

Aus der AG Humanbiologie und Anthropologie des
Instituts für Biologie der Freien Universität Berlin

DISSERTATION

**Geschlechterspezifische Unterschiede
ereigniskorrelierter Potentiale nach
visueller emotionaler Stimulation**

Zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor rerum naturalium (Dr. rer. nat.)

vorgelegt dem
Fachbereich Biologie, Chemie, Pharmazie
der Freien Universität Berlin

von

Kathrin Wildbrett geb. Biesel

Berlin, Juli 2010

Dekan: Prof. Dr. H. Hilger

Gutachter: 1. Prof. Dr. Carsten Niemitz

2. Prof. Dr. Silke Kipper

Datum der Disputation: 10.09.2010

Meiner Familie

INHALTSVERZEICHNIS

| | Seite |
|---|-----------|
| I. Danksagung | 7 |
| II. Zusammenfassung | 8 |
| III. Abstract | 10 |
| IV. Literaturverzeichnis | 128 |
| V. Eidesstattliche Erklärung | 135 |
| VI. Curriculum Vitae | 136 |
| VII. Anhang | 137 |
| | |
| 1. Einleitung | 12 |
| 1.1 Neurophysiologische Grundlagen | 12 |
| 1.1.1 Bestandteile des Nervensystems | 13 |
| 1.1.1.1 Mikroskopische Anatomie des Neokortex | 14 |
| 1.1.2 Erregungsleitung | 15 |
| 1.2 Elektroenzephalografie (EEG) | 17 |
| 1.2.1 Entstehungsgeschichte des EEG | 17 |
| 1.2.2 Polarität des EEG und Dipolstruktur des Neokortex | 18 |
| 1.3 Ereigniskorrelierte Potentiale | 20 |
| 1.3.1 p200 | 23 |
| 1.3.2 n200 | 23 |
| 1.3.3 p300 | 23 |
| 1.4 Funktionelle Anatomie des Neokortex | 24 |
| 1.5 Emotionen | 27 |
| 1.5.1 Das limbische System | 28 |
| 1.5.2 Emotionsinduktion | 28 |
| 1.6 Stand der Wissenschaft | 29 |
| 2. Hypothesen | 33 |
| 3. Material und Methoden | 34 |
| 3.1 Versuchspersonen | 34 |
| 3.1.1 Allgemeines | 34 |
| 3.1.2 Teilnehmerzahl und Geschlecht | 34 |
| 3.1.3 Altersverteilung | 34 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.1.4 | Händigkeit | 35 |
| 3.2 | Stimulusmaterial | 35 |
| 3.2.1 | Erotische Bilder | 37 |
| 3.2.2 | Sehr positive Bilder | 37 |
| 3.2.3 | Positive Bilder | 38 |
| 3.2.4 | Neutrale Bilder | 39 |
| 3.2.5 | Negative Bilder | 39 |
| 3.2.6 | Sehr negative Bilder | 40 |
| 3.2.7 | Zahlenbild | 41 |
| 3.3 | Präsentation der Bilder | 41 |
| 3.4 | Versuchsablauf | 43 |
| 3.4.1 | Anbringen der Elektroden | 43 |
| 3.4.2 | Versuch und Aufzeichnung der EEG-Signale | 47 |
| 3.5 | Fragebögen | 48 |
| 3.5.1 | Protokollbogen | 48 |
| 3.5.2 | Edinburgh-Händigkeits-Fragebogen | 48 |
| 3.6 | Datenverarbeitung | 49 |
| 3.7 | Statistische Auswertung | 50 |
| 3.7.1 | Statistische Auswertung der ersten Hypothese | 50 |
| 3.7.2 | Statistische Auswertung der zweiten Hypothese | 51 |
| 4. | Ergebnisse | 54 |
| 4.1 | Ergebnisse zu Hypothese 1 | 54 |
| 4.1.1 | p200 | 54 |
| 4.1.2 | n200 | 56 |
| 4.1.3 | p300 | 58 |
| 4.2 | Ergebnisse zu Hypothese 2 | 61 |
| 4.2.1 | p200 | 63 |
| 4.2.1.1 | Gesamtmittelwert | 63 |
| 4.2.1.2 | Clustermittelwert | 66 |
| 4.2.1.3 | Mittelwert der einzelnen Elektrodenpositionen | 69 |
| 4.2.1.3.1 | Stimulus „Erotik“ | 71 |
| 4.2.1.3.2 | Stimulus „negativ“ | 72 |
| 4.2.1.3.3 | Stimulus „neutral“ | 73 |
| 4.2.1.3.4 | Stimulus „positiv“ | 75 |
| 4.2.1.3.5 | Stimulus „sehr negativ“ | 77 |
| 4.2.1.3.6 | Stimulus „sehr positiv“ | 80 |

| | |
|---|------------|
| 4.2.1.3.7 Grafische Darstellung | 82 |
| 4.2.2 n200 | 84 |
| 4.2.2.1 Gesamtmittelwert | 84 |
| 4.2.2.2 Clustermittelwert | 86 |
| 4.2.2.3 Mittelwert der einzelnen Elektrodenpositionen | 89 |
| 4.2.2.3.1 Stimulus „Erotik“ | 91 |
| 4.2.2.3.2 Stimulus „negativ“ | 93 |
| 4.2.2.3.3 Stimulus „neutral“ | 94 |
| 4.2.2.3.4 Stimulus „positiv“ | 95 |
| 4.2.2.3.5 Stimulus „sehr negativ“ | 97 |
| 4.2.2.3.6 Stimulus „sehr positiv“ | 100 |
| 4.2.2.3.7 Grafische Darstellung | 101 |
| 4.2.3 p300 | 102 |
| 4.2.3.1 Gesamtmittelwert | 102 |
| 4.2.3.2 Clustermittelwert | 104 |
| 4.2.3.3 Mittelwert der einzelnen Elektrodenpositionen | 107 |
| 4.2.3.3.1 Stimulus „Erotik“ | 109 |
| 4.2.3.3.2 Stimulus „negativ“ | 110 |
| 4.2.3.3.3 Stimulus „neutral“ | 111 |
| 4.2.3.3.4 Stimulus „positiv“ | 112 |
| 4.2.3.3.5 Stimulus „sehr negativ“ | 113 |
| 4.2.3.3.6 Stimulus „sehr positiv“ | 114 |
| 4.2.3.3.7 Grafische Darstellung | 115 |
| 5. Diskussion | 116 |
| 5.1 Signifikante Amplitudenunterschiede zwischen den Stimuli innerhalb des gesamten Probandenpools | 116 |
| 5.1.1 Die stärkste Reaktion erfolgt für die erotischen Bilder, gefolgt von den „sehr negativen“ Stimuli | 117 |
| 5.2 Signifikante Amplitudenunterschiede zwischen Männern und Frauen bezüglich des jeweiligen Stimulus | 120 |
| 5.2.1 Frauen reagieren auf den Stimulus „sehr negativ“ stärker als Männer | 121 |
| 5.2.2 Männer reagieren auf den Stimulus „Erotik“ stärker als Frauen | 123 |
| 5.2.3 Amplitudenunterschiede nehmen mit fortschreitender Reizverarbeitung ab | 124 |
| 5.2.4 Amplitudenunterschiede für Stimuli „sehr negativ“ und „Erotik“ im frontalen und temporalen Kortex | 126 |

I. Danksagung

Es ist mir ein großes Bedürfnis, mich bei allen, die zum Gelingen meiner Dissertation beigetragen haben, ganz herzlich zu bedanken.

Vor allem gilt mein Dank meinem Doktorvater, Herrn Professor Dr. C. Niemitz. Ohne ihn hätte ich diese Arbeit nicht beginnen können. Er hat mich in der gesamten Zeit tatkräftig unterstützt und immer ein offenes Ohr für mich gehabt. Meiner Zweitgutachterin, Frau Professorin Dr. S. Kipper möchte ich ebenfalls meinen Dank aussprechen. Sie half mir geduldig, wenn sich Fragen oder Probleme ergaben und gab mir neue Denkansätze.

Eine wichtige Grundlage für die Durchführung meiner Untersuchungen bildete die Elektroenzephalografie-Messtechnik. Der von Prof. Dr. R. Bösel geleitete Arbeitsbereich Kognitive Neuropsychologie der Freien Universität Berlin stellte mir großzügig das EEG-Labor zur Verfügung. Mein besonderer Dank gilt an dieser Stelle Dr. S. Tamm, der mir in Sachen EEG-Labor jederzeit tatkräftig zur Seite stand und mich bei der Datenverarbeitung und Datenauswertung sehr geduldig unterstützte.

Für die statistische Betreuung und Berechnung möchte ich mich ganz herzlich bei Dr. A. Gosh, Mitarbeiter der statistischen Beratungseinheit der FU Berlin, bedanken.

Die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Humanbiologie und Anthropologie der FU Berlin hatten immer ein offenes Ohr für mich, wofür ich sehr dankbar bin.

Das „Herzstück“ der Studie bildeten meine 43 Probanden/-innen, die sich gern und mit großem Interesse in den Dienst meiner Studie gestellt haben. Sie nahmen den zeitlichen Aufwand in Kauf und ertrugen geduldig die Unannehmlichkeiten der Untersuchung (wie z.B. das Rubbeln auf der Kopfhaut). Ganz herzlichen Dank dafür an alle Beteiligten!

Nicht zuletzt gilt mein Dank meiner Familie und meinen Freunden, die nicht müde wurden, mich aufzumuntern, wenn der Druck manchmal zu groß wurde. Besonders mein Mann musste einiges aushalten. Angefangen von Brainstorming, über Computerprobleme, bis hin zum unermüdlichen Korrekturlesen. Ich danke dir!

II. Zusammenfassung

Die Frage nach emotionalen Unterschieden zwischen Männern und Frauen beschäftigt die Wissenschaft nach wie vor und gibt ihr immer wieder Rätsel auf. Es scheint, dass Männer und Frauen Emotionen unterschiedlich wahrnehmen, verarbeiten und auf sie reagieren.

Die vorliegende Studie untersuchte geschlechterspezifische Unterschiede von ereigniskorrelierten Potentialen (EKP) im Elektroenzephalogramm (EEG) nach visueller emotionaler Stimulation.

Der Experimentalaufbau bestand aus zwei Untersuchungsabschnitten. Zuerst wurde der gesamte Probandenpool auf Amplitudenunterschiede zwischen den einzelnen emotionalen Stimuli getestet. Anschließend stand der Vergleich zwischen Männern und Frauen bezüglich der Reaktionen auf jeweils einen bestimmten Stimulus im Vordergrund.

Die Probanden/-innen (20 Männer und 20 Frauen) sahen insgesamt 320 Emotionen induzierende Abbildungen, die aus dem International Affective Picture System (IAPS) entnommen und in sechs Stimuluskategorien unterteilt wurden: „Erotik“, „negativ“, „neutral“, „positiv“, „sehr negativ“ und „sehr positiv“. Während des passiven Anschauens wurde das erwähnte EEG abgeleitet, aus welchem später die ereigniskorrelierten Potentiale mit Hilfe der Mittelungstechnik herausgefiltert wurden.

Die Auswertung bezog sich auf drei Komponenten der ereigniskorrelierten Potentiale: p200, n200 und p300. Zu jedem der drei Messzeitpunkte wurde für jeden Probanden die Maximalamplitude bestimmt, die für die weitere Auswertung genutzt wurde.

Im ersten Untersuchungsabschnitt zeigte sich, dass im gesamten Probandenpool, also unabhängig vom Geschlecht, alle Stimuli signifikant unterschiedlich zum Stimulus „neutral“ waren. Die größten Amplituden wurden jeweils für die Stimuli „Erotik“ und „sehr negativ“ gemessen, während „neutrale“ und „positive“ Stimuli die kleinsten Amplituden auslösten.

Im zweiten Untersuchungsabschnitt lag der Schwerpunkt im geschlechterspezifischen Vergleich der Reaktionen auf den jeweiligen

Stimulus. Es zeigten sich sowohl zum Zeitpunkt p200, als auch bei n200 signifikante Unterschiede für die Stimuli „Erotik“ und „sehr negativ“. In beiden Fällen waren stärkere Reaktionen für die männlichen Probanden zu messen. Für die Komponente p300 konnten keine signifikanten Reaktionsunterschiede zwischen den Geschlechtern festgestellt werden. Die beschriebenen Signifikanzen wurden alle an temporalen und frontalen Elektrodenpositionen gemessen.

Die vorliegende Studie konnte zum Einen zeigen, dass die einzelnen Stimuluskategorien signifikant unterschiedlich zueinander waren und zum Anderen, dass geschlechterspezifische Unterschiede in der Reizverarbeitung visueller emotionaler Stimuli bestehen. Diese waren nur in unbewussten Verarbeitungsschritten (bis 300 ms) messbar und existierten in Kortexarealen, die eine wichtige Funktion in der Emotionsverarbeitung einnehmen.

Es scheint, dass mit der bewussten Wahrnehmung (ab 300 ms) eine Reizbewertung eintritt, in der sich männliche und weibliche Teilnehmer/-innen in unserer Studie scheinbar in ihren Reaktionen angeglichen haben.

III. Abstract

There is increasing evidence for different quantity of cognition, processing and reaction of emotions between men and women. In the last decades few studies were performed to investigate gender differences in emotional processing.

The present study investigated gender differences of Event Related Potentials (ERPs) as reaction of visual emotional stimulation. The study is composed of two parts: First, differences between categories of visual stimuli without gender specification were measured. Second, differences in ERPs as reaction of a specific visual stimulus between men and women were recorded.

Participants (20 men and 20 women) were stimulated with 320 emotion inducing pictures originated from the International Affective Picture System (IAPS). The pictures were divided into six categories of stimuli: “erotic”, “negative”, “neutral”, “positive”, “high negative” and “high positive”. While passively viewing of these pictures an electroencephalogram (EEG) was recorded. The ERPs were calculated from the electroencephalogram using the averaging method. Three components of the ERPs were analysed: p200, n200 and p300. For every timepoint the maximum amplitude was measured.

In the first part of this study we could show that all stimuli were significant different to the “neutral” stimulus. The highest amplitudes were measured after visual stimulation with “erotic” and “high negative” pictures whereas “neutral” and “positive” stimuli showed the lowest amplitudes.

In the second part we focused on the comparison of male and female reactions to the stimuli “erotic” and “high negative”. There were significant differences for the timepoints p200 and n200 but not for p300. In both cases the male probands showed higher amplitudes. The described differences were measured on temporal and frontal electrode sites.

We showed that there were significant differences between the reactions to the single stimuli within the whole group of probands. Furthermore, we found gender specific differences in the processing after visual emotional

stimulation. These were measured in unconscious processing (p200 and n200) and were found in cortex areas, which have key functions in emotional processing.

A conscious cognition measured at timepoint p300 might lead to a stimulus evaluation in which male and female probands adapt their reactions to each other.

1. Einleitung

Reagieren Frauen und Männer unterschiedlich auf emotionale Stimuli? Das Interesse an dieser Frage hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Immer mehr Arbeitsgruppen beschäftigen sich mit geschlechterspezifischen Unterschieden in Bezug auf strukturelle, chemische und funktionelle Eigenschaften des Gehirns (Canli, Desmond et al. 2002 und Cahill und McGaugh 1998). Insbesondere Unterschiede in der Emotionswahrnehmung sind zentraler Bestandteil dieser Forschung (Gasbarri, Arnone et al. 2007, Williams und Gordon 2007, Han, Fan et al. 2008). Jedoch gibt es keine einheitlichen Ergebnisse, so dass viele Fragen bisher unbeantwortet geblieben sind.

In der vorliegenden Arbeit wurden bei männlichen und weiblichen Probanden/-innen Reaktionen auf visuelle emotionale Stimuli elektroenzephalographisch gemessen und beide Gruppen diesbezüglich miteinander verglichen.

Einleitend werden neurophysiologische, anatomische, technische und psychologische Grundlagen erläutert und anschließend der aktuelle Forschungsstand zu diesem Thema dargestellt.

1.1 Neurophysiologische Grundlagen

Das Nervensystem als komplexes funktionelles System des Körpers, ermöglicht die Kommunikation mit der Umwelt. Die wichtigsten Funktionen sind die Wahrnehmung, die Integration des Wahrgenommenen, das Denken und Fühlen sowie die Auslösung von Verhaltensweisen (Trepel 1999).

Es wird ein zentrales und ein peripheres Nervensystem unterschieden (ZNS und PNS). Das Zentralnervensystem umfasst das Gehirn und das Rückenmark. Das periphere Nervensystem kann als Rezeptions- und Ausführungsorgan des ZNS betrachtet werden. Dazu gehören zahlreiche Nerven, die entweder Impulse von der Peripherie zum ZNS (sensibel) oder vom ZNS in die Peripherie (motorisch) weiterleiten (Trepel 1999).

1.1.1 Bestandteile des Nervensystems

Die Grundeinheiten des Nervensystems sind die Nervenzellen (Neurone). Aufgaben der Neurone sind die Aufnahme und Verarbeitung von Signalen. Diese Signale werden elektrisch weitergeleitet und an Kontaktstellen, den Synapsen, auf andere Nervenzellen oder Effektorzellen übertragen. Neurone unterscheiden sich deutlich in ihrer Größe und Form, besitzen aber alle einen gemeinsamen Grundbauplan (Kleinig und Maier 1999).

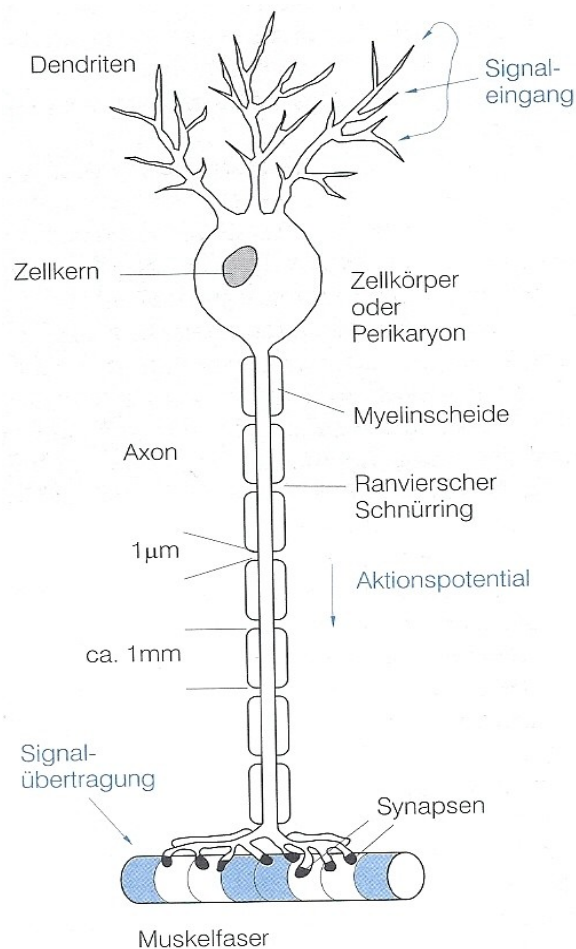


Abb. 1: Schema eines Neurons am Beispiel eines Motoneurons, das eine Muskelzelle innerviert (aus: Kleinig und Maier, „Zellbiologie“, 1999, S.370)

Ein Neuron lässt sich in vier Bestandteile unterteilen, die sowohl morphologisch als auch funktionell unterschiedlich sind. In der Abbildung 1 sind die folgenden Bereiche dargestellt. Der erste Bereich ist der Zellkörper (Perikaryon). Er enthält den Zellkern, die Ribosomen, das Endomembran-

system und stellt somit das biosynthetische Zentrum der Zelle dar. Der zweite Bereich wird von den Dendriten gebildet. Das sind kurze, oft stark verzweigte Zellfortsätze, die über Synapsen Signale von anderen Neuronen oder Sinneszellen aufnehmen und diese in Richtung Perikaryon weiterleiten. Die Kontaktaufnahme der Synapsen kann auch direkt am Perikaryon oder am Axon erfolgen. Der dritte Abschnitt ist das Axon, ein bis zu über 1m langer Zellfortsatz, der die Signale vom Perikaryon zu anderen Neuronen oder Effektorzellen weiterleitet.

Am Ende eines Axons gibt es viertens terminale Aufzweigungen (Telodendron). Die Enden dieser Aufzweigungen besitzen kleine, knötchenförmige Verdickungen, die synaptischen Endknöpfchen. Diese bilden zusammen mit der Zellmembran der nachfolgenden Zelle die Synapse, mit dem dazwischen liegenden synaptischen Spalt (Kleinig und Maier 1999, sowie Trepel 1999). Es sind Kontaktstellen, an denen Signale von Zelle zu Zelle übertragen werden. Die Übertragung erfolgt meist chemisch, seltener elektrisch (Kleinig und Maier 1999).

Ein weiterer Bestandteil des ZNS sind Gliazellen. Bei den peripheren Gliazellen handelt es sich um die Schwann-Zellen. Sie sind für die Umarmung (Myelinisierung) der neuronalen Fortsätze in der Peripherie verantwortlich. Gliazellen des ZNS können in vier Typen unterteilt werden: Astrozyten, Oligodendrozyten, Mikroglia und Ependymzellen. Diese Gliazellen bilden fast die Hälfte der gesamten Biomasse des ZNS. Ihre Funktionen sind sehr vielfältig. Sie üben eine generelle strukturgebende Stützfunktion im ZNS aus, dienen dem Austausch von Nährstoffen und Stoffwechselprodukten zwischen Neuronen und Blut, bilden die Markscheiden im ZNS und übernehmen Abwehrfunktionen (Trepel 1999).

1.1.1.1 Mikroskopische Anatomie des Neokortex

Im Neokortex sind die Nervenzellen und -fasern in sechs Schichten angeordnet (siehe Abb. 2). Sie werden von außen nach innen mit I bis VI bezeichnet (Bösel 2006).

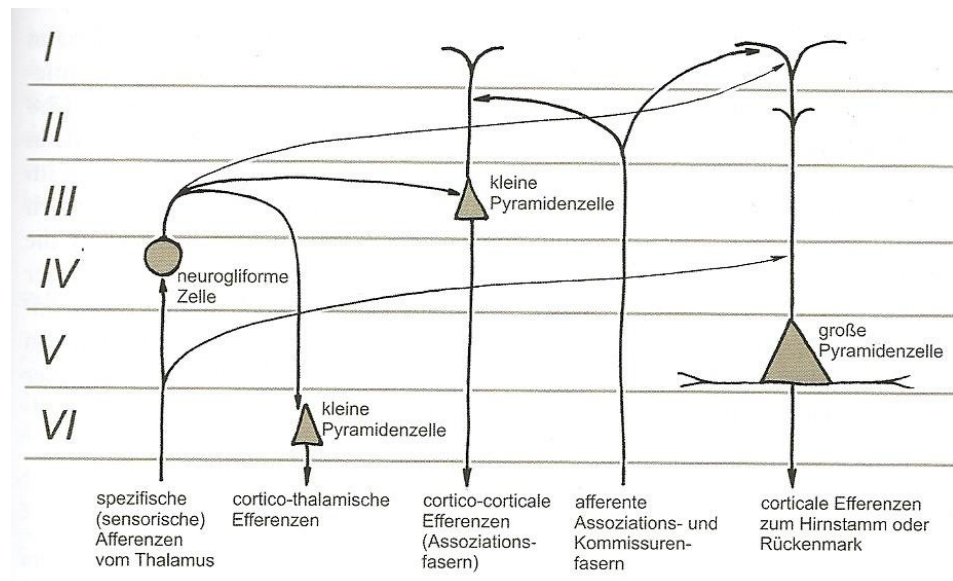


Abb. 2: Schematische Darstellung der typischen Anordnung und Vernetzung von Kortexzellen (aus: Bösel, „Das Gehirn“, 2006, S. 143)

Insgesamt betrachtet, kommen afferente Fasern in den Schichten I bis IV an. Genauer betrachtet, enden Afferenzen aus dem Thalamus hauptsächlich in den Schichten III bis V, während Afferenzen aus anderen Kortexarealen, über Kommissuren- und Assoziationsfasern, in die Schichten I und II ziehen. Aus den Schichten III bis VI ziehen ableitende Axone (Efferenzen) weg. Die Schicht V beinhaltet überwiegend große, pyramidenförmige Neurone, die Pyramidenzellen, die ihre Dendriten apikal bis in die Schicht I strecken. Dadurch bilden die großen Pyramidenzellen eine Achse senkrecht zur Kortexoberfläche. Die kleineren Zellen positionieren sich um diese herum. Solche Ansammlung wird als Einheit der Informationsverarbeitung im Kortex gesehen und als „Säule“ oder „Kolumne“ bezeichnet (Bösel 2006).

1.1.2 Erregungsleitung

Zwischen dem Inneren und dem Äußeren der Zellen besteht eine elektrische Potentialdifferenz, das so genannte Membranpotential. Die Plasmamembran der Nervenzelle ist eine Doppellipidschicht und wirkt als elektrischer Isolator. Das Membranpotential bleibt bei Nerven- und Muskelzellen über einen längeren Zeitraum auf einem konstanten Wert jedoch nur, solange die

Zelle inaktiv ist (Schmidt und Thews 1997). Das Membranpotential der nicht aktiven Zellen wird als Ruhepotential bezeichnet und beträgt zwischen -70 und -80 Millivolt (mV). Das Zellinnere ist gegenüber der Zellaußenseite negativ geladen. Das Ruhemembranpotential wird durch die Natrium-Kalium-Pumpe (Na-K-Pumpe) aktiv aufrechterhalten und überwiegend vom K^+ -Gleichgewichtspotential bestimmt, aber auch durch andere Ionenströme beeinflusst. Die Ionen werden unter Energieverbrauch transportiert (Zschocke 2002).

Nervenzellen haben im Organismus die Aufgabe, Informationen aufzunehmen und weiterzuleiten. Diese Weiterleitung erfolgt in Form von Aktionspotentialen. Wenn ein Stimulus auf die Plasmamembran wirkt, also die Zelle aktiviert wird, so verringert sich das Membranpotential an dieser Stelle (Depolarisation). Erreicht die Depolarisation einen bestimmten Schwellenwert, so wird ein Aktionspotential ausgelöst. Es gehorcht dem Alles-Oder-Nichts-Gesetz. Das heißt, ist ein Aktionspotential einmal ausgelöst, läuft es in seinem vollen Umfang ab und erreicht immer die gleiche Größe. Bei der Depolarisation kommt es zu einer kurzen Öffnung der Na^+ -Kanäle und die Na^+ -Ionen strömen entlang ihres Konzentrationsgradienten in die Zelle. Dadurch wird das Membranpotential auf +50 mV angehoben. Durch die Depolarisation der Membran an einer bestimmten Stelle werden Na^+ -Kanäle in direkter Nähe aktiviert, so dass sich das Aktionspotential in Richtung der Axonspitze bewegt. Die Ausbreitung in nur eine Richtung wird durch die Refraktärzeit der Kanäle gewährleistet. Nach ihrem Schließen sind sie für einige Millisekunden nicht aktivierbar. Die spannungsabhängigen K^+ -Kanäle öffnen etwas verzögert zu den Na^+ -Kanälen. Die K^+ -Ionen strömen entlang ihres Konzentrationsgradienten zur Zellaußenseite. Dieser K^+ -Strom führt innerhalb von ca. 2 ms zur Repolarisierung der Membran und dadurch zum Schließen der K^+ -Kanäle. Anschließend übernimmt die Na-K-Pumpe wieder die Herstellung des Ruhepotentials (Kleinig und Maier 1999).

Bei der Weiterleitung der Erregung von Zelle zu Zelle wird die präsynaptische Membran an der Synapse durch ein ankommendes Aktionspotential depolarisiert. Daraufhin öffnen sich Ca^{2+} -Kanäle in der Membran und Calcium-Ionen strömen ein. Das löst eine Bewegung

synaptischer Bläschen (Vesikel) aus, die sich Richtung präsynaptischer Membran bewegen. Sie lagern sich der Membran innen an und geben ihren Inhalt (Neurotransmitter) in den synaptischen Spalt ab. Die Neurotransmitter binden dann an Rezeptoren auf der postsynaptischen Membran. Handelt es sich um eine erregende (exzitatorische) Synapse, wird das Membranpotential verringert und ein Aktionspotential kann ausgelöst werden. Ist die Synapse hemmend (inhibitorisch), wird das Membranpotential erhöht und die postsynaptische Membran wird hyperpolarisiert, wodurch kein Aktionspotential ausgelöst werden kann (Zschocke 2002).

1.2 Elektroenzephalografie (EEG)

Die Elektroenzephalografie (EEG) ist eine Methode, mit der vom Gehirn ausgehende elektrische Aktivität der Nervenzellen im Hirnrindensbereich gemessen werden kann. EEG-Signale an der Schädeloberfläche stellen immer die summierte Aktivität aus einer Vielzahl von elektrischen Prozessen dar. Die Ableitung der Membranpotentialschwankungen erfolgt über Elektroden, die auf der Kopfhaut befestigt werden. Das Elektroenzephalogramm (ebenfalls EEG abgekürzt) zeigt dann die grafische Darstellung dieser Potentialschwankungen (Birbaumer und Schmidt 2006). Die Elektroenzephalografie ist eine nicht invasive Methode. Der Vorteil daran ist, dass die Ableitung der Potentialschwankungen bei vollem Bewusstsein durchgeführt werden kann und zudem vollkommen schmerzfrei ist (Birbaumer und Schmidt 2006).

1.2.1 Entstehungsgeschichte des EEG

Die erste Ableitung von Hirnstromwellen von Säugetieren wurde 1875 in London von R. Caton durchgeführt. Die registrierten Hirnstromwellen waren allerdings sehr klein und inkonstant.

Bis zur ersten richtigen Messung von menschlichen Hirnströmen vergingen noch einmal 50 Jahre, denn erst 1924 konnte Hans Berger das erste menschliche Elektroenzephalogramm aufzeichnen. Die erste Mitteilung

dazu machte er im Jahr 1929 „Über das Elektrenkephalogramm des Menschen“ in der Fachzeitschrift „Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten“. Davor überprüfte er fünf Jahre seine Ergebnisse. Seine weiteren Publikationen bis 1939 handelten von den wesentlichen Merkmalen des normalen und pathologischen Elektroenzephalogramms. Die weltweite Anerkennung von Bergers Ergebnissen kam erst, nachdem die Physiologen Adrian und Matthews 1934 seine Befunde reproduzieren und bestätigen konnten.

Mit der Entwicklung eines Tintenschreibergerätes von Tönnies konnten zwischen 1932 und 1935 EEG-Kurven direkt aufgezeichnet werden und das EEG fand den Weg in die klinische Routinediagnostik. In den folgenden Jahren und Jahrzehnten wurde eine Vielzahl von EEG-Veränderungen bei Erkrankungen, die direkt oder indirekt die Hirnfunktionen beeinträchtigen, beobachtet. Als die modernen bildgebenden Verfahren, wie Computertomografie, Kernspintomografie etc., entwickelt wurden, verlor die Elektroenzephalografie wesentlich an Bedeutung, ermöglichte aber immer noch die zuverlässige Erfassung von funktionellen Veränderungen der Hirntätigkeit. In der Epilepsiediagnostik beispielsweise bleibt sie weiterhin ein unverzichtbares Mittel (Neundörfer 2002).

Ein Vorteil des EEG liegt darin, dass informationsverarbeitende Prozesse im Gehirn teilweise sehr schnell ablaufen (in ms-Intervallen) und ihre Messung eine Zeitauflösung erfordert, welche durch das EEG gegeben ist und durch bildgebende Verfahren nicht gewährleistet werden kann. Der Nachteil der elektroenzephalografischen Methode liegt in der ungenauen Bestimmung des anatomischen Ursprungs einer bestimmten Spannungsschwankung (Birbaumer und Schmidt 2003). Moderne digitale EEG-Geräte erlauben die direkte Auswertung des EEG am Computerbildschirm ohne Papieraufschrieb („papierloses EEG“) (Neundörfer 2002).

1.2.2 Polarität des EEG und Dipolstruktur des Neocortex

Im EEG werden vor allem exzitatorische postsynaptische Potentiale (EPSP) der Pyramidenzellen widergespiegelt. Inhibitorische postsynaptische Potentiale (IPSP) der Pyramidenzellen spielen eher eine untergeordnete Rolle, da ihre extrazellulären Ströme kleiner sind als bei den EPSP. Eine

positive Welle im EEG (Aus Schlag nach unten) wird durch EPSP in den tieferen Kortexschichten, besonders Schicht IV mit spezifischen Afferenzen aus dem Thalamus, oder durch IPSP bzw. einem Nachlassen der Erregung in den oberen Schichten ausgelöst. Eine Negativierung im EEG (Aus Schlag nach oben) wird durch eine Erregung der Dendriten in den oberflächlichen Kortexschichten durch unspezifische thalamische Afferenzen und Kommissuren- und Assoziationsfasern verursacht (Schmidt und Thews 1997). Die senkrechte Ausrichtung der kortikalen Säulen (siehe oben) bewirkt eine Stromverteilung an den Zellen, die an weiter entfernten Stellen Feldpotentiale registrierbar macht. Die Feldpotentiale sind in der Hirnrinde als sog. Dipolstruktur verteilt. In der Abbildung 3 ist ein kortikaler Dipol schematisch dargestellt.

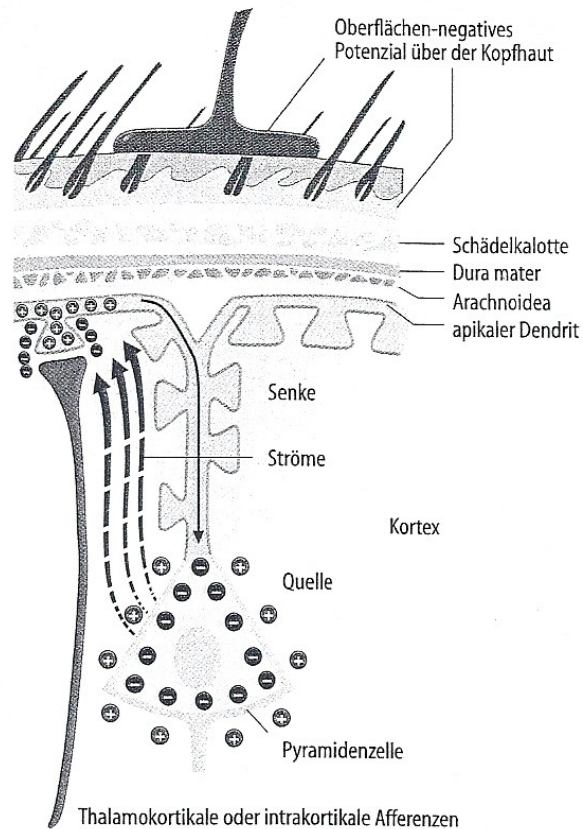


Abb. 3: Schema eines kortikalen Dipols (aus: Birbaumer und Schmidt, „Biologische Psychologie“, 2006, S. 472)

Die Abbildung beschreibt die Situation, wenn Afferenzen aus dem Thalamus oder anderen Kortexarealen die apikalen Dendriten der

Pyramidenzellen erreichen. Die extrazelluläre Region der apikalen Dendriten wird negativ, weil durch den Einstrom positiver Ionen (Na^+ -Ionen) dort ein negatives Feldpotential entsteht. Die durch den extrazellulär fließenden Strom erzeugte Potentialdifferenz wird als Feldpotential bezeichnet. Positive Ladungsträger (Strom) fließen in das Zellinnere und entfernen sich dabei gleichzeitig von der Elektrode, die sich in der Nähe der Dendriten befindet. Der Strom folgt dem Stromgradienten an der Membraninnenseite Richtung Soma und „bewegt“ sich an der extrasynaptischen Membran in umgekehrter Richtung zum Ort der Depolarisation. Die Stelle an der der Strom eintritt, wird „Senke“ genannt, da sie als negativer Pol positive Ladungen anzieht. Dort wo der Strom austritt, spricht man von „Quelle“. Zusammenfassend gesehen, fließt der Strom extrazellulär immer von Regionen mit niedriger Depolarisation (hier: Soma) in Richtung der größeren Depolarisation (hier: apikale Dendriten). Die extrazelluläre Spannung ist somit an der Senke relativ zur Quelle negativ. Intrazellulär ist die Stromausrichtung umgekehrt. Durch die senkrechte Lage der Pyramidenzellen im Neokortex und der oben beschriebenen Potentialverteilung kann die Hirnrinde als elektrischer Dipol bezeichnet werden, mit umgekehrter Polarisierung zwischen den oberen und unteren Schichten. Die Messung dieser Spannungsschwankungen im EEG funktioniert jedoch nur, wenn viele benachbarte kortikale Dipole sich summieren. (Birbaumer und Schmidt 2006).

1.3 Ereigniskorrelierte Potentiale (EKP)

Ereigniskorrelierte Potentiale (EKP) bezeichnen alle elektrokortikalen Potentiale, die vor, während oder nach einem Ereignis im EEG messbar sind. Die Ereignisse können sowohl motorisch, sensorisch als auch psychische Reize sein. Die EKP sind nicht sofort im EEG zu erkennen, denn sie werden vom Spontan-EEG, dem „Rauschen“, überlagert. Die Amplituden der ereigniskorrelierten Potentiale (1-30 μV) sind im Durchschnitt viel kleiner als die Amplituden des Spontan-EEGs (1-100 μV). Die Mittelungstechnik wird genutzt, um die EKP sichtbar zu machen. Bei

dieser Methode wird per Computersoftware ein und derselbe Reiz wiederholt, wobei man davon ausgeht, dass der zugrunde liegende elektrokortikale Prozess gleich bzw. ähnlich aussieht und sich vom zufällig verteilten Spontan-EEG unterscheidet. In der Abbildung 4 erkennt man, dass mit zunehmender Anzahl der aufsummierten Durchgänge das Signal-Rausch-Verhältnis zunehmend verbessert (Birbaumer und Schmidt 2006).

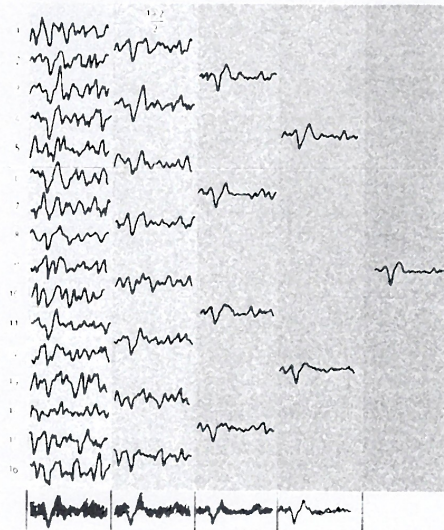


Abb. 4: Darstellung des Mittelungsprozesses
(aus: Birbaumer und Schmidt, „Biologische Psychologie“, 1999, S. 497)

In der Abbildung 4 ist deutlich zu erkennen, dass sich Amplituden, die zum selben Zeitpunkt die gleiche Form haben, summieren und immer größer werden. Das Spontan-EEG bleibt dabei gleich oder wird kleiner. Das arithmetische Mittel der summierten Kurven ergibt dann die Originalgröße der EKP (Birbaumer und Schmidt 1999).

Das EKP besteht immer aus einer komplexen Abfolge von positiven und negativen Wellen, die in einem spezifischen zeitlichen Abstand zum auslösenden Stimulus auftreten und unterschiedliche psychologische Vorgänge repräsentieren (siehe Abb. 5). Positivauslenkungen entstehen durch exzitatorische postsynaptische Potentiale und lassen auf eine Erregungsweiterleitung schließen. Erfolgt stattdessen nur eine Aufladung bestimmter Hirnareale, durch einen hohen Anteil inhibitorischer postsynaptischer Potentiale, ohne Weiterleitung der Erregung, entsteht eine Negativauslenkung im EKP (Bösel 2001). Synonym für den Begriff Welle

wird häufig der Begriff Komponente gebraucht (Donchin, Ritter et al. 1978). Es werden exogene Komponenten, die im Zeitraum bis 100 ms nach dem Stimulus auftreten, von endogenen bzw. späten Komponenten unterschieden. Die Amplituden bis 100 ms werden von Umschaltzentren unterhalb der Hirnrinde erzeugt (Bösel 2001). Sie verändern sich im Wesentlichen durch die physikalischen Eigenschaften eines Reizes, z. B. durch seine Intensität oder Farbe. Exogene Komponenten sind relativ unabhängig vom psychischen Zustand des Probanden. Den endogenen Komponenten wird ein Zeitraum ab 100 ms nach Stimulusbeginn bis zu einigen Sekunden zugeordnet. Sie sind abhängig von psychischen Veränderungen, der Bedeutung des Stimulus und entsprechen der kortikalen Reizverarbeitung und der inneren und äußeren Antwortgenerierung (Bösel 2001; Birbaumer und Schmidt 2006).

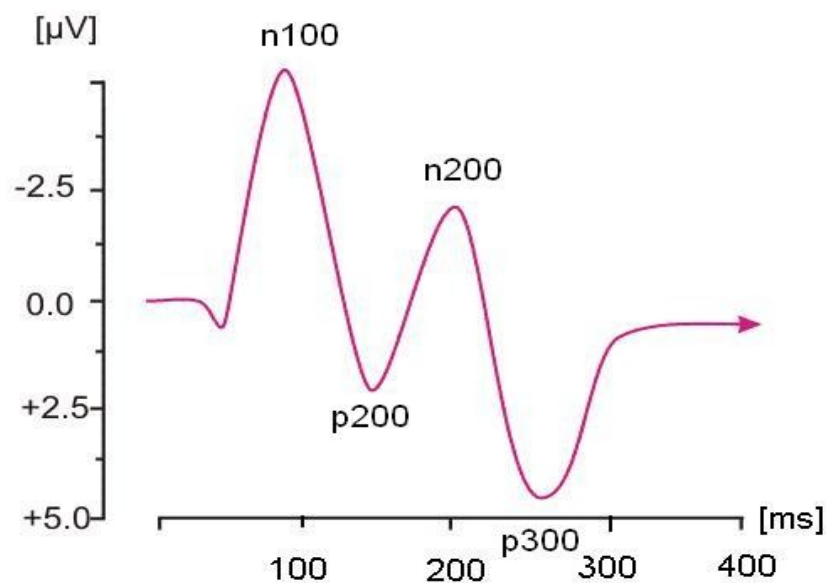


Abb. 5: Schematische Darstellung des Verlaufs ereigniskorrelierter Potentiale bei der Aufnahme und Verarbeitung eines visuellen oder auditiven Reizes (übernommen und abgewandelt aus: Birbaumer und Schmidt, „Biologische Psychologie“, 2006, S. 481) Erklärung siehe Text

Zur Bezeichnung der einzelnen Komponenten bestehen verschiedene Schemata. Durchgesetzt hat sich die Bezeichnung hinsichtlich der Polarität einer Komponente und des zeitlichen Abstands ihrer Gipfellatenz (in ms) zum auslösenden Reiz (siehe Abb. 5). Beispielsweise wird eine positive

Maximalamplitude, deren Gipfellatenz ca. 200 ms nach Stimulusbeginn auftritt als p200 bezeichnet (Birbaumer und Schmidt 2006).

Ereigniskorrelierte Potentiale geben Informationen über den Zeitverlauf (Latenz) und die „Stärke“ (Amplitude) der Informationsverarbeitung bzw. der Reaktion auf einen Stimulus. Dabei steht jede einzelne Komponente für einen bestimmten Verarbeitungsschritt. Doch erst ab 300 ms handelt es sich um bewusste Verarbeitungsprozesse. Die Vorgänge bis 300 ms stellen unbewusste Verarbeitungsschritte dar (Bösel 2001). Im folgenden Abschnitt werden die einzelnen Komponenten näher beschrieben.

1.3.1 p200

Die p200 besitzt eine Latenzzeit um ca. 200 ms und tritt auf, wenn abweichende Reizeigenschaften auftreten (Luck und Hillyard 1994) bzw. seltene Zielreize entdeckt werden (Koelega und Verbaten 1991).

1.3.2 n200

Die n200 wird als Ausdruck der Reizbewertung verstanden (Gerloff 2005). Eine fehlende Übereinstimmung (mismatch) zwischen einem vorhandenen Situationsmodell und einem neuen Reizinput bewirkt eine Aufladung in den entsprechenden Arealen ohne gleichzeitige Entladung, wodurch ein Negativausschlag ca. 250 ms nach Stimulusbeginn sichtbar wird (Naaatnen, Gaillard et al. 1981). Aus diesem Grund wird die n200 häufig auch als „mismatch negativity“ bezeichnet. Je nach Auslösemodus werden drei Gruppen unterschieden.

Die N2a wird durch passive Diskriminationsprozesse ausgelöst und entspricht der oben genannten „mismatch negativity“ (Kujala, Kallio et al. 2001 und Sams, Paavilainen et al. 1985). Die N2b spiegelt einen aktiven Diskriminierungsprozess wieder (Ritter et al. 1984) und die N2c wird durch Kategorisierung unterschiedlicher Reize ausgelöst (Naaatnen, Gaillard et al. 1981).

1.3.3 p300

Die p300 repräsentiert eine Art Kategorisierung und Evaluation des dargebotenen Stimulusmaterials. Somit zeigt sie den Abschluss des

Erkennens und die Aktualisierung der Situationsrepräsentation an (Bösel 2006). Sie wurde erstmals 1965 durch Sutton et al. beschrieben und wird in drei verschiedene Gruppen unterteilt: P3a, P3b und die sog. „slow wave“. Sie treten in Abhängigkeit von spezifischen experimentellen Bedingungen auf (Sutton, Braren et al. 1965 und Gerloff 2005).

Die P3a tritt auf, wenn jeder Zielreiz neue Stimulusmerkmale aufweist (Squires et al. 1975). Sie besitzt eine kürzere Latenz (250-300 ms) als die P3b (340-700 ms) (Gerloff 2005). Die P3b wird durch ein „Zwei-Stimulus-diskriminationsparadigma“ ausgelöst (Gerloff 2005). Dort werden Reize in Serie gezeigt, ein häufiger und ein seltener, wobei der seltene gezählt werden soll. Die Amplitude variiert dann mit der Häufigkeit des seltenen Reizes, je seltener, desto häufiger.

Für den Versuchsaufbau des passiven Anschauens von Abbildungen erscheint die P3b als Signal, wenn eine kognitive Bewertung der Stimulusbedeutung erfolgt (Ito, Larsen et al. 1998).

Die „slow wave“ tritt auf, wenn jeder präsentierte Reiz für die Lösung einer schwierigen Aufgabe von Bedeutung ist. Diese Komponente besitzt eine Latenz zwischen 600 ms und 1400 ms (Gerloff 2005).

1.4 Funktionelle Anatomie des Neokortex

Keine Rindenformation vollbringt ausschließlich Einzelleistungen, stattdessen arbeiten mehrere Gehirnregionen zusammen, um verschiedene Funktionen zu erfüllen (Greenfield 1999).

Das Gehirn besteht aus Arealen, die anatomisch gegeneinander abgrenzbar sind und gleichzeitig ein zusammenhängendes, integriertes System darstellen (Greenfield 1999). Als größter und phylogenetisch jüngster Teil des Gehirns hat das Telencephalon fast alle anderen Hirnteile überwachsen. Man kann es von außen in zwei Hemisphären gliedern, die durch die von vorne nach hinten verlaufende Fissura longitudinalis cerebri geteilt werden. Jede der beiden Hemisphären wird wiederum in vier Lappen (Lobi) unterteilt: Frontallappen (Lobus frontalis), Parietallappen (Lobus parietalis),

Temporallappen (Lobus temporalis) und Okzipitallappen (Lobus occipitalis) (Trepel 1999).

Die moderne Hirnforschung geht davon aus, dass das Gehirn zum Einen mit abgegrenzten Zentren oder zum Anderen auch diffus organisiert sein kann, je nachdem, welche Funktion betrachtet wird. Sensorische und motorische Grundfunktionen werden von ganz spezifischen Regionen kontrolliert (Gyrus postcentralis und Gyrus precentralis), während höhere geistige Funktionen mehrere Bereiche beanspruchen, die über das Gehirn verteilt sind. Geht man in der Betrachtung eine Ebene weiter und beschäftigt sich mit den einzelnen Hirnlappen, erkennt man, dass jeder Lappen einer anderen sensorischen oder motorischen Funktion dient. Im Okzipitallappen befindet sich das primäre Sehzentrum. Einzelne Teile des Temporallappens sind am Hören beteiligt und der vordere Teil des Parietallappens wird mit somatosensorischen Funktionen in Verbindung gebracht. Der hintere Bereich des Frontallappens übernimmt motorische Funktionen (Springer und Deutsch 1995). Die genannten Bereiche sind in der Abbildung 6 dargestellt.

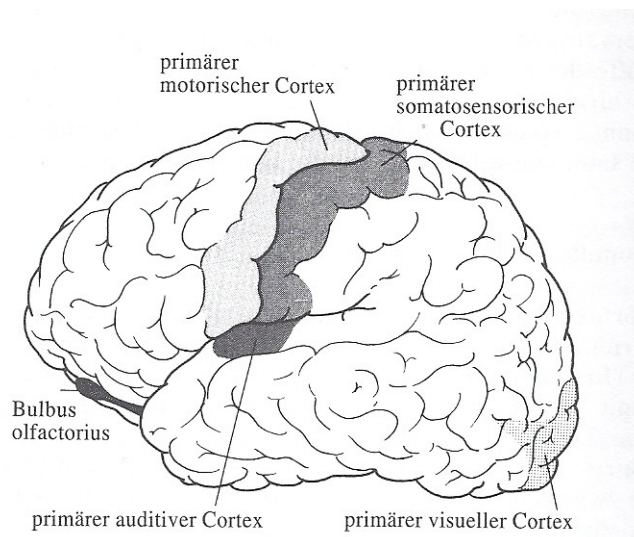


Abb. 6: Darstellung der primären sensorischen und motorischen Hirnareale, sowie der Assoziationsgebiete (aus: Springer, „Linkes Rechtes Gehirn“, 1995, S. 334)

Bei den oben genannten Bereichen der einzelnen Hirnlappen handelt es sich um Kortexareale, die Informationen direkt von den Sinnesorganen erhalten

oder die Bewegung bestimmter Körperteile steuern. Sie werden als primäre Projektionsfelder bezeichnet. Der weitaus größere Teil des Kortex scheint nicht auf einzelne Sinne festgelegt zu sein. In dem Fall spricht man von Assoziationsfeldern oder auch vom Assoziationskortex, wobei man sekundäre und tertiäre Assoziationsfelder unterscheidet. Die sekundären Zonen grenzen direkt an die primären Projektionsfelder. Sie sind noch von einer spezifischen Reizmodalität abhängig. Diese Zentren verarbeiten die spezifische sensorische Information, die zuvor im primären Projektionsfeld eingegangen ist. Die einzelnen Informationen werden dort zusammen gebracht. Einzelne sensorische Reize werden kombiniert und immer komplexer miteinander in Beziehung gesetzt. Im Außenbereich der parietalen, temporalen und okzipitalen sekundären Zonen liegen die tertiären Assoziationsfelder. Verschiedene sensorische Felder überschneiden sich, so dass keine Modalitätsspezifität mehr vorliegt. So werden aus zusammengesetzten Empfindungen schließlich Wahrnehmungen (Greenfield 1999; Springer und Deutsch 1995).

Hinsichtlich der Emotionswahrnehmung und Verarbeitung gibt es mehrere Bereiche im Gehirn, die eine entscheidende Rolle spielen. Ein wichtiges Areal ist der posteriore Assoziationskortex. Er befindet sich zwischen dem Parietal-, Temporal- und Okzipitallappen und empfängt viele sensorische Reize aller Modalitäten und trägt zur komplexen Wahrnehmung bei (Roschmann 1990). Besonders der inferiore Teil des Parietallappens empfängt direkt Afferenzen von limbischen Strukturen (Smith und DeVito 1984). Beim Menschen konnten durch direkte Stimulation von Anteilen des anterioren Temporalkortex Emotionen wie Furcht induziert werden. Andere Emotionen wurden dadurch nicht ausgelöst (Selecki 1960).

Ein Gehirnabschnitt, dessen Funktion besonders schwierig zu fassen ist, ist der vordere Bereich des Frontallappens, der so genannte präfrontale Kortex. Er dient nicht mehr der direkten motorischen Kontrolle, sondern scheint mit der räumlich-zeitlichen Zuordnung zu Ereignissen im Gedächtnis eine Rolle zu spielen. Besonders für das Arbeitsgedächtnis (explizites Gedächtnis), wo sensorische Informationen als Input und Verhalten als Output durch gewisse individuelle Vorstellungen, Auffassungen oder Regeln beeinflusst wird, spielt der Vorderpol des Frontallappens eine wichtige Rolle

(Greenfield 1999). Im Laufe der Evolution zeigte der präfrontale Kortex ein außerordentlich differenziertes Wachstum, was ihn möglicherweise dazu befähigt, höhere, integrative Funktionen auszuüben. Weiterhin wird vermutet, dass dieses Areal bei der Planung und Organisation von Handlungen beteiligt ist (Springer und Deutsch 1995). Für die Emotionsverarbeitung ist der präfrontale Kortex das wichtigste Kortexareal. Eine Schädigung dieses Gebietes kann sowohl zu intellektuellen als auch zu Persönlichkeitsveränderungen, Veränderungen des Erregungszustandes und zum Verlust der Impulskontrolle, mit Wutausbrüchen und Gewalttätigkeit führen (Springer und Deutsch 1995). Die afferenten und efferenten neuronalen Bahnen, die den Kortex und das limbische System miteinander verbinden, gehen ausschließlich von frontalen und temporalen Kortexarealen aus. Sie kommunizieren besonders eng mit der Amygdala. Zusätzlich besteht eine direkte neuronale Verbindung zwischen Hypothalamus und Frontallappen (Roschmann 1990). Niemitz bringt dies mit dem Begriff der hormonellen Rückantwort der Psychomotorik in Zusammenhang (persönliche Mitteilung).

1.5 Emotionen

In der gegenwärtigen Emotionsforschung gibt es keine Einigung darüber, was eine Emotion ist. Es treffen ganz unterschiedliche Theorieansätze aus verschiedenen Wissenschaftsbereichen (Psychologie, Soziologie, Physiologie etc.) aufeinander und ihre Heterogenität zeigt deutlich das Fehlen eines einheitlichen theoretischen Rahmens innerhalb der Emotionsforschung. Die Definitionen unterscheiden sich in Hinblick auf die Beziehungen zwischen den Konzepten Emotion, Kognition und Motivation (Schwab 2004). Eine Arbeitshypothese lautet: „Eine Emotion ist ein qualitativ näher beschreibbarer Zustand, der mit Veränderungen auf einer oder mehreren der folgenden Ebenen einhergeht: Gefühl, körperlicher Zustand und Ausdruck.“ (Schmidt-Atzert 1996). Die Definition sagt aus, dass eine Emotion ein Zustand und damit immer zeitlich begrenzt ist, also einen Beginn und ein Ende hat. In der Zeit vor bzw. nach einer Emotion

befinden sich die Personen entweder in einem neutralen oder in einem anderen emotionalen Zustand. Weiterhin sind Emotionen immer qualitativ näher zu bestimmen (Schmidt-Atzert 1996). Ein Auslöser für eine Emotion wird als Reiz oder Stimulus bezeichnet, auf den die Person reagiert (Schmidt-Atzert 1996 und Izard 1994). Dem limbischen System kommt im Bereich der Emotionen eine besondere Bedeutung zu (Roschmann 1990).

1.5.1 Das limbische System

Das limbische System ist stammesgeschichtlich außerordentlich alt und auch bei den konservativsten rezenten Vertebraten vorhanden. Es umfasst Strukturen, die im Übergang vom Diencephalon und Telencephalon um den III. Ventrikel herum angesiedelt sind. Es besteht keine einheitliche Zuordnung, aber ein wesentliches Merkmal ist die enge Beziehung zum Hypothalamus, der den Einfluss limbischer Strukturen auf das vegetative Nervensystem und das endokrine System vermittelt. Es werden sowohl kortikale als auch subkortikale Anteile unterschieden. Zu den kortikalen Strukturen zählt der Hippocampus, der Gyrus parahippocampalis, der Gyrus cinguli und die Regio enthorhinalis. Die wichtigsten subkortikalen Teile sind die Amygdala, sowie die Fornices mit den Corpora mammillaria (Roschmann 1990; Benninghoff und Drenckhahn 2008). Alle Anteile weisen intensive Verbindungen untereinander auf und erfüllen wichtige komplexe assoziative Funktionen. Dazu zählt unter anderem emotionales Erleben, Integration emotionaler Prozesse mit somatischen, endokrinen und autonomen Funktionen, Aufmerksamkeit, Antrieb und Arterhaltung (Benninghoff und Drenckhahn 2008). Das limbische System übt einen großen Einfluss auf Emotionen aus und kann sie vielleicht teilweise generieren, ist aber nicht allein dafür verantwortlich.

1.5.2 Emotionsinduktion

Für viele Fragestellungen der psychologischen Forschung ist es sehr wichtig, bestimmte emotionale Zustände bei Probanden unter kontrollierten Bedingungen im Labor hervorzurufen bzw. zu verändern. Denn Aussagen über Beziehungen zwischen Ereignissen und Emotionen können nur durch Experimente gezeigt werden. Für diese Forschung ist es deshalb

entscheidend, mit standardisierten Methoden zur Auslösung von Emotionen zu arbeiten. Das bedeutet, dass die Durchführungsbedingungen und das Material festgelegt sind. So kann man sicher sein, dass man selbst in seinem Versuch genauso vorgeht, wie andere Forscher auch. Für die Induktion von Emotionen gibt es vielfältige Methoden, von denen an dieser Stelle nur einige Beispiele genannt werden sollen. In vielen Experimenten werden Bilder zur Emotionsinduktion genutzt (Schmidt-Atzert 1996). Bei dieser Methode ist es relativ leicht Abbildungen zu finden, die ziemlich starke negative Gefühle auslösen, z.B. Ekel und Abscheu. Schwieriger ist die Suche nach Bildmaterial, das positive Gefühle, z.B. Belustigung oder Zuneigung induzieren soll (Schmidt-Atzert 1993). Eine andere Methode nutzt Filme, um Emotionen bei den Probanden auszulösen. Bisher konnte sich kein bestimmter Film als Standardfilm zur Emotionsinduktion etablieren. Weiterhin werden auch Texte und Hörbeispiele genutzt. Bei dieser Methode stellte sich heraus, dass es sehr schwer zu kontrollieren ist, ob die Versuchspersonen den Text aufmerksam lesen bzw. dem Hörbeispiel zuhören (Schmidt-Atzert 1996).

1.6 Stand der Wissenschaft

Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Reaktion auf emotionale Stimuli wurden bisher nur in einigen Studien untersucht. Die meisten Arbeitsgruppen kamen zu dem Ergebnis, dass es signifikante Unterschiede gibt. Gasbarri et al. (2007) zeigten in ihrer Studie, dass negative Bilder des International Affective Picture System (IAPS) (Lang, Bradley et al. 1997) bei Frauen stärkere positive Amplitudenausschläge in der rechten Hemisphäre um ca. 300 ms auslösten, während diese Ausschläge bei Männern in der linken Hemisphäre stärker waren (Gasbarri, Arnone et al. 2007). Weitere Ergebnisse zeigten, dass die Amplituden für den Zeitpunkt p300 sowohl für Frauen als auch für Männer bei negativen Stimuli stärker ausgeprägt waren als bei neutralen Stimuli. Dieser Effekt war bei Frauen etwas größer als bei Männern (Han, Fan et al. 2008). Eine andere Studie kam zu dem Ergebnis, dass Frauen höhere Amplituden zum Messzeitpunkt

n200 zeigten, wenn auf den emotionalen Bildern des IAPS (Lang, Bradley et al. 1997) Menschen abgebildet waren. Abbildungen von Gegenständen riefen hingegen geringere Amplituden hervor (Proverbio, Zani et al. 2008). Die erwähnten Ergebnisse unterstützen die Hypothese von Williams und Gordon (2007), dass Frauen generell stärker auf emotionale Stimuli reagieren als Männer, besonders auf solche, die mit Gefahr in Verbindung gebracht werden (Williams und Gordon 2007).

Die Resultate der Untersuchungen von ereigniskorrelierten Potentialen werden durch Studien unterstützt, die bildgebende Verfahren nutzen, z. B. funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) (Cahill 2003; George, Ketter et al. 1996; Pardo et al. 1993; Schneider, Habel et al. 2000 und Wrase, Klein et al. 2003). Eine andere Methode nutzten Kemp et al. (2004). Sie arbeiteten mit der von ihnen sogenannten „steady-state probe topography“ (SSPT) und berichteten, dass die Verarbeitung von negativen Bildern bei Frauen mit einer Reduktion der Latenz im frontalen Bereich verbunden war. Bei Männern konnte dieses Ergebnis nicht festgestellt werden (Kemp, Silberstein et al. 2004). Anhand dieser Studien wird die Überlegung unterstützt, dass Männer und Frauen emotionale Stimuli unterschiedlich wahrnehmen, verarbeiten und auf sie reagieren.

Obwohl die Studien zu ähnlichen Ergebnissen kommen, gibt es immer noch Diskrepanzen zwischen den einzelnen Untersuchungen. Das liegt daran, dass die Reaktionen auf Emotionen unterschiedlich gemessen werden und die Art des Stimulus zwischen den einzelnen Studien variiert. Einige Studien untersuchten den Ausdruck von Emotionen anhand von Gesichtsausdrücken oder mit Hilfe von Erfahrungsberichten über emotionales Erleben (Kring und Gordon 1998; Wild, Erb et al. 2001). Andere Experimente zeichneten neurophysiologische Reaktionen auf Emotionen auf, z. B. die elektrodermale Aktivität (Bradley, Codispoti et al. 2001). Wie im Abschnitt 1.5.2 über Emotionen schon berichtet, gibt es viele Möglichkeiten um Emotionen zu induzieren. Kring und Gordon (1998) und Cahill et al. (2003) nutzten Filme für die Emotionsinduktion. Eine weitere Möglichkeit der Emotionsinduktion bieten emotionale Wörter (Alfano und Cimino 2008). Musik und Geräusche wurden ebenfalls in einigen Studien genutzt, um Emotionen bei den Probanden auszulösen (Schirmer, Kotz et al.

2002; Schirmer, Striano et al. 2005; Bachorowski und Owren 2003; Panksepp und Bernatzky 2002). Die meisten Studien nutzten jedoch Bilder um Emotionen zu induzieren (Codispoti, Ferrari et al. 2006; Cuthbert, Schupp et al. 2000; Schupp, Stockburger et al. 2006) und für einen Überblicksartikel siehe (Olofsson, Nordin et al. 2008). Teilweise wurden nur Bilder eines bestimmten Inhalts gezeigt, z.B. nur Abbildungen mit emotionalen Gesichtsausdrücken (Gerber, Posner et al. 2008 und Proverbio, Zani et al. 2008).

Emotionen werden durch Stimuli ausgelöst, die eine bestimmte Erregungsstärke und Wertigkeit besitzen. Wie diese beiden Punkte interagieren müssen um Emotionen hervorzurufen, ist noch immer ein ungeklärter Punkt. Die Literatur macht dazu widersprüchliche Angaben. Die Theorie von Schachter und Singer (1962) sagt aus, dass die physiologische Erregung nur für einen Aspekt der Emotion verantwortlich sein kann, nämlich für die Intensität. Je stärker die körperliche Erregung, desto intensiver ist die Emotion. Ob Angst, Freude oder eine andere Emotionsqualität entsteht, ergibt sich aus der Wahrnehmung und kognitiven Verarbeitung der Situation (Schmidt-Atzert 1996; Schachter und Singer 1962). Von dieser Theorie leitet sich auch ab, dass die Wertigkeit und die Erregung zwei unabhängige Faktoren eines emotionalen Stimulus sind (Lang, Bradley et al. 1998). Aktuelle Studien nehmen an, dass die Wertigkeit und die Erregungsstärke miteinander interagieren und sie deshalb immer zusammen betrachtet werden müssen, wenn die emotionale Verarbeitung untersucht wird (Cuthbert, Schupp et al. 2000 und Robinson, Storbeck et al. 2004).

In der vorliegenden Studie untersuchten wir Unterschiede zwischen Männern und Frauen bezüglich ihrer Reaktionen auf Emotionen und deren Verarbeitung. Wir haben ereigniskorrelierte Potentiale gemessen, während die Probanden emotionale Bilder anschauten, die dem IAPS (Lang, Bradley et al. 1997) entnommen wurden. Die Stimuluskategorien wurden so festgelegt, dass sowohl die Wertigkeit, als auch die Erregungsstärke immer paarweise zusammenpassten, denn aktuelle Studien zeigten, dass diese beiden Dimensionen immer miteinander interagieren sollten (Cuthbert, Schupp et al. 2000). Aufgrund der Ergebnisse oben genannter Studien

vermuteten wir, dass es zwischen Männern und Frauen unterschiedliche Reaktionen, in Form der EKP, auf die emotionalen Stimuli geben wird. Frauen sollten dabei stärker auf emotionale Stimuli reagieren als Männer, besonders auf negative, stark erregende Bilder.

2. Hypothesen

❖ 1. Hypothese:

Es bestehen signifikante Amplitudenunterschiede zwischen den verschiedenen Stimuli innerhalb des gesamten Probandenpools.

❖ 1.1 Unterhypothese:

Die stärkste Reaktion erfolgt für die erotischen Bilder, gefolgt von den „sehr negativen“ Stimuli.

❖ 2. Hypothese:

Es bestehen signifikante Amplitudenunterschiede zwischen Männern und Frauen bezüglich des jeweiligen Stimulus.

❖ 2.1 Unterhypothese:

Frauen reagieren auf den Stimulus „sehr negativ“ stärker als Männer.

❖ 2.2 Unterhypothese:

Männer reagieren auf den Stimulus „Erotik“ stärker als Frauen.

❖ 2.3 Unterhypothese:

Amplitudenunterschiede nehmen mit fortschreitender Reizverarbeitung ab.

❖ 2.4 Unterhypothese

Amplitudenunterschiede für Stimuli „sehr negativ“ und „Erotik“ im frontalen und temporalen Kortex.

3. Material und Methoden

3.1 Versuchspersonen

3.1.1 Allgemeines

Insgesamt standen zunächst 43 Versuchspersonen zur Verfügung. Die Rekrutierung der Versuchspersonen erfolgte größtenteils im Studiengang Biologie an der Freien Universität Berlin (18 Probandinnen und 12 Probanden). Zur Erweiterung der Teilnehmerzahl wurden Familie, Freunde und Bekannte angesprochen. Aus diesem Kreis konnten zusätzlich 3 Probandinnen und 10 Probanden gewonnen werden.

Alle Probanden nahmen freiwillig und ohne Bezahlung an der Untersuchung teil. Sie wurden vorher nicht über die Fragestellung des Experiments informiert. Kein Versuchsteilnehmer befand sich zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung in psychologischer oder neurologischer Behandlung oder stand unter dem Einfluss psychoaktiver Substanzen (siehe 4.5.1). Bei allen Probandinnen handelte es sich um nicht schwangere Frauen. Versuchspersonen mit Fehlsichtigkeit trugen während des Tests Kontaktlinsen bzw. eine Brille.

3.1.2 Anzahl und Geschlecht

Von den insgesamt 21 weiblichen und 22 männlichen Personen konnten jeweils 20 in die Auswertung mit einbezogen werden. Die ereigniskorrelierten Potentiale (EKP) einer Probandin (Vp5) und zweier Probanden (Vp4 und 27) wurden auf Grund zu häufiger Lidschlagartefakte nicht ausgewertet.

3.1.3 Altersverteilung

Das Alter der weiblichen Versuchspersonen lag zwischen 22 und 34 Jahren, mit einem mittleren Alter von 25,6 Jahren und einer Standardabweichung von 2,9 Jahren. Die Altersverteilung der männlichen Versuchspersonen lag zwischen 21 und 35 Jahren, mit einem mittleren Alter von 27,6 Jahren und

einer Standardabweichung von 4,1 Jahren. Die Verteilung des individuellen Alters ist der Tabelle 35 (siehe Anhang) zu entnehmen.

3.1.4 Händigkeit

Zur Überprüfung der Händigkeit wurde der „Edinburgh-Händigkeits-Fragebogen“ (Oldfield 1971) (siehe Anhang) verwendet. In der vorliegenden Studie handelte es sich bei allen 40 Versuchsteilnehmern um Rechtshänder.

3.2 Stimulusmaterial

Die Stimulation der Probanden erfolgte über Bilder des „International Affective Picture System“ (IAPS), das 1997 von Lang et al. erstellt wurde. Das Bildersystem bietet eine Zusammenstellung von standardisierten, farbigen Fotografien emotionaler Stimuli für Untersuchungen von Emotionen und Aufmerksamkeit. Die Fotografien wurden hinsichtlich der emotionalen Wertigkeit (positiv (9) zu negativ (1)) und der Erregungsstärke (gelassen (1) zu aufgeregt (9)) von 234 Männern und 275 Frauen bewertet. Das Bildersystem soll durch diese Bewertung eine bessere Kontrolle in der Auswahl emotionaler Stimuli gewährleisten, den Vergleich von Ergebnissen zwischen verschiedenen Studien erleichtern und eine genaue Wiederholung der Versuche ermöglichen. (Lang, Bradley et al. 1997).

In der vorliegenden Studie wurden sechs Stimulusgruppen präsentiert. Die Auswahl der Bilder aus dem IAPS erfolgte anhand bestimmter Kriterien: Einschätzung der Wertigkeit und der Erregungsstärke. Es wurden nur Bilder ausgewählt, die in den Studien von Lang et al. von allen Probandengruppen (Männer und Frauen) bewertet worden sind (Tabelle 1 des IAPS, 2008).

Die Stimulusgruppen in dieser Studie wurden entsprechend ihrer Wertigkeit folgendermaßen eingeteilt: erotische Bilder, sehr positive Bilder, positive Bilder, neutrale Bilder, negative Bilder und sehr negative Bilder. Bei der Einteilung wurde darauf geachtet, dass die Wertigkeit zwischen den einzelnen Gruppen variierte, aber die Erregungsstärke innerhalb einer

Bildergruppe immer ähnlich hoch war, also kontinuierlich starke Stimuli verwendet wurden. Eine Auflistung der einzelnen Fotografien befindet sich in den Tabellen 29 bis 34 (siehe Anhang).

Die erste Stimulusgruppe enthielt erotische Bilder (Männer, Frauen und Paare in erotischen Posen), die eine mittlere Wertigkeit von $6,76 \pm 0,56$ und eine Erregungsstärke von $5,91 \pm 0,58$ besaßen. In die zweite Stimulusgruppe wurden sehr positive Bilder (Babys, Tierkinder etc.) mit einer mittleren Wertigkeit von $7,84 \pm 0,22$ und einer Erregungsstärke von $5,01 \pm 0,41$ gewählt. Positive Bilder (Essen, Sport etc.) bildeten die dritte Stimulusgruppe, mit einer Wertigkeit von $6,54 \pm 0,25$ und einer Erregungsstärke von $5,36 \pm 0,29$. Als Vergleichsgruppe dienten neutrale Bilder (Haushaltsgegenstände etc.), welche die vierte Stimulusgruppe darstellten, mit einer Wertigkeit von $5,02 \pm 0,20$ und einer Erregungsstärke von $3,20 \pm 1,04$. Stimulusgruppe fünf wurde von negativen Bildern (Spinnen, Schlangen etc.) gebildet, die eine Wertigkeit von $3,60 \pm 0,26$ und eine Erregungsstärke von $6,02 \pm 0,57$ besaßen. Die sechste Stimulusgruppe bestand aus sehr negativen Bildern (Überfälle, Leichen etc.) mit einer Wertigkeit von $1,81 \pm 0,24$ und einer Erregungsstärke von $6,73 \pm 0,28$.

Zusätzlich wurde ein mit dem Programm „Paint“ gestaltetes Bild mit einer „2“ eingefügt, das zur Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit diente. Aus diesem Grund fließt dieses Zahlenbild in die weitere Auswertung nicht mit ein.

Im Anschluss werden exemplarisch für jede Stimulusgruppe je zwei Bilder gezeigt.

3.2.1 Erotische Bilder



Abb. 7: nacktes Paar (IAPS-Nr.: 4676)



Abb. 8: nackter Mann (IAPS-Nr.: 20)

3.2.2 Sehr positive Bilder



Abb. 9: Hundebabys (IAPS-Nr.: 1710)



Abb. 10: Baby (IAPS-Nr.: 2057)

3.2.3 Positive Bilder



Abb. 11: Löwe (IAPS-Nr.: 7451)



Abb. 12: Turmspringer (IAPS-Nr.: 8041)

3.2.4 Neutrale Bilder



Abb. 13: Bohrmaschine (IAPS-Nr.: 7043)



Abb. 14: Knöpfe (IAPS-Nr.: 7001)

3.2.5 Negative Bilder



Abb. 15: Schlange (IAPS-Nr.: 1052)



Abb. 16: Tornado (IAPS-Nr.: 5971)

3.2.6 Sehr negative Bilder



Abb. 17: Überfall (IAPS-Nr.: 6563)



Abb. 18: Leiche (IAPS-Nr.: 3001)

3.2.7 Zahlenbild



Abb. 19: Bild mit der Zahl Zwei (nicht im IAPS enthalten)

3.3 Präsentation der Bilder

Die Fotografien wurden auf einem Pentium IV Rechner (1,8 GigaHertz, GHz) abgespielt und auf einem 22-Zoll-Monitor vom Typ iiyama Vision Master Pro 514 präsentiert. Der Abstand zum Betrachter betrug circa 1 m. Bei einer Bildgröße von 20 cm Breite und 14,5 cm Höhe, ergibt sich ein horizontaler Sehwinkel von $11,4^\circ$ und ein vertikaler Sehwinkel von $8,3^\circ$.

Die Präsentation fand in einem leicht abgedunkelten, reizarmen Raum statt. Die Reihenfolge der Fotografien wurde durch das Computerprogramm „E-Prime“ (Version 1.2 der Firma Psychology Software Tools) automatisch für jeden Probanden randomisiert, und jedes Bild wurde nur einmal präsentiert.

Zu Beginn des Versuchs wurde den Probanden/-innen ein Probedurchlauf gezeigt, damit sie mit den einzelnen Stimuluskategorien vertraut wurden. Die dabei gezeigten 14 Abbildungen (zwei erotische, zwei sehr positive, zwei positive, zwei neutrale, zwei negative, zwei sehr negative Bilder und zwei Bilder mit einer Zwei) waren nicht identisch mit den eigentlichen Testbildern.

Immer wenn das Zahlenbild mit der Zwei zu sehen war, sollten die Probanden/-innen mit ihrer dominanten Hand die Leertaste drücken. Dieser

Vorgang diente zur Aufrechterhaltung der Konzentration und fließt nicht weiter in die Auswertung ein.

Der eigentliche Versuch bestand aus 320 Bildern, nämlich aus vier Blöcken mit je 80 Bildern, wobei diese Aufteilung dazu diente, dem Verlust der Aufmerksamkeit vorzubeugen. In jedem Block gab es je 10 erotische, 10 sehr positive, 10 positive, 10 neutrale, 10 negative, 10 sehr negative Bilder und 20 Bilder mit der Zahl Zwei.

Wahrnehmungspsychologen fanden heraus, dass nicht jeder dargebotene Reiz zu einer bewussten Wahrnehmung führt. Erst bei einer Präsentationsdauer von 150 ms kann der Stimulus bewusst wahrgenommen werden (Roth 2003). Aus diesem Grund erschien in unserem Versuchsaufbau jedes Bild für 1,5 Sekunden auf dem Bildschirm mit weißem Hintergrund und besaß eine Größe von 20 cm mal 14,5 cm. Als Interstimulusintervall diente ein kleines Kreuz in der Mitte des Bildschirms, das ebenfalls für 1,5 Sekunden gezeigt wurde. Es sollte die Aufmerksamkeit der Probanden/-innen weiter auf das Zentrum des Bildschirms lenken. Nach jedem Block, also jeweils nach 80 Bildern, erschien auf dem Bildschirm das Wort „Pause“, für je eine halbe Minute. In dieser Zeit konnten die Probanden/-innen ihre Augen entspannen oder eine bequemere Sitzposition einnehmen. Nach der halben Minute Pause wurde zuerst wieder das Kreuz gezeigt, gefolgt von dem nächsten Bild. Somit dauerte der ganze Versuch ca. 20 Minuten. Nach Abschluss des vollständigen Tests erschienen die Worte „Vielen Dank! Auf Wiedersehen!“ auf dem Bildschirm.

Zur Einführung des Probedurchlaufs und zum eigentlichen Test wurde ein Informationstext auf dem Bildschirm gezeigt (siehe Anhang). Die Probanden/-innen sollten sich die Texte aufmerksam durchlesen und den Versuch dann selbstständig durch drücken der Leertaste starten.

3.4 Versuchsablauf

3.4.1 Anbringen der Elektroden

In der vorliegenden Studie wurde die unipolare Ableitung gewählt. Bei dieser Ableitmethode werden Spannungsdifferenzen zwischen Ableitpunkten auf der Schädeldecke und einer gemeinsamen Referenzelektrode gemessen (Neundörfer 2002).

Die Untersuchung eines jeden Probanden begann immer mit dem Anbringen der Ag/AgCl-Elektroden für die Ableitung des Elektrokulogramms (EOG). Diese Elektroden wurden auf der linken Gesichtshälfte ca. 1 – 2 cm über dem Musculus corrugator supercilii, ca. 2 cm unter dem Auge (Wangenursprung des Arcus zygomaticus) und jeweils auf der linken und rechten Schläfenseite befestigt (siehe Abb. 20). Diese vier Elektroden dienten zum Erfassen von Augenartefakten. Das sind Potentiale, die nicht vom Gehirn ausgehen, sondern von Augen- und Lidbewegungen stammen (Neundörfer 2002).

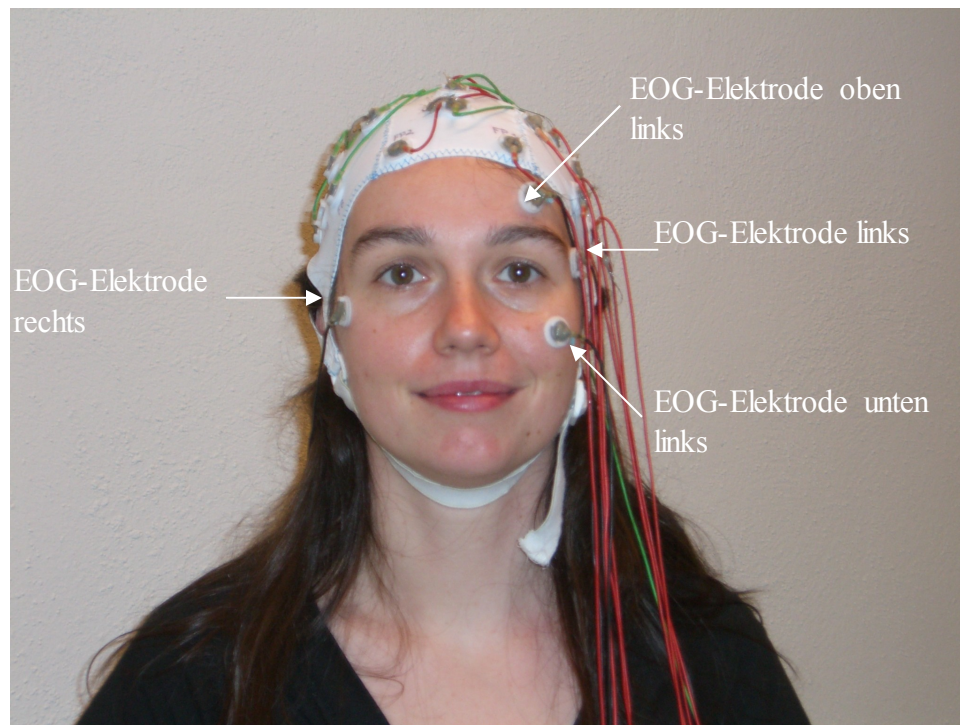


Abb. 20: Elektroden des Elektrokulogramms bei Vp 37

Zusätzlich diente eine Elektrode auf dem linken Mastoid-Fortsatz als Referenz und eine auf dem rechten Mastoid als Elektrode für die Ableitung. Insgesamt handelte es sich um sechs Einzelelektroden, die an Adapter-Ringen (A06 der Firma EASYCAP) befestigt wurden, welche mit kleinen Klebformen (V53 der Firma EASYCAP) auf die Haut geklebt wurden (siehe Abb. 21 - 24). Die dafür vorgesehenen Stellen im Gesicht und an den Mastoid-Knochen wurden erst mit Alkohol gesäubert, um den Übergangswiderstand zwischen Elektrode und Kopfhaut möglichst gering zu halten, dann wurde die Elektrode aufgeklebt. Die Elektroden besaßen in der Mitte eine Öffnung, in welche chloridfreies abrasives Elektrolytgel (Abralyt 2000 der Firma EASYCAP) mithilfe einer Spritze ohne Kanüle eingebracht wurde. Dieses Gel musste dann mittels eines kleinen Holzstäbchens mit Wattekopf auf der Haut, welche durch die Elektrodenöffnung zu sehen war, verrieben werden. Dies sollte die Impedanzen verringern und die Leitfähigkeit der Elektroden gewährleisten.



Abb. 21: Adapter-Ring für Einzelelektrode



Abb. 22: Einzelelektrode an Ring befestigt

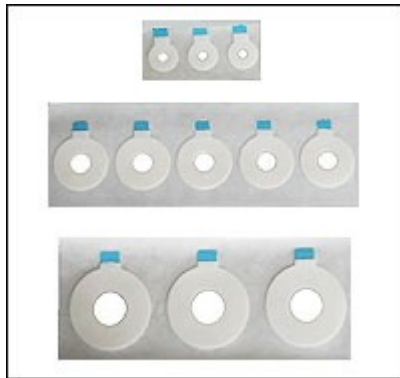


Abb. 23: Kleberinge für Adapter-Ringe der Einzel-elektroden



Abb. 24: Holzstäbchen mit Wattekopf

Anschließend wurde der Kopfumfang ausgemessen, um die entsprechende Elektrodenhaube auszusuchen. Es wurden Elektrodenhauben der Firma EASYCAP (siehe Abb. 25 und 26) benutzt, welche in den Größen 54, 56, 58, 60 zur Verfügung standen. Die Größen beziehen sich immer auf den Kopfumfang (z.B. 54 cm Kopfumfang). Falls ein Proband einen Kopfumfang von 55, 57 oder 59 cm besaß, wurde jeweils die nächst kleinere Haube benutzt.



Abb. 25: Elektrodenhaube von hinten



Abb. 26: Proband Vp42 mit Elektrodenhaube von links

Wie in den Abbildungen 25 und 26 zu sehen ist, sind die Positionen auf den Elektrodenhauben bereits vorgegeben. Die Anordnung der Positionen basiert auf dem international anerkannten 10-20-System der American

Electroencephalographic Society (1991). Die Positionen sind auf der Haube mit Buchstaben gekennzeichnet, die sich jeweils auf den zugehörigen, unter dem Schädel liegenden, Gehirnwindungen beziehen. Gerade Zahlen stehen für Bereiche der rechten Gehirnhälfte und ungerade Zahlen beziehen sich auf die linke Gehirnhälfte (Neundörfer 2002).

Die topographische Verteilung der einzelnen Komponenten der ereigniskorrelierten Potentiale kann nur durch eine adäquate Zahl und Anordnung der Elektroden beurteilt werden (Gratton und Wise 1983). Aus diesem Grund wurden an 25 Ableitorten Ag/AgCl-Elektroden platziert und elektrische Potentiale abgegriffen. Die genauen Positionen werden im Folgenden einzeln genannt:

FP1, FP2, F3, F4, F7, F8, Fz, FCz, FC5, FC6, Cz, CPz, C3, C4, CP5, CP6, P3, P4, P7, P8, Pz, T7, T8, O1, O2. Zusätzlich wurde die Afz-Elektrode als „Erde“ verwendet. Die genannten Elektrodenpositionen noch einmal farblich dargestellt (siehe Abb. 27).

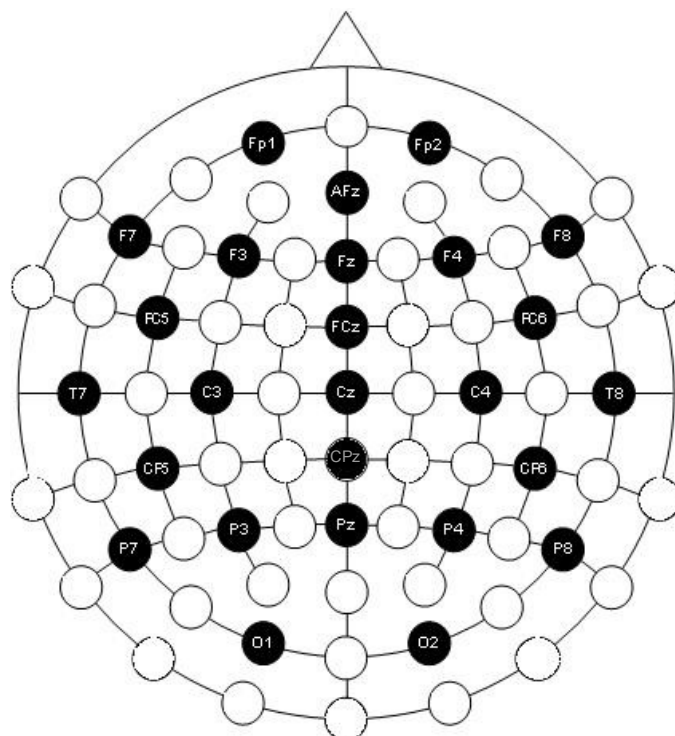


Abb. 27: Darstellung der verwendeten Elektrodenpositionen nach dem 10-20-System (schwarz: verwendete Elektrodenpositionen, weiß: weitere mögliche Elektrodenpositionen)

Insgesamt wurden 32 Elektroden im Bereich des Kopfes befestigt. Die Impedanzwerte an allen benutzten Elektroden wurden anschließend mit Hilfe des abrasiven Elektrolytgels auf maximal 20 kOhm (k Ω) eingestellt. Meistens lagen sie bei 10-15 k Ω . Die Impedanzen für die Referenzelektrode und die „Erde“, lagen jeweils bei genau 10 k Ω . Alle Elektroden, die der Ableitung dienten, wurden gegen die Referenz-Elektrode verschaltet.

3.4.2 Versuch und Aufzeichnung der EEG-Signale

Während die Elektroden bei den Probanden/-innen befestigt wurden, füllten diese jeweils zwei Fragebögen aus. Eine genaue Beschreibung der Fragebögen erfolgt im Abschnitt 3.5.

Vor dem eigentlichen Testbeginn erhielten die Probanden/-innen eine genaue Einführung über den folgenden Test (siehe Anhang). Es wurde darauf hingewiesen, sich in eine bequeme Sitzposition zu begeben. Zum Drücken der Leertaste, bei Erscheinen eines Zahlenbildes im Test, sollten sie jeweils ihre dominante Hand verwenden. Weiterhin sollten sie versuchen nur dann zu blinzeln, wenn das kleine Kreuz in der Mitte des Bildschirms erscheint, um zu viele Augenartefakte während der eigentlichen Stimuluspräsentation zu vermeiden. Dafür wurde ihnen direkt am Bildschirm präsentiert, wie sich das Blinzeln auf das EEG-Rohdatensignal auswirkt. Nach der Einführung verließ der Versuchsleiter den Raum, startete die Aufzeichnung des EEGs und gab den Probanden/-innen das Signal den Test nun selbstständig starten zu können.

Die Aufzeichnung der EEG-Signale erfolgte mit einem Pentium M Rechner (1,8 GHz) und der Software „Vision Recorder“ 1.03 der Firma Brain Products. Zur Verstärkung der Signale wurde ein BrainAmp-Verstärker (Brain Products) mit einer Abtastrate von 500 Hz (Online-Bandpassfilter 0,1 - 225 Hz) verwendet. Der Rechner für die Aufzeichnung befand sich im Messraum, der direkt neben dem Versuchsraum lag. Im Versuchsraum war eine Kamera installiert, die ihre Aufnahme auf einen Bildschirm im Messraum übertrug. Dadurch konnte der Versuchsleiter die Probanden/-innen beobachten, um bei eventuellen Problemen möglichst schnell

eingreifen zu können. Dies war jedoch bei keinem Untersuchungsvorgang nötig.

Nach Beendigung des Tests füllten die Probanden/-innen die Nachbefragung auf dem Protokollbogen aus, bevor die Elektrodenhaube entfernt wurde. Anschließend hatten sie die Möglichkeit, sich im Nebenraum die Haare zu waschen.

Der gesamte Untersuchungsablauf pro Versuchsperson nahm ca. zwei Stunden in Anspruch, je nach dem, wie schnell die Impedanzen die richtigen Werte erreichten.

Die Personen- und Experimentaldaten wurden in anonymisierter Form gespeichert und verarbeitet. Die Kodierung erfolgte über Zuordnung einer Nummer der Versuchsperson (Vp1-Vp43).

3.5 Fragebögen

Für die vorliegende Studie wurden zwei Fragebögen benutzt. Zuerst füllten die Probanden/-innen einen Protokollbogen (siehe Anhang) aus und anschließend den Edinburgh-Händigkeits-Fragebogen (Oldfield 1971) (siehe Anhang).

3.5.1 Protokollbogen

Der Protokollbogen erfasste allgemeine Daten eines jeden Probanden (Alter, Geschlecht, Kopfumfang etc.), die Einnahme von Medikamenten und die Behandlung psychologischer oder neurologischer Erkrankungen. Zusätzlich enthielt er eine Nachbefragung, die von den Probanden/-innen im Anschluss an den Test ausgefüllt wurde.

3.5.2 Edinburgh-Händigkeits-Fragebogen

Dieser Fragebogen wurde eingesetzt, um die Händigkeit einer Versuchsperson festzustellen. Der Proband muss für zehn verschiedene alltägliche Tätigkeiten angeben, ob er diese mit links, rechts oder abwechselnd verrichtet.

3.6 Datenverarbeitung

Die Verarbeitung des Rohdatenmaterials des EEG wurde mit dem Programm „Vision Analyzer“, Version 1.05 (Brain Products) durchgeführt. Die Verarbeitung erfolgte für jedes EEG eines jeden Probanden in sieben Schritten:

1.) Rereferenzierung: In diesem ersten Schritt wurde allen Elektroden eine neue Referenz zugewiesen. Die neue Referenz wurde aus dem Mittelwert der linken und rechten Mastoid-Elektrode gebildet. Damit werden nun alle anderen Elektroden gegen die neue Referenz gemessen. Dieses Verfahren wurde gewählt, damit alle Elektroden denselben Abstand zur Referenz aufweisen.

2.) Umrechnung der Augenkanäle auf bipolare Ableitung: Dieser zweite Schritt wurde mittels Formel Editor durchgeführt. Ursprünglich waren die EOG-Elektroden auch gegen die Mastoid-Elektroden referenziert. Nun wird die Differenz zwischen linker und rechter EOG-Elektrode und oberer und unterer EOG-Elektrode gebildet.

3.) Bandpassfilterung: Um das Signal-Rausch-Verhältnis zu optimieren, wurden die Daten mit einem Bandpassfilter gefiltert. Die Filterung erfolgte zwischen 0,1 und 20 Hz (24 dB/oct), und es wurde ein Notch-Filter bei 50 Hz benutzt.

4.) Markierung der Augenartefakte: Bei dem vierten Schritt handelte es sich um eine halbautomatische Prozedur. Als Amplitudenkriterium wurde +/- 90 μ V ausgewählt. Eine Überschreitung der EEG-Daten bei diesem Kriterium führte jeweils 200 ms vor und 400 ms nach dem Signal zur Markierung als Artefakt und ging in die weiteren Auswertungen nicht mehr mit ein.

5.) Segmentierung: Im fünften Schritt wurden die Daten anhand der Stimuli segmentiert.

6.) Baseline-Korrektur: Im sechsten Schritt wurde eine Baseline-Korrektur zur Vorbereitung auf die folgende Mittelung durchgeführt. Die Baseline beschreibt einen Abschnitt vor dem Ereignis, auf welches das EKP gemittelt

wird. In dieser Studie wurden die Messwerte im Bereich von -200 ms bis 0 ms relativ zum Stimulus gleich Null gesetzt.

7.) Mittelung: Im letzten Schritt wurden die Kurven summiert und anschließend das arithmetische Mittel gebildet, um die endgültigen EKP zu erhalten. Dieser Schritt wurde für jeden Probanden und für jeden Stimulus vollzogen.

Die bearbeiteten Daten wurden anschließend statistisch ausgewertet.

3.7 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte nach Hypothesen unterteilt, da die statistischen Tests sich für jede Fragestellung unterschieden.

3.7.1 Statistische Auswertung der ersten Hypothese

Nach Abschluss der Rohdaten-Analyse lagen alle gemessenen Parameter in einer Textdatei vor. Die statistische Auswertung der ersten Hypothese erfolgte komplett mit Hilfe des Statistikprogramms „SPSS“. Dafür wurde mit der zur Verfügung stehenden 17. Version der SPSS-Software gearbeitet. Neben den statistischen Tests wurden auch die Diagramme im ersten Ergebnisteil mit „SPSS“ angefertigt.

Die einzelnen Ergebnisse beziehen sich immer auf einen bestimmten Messzeitpunkt. Begonnen wird mit dem Zeitpunkt des positiven Amplitudenmaximums (p200). Die Latenzzeit bis zum Auftreten dieses Maximalausschlags liegt zwischen 150-200 ms. Anschließend werden die Daten des folgenden negativen Amplitudenmaximums (n200) ausgewertet. Die Latenzzeit bis zum Maximalausschlag in negativer Richtung liegt zwischen 200-300 ms. Der letzte Messzeitpunkt, p300, zeigt eine Latenzzeit bis zum Auftreten eines Maximalausschlags der Amplitude in positiver Richtung von 350-500 ms. Eine genaue Erklärung der einzelnen Messzeitpunkte befindet sich in der Einleitung (Abschnitt 1.3.1 – 1.3.3).

Im Fall der ersten Fragestellung erfolgte die analytische Statistik mit Hilfe des allgemeinen linearen Modells mit Messwiederholung mit den Faktoren

„Stimuli“ (Anzahl: 6) und Elektrodenposition (Anzahl: 25). Die Anpassung für Mehrfachvergleiche erfolgte dabei nach Bonferroni. Das Modell für Messwiederholung wurde gewählt, weil für jeden Probanden mehrere Werte für einen Stimulus vorhanden waren (je ein Wert für jede Elektrodenposition). Die so berechneten p-Werte wurden zur besseren Übersicht in einzelne Tabellen (2 - 4) übertragen und die signifikanten Werte rot markiert. Anschließend wurde für jeden Messzeitpunkt ein Balkendiagramm in „SPSS“ erstellt. Die Werte in den Balkendiagrammen stellen die Amplitudenmittelwerte plus Standardabweichung aller Probanden in Bezug auf den jeweiligen Stimulus dar.

3.7.2 Statistische Auswertung der zweiten Hypothese

Bedingt durch die sehr große Datenmenge und die komplexen Zusammenhänge der Daten, wurde für die statistische Auswertung der zweiten Hypothese zusätzlich zu der Nutzung der SPSS-Software die Hilfe der statistischen Beratungseinheit „fu:stat“ des Instituts für Statistik und Ökonometrie der Freien Universität Berlin in Anspruch genommen. Die Auswertung der Daten für die zweite Hypothese erfolgt, genau wie bei der ersten Hypothese, für jeden Messzeitpunkt (p200, n200 und p300) getrennt. Im ersten Schritt wurden die Amplitudenwerte über alle 25 Elektrodenpositionen pro Stimulus gemittelt. Dadurch erhielt man sechs Gesamtamplitudenmittelwerte für Frauen und sechs für Männer, die miteinander verglichen wurden.

Zur weiteren Aufschlüsselung wurde im zweiten Schritt der Amplitudenmittelwert für bestimmte Cluster gebildet. Mehrere Elektrodenpositionen wurden zu Clustern zusammengefasst (siehe Tab. 1). Die Zuordnung erfolgte in Hinblick auf die Verknüpfung verschiedener Assoziationsareale (Bösel 2006). Daraus ergeben sich folgende Kortex-Cluster:

Tab. 1: Zuordnung der Elektrodenpositionen zu einem bestimmten Cluster

| Elektrodenposition | Cluster |
|---------------------------|----------------------------|
| FP1 | frontal links (Cluster 1) |
| FP2 | frontal rechts (Cluster 2) |
| F3 | frontal links (Cluster 1) |

| | |
|-----|-------------------------------|
| F4 | frontal rechts (Cluster 2) |
| C3 | okzipital links (Cluster 4) |
| C4 | okzipital rechts (Cluster 3) |
| F7 | frontal links (Cluster 1) |
| F8 | frontal rechts (Cluster 2) |
| T7 | frontal links (Cluster 1) |
| T8 | frontal rechts (Cluster 2) |
| FC5 | frontal links (Cluster 1) |
| FC6 | frontal rechts (Cluster 2) |
| CP5 | okzipital links (Cluster 4) |
| CP6 | okzipital rechts (Cluster 3) |
| O1 | okzipital links (Cluster 4) |
| O2 | okzipital rechts (Cluster 3) |
| Fz | frontal zentral (Cluster 5) |
| FCz | frontal zentral (Cluster 5) |
| Cz | keine Clusterzuordnung |
| CPz | okzipital zentral (Cluster 6) |
| Pz | okzipital zentral (Cluster 6) |
| P3 | okzipital links (Cluster 4) |
| P4 | okzipital rechts (Cluster 3) |
| P7 | okzipital links (Cluster 4) |
| P8 | okzipital rechts (Cluster 3) |

Zur Verdeutlichung der Clusterbildung dienen die Abbildungen 27 und 28.

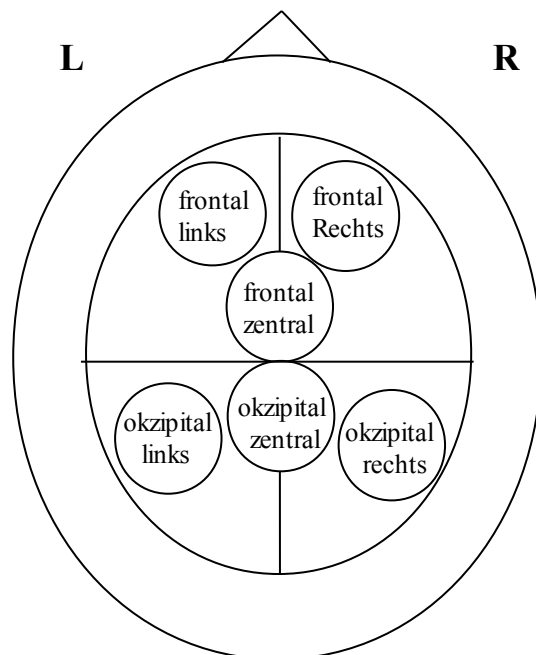


Abb. 28: Position der Cluster auf dem menschlichen Kopf

Im dritten und letzten Schritt wurden die Amplitudenmittelwerte für jede Elektrodenposition einzeln, bezüglich des jeweiligen Stimulus, zwischen Männern und Frauen verglichen.

Die analytische Statistik für alle Amplitudenmittelwerte wurde mit Hilfe des t-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt. Getestet wurde mit einer zweiseitigen Irrtumswahrscheinlichkeit $p \leq 0,05$. Die ermittelten p-Werte wurden zusammen mit den dazugehörigen Amplitudenmittelwerten zu einer besseren Übersicht in einzelnen Tabellen aufgelistet und die Signifikanzen farbig markiert (siehe 4.2). Die signifikanten Unterschiede zwischen den Amplitudenmittelwerten der Männer und Frauen wurden zusätzlich in Abbildungen dargestellt.

Die statistische Beratungseinheit „fu:stat“ des Instituts für Statistik und Ökonometrie der Freien Universität Berlin führte zusätzlich noch eine sogenannte Poweranalyse durch. Dabei wurde für den Vergleich zwischen Männern und Frauen für den Gesamtamplitudenmittelwert, für den Clusteramplitudenmittelwert und für den Mittelwert der einzelnen Elektrodenposition eine Powerberechnung durchgeführt. Sie soll einen Eindruck vermitteln, wie wahrscheinlich es ist, dass sich die Amplituden der Männer und Frauen signifikant voneinander unterscheiden, wenn nur eine geringe Differenz zwischen beiden Werten vorliegt. Die Darstellung der „Power“ erfolgt exemplarisch in einzelnen Diagrammen.

4. Ergebnisse

4.1 Ergebnisse zu Hypothese 1

Die Ergebnisse in diesem ersten Abschnitt werden für jeden Messzeitpunkt (p200, n200 und p300) separat dargestellt. Dabei werden die Amplitudenmittelwerte der einzelnen Stimuli innerhalb des gesamten Probandenpools (männliche und weibliche Probanden/-innen zusammen) miteinander verglichen.

4.1.1 p200

Zunächst werden alle Ergebnisse zum Messzeitpunkt p200 dargestellt. Die Werte beziehen sich nicht auf eine einzelne Elektrodenposition, sondern stellen immer Gesamtamplitudenmittelwerte aller Elektrodenpositionen für jeden einzelnen Stimulus dar.

Für die Komponente p200 liegen die Amplitudenmittelwerte für alle Stimuli im positiven Bereich (Abb. 29). Der Stimulus „Erotik“ zeigt den höchsten Amplitudenmittelwert (2,9 μV), gefolgt von den Stimuli „sehr positiv“ (2,3 μV), „sehr negativ“ (2,3 μV), „negativ“ (1,5 μV) und „positiv“ (0,9 μV). Den niedrigsten Amplitudenmittelwert zeigt der Stimulus „neutral“ (0,4 μV).

Insgesamt gibt es zwischen den Amplitudenmittelwerten der einzelnen Stimuli acht signifikante Unterschiede. Die genauen p-Werte sind in der Tabelle 2 angegeben.

Die Standardabweichung nimmt für alle sechs Stimuli eine ähnlich große Ausdehnung an, die ca. -5,000 μV und +6,000 μV betrug.

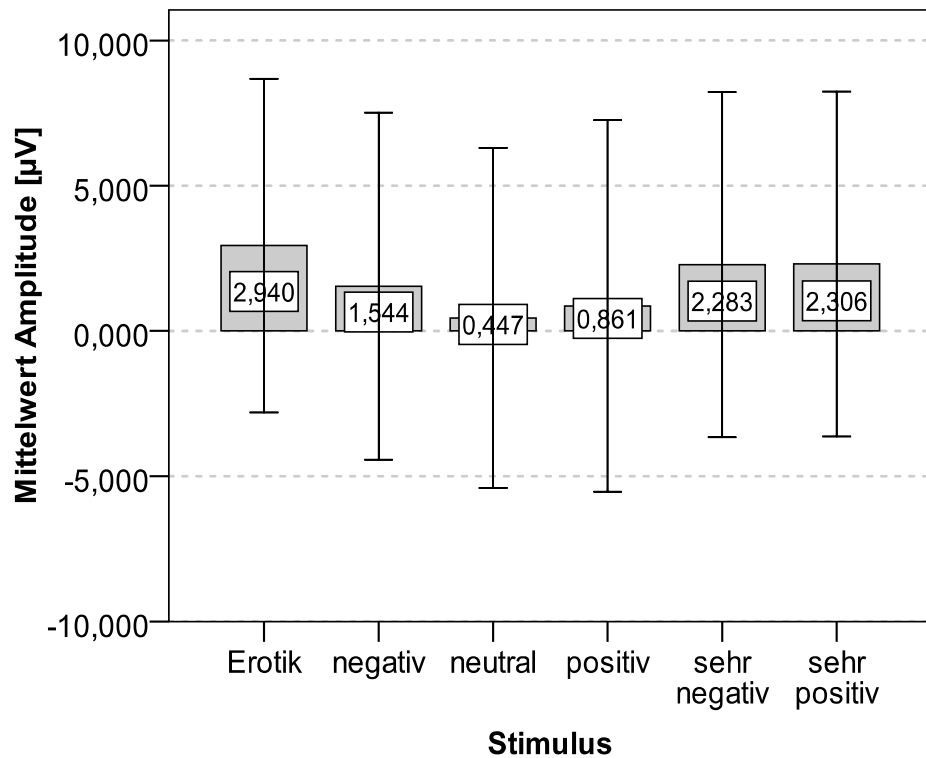


Abb. 29: Amplitudenmittelwerte und Standardabweichung der einzelnen Stimuli des gesamten Probandenpools (n = 40) bei p200. Der graue Bereich stellt den Amplitudenmittelwert dar.

In der Tabelle 2 sind die exakten p-Werte des Vergleichs der Amplitudenmittelwerte zwischen den einzelnen Stimuli des gesamten Probandenpools bei p200 angegeben.

Insgesamt gibt es acht Signifikanzen. Der Stimulus „Erotik“ unterscheidet sich signifikant vom Stimulus „positiv“ ($p = 0,000$), vom Stimulus „negativ“ ($p = 0,002$) und vom Stimulus „neutral“ ($p = 0,001$). Die Stimuli „sehr positiv“ und „sehr negativ“ unterscheiden sich ebenfalls signifikant von den Stimuli „positiv“ ($p = 0,000$) und „neutral“ ($p = 0,000$). Die letzte Signifikanz besteht zwischen den Stimuli „negativ“ und „neutral“ ($p = 0,000$).

Tab. 2: p-Werte für den Vergleich der Amplitudenmittelwerte zwischen den einzelnen Stimuli innerhalb des gesamten Probandenpools (n = 40) bei p200, berechnet mit dem allgemeinen linearen Modell mit Messwiederholung

Legende: **rot:** Signifikanz ($p \leq 0,05$); **schwarz:** nicht signifikant ($p > 0,05$); **grau:** leer

| Stimulus | Erotik | negativ | neutral | positiv | sehr negativ |
|---------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|
| negativ | 0,000 | | | | |
| neutral | 0,000 | 0,000 | | | |
| positiv | 0,000 | 0,530 | 1,000 | | |
| sehr negativ | 0,503 | 0,141 | 0,000 | 0,000 | |
| sehr positiv | 0,563 | 0,129 | 0,000 | 0,000 | 1,000 |

4.1.2 n200

Im folgenden Abschnitt werden alle Ergebnisse zum Messzeitpunkt n200 dargestellt. Die Werte beziehen sich nicht auf eine einzelne Elektrodenposition, sondern stellen immer Gesamtamplitudenmittelwerte aller Elektrodenpositionen für jeden einzelnen Stimulus dar.

Für den Messzeitpunkt n200 liegen die Amplitudenmittelwerte für alle Stimuli im negativen Bereich (Abb. 30). Der Stimulus „neutral“ zeigt den höchsten Amplitudenmittelwert (-6,1 μV), gefolgt von den Stimuli „positiv“ (-4,4 μV), „sehr positiv“ (-3,8 μV), „negativ“ (-3,3 μV) und „sehr negativ“ (-3,3 μV). Den niedrigsten Amplitudenmittelwert zeigt der Stimulus „Erotik“ (-1,8 μV).

Insgesamt gibt es zwischen den Amplitudenmittelwerten der einzelnen Stimuli elf signifikante Unterschiede. Die genauen p-Werte sind in der Tabelle 3 angegeben.

Die Standardabweichung nimmt für alle sechs Stimuli eine ähnlich große Ausdehnung ein, die maximal -14,000 μV und +5,000 μV betrug.

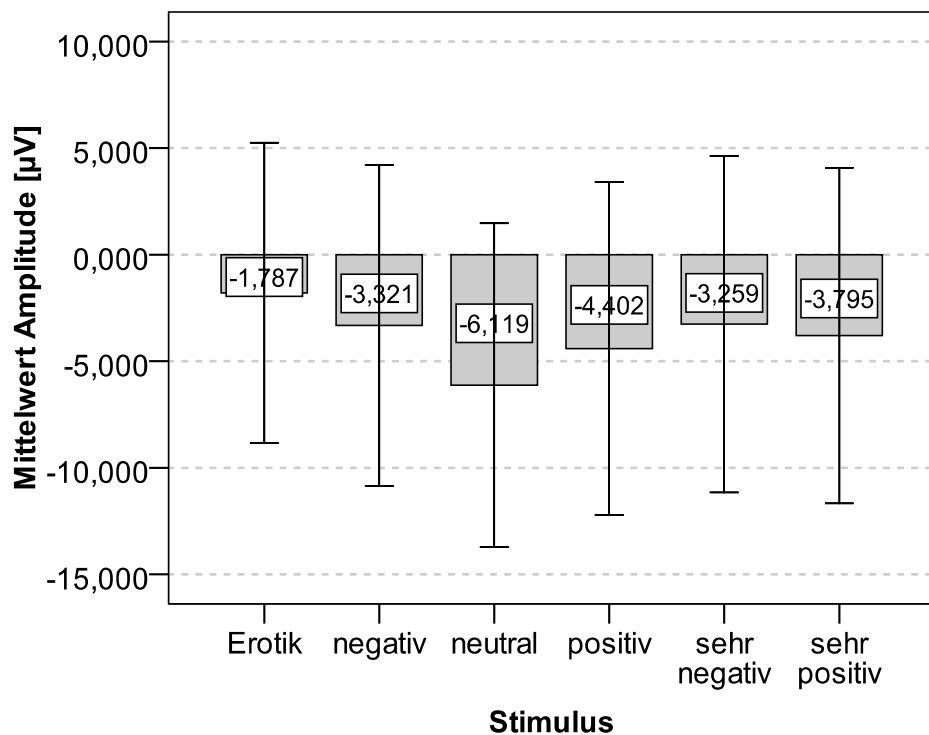


Abb. 30: Amplitudenmittelwerte und Standardabweichung der einzelnen Stimuli des gesamten Probandenpools (n = 40) bei n200. Der graue Bereich stellt den Amplitudenmittelwert dar.

In der Tabelle 3 sind die exakten p-Werte des Vergleichs der Amplitudenmittelwerte zwischen den einzelnen Stimuli des gesamten Probandenpools bei n200 angegeben

Insgesamt gibt es elf Signifikanzen. Der Stimulus „Erotik“ unterscheidet sich signifikant von allen anderen Stimuli ($p = 0,000$), ebenso wie der Stimulus „neutral“ ($p = 0,000$ und $p = 0,034$). Weiterhin ist der Stimulus „positiv“ signifikant verschieden zu den Stimuli „sehr negativ“ ($p = 0,007$) und „negativ“ ($p = 0,006$).

Tab. 3: p-Werte für den Vergleich der Amplitudenmittelwerte zwischen den einzelnen Stimuli innerhalb des gesamten Probandenpools (n = 40) bei n200, berechnet mit dem allgemeinen linearen Modell mit Messwiederholung

Legende: **rot:** Signifikanz ($p \leq 0,05$); **schwarz:** nicht signifikant ($p > 0,05$); **grau:** leer

| Stimulus | Erotik | negativ | neutral | positiv | sehr negativ |
|---------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|
| negativ | 0,000 | | | | |
| neutral | 0,000 | 0,000 | | | |
| positiv | 0,000 | 0,006 | 0,034 | | |
| sehr negativ | 0,000 | 1,000 | 0,000 | 0,007 | |
| sehr positiv | 0,000 | 1,000 | 0,000 | 1,000 | 0,907 |

4.1.3 p300

Im folgenden Abschnitt werden alle Ergebnisse zum Messzeitpunkt p300 dargestellt. Die Werte beziehen sich nicht auf eine einzelne Elektrodenposition, sondern stellen immer Gesamtamplitudenmittelwerte aller Elektrodenpositionen für jeden einzelnen Stimulus dar.

Für den Messzeitpunkt p300 liegen die Amplitudenmittelwerte des gesamten Probandenpools für alle Stimuli im positiven Bereich (Abb. 31). Der Stimulus „Erotik“ zeigt den höchsten Amplitudenmittelwert (7,9 μV), gefolgt von den Stimuli „sehr negativ“ (5,4 μV), „negativ“ (4,2 μV), „sehr positiv“ (3,1 μV) und „positiv“ (2,3 μV). Den niedrigsten Amplitudenmittelwert zeigt der Stimulus „neutral“ (1,6 μV).

Insgesamt gibt es zwischen den Amplitudenmittelwerten der einzelnen Stimuli elf signifikante Unterschiede. Die genauen p-Werte sind in der Tabelle 4 angegeben.

Die Standardabweichung nimmt für alle sechs Stimuli eine ähnlich große Ausdehnung ein, die maximal -5,000 μV und +14,000 μV betrug.

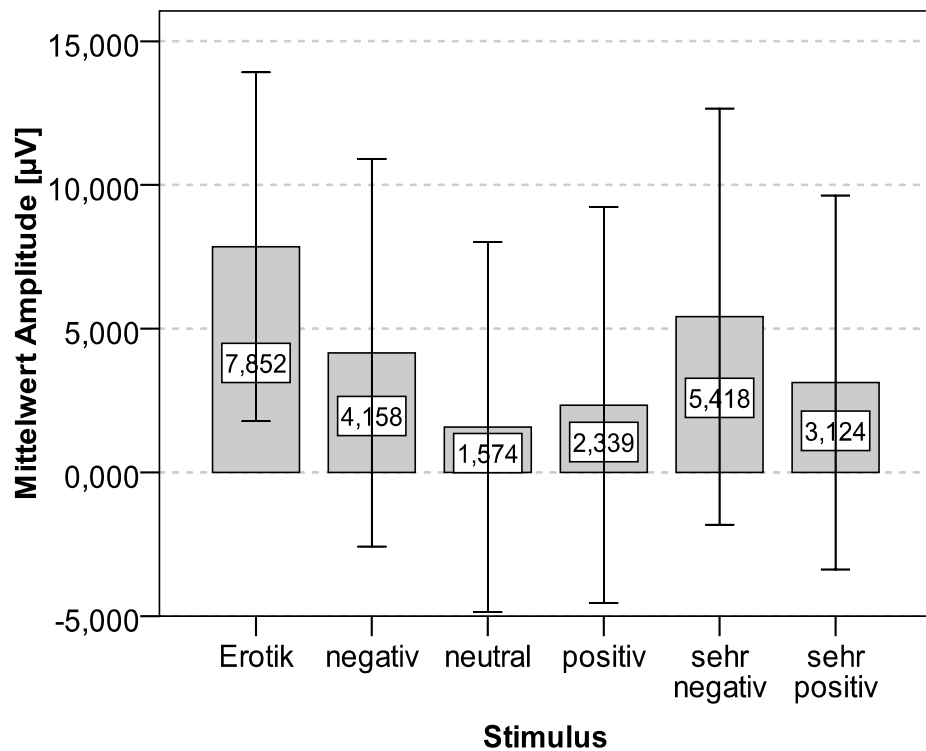


Abb. 31: Amplitudenmittelwerte und Standardabweichung der einzelnen Stimuli innerhalb des gesamten Probandenpools (n = 40) bei p300. Der graue Bereich stellt den Amplitudenmittelwert dar.

In der Tabelle 4 sind die exakten p-Werte des Vergleichs der Amplitudenmittelwerte zwischen den einzelnen Stimuli des gesamten Probandenpools bei p300 angegeben

Insgesamt gibt es elf Signifikanzen. Die Stimuli „Erotik“ und „sehr negativ“ unterscheiden sich signifikant von allen anderen Stimuli ($p = 0,000$). Der Stimulus „neutral“ unterscheidet sich ebenfalls signifikant von den anderen Stimuli ($p = 0,000$ und $p = 0,009$), abgesehen vom Stimulus „positiv“ ($p = 0,269$). Zusätzlich unterscheiden sich die Stimuli „positiv“ und „negativ“ signifikant voneinander ($p = 0,000$).

Tab. 4: p-Werte für den Vergleich der Amplitudenmittelwerte zwischen den einzelnen Stimuli innerhalb des gesamten Probandenpools (n = 40) bei p300, berechnet mit dem allgemeinen linearen Modell mit Messwiederholung

Legende: **rot:** Signifikanz ($p \leq 0,05$); **schwarz:** nicht signifikant ($p > 0,05$); **grau:** leer

| Stimulus | Erotik | negativ | neutral | positiv | sehr negativ |
|---------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|
| negativ | 0,000 | | | | |
| neutral | 0,000 | 0,000 | | | |
| positiv | 0,000 | 0,000 | 0,269 | | |
| sehr negativ | 0,000 | 0,160 | 0,000 | 0,000 | |
| sehr positiv | 0,000 | 0,094 | 0,009 | 0,292 | 0,000 |

4.2 Ergebnisse zu Hypothese 2

Die Ergebnisse in diesem ersten Abschnitt werden für jeden Messzeitpunkt (p200, n200 und p300) einzeln dargestellt und beziehen sich alle auf den Vergleich der Amplitudenmittelwerte zwischen den Probandengruppen der Männer und der Frauen.

Die Abbildungen 32 und 33 stellen nach den Rohdaten die ursprünglichsten Ergebnisse und die Grundlage für die statistische Auswertung dar. Sie zeigen die graphische Darstellung der ereigniskorrelierten Potentiale (exemplarisch an Elektrodenposition Fz).

Der Gesamtmittelwert aller ereigniskorrelierten Potentiale ist für jeden Stimulus einzeln grafisch dargestellt. Die Abbildung 32 bezieht sich auf die weiblichen Probandinnen und zeigt die Situation an der Elektrodenposition Fz. Die Amplitudenmaxima der einzelnen Messzeitpunkte sind deutlich zu erkennen (p200, n200 und p300). Der unterschiedliche Verlauf zwischen den Graphen der Stimuli „Erotik“ und „neutral“ ist gut sichtbar. Während die Kurve des Stimulus „Erotik“ (dunkelblau) ziemlich nah an der Nulllinie und schließlich im positiven Bereich verläuft, zeigt die Kurve des Stimulus „neutral“ (grün) eher einen Verlauf weiter entfernt von der Nulllinie und verbleibt im negativen Bereich. Die Graphen aller anderen Stimuli verlaufen zwischen diesen beiden Kurven.

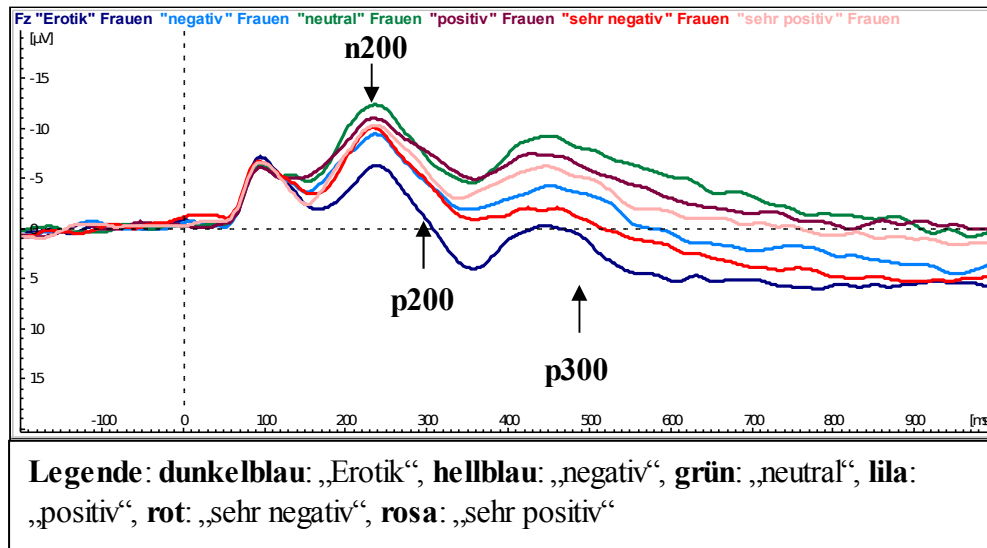


Abb. 32: Mittelwerte aller ereigniskorrelierten Potentiale der weiblichen Probandinnen (n = 20) für jeden Stimulus an der Elektrodenposition Fz

Die Abbildung 33 zeigt die Graphen der Gesamtmittelwerte der ereigniskorrelierten Potentiale jedes einzelnen Stimulus für die männlichen Probanden, an der Elektrodenposition Fz. Die Amplitudenmaxima der einzelnen Messzeitpunkte sind deutlich zu erkennen (p200, n200 und p300). Der unterschiedliche Verlauf zwischen den Graphen der Stimuli „Erotik“ und „neutral“ ist gut sichtbar. Während die Kurve des Stimulus „Erotik“ ziemlich nah an der Nulllinie und im positiven Bereich verläuft, zeigt die Kurve des Stimulus „neutral“ eher einen Verlauf weiter entfernt von der Nulllinie und verbleibt im negativen Bereich. Die Graphen aller anderen Stimuli verlaufen zwischen diesen beiden.

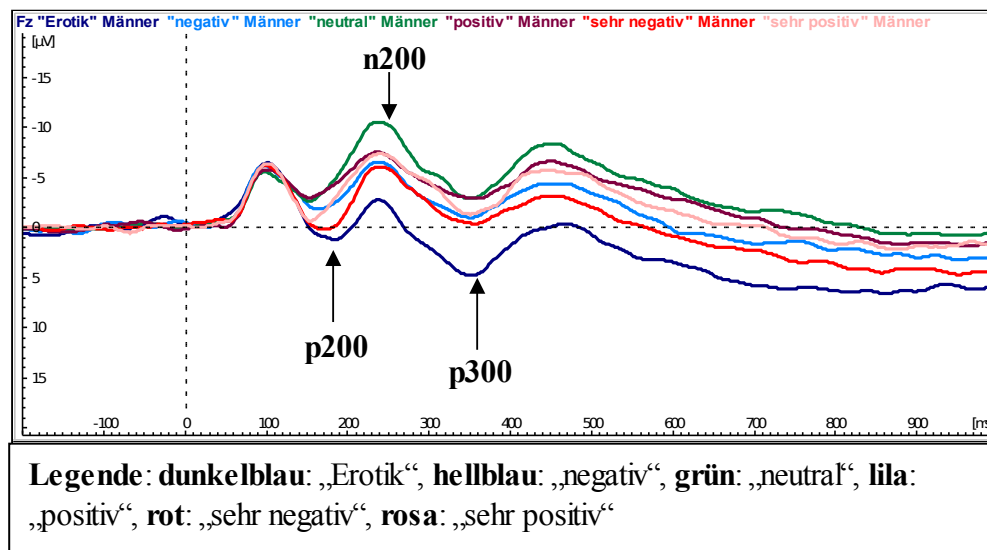


Abb. 33: Mittelwert aller ereigniskorrelierten Potentiale der männlichen Probanden ($n = 20$) für jeden Stimulus an der Elektrodenposition Fz

4.2.1 p200

In den folgenden Tabellen und Abbildungen werden alle Ergebnisse zum Messzeitpunkt p200 dargestellt. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt unterteilt nach Gesamtamplitudenmittelwert, Clusteramplitudenmittelwert und den Amplitudenmittelwerten der einzelnen Elektrodenpositionen.

4.2.1.1 Gesamtmittelwert

Die Amplitudenwerte aller Elektrodenpositionen werden zu einem Gesamtmittelwert für Männer und einem Gesamtmittelwert für Frauen pro Stimulus zusammengefasst. Sie sind gemeinsam mit dem dazugehörigen p-Wert für jeden einzelnen Stimulus zum Messzeitpunkt p200 in der Tabelle 5 aufgelistet.

Die Poweranalyse zeigt, dass die Power des Stimulus „Erotik“ den stärksten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen fünf Stimuli besitzt (Abb. 34). Demnach ist die Möglichkeit hoch, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die mittlere Differenz von ca. $1,8 \mu\text{V}$ unterstützt diese Vermutung. Für den Stimulus „Erotik“ liegt die Power für

einen signifikanten Amplitudenunterschied zwischen männlichen und weiblichen Probanden bei ca. 0,6.

Die Power-Kurve des Stimulus „positiv“ in Abbildung 35 zeigt den niedrigsten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen fünf Stimuli. Demnach ist die Möglichkeit am niedrigsten, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die berechnete mittlere Differenz von rund 1,5 μV und die Power von ca. 0,2 unterstützen diese Überlegung.

In beiden Diagrammen liegen die minimale und die maximale Differenz zwischen 0,5 μV bzw. 0,1 μV und 3 μV .

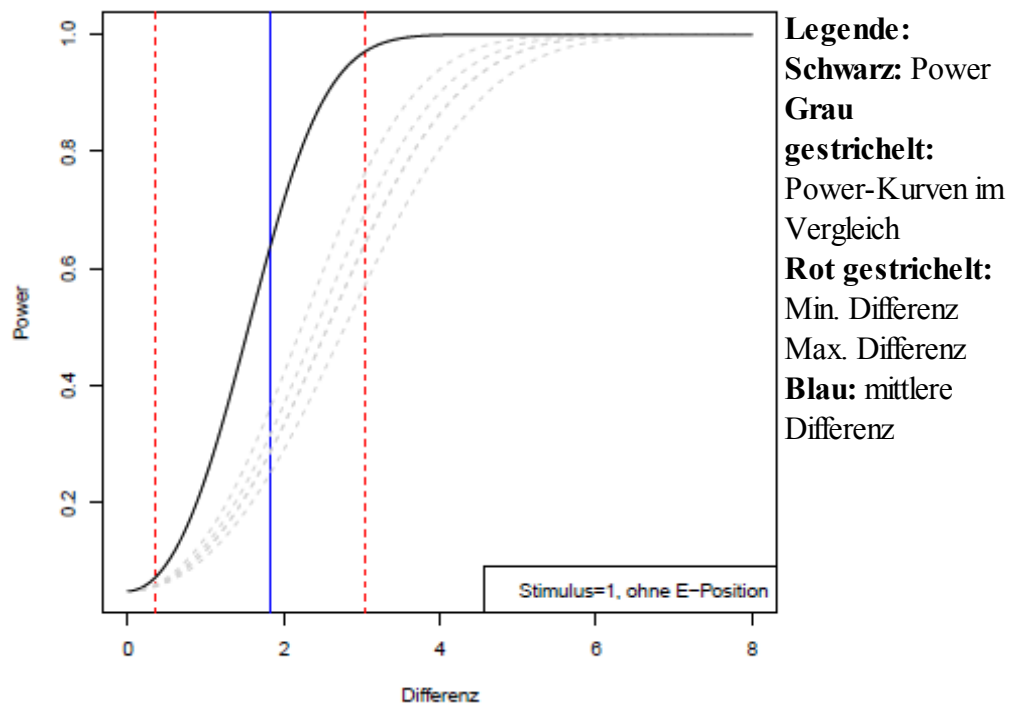


Abb. 34: Power-Analyse exemplarisch für Stimulus „Erotik“ (Stimulus 1) bei p200, über alle Elektrodenpositionen gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen).

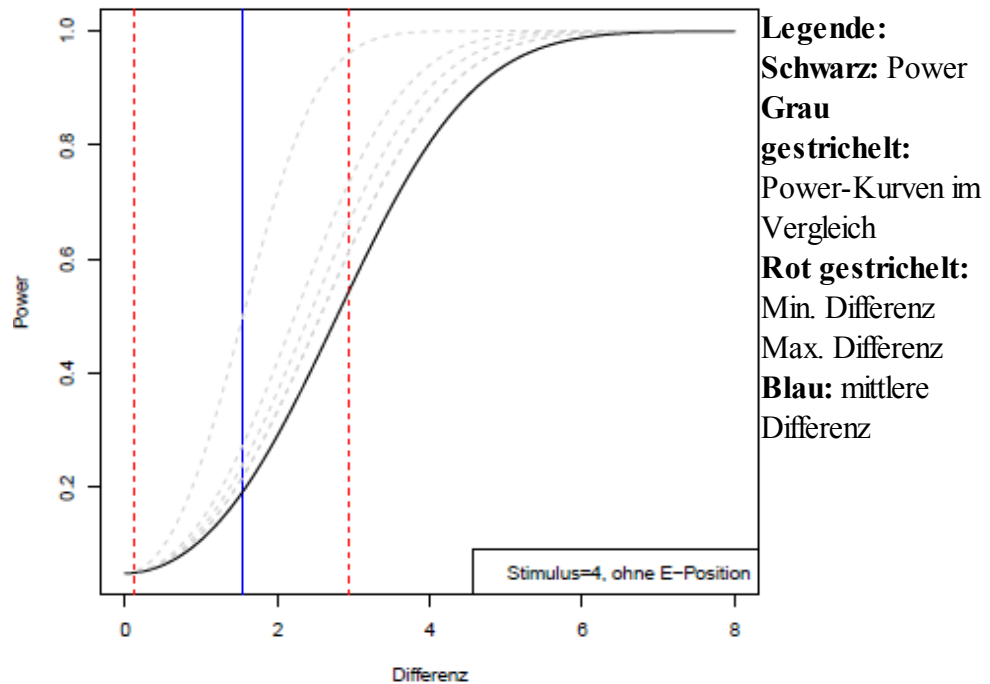


Abb. 35: Power-Analyse exemplarisch für Stimulus „positiv“ (Stimulus 4) bei p200, über alle Elektrodenpositionen gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen).

Im Vergleich der Gesamtamplitudenmittelwerte der Männer und der Frauen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede.

Tab. 5: Gesamtamplitudenmittelwert zum Messzeitpunkt p200 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), berechnet mit Hilfe des t-Tests für unabhängige Stichproben

| Stimulus | Mittelwert Frauen [μV] | Mittelwert Männer [μV] | p-Wert |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| Erotik | 2,3 | 3,6 | 0,090 |
| negativ | 1,1 | 2,0 | 0,440 |
| neutral | 0,1 | 0,8 | 0,539 |
| positiv | 0,5 | 1,2 | 0,575 |
| sehr positiv | 1,6 | 2,9 | 0,205 |
| sehr negativ | 2,2 | 2,4 | 0,842 |

4.2.1.2 Clustermittelwert

Die Elektrodenpositionen werden zu einzelnen Clustern zusammengefasst (siehe Tab. 1). Anschließend wird der jeweilige Clustermittelwert der Amplituden für Männer und für Frauen berechnet. Sie sind zusammen mit dem dazugehörigen p-Wert für jeden einzelnen Stimulus zum Messzeitpunkt p200 in der Tabelle 6 aufgelistet.

Die Poweranalyse zeigt, dass die Power des Clusters „okzipital zentral“ in Abbildung 36 den stärksten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen fünf Cluster besitzt. Demnach wäre die Möglichkeit hoch, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die berechnete mittlere Differenz ist in diesem Fall jedoch so gering (ca. 1,6 μV), dass die Wahrscheinlichkeit auf einen signifikanten Amplitudenunterschied zwischen männlichen und weiblichen Probanden trotz des hohen Anstiegs sehr niedrig ist (Power bei ca. 0,2).

Die Power-Kurve des Clusters „frontal zentral“ in Abbildung 37 zeigt den niedrigsten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen fünf Cluster. Demnach wäre die Möglichkeit am niedrigsten, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die berechnete mittlere Differenz von rund 2 μV und die Power von ca. 0,1 unterstützen diese Überlegung.

In beiden Diagrammen liegen die minimale und die maximale Differenz zwischen 1 μV und 2 μV bzw. 2,7 μV .

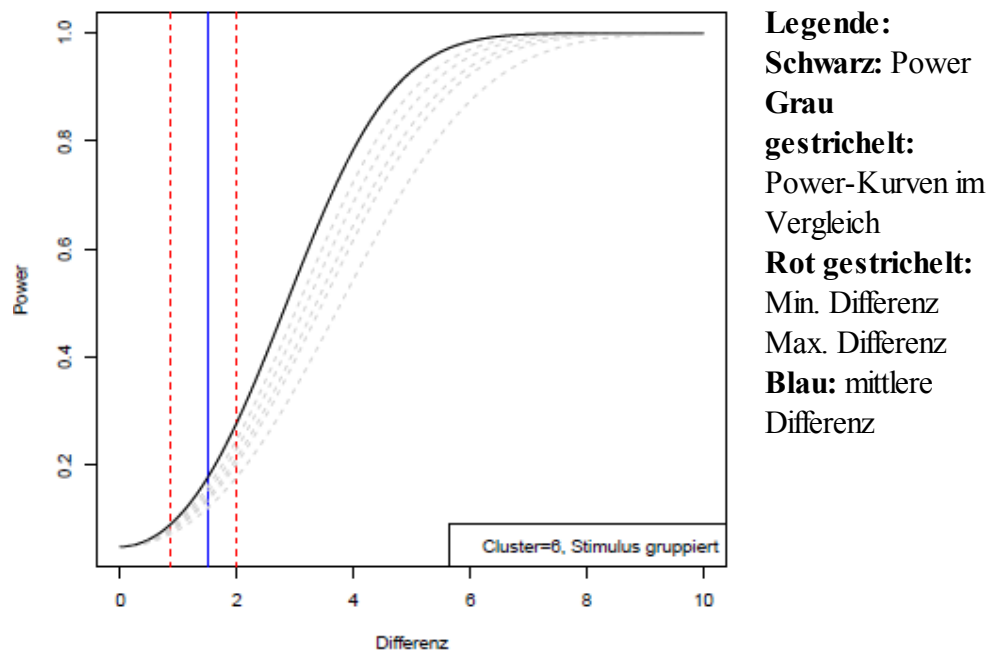


Abb. 36: Power-Analyse exemplarisch für Cluster 6 (okzipital zentral) bei p200, über alle Stimuli gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen)

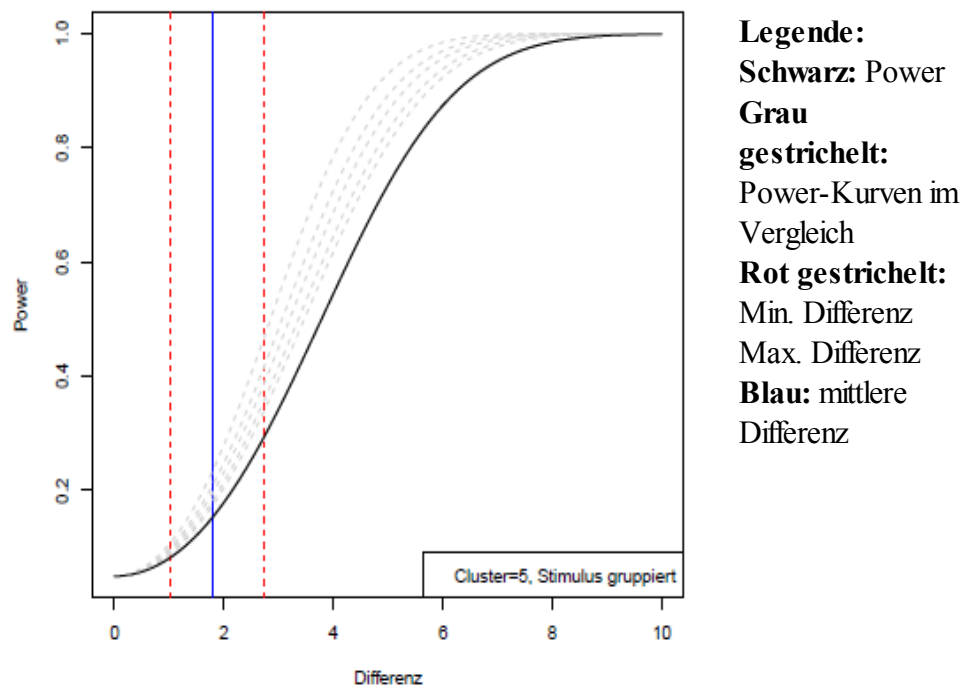


Abb. 37: Power-Analyse exemplarisch für Cluster 5 (frontal zentral) bei p200, über alle Stimuli gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen)

Im Vergleich der Clustermittelwerte der Amplituden für Männer und für Frauen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede.

Tab 6.: Clusteramplitudenmittelwert zum Messzeitpunkt p200 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), berechnet mit Hilfe des t-Tests für unabhängige Stichproben

| Stimulus | Cluster | Mittelwert Frauen [μV] | Mittelwert Männer [μV] | p-Wert |
|-----------------|-------------------|--|--|---------------|
| Erotik | frontal rechts | 0,3 | 2,7 | 0,197 |
| Erotik | okzipital rechts | 6,2 | 5,2 | 0,372 |
| Erotik | okzipital links | 5,5 | 5,4 | 0,978 |
| Erotik | frontal links | -0,1 | 2,3 | 0,185 |
| Erotik | frontal zentral | 0,7 | 2,8 | 0,336 |
| Erotik | okzipital zentral | 2,6 | 4,6 | 0,202 |
| negativ | frontal rechts | -2,7 | -0,2 | 0,107 |
| negativ | okzipital rechts | 7,5 | 6,1 | 0,170 |
| negativ | okzipital links | 6,5 | 5,4 | 0,300 |
| negativ | frontal links | -2,8 | -0,5 | 0,126 |
| negativ | frontal zentral | -2,2 | -0,1 | 0,250 |
| negativ | okzipital zentral | 1,1 | 2,7 | 0,182 |
| neutral | frontal rechts | -3,5 | -1,4 | 0,145 |
| neutral | okzipital rechts | 6,4 | 5,2 | 0,331 |
| neutral | okzipital links | 5,0 | 4,3 | 0,506 |
| neutral | frontal links | -3,5 | -1,6 | 0,166 |
| neutral | frontal zentral | -3,0 | -1,7 | 0,455 |
| neutral | okzipital zentral | -0,1 | 1,1 | 0,346 |
| positiv | frontal rechts | -3,4 | -1,3 | 0,210 |
| positiv | okzipital rechts | 7,1 | 5,8 | 0,271 |
| positiv | okzipital links | 6,3 | 5,1 | 0,284 |
| positiv | frontal links | -3,6 | -1,5 | 0,140 |
| positiv | frontal zentral | -3,0 | -1,4 | 0,405 |
| positiv | okzipital zentral | 0,4 | 1,9 | 0,335 |
| sehr negativ | frontal rechts | -1,6 | 1,0 | 0,102 |
| sehr negativ | okzipital rechts | 7,2 | 6,1 | 0,301 |
| sehr negativ | okzipital links | 6,3 | 5,8 | 0,636 |
| sehr negativ | frontal links | -2,1 | 0,9 | 0,060 |
| sehr negativ | frontal zentral | -1,2 | 1,5 | 0,183 |
| sehr negativ | okzipital zentral | 2,1 | 4,0 | 0,203 |
| sehr positiv | frontal rechts | -1,3 | 0,2 | 0,360 |
| sehr positiv | okzipital rechts | 8,2 | 6,3 | 0,082 |
| sehr positiv | okzipital links | 7,1 | 5,5 | 0,127 |
| sehr positiv | frontal links | -1,4 | 0,2 | 0,313 |
| sehr positiv | frontal zentral | -0,5 | 0,5 | 0,594 |
| sehr positiv | okzipital zentral | 2,3 | 3,2 | 0,501 |

4.2.1.3 Amplitudenmittelwerte der einzelnen Elektrodenpositionen

Die Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition für Männer und Frauen werden im Folgenden in 6 Einzeltabellen aufgelistet. Für jeden Stimulus gibt es eine Tabelle. Die dazugehörigen grafischen Darstellungen der ereigniskorrelierten Potentiale werden jeweils für signifikante Unterschiede zwischen den Amplitudenmittelwerten der Männer und Frauen dargestellt.

Die Poweranalyse zeigt, dass die Power für die Elektrodenposition T7 in Abbildung 38 den stärksten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen 24 Elektrodenpositionen besitzt. Demnach wäre die Möglichkeit hoch, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die berechnete mittlere Differenz ist in diesem Fall jedoch so gering (ca. 1,4 μV), dass die Wahrscheinlichkeit auf einen signifikanten Amplitudenunterschied zwischen männlichen und weiblichen Probanden trotz des hohen Anstiegs sehr niedrig ist (Power bei ca. 0,2).

Die Power-Kurve für die Elektrodenposition Fz in Abbildung 39 zeigt den niedrigsten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen 24 Elektrodenpositionen. Demnach ist die Möglichkeit am niedrigsten, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die berechnete mittlere Differenz von rund 1,5 μV und die Power von knapp 2,0 unterstützen diese Überlegung.

In beiden Diagrammen liegen die minimale und die maximale Differenz zwischen 1 μV und 2 μV bzw. 3 μV .

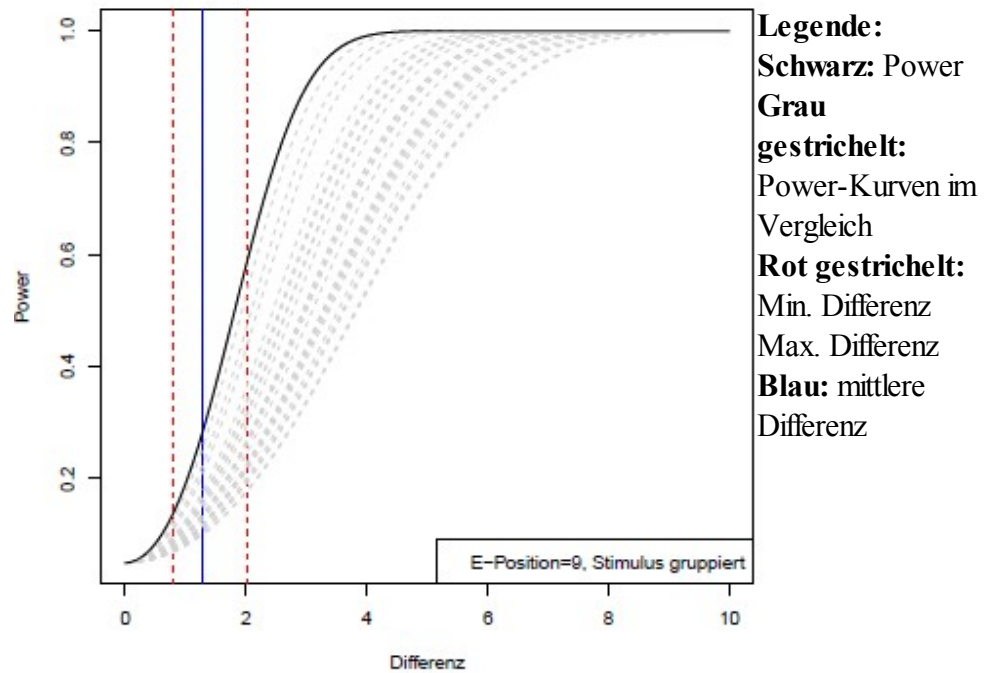


Abb. 38: Power-Analyse exemplarisch für Elektrodenposition 9 (T7) bei p200, über alle Stimuli gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen)

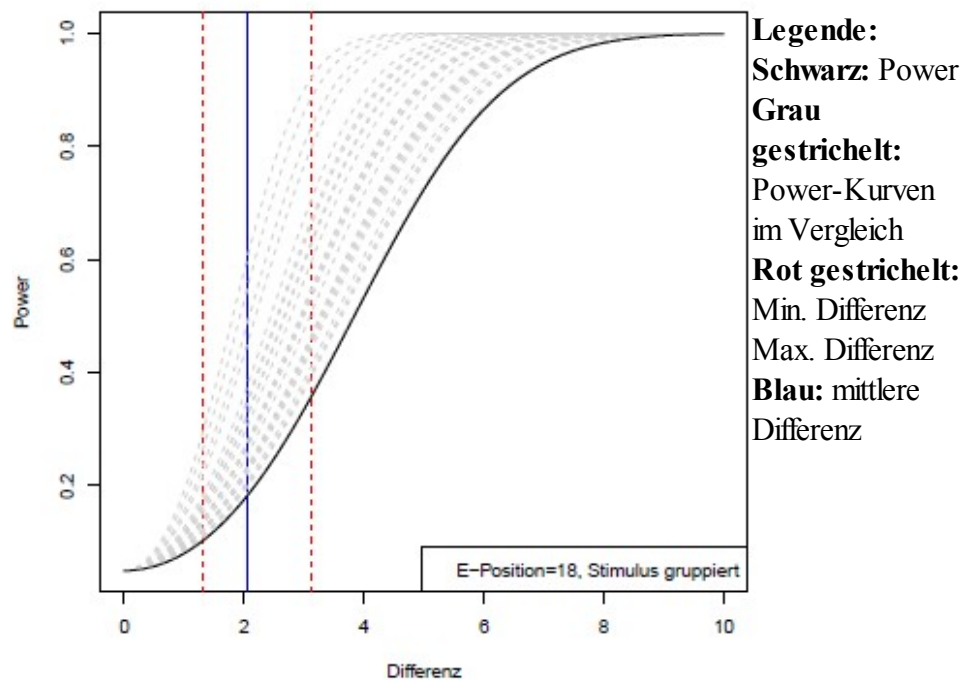


Abb. 39: Power-Analyse exemplarisch für Elektrodenposition 18 (Fz) bei p200, über alle Stimuli gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen)

4.2.1.3.1 Stimulus „Erotik“

In der Tabelle 7 sind die Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „Erotik“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen.

Tab. 7: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt p200 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), für den Stimulus „Erotik“, berechnet mit Hilfe des t-Tests für unabhängige Stichproben

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [μV] | Mittelwert Männer [μV] | p-Wert |
|---------------------------|--|--|---------------|
| FP1 | 0,1 | 3,0 | 0,157 |
| FP2 | 0,1 | 3,2 | 0,137 |
| F3 | 0,1 | 2,6 | 0,254 |
| F4 | 0,5 | 3,1 | 0,209 |
| C3 | 1,1 | 2,8 | 0,32 |
| C4 | 1,3 | 2,8 | 0,404 |
| F7 | -0,4 | 2,0 | 0,145 |
| F8 | 0,2 | 2,4 | 0,205 |
| T7 | -0,4 | 1,1 | 0,174 |
| T8 | 0,4 | 1,4 | 0,333 |
| FC5 | -0,1 | 1,9 | 0,223 |
| FC6 | 0,4 | 2,2 | 0,299 |
| CP5 | 1,8 | 2,9 | 0,364 |
| CP6 | 2,7 | 3,0 | 0,768 |
| O1 | 10,1 | 8,4 | 0,312 |
| O2 | 9,8 | 7,5 | 0,157 |
| Fz | 0,3 | 2,5 | 0,310 |
| FCz | 1,1 | 3,0 | 0,367 |
| Cz | 1,3 | 3,1 | 0,354 |
| CPz | 2,0 | 4,1 | 0,214 |
| Pz | 3,3 | 5,2 | 0,207 |
| P3 | 4,5 | 5,5 | 0,477 |
| P4 | 4,8 | 5,5 | 0,587 |
| P7 | 5,4 | 4,9 | 0,661 |
| P8 | 7,7 | 4,9 | 0,057 |

4.2.1.3.2 Stimulus „negativ“

In der Tabelle 8 sind die Ergebnisse der Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „negativ“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte zwischen Männern und Frauen zeigen sich keine signifikanten Differenzen.

Tab. 8: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt p200 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), für den Stimulus „negativ“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [µV] | Mittelwert Männer [µV] | p-Wert |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|
| FP1 | -3,5 | -0,8 | 0,103 |
| FP2 | -3,5 | -0,7 | 0,106 |
| F3 | -2,6 | -0,3 | 0,185 |
| F4 | -2,7 | -0,1 | 0,127 |
| C3 | -1,0 | 0,5 | 0,266 |
| C4 | -0,6 | 0,7 | 0,378 |
| F7 | -2,8 | -0,6 | 0,102 |
| F8 | -2,9 | -0,1 | 0,061 |
| T7 | -2,6 | -0,5 | 0,332 |
| T8 | -0,6 | 0,2 | 0,374 |
| FC5 | -2,2 | -0,3 | 0,147 |
| FC6 | -1,8 | 0,1 | 0,178 |
| CP5 | 1,5 | 1,5 | 0,967 |
| CP6 | 2,5 | 2,3 | 0,862 |
| O1 | 11,9 | 9,6 | 0,173 |
| O2 | 12,3 | 9,2 | 0,069 |
| Fz | -2,7 | -0,4 | 0,218 |
| FCz | -1,7 | 0,2 | 0,293 |
| Cz | -1,0 | 0,5 | 0,366 |
| CPz | -0,1 | 1,9 | 0,158 |
| Pz | 2,2 | 3,6 | 0,250 |
| P3 | 4,6 | 4,7 | 0,937 |
| P4 | 5,0 | 5,3 | 0,794 |
| P7 | 7,9 | 5,7 | 0,082 |
| P8 | 10,3 | 7,5 | 0,114 |

4.2.1.3.3 Stimulus „neutral“

In der Tabelle 9 sind die Ergebnisse der Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „neutral“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte zwischen Männern und Frauen zeigen sich zwei signifikanten Differenzen. Sie bestehen an den Positionen FP2 ($p = 0,053$) und F7 ($p = 0,047$).

Tab. 9: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt p200 für Frauen ($n = 20$) und Männer ($n = 20$) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), für den Stimulus „neutral“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

Legende: grau: Signifikanz

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [μV] | Mittelwert Männer [μV] | p-Wert |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| FP1 | -4,0 | -2,0 | 0,166 |
| FP2 | -4,5 | -1,6 | 0,053 |
| F3 | -3,2 | -1,5 | 0,288 |
| F4 | -3,5 | -1,4 | 0,203 |
| C3 | -2,0 | -1,2 | 0,514 |
| C4 | -1,8 | -0,9 | 0,553 |
| F7 | -3,7 | -1,4 | 0,047 |
| F8 | -3,4 | -1,2 | 0,112 |
| T7 | -2,3 | -1,1 | 0,158 |
| T8 | -1,4 | -0,4 | 0,232 |
| FC5 | -2,9 | -1,6 | 0,287 |
| FC6 | -2,6 | -1,3 | 0,350 |
| CP5 | 0,1 | 0,2 | 0,889 |
| CP6 | 1,0 | 1,2 | 0,836 |
| O1 | 10,2 | 8,6 | 0,332 |
| O2 | 11,2 | 8,3 | 0,097 |
| Fz | -3,5 | -2,0 | 0,359 |
| FCz | -2,5 | -1,5 | 0,565 |
| Cz | -1,9 | -1,1 | 0,605 |
| CPz | -1,0 | 0,3 | 0,317 |
| Pz | 0,9 | 1,9 | 0,417 |
| P3 | 3,0 | 3,1 | 0,990 |
| P4 | 3,5 | 3,7 | 0,828 |
| P7 | 6,7 | 5,2 | 0,247 |
| P8 | 9,8 | 7,6 | 0,220 |

Die grafische Darstellung der Signifikanzen aus Tabelle 9 sind in den Abbildungen 40 und 41 gezeigt. Im Vergleich der Kurven der einzelnen ereigniskorrelierten Potentiale des Stimulus „neutral“ für Männer (dunkelblau) und Frauen (rot) lässt sich erkennen, dass für den Messzeitpunkt p200 eine Abweichung zwischen den beiden Graphen besteht. Die männlichen Probanden zeigen höhere Amplitude als die weiblichen Probandinnen. Die genauen Werte sind in der Tabelle 9 abzulesen.

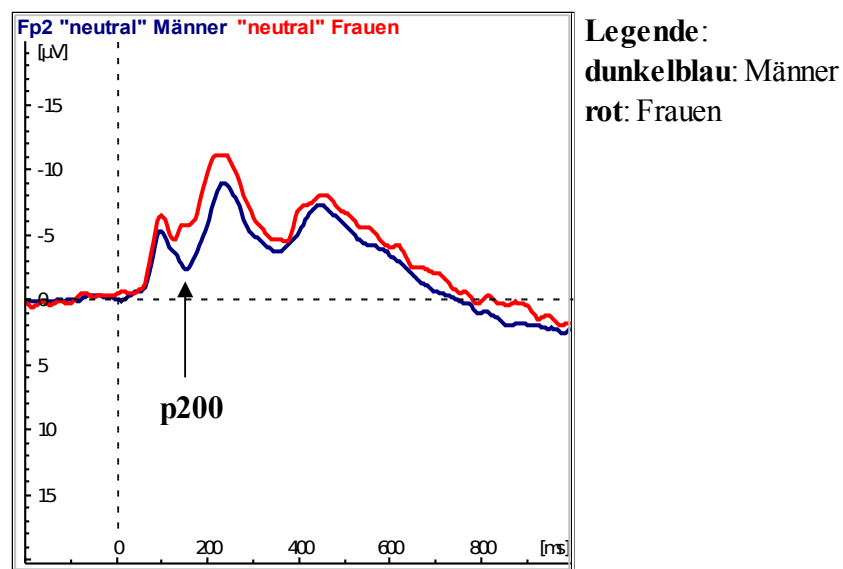
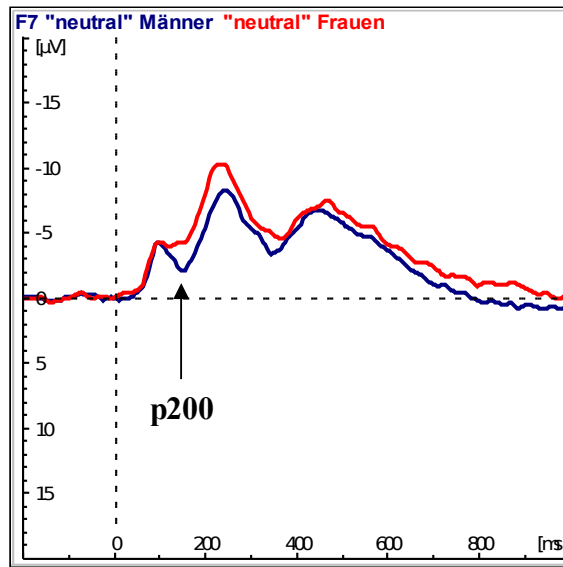


Abb. 40: Mittelwert aller ereigniskorrelierten Potentiale der männlichen (n = 20) und weiblichen (n = 20) Versuchspersonen für den Stimulus „neutral“ an der Elektrodenposition FP2 bei p200



Legende:
dunkelblau: Männer
rot: Frauen

Abb. 41: Mittelwert aller ereigniskorrelierten Potentiale der männlichen (n = 20) und weiblichen (n = 20) Versuchspersonen für den Stimulus „neutral“ an der Elektrodenposition F7 bei p200

4.2.1.3.4 Stimulus „positiv“

In der Tabelle 10 sind die Ergebnisse der Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „positiv“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte zwischen Männern und Frauen zeigt sich ein signifikanter Unterschied. Dieser besteht an der Position F7 (p = 0,041).

Tab. 10: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt p200 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), für den Stimulus „positiv“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

Legende: pink: Signifikanz

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [µV] | Mittelwert Männer [µV] | p-Wert |
|--------------------|------------------------|------------------------|--------------|
| FP1 | -4,1 | -1,7 | 0,119 |
| FP2 | -4,4 | -1,6 | 0,095 |
| F3 | -3,5 | -1,5 | 0,241 |
| F4 | -3,3 | -1,3 | 0,299 |
| C3 | -1,5 | -0,7 | 0,577 |
| C4 | -1,4 | -0,5 | 0,586 |
| F7 | -3,9 | -1,3 | 0,041 |

| | | | |
|-----|------|------|-------|
| F8 | -3,5 | -1,3 | 0,150 |
| T7 | -2,1 | -0,9 | 0,215 |
| T8 | -1,0 | -0,3 | 0,472 |
| FC5 | -2,9 | -1,4 | 0,279 |
| FC6 | -2,4 | -1,0 | 0,401 |
| CP5 | 0,9 | 0,7 | 0,876 |
| CP6 | 1,8 | 1,5 | 0,818 |
| O1 | 12,1 | 9,9 | 0,152 |
| O2 | 12,1 | 9,2 | 0,074 |
| Fz | -3,6 | -1,7 | 0,323 |
| FCz | -2,5 | -1,2 | 0,501 |
| Cz | -1,7 | -0,5 | 0,515 |
| CPz | -0,6 | 1,0 | 0,313 |
| Pz | 1,5 | 2,8 | 0,381 |
| P3 | 3,9 | 3,8 | 0,930 |
| P4 | 4,2 | 4,5 | 0,808 |
| P7 | 8,2 | 6,0 | 0,079 |
| P8 | 10,4 | 7,9 | 0,160 |

Die grafische Darstellung der Signifikanzen aus Tabelle 10 ist in der Abbildung 42 gezeigt. Im Vergleich der Kurven der einzelnen ereigniskorrelierten Potentiale des Stimulus „positiv“ für Männer (dunkelblau) und Frauen (rot) lässt sich erkennen, dass für den Messzeitpunkt p200 eine Abweichung zwischen den beiden Graphen besteht. Die männlichen Probanden zeigen höhere Amplituden als die weiblichen Probandinnen. Die genauen Werte sind in der Tabelle 10 abzulesen.

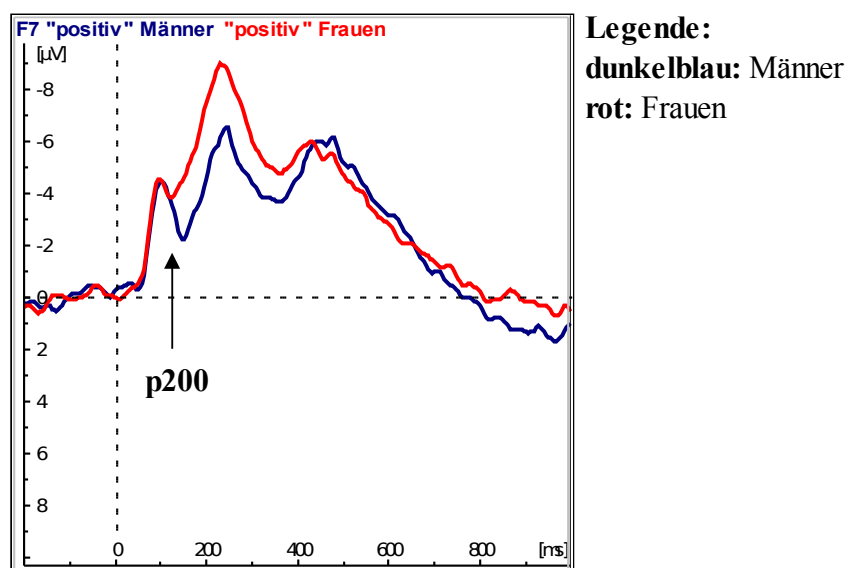


Abb. 42: Mittelwert aller ereigniskorrelierten Potentiale der männlichen (n = 20) und weiblichen (n = 20) Versuchspersonen für den Stimulus „positiv“ an der Elektrodenposition F7 bei p200

4.1.2.3.5 Stimulus „sehr negativ“

In der Tabelle 11 sind die Ergebnisse der Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „sehr negativ“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte zwischen Männern und Frauen zeigen sich insgesamt zwei signifikante Unterschiede. Diese bestehen zum einen an der Position F7 (p = 0,036) und zum anderen an der Position T7 (p = 0,033).

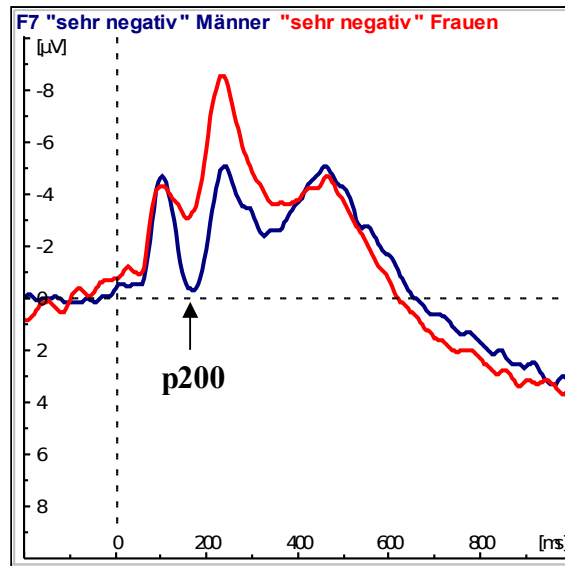
Tab. 11.: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt p200 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), für den Stimulus „sehr negativ“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

Legende: blau: Signifikanz

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [µV] | Mittelwert Männer [µV] | p-Wert |
|--------------------|------------------------|------------------------|--------|
| FP1 | -2,5 | 0,6 | 0,067 |
| FP2 | -2,4 | 0,6 | 0,089 |
| F3 | -2,0 | 1,3 | 0,082 |
| F4 | -1,5 | 1,3 | 0,128 |

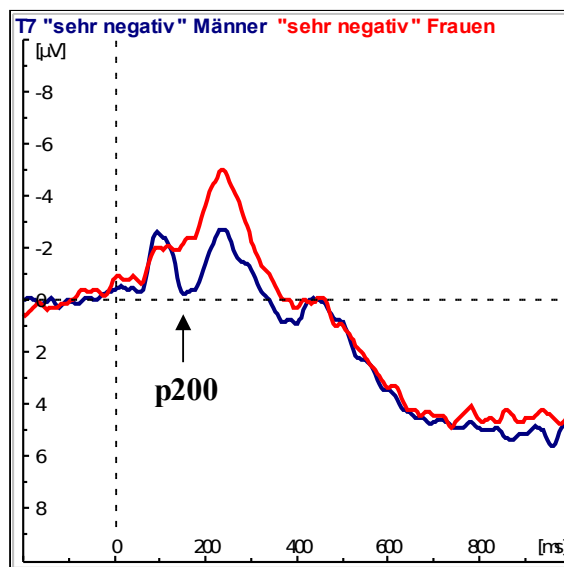
| | | | |
|-----|------|-----|-------|
| C3 | -0,1 | 1,8 | 0,230 |
| C4 | 0,6 | 1,9 | 0,424 |
| F7 | -2,3 | 0,8 | 0,036 |
| F8 | -1,7 | 0,8 | 0,078 |
| T7 | -1,3 | 0,7 | 0,033 |
| T8 | -0,2 | 1,0 | 0,235 |
| FC5 | -1,6 | 1,0 | 0,078 |
| FC6 | -1,0 | 1,2 | 0,148 |
| CP5 | 1,5 | 2,4 | 0,454 |
| CP6 | 2,7 | 2,8 | 0,911 |
| O1 | 11,8 | 9,6 | 0,205 |
| O2 | 11,6 | 9,0 | 0,116 |
| Fz | -1,8 | 1,3 | 0,133 |
| FCz | -0,5 | 1,8 | 0,251 |
| Cz | 0,4 | 1,9 | 0,420 |
| CPz | 1,3 | 3,2 | 0,240 |
| Pz | 2,9 | 4,9 | 0,183 |
| P3 | 4,7 | 5,4 | 0,646 |
| P4 | 5,2 | 5,8 | 0,599 |
| P7 | 7,3 | 5,7 | 0,204 |
| P8 | 9,5 | 6,6 | 0,092 |

Die grafische Darstellung der Signifikanzen aus Tabelle 11 sind in den Abbildungen 43 und 44 gezeigt. Im Vergleich der Kurven der einzelnen ereigniskorrelierten Potentiale des Stimulus „sehr negativ“ für Männer (dunkelblau) und Frauen (rot) lässt sich erkennen, dass für den Messzeitpunkt p200 eine Abweichung zwischen den beiden Graphen besteht. Die männlichen Probanden zeigen höhere Amplituden als die weiblichen Probandinnen. Die genauen Werte sind in der Tabelle 11 abzulesen.



Legende:
 dunkelblau: Männer
 rot: Frauen

Abb. 43: Mittelwert aller ereigniskorrelierten Potentiale der männlichen (n = 20) und weiblichen (n = 20) Versuchspersonen für den Stimulus „sehr negativ“ an der Elektrodenposition F7 bei p200



Legende:
 dunkelblau: Männer
 rot: Frauen

Abb. 44: Mittelwert aller ereigniskorrelierten Potentiale der männlichen (n = 20) und weiblichen (n = 20) Versuchspersonen für den Stimulus „sehr negativ“ an der Elektrodenposition T7 bei p200

4.2.1.3.6 Stimulus „sehr positiv“

In der Tabelle 12 sind die Ergebnisse der Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „sehr positiv“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte zwischen Männern und Frauen zeigen sich drei signifikante Differenzen. Sie bestehen an den Positionen O2 ($p = 0,043$), P7 ($p = 0,048$) und P8 ($p = 0,045$).

Tab. 12: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt p200 für Frauen ($n = 20$) und Männer ($n = 20$) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), für den Stimulus „sehr positiv“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

Legende: gelb: Signifikanz

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [μV] | Mittelwert Männer [μV] | p-Wert |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| FP1 | -1,9 | -0,2 | 0,322 |
| FP2 | -2,2 | -0,4 | 0,302 |
| F3 | -1,1 | 0,2 | 0,483 |
| F4 | -1,2 | 0,4 | 0,413 |
| C3 | 0,4 | 0,9 | 0,751 |
| C4 | 0,6 | 1,2 | 0,689 |
| F7 | -1,8 | 0,2 | 0,170 |
| F8 | -1,4 | 0,2 | 0,299 |
| T7 | -0,6 | 0,3 | 0,297 |
| T8 | 0,0 | 1,0 | 0,322 |
| FC5 | -1,0 | 0,5 | 0,317 |
| FC6 | -0,5 | 0,6 | 0,474 |
| CP5 | 2,2 | 1,6 | 0,607 |
| CP6 | 3,2 | 2,8 | 0,737 |
| O1 | 12,8 | 9,9 | 0,073 |
| O2 | 12,7 | 9,3 | 0,043 |
| Fz | -1,1 | 0,2 | 0,496 |
| FCz | 0,1 | 0,8 | 0,705 |
| Cz | 0,7 | 1,1 | 0,854 |
| CPz | 1,5 | 2,3 | 0,555 |
| Pz | 3,1 | 4,0 | 0,463 |
| P3 | 5,2 | 4,7 | 0,703 |
| P4 | 5,7 | 5,5 | 0,865 |
| P7 | 8,2 | 5,9 | 0,048 |
| P8 | 11,4 | 7,4 | 0,045 |

Die grafische Darstellung der Signifikanzen aus Tabelle 12 sind in den Abbildungen 45, 46 und 47 gezeigt. Im Vergleich der Kurven der einzelnen ereigniskorrelierten Potentiale des Stimulus „sehr positiv“ für Männer (dunkelblau) und Frauen (rot) lässt sich erkennen, dass für den Messzeitpunkt p200 eine Abweichung zwischen den beiden Graphen besteht. Die weiblichen Probandinnen zeigen höhere Amplituden als die männlichen Probanden. Die genauen Werte sind in der Tabelle 12 abzulesen.

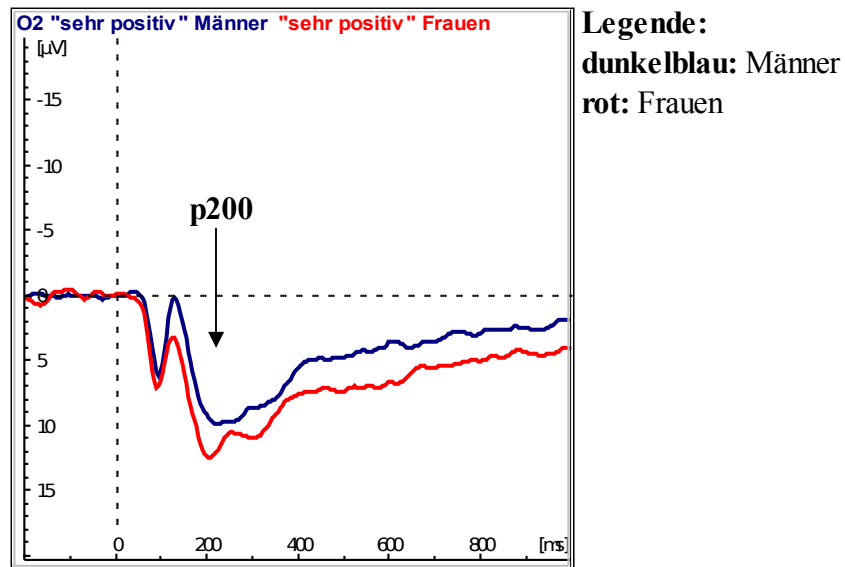


Abb. 45: Mittelwert aller ereigniskorrelierten Potentiale der männlichen (n = 20) und weiblichen (n = 20) Versuchspersonen für den Stimulus „sehr positiv“ an der Elektrodenposition O2 bei p200

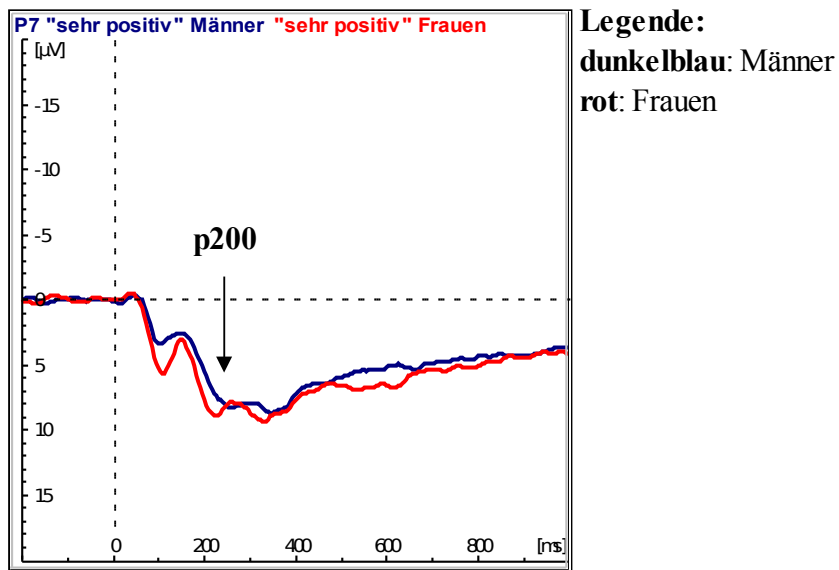


Abb. 46: Mittelwert aller ereigniskorrelierten Potentiale der männlichen (n = 20) und weiblichen (n = 20) Versuchspersonen für den Stimulus „sehr positiv“ an der Elektrodenposition P7 bei p200

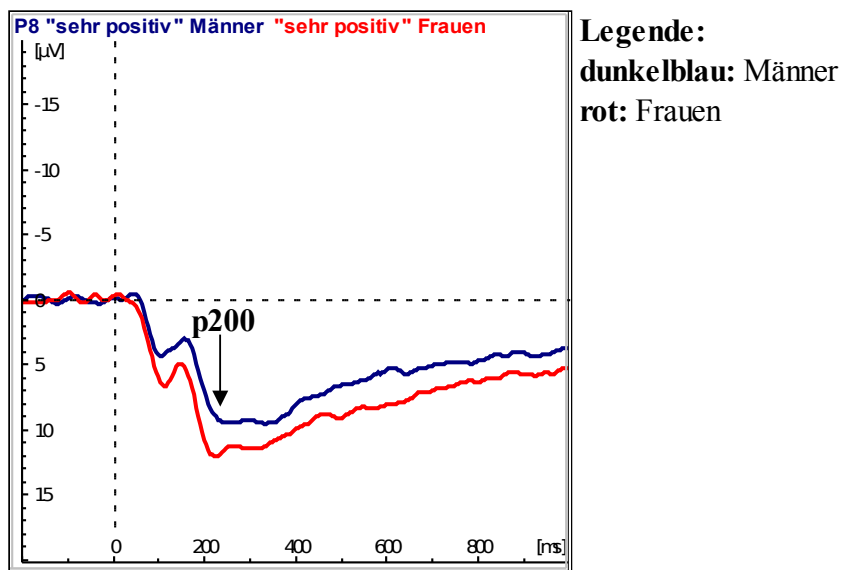


Abb. 47: Mittelwert aller ereigniskorrelierten Potentiale der männlichen (n = 20) und weiblichen (n = 20) Versuchspersonen für den Stimulus „sehr positiv“ an der Elektrodenposition P8 bei p200

4.2.1.3.7 Grafische Darstellung

In der Abbildung 48 sind alle signifikanten Unterschiede aus den Tabellen 9 - 12 grafisch dargestellt. Die Betrachtung der Gesamtverteilung

zeigt deutlich, dass die Amplitudenmittelwerte des Stimulus „sehr positiv“ im Vergleich zwischen Männern und Frauen die meisten signifikanten Unterschiede aufweisen. Sie bestehen an den Positionen O2, P7 und P8 (Markierung: gelb). Die Stimuli „neutral“ und „sehr negativ“ zeigen je zwei signifikante Unterschiede. Diese befinden sich für den Stimulus „neutral“ an den Positionen FP2 und F7 (Markierung: grau) und für den Stimulus „sehr negativ“ an den Elektrodenpositionen F7 und T7 (Markierung: blau). Die Amplitudenmittelwerte des Stimulus „positiv“ unterscheiden sich an der Elektrodenposition F7 (Markierung: pink) signifikant voneinander. Insgesamt ergibt sich bei der Betrachtung der Abbildung 48 das Bild, dass die signifikanten Unterschiede der Stimuli „neutral“, „positiv“ und „sehr negativ“ sich alle im frontalen Bereich befinden. Dabei zeigen sich an der Elektrodenpositionen F7 drei signifikante Differenzen (Stimuli: „neutral“, „positiv“ und „sehr negativ“), während an den Positionen FP2 und T7 jeweils eine Signifikanz besteht. Die drei signifikanten Unterschiede zwischen den Amplitudenmittelwerten der Männer und Frauen des Stimulus „sehr positiv“ befinden sich alle an okzipitalen Elektrodenpositionen (O2, P7 und P8).

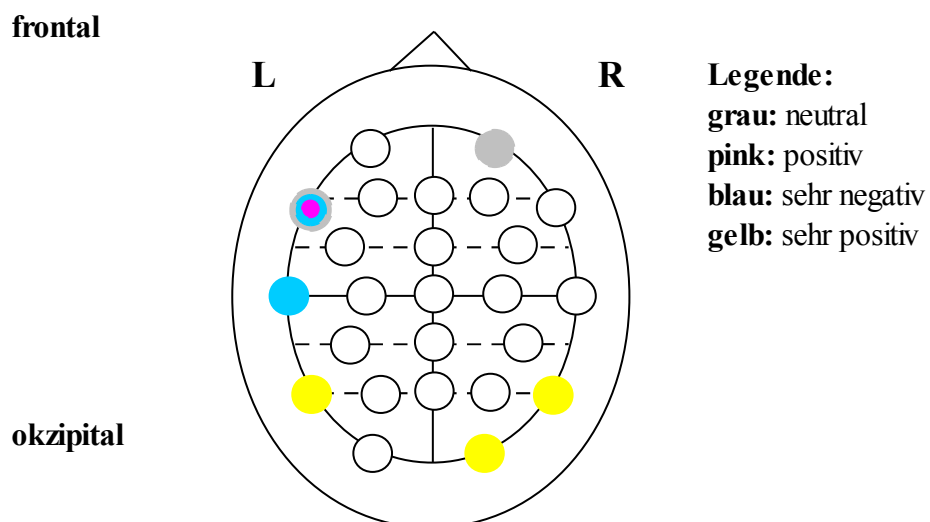


Abb. 48: Grafische Darstellung der signifikanten Differenzen zwischen den Amplitudenmittelwerten der Einzelelektroden von Männern (n = 20) und Frauen (n = 20) aus den Tabellen 9 – 12 für den Messzeitpunkt p200.

4.2.2 n200

In diesem Abschnitt werden alle Ergebnisse zum Messzeitpunkt n200 dargestellt. Die Darstellung der Resultate erfolgt unterteilt nach Gesamtamplitudenmittelwert, Clusteramplitudenmittelwert und den Amplitudenmittelwerten der einzelnen Elektrodenpositionen.

4.2.2.1 Gesamtmittelwert

Die Amplitudenwerte aller Elektrodenpositionen werden zu einem Gesamtmittelwert für Männer und einem Gesamtmittelwert für Frauen pro Stimulus zusammengefasst. Sie sind zusammen mit dem dazugehörigen p-Wert für jeden einzelnen Stimulus zum Messzeitpunkt n200 in der Tabelle 13 aufgelistet.

Die Poweranalyse zeigt, dass die Power des Stimulus „Erotik“ in Abbildung 49 den stärksten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen fünf Stimuli besitzt. Demnach ist die Möglichkeit hoch, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Für den Stimulus „Erotik“ liegt die Power für einen signifikanten Amplitudenunterschied zwischen männlichen und weiblichen Probanden bei knapp 0,4. Dies unterstützt mit einer mittleren Differenz von ca. 2,2 μV diese Vermutung.

Die Power-Kurve des Stimulus „neutral“ in Abbildung 50 zeigt den niedrigsten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen fünf Stimuli. Demnach ist die Möglichkeit am niedrigsten, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die berechnete mittlere Differenz von rund 1,5 μV und die Power von ca. 0,1 unterstützen diese Überlegung.

In beiden Diagrammen liegen die minimale und die maximale Differenz zwischen 0 μV und 4,1 μV bzw. 2,8 μV .

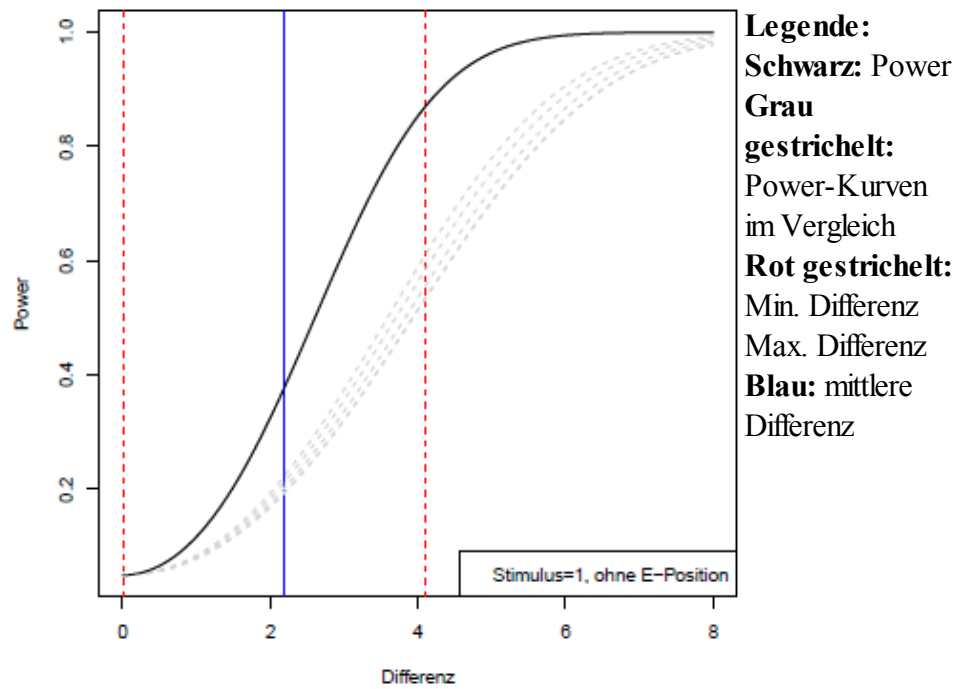


Abb. 49: Power-Analyse exemplarisch für Stimulus „Erotik“ (Stimulus 1) bei n200, über alle Elektrodenpositionen gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen)

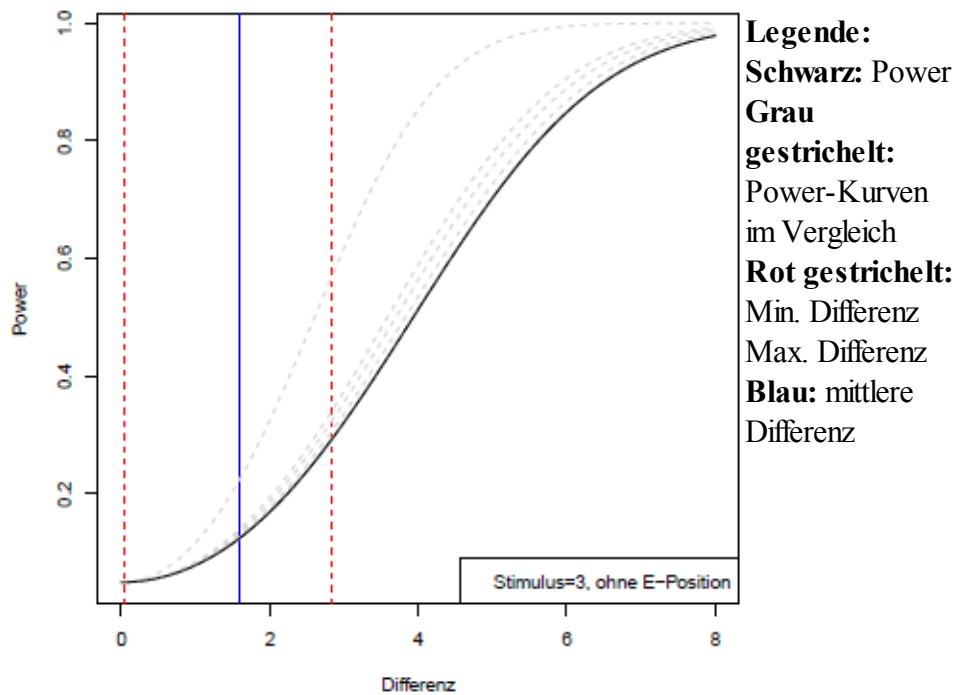


Abb. 50: Power-Analyse exemplarisch für Stimulus „neutral“ (Stimulus 3) bei n200, über alle Elektrodenpositionen gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen)

Im Vergleich der Gesamtamplitudenmittelwerte der Männer und der Frauen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede.

Tab. 13: Gesamtamplitudenmittelwerte zum Messzeitpunkt n200 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), berechnet mit Hilfe des t-Tests für unabhängige Stichproben

| Stimulus | Mittelwert Frauen [μV] | Mittelwert Männer [μV] | p-Wert |
|-----------------|---|---|---------------|
| Erotik | -2,7 | -0,8 | 0,113 |
| negativ | -3,9 | -2,7 | 0,478 |
| neutral | -6,8 | -5,4 | 0,413 |
| positiv | -5,2 | -3,6 | 0,379 |
| sehr positiv | -4,2 | -2,3 | 0,253 |
| sehr negativ | -4,3 | -3,3 | 0,586 |

4.2.2.2 Clustermittelwert

Die Elektrodenpositionen werden zu einzelnen Clustern zusammengefasst (siehe Tab. 1). Anschließend wird der jeweilige Clustermittelwert der Amplituden für Männer und für Frauen berechnet. Sie sind zusammen mit dem dazugehörigen p-Wert für jeden einzelnen Stimulus zum Messzeitpunkt n200 in der Tabelle 14 aufgelistet.

Die Poweranalyse zeigt, dass die Power des Clusters „frontal links“ in Abbildung 51 den stärksten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen fünf Cluster besitzt. Demnach wäre die Möglichkeit hoch, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die berechnete mittlere Differenz ist in diesem Fall jedoch so gering (ca. $2,5 \mu\text{V}$), dass die Wahrscheinlichkeit auf einen signifikanten Amplitudenunterschied zwischen männlichen und weiblichen Probanden trotz des hohen Anstiegs sehr niedrig ist (Power bei ca. 0,3).

Die Power-Kurve des Clusters „frontal zentral“ in Abbildung 52 zeigt den niedrigsten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen fünf Cluster.

Demnach ist die Möglichkeit am niedrigsten, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die berechnete mittlere Differenz von knapp $3 \mu\text{V}$ und die Power von ca. 0,2 unterstützen diese Überlegung. In beiden Diagrammen liegen die minimale und die maximale Differenz zwischen $1,8 \mu\text{V}$ und $3 \mu\text{V}$ bzw. $3,8 \mu\text{V}$.

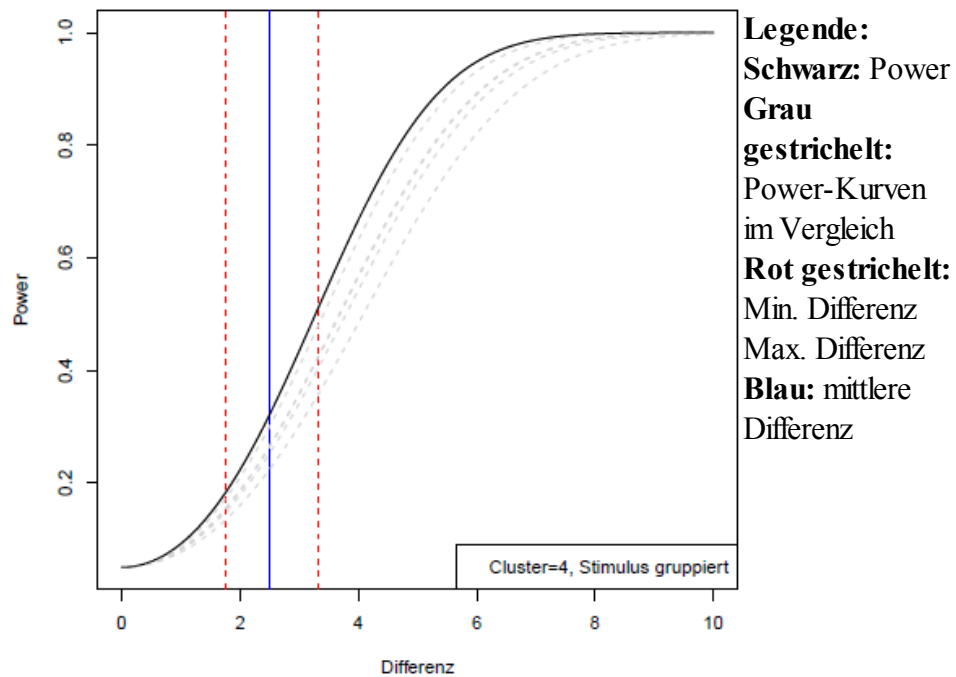


Abb. 51: Power-Analyse exemplarisch für Cluster 4 (frontal links) bei n200, über alle Stimuli gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen)

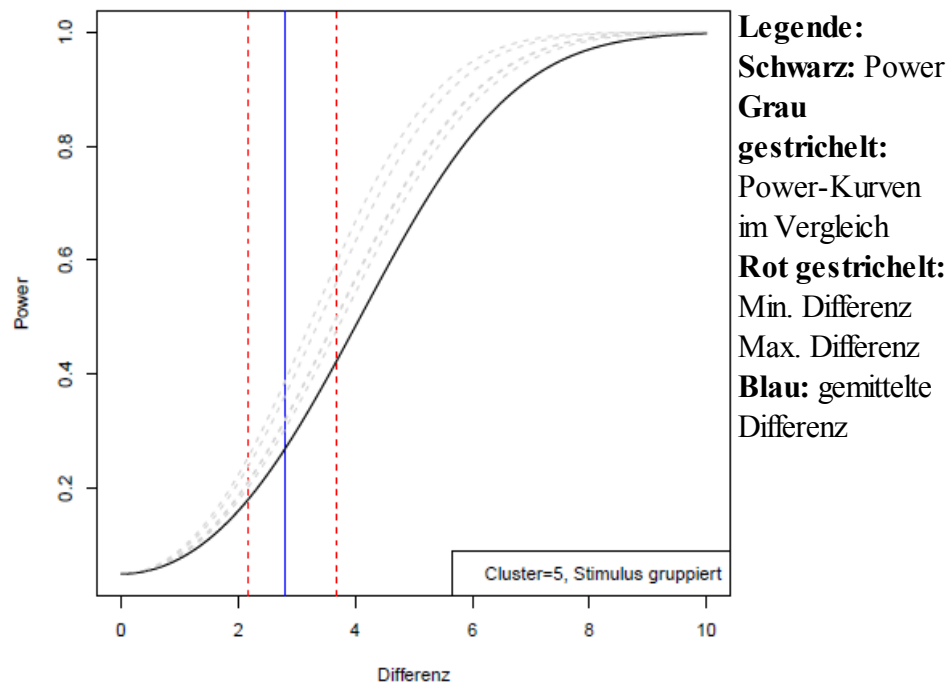


Abb. 52: Power-Analyse exemplarisch für Cluster 5 (frontal zentral) bei n200, über alle Stimuli gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen)

Im Vergleich der Clustermittelwerte der Amplituden für Männer und für Frauen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede.

Tab. 14: Clusteramplitudenmittelwerte zum Messzeitpunkt n200 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), berechnet mit Hilfe des t-Tests für unabhängige Stichproben

| Stimulus | Cluster | Mittelwert Frauen [μV] | Mittelwert Männer [μV] | p-Wert |
|----------|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| Erotik | frontal rechts | -5,9 | -2,9 | 0,124 |
| Erotik | okzipital rechts | 3,6 | 3,2 | 0,758 |
| Erotik | okzipital links | 3,0 | 3,4 | 0,758 |
| Erotik | frontal links | -6,2 | -2,9 | 0,081 |
| Erotik | frontal zentral | -7,8 | -4,6 | 0,181 |
| Erotik | okzipital zentral | -3,1 | -0,2 | 0,166 |
| negativ | frontal rechts | -9,0 | -6,6 | 0,141 |
| negativ | okzipital rechts | 4,7 | 4,0 | 0,546 |
| negativ | okzipital links | 3,8 | 3,4 | 0,745 |
| negativ | frontal links | -9,0 | -7,0 | 0,217 |

| | | | | |
|--------------|-------------------|-------|-------|-------|
| negativ | frontal zentral | -10,5 | -8,3 | 0,272 |
| negativ | okzipital zentral | -4,0 | -1,2 | 0,117 |
| neutral | frontal rechts | -11,1 | -8,5 | 0,099 |
| neutral | okzipital rechts | 2,1 | 2,3 | 0,898 |
| neutral | okzipital links | 1,1 | 1,2 | 0,916 |
| neutral | frontal links | -11,9 | -9,8 | 0,144 |
| neutral | frontal zentral | -13,9 | -11,6 | 0,192 |
| neutral | okzipital zentral | -6,9 | -4,5 | 0,137 |
| positiv | frontal rechts | -10,9 | -8,0 | 0,065 |
| positiv | okzipital rechts | 3,8 | 3,7 | 0,927 |
| positiv | okzipital links | 3,2 | 2,8 | 0,769 |
| positiv | frontal links | -10,5 | -7,9 | 0,081 |
| positiv | frontal zentral | -12,2 | -9,2 | 0,122 |
| positiv | okzipital zentral | -5,2 | -2,6 | 0,128 |
| sehr negativ | frontal rechts | -8,7 | -5,9 | 0,133 |
| sehr negativ | okzipital rechts | 4,5 | 4,0 | 0,707 |
| sehr negativ | okzipital links | 3,4 | 3,3 | 0,963 |
| sehr negativ | frontal links | -9,5 | -6,2 | 0,065 |
| sehr negativ | frontal zentral | -11,0 | -7,4 | 0,112 |
| sehr negativ | okzipital zentral | -4,3 | -1,3 | 0,145 |
| sehr positiv | frontal rechts | -9,2 | -7,4 | 0,314 |
| sehr positiv | okzipital rechts | 4,6 | 3,7 | 0,443 |
| sehr positiv | okzipital links | 3,6 | 3,2 | 0,751 |
| sehr positiv | frontal links | -9,4 | -7,6 | 0,288 |
| sehr positiv | frontal zentral | -11,1 | -8,7 | 0,261 |
| sehr positiv | okzipital zentral | -4,7 | -2,7 | 0,249 |

4.2.2.3 Amplitudenmittelwerte der einzelnen Elektrodenpositionen

Die Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition für Männer und Frauen werden im Folgenden in sechs Einzeltabellen aufgelistet. Für jeden Stimulus gibt es eine Tabelle. Die dazugehörigen grafischen Darstellungen der ereigniskorrelierten Potentiale werden jeweils für signifikante Unterschiede zwischen den Amplitudenmittelwerten der Männer und Frauen dargestellt.

Die Poweranalyse zeigt, dass die Power für die Elektrodenposition T7 in Abbildung 53 den stärksten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen 24 Elektrodenpositionen besitzt. Demnach wäre die Möglichkeit hoch, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die

berechnete mittlere Differenz ist in diesem Fall jedoch so gering (ca. 1,4 μV), dass die Wahrscheinlichkeit auf einen signifikanten Amplitudenunterschied zwischen männlichen und weiblichen Probanden trotz des hohen Anstiegs sehr niedrig ist (Power bei ca. 0,2).

Die Power-Kurve für die Elektrodenposition Cz in Abbildung 54 zeigt den niedrigsten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen 24 Elektrodenpositionen. Demnach ist die Möglichkeit am niedrigsten, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die berechnete mittlere Differenz von rund 3 μV und die Power von ca. 0,2 unterstützen diese Überlegung.

In der Abbildung 53 liegen die minimale und die maximale Differenz zwischen 1 μV und 2,3 μV und in der Abbildung 54 zwischen 2,2 μV und 3,7 μV .

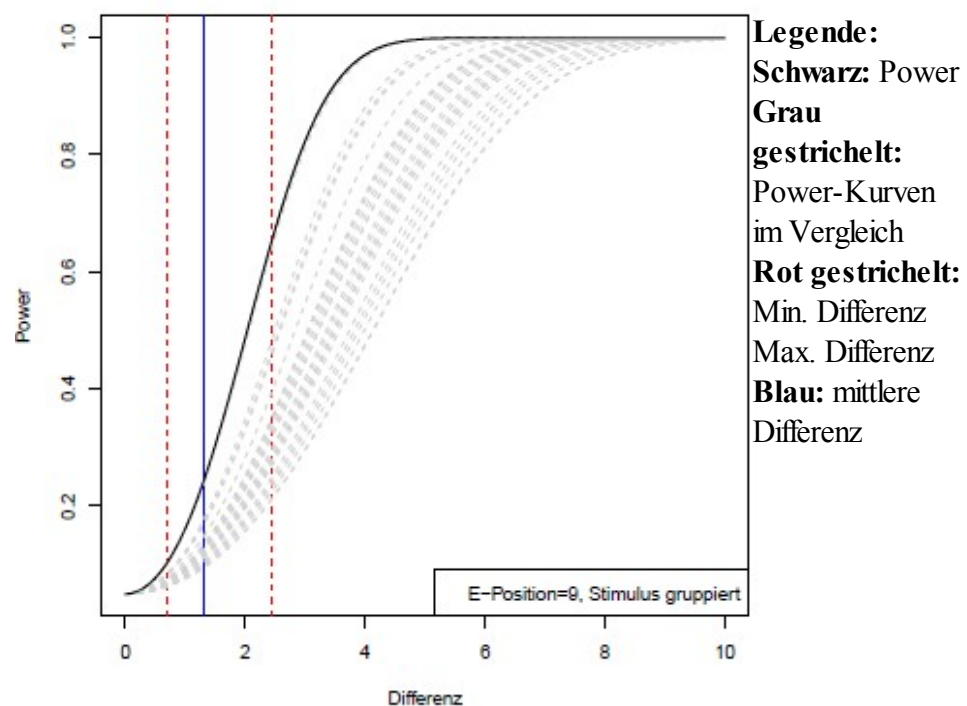


Abb. 53: Power-Analyse exemplarisch für Elektrodenposition 9 (T7) bei n200, über alle Stimuli gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen)

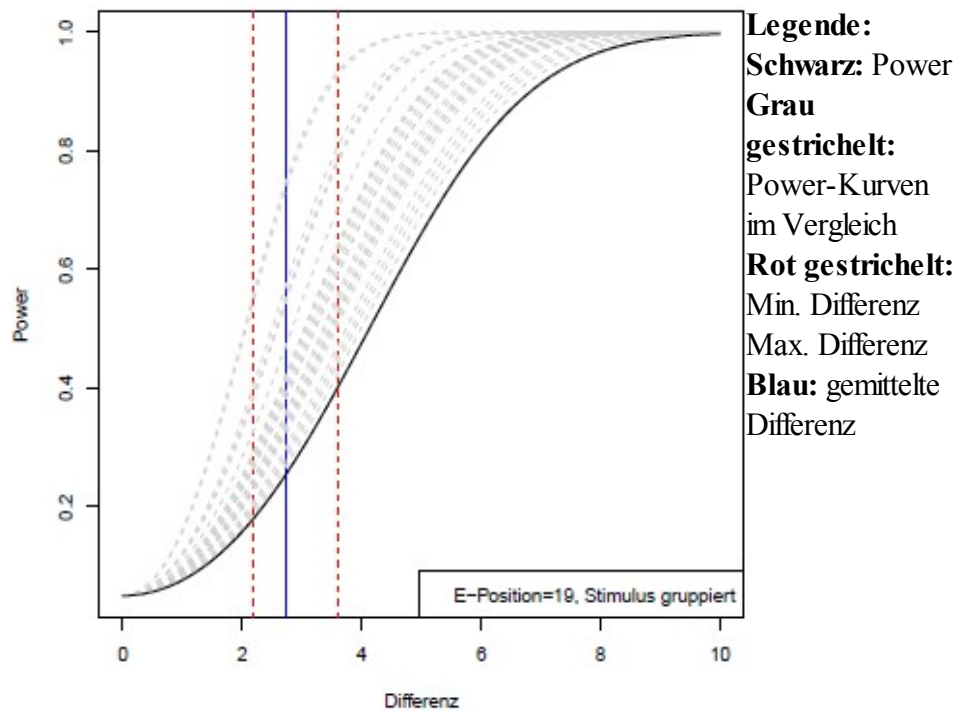


Abb. 54: Power-Analyse exemplarisch für Elektrodenposition 19 (FCz) bei n200, über alle Stimuli gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen)

4.2.2.3.1 Stimulus „Erotik“

In der Tabelle 15 sind die Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „Erotik“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen. Dieser besteht an der Position FP1 ($p = 0,044$).

Tab. 15: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt n200 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), für den Stimulus „Erotik“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

Legende: grün: Signifikanz

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [μV] | Mittelwert Männer [μV] | p-Wert |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| FP1 | -5,8 | -1,7 | 0,044 |
| FP2 | -5,3 | -1,5 | 0,067 |

| | | | |
|-----|------|------|-------|
| F3 | -7,0 | -3,5 | 0,124 |
| F4 | -7,0 | -3,3 | 0,102 |
| C3 | -4,8 | -2,5 | 0,238 |
| C4 | -4,9 | -2,9 | 0,326 |
| F7 | -6,2 | -3,1 | 0,058 |
| F8 | -5,7 | -3,2 | 0,176 |
| T7 | -4,6 | -2,7 | 0,108 |
| T8 | -3,3 | -2,8 | 0,673 |
| FC5 | -5,9 | -3,3 | 0,154 |
| FC6 | -5,6 | -3,4 | 0,241 |
| CP5 | -1,1 | -0,1 | 0,464 |
| CP6 | -0,3 | -0,3 | 0,986 |
| O1 | 7,4 | 7,2 | 0,930 |
| O2 | 6,8 | 6,4 | 0,815 |
| Fz | -7,7 | -4,5 | 0,169 |
| FCz | -7,9 | -4,8 | 0,197 |
| Cz | -7,1 | -3,8 | 0,147 |
| CPz | -4,7 | -1,5 | 0,132 |
| Pz | -1,4 | 1,1 | 0,224 |
| P3 | 1,6 | 3,0 | 0,44 |
| P4 | 1,7 | 3,1 | 0,418 |
| P7 | 4,0 | 3,5 | 0,703 |
| P8 | 6,2 | 3,5 | 0,080 |

Die grafische Darstellung des signifikanten Unterschieds aus Tabelle 15 ist in der Abbildung 55 gezeigt. Im Vergleich der Kurven der einzelnen ereigniskorrelierten Potentiale des Stimulus „Erotik“ für Männer (dunkelblau) und Frauen (rot) lässt sich erkennen, dass für den Messzeitpunkt n200 eine Abweichung zwischen den beiden Graphen besteht. Die Amplituden der weiblichen Probandinnen weisen höhere Werte auf als die Amplituden der männlichen Probanden. Die genauen Werte sind in der Tabelle 15 abzulesen

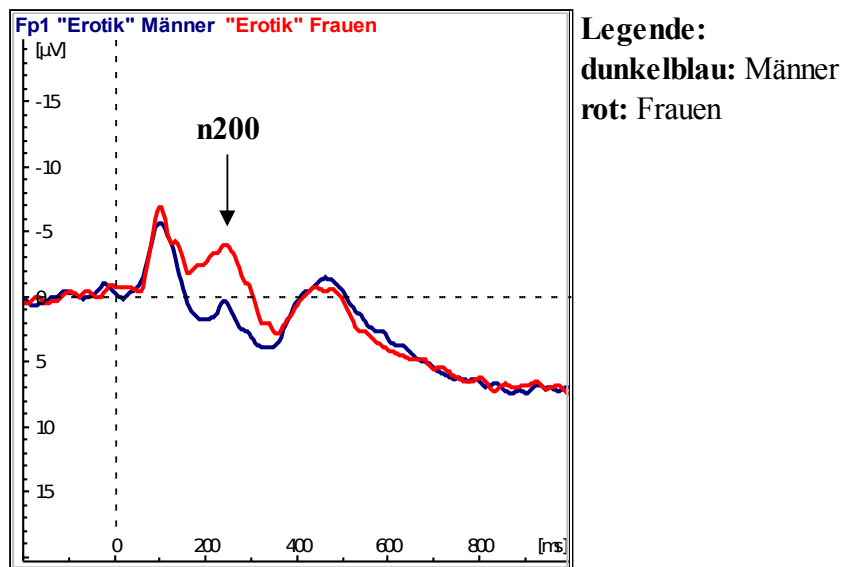


Abb. 55: Mittelwert aller ereigniskorrelierten Potentiale der männlichen (n = 20) und weiblichen (n = 20) Versuchspersonen für den Stimulus „Erotik“ an der Elektrodenposition FP1 bei n200

4.2.2.3.2 Stimulus „negativ“

In der Tabelle 16 sind die Ergebnisse der Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „negativ“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte zwischen Männern und Frauen zeigen sich keine signifikanten Differenzen.

Tab.16: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt n200 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), für den Stimulus „negativ“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [µV] | Mittelwert Männer [µV] | p-Wert |
|--------------------|------------------------|------------------------|--------|
| FP1 | -9,6 | -7,0 | 0,142 |
| FP2 | -9,7 | -6,8 | 0,111 |
| F3 | -9,7 | -7,7 | 0,296 |
| F4 | -10,2 | -7,1 | 0,111 |
| C3 | -6,4 | -4,8 | 0,301 |
| C4 | -6,5 | -4,9 | 0,355 |
| F7 | -8,8 | -7,0 | 0,203 |
| F8 | -8,5 | -6,3 | 0,154 |
| T7 | -5,2 | -4,5 | 0,443 |

| | | | |
|-----|-------|------|-------|
| T8 | -4,3 | -3,8 | 0,598 |
| FC5 | -7,8 | -6,3 | 0,298 |
| FC6 | -7,7 | -6,0 | 0,272 |
| CP5 | -1,1 | -1,1 | 0,992 |
| CP6 | -0,5 | -0,6 | 0,902 |
| O1 | 8,4 | 7,6 | 0,666 |
| O2 | 8,5 | 7,1 | 0,374 |
| Fz | -10,6 | -8,4 | 0,295 |
| FCz | -10,3 | -8,1 | 0,254 |
| Cz | -8,6 | -6,5 | 0,266 |
| CPz | -5,9 | -2,9 | 0,094 |
| Pz | -2,0 | 0,4 | 0,168 |
| P3 | 1,9 | 2,5 | 0,714 |
| P4 | 1,9 | 3,2 | 0,377 |
| P7 | 6,2 | 4,8 | 0,285 |
| P8 | 8,8 | 6,3 | 0,100 |

4.2.2.3.3 Stimulus „neutral“

In der Tabelle 17 sind die Ergebnisse der Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „neutral“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte zwischen Männern und Frauen zeigen sich keine signifikanten Differenzen.

Tab. 17: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt n200 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), für den Stimulus „neutral“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [μV] | Mittelwert Männer [μV] | p-Wert |
|---------------------------|---|---|---------------|
| FP1 | -12,5 | -10,2 | 0,124 |
| FP2 | -13,1 | -10,3 | 0,071 |
| F3 | -13,0 | -10,6 | 0,150 |
| F4 | -13,6 | -10,8 | 0,120 |
| C3 | -9,4 | -7,9 | 0,311 |
| C4 | -9,5 | -7,8 | 0,276 |
| F7 | -11,3 | -9,5 | 0,159 |
| F8 | -12,1 | -9,5 | 0,073 |
| T7 | -7,5 | -6,3 | 0,254 |
| T8 | -6,7 | -5,9 | 0,407 |
| FC5 | -10,7 | -9,0 | 0,210 |
| FC6 | -10,9 | -9,2 | 0,236 |

| | | | |
|-----|-------|-------|-------|
| CP5 | -3,8 | -3,5 | 0,761 |
| CP6 | -2,9 | -2,7 | 0,817 |
| O1 | 5,3 | 5,4 | 0,975 |
| O2 | 5,6 | 5,2 | 0,784 |
| Fz | -14,2 | -11,9 | 0,219 |
| FCz | -13,7 | -11,2 | 0,175 |
| Cz | -11,9 | -9,5 | 0,153 |
| CPz | -9,0 | -6,3 | 0,103 |
| Pz | -4,8 | -2,8 | 0,205 |
| P3 | -1,0 | -0,2 | 0,593 |
| P4 | -0,6 | 1,0 | 0,279 |
| P7 | 3,8 | 3,1 | 0,535 |
| P8 | 6,3 | 5,5 | 0,558 |

4.2.2.3.4 Stimulus „positiv“

In der Tabelle 18 sind die Ergebnisse der Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „positiv“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte zwischen Männern und Frauen zeigen sich insgesamt zwei signifikante Unterschiede. Sie bestehen zum einen an der Position FP1 ($p = 0,035$) und zum anderen an der Position FP2 ($p = 0,034$).

Tab. 18: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt n200 für Frauen ($n = 20$) und Männer ($n = 20$) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), für den Stimulus „positiv“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

Legende: pink: Signifikanz

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [μV] | Mittelwert Männer [μV] | p-Wert |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| FP1 | -11,4 | -8,1 | 0,035 |
| FP2 | -11,7 | -8,2 | 0,034 |
| F3 | -11,4 | -8,5 | 0,090 |
| F4 | -12,0 | -8,5 | 0,058 |
| C3 | -7,7 | -5,9 | 0,256 |
| C4 | -7,8 | -6,2 | 0,338 |
| F7 | -10,1 | -7,8 | 0,093 |
| F8 | -10,5 | -7,8 | 0,074 |
| T7 | -5,9 | -5,1 | 0,406 |
| T8 | -5,6 | -4,8 | 0,474 |
| FC5 | -9,1 | -7,2 | 0,193 |

| | | | |
|-----|-------|------|-------|
| FC6 | -9,5 | -7,3 | 0,160 |
| CP5 | -2,0 | -1,9 | 0,936 |
| CP6 | -1,5 | -1,2 | 0,836 |
| O1 | 7,5 | 7,0 | 0,7 |
| O2 | 7,4 | 6,7 | 0,637 |
| Fz | -12,5 | -9,2 | 0,088 |
| FCz | -11,8 | -9,2 | 0,171 |
| Cz | -10,0 | -7,6 | 0,219 |
| CPz | -7,2 | -4,3 | 0,105 |
| Pz | -3,2 | -0,9 | 0,174 |
| P3 | 0,9 | 1,6 | 0,662 |
| P4 | 0,9 | 2,5 | 0,292 |
| P7 | 6,3 | 4,6 | 0,187 |
| P8 | 8,4 | 6,8 | 0,320 |

Die grafische Darstellung der Signifikanzen aus Tabelle 18 sind in den Abbildungen 56 und 57 gezeigt. Im Vergleich der Kurven der einzelnen ereigniskorrelierten Potentiale des Stimulus „positiv“ für Männer (dunkelblau) und Frauen (rot) lässt sich erkennen, dass für den Messzeitpunkt n200 eine Abweichung zwischen den beiden Graphen besteht. Die weiblichen Probandinnen zeigen höhere Amplituden als die männlichen Probanden. Die genauen Werte sind in der Tabelle 18 abzulesen.

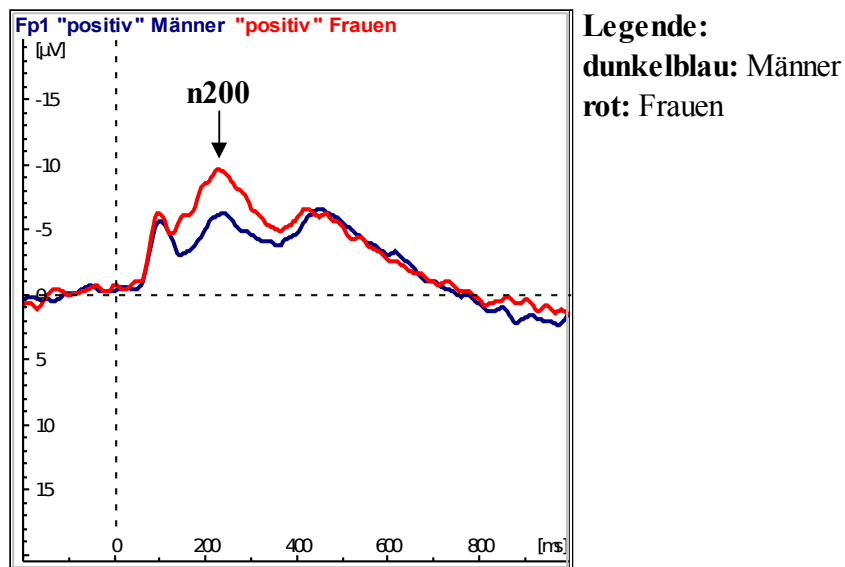


Abb. 56: Mittelwert aller ereigniskorrelierten Potentiale der männlichen (n = 20) und weiblichen (n = 20) Versuchspersonen für den Stimulus „positiv“ an der Elektrodenposition FP1 bei n200

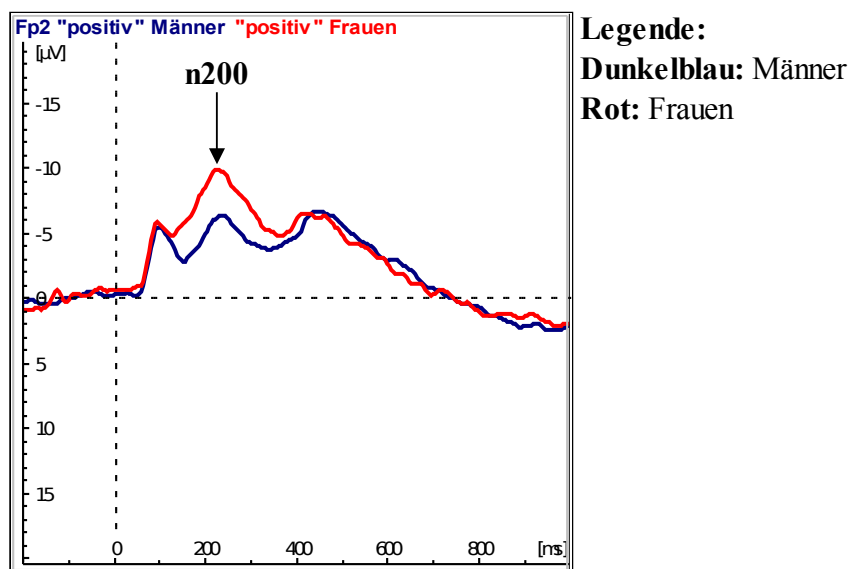


Abb. 57: Mittelwert aller ereigniskorrelierten Potentiale der männlichen (n = 20) und weiblichen (n = 20) Versuchspersonen für den Stimulus „positiv“ an der Elektrodenposition FP2 bei n200

4.2.2.3.5 Stimulus „sehr negativ“

In der Tabelle 19 sind die Ergebnisse der Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „sehr negativ“ und sind für

Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte zwischen Männern und Frauen zeigen sich insgesamt zwei signifikante Unterschiede. Diese bestehen zum einen an der Position F7 ($p = 0,048$) und zum anderen an der Position T7 ($p = 0,022$).

Tab. 19: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt n200 für Frauen ($n = 20$) und Männer ($n = 20$) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), für den Stimulus „sehr negativ“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

Legende: blau: Signifikanz

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [μV] | Mittelwert Männer [μV] | p-Wert |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| FP1 | -9,6 | -6,2 | 0,065 |
| FP2 | -9,2 | -6,1 | 0,104 |
| F3 | -10,6 | -6,8 | 0,079 |
| F4 | -10,0 | -6,5 | 0,110 |
| C3 | -7,1 | -4,2 | 0,142 |
| C4 | -6,4 | -4,2 | 0,239 |
| F7 | -9,3 | -6,1 | 0,048 |
| F8 | -8,0 | -5,9 | 0,201 |
| T7 | -6,2 | -3,7 | 0,022 |
| T8 | -4,0 | -3,5 | 0,674 |
| FC5 | -8,6 | -5,6 | 0,091 |
| FC6 | -7,7 | -5,3 | 0,170 |
| CP5 | -2,0 | -0,8 | 0,392 |
| CP6 | -0,4 | -0,2 | 0,923 |
| O1 | 8,5 | 7,5 | 0,598 |
| O2 | 8,2 | 7,2 | 0,567 |
| Fz | -11,2 | -7,4 | 0,109 |
| FCz | -10,9 | -7,3 | 0,119 |
| Cz | -9,1 | -6,0 | 0,161 |
| CPz | -6,2 | -2,9 | 0,117 |
| Pz | -2,4 | 0,3 | 0,196 |
| P3 | 1,4 | 2,4 | 0,575 |
| P4 | 1,7 | 3,4 | 0,310 |
| P7 | 5,8 | 4,3 | 0,255 |
| P8 | 8,6 | 5,8 | 0,100 |

Die grafische Darstellung der Signifikanzen aus Tabelle 19 sind in den Abbildungen 58 und 59 gezeigt. Im Vergleich der Kurven der einzelnen

ereigniskorrelierten Potentiale des Stimulus „sehr negativ“ für Männer (dunkelblau) und Frauen (rot) lässt sich erkennen, dass für den Messzeitpunkt n200 eine Abweichung zwischen den beiden Graphen besteht. Die Amplituden der weiblichen Probandinnen weisen höhere Werte auf als die Amplituden der männlichen Probanden. Die genauen Werte sind in der Tabelle 19 abzulesen.

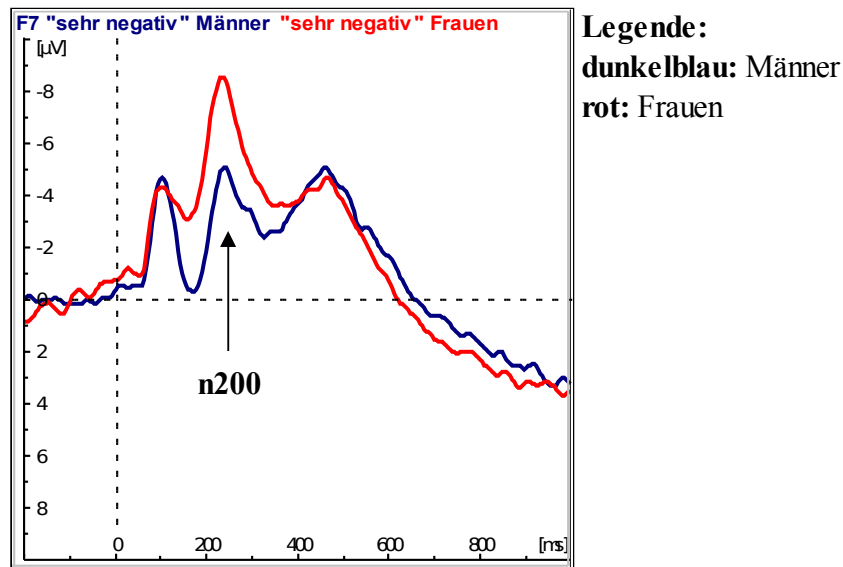


Abb. 58: Mittelwert aller ereigniskorrelierten Potentiale der männlichen (n = 20) und weiblichen (n = 20) Versuchspersonen für den Stimulus „sehr negativ“ an der Elektrodenposition F7 bei n200

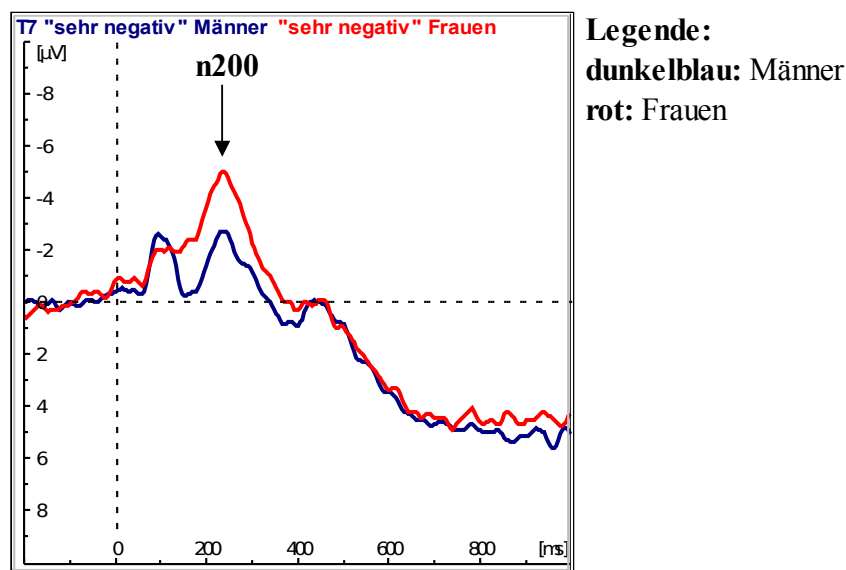


Abb. 59: Mittelwert aller ereigniskorrelierten Potentiale der männlichen (n = 20) und weiblichen (n = 20) Versuchspersonen für den Stimulus „sehr negativ“ an der Elektrodenposition T7 bei n200

4.2.2.3.6 Stimulus „sehr positiv“

In der Tabelle 20 sind die Ergebnisse der Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „sehr positiv“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte zwischen Männern und Frauen zeigen sich keine signifikanten Differenzen.

Tab. 20: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt n200 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), für den Stimulus „sehr positiv“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [μV] | Mittelwert Männer [μV] | p-Wert |
|---------------------------|---|---|---------------|
| FP1 | -9,8 | -8,0 | 0,306 |
| FP2 | -9,6 | -7,9 | 0,332 |
| F3 | -10,2 | -8,2 | 0,323 |
| F4 | -10,6 | -7,8 | 0,184 |
| C3 | -7,1 | -5,8 | 0,447 |
| C4 | -7,0 | -5,7 | 0,462 |
| F7 | -9,2 | -7,5 | 0,247 |
| F8 | -8,5 | -7,2 | 0,447 |
| T7 | -5,7 | -4,9 | 0,418 |
| T8 | -4,2 | -4,2 | 0,975 |
| FC5 | -8,4 | -6,8 | 0,296 |
| FC6 | -8,0 | -6,6 | 0,402 |
| CP5 | -1,8 | -1,8 | 0,993 |
| CP6 | -0,7 | -1,1 | 0,767 |
| O1 | 8,6 | 7,9 | 0,662 |
| O2 | 8,5 | 7,2 | 0,407 |
| Fz | -11,4 | -8,8 | 0,233 |
| FCz | -10,9 | -8,6 | 0,297 |
| Cz | -9,3 | -7,4 | 0,368 |
| CPz | -6,6 | -4,3 | 0,222 |
| Pz | -2,8 | -1,0 | 0,304 |
| P3 | 1,2 | 1,8 | 0,721 |
| P4 | 1,5 | 2,5 | 0,542 |
| P7 | 6,3 | 4,9 | 0,250 |
| P8 | 9,3 | 6,3 | 0,065 |

4.2.2.3.7 Grafische Darstellung

In der Abbildung 60 sind alle signifikanten Unterschiede aus den Tabellen 15 - 20 grafisch dargestellt. Die Betrachtung der Gesamtverteilung zeigt deutlich, dass die Amplitudenmittelwerte der beiden Stimuli „positiv“ und „sehr negativ“ im Vergleich zwischen Männern und Frauen die meisten signifikanten Unterschiede zeigen. Für den Stimulus „positiv“ bestehen die Signifikanzen an den Positionen FP1 und FP2 (Markierung: pink). Der Stimulus „sehr negativ“ zeigt die signifikanten Unterschiede an den Elektrodenpositionen F7 und T7 (Markierung: blau). Die Amplitudenmittelwerte des Stimulus „Erotik“ unterscheiden sich an der Elektrodenposition FP1 (Markierung: grün) signifikant voneinander.

Insgesamt ergibt sich bei der Betrachtung der Abbildung 60 das Bild, dass die signifikanten Unterschiede sich alle an frontalen Elektrodenpositionen befinden. Dabei zeigen sich an der Position FP1 zwei signifikante Differenzen (Stimuli: „Erotik“ und „ positiv“), während an den Positionen FP2, F7 und T7 jeweils eine Signifikanz besteht.

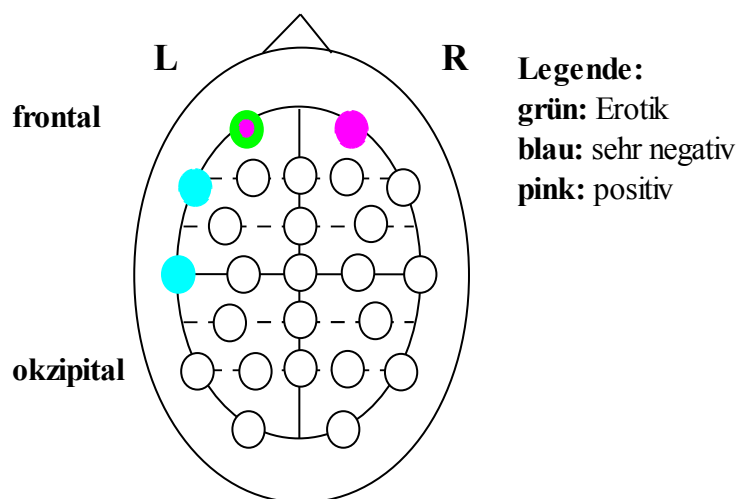


Abb. 60: Grafische Darstellung der signifikanten Differenzen zwischen den Amplitudenmittelwerten der Einzelelektroden von Männern (n = 20) und Frauen (n = 20) aus den Tabellen 15 - 20 für den Messzeitpunkt n200.

4.2.3 p300

In den folgenden Tabellen und Abbildungen werden alle Ergebnisse zum Messzeitpunkt p300 dargestellt. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt unterteilt nach Gesamtamplitudenmittelwert, Clusteramplitudenmittelwert und den Amplitudenmittelwerten der einzelnen Elektrodenpositionen.

4.2.3.1 Gesamtmittelwert

Die Amplitudenwerte aller Elektrodenpositionen werden zu einem Gesamtmittelwert für Männer und einem Gesamtmittelwert für Frauen pro Stimulus zusammengefasst. Sie sind zusammen mit dem dazugehörigen p-Wert für jeden einzelnen Stimulus zum Messzeitpunkt p300 in der Tabelle 21 aufgelistet.

Die Poweranalyse zeigt, dass die Power des Stimulus „Erotik“ in Abbildung 61 den stärksten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen fünf Stimuli besitzt. Demnach wäre die Möglichkeit hoch, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die berechnete mittlere Differenz ist in diesem Fall jedoch so gering (ca. 1,0 μV), dass die Wahrscheinlichkeit auf einen signifikanten Amplitudenunterschied zwischen männlichen und weiblichen Probanden trotz des hohen Anstiegs sehr niedrig ist (Power bei ca. 0,1).

Die Power-Kurve des Stimulus „positiv“ in Abbildung 62 zeigt den niedrigsten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen fünf Stimuli. Demnach ist die Möglichkeit am niedrigsten, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die berechnete mittlere Differenz von rund 1,4 μV und die Power von ca. 0,1 unterstützen diese Überlegung.

In beiden Diagrammen liegen die minimale und die maximale Differenz zwischen 0 μV bzw. 0,8 μV und 2,6 μV bzw. 2,3 μV .

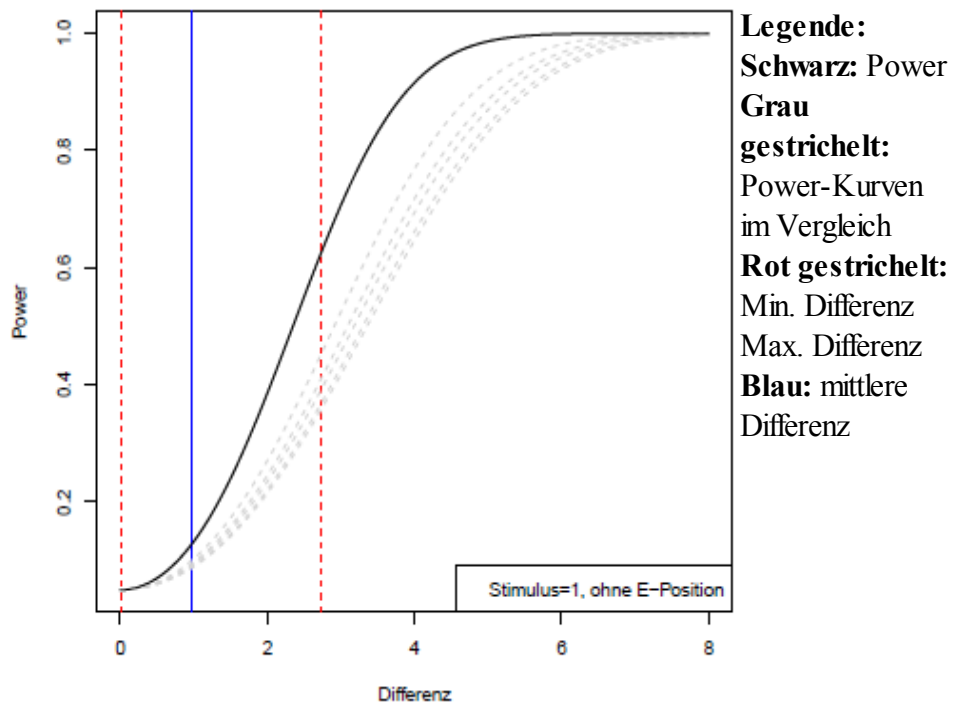


Abb. 61: Power-Analyse exemplarisch für Stimulus „Erotik“ (Stimulus 1) bei p300, über alle Elektrodenpositionen gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen)

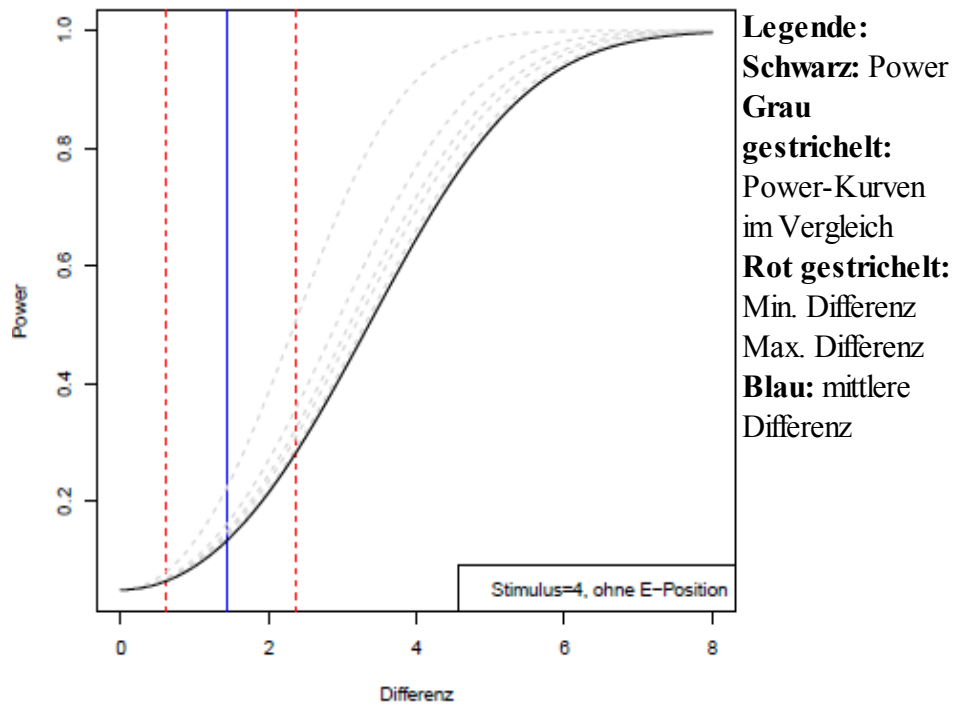


Abb. 62: Power-Analyse exemplarisch für Stimulus „positiv“ (Stimulus 4) bei p300, über alle Elektrodenpositionen gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen)

Im Vergleich der Gesamtamplitudenmittelwerte der Männer und der Frauen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede.

Tab. 21: Gesamtamplitudenmittelwerte zum Messzeitpunkt p300 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

| Stimulus | Mittelwert Frauen [μV] | Mittelwert Männer [μV] | p-Wert |
|-----------------|--|--|---------------|
| Erotik | 7,8 | 7,9 | 0,945 |
| negativ | 4,3 | 4,0 | 0,853 |
| neutral | 1,1 | 2,0 | 0,484 |
| positiv | 1,8 | 2,9 | 0,484 |
| sehr positiv | 5,8 | 5,1 | 0,629 |
| sehr negativ | 3,1 | 3,1 | 0,971 |

4.2.3.2 Clustermittelwert

Die Elektrodenpositionen werden zu einzelnen Clustern zusammengefasst (siehe Tab. 1). Anschließend wird der jeweilige Clustermittelwert der Amplituden für Männer und für Frauen berechnet. Sie sind zusammen mit dem dazugehörigen p-Wert für jeden einzelnen Stimulus zum Messzeitpunkt n200 in der Tabelle 22 aufgelistet.

Die Poweranalyse zeigt, dass die Power des Clusters „frontal links“ in Abbildung 63 den stärksten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen fünf Cluster besitzt. Demnach wäre die Möglichkeit hoch, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die berechnete mittlere Differenz ist in diesem Fall jedoch so gering (ca. 0,9 μ V), dass die Wahrscheinlichkeit auf einen signifikanten Amplitudenunterschied zwischen männlichen und weiblichen Probanden trotz des hohen Anstiegs sehr niedrig ist (Power bei ca. 0,1).

Die Power-Kurve des Clusters „frontal zentral“ in Abbildung 64 zeigt den niedrigsten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen fünf Cluster. Demnach ist die Möglichkeit am niedrigsten, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die berechnete mittlere Differenz von rund 1 μV und die Power von ca. 0,1 unterstützen diese Überlegung. In beiden Diagrammen liegen die minimale und die maximale Differenz zwischen 0,2 μV und 1,7 μV bzw. 2,0 μV .

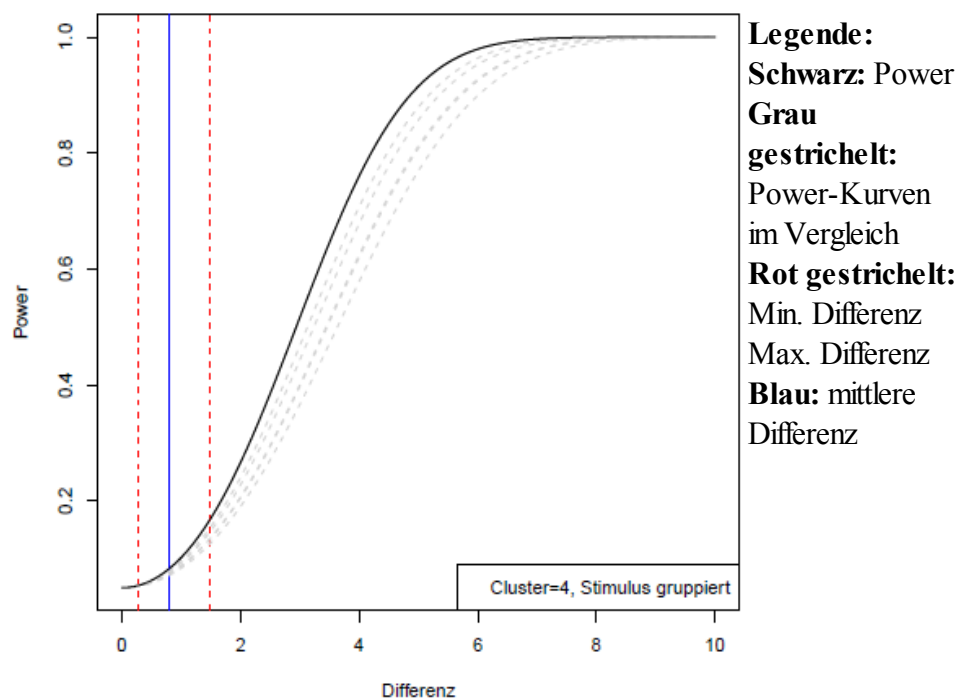


Abb. 63: Power-Analyse exemplarisch für Cluster 4 (frontal links) bei p300, über alle Stimuli gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen)

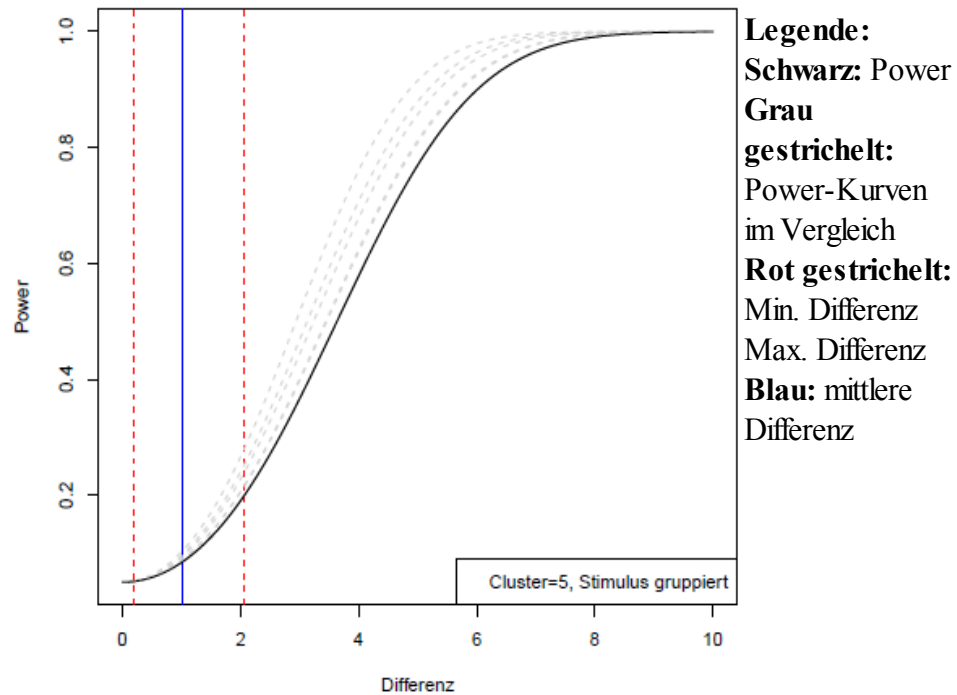


Abb. 64: Power-Analyse exemplarisch für Cluster 5 (frontal zentral) bei p300, über alle Stimuli gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen)

Im Vergleich der Clustermittelwert der Amplituden für Männer und für Frauen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede.

Tab. 22.: Clusteramplitudenmittelwerte zum Messzeitpunkt p300 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

| Stimulus | Cluster | Mittelwert Frauen [μV] | Mittelwert Männer [μV] | p-Wert |
|----------|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| Erotik | frontal rechts | 4,6 | 5,4 | 0,624 |
| Erotik | okzipital rechts | 13,0 | 11,2 | 0,135 |
| Erotik | okzipital links | 12,3 | 11,5 | 0,533 |
| Erotik | frontal links | 3,4 | 4,9 | 0,367 |
| Erotik | frontal zentral | 5,3 | 6,1 | 0,701 |
| Erotik | okzipital zentral | 11,1 | 11,5 | 0,822 |
| negativ | frontal rechts | -0,1 | 0,3 | 0,794 |
| negativ | okzipital rechts | 11,4 | 9,8 | 0,228 |
| negativ | okzipital links | 10,5 | 9,2 | 0,326 |
| negativ | frontal links | -0,9 | -0,5 | 0,764 |
| negativ | frontal zentral | 0,1 | 0,7 | 0,705 |

| | | | | |
|--------------|-------------------|------|------|-------|
| negativ | okzipital zentral | 6,5 | 6,9 | 0,771 |
| neutral | frontal rechts | -2,6 | -1,5 | 0,472 |
| neutral | okzipital rechts | 7,6 | 7,8 | 0,901 |
| neutral | okzipital links | 6,5 | 6,7 | 0,870 |
| neutral | frontal links | -2,6 | -1,7 | 0,527 |
| neutral | frontal zentral | -2,8 | -1,1 | 0,344 |
| neutral | okzipital zentral | 1,6 | 3,4 | 0,264 |
| positiv | frontal rechts | -2,9 | -1,2 | 0,267 |
| positiv | okzipital rechts | 9,2 | 9,2 | 0,997 |
| positiv | okzipital links | 8,6 | 8,4 | 0,900 |
| positiv | frontal links | -2,9 | -1,6 | 0,340 |
| positiv | frontal zentral | -3,1 | -1,1 | 0,260 |
| positiv | okzipital zentral | 3,2 | 5,1 | 0,197 |
| sehr negativ | frontal rechts | 1,3 | 0,9 | 0,800 |
| sehr negativ | okzipital rechts | 13,0 | 11,0 | 0,139 |
| sehr negativ | okzipital links | 12,2 | 10,4 | 0,210 |
| sehr negativ | frontal links | -0,0 | 0,2 | 0,867 |
| sehr negativ | frontal zentral | 1,1 | 1,3 | 0,922 |
| sehr negativ | okzipital zentral | 9,1 | 8,9 | 0,907 |
| sehr positiv | frontal rechts | -1,0 | -0,7 | 0,833 |
| sehr positiv | okzipital rechts | 10,0 | 8,8 | 0,325 |
| sehr positiv | okzipital links | 9,1 | 8,5 | 0,606 |
| sehr positiv | frontal links | -1,5 | -0,9 | 0,690 |
| sehr positiv | frontal zentral | -1,1 | -0,2 | 0,634 |
| sehr positiv | okzipital zentral | 4,4 | 5,0 | 0,623 |

4.2.3.3 Amplitudenmittelwerte der einzelnen Elektrodenpositionen