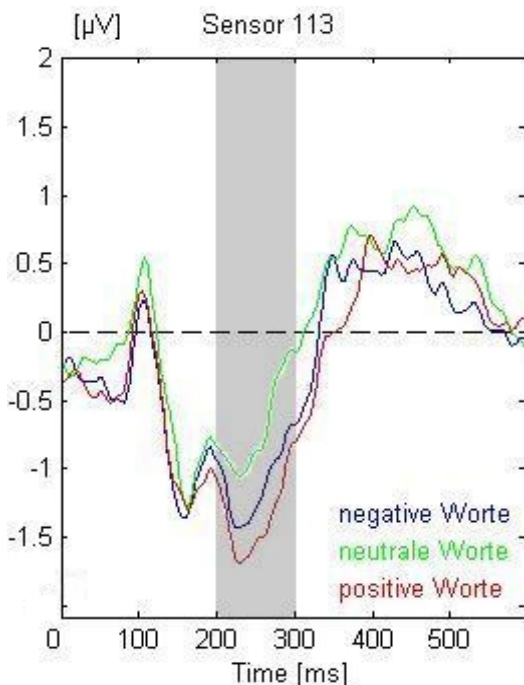


Abbildung 34. Gemittelte ERPs des linkshemisphärischen Kanals 113 für negative, neutrale und positive Worte mit einer deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der

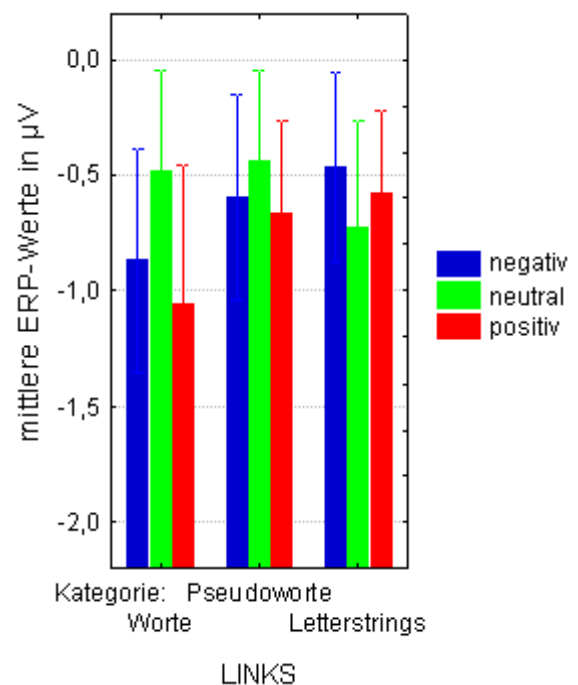


Abbildung 35. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die emotionalen Kategorien „negativ“, „neutral“

EPN von 200-300ms (grau unterlegt), in der Bedingung RSVP-600.

und „positiv“ für die linke Hemisphäre, im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, in der Bedingung RSVP-600.

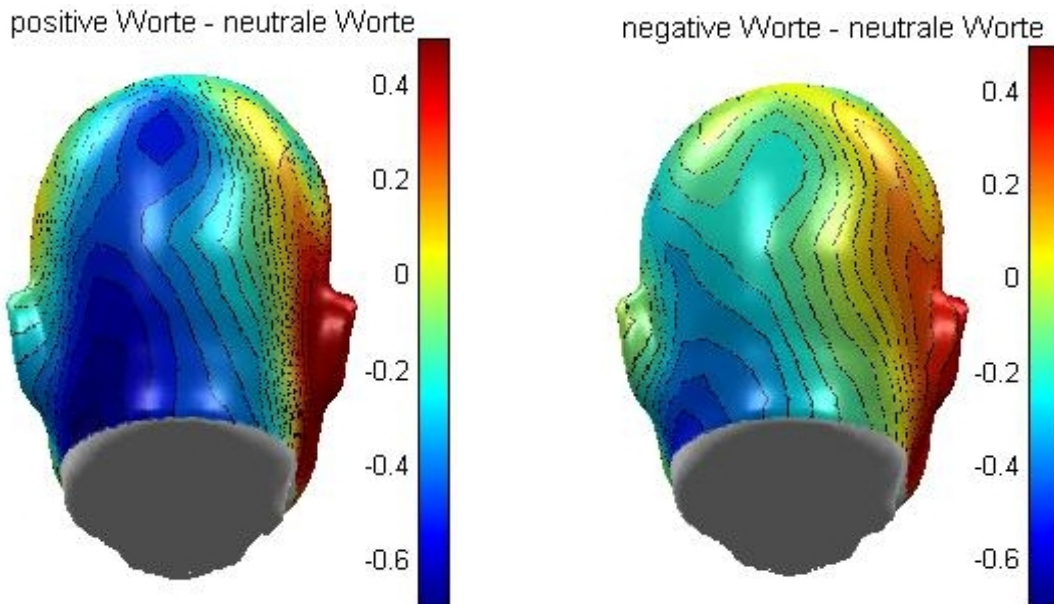


Abbildung 36. Topographische Darstellung der signifikanten Differenzen zwischen positiven und neutralen Worten sowie zwischen negativen und neutralen Worten im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, in der Bedingung RSVP-600.

5.2.3. Ergebnisse in der Bedingung ISI-330

In dieser Bedingung wurden ebenfalls die drei Zeitbereiche der P1 (60-104ms), N1 (104-180ms) und der EPN (180-280ms) statistisch analysiert. Für jedes dieser Zeitfenster wurde eine messwiederholte ANOVA berechnet mit den drei bekannten Faktoren „Wortkategorie“, „Wortvalenz“ und „Kanalgruppe“.

Im Zeitfenster der P1 gab es wie in den RSVP-Designs keinerlei statistisch signifikante Haupt- oder Interaktionseffekte (alle p-Werte > 0,3).

Im Gegensatz zu den RSVP-Bedingungen zeigte die statistische Analyse des N1-Zeitbereichs jedoch eine signifikante Dreifachinteraktion der Faktoren KATEGORIE, VALENZ und KANALGRUPPE ($F(4,64)=3,57$; $p_{G-G} < 0,03$; $\epsilon = 0,72$).

Im Zeitfenster der EPN (180-280ms) ergab sich ein signifikanter Interaktionseffekt der Faktoren KATEGORIE und KANALGRUPPE ($F(2,32)=5,59$; $p_{G-G} < 0,012$; $\epsilon = 0,87$) sowie ein signifikanter Haupteffekt des Faktors VALENZ ($F(2,32)=4,03$; $p < 0,028$).

a) Emotionale Modulation im Zeitbereich der N1

Die Dreifachinteraktion der Faktoren Kategorie, Valenz und Kanalgruppe ($F(4,64)=3,57$; $p_{G-G} < 0,03$; $\epsilon = 0,72$) kann nach Post-hoc-Vergleichen auf eine signifikante Differenzierung unterschiedlich valenter Worte in der linken Hemisphäre zurückgeführt werden. Dort lösten die positiven Worte signifikant negativere Amplituden der N1 aus als die negativen ($p < 0,046$) und die neutralen Worte ($p = 0,05$). Allerdings wurde auch für die Pseudoworte in der linken Hemisphäre eine signifikante Differenz zwischen den neutralen und den emotionalen Pseudoworten festgestellt ($p < 0,005$), die erhöhte negative Amplitudenwerte im Vergleich zu den neutralen Pseudoworten auslösten. Darüberhinaus wurden keine signifikanten Unterschiede gefunden, wie auch eine Inspektion der Graphik vermuten lässt (alle p -Werte $> 0,1$).

Abbildung 37 zeigt den Potentialverlauf von negativen, neutralen und positiven Worten anhand eines ausgewählten linkshemisphärischen Sensors im posterioren Bereich. Abbildung 38 veranschaulicht die mittleren ERP-Werte linkshemisphärisch für Worte, Pseudoworte und Letterstrings der drei emotionalen Kategorien. Abbildung 39 beinhaltet die signifikanten topographischen Differenzen zwischen positiven und negativen bzw. neutralen Worten.

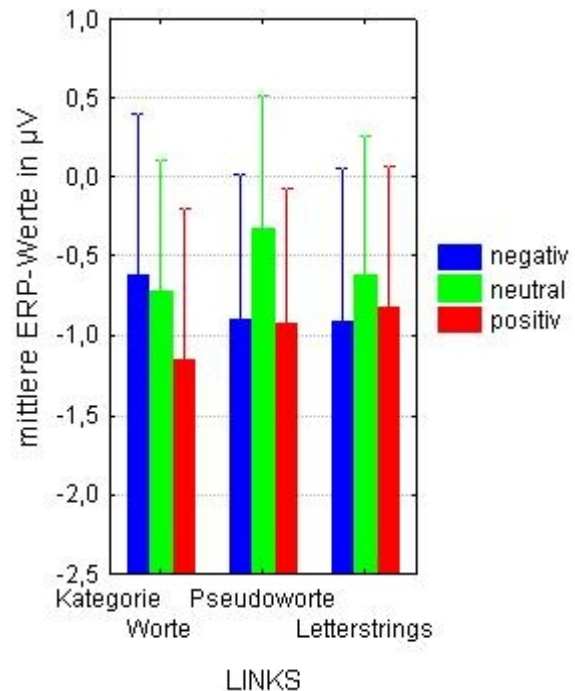
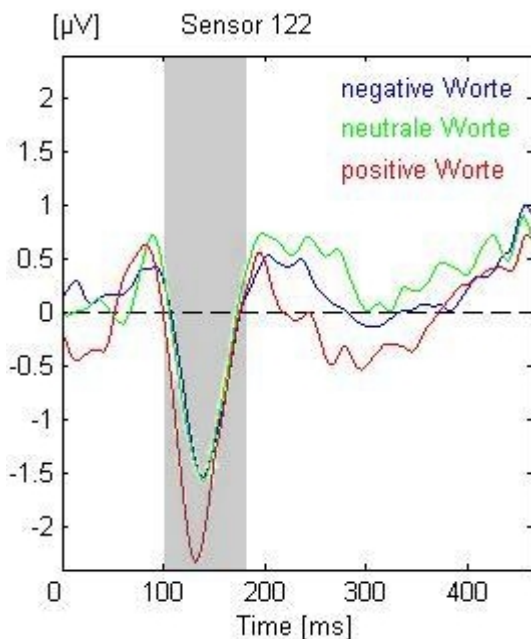


Abbildung 37. Gemittelte ERPs des linkshemisphärischen Kanals 122 für negative, neutrale und positive Worte mit einer

Abbildung 38. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für

deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der N1 von 104-180ms (grau unterlegt), in der Bedingung ISI-330.

die emotionalen Kategorien „negativ“, „neutral“ und „positiv“ für die linke Hemisphäre, im Zeitbereich der N1 von 104-180ms, in der Bedingung ISI-330.

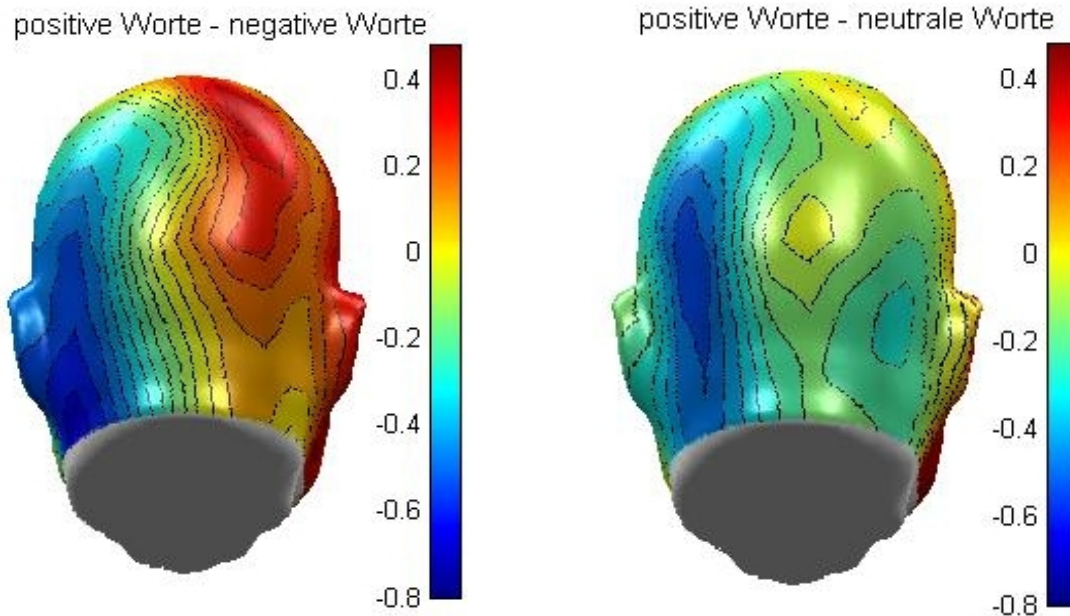


Abbildung 39. Topographische Darstellung der signifikanten Differenzen zwischen positiven und negativen Worten sowie zwischen positiven und neutralen Worten im Zeitbereich der N1 von 104-180ms, in der Bedingung ISI-330.

b) Kategoriale Modulation im Zeitbereich der EPN

Der Interaktionseffekt von Kategorie und Kanalgruppe ($F(2,32)=5,59$; $p_{G-G} < 0,012$; $\epsilon = 0,87$) ergibt für die EPN (180-280ms) in der Bedingung ISI-300 rechtshemisphärisch vergleichbare Effekte wie im RSPV-Paradigma:

Die durchgeführten Post-hoc-Analysen zeigten für die rechte Hemisphäre erwartungsgemäß eine signifikante Differenz zwischen den Letterstrings und den Worten/Pseudoworten ($p < 0,038$) sowie zwischen den Letterstrings und den Worten ($p < 0,02$). Der Vergleich von Letterstrings mit Pseudoworten erbrachte einen signifikanten Trend ($p = 0,087$). Die Letterstrings lösten damit stärkere relativ negative Potentiale als Worte und Pseudoworte aus, deren Potentiale sich nicht voneinander unterschieden ($p > 0,41$).

Linkshemisphärisch konnte allerdings entgegen den Ergebnissen der RSVP-Präsentation keine signifikante Differenzierung zwischen den Wortkategorien gefunden werden (alle p-Werte > 0,5).

Graphisch werden diese Ergebnisse durch die Abbildung 40 veranschaulicht, die den Potentialverlauf für Worte, Pseudoworte und Letterstrings eines rechts-hemisphärisch okzipital gelegenen Sensors darstellt. Die Abbildungen 41 und 42 zeigen die mittleren ERP-Werte auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die linke und rechte Hemisphäre sowie die topographischen Differenzen zwischen Letterstrings und Worten bzw. Pseudoworten.

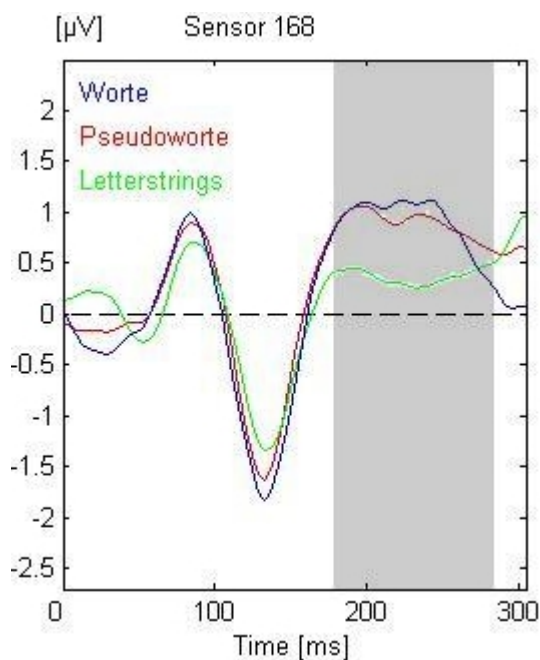


Abbildung 40. Gemittelte ERPs des rechts-hemisphärischen Kanals 168 für Worte, Pseudoworte und Letterstrings mit einer deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der EPN von 180-280ms (grau unterlegt), in der Bedingung ISI-330.

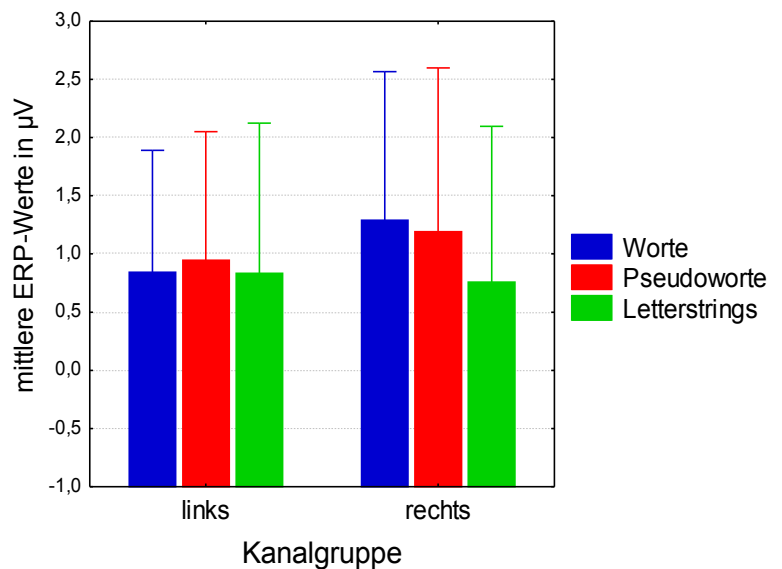


Abbildung 41. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die Kanalgruppen der linken und rechten Hemisphäre im Zeitbereich der EPN von 180-280ms, in der Bedingung ISI-330.

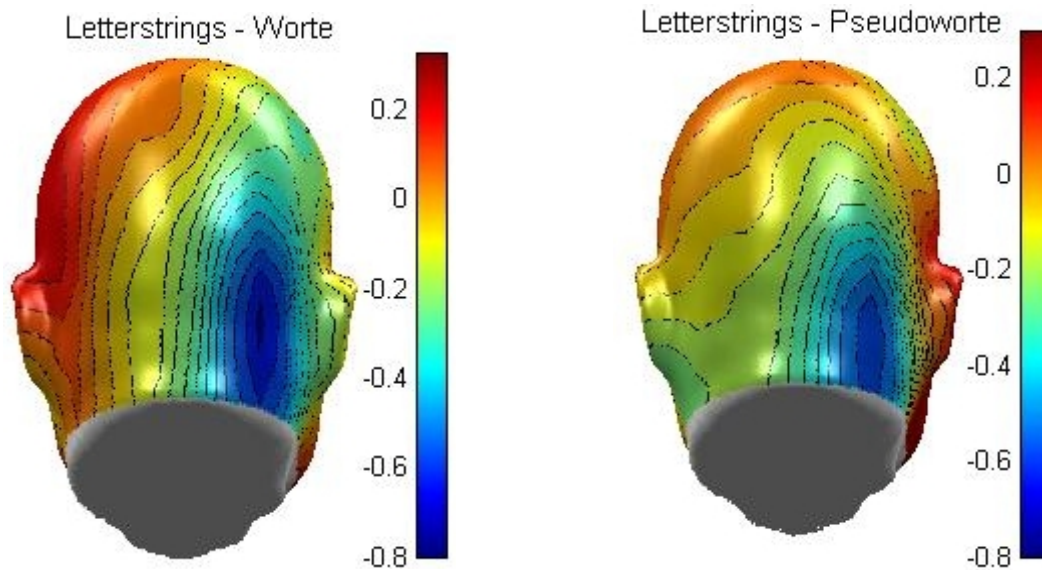


Abbildung 42. Topographische Darstellung der rechtshemisphärischen Differenzen zwischen Letterstrings und Worten bzw. Letterstrings und Pseudoworten im Zeitbereich der EPN von 180-280ms, in der Bedingung ISI-330.

c) Emotionale Modulation im Zeitbereich der EPN

Post-hoc-Überprüfungen des Haupteffektes der Valenz ($F(2,32)=4,03$; $p < 0,028$) ergaben, dass emotionale Reize signifikant relativ negativere EPN-Amplituden hervorriefen als neutrale Reize ($p < 0,018$) (positive vs. neutrale Stimuli $p < 0,02$; negative vs. neutrale Stimuli $p < 0,068$).

Differenzierte Post-hoc-Analysen zeigten erwartungsgemäß, dass dieser Valenzeffekt nur innerhalb der Kategorie „Worte“ zu finden ist: Ein signifikanter Trend wies darauf hin, dass die positiven im Vergleich zu den neutralen Substantiven relativ negativere Potentiale auslösten ($p = 0,086$). Dieser Trend wurde innerhalb der Pseudoworte und Letterstrings nicht gefunden (alle p -Werte $> 0,2$).

In Abbildung 43 ist der Potentialverlauf der ERPs von negativen, neutralen und positiven Worten an zwei ausgewählten Sensoren dargestellt. Dabei handelt es sich um die Elektroden Nr.123 und Nr.168, die einander symmetrisch im okzipitalen Bereich gegenüberliegen. Abbildung 44 veranschaulicht die mittleren ERP-Werte für Worte, Pseudoworte und Letterstrings der drei emotionalen Kategorien, die topographische Differenz zwischen positiven und neutralen Worten ist in Abbildung 45 dargestellt.

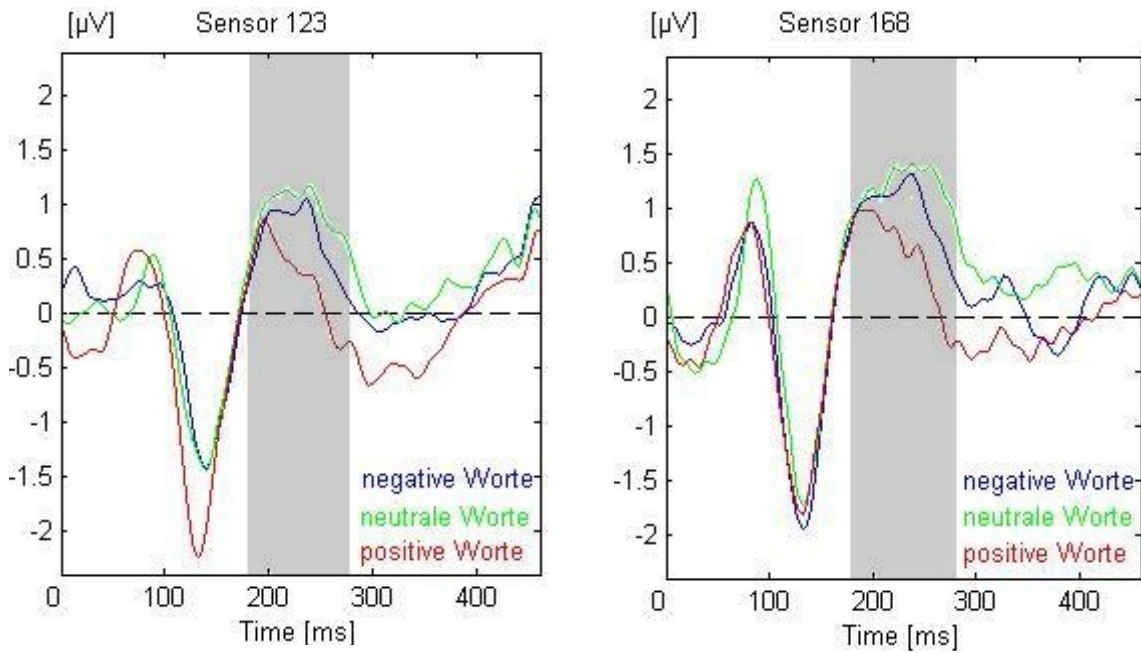


Abbildung 43. Gemittelte ERPs der Kanäle 123 (links) und 168 (rechts) für negative, neutrale und positive Worte mit einer deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der EPN von 180-280ms (grau unterlegt), in der Bedingung ISI-330.

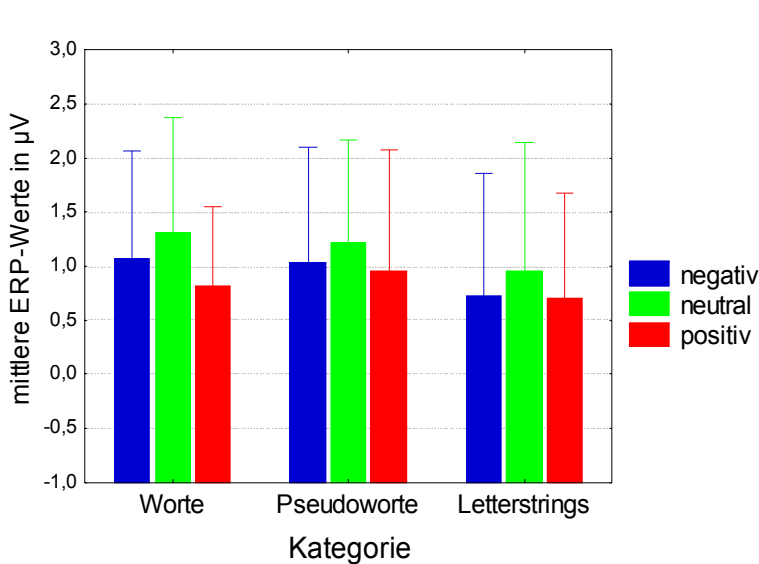


Abbildung 44. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die emotionalen Kategorien „negativ“, „neutral“ und „positiv“ im Zeitbereich der EPN von 180-280ms, in der Bedingung ISI-330.

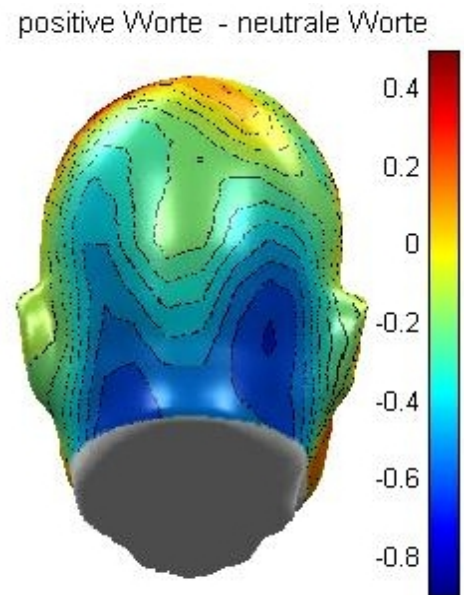


Abbildung 45. Topographische Darstellung der Differenz zwischen positiven und neutralen Worten im Zeitbereich der EPN von 180-280ms, in der Bedingung ISI-330.

5.2.4. Ergebnisse in der Bedingung ISI-600

In dieser Bedingung fanden wie in ISI-330 die Zeitbereiche der P1 (60-104ms), N1 (104-180ms) und EPN (180-280ms) Eingang in die statistische Analyse. Die Berechnung der messwiederholten Varianzanalyse erfolgte wieder in einem 3x3x2 Design.

In den Zeitfenstern der P1 (alle p-Werte > 0,9) und N1 (alle p-Werte > 0,1) ergaben sich wie in den RSVP-Designs keine statistisch signifikanten Effekte.

Im Zeitbereich der EPN zeigte sich überraschenderweise lediglich ein Trend für den Haupteffekt der KATEGORIE ($F(2,32)=3,08$; $p = 0,06$). Der Haupteffekt der VALENZ ($F(2,32)=2,36$; $p = 0,11$) erreichte keine Signifikanz.

Post-hoc Tests für die Interaktion KATEGORIE x VALENZ ($F(4,64)=0,71$; $p_{G-G} = 0,55$; $\epsilon = 0,73$) erbrachten - wie eine sorgfältige visuelle Prüfung der ERP-Verläufe nahelegte - signifikante Ergebnisse: Die positiven und negativen Worte führten im Zeitbereich der EPN zu negativeren Potentialen als die neutralen Worte (positive Worte vs. neutrale Worte $p < 0,05$; negative Worte vs. neutrale Worte $p < 0,066$). Post-hoc Vergleiche bezüglich der Emotionalität wurden weder für die Pseudoworte noch für die Letterstrings signifikant (alle p-Werte > 0,5).

Diese Ergebnisse werden in den Abbildungen 46-48 graphisch veranschaulicht. Abbildung 46 zeigt an zwei ausgewählten okzipitalen Sensoren die ERP-Verläufe von negativen, neutralen und positiven Worten und Abbildung 47 die mittleren ERP-Werte für Worte, Pseudoworte und Letterstrings der drei emotionalen Kategorien. Die Topographischen Differenzdarstellungen finden sich in Abbildung 48.

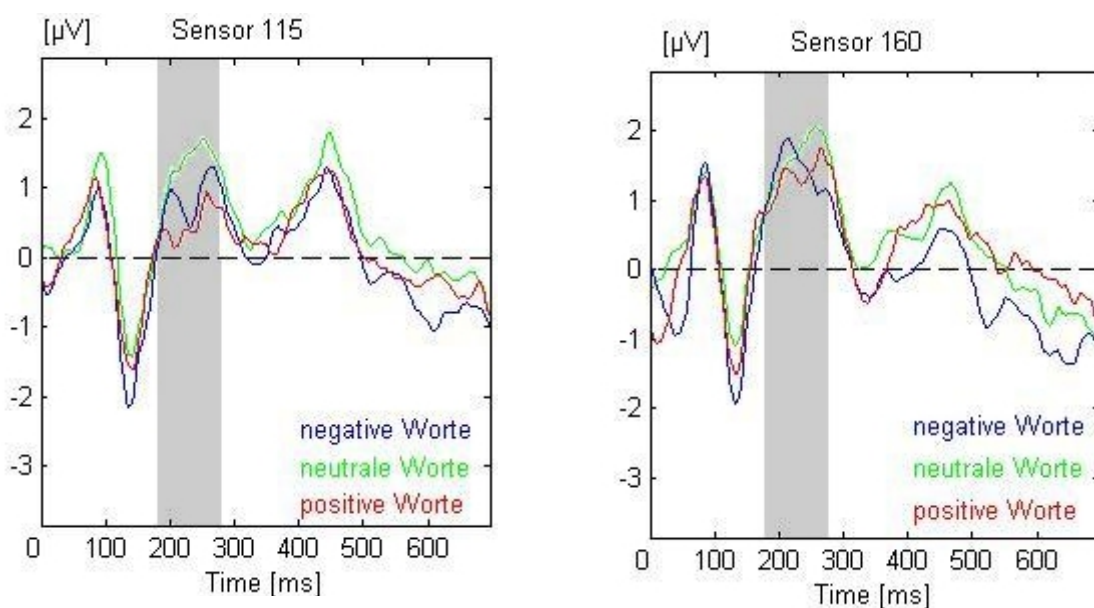


Abbildung 46. Gemittelte ERPs der Kanäle 115 (links) und 160 (rechts) für negative, neutrale und positive Worte mit einer deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der EPN von 180-280ms (grau unterlegt), in der Bedingung ISI-600.

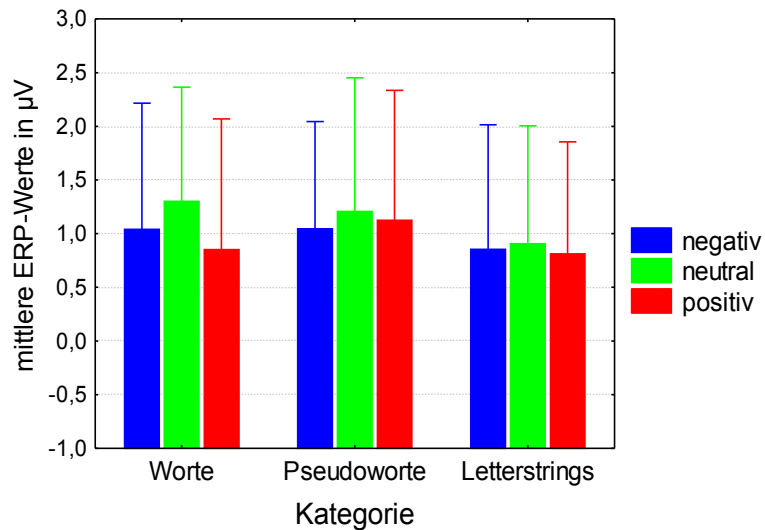


Abbildung 47. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die emotionalen Kategorien „negativ“, „neutral“ und „positiv“ im Zeitbereich der EPN von 180-280ms, in der Bedingung ISI-600.

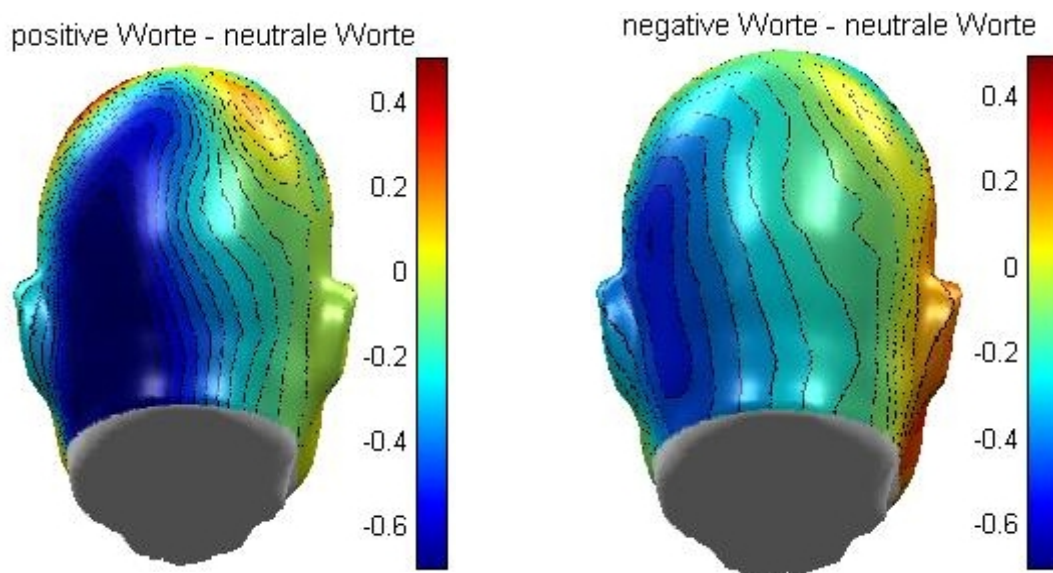


Abbildung 48. Topographische Darstellung der Differenzen zwischen positiven und neutralen Worten sowie zwischen negativen und neutralen Worten im Zeitbereich der EPN von 180-280ms, in der Bedingung ISI-600.

6. Diskussion

Gegenstand dieser Diplomarbeit war die Untersuchung der Verarbeitung emotionaler Konnotation von Substantiven mittels einer EEG-ERP-Studie. Dazu wurde die EEG-Aktivität beim passiven Lesen von emotionalen und neutralen Worten, die in zwei unterschiedlichen Präsentationsparadigmen (RSVP, ISI) gezeigt wurden, überprüft. Die Verwendung von Worten unterschiedlicher emotionaler Bedeutung, sowie die Ergänzung des Stimulusmaterials durch sinnlose Pseudoworte und Letterstrings ermöglichte eine differenzierte Analyse der Bedeutung und inhaltlichen Interpretation früher ERP-Korrelate emotionaler Wortverarbeitung.

Ausgehend von den in Abschnitt 2 vorgestellten theoretischen Überlegungen war aufgrund einer Aktivierung unterschiedlicher motivationaler Systeme durch affektive Reize eine präferierte Verarbeitung emotionaler im Gegensatz zu neutralen Worten angenommen worden.

Die in Abschnitt 5 dargestellten Ergebnisse legen eine bevorzugte Verarbeitung motivational relevanter v.a. positiver Worte nahe, was sich in der frühen EPN-Komponente sowie in den Verhaltensdaten niederschlägt.

Diese Ergebnisse werden jetzt in Bezug auf die unter Abschnitt 3 formulierten Hypothesen nochmals aufgegriffen und im Rahmen theoretischer Überlegungen interpretiert.

6.1. Verhaltensdaten

Bezüglich der Verhaltensdaten wurde zum einen davon ausgegangen, dass die Arousal- und Valenzbewertungen der Substantive durch die erhobene Stichprobe denen eines zugrundegelegten normativen Ratings entsprechen.

Die im Experiment verwendeten Worte entstammten einem Pool von insgesamt 310 deutschen Substantiven (positive, negative und neutrale), die von 45 Studenten der Universität Konstanz unter Verwendung des Self-Assessment-Manikin (Bradley & Lang, 1994) hinsichtlich Valenz und Arousal bewertet worden waren. Das normative Rating ergab (siehe Abschnitt 4.2.) signifikante Unterschiede der drei emotionalen Kategorien hinsichtlich ihrer Valenz sowie zwischen den emotionalen Worten (positiv und negativ) und den neutralen Worten hinsichtlich des emotionalen Arousal.

Ausgehend von diesen Arousal- und Valenzschätzungen wurden die Substantive für die Gruppen „angenehm“, „unangenehm“ und „neutral“ ausgewählt und drei Gruppen (zu je 46 Worten) gebildet, bestehend aus hocherregenden angenehmen und unangenehmen Worten und wenig erregenden neutralen Worten.

Je 15 Worte aus jeder Kategorie wurden nun von den Studienteilnehmern einem erneuten Rating unterzogen, um auszuschließen, dass die ERP-Korrelate auf etwaigen vom normativen Rating abweichenden Valenz- und/oder Arousalbewertungen beruhen.

Wie erwartet bestand zwischen allen Kategorien ein hochsignifikanter Valenzeffekt: Positive Worte wurden angenehmer beurteilt als negative und neutrale, und die neutralen angenehmer als die negativen Worte. Die positiven und negativen Worte, welche vergleichbare Arousalratings erhielten, wurden hochsignifikant erregender als die neutralen Worte bewertet.

Damit entsprechen diese Ergebnisse erwartungsgemäß den normativen Ratings.

Ein Vergleich der Valenz- und Arousaleinschätzungen der Studienteilnehmer mit denen der normativen Gruppe erbrachte jedoch folgende Differenzen:

Die Arousalbewertungen der beiden Gruppen unterschieden sich bei den neutralen, den positiven und den negativen Worten: Die neutralen Worte beurteilten die Probanden signifikant erregender als die normative Gruppe, die positiven und negativen Worte signifikant weniger erregend.

Die Valenzbewertungen der beiden Gruppen differierten nur bei der negativen Wortkategorie: Die Versuchspersonen bewerteten die negativen Substantive signifikant weniger unangenehm als die normative Gruppe. Positive und neutrale Worte hingegen erhielten von beiden Gruppen übereinstimmende Valenzratings.

Da von den Versuchspersonen nur ein Subset der im Experiment verwendeten Stimuli geratet wurde, während die Normstichprobe einen größeren Wortpool hinsichtlich Valenz und Arousal bewertet hatte, können abweichende Einschätzungen darauf und auf die unterschiedlichen Kontextbedingungen der Bewertungssituation der beiden Gruppen zurückgeführt werden.

Die Unterschiede der Valenzeinschätzungen der beiden Gruppen beziehen sich nur auf die negativen Worte, während die Bewertungen des Arousal darüberhinaus auch bei positiven und neutralen Worten differieren. Daher kann vermutet werden, dass Worte zu eindeutigeren Valenz- als Arousalempfindungen führen. Das

empfundene Arousal mag aufgrund der symbolischen Bedeutung von Worten größeren Schwankungen unterworfen sein, je nachdem inwieweit Worte beim Einzelnen zu lebhaften Assoziationen führen (Herbert et al., 2006)

Die geringeren Arousalwerte der positiven und negativen Worte könnten sich jedoch auch mit der sozialen Erwünschtheit erklären lassen, die angenehmen und unangenehmen Begriffe als weniger aufregend zu beurteilen (Amelang & Bartussek, 2001; Schnell, Hill & Esser, 1999).

Die zweite Hypothese in Bezug auf die Verhaltensdaten beinhaltete die Erwartung, dass der Verarbeitungsvorteil emotionaler Worte zu verbesserten Recall-Ergebnissen im Vergleich zu den neutralen Worten führt.

Der verzögerte Abruf erbrachte Unterschiede über die Kategorien hinweg, die in Übereinstimmung mit einer präferierten Verarbeitung emotionaler Worte stehen: Hochsignifikant mehr positive als negative und neutrale Worte und signifikant mehr negative als neutrale Worte konnten richtig reproduziert und kategorisiert werden (Hits).

Darüberhinaus wurde bezüglich der produzierten Intrusionen ein signifikanter Trend festgestellt, der darauf hinweist, dass bei positiven Worten im Gegensatz zu neutralen und negativen Worten deutlich weniger Intrusionen entwickelt wurden.

Die höhere Erinnerungsrate emotionaler, insbesondere positiver Worte, sowie eine genauere Erinnerung (mit weniger Intrusionen) an positive Worte reflektieren deren präferierte Verarbeitung. Dies stimmt mit den Ergebnissen einer Studie von Kissler et al. (2007) überein, die ebenfalls bei einem überraschenden freien Abruf eine bessere Erinnerungsleistung emotionaler relativ zu neutralen Substantiven feststellten, sowohl in Bezug auf die Anzahl als auch in Bezug auf die Genauigkeit der reproduzierten Worte. Auch in einer Untersuchung von Fischler (Fischler, Candice, Kemp, & McKay, unveröffentlichtes Abstrakt) waren emotionale Worte mit besseren Erinnerungsleistungen assoziiert. Während Fischler et al. und Kissler et al. (2007) von einer verbesserten Erinnerung an emotionale (positive und negative) Worte berichten, zeigt sich bei Herbert et al. (2008) und Kiefer et al. (2007) ein Erinnerungsvorteil für die angenehmen Adjektive.

Die hier gefundenen Ergebnisse indizieren sowohl bessere Recall-Leistungen für emotionale relativ zu neutralen Substantiven als auch v.a. für die positiven Worte einen Erinnerungsvorsprung (bessere und akkuratere Erinnerung).

Das von den Versuchspersonen geringer empfundene Arousal der positiven Worte im Gegensatz zur Normstichprobe mag zu einer präferierten Verarbeitung der angenehmen Substantive beigetragen haben. Dies steht in Übereinstimmung mit einem Fokus auf angenehme Reize bei mittleren Arousalleveln, dem „positivity offset“ (Cacioppo et al., 1997; Cacioppo, 2004; Ito & Cacioppo, 2005). Bei niedrigen und mittleren Arousalleveln herrscht gemäß den Ergebnissen von Valenz- und Arousalratings (Bradley et al., 1998a; Herbert, 2007), die zeigen, dass angenehme Worte auch niedrige Arousalbewertungen erhalten können, eine verstärkte Aktivierung des Annäherungssystems vor.

Die Diskrepanz der Valenzbewertung negativer Worte zwischen den beiden Gruppen, die eine positivere Einschätzung der unangenehmen Worte durch die Studienteilnehmer zeigt, könnte zu der präferierten Verarbeitung der positiven Worte ebenfalls beigetragen haben.

Die stärkere Fokussierung auf angenehme Reize wäre auch mit einer Tendenz gesunder Personen für positiven Affekt erklärbar (Diener & Diener, 1996), welche die Verarbeitung zugunsten stimmungskongruenter angenehmer Reize verzerrt, nicht nur bei induziertem positivem Affekt (Ferré et al., 2003; Kiefer et al., 2007; Kim Guenther, 1988).

6.2. EEG-Daten

Eine funktionale und evolutionäre Betrachtungsweise legt den Vorteil schneller selektiver Verarbeitung motivational relevanter Reize nahe. Schnelle Detektion positiver und negativer Verstärker vereinfacht adaptives Verhalten und bietet einen Überlebensvorteil (Lang et al., 1997; Öhman et al., 2000). Konsistent mit diesen Annahmen weisen die Studien von Schupp und Kollegen (z.B. Schupp et al., 2003a,b; Schupp et al., 2000) auf eine selektive Verarbeitung bildhafter emotionaler Stimuli hin, reflektiert durch erhöhte EPN- und LPP-Amplituden. Diese für emotional erregende Bilder gefundene ERP-Modulation steht in Übereinstimmung mit der von Lang et al. (1997) postulierten natürlichen selektiven Aufmerksamkeit auf evolutionär signifikante Stimuli.

Von besonderem Interesse ist in Bezug auf die Fragestellung in dieser Diplomarbeit die frühe posteriore Negativierung (EPN), die sich über okzipito-temporalen Sensoren für emotionale Bilder ausgeprägter als für neutrale Bilder zeigt und als

Index früher (< 300ms) selektiver affektiver Verarbeitung interpretiert wird (z.B. Schupp et al., 2003b; Schupp, Junghöfer et al., 2004).

Die Studien von Kissler et al. (2007), Herbert et al. (2008) und Winkler (2006) konnten unter Verwendung sprachlichen Materials den affektdiskriminierenden Effekt der EPN ebenfalls nachweisen und damit eine für Worte und Bilder vergleichbare Verarbeitung.

In Replikation und Extension dieser Studien wurden in vorliegender Untersuchung frühe Modulationen der elektrokortikalen Aktivität durch den emotionalen Gehalt von Substantiven in verschiedenen Präsentationsmodi überprüft und mit der kortikalen Verarbeitung von semantisch wie emotional bedeutungslosen lexikalischen Reizen kontrastiert.

Bezüglich der ereigniskorrelierten Potentiale wurde eine selektive Verarbeitung der emotionalen Worte um 200-300ms nach Stimulusbeginn erwartet, die sich in einer frühen posterioren Negativierung für angenehme und unangenehme Worte relativ zu neutralen Worten zeigen sollte. Dies wurde sowohl in der Bedingung ohne Interstimulusintervall (RSVP) für zwei unterschiedliche Präsentationsgeschwindigkeiten erwartet (330ms bzw. 600ms pro Wort), als auch in der Bedingung mit Interstimulusintervall (ISI), ebenfalls für die beiden Präsentationsgeschwindigkeiten 330ms und 600ms. Die Verwendung sinnloser, orthographisch korrekter (Pseudoworte) und sinnloser, orthographisch inkorrekt (Letterstrings) hatte den Zweck, das Zeitfenster der semantischen Verarbeitung über die Versuchspersonen hinweg festzustellen und damit die Hypothese der lexikalischen Verarbeitung in diesem Zeitbereich abzusichern.

Die Pseudoworte und Letterstrings dienten zusätzlich einer Konkretisierung der kortikalen Korrelate selektiver emotionaler Informationsverarbeitung: Es wurde erwartet, dass die EPN als Indikator früher semantischer Verarbeitung nur bei den affektiven Worten auftritt und nicht zwischen Stimuli korrekter deutscher Wortform (Worte, Pseudoworte) und orthographisch falschen Stimuli (Letterstrings) differenziert.

Zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse der vier Präsentationsbedingungen wird hier nicht wie im Ergebnisteil getrennt nach den Bedingungen vorgegangen, sondern die Ergebnisse spezifisch für die einzelnen ERP-Komponenten (emotionale Valenz- und kategoriale Effekte) erörtert.

6.2.1. Emotionale Modulation im Zeitbereich der EPN

In der Bedingung RSVP-330 wurde festgestellt, dass die positiven, angenehmen Worte im Zeitbereich der EPN von 200-300ms bilateral über temporo-okzipitalen Elektrodenclustern signifikant negativere Potentiale hervorrufen als negative, unangenehme Worte. Linkshemisphärisch war dieser Effekt stärker ausgeprägt und es zeigten sich hier auch signifikant negativere Amplituden auf positive verglichen mit neutralen Worten. Die Pseudoworte und Letterstrings lösten unabhängig von ihrer Valenz vergleichbare Potentiale aus, was angesichts der Tatsache, dass Pseudoworte und Letterstrings keine semantische Bedeutung beinhalten, nicht verwundert.

Im Gegensatz zu dem in der Bedingung RSVP-330 erhaltenen Interaktionseffekt von Kategorie und Valenz wurden in der RSVP-600-Bedingung Haupteffekte von Kategorie und Valenz gefunden, die nach sorgfältigen Post-hoc-Überprüfungen jedoch Ergebnisse ergaben, die sich mit denen von RSVP-330 decken: Angenehme Worte lösten auch hier signifikant negativere EPN-Amplituden als negative und neutrale Worte aus.

Damit ergaben sich in den Bedingungen RSVP-330 und RSVP-600 übereinstimmend die stärksten Effekte, also erhöhte negative Potentiale auf angenehme Substantive relativ zu unangenehmen oder neutralen Worten.

Linkshemisphärisch wurde in der Bedingung RSVP-600 darüber hinaus eine signifikant erhöhte Negativierung auf positive und negative verglichen mit neutralen Worten gefunden, wobei die Differenz zwischen positiven und neutralen Worten wesentlich stärker ausgeprägt war. Dies bestätigt partiell den Befund von Kissler und Mitarbeitern, dass die linke Hemisphäre im Zeitbereich der EPN nach dem emotionalen Arousal der Worte differenziert (Kissler et al., 2007).

Das hier erhaltene Ergebnis einer linkshemisphärisch erhöhten Reaktion auf emotionale Worte steht teilweise im Kontrast zu der in RSVP-330 gefundenen links-lateralisiert stärkeren Negativierung auf angenehme Worte im Gegensatz zu neutralen und unangenehmen Worten. Wobei jedoch auch in der RSVP-600-Bedingung die positiven Substantive die größten EPN-Auslenkungen hervorriefen.

Wie bereits oben erwähnt, zeigte sich in der Bedingung ISI-330 im Zeitfenster der EPN (180-280ms) ebenfalls eine Modulation der EPN durch die positiven Worte: Die angenehmen Wortinhalte lösten hier relativ negativere Potentiale aus als die

neutralen Worte. Ein Trend der wiederum nicht innerhalb der Pseudoworte und Letterstrings auftrat.

In der Bedingung ISI-600 waren die emotionalen EPN-Reaktionen ebenso wie in ISI-330 schwächer als in den beiden RSVP-Bedingungen ausgeprägt. Trotzdem zeigten sich auch hier signifikant relativ negativere EPN-Amplituden auf positive in Relation zu neutralen Substantiven und schwächer ausgeprägt auf negative vs. neutrale Worte. Dieser Valenzeffekt trat wie in allen anderen Bedingungen auch, nicht innerhalb der Pseudoworte und Letterstrings auf.

Zusammenfassend kann entgegen der Erwartung einer EPN-Modulation durch positive und negative Substantive festgestellt werden, dass in dieser Studie in allen Bedingungen die angenehmen Worte im Vergleich zu den neutralen zu größeren EPN-Amplifikationen führten. Wo sich eine Differenz auch zwischen unangenehmen und neutralen Begriffen ergab (RSVP-600, linkshemisphärisch; ISI-600), zeigte sich dort ebenso eine besonders präferierte Verarbeitung der positiven Worte.

Diese bevorzugte Prozessierung angenehmer Wortinhalte wurde bislang nur in späteren Zeitfenstern (LPP) gefunden (Herbert et al., 2006; Herbert et al., 2008; Schapkin et al., 2000), während frühere Stufen der Verarbeitung (< 300ms) auf das Arousal der Stimuli und nicht ihre Valenz zu reagieren schienen (Herbert et al., 2006; Herbert et al., 2008; Kissler et al., 2007).

Die präferierte Weiterverarbeitung (LPP) angenehmer Reize wird damit erklärt, dass positive Informationen bei gesunden Probanden stimmungskongruent sind (Diener & Diener, 1996) und deshalb bevorzugt verarbeitet werden im Gegensatz zu stimmungsinkongruenten negativen Reizen (Ferré, 2003; Kim Guenther, 1988). Umgekehrt konnte bei depressiven Personen dieser „positivity bias“ nicht festgestellt werden bzw. ein negativer Verarbeitungsbias (Deldin, Keller, Gergen & Miller, 2001; Matt, Vázquez, Campbell, 1992; Überblick: Kim Guenther, 1988).

Der „positivity bias“ gesunder Personen tritt nicht nur bei induziertem positivem Affekt auf (Ferré, 2003; Kiefer et al., 2007) und resultiert in einer tieferen Enkodierung und einem besseren Gedächtnis für angenehme im Kontrast zu unangenehmen oder neutralen Stimuli. Dies wird durch die Recall-Ergebnisse bestätigt, die einen Verarbeitungsvorteil v.a. für die positiven Worte zeigen.

Damit lassen sich die hier gefundenen EPN-Effekte für angenehme Stimuli ebenfalls mit einem stimmungskongruent positiven Verarbeitungsbias erklären, der in Situationen vorliegt, wo keine andere Stimmung experimentell induziert wurde (Diener & Diener, 1996).

Der Fokus auf positive Worte hängt möglicherweise auch mit den Valenzbewertungen der Substantive durch die Versuchsteilnehmer zusammen: Sie beurteilten die negativen Worte weniger unangenehm als die zugrundeliegende Normstichprobe, was die Aufmerksamkeitsausrichtung auf die positiven Worte begünstigt haben könnte. Die negativen Worte zogen im Gegensatz zu anderen Studien (Kissler et al., 2007; Herbert et al., 2008) also möglicherweise aufgrund ihrer Valenzbewertung weniger Aufmerksamkeit auf sich als die positiven Worte.

Des Weiteren folgte im Experiment den Worten keine negative oder positive Konsequenz nach, so dass (über die Wiederholungen hinweg) von einer sicheren Umwelt ausgegangen werden konnte und damit Vermeidungstendenzen reduziert wurden und Annäherungstendenzen zunahm (Zajonc, 2001). Damit kann die Darbietung der Reize in Form von bloßer Stimulusexposition und die mehrfache Wiederholung der Worte bei der Präsentation zur Präferenz für die angenehmen Stimuli beigetragen haben.

Der „positivity offset“, eine stärkere Reaktion des Annäherungssystems bei mäßigen Arousalleveln (Cacioppo et al., 1997, 2001; Ito & Cacioppo, 2005) kann teilweise als Erklärung dienen: Zwar wurden positive (und negative) Worte von den Versuchspersonen signifikant weniger erregend als von der Normstichprobe gewertet, aber es gab keinen signifikanten Unterschied bezüglich des Arousal der positiven und negativen Substantive. Denkbar wäre jedoch, dass visuell präsentierte Worte weniger aufregende Reize darstellen als entsprechende bildliche Darstellungen, auch wenn beide Stimuli vergleichbare SAM-Ratings (Bradley & Lang, 1994) erhalten. Daher könnte, wenn keine starken persönlichen Assoziationen für ein Wort vorliegen (wie in verschiedenen klinischen Populationen, Überblick: Kissler et al., 1996) bei verbalem Material ein „positivity offset“ erwartet werden (Herbert et al., 2006).

Die hier gefundene bessere Verarbeitung angenehmer Substantive steht partiell im Einklang mit den von Bradley et al. (Bradley, Hamby, Löw & Lang, 2007)

diskutierten Befunden einer teilweise besonders ausgeprägten EPN für sexuelle Bildinhalte (z.B. Schupp et al., 2007; Schupp, Stockburger et al., 2006). Dies wird jedoch der Tatsache Rechnung getragen, dass erotische Bilder perzeptuell eher einfach strukturiert sind im Gegensatz zu Bildern mit einem anderen affektiven oder neutralen Inhalt. Bradley und Kollegen (Bradley et al., 2007) argumentieren, dass frühe Stufen der Verarbeitung (ab 150ms) mit der Komplexität des gezeigten Materials zusammenhängen und nicht mit dessen Emotionalität. So führten einfache Bilder im Zeitbereich von 150-250ms zu erhöhten negativen Reaktionen über posteriore Sensoren als komplexere Szenen. Dass Unterschiede in der Komplexität der Worte zu den in dieser Studie gefundenen EPN-Effekten beigetragen haben, kann jedoch ausgeschlossen werden. Worte stellen im Gegensatz zu Bildern symbolische Stimuli dar, die eine geringere visuelle Komplexität als Bilder aufweisen (Herbert et al., 2008). Einfluss auf die Komplexität der Worte haben damit weniger ihr allgemeines Erscheinungsbild, sondern Variablen wie Wortlänge, Worthäufigkeit oder Konkretheit. Diese waren jedoch bei der Stimulusauswahl berücksichtigt worden und die emotionalen Wortgruppen (positiv, negativ, neutral) waren bezüglich dieser linguistischen Parameter angeglichen worden.

Insgesamt wurde ein stärkerer EPN-Effekt in den beiden RSVP-Bedingungen als in den ISI-Bedingungen v.a. als in ISI-600 gefunden. Dieser Unterschied könnte zum einen auf die geringe Anzahl der in die Analyse eingegangenen Daten von 17 Versuchspersonen zurückzuführen sein und sich damit bei einer größeren Stichprobe nivellieren. Zum anderen scheint diese Diskrepanz mit der methodischen Variation der Präsentationsart zusammenzuhängen und nicht ein systematischer Effekt der Präsentationsreihenfolge zu sein, da die Reihenfolge der Bedingungen (RSVP-330, RSVP-600, ISI-330, ISI-600) randomisiert worden war. Bisherige Wortstudien zeigen, dass frühe kortikale Amplifikationen auf emotionale Nomen und Adjektive bei schnelleren Präsentationsraten (3Hz) stärker ausgeprägt sind als in langsameren (1Hz) (Herbert et al., 2008; Kissler et al., 2007). Bei schnellerer Reizpräsentation führt die limitierte Aufmerksamkeit dazu, dass Stimuli um Aufmerksamkeitsressourcen konkurrieren müssen um korrekt identifiziert zu werden (Überblick: Potter, 2005).

Von einem evolutionären Standpunkt aus gesehen ist die erhöhte visuelle Verarbeitung emotional signifikanter Stimuli im Kontext von limitierten Aufmerksamkeitsressourcen insofern nützlich, als im evolutionären Sinne relevante Stimuli so nicht übersehen werden können. Zwar ist die Botschaft geschriebener Stimuli nicht unbedingt lebensbedrohlich oder lebensrettend, doch sie könnte es sein, und dieser phylogenetisch alte Mechanismus mag sich über diverse Stimuluskategorien hinweg (Bilder, Gesichter, Worte) generalisiert haben (Herbert et al., 2008).

Ergebnisse verschiedenster Untersuchungen zeigen darüber hinaus, dass sogar unbewusst präsentierte emotionale Worte entsprechende somato-viszerale und kortikale Reaktionen hervorrufen (Bernat et al., 2001; Naccache et al., 2005; Silvert et al., 2004).

Im ISI-Paradigma ist aufgrund des Interstimulusintervalles keine unbedingte Notwendigkeit einer schnellen präferierten Verarbeitung emotional signifikanter Stimuli gegeben, sondern es könnte sein, dass in diesen Bedingungen gerade die späteren LPP-Komponenten eine erhöhte Reaktivität auf den emotionalen Wortinhalt zeigen. Dies wurde jedoch in vorliegender Arbeit nicht weiter analysiert.

Die Studien von Schupp und Kollegen zur emotionalen Bildverarbeitung beinhalteten neben RSVP-Designs kein ISI-Paradigma wie in dieser Diplomarbeit, sondern präsentierten ihre Stimuli häufig blockweise mit Intertrial-Intervallen (RSVP: z.B. Junghöfer et al., 2001; Schupp, Junghöfer et al., 2003b; Intertrial-Intervall: z.B. Schupp, Cuthbert et al., 2004; Schupp, Junghöfer et al., 2003a), so dass entsprechende Vergleichswerte für Bilder im ISI-Paradigma nicht zur Verfügung stehen. Ebenso wurde die Modulation der EPN durch emotionale Wortinhalte bislang nur im RSVP-Design mit verschiedenen Präsentationsraten repliziert (Herbert et al., 2008; Kissler et al., 2007; Winkler et al., 2006).

Im Gegensatz zur der bei emotionalen Bildern gefundenen EPN, die häufig eine rechtshemisphärische Dominanz aufweist (z.B. Junghöfer et al., 2001; Schupp, Junghöfer et al., 2004; Schupp et al., 2003b), zeigt sich in den Ergebnissen der Bedingungen RSVP-330 und RSVP-600 ein linkshemisphärisch stärkerer Anteil bei der Verarbeitung emotionaler Worte. Dies steht in Übereinstimmung mit der von Kissler et al. (2007) gefundenen linksdominanten ERP-Modulation durch emotionale Worte sowie den Ergebnissen von fMRI-Studien, die spezifisch eine Aktivierung der Amygdala der linken Hemisphäre durch emotionale linguistische

Stimuli nahelegen (Herbert et al (submitted); Strange, Henson, Friston & Dolan, 2000). Eine Läsionsstudie konnte ebenfalls nachweisen, dass eine erhöhte Wahrnehmung emotionaler Worte spezifisch von der linken Amygdala abhängt (Anderson & Phelps, 2001): Gesunde Probanden zeigten eine erhöhte perzeptuelle Verarbeitung aversiver Worte, was bei Probanden mit linksseitig oder bilateral geschädigter Amygdala nicht der Fall war.

Da die hier gefundenen Effekte der emotionalen Modulation kortikaler Reaktionen in dem von Schupp et al. berichteten Zeitbereich der EPN auftreten (z.B. Schupp et al., 2003a,b; Schupp, Junghöfer et al., 2004), liegt der Einfluss emotionaler Prozesse auf frühe Stadien der Wortverarbeitung ähnlich wie bei der Bildverarbeitung nahe.

Die Interpretation der EPN als Indikator für eine früh stattfindende konzeptuelle/semantische Analyse erfährt auch durch aktuelle Befunde psycholinguistischer Studien Unterstützung, die ebenfalls auf eine frühe Analyse semantischer Wortaspekte hinweisen.

Als Index früher semantischer Verarbeitung konnte das sogenannte „Recognition Potential“ (RP) wiederholt nachgewiesen werden (z.B. Martín-Loeches, Hinojosa, Gómez-Jarabo & Rubia, 1999, 2001; Rudell, 1992), das mit der semantischen Wortbedeutung variiert. Diese Komponente zeigt sich in einer parieto-okzipitalen Negativierung um 250ms maximal ausgeprägt und wird automatisch ausgelöst durch sprachliches Stimulusmaterial (Hinojosa et al., 2004). Bedeutungsvolle Worte lassen sich anhand des RP von bedeutungslosen Pseudoworten und Letterstrings unterscheiden, ebenso lösen konkrete Worte ein stärker ausgeprägtes RP aus als abstrakte Worte (Martín-Loeches, Hinojosa, Fernández-Frías, Rubia, 2001).

Übereinstimmend damit konnten auch von Dehaene (1995) ab 260ms nach Wortbeginn in temporo-parietalen Bereichen je nach semantischer Wortkategorie (z.B. Verben, Tiere, Personen) spezifische negative ERPs festgestellt werden. Da die visuelle Erscheinung der Stimuli keinen Hinweis über ihre kategoriale Zugehörigkeit gab, wird das Ergebnis im Sinne eines früh stattfindenden Zugangs zu lexikalischem/semantischem Wissen interpretiert.

Aufgrund der Parallelen zwischen „Recognition Potential“ (RP) und „Early Posterior Negativity“ (EPN) bezüglich ihrer Latenz, Topographie und Sensitivität gegenüber semantischer Wortbedeutung, werden die hier gefundenen, durch Emotionalität modulierten kortikalen Reaktionen, als semantische Analyseprozesse interpretiert.

Obwohl die Aufgabenstellung (Lesen ohne weitere Instruktion) keine bewusste Aufmerksamkeitslenkung auf emotionale Aspekte der Worte beinhaltete, wurden konsistent über die Bedingungen RSVP-330, RSVP-600, ISI-330 und ISI-600 EPN-Modulationen gefunden, die mit der affektiven Bedeutung der Worte variierten. Die Verarbeitung emotionaler Worte, insbesondere der angenehmen, war in diesen Bedingungen mit negativeren Potentialmustern assoziiert als die Verarbeitung neutraler Worte.

6.2.2. Emotionale Modulation im Zeitbereich der N1

Die P1- bzw. N1-Komponente war in allen Bedingungen analysiert worden, um in diesem Zeitbereich stattfindende prälexikalische Zugriffsprozesse kontrollieren zu können.

In der Bedingung ISI-330 konnte im Gegensatz allen anderen Bedingungen im Zeitbereich der N1 (104-180ms) linkshemisphärisch über posterioren Arealen eine signifikante Erhöhung negativer Potentiale auf angenehme verglichen mit unangenehmen und neutralen Wortinhalten festgestellt werden.

Im Gegensatz zum RSVP-Paradigma ist bei einer visuellen Präsentation mit Interstimulusintervall eine Detektion solch früher ERP-Komponenten möglich, da ausgeschlossen werden kann, dass diese ERP-Modulationen durch späte ERPs des vorausgegangenen Stimulus überlagert werden.

Die hier gefundene sehr frühe emotionale Differenzierung könnte somit auf das Interstimulusintervall zurückgeführt werden, wo möglicherweise nicht wie im RSVP-Design, eine sofortige Interferenz und Aufmerksamkeitsablenkung aufgrund einer konzeptuellen Maskierung auftritt (Smith et al., 2006).

Das bei RSVP-Designs auftretende Aufmerksamkeitsdefizit wird anhand des „attentional blink“-Designs demonstriert. Versuchspersonen sollten zwei Zielreize innerhalb eines Stromes von Distraktoren identifizieren (Raymond et al., 1992). Dabei stellte sich heraus, dass die Aufmerksamkeit auf den ersten Zielreiz die Fähigkeit den zweiten Zielreiz zu erkennen beeinträchtigt, wenn dieser innerhalb von 200-500ms nach dem ersten Zielreiz präsentiert wird. Dies war nicht der Fall, wenn unmittelbar nach dem ersten Zielreiz ein leerer Bildschirm gezeigt wurde. Die Autoren schlussfolgern daraus, dass die temporäre Unterdrückung der visuellen

Aufmerksamkeit durch die Verarbeitung und Speicherung des ersten Zielreizes zustandekommt.

Es konnte jedoch auch – u.a. in RSVP-Designs – gezeigt werden, dass die affektive Bedeutung von Worten deren Verarbeitung auch während dieser Perioden von reduzierter Aufmerksamkeit vereinfacht, was durch eine gesteigerte sensorische Verarbeitung emotionaler Worte (angenehmer und unangenehmer) reflektiert wird (Anderson & Phelps, 2001; Keil & Ihssen, 2004; Keil, Ihssen & Heim, 2006).

Deswegen bleibt vorerst abzuwarten, ob der hier gefundene frühe N100-Effekt für positive Substantive wie es die Ergebnisse der ISI-330-Bedingung nahe legen, tatsächlich einen zeitlich vor der EPN einsetzenden attentionalen Bias im Sinne eines für angenehme gegenüber unangenehmen Wortinhalten verbesserten lexikalischen Zugriffsprozesses reflektiert. Umso mehr als dass bisherige EEG-ERP Studien eher a) eine raschere und verbesserte Detektion unangenehmer gegenüber angenehmen Stimuli (Bilder, Gesichter und Wörter) (z.B. Bernat et al., 2001; Schupp, Öhman et al., 2004) bzw. b) eine stärkere selektive Verarbeitung für sowohl unangenehme als auch angenehme Reize implizieren (z.B. Kissler et al., 2007; Ortigue et al., 2004; Schupp, Junghöfer et al., 2004). Auf der anderen Seite sei aber angemerkt, dass durchaus einige behaviorale Studien in welchen emotionale und neutrale Worte lexikalisch diskriminiert werden mussten, kürzere Reaktionszeiten und bessere Diskriminierung für angenehme als für unangenehme und neutrale Worte berichten (Atchley, Ilardi & Enloe, 2003; Carretié et al., 2007; Dahl, 2001; Feyereisen, Malet & Martin, 1986; Stenberg, Wiking & Dahl, 1998).

ERP-Unterschiede zwischen emotionalen und neutralen Worten im Zeitbereich der P1/N1 scheinen darüber hinaus keine semantische Analyse, sondern extralinguistische Prozesse wie konditionierte Reaktionen zu reflektieren (z.B. Montoya et al., 1996; Stolarova et al., 2006). Eine extrem schnelle Unterscheidung zwischen emotionalen und neutralen Stimuli kann damit bereits zeitlich vor der semantischen Analyse erwartet werden, wenn kortikale Reaktionen emotional signifikanter Worte hauptsächlich auf konditionierten Reaktionen basieren (Montoya et al., 1996; Stolarova et al., 2006 siehe in Herbert et al., 2008). Ausgehend von einer sequentiellen Analyse der Wortverarbeitung findet der Zugang zum semantischen Wortinhalt erst nach der Analyse der Wortform statt, ist also nicht früher als ab 200ms zu erwarten (z.B. Cohen et al., 2000; Dehaene, 1995) (siehe Punkt 2.3.3.). Die berichteten Ergebnisse einer kategorialen Modulation der ERPs von

200-300ms mit einer Differenzierung zwischen sinnvollen Worten auf der einen Seite und sinnlosen Pseudoworten und Letterstrings auf der anderen zeugen ebenfalls von einer lexikalisch-semanticen Verarbeitung in diesem Zeitbereich, jedoch nicht in früheren Zeitfenstern.

Möglicherweise existieren jedoch bei jedem Menschen für einige Wortformen konditionierte Bedeutungen, so dass der hier gefundene Effekt einer präferierten Verarbeitung der positiven Worte auf für diese Worte existierende Reiz-Reaktionsverbindungen zurückgehen könnte. Hinweise dafür finden sich in Studien mit Schmerzpatienten, die im Gegensatz zu einer gesunden Kontrollgruppe erhöhte N1-Reaktionen auf schmerzrelevante Worte im Vergleich neutralen Worten zeigten (Flor, Knost & Birbaumer, 1997; Knost, Flor, Braun & Birbaumer, 1997). Da in vorliegender Untersuchung nur die Daten von klinisch gesunden Probanden berücksichtigt wurden, können starke negative Assoziationen mit den Worten ausgeschlossen werden.

Die hier gefundene sehr frühe präferierte Verarbeitung angenehmer Wortinhalte könnte in Verbindung mit einem positiven Verarbeitungsbias bei gesunden Personen (Diener & Diener, 1996; Ferré, 2003; Kim Guenther, 1988) Hinweise für eine eventuell bei einigen positiven Worten vorliegende Reiz-Reaktionsverbindung geben.

Die Modulation der N100 ist in dieser Studie auf die ISI-330-Bedingung beschränkt, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass dies kein robuster Effekt ist, da die konditionierte Bedeutung wahrscheinlich nicht bei allen Worten vorliegt und kontextabhängige Einflüsse nicht ausgeschlossen werden können.

Überraschenderweise differenzierte die N1 linkshemisphärisch auch zwischen emotionalen und neutralen Pseudoworten, die N100-Amplituden für die emotionalen Pseudoworte waren negativer ausgeprägt als für die neutralen.

Eine mögliche Erklärung dieser elektrokortikalen Differenzierung zwischen emotionalen und neutralen Pseudoworten liegt in ihrer Generierung aus realen Worten und der insgesamt viermal wiederholten Reizpräsentation im Experiment, was zu unerwarteten aber in der Literatur durchaus berichteten perzeptuellen Primingeffekten geführt haben könnte (Bölte, o.J.; Deacon, Dynowska, Ritter & Grose-Fifer, 2004; Orfanidou, Marslen-Wilson & Davis, 2006; Whitlow, 1990): Demzufolge bestünde bei wiederholter Darbietung ein und desselben Reizmaterials die

Möglichkeit, dass einige Pseudoworte auf ihre „ursprünglichen“ Worte zurückgeführt wurden und ihnen somit semantische Bedeutung zugeordnet werden konnte, was tatsächlich einige Versuchspersonen nach dem Experiment berichteten.

Da sich in der vorliegenden Studie weder diese N1-spezifischen perzeptuellen Primingeffekte noch mögliche wiederholungsbedingte konzeptuelle Primingeffekte in späteren Zeitbereichen konsistent in allen Präsentationsbedingungen und für alle Versuchspersonen nachweisen ließen, wurde derartigen spezifischen Effekten bislang nicht weiter systematisch nachgegangen.

6.2.3. Kategoriale Modulation im Zeitbereich der EPN

Im Zeitbereich der EPN waren neben emotionalen Modulationen kortikaler Verarbeitungsprozesse auch Unterschiede in der hemisphärischen Regulation hinsichtlich der Verarbeitung emotionaler Worte postuliert worden.

Links- und rechshemisphärisch wurden konsistente Potentialmuster in Abhängigkeit von der Wortkategorie gefunden, welche die Interpretation der EPN als Indikator für semantische Analyse stützen. Ausgehend von einer Linksateralisierung der Sprachverarbeitungsprozesse (z.B. Dehaene, 1995; Martín-Loeches, Hinojosa, Fernández-Frías, Rubia, 2001; Thierry, et al., 2003) war eine linkshemisphärisch erhöhte Reaktion auf die Worte erwartet worden.

Zunächst soll auf die linkslateralisierten Effekte der Wortkategorie im Zeitbereich von 200-300ms eingegangen werden, um dann die rechtslateralisierten Effekte der einzelnen Präsentationsbedingungen miteinander zu vergleichen.

In den Bedingungen RSVP-330 und RSVP-600 erreichten die Worte linkshemisphärisch signifikant negativere Amplituden als die sinnlosen Pseudoworte und Letterstrings. Diese Reizdiskrimination weist auf eine linkslateralisierte Verarbeitung von lesbarem, semantisch sinnvollem Wortmaterial hin.

Pseudoworte und Letterstrings lösten in beiden RSVP-Bedingungen vergleichbare Potentiale aus.

Diese linkshemisphärisch stärkere Reaktion auf sprachlich sinnvolles Material ist konsistent mit der wiederholt gefundenen Linkslateralisierung der Sprachverarbeitung (z.B. Binder, et al., 1997; Jung, Altenmüller & Natsch, 1984; Molfese & Betz, 1988; Thierry et al., 2003; Woods, 1983).

Über einen Zugang zu lexikalisch-semanticem Wissen ab 250ms nach Wortbeginn berichtet auch Dehaene (1995), wobei ebenfalls eine linkshemisphärisch dominante negative ERP-Reaktion über temporo-parietalen Bereichen festgestellt wurde.

Auch Cohen et al. (2000) zeigten unabhängig von einer Präsentation im linken bzw. rechten visuellen Feld ab 200ms eine linkslateralierte Negativierung in temporalen Arealen insbesondere im linken fusiformen Gyrus auf Worte stärker ausgeprägt als auf Nichtworte. Dieses Ergebnis wird von den Autoren mit semantischer Verarbeitung in Verbindung gebracht und steht in Übereinstimmung mit der Annahme einer für visuell präsentierte Worte besonders responsiven Region des visuellen Cortex, der „Visual Word Form Area“. Diese wurde innerhalb des linken fusiformen Gyrus lokalisiert und entwickelt sich vermutlich im Laufe der Ontogenese aus präexistierenden Strukturen durch progressive funktionale Spezialisierung (Cohen et al., 2000; McCandliss, Cohen & Dehaene, 2003).

Die hier gefundene linkshemisphärische Differenzierung der Potentiale zwischen Worten und den ebenfalls orthographisch korrekten Pseudoworten weist darauf hin, dass diese Diskrepanz auf semantische Analyse zurückgeht. Wäre die EPN ein Indikator für Wortform, würden sich die kortikalen Potentiale auf Worte und Pseudoworte nicht voneinander unterscheiden, sondern nur gegenüber den Letterstrings differieren. Damit kann die in dieser Untersuchung gefundene erhöhte linkshemisphärische Negativierung auf Worte im Gegensatz zu bedeutungslosen Pseudoworten und Letterstrings im Zeitbereich der EPN als Indikator für frühe semantische Zugriffsprozesse der linken sprachdominanten Hemisphäre interpretiert werden.

Rechtshemisphärisch zeigten sich ebenfalls von der Wortkategorie modulierte Potentialverläufe mit übereinstimmenden Ergebnissen in den Bedingungen RSVP-330, RSVP-600 und ISI-330.

Im Zeitbereich der EPN ergaben sich rechtshemisphärisch in temporo-okzipitalen Arealen auf die Letterstrings verglichen mit den Worten und Pseudoworten signifikant erhöhte Negativierungen, die Potentiale von Worten und Pseudoworten differierten nicht voneinander. Damit wurde für die rechte Hemisphäre eine verstärkte negative Reaktivität auf unlesbares sinnloses Wortmaterial über die Bedingungen hinweg bestätigt.

Die rechte Hemisphäre wurde in zahlreichen Studien mit kreativen Leistungen (z.B. Harpaz, 1990; Folley & Park, 2005; Martindale, Hines, Mitchell & Covello, 1984; Weinstein & Graves, 2001, 2002), dem Verständnis von Metaphern und entfernten semantischen Beziehungen (Anaki, Faust & Kravetz, 1998; Brownell, Simpson, Bihle, Potter & Gardner, 1990; Hagoort et al., 2006; Schmidt, DeBuse & Seger, 2007) in Verbindung gebracht.

Primingstudien konnten die Hypothese einer Beteiligung des rechtshemisphärischen semantischen Systems bei der Verarbeitung entfernter semantischer Informationen bestätigen (z.B. Beeman, et al. 1994; Faust & Lavidor, 2003; Kiefer, Weisbrod, Kern, Maier & Spitzer, 1998).

Sowohl links- als auch rechtshemisphärisch wurden im Zeitbereich der EPN von 200-300ms (RSVP) bzw. von 180-280ms (ISI) konsistente Unterschiede in der hemisphärischen Regulation hinsichtlich der Wortverarbeitung gefunden. Rechtshemisphärisch zeigte sich eine verstärkte Prozessierung der Letterstrings, während linkshemisphärisch die Worte erhöhte negative Potentiale hervorriefen im Gegensatz zu den Pseudoworten und Letterstrings.

Die fehlende Differenz der Potentiale zwischen Reizen korrekter Wortform (Worten, Pseudoworten) und inkorrektter Wortform (Letterstrings) weist darauf hin, dass die EPN eben kein Indikator für die Erkennung einer korrekten Wortform ist, sondern frühe semantische Zugriffsprozesse reflektiert.

Die Hypothese der EPN als Indikator für semantische Analyse erfährt damit einerseits durch die in dieser Studie gefundene emotionale Modulation Unterstützung, die eine verstärkte Prozessierung angenehmer Worte in frühen Zeitbereichen (< 300ms) nahelegt. Andererseits wird diese Interpretation der EPN durch die beschriebene kategoriale Modulation bestätigt. Die linkshemisphärische Differenzierung von 200-300ms zwischen semantisch korrekten Worten und bedeutungslosen Pseudoworten zeigt, dass der Zeitbereich für lexikalische Verarbeitungsprozesse exakt im Zeitfenster der EPN liegt.

Die fehlende Signifikanz der kategorialen Modulation in der Bedingung ISI-600 wird aufgrund des knappen Ergebnisses auf die zu geringe Datenmenge zurückgeführt, da der Trend Hinweise für mit den anderen Bedingungen korrespondierende

Ergebnisse zeigt. Es könnte jedoch auch sein, dass sich entsprechende Potentiale erst in späteren LPP-Amplituden stärker manifestieren.

6.3. Schwierigkeiten und Ausblick

In vorliegender Diplomarbeit wurden nur studentische Versuchspersonen im Alter von unter 30 Jahren untersucht. Darüber hinaus mussten die Daten von 10 Versuchspersonen aus der Analyse ausgeschlossen werden, einerseits wegen artefaktbeladener Daten, andererseits auch um eine klinisch gesunde Stichprobe zu gewährleisten. Damit fanden von insgesamt 27 untersuchten Probanden nur 17 Eingang in die Untersuchung. Um eine optimale externe Validität zu erreichen, wäre es notwendig auch andere Altersgruppen mit unterschiedlichem Bildungshintergrund zu berücksichtigen. Des Weiteren wäre eine Folgestudie mit einer größeren Stichprobe sinnvoll, um die erhaltenen Ergebnisse bestätigen und ausweiten zu können. So wäre etwa die Berücksichtigung der Variable „Geschlecht“ sinnvoll, um etwaige Unterschiede der semantischen Verarbeitung hinsichtlich Latenz und Topographie bei Männern und Frauen deutlich zu machen (z.B. Graves, Landis & Goodglass, 1981; Schirmer & Kotz, 2003; Schirmer, Kotz & Friederici, 2002).

Bei Verwendung von aus realen Worten generierten Pseudoworten, die einer orthographisch korrekten Wortform entsprechen, besteht immer die Gefahr, dass über mehrere Wiederholungen hinweg in den Pseudoworten das Ursprungswort und damit die semantische Bedeutung erkannt wird. Eine größere Stichprobe würde eine weitere Unterteilung in mehrere Gruppen erlauben, die mit einer unterschiedlichen Anzahl an Wiederholungen konfrontiert werden könnten, so dass der Einfluss der Häufigkeit der Wiederholungen systematisch untersucht werden kann.

In dieser Arbeit wurden die aufgezeichneten EEG-Daten nur für frühe Zeitbereiche (< 300ms) statistisch analysiert. Wie in der Diskussion bereits erwähnt, könnten gerade im ISI-Paradigma erst nach 300ms noch emotionale und/oder kategoriale Modulationen der ERPs auftreten. Um sich einen Überblick über den gesamten Zeitverlauf der Verarbeitung emotionaler Worte zu verschaffen, sollte eine Folgeauswertung die Daten aus späteren Zeitbereichen (N400, LPP) berücksichtigen.

7. Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Diplomarbeit bestand in der Untersuchung des zeitlichen Verlaufs emotionaler Wortverarbeitung. Von besonderem Interesse war die in früheren Untersuchungen mit Bildern und Worten gefundene Modulation der frühen posterioren Negativierung (EPN) durch die emotionale Bedeutung der Stimuli in einem Zeitbereich von 200-300ms.

Dazu wurden die ereigniskorrelierten Potentiale (ERPs) mittels eines 256-Kanal-EEGs von 27 Versuchspersonen aufgezeichnet, während ihnen positive, negative und neutrale Worte sowie Pseudoworte und Letterstrings dargeboten wurden.

Variiert wurden die Darbietungszeit pro Wort (330ms, 600ms) und das Darbietungsparadigma (RSVP, ISI) um Überlagerungseffekte auszuschließen und die Stabilität des EPN-Effektes über die schnelle serielle visuelle Reizpräsentation (RSVP) hinaus auch bei Präsentationen mit Interstimulusintervall (ISI) nachzuweisen. Aufgabe der Probanden war, die Substantive ohne weitere Instruktion zu lesen, um die Aufmerksamkeit nicht bewusst auf emotionale Aspekte der Worte zu lenken. Am Schluss des Experimentes erfolgte ein überraschender freier und verzögerter Recall.

Die Analyse der ERPs ergab einen entscheidenden Unterschied im Vergleich zu der bislang gefundenen Amplifikation der EPN für emotionale Worte (positive und negative) im Gegensatz zu neutralen Worten (Herbert et al., 2008; Kissler et al., 2007): In allen Bedingungen zeigte sich ein Verarbeitungsvorteil für die positiven Substantive, die im Gegensatz zu neutralen Worten zu erhöhten EPN-Reaktionen führten. Diese präferierte Verarbeitung der positiven Worte spiegelte sich auch in entsprechenden Recall-Ergebnissen wider mit einer besseren und genaueren Erinnerung an angenehme Wortinhalte.

Der ausschließlich bei den Worten gefundene affektdiskriminierende Effekt wird als frühe semantische Reizanalyse interpretiert und legt eine verstärkte frühe visuelle Verarbeitung von perzeptuell einfachen Reizen mit symbolischer, ontogenetisch gelernter emotionaler Signifikanz nahe.

Im Zeitfenster der EPN ergab sich außerdem eine hemisphärenabhängige Regulation der Verarbeitung der verwendeten Wortkategorien (Worte, Pseudoworte, Letterstrings). Im RSVP-Paradigma führten rechtshemisphärisch die Letterstrings zu einer Amplifikation der kortikalen Potentiale im Gegensatz zu Worten und Pseudoworten.

Linkshemisphärisch lösten die Worte eine verstärkte kortikale Reaktion im Gegensatz zu den bedeutungslosen Pseudoworten und Letterstrings aus. Aufgrund der Latenz dieses Effektes und der linkslateralisierten Differenzierung zwischen Worten und Pseudoworten (beide entsprechen orthographisch korrekter Wortform) werden damit semantische Zugriffsprozesse in Verbindung gebracht.

Die Interpretation der EPN als Indikator für lexikalisch-semantische Verarbeitung erfährt damit zum einen durch die bei den Worten gefundene emotionale Modulation Unterstützung. Zum anderen konnte durch die festgestellte Differenzierung zwischen Worten und sinnlosen Pseudoworten das Zeitfenster für lexikalische Verarbeitung im Zeitbereich der EPN von 200-300ms nach Wortbeginn identifiziert werden.

8. Literaturverzeichnis

Amelang, M. & Bartussek, D. (2001). *Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung*, 5. Auflage. Kohlhammer GmbH. Stuttgart.

Anaki, D., Faust, M. & Kravetz, S. (1998). Cerebral hemispheric asymmetries in processing lexical metaphors. *Neuropsychologica*, 36(7), 691-700.

Anderson, A.K., & Phelps, E.A. (2001). Lesions of the human amygdala impair enhanced perception of emotionally salient events. *Nature*, 411, 305-309. URL:

Atchley, R.A., Ilardi, S.S. & Enloe, A. (2003). Hemispheric asymmetry in the processing of emotional content in word meanings: The effect of current and past depression. *Brain and Language*, 84, 105–119.

Baayen, R.H., Piepenbrock, R. & Gulikers, L. (1995). *The CELEX Lexical Database (CD-ROM)*. Linguistic Data Consortium, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA.

Beeman, M., Friedman, R.B., Grafman, J., Perez, E., Diamond, S. & Lindsay, M.B. (1994). Summation priming and coarse semantic coding in the right hemisphere. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 6(1), 26-45.

Begleiter, H. & Platz, A. (1969). Cortical evoked potentials to semantic stimuli. *Psychophysiology*, 6(1), 91–100.

Begleiter, H., Projesz, B. & Garozzo, R. (1979). Visual evoked potentials and affective ratings of semantic stimuli. In: H. Begleiter (Hrsg.), *Evoked Brain Potentials and Behavior* (S. 127–143). Plenum Press, New York.

Bernat, E., Bunce, S. & Shevrin, H. (2001). Event-related brain potentials differentiate positive and negative mood adjectives during both supraliminal and subliminal visual processing. *International Journal of Psychophysiology*, 42, 11–34.

Binder, J.R., Frost, J.A., Hammeke, T.A., Cox, R.W., Rao, S.M. & Prieto, T. (1997). Human brain language areas identified by functional magnetic resonance imaging. *Journal of Neuroscience*, 17(1), 353–362.

Bölte, J. (o.J.). Graded lexical activation by pseudowords in cross-modal semantic priming: Spreading of activation, backward priming, or repair? Institute of Psychology II, WWU Münster. URL: <http://www.hcrc.ed.ac.uk/cogsci2001/pdf-files/0086.pdf>

Bradley, M.M., Codispoti, M., Cuthbert, B.N. & Lang, P.J. (2001). Emotion and Motivation I: Defensive and Appetitive Reactions in Picture Processing. *Emotion*, 1(3), 276-298.

Bradley, M.M., Cuthbert, B.N. & Lang, P.J. (1998a). *Affective Norms for English Words (ANEW). Technical Manual and Affective Ratings*. Gainesville, FL: The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.

Bradley, M.M., Cuthbert, B.N. & Lang, P.J. (1998b). *International Affective Digitized Sounds (IADS). Technical Manual and Affective Ratings*. Gainesville, FL: The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.

Bradley, M.M. & Lang, P.J. (1994). Measuring Emotion: The Self-Assessment Manikin and the semantic differential. *Journal of Behaviour Therapy & Experimental Psychiatry*, 25(1), 49-59.

Brandeis, D., Lehmann D., Michel, C.M. & Mingrone W. (1995). Mapping event-related brain potential microstates to sentence endings. *Brain Topography*, 8(2), 145–159.

Brownell, H.H., Simpson, T.L., Bihrlé, A.M., Potter, H.H. & Gardner, H. (1990). Appreciation of metaphoric alternative word meanings by left and right brain-damaged patients. *Neuropsychologia*, 28(4), 375-383.

Cacioppo, J.T., Gardner, W.L., & Berntson, G.G. (1997). Beyond bipolar conceptualizations and measures: The case of attitudes and evaluative space. *Personality and Social Psychology Review*, 1(1), 3-25.

Cacioppo, J.T., Larsen, J.T., Smith, N.K., Berntson, G.G. (2001). The Affect System. What lurks below the surface of feelings? In: A.S.R. Manstead & N. Frijia (Hrsg.), *Feelings and Emotions* (S. 223-242). Cambridge University Press.

Carretié, L., Hinojosa, J.A., Albert, J., López-Martin, S., De La Gándara, B.S., Igoa, J.M. & Sotillo, M. (2008). Modulation of ongoing cognitive processes by emotionally intense words. *Psychophysiology*, 45(2), 188–196.

Chapman, R.M., McCrary, J.W., Chapman, J.A. & Bragdon, H.R. (1978). Brain responses related to semantic meaning. *Brain and Language*, 5, 195–205.

Chapman, R.M., McCrary, J.W., Chapman, J.A. & Martin, J.K. (1980). Behavioral and neural analyses of connotative meaning: word classes and rating scales. *Brain and Language*, 11, 319–339.

Cohen, L., Dehaene, S., Naccache, L., Lehéricy, S., Dehaene-Lambertz, G., Henaff, M.-A. & Michel, F. (2000). The visual word form area: Spatial and temporal characterization of an initial stage of reading in normal subjects and posterior split-brain patients. *Brain*, 123, 291-307.

Compton, R.J. (2003). The interface between emotion and attention: A review of evidence from psychology and neuroscience. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 2(2), 115-129.

Compton, P.E., Grossenbacher, P., Posner, M.I. & Tucker, D.M. (1991). A cognitive-anatomical approach to attention in lexical access. Special Issue: The University of Oregon Center for Cognitive Neuroscience of Attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3(4), 304-312.

Coulson, S. & Kutas, M. (2001). Getting it: Human event-related brain response to jokes in good and poor comprehenders. *Neuroscience Letters*, 316(2), 71-74.

Dahl, M. (2001). Asymmetries in the processing of emotionally valenced words. *Scandinavian Journal of Psychology*, 42(2), 97–104.

Deacon, D., Dynowska, A., Ritter, W. & Grose-Fifer, J. (2004). Repetition and semantic priming of nonwords: Implications for theories of N400 and word recognition. *Psychophysiology*, 41(1), 60–74.

Dehaene, S. (1995). Electrophysiological evidence for category-specific word processing in the normal human brain. *Neuroreport*, 6, 2153-2157.

Deldin, P.J., Keller, J., Gergen, J.A., & Miller, G.A. (2001). Cognitive bias and emotion in neuropsychological models of depression. *Cognition & Emotion*, 15(6), 787–802.

Diener, E., & Diener, C. (1996). Most people are happy. *Psychological Science*, 7(3), 181–185.

Donchin, E. & Coles, M.G. (1988). Is the P300 component a manifestation of context updating. *Behavioral and Brain Sciences*, 11(1), 357-427.

Faust, M. & Lavidor, M. (2003). Semantically convergent and semantically divergent priming in the cerebral hemispheres: lexical decision and semantic judgment. *Cognitive Brain Research*, 17(3), 585-597.

Federmeier, K.D. & Kutas, M. (1999). A rose by any other name: Long-term memory structure and sentence processing. *Journal of Memory and Language*, 41(4), 469-495.

Ferré, P. (2003). Effects of level of processing on memory for affectively valenced words. *Cognition and Emotion*, 17(6), 859 - 880.

Feyereisen, P., Malet, C., & Martin, Y. (1986). Is the faster processing of expressions of happiness modality-specific? In H.D. Ellis, M.A. Jeeves, F. Newcombe, & A. Young (Hrsg.), *Aspects of face processing* (S. 349-355). Boston: Martinus Nijhoff.

Fischler, I. & Bradley, M. (2006). Event-related potential studies of language and emotion: words, phrases and task effects. In: S. Anders, G. Ende, M. Junghöfer, J. Kissler & D. Wildgruber (Hrsg.), *Progress in Brain Research*, 156 (S. 185-203).

Fischler, I., Mills, C., Kemp, C., & McKay, M. (unpublished abstract). Word emotionality, level of processing and subsequent memory: An ERP analysis. URL: <http://www.psych.ufl.edu/%7EFischler/CM64abstract.html>

Flor, H., Knost, B. & Birbaumer, N. (1997) Processing of pain- and body-related verbal material in chronic pain patients: central and peripheral correlates. *Pain*, 73(3), 413–421.

Folley, B.S. & Park, S. (2005). Verbal creativity and schizotypal personality in relation to prefrontal hemispheric laterality: A behavioral and near-infrared optical imaging study. *Schizophrenia Research*, 80, 271– 282.

Friedrich, C.K., Eulitz, C. & Lahiri, A. (2006). Not every pseudoword disrupts word recognition: an ERP study. *Behavioral and Brain Functions*, 2(36). URL: <http://www.behavioralandbrainfunctions.com/content/pdf/1744-9081-2-36.pdf>

Garnsey, S.M., Tanenhaus, M.K. & Chapman, R.M. (1989). Evoked potentials and the study of sentence comprehension. *Journal of Psycholinguistic Research*, 18 (1), 51–60.

Graves, R., Landis, T. & Goodglass, H. (1981). Laterality and sex differences for visual recognition of emotional and non-emotional words. *Neuropsychologia*, 19, 95-102.

Greenhouse, S.W. & Geisser, S. (1959). On methods in the analysis of profile data. *Psychometrika*, 24, 95-112.

Greenwald, M.K., Cook, E.W. & Lang, P.J. (1989). Affective judgment and psychophysiological response: Dimensional covariation in the evaluation of pictorial stimuli. *Journal of Psychophysiology*, 3, 51-64.

Hagoort, P. , Brown, C.M. & Swaab, T.Y. (1996). Lexical–semantic event-related potential effects in patients with left hemisphere lesions and aphasia, and patients with right hemisphere lesions without aphasia. *Brain*, 119, 627–649.

Hamann, S.B., Ely, T.D., Grafton, S.T. & Kilts, C.D. (1999). Amygdala activity related to enhanced memory for pleasant and aversive stimuli. *Nature Neuroscience*, 2(3), 289-293.

Harpaz, I. (1990). Asymmetry of hemispheric functions and creativity: An empirical examination. *Journal of Creative Behavior*, 24(3), 161–170.

Hautzinger, M., Bailer, M., Worall & H., Keller, F. (1994). *Beck-Depressions-Inventar (BDI). Bearbeitung der deutschen Ausgabe. Testhandbuch*. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Huber.

Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior: A neuropsychological theory*. New York: Wiley.

Herbert, C. (2007). Emotional words obtain priority in processing: Evidence from event-related brain potential and functional magnetic resonance imaging studies. Dissertation. Konstanzer Online-Publikations-System (KOPS) URL: <http://www.ub.uni-konstanz.de/kops/volltexte/2007/2445/>

Herbert, C., Junghöfer, M. & Kissler, J. (2008). Event related potentials to emotional adjectives during reading. *Psychophysiology*, 45, doi: 10.1111/j.1469-8986.2007.00638.x.

Herbert C., Kissler J., Junghöfer M., Peyk P. & Rockstroh B. (2006). Processing of emotional adjectives - Evidence from startle EMG and ERPs. *Psychophysiology*, 43(2), 197-206.

URL: http://w3.ub.uni-konstanz.de/v13/volltexte/2006/2133/pdf/Herbert_et_al2006.pdf

Hinojosa, J.A., Martín-Loeches, M., Casado, P., Muñoz, F., Fernández-Frías, C., & Pozo, M.A. (2001). Studying semantics in the brain: the rapid stream stimulation paradigm. *Brain Research Protocols*, 8(3), 199-207.

Hinojosa, J. A., Martín-Loeches, M., Muñoz, F., Casado, P., & Pozo, M. A. (2004). Electrophysiological evidence of automatic early semantic processing. *Brain and Language*, 88(1), 39-46.

Ille, N., Berg, P. & Scherg, M. (2002). Artifact correction of the ongoing EEG using spatial filters based on artifact and brain signal topographies. *Journal of Clinical Neurophysiology* 19 (2), 113-24.

Ito, T.A., & Cacioppo, J.T. (2005). Variations on a human universal: Individual differences in positivity offset and negativity bias. *Cognition and Emotion*, 19(1), 1-26.

Jung, R., Altenmüller, E. & Natsch, B. (1984). Zur Hemisphärendominanz für Sprache und Rechnen: Elektrophysiologische Korrelate einer Linksdominanz bei Linkshändern. *Neuropsychologica*, 22(6), 755-775.

Junghöfer, M., Bradley, M.M., Elbert, T., & Lang, P.J. (2001). Fleeting images: A new look at early emotion discrimination. *Psychophysiology*, 38, 175-178.

Junghöfer, M. & Peyk, P. (2004). Analyse und Visualisierung von Hirnstrom- und Hirnmagnetfeld-Messungen. *Matlab select*, 2, 24-28.

Junghöfer, M., Schupp, H.T., Stark, R., Schienle, A., Elbert, T., Hamm, A.O., & Vaitl, D. (2002). Valence, arousal and selective picture processing: An fMRI analysis [Abstract]. *Psychophysiology*, 39(1), 14–15.

Jürgens, U. (2007). Zur Evolution der Sprache. 7. Münchner Wissenschaftstage, 20.-23.10.07. URL: http://www.muenchner-wissenschaftstage.de/content/e160/e707/e728/e1099/filetitle/VJrgens_ger.pdf

Keil A., Ihssen N. (2004). Identification facilitation for emotionally arousing verbs during the attentional blink. *Emotion*, 4(1), 23-35.

Keil, A., Ihssen, N. & Heim, S. (2006). Early cortical facilitation for emotionally arousing targets during the attentional blink. *Biology*, 4(23). URL: <http://www.biomedcentral.com/1741-7007/4/23>

Keselman, H.J. (1998). Testing treatment effects in repeated measures designs: an update for psychophysiological researchers. *Psychophysiology*, 35(4), 470-478.

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

Kiefer, M., Schuch, S., Schenck, W., & Fiedler, K. (2007). Mood states modulate activity in semantic brain emotional word encoding. *Cerebral Cortex*, 17(7), 1516-1530.

Kiefer, M., Weisbrod, M., Kern, I., Maier, S. & Spitzer, M. (1998). Right Hemisphere Activation during Indirect Semantic Priming: Evidence from Event-Related Potentials. *Brain and Language*, 64(3), 377-408.

Kim Guenther, R. (1988). Mood and Memory. In: G.M. Davies & D.M. Thomson (Hrsg.), *Memory in Context: Context in Memory* (S. 57-79). John Wiley & Sons Ltd.

Kissler, J., Assadollahi R. & Herbert, C. (2006). Emotional and semantic networks in visual word processing - insights from ERP studies. In: S. Anders, G. Ende, M. Junghöfer, J. Kissler & D. Wildgruber (Hrsg.), *Progress in Brain Research*, 156 (S. 147-183).

Kissler, J., Herbert, C., Peyk, P. & Junghöfer, M. (2007). Buzzwords: early cortical responses to emotional words during reading. *Psychological Science*, 18(6), 475-480.

Klinger, E. & Cox, W. M. (1987). Dimensions of thought flow in everyday life. *Imagination, Cognition and Personality*, 7, 105–128.

Knost, B., Flor, H., Braun, C. & Birbaumer, N. (1997) Cerebral processing of words and the development of chronic pain. *Psychophysiology*, 34(4), 474–481.

Kutas, M., Federmeier, K.D., Coulson, S., King, J.W. & Münte, T.F. (2000). Language. In: J.T. Cacioppo, L.G. Tassinary & G.G. Berntson (Hrsg.), *Handbook of Psychophysiology* (S. 576-601). Cambridge: Cambridge University Press.

Kutas, M. & Hillyard, S.A. (1980). Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207, 204–206.

LaBar, K.S. & Phelps, E.A. (1998). Arousal-mediated memory consolidation: Role of the medial temporal lobe in humans. *Psychological Science*, 9(6), 490-493.

Lang, P.J. (1979). Presidential address, 1978. A bio-informational theory of emotional imagery. *Psychophysiology*, 16(6), 495-512.

Lang, P.J. (1994). The motivational organization of emotion: Affect-reflex connections. In: S.H.M. Van Goozen, N.E. Van de Poll & J.A. Sergeant (Hrsg.), *Emotions: Essays on Emotion Theory* (S. 61–93). Hillsdale, New Jersey; Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.

Lang, P.J., Bradley, M.M., & Cuthbert, B.N. (1997). Motivated attention: Affect, activation and action, In: P.J. Lang, R.F. Simons, & M.T. Balaban (Hrsg.), *Attention and Orienting: Sensory and Motivational Processes* (S. 97-135). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Lang, P.J., Bradley, M.M., & Cuthbert, B.N. (1998a). Emotion and Motivation: Measuring Affective Perception. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 15(5), 397-408.

Lang, P.J., Bradley, M.M. & Cuthbert, B.N. (1998b). *International Affective Picture System (IAPS): Technical Manual and Affective Ratings*. Gainesville, FL: The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.

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.

Lang, P.J., Greenwald, M.K., Bradley, M.M. & Hamm, A.O. (1993). Looking at Pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral Reactions, *Psychophysiology*, 30(3), 261-273.

Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P. & Spielberger, C.D. (1981). *Das State-Trait-Angstinventar*. Weinheim: Beltz.

Lecrubier, Y., Weiller, E., Hergueta, T., Amorim, P., Bonora, L.I., Lépine, J.P., Sheehan, D., Janavs, J., Baker, R., Sheehan, K.H., Knapp, E., Sheehan, M., Ackenheil, M., Stotz-Ingenlath, G., Dietz-Bauer, R., & Vossen, A. (1998). *M.I.N.I. Mini Internationales Neuropsychiatrisches Interview*, Deutsche Version 5.0.0, DSM-IV & ICD-10. Hôpital de la Salpêtrière, Paris; University of South Florida, Tampa; Psychiatrische Universitätsklinik, München.

Lifshitz, K. (1966). The averaged evoked cortical response to complex visual stimuli. *Psychophysiology*, 3, 55–68.

Martindale, C., Hines, D., Mitchell, L. & Covello, E. (1984). EEG alpha asymmetry and creativity. *Personality and Individual Differences*, 5(1), 77-86.

Martín-Loeches, M., Hinojosa, J.A., Fernández-Frías, C. & Rubia, F.J. (2001). Functional differences in the semantic processing of concrete and abstract words. *Neuropsychologia*, 39, 1086-1096.

Martín-Loeches, M., Hinojosa, J.A., Gómez-Jarabo, G., Rubia, F.J. (1999). The Recognition Potential: An ERP Index of Lexical Access. *Brain and Language*, 70(3), 364-384.

Martín-Loeches, M., Hinojosa, J.A., Gómez-Jarabo, G., & Rubia, F.J. (2001). An early electrophysiological sign of semantic processing in basal extrastriate areas. *Psychophysiology*, 38(1), 114-124.

Matt, G.E., Vázquez, C., & Campbell, W.K. (1992). Mood-congruent recall of affectively toned stimuli: A meta-analytic review. *Clinical Psychology Review*, 12(2), 227–255.

McCandliss, B.D., Cohen, L. & Dehaene, S. (2003). The visual word form area: expertise for reading in the fusiform gyrus. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(7), 293-299.

McCandliss, B.D., Posner, M I. & Givon, T. (1997). Brain Plasticity in Learning Visual Words. *Cognitive Psychology*, 33(1), 88-110.

Molfese, D.L. & Betz, J.C. (1988). Electrophysiological indices of the early development of lateralization for language and cognition, and their implications for predicting later development. In: D.L. Molfese & S.J. Segalowitz (Hrsg.), *Brain lateralization in children: Developmental implications* (S.171-190). Guilford Press, New York, London.

Montoya, P., Larbig, W., Pulvermüller, F., Flor, H. & Birbaumer, N. (1996) Cortical correlates of semantic classical conditioning. *Psychophysiology*, 33 (6), 644–649.

Naccache, L., Gaillard, R., Adam, C., Hasboun, D., Clemencéau, S., Baulac, M., Dehaene, S. & Cohen, L. (2005). A direct intracranial record of emotions evoked by subliminal words. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 102(21), 7713–7717.

Nagl, W. (2005). *Einführung in die Statistik*. Vorlesungsskript, Universität Konstanz.

Naumann, E., Bartussek, D., Diedrich, O., & Laufer, M.E. (1992). Assessing cognitive and affective information processing functions of the brain by means of the late positive complex of the event-related potential. *Journal of Psychophysiology*, 6, 285-298.

Naumann, E., Maier, S., Diedrich, O., Becker, G. & Bartussek, D. (1997). Structural, semantic, and emotion- focussed processing of neutral and negative nouns: Event-related potential correlates. *Journal of Psychophysiology*, 11(2), 158- 172.

Öhman, A. (1986). Face the beast and fear the face: Animal and social fears as prototypes for evolutionary analyses of emotion. *Psychophysiology*, 23(2), 123–145.

Öhman, A., Flykt, A., & Lundqvist, D. (2000). Unconscious emotion: Evolutionary perspectives, psychophysiological data and neuropsychological mechanisms. In: R.D. Lane & L. Nadel (Hrsg.), *Cognitive neuroscience of emotion* (S. 296–327). New York: Oxford University Press.

Öhman, A., & Mineka, S. (2001). Fears, phobias, and preparedness: Toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological Review*, 108, 483–522.

Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Handedness Inventory. *Neuropsychologica*, 9, 97-113.

Orfanidou, E., Marslen-Wilson, W.D. & Davis, M.H. (2006). Neural Response Suppression Predicts Repetition Priming of Spoken Words and Pseudowords. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(8), 1237-1252.

Ortigue, S., Michel, C.M., Murray, M.M., Mohr, C., Carbonnel, S. & Landis, T. (2004). Electrical neuroimaging reveals early generator modulation to emotional words. *Neuroimage*, 21, 1242–1251.

Osgood, C.E., Miron, M.S. & May, W.H. (1975). Cross-Cultural Universals of Affective Meaning. University of Illinois Press, Urbana, Chicago, London.

Osgood, C.E., Suci, G.J. & Tannenbaum, P.H. (1957). The measurement of meaning. University of Illinois Press, Urbana, Chicago, London.

Potter, M.C. (2005). Competition for attention in space and time: The first 200 ms. In: H. Ogmen & B.G. Breitmeyer (Hrsg.), *The first half second: The microgenesis and temporal dynamics of unconscious and conscious visual processes*, 12 (S.207–224). Cambridge, MA: MIT Press.

Pulvermüller, F. (1999). Words in the brain's language. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 253–279, Diskussion: 280–336.

Raymond, J.E., Shapiro, K.L., & Arnell, K.M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(3), 849-860.

Richardson, M.P., Strange, B.A. & Dolan, R.J. (2004). Encoding of emotional memories depends on amygdala and hippocampus and their interactions. *Nature Neuroscience*, 7(3), 278-285.

Ritter, W. & Ruchkin, D.S. (1992). A review of event-related potential components discovered in the context of studying P3. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 658, 1-32.

Rubin, G.S. & Turano, K. (1992). Reading without saccadic eye movements, *Vision Research*, 32(5), 895–902.

Rudell, A.P. (1992). Rapid stream stimulation and the recognition potential. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 83(1), 77-82.

Schapkin S.A., Gusev A.N. & Kuhl J. (2000). Categorization of unilaterally presented emotional words: An ERP analysis. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 60(1), 17–28.

Schirmer, A. & Kotz, S.A. (2003). ERP Evidence for Sex-Specific Stroop Effect in Emotional Speech. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(8), 1135-1148.

Schirmer, A., Kotz, S.A. & Friederici, A.D. (2002). Sex differentiates the role of emotional prosody during word processing. *Cognitive Brain Research*, 14(2), 228-233.

Schirmer, A., Kotz, S.A., & Friederici, A.D. (2005). On the role of attention for the processing of emotions in speech: Sex differences revisited. *Cognitive Brain Research*, 24(3), 442–452.

Schmidt, G.L., DeBuse, C.J. & Seger, C.A. (2007). Right hemisphere metaphor processing? Characterizing the lateralization of semantic processes. *Brain and Language*, 100(2), 127-141.

Schnell, R., Hill, P.B. & Esser, E. (1999): Methoden der empirischen Sozialforschung. Oldenbourg. München,Wien.

Schupp, H.T., Cuthbert, B.N., Bradley, M.M., Cacioppo, J.T., Ito, T., & Lang, P.J. (2000). Affective picture processing: The late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*, 37(2), 257-261.

Schupp, H.T., Cuthbert, B.N., Bradley, M.M., Hillman, C.H., Hamm, A.O. & Lang, P.J. (2004). Brain processes in emotional perception: Motivated attention. *Cognition & Emotion*, 18(5), 593-611.

Schupp, H.T., Flaisch, T., Stockburger, J., & Junghöfer, M. (2006). Emotion and Attention: Event-related brain potential studies. In: S. Anders, G. Ende, M. Junghöfer, J. Kissler & D. Wildgruber (Hrsg.), *Progress in Brain Research*, 156 (S. 31-51).

Schupp, H.T., Junghöfer, M., Weike, A.I. & Hamm, A.O. (2003a). Emotional facilitation of sensory processing in the visual cortex. *Psychological Science*, 14(1), 7-13.

Schupp, H.T., Junghöfer, M., Weike, A.I. & Hamm, A.O. (2003b). Attention and emotion: An ERP analysis of facilitated emotional stimulus processing. *Neuroreport: For Rapid Communication of Neuroscience Research*, 14(8), 1107-1110.

Schupp, H.T., Junghöfer, M., Weike, A.I. & Hamm, A.O. (2004). The selective processing of briefly presented affective pictures: An ERP analysis. *Psychophysiology*, 41(3), 441-449.

Schupp, H.T., Öhman, A., Junghöfer, M., Weike, A.I., Stockburger, J. & Hamm, A.O. (2004). The facilitated processing of threatening faces: an ERP analysis. *Emotion*, 4(2), 189–200.

Schupp, H.T., Stockburger, J., Codispoti, M., Junghöfer, M., Weike, A.I. & Hamm, A.O. (2006). Stimulus novelty and emotion perception: the near absence of habituation in the visual cortex. *NeuroReport*, 17(4), 365-369.

Schupp, H.T., Stockburger, J., Codispoti, M., Junghöfer, M., Weike, A.I. & Hamm, A.O. (2007). Selective visual attention to emotion. *Journal of Neuroscience*, 27(5), 1082–1089.

Seligman, M.E.P. (1970). On the generality of the laws of learning. *Psychological Review*, 77(5), 406-418.

Seligman, M.E.P. (1971). Phobias and preparedness. *Behavior Therapy*, 2(3), 307-320.

Sereno S.C., Rayner K. & Posner M.I. (1998). Establishing a time-line of word recognition: evidence from eye movements and event-related potentials. *Neuroreport*, 9(10), 2195-2200.

Silvert, L., Delplanque, S., Bouwalerh, H., Verpoort, C. & Sequeira, H. (2004). Autonomic responding to aversive words without conscious valence discrimination. *International Journal of Psychophysiology*, 53, 135–145.

Skrandies, W. (1998). Evoked potential correlates of semantic meaning — A brain mapping study. *Brain Research*, 6, 173–183.

Skrandies, W. & Chiu, M.J. (2003). Dimensions of affective semantic meaning — Behavioral and evoked potential correlates in Chinese subjects. *Neuroscience Letters*, 341, 45–48.

Smith, J.C., Löw, A., Bradley, M.M. & Lang, P.J. (2006). Rapid Picture Presentation and Affective Engagement. *Emotion*, 6(2), 208–214.

Stenberg, G., Wiking, S. & Dahl, M. (1998). Judging words at face value: Interference in word processing reveals automatic processing of affective facial expressions. *Cognition and Emotion*, 12(6), 755-782.

Stolarova, M., Keil, A., & Moratti, S. (2006). Modulation of the C1 visual event-related component by conditioned stimuli: Evidence for sensory plasticity in early affective perception. *Cerebral Cortex*, 16, 876–887.

Strange, B.A., Henson, R.N.A., Friston, K.J. & Dolan, R.J. (2000). Brain mechanisms for detecting perceptual, semantic, and emotional deviance. *NeuroImage*, 12(4), 425-433.

Supp, G.G., Schlögl, A., Gunter, T.C., Bernard, M., Pfurtscheller, G. & Petsche, H. (2004). Lexical memory search during N400: cortical couplings in auditory comprehension. *Neuroreport*, 15(7), 1209-1213.

Thierry, G., Giraud, A.L. & Price, C. (2003). Hemispheric Dissociation in Access to the Human Semantic System. *Neuron*, 38(3), 499–506.

Vanderploeg, R.D., Brown, W.S. & Marsh, J.T. (1987). Judgments of emotion in words and faces: ERP correlates. *International Journal of Psychophysiology*, 5, 193–205.

Weinstein, S. & Graves, R.E. (2001). Creativity, schizotypy, and laterality. *Cognitive Neuropsychiatry*, 6(2), 131–146.

Weinstein, S. & Graves, R.E. (2002). Are Creativity and Schizotypy Products of a Right Hemisphere Bias? *Brain and Cognition*, 49,138-151.

Whitlow, J.W. (1990). Differential Sensitivity of Perceptual Identification for Words and Pseudowords to Test Expectations: Implications for the Locus of Word Frequency Effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 16(5), 837-851.

Winkler, I. (2006). Der Einfluss von Aufmerksamkeitsprozessen bei der Verarbeitung emotionaler Wörter. Diplomarbeit. Fachbereich Psychologie der Universität Konstanz. Universitätsbibliothek Konstanz.

Woods, B.T. (1983). Is the left hemisphere specialized for language at birth? *Trends in Neurosciences*, 6, 115-117.

Wunderlich, D. (2001) Sprachfamilien und die Evolution der Sprache. Tag der Forschung, 4. November 2001. URL: <http://user.phil-fak.uni-duesseldorf.de/~wdl/vortrag-nov-01.pdf>

Zajonc, R.B. (2001). Mere Exposure: A Gateway to the Subliminal. *Current Directions in Psychological Science*, 10(6), 224-228.

Ziegler, J.C., Besson, M., Jacobs, A.M., Nazir, T.A. & Carr, T.H. (1997). Word, Pseudoword, and Nonword Processing: A Multitask Comparison Using Event-Related Brain Potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9(6), 758-775.

9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Modell eines möglichen propositionalen Netzwerkes, das die Furcht vor Schlangen darstellt (adaptiert nach Lang, 1994).....	5
Abbildung 2. Charakteristische boomerangförmige Verteilung der Bilder aus dem IAPS anhand der Dimensionen Valenz (Pleasure) und Erregung (Arousal) (aus Bradley, Codispoti, Cuthbert & Lang, 2001).....	7
Abbildung 3. Graphische Darstellung der Sensorbereiche zur Erfassung der EPN (links) und des LPP (rechts) (aus Schupp, Junghöfer et al., 2004).....	11
Abbildungen 4a-4c. Exemplarische Darstellung der Amplitudenverläufe für EPN und LPP (aus Schupp, Junghöfer et al., 2004).....	11
Abbildung 5. 9-stufige Valenzskala (oben) und Erregungsskala (unten) des Self-Assessment-Manikin (SAM), adaptiert nach Bradley und Lang (1994). Werte jeweils von links (1) nach rechts (9).	33
Abbildung 6. Verteilung der normativen Bewertung der verwendeten positiven, negativen und neutralen Substantive auf den Dimensionen Valenz (x-Achse) und Arousal (y-Achse).....	34
Abbildung 7. Graphische Darstellung der Mittelwerte (mit Standardabweichung) von Valenz und Arousal für negative, neutrale und positive Substantive.....	34
Abbildung 8. Schematische Darstellung einer kurzen beispielhaften Wortabfolge im RSVP- (links) und ISI-Design (rechts) (neutrales Pseudowort, positiver Letterstring, positives Wort, neutrales Pseudowort, negatives Wort, neutraler Letterstring, negativer Letterstring).....	39
Abbildung 9. Ausgewählte Elektroden der Bedingungen RSVP-330 und RSVP-600 für den Zeitbereich der P1 (76-128ms).....	45
Abbildung 10. Ausgewählte Elektroden der Bedingungen RSVP-330 und RSVP-600 für den Zeitbereich der N1 (128-200ms).....	45
Abbildung 11. Ausgewählte Elektroden der Bedingung RSVP-330 für den Zeitbereich der EPN (200-300ms).....	46
Abbildung 12. Ausgewählte Elektroden der Bedingung RSVP-600 für den Zeitbereich der EPN (200-300ms).....	46
Abbildung 13. Ausgewählte Elektroden der Bedingungen ISI-330 und ISI-600 für den Zeitbereich der P1 (60-104ms).....	46
Abbildung 14. Ausgewählte Elektroden der Bedingungen ISI-330 und ISI-600 für den Zeitbereich der N1 (104-180ms).....	47
Abbildung 15. Ausgewählte Elektroden der Bedingungen ISI-330 und ISI-600 für den Zeitbereich der EPN (180-280ms).....	47

Abbildung 16. Darstellung der einzelnen Elektrodenpositionen.....	48
Abbildung 17. Graphische Darstellung der Mittelwerte (mit Standardabweichung) von Valenz und Arousal für negative, neutrale und positive Substantive.....	51
Abbildung 18. Graphische Darstellung der Mittelwerte (mit Standardabweichung) der Arousalbewertungen von negativen, neutralen und positiven Substantiven durch die normative Gruppe (N45) und die Experimentalgruppe (N17).....	52
Abbildung 19. Graphische Darstellung der Mittelwerte (mit Standardabweichung) der Valenzbewertungen von negativen, neutralen und positiven Substantiven durch die normative Gruppe (N45) und die Experimentalgruppe (N17).	53
Abbildung 20. Graphische Darstellung der Mittelwerte (mit Standardabweichung) der richtig erinnerten und kategorisierten Worte (Hits) für die Kategorien „positiv“, „negativ“ und „neutral“.....	55
Abbildung 21. Graphische Darstellung der Mittelwerte (mit Standardabweichung) der Intrusionen für die Kategorien „positiv“, „negativ“ und „neutral“.	56
Abbildung 22. Gemittelte ERPs der Kanäle 112 (links) und 168 (rechts) für Worte, Pseudoworte und Letterstrings mit einer deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der EPN von 200-300ms (grau unterlegt), in der Bedingung RSVP-330.....	58
Abbildung 23. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die Kanalgruppen der linken und rechten Hemisphäre im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, in der Bedingung RSVP-330.....	58
Abbildung 24. Topographische Darstellung der signifikanten Differenzen zwischen Worten und Nichtworten für die linke Hemisphäre (oben) sowie zwischen Letterstrings und Worten (unten links) bzw. Pseudoworten (unten rechts), im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, in der Bedingung RSVP-330.....	59
Abbildung 25. Gemittelte ERPs der Kanäle 114 (links) und 175 (rechts) für negative, neutrale und positive Worte mit einer v.a. linksseitig deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der EPN von 200-300ms (grau unterlegt), in der Bedingung RSVP-330.....	61
Abbildung 26. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die emotionalen Kategorien „negativ“, „neutral“ und „positiv“ im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, in der Bedingung RSVP-330.....	61
Abbildung 27. Topographische Darstellung der signifikanten Differenzen zwischen positiven und negativen Worten sowie zwischen positiven und neutralen Worten im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, in der Bedingung RSVP-330.....	61

Abbildung 28. Gemittelte ERPs der Kanäle 106 (links) und 149 (rechts) für Worte, Pseudoworte und Letterstrings mit einer deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der EPN von 200-300ms (grau unterlegt), in der Bedingung RSVP-600.....	63
Abbildung 29. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die Kanalgruppen der linken und rechten Hemisphäre	64
Abbildung 30. Topographische Darstellung der signifikanten Differenzen zwischen Worten und Nichtworten für die linke Hemisphäre (oben) sowie zwischen Letterstrings und Worten (unten links) bzw. Pseudoworten (unten rechts), im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, in der Bedingung RSVP-600.....	65
Abbildung 31. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, für die Bedingung RSVP-600.....	66
Abbildung 32. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf negative, neutrale und positive Stimuli im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, für die Bedingung RSVP-600.....	66
Abbildung 33. Gemittelte ERPs der Kanäle 123 (links) und 176 (rechts) für negative, neutrale und positive Stimuli mit einer deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der EPN von 200-300ms (grau unterlegt), in der Bedingung RSVP-600.....	66
Abbildung 34. Gemittelte ERPs des linkshemisphärischen Kanals 113 für negative, neutrale und positive Worte mit einer deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der EPN von 200-300ms (grau unterlegt), in der Bedingung RSVP-600.....	67
Abbildung 35. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die emotionalen Kategorien „negativ“, „neutral“ und „positiv“ für die linke Hemisphäre, im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, in der Bedingung RSVP-600.	67
Abbildung 36. Topographische Darstellung der signifikanten Differenzen zwischen positiven und neutralen Worten sowie zwischen negativen und neutralen Worten im Zeitbereich der EPN von 200-300ms, in der Bedingung RSVP-600.....	68
Abbildung 37. Gemittelte ERPs des linkshemisphärischen Kanals 122 für negative, neutrale und positive Worte mit einer deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der N1 von 104-180ms (grau unterlegt), in der Bedingung ISI-330.....	69
Abbildung 38. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die emotionalen Kategorien „negativ“, „neutral“ und „positiv“ für die linke Hemisphäre, im Zeitbereich der N1 von 104-180ms, in der Bedingung ISI-330.....	69

Abbildung 39. Topographische Darstellung der signifikanten Differenzen zwischen positiven und negativen Worten sowie zwischen positiven und neutralen Worten im Zeitbereich der N1 von 104-180ms, in der Bedingung ISI-330.....	70
Abbildung 40. Gemittelte ERPs des rechtshemisphärischen Kanals 168 für Worte, Pseudoworte und Letterstrings mit einer deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der EPN von 180-280ms (grau unterlegt), in der Bedingung ISI-330.....	71
Abbildung 41. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die Kanalgruppen der linken und rechten Hemisphäre im Zeitbereich der EPN von 180-280ms, in der Bedingung ISI-330.....	71
Abbildung 42. Topographische Darstellung der rechtshemisphärischen Differenzen zwischen Letterstrings und Worten bzw. Letterstrings und Pseudoworten im Zeitbereich der EPN von 180-280ms, in der Bedingung ISI-330.....	72
Abbildung 43. Gemittelte ERPs der Kanäle 123 (links) und 168 (rechts) für negative, neutrale und positive Worte mit einer deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der EPN von 180-280ms (grau unterlegt), in der Bedingung ISI-330.....	73
Abbildung 44. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die emotionalen Kategorien „negativ“, „neutral“ und „positiv“ im Zeitbereich der EPN von 180-280ms, in der Bedingung ISI-330.	73
Abbildung 45. Topographische Darstellung der Differenz zwischen positiven und neutralen Worten im Zeitbereich der EPN von 180-280ms, in der Bedingung ISI-330.....	73
Abbildung 46. Gemittelte ERPs der Kanäle 115 (links) und 160 (rechts) für negative, neutrale und positive Worte mit einer deutlichen Differenzierung im Zeitbereich der EPN von 180-280ms (grau unterlegt), in der Bedingung ISI-600.....	75
Abbildung 47. Graphische Darstellung der mittleren ERP-Werte (mit Standardabweichung) auf Worte, Pseudoworte und Letterstrings für die emotionalen Kategorien „negativ“, „neutral“ und „positiv“ im Zeitbereich der EPN von 180-280ms, in der Bedingung ISI-600.....	75
Abbildung 48. Topographische Darstellung der Differenzen zwischen positiven und neutralen Worten sowie zwischen negativen und neutralen Worten im Zeitbereich der EPN von 180-280ms, in der Bedingung ISI-600.....	75

10. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Übersicht über die Ein- und Ausschlusskriterien der Studie.....	32
Tabelle 2. Durchschnittliche Bewertung der Reizwörter hinsichtlich Valenz, Arousal und Konkretheit, durchschnittliche Wortlänge und Worthäufigkeit der verwendeten Wörter, Mittelwerte und Standardabweichungen (in Klammern).....	35
Tabelle 3. Beispiele für aus Worten generierten Pseudoworten und Letterstrings. Die grün markierten Buchstaben wurden mit Buchstaben anderer Worte getauscht.....	36
Tabelle 4. Überblick über die Experimentalbedingungen.....	38
Tabelle 5. Übersicht über die Präsentationsdauer je Wort und die benötigte Präsentationszeit für jede Experimentalbedingung.....	39
Tabelle 6. Übersicht über die ausgewählten Zeitsegmente.....	45
Tabelle 7. Durchschnittliche Bewertung der Reizwörter hinsichtlich Valenz und Arousal, Mittelwerte und Standardabweichungen (in Klammern).....	51
Tabelle 8. Durchschnittliche Bewertung der 40 ausgewählten Worte der normativen (N45) und der untersuchten Gruppe (N17) hinsichtlich Arousal und Valenz (Standardabweichungen in Klammern).....	54
Tabelle 9. Durchschnittliche Anzahl (mit Standardabweichung in Klammern) der reproduzierten Worte im Recall.....	54
Tabelle 10. Durchschnittliche Anzahl der Hits, Intrusionen und falsch kategorisierten Worte für die Kategorien „positiv“, „negativ“ und „neutral“.....	56

11. Anhang

Vorab mitgeteilte Hinweise über das Experiment	117
Mündliche Instruktion der Versuchspersonen für die Präsentation.....	118
Instruktion auf dem Monitor.....	118
Mündliche Instruktion der Versuchspersonen für den freien Abruf.....	119
Schriftliche Instruktion der Versuchspersonen für das abschließende Valenz- und Arousalrating von 15 Worten jeder Kategorie.....	120
Verwendetes Stimulusmaterial.....	123

Vorab mitgeteilte Hinweise über das Experiment

Die Studie findet im Rahmen einer Diplomarbeit statt.

Der Zeitaufwand wird sich auf 2-2,5h belaufen.

Die Entlohnung beträgt 15€ oder 3VPh.

Die EEG-Ableitung wird durch Elektroden, die auf einer Art Badekappe befestigt sind, ermöglicht. An diesen Elektroden befinden sich kleine Schwämmchen, die mit einer Elektrolytlösung getränkt werden, um ihre Leitfähigkeit zu gewährleisten.

Direkt nach der EEG-Messung besteht die Möglichkeit das Salzwasser aus den Haaren zu waschen, Shampoo und Handtücher und Fön werden gestellt.

Da die nassen Schwämmchen direkt auf der Kopfhaut aufliegen und eventuelle Haarfarbe aufnehmen können, sollte die Versuchsperson keine frisch gefärbten Haare haben. Um eine bessere Leitfähigkeit zu erreichen, wird auch darum gebeten, am Tag der Messung kein Haarspray oder Haargel zu verwenden.

Die Aufgabe des Versuchsteilnehmers besteht im Lesen von auf einem Computerbildschirm dargebotenen Worten, während das EEG abgeleitet wird. Vor und nach der EEG-Messung sind Fragebögen zu bearbeiten.

Mündliche Instruktion der Versuchspersonen für die Präsentation

- ◆ Das Experiment besteht aus vier Durchgängen, die von kurzen Pausen unterbrochen sein werden. Die Durchgänge sind unterschiedlich lang und die gesamte Präsentation wird 30Min dauern.
- ◆ Auf dem Bildschirm werden dann in unterschiedlicher Geschwindigkeit Worte zu sehen sein. Deine Aufgabe ist es, die Worte still und konzentriert zu lesen, auch wenn die Präsentationsdauer der einzelnen Worte dies manchmal schwierig machen kann. Wichtig ist, dass du beim Lesen nicht laut sprichst und deine Lippen dabei nicht bewegst.
- ◆ Um ein aussagekräftiges EEG zu erhalten:
 - Versuche während der Präsentation so ruhig wie möglich zu sitzen und dich nicht zu bewegen.
 - Bitte sieh geradeaus auf den Bildschirm.
 - Versuche so wenig wie möglich zu blinzeln, solange die Präsentation läuft. Wenn du blinzeln muss, dann bitte mehrmals kräftig hintereinander blinzeln, um dann wieder einige Zeit lang ohne Blinzeln auszukommen. In der Pause zwischen den Durchgängen kannst du ganz normal blinzeln.
- ◆ Wenn ein Durchgang beendet ist, werde ich die Tür zur Kammer öffnen, und du kannst, wenn du möchtest, etwas zu Trinken bekommen.
- ◆ Ich werde jetzt die Kammer verlassen und die Türe schließen, die Präsentation wird dann von mir gestartet.
- ◆ Hast du noch Fragen?

Instruktion auf dem Monitor

Ihre Aufgabe ist es, die nun folgenden Wörter still zu lesen. (Schriftgröße 18, TIMES)

Mündliche Instruktion der Versuchspersonen für den freien Abruf

- Ich möchte dich jetzt bitten, dich an möglichst viele der im Experiment gezeigten Worte zu erinnern. Es wurden Worte gezeigt, die eher angenehm oder unangenehm oder neutral waren.
- Deine Aufgabe ist es, dich an möglichst viele der Worte zu erinnern, und sie unter die emotionale Kategorie zu schreiben, wo sie deiner Meinung nach hinzugehören.
- Wenn dir nicht viel einfällt, ist es nicht schlimm, wenn dir nichts mehr einfällt, gehen wir über zum nächsten Fragebogen.

Schriftliche Instruktion der Versuchspersonen für das abschließende Valenz- und Arousalrating von 15 Worten jeder Kategorie.

Liebe Versuchsteilnehmerin, lieber Versuchsteilnehmer,
herzlichen Dank für Ihre Teilnahme an unserem Experiment!

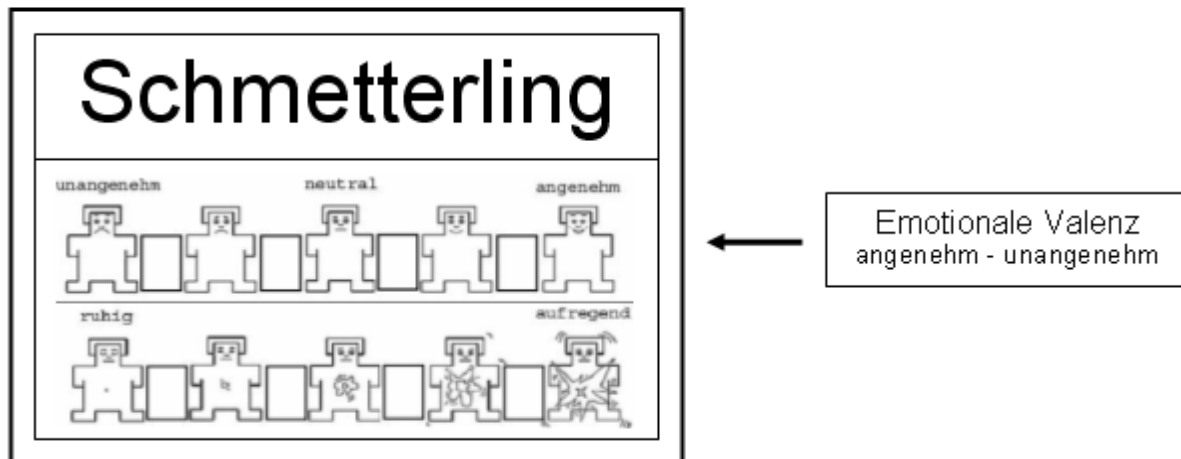
Zur Untersuchung der Verarbeitung der emotionalen Bedeutung von Wörtern (Wie verarbeiten Menschen den emotionalen Gehalt von schriftlicher Sprache?), benötigen wir noch Ihre Bewertungen der von uns ausgewählten Wörter. Ihre Aufgabe ist es nun, die Wörter des Experiments hinsichtlich der emotionalen Bedeutung, die das Wort bei Ihnen auslöst, zu beurteilen.

Anleitung

Auf den folgenden Seiten finden Sie die Wörter aus dem Experiment. Zu jedem Wort gehören je 2 Beurteilungsskalen, die unterhalb des Wortes angeordnet sind und anhand derer Sie bitte die emotionale Bedeutung des Wortes, die das Wort bei ihnen auslöst, beurteilen.

Beispiel:

Beurteilungsskala 1



Die erste der beiden Skalen zeigt 5 Männchen von „traurigem“ Gesichtsausdruck (Männchen ganz links außen) bis hin zu einem „fröhlichem“ Gesichtsausdruck (Männchen ganz rechts außen).

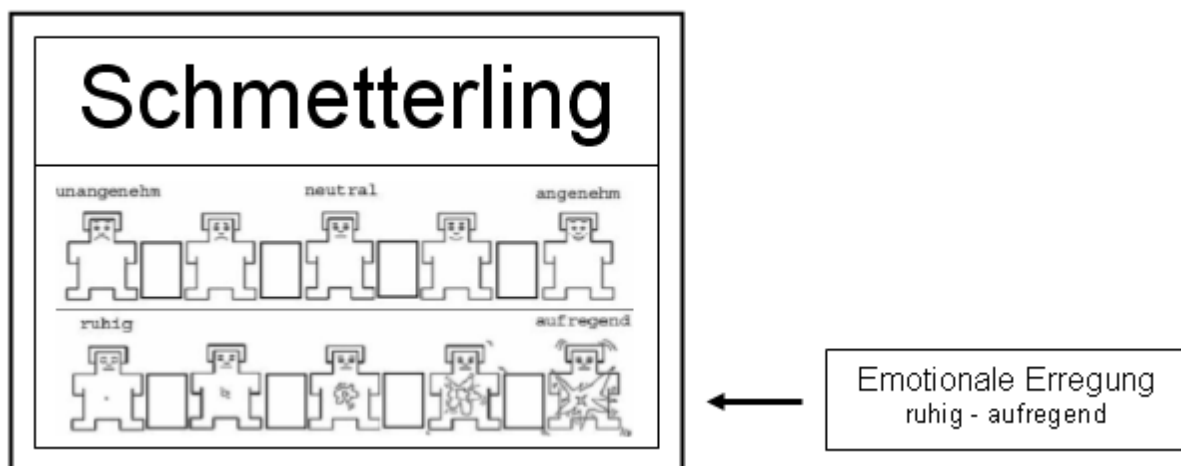
Auf dieser Skala sollen Sie angeben, ob das Wort bei Ihnen ein angenehmes oder unangenehmes Gefühl auslöst.

D.h. Sie sollen nicht das Wort an sich beurteilen, sondern welchen Gefühlszustand das Wort bei Ihnen hervorruft!

Wenn zum Beispiel das Wort „*Schmetterling*“ bei Ihnen einen unangenehmen Gefühlszustand hervorruft, dann kennzeichnen Sie dies bitte, indem Sie eines der Männchen auswählen, das Ihrem Gefühlszustand am Besten entspricht.

Sie können hierzu auch die Platzhalter zwischen den Männchen wählen. Insgesamt haben Sie also 9 Auswahlmöglichkeiten. Kennzeichnen Sie Ihre Antwort bitte durch ein Kreuz. Geben Sie pro Wort bitte eine Antwort an, auch wenn Sie sich unsicher sind!

Beurteilungsskala 2



Auf der zweiten Skala (emotionale Erregung) sehen Sie wieder fünf Männchen. Das rechte äußere Männchen hat einen „explodierenden“ Magen, was für starke Erregung steht. Das linke äußere Männchen hat einen normalen Punkt als Magen, was starke Entspannung symbolisiert.

Auf dieser Skala sollen Sie angeben wie stark Sie das Wort aufregt oder beruhigt.

D.h. Sie sollen nicht das Wort an sich beurteilen, sondern wie stark Sie das Wort aufregt oder beruhigt.

Wenn Sie zum Beispiel finden, dass Sie das Wort „*Schmetterling*“ stark aufregt, dann kennzeichnen Sie dies bitte, indem Sie eines der Männchen auswählen, das Ihrer Aufregung am Besten entspricht.

Sie können hierzu wie bei der ersten Skala auch, die Platzhalter zwischen den Männchen wählen. Insgesamt haben Sie also 9 Auswahlmöglichkeiten. Kennzeichnen Sie Ihre Antwort bitte durch ein Kreuz. Geben Sie pro Wort bitte eine Antwort an, auch wenn Sie sich unsicher sind!

Bitte tragen Sie auf den dafür vorgesehenen Platzhaltern Ihre Nationalität und Muttersprache, Ihr Alter und Ihr Geschlecht, sowie, wenn Sie studieren, ihr Studienfach und Semester ein. Dies ist notwendig um Geschlechts-, Alterseffekte sowie kulturelle Unterschiede kontrollieren zu können.

Alle ihre Angaben werden im Sinne des Datenschutzes behandelt.

Persönliche Daten:

Nationalität: _____

VP-Nummer: _____

Muttersprache: _____

Geschlecht: _____

Alter: _____

Studienfach: _____

Semester: _____

Verwendetes Stimulusmaterial

Stimulusset (Die 40 Nomen des Ratingfragebogens sind rot markiert)

Kategorie	Arousal	Valenz	Wortlänge	Worthäufigkeit	Konkretheit	Wort	Pseudowort	Letterstring
negativ								
11	7,71	2,14	5	1063	4,55	Krieg	Greik	Rgkie
11	7,57	1,14	6	14	5,13	Folter	Tofler	Tlrfeo
11	7,17	1,72	8	13	5,13	Alptraum	Patrumla	Tpuaamlr
11	7	1,71	7	93	4	Schmerz	Schrenz	Zshrecm
11	6,83	1,56	10	114	3,74	Selbstmord	Blemsdorst	Trlsbeodsm
11	6,71	1,71	5	42	5,9	Panik	Kawin	lakpn
11	6,67	1	10	28	5,71	Brutalität	Bitturätal	Rbtuaittä
11	6,56	1,94	10	20	3,26	Schlägerei	Eischräge	Gshäeicre
11	6,44	2,44	10	37	5,61	Eifersucht	Seierfucht	Uchsrffiee
11	6,43	1,57	11	129	5,16	Katastrophe	Phatakroste	Khrpreatsao
11	6,29	2	6	13	3,9	Geisel	Seleig	Gsliiee
11	6,22	2,5	6	15	3	Lawine	Wilane	laelwn
11	6,11	1,5	8	10	4,13	Diktator	Rottadek	Ttikrdoa
11	6,06	3	8	29	6,58	Wahnsinn	Winnsat	lwnnhnas
11	6	1,29	5	0	2,39	Eiter	Riete	Rtiee
11	6	2,28	5	572	4,87	Opfer	Pfore	Eofpr
11	6	2	6	30	1,81	Spinne	Pinnes	Snpnie
11	5,86	1,57	6	27	4,94	Seuche	Echase	Cshuee
11	5,83	1,83	5	82	5,87	Elend	Endle	DInee
11	5,71	3	9	78	3,45	Explosion	Soponixel	Nlipesxioo
11	5,71	1,71	5	52	2,94	Wunde	Dunpe	Udwee
11	5,67	3,33	5	42	6,87	Sünde	Dünes	Nsdeü
11	5,67	1,89	7	5	6,1	Habgier	Heilbarg	Hbgreai
11	5,57	2	8	73	2,16	Revolver	Verrovel	Lvrroeev
11	5,53	3,12	7	4	5,68	Bastard	Darbsahn	Dbartsa
11	5,5	2	8	5	3,29	Geschwür	Schürweg	Whcsrgeü
11	5,44	1,78	3	6	3,74	Aas	Asa	Saa
11	5,39	3,56	8	32	5,42	Spionage	Pioganse	Gpnsioea
11	5,33	1	3	5	2,13	Kot	Tok	Tko
11	5,29	1,82	6	21	3,87	Lügner	Nagrül	Ngüelr
11	5,22	2,89	5	83	4,16	Kälte	Tälke	Tikäe
11	5,14	2,71	8	63	2,39	Schlange	Langsche	Ehscglna
11	5,14	2,29	4	24	6,35	Wahn	Ahni	Nwha
11	5,14	1,57	7	17	3,94	Gestank	Kesgunt	Kgtsnea
11	5,06	3,5	8	11	2,23	Zahnarzt	Zarthanz	Azrthzna
11	5	2,71	7	30	1,77	Spritze	Zetpris	Szieprt
11	5	1	6	1	2,9	Heroin	Hirone	Hoiennr
11	5	1	5	15	3,9	Lepra	Peral	Ealpr
11	5	1	6	21	4,94	Schock	Coschk	Kccoohs
11	4,86	3,14	5	18	2,68	Narbe	Barne	Nrbea
11	4,86	1,86	10	3	5,87	Beklemmung	Memklebung	KbeeugnmmI
11	4,86	1,71	9	4	2,9	Durchfall	Dallfurch	Llduafrhc
11	4,78	2,56	9	7	6,19	Isolation	Olwosatin	SnltooaII
11	4,67	2,33	7	10	3,35	Narkose	Koscharne	Knsroae
11	4,67	1,33	6	9	4,97	Bestie	Eisbit	Btsiee
11	4,67	1	6	17	3,35	Kerker	Kerek	Krrkee

Anhang

Kategorie	Arousal	Valenz	Wortlänge	Worthäufigkeit	Konkretheit	Wort	Pseudowort	Letterstring
neutral								
22	1	5	4	93	7,29	Ding	Gind	Ignd
22	1	5	6	258	3,48	Metall	Ratell	Eatllm
22	1,14	5,14	7	13	2,48	Autobus	Sugobau	Uouatsb
22	1,14	5,14	5	21	1,45	Gabel	Batel	Lbgae
22	1,29	5	7	141	2,03	Flasche	Felscha	Lfeahcs
22	1,29	5	7	52	6,9	Merkmal	Kerlamm	Kmmearl
22	1,29	5,14	5	97	3,68	Möbel	Löbem	Lmbeö
22	1,29	5,57	5	180	6,39	Sicht	Achest	Icths
22	1,33	4,67	7	248	3,71	Gebäude	Begedäu	Ugdbeäe
22	1,33	5,67	10	8	1,52	Bügeleisen	Siegelüben	Brsüieeegl
22	1,57	5,43	11	26	1,81	Aktentasche	Teschakiten	Hetkaeenct
22	1,67	5	7	13	4,65	Automat	Totauma	Tmtuaao
22	1,67	5,33	6	73	7	Symbol	Mybols	Yomlsb
22	1,67	5,67	7	5	6,39	Akustik	Kusikat	Tkskuia
22	1,67	5,67	8	87	4,68	Siedlung	Glodneis	Uildsng
22	1,67	5	8	190	3	Getreide	Diegeret	Dtrgeeie
22	1,86	5	6	30	5,9	Detail	Ledial	Tdliea
22	1,86	5,14	8	123	3,94	Bewohner	Wehnoreb	Rbhnweeo
22	1,94	5	6	283	1,97	Papier	Paripe	Aieppr
22	2	5,33	6	296	5,81	Inhalt	Talkhin	latlhn
22	2	5,67	8	265	1,71	Flugzeug	Geulfzug	Gzlfgeuu
22	2,06	4,89	7	108	6,58	Apparat	Wappatar	Aaaprt
22	2,28	5,06	9	23	1,68	Bleistift	Liebstfit	Btieitstt
22	2,29	5,14	3	332	1,71	Arm	Mar	Rma
22	2,33	5	6	7	4,81	Reflex	Fexmel	Xrfeel
22	2,33	5	9	302	6,9	Verhalten	Venerhalt	Vhtealnr
22	2,33	5,67	6	1	2,81	Gelenk	Gekeln	Neekgl
22	2,33	5,67	12	60	6,23	Orientierung	Rienoetung	Oieegnrntiu
22	2,44	5	6	119	7	Objekt	Jekbat	Jbktoe
22	2,44	4,44	11	0	1,68	Aktenordner	Ratenkorden	Ktdernnear
22	2,5	4,83	4	287	3,29	Büro	Rubo	Oürb
22	2,5	4,78	7	407	7,42	Begriff	Fifberg	Iefgrb
22	2,56	4,89	8	31	2,48	Geschirr	Grischer	Erhcsigr
22	2,61	5,22	10	0	1,94	Hausschuhe	Saghusche	Shcuaehsuh
22	2,67	5,06	7	14	2,97	Quadrat	Quardta	Tqrduaa
22	2,67	5,67	6	278	4,74	Person	Punser	Oensrp
22	2,67	5,33	8	28	3,03	Kaufhaus	Haufsauk	Uaakfshu
22	2,71	4,43	6	60	1,58	Hammer	Remmat	Mhmear
22	2,72	5,11	8	380	4,29	Maschine	Nimasche	Hmecsnia
22	2,89	5	11	71	7,26	Eigenschaft	Egonscheift	Ngfthsceeia
22	3,22	4,83	5	158	2,26	Stirn	Rinst	Rstni
22	3,22	5,28	9	21	1,9	Mikroskop	Pikomser	Kskpmprio
22	3,33	5,17	7	215	7	Gedanke	Kagonde	Gkeeadn
22	3,71	4	6	3	3,13	Insekt	Tiksen	Ktsnie
22	4	4,78	5	285	5,32	Beruf	Ferüb	Rbfue
22	4	4,89	8	38	2,48	Computer	Tupercom	Uprctmeo

Anhang

Kategorie	Arousal	Valenz	Wortlänge	Worthäufigkeit	Konkretheit	Wort	Pseudowort	Letterstring
positiv								
33	9	9	5	636	6,19	Liebe	Abeil	leebi
33	7,86	8,29	3	31	4,06	Sex	Xeis	Sxe
33	7,86	8,71	8	0	4,26	Orgasmus	Semusorg	Roaussgm
33	7,67	8,33	9	1	3,65	Beischlaf	Fabsichel	Aehflbcis
33	7,33	9	12	22	5,32	Zärtlichkeit	Kicherzätin	Zchäikiettlr
33	7	6,89	7	4	6,58	Ekstase	Essfeka	Sktaees
33	6,67	6	10	21	5,58	Verführung	Führunger	Üfrhgnrvue
33	6,67	8,67	8	104	3,29	Frühling	Ginflühr	Rfhgnlùi
33	6,57	8	12	142	5,87	Leidenschaft	Deischenlaft	Leetfdhcsain
33	6,5	6,67	12	152	5,42	Überraschung	Archebü rung	Rhcsüeangubr
33	6,5	6,72	9	122	6,29	Abenteuer	Stenebreu	Ebnrtuaee
33	6,43	6,14	8	69	5,65	Erregung	Urregeng	Rrggnuee
33	6,43	9	4	41	2,94	Kuss	Sukos	Ssku
33	6,33	7	10	5	5,65	Liebschaft	Battscheil	Letfhcsiab
33	6,29	8,57	6	234	3,97	Urlaub	Laurub	Rlbuaa
33	6,14	8,57	6	98	4,29	Ferien	Neifer	Nrfeei
33	6,06	7,94	6	451	5,42	Freude	Deufer	Ueedfr
33	5,89	6,61	6	14	4,16	Safari	Faraus	Rfsiaa
33	5,86	7,86	5	169	4,23	Reise	Siere	Eeisr
33	5,86	7,86	10	0	2,48	Zungenkuss	Gusskunzel	Ueusgskznn
33	5,83	7,39	5	76	4,19	Party	Tarpy	Aytrp
33	5,72	6,5	8	4	5,48	Liebelei	Leibeile	Lbleeie
33	5,67	7,44	9	104	5,61	Vergnügen	Hugenrüven	Ügreevgnn
33	5,61	8	8	14	3,48	Umarmung	Ammurung	Mgnmruua
33	5,61	7,39	4	0	3,68	Fete	Neet	Eetf
33	5,56	6,44	8	101	3,61	Hochzeit	Zohteich	Hhzctoie
33	5,56	6,5	4	62	2,29	Baby	Byba	Ybba
33	5,56	7,33	3	217	5,77	Mut	Tum	Mtu
33	5,5	7,83	8	104	3,74	Geschenk	Kelschgen	Hcseekgn
33	5,43	6	9	47	3,9	Liebhaber	Leibherab	Ibhbreael
33	5,39	6,5	4	91	5,29	Held	Dehl	Lhde
33	5,33	9	10	39	5,32	Heiterkeit	Kitterheife	leikrheett
33	5,29	7,86	10	356	3,13	Geburtstag	Sattbervug	Tgbgtrsaeu
33	5,22	7,56	3	71	5,39	Lob	Bol	Lbo
33	5	6,44	4	40	4,32	Duft	Hisfurd	Fdtu
33	5	7,14	5	363	4,16	Sport	Torps	Osrtp
33	4,86	9	12	532	5,77	Freundschaft	Rumedschaft	Hsftafrcnue
33	4,78	7,22	9	28	5	Belohnung	Ohnlebung	Glbhoeunn
33	4,72	7,22	10	18	4,13	Nobelpreis	Pronsebeil	Lsnpeieobr
33	4,71	6,57	9	31	3,87	Verlobung	Gliebvorn	Rnbuoelvg
33	4,67	6,33	5	144	5,32	Spaß	Sasp	Spssa
33	4,67	6,72	10	6	5,06	Spaßvogel	Plagsavoses	Vgoaessps
33	4,67	6,72	6	24	3,1	Tänzer	Zänter	Rztnäe
33	4,61	7,22	4	39	1,68	Rose	Sore	Oesr
33	4,5	7,39	4	112	4,39	Wärme	Märweg	Rwmeä
33	4,33	8,33	8	6	6,26	Euphorie	Repheu	Hpruieoe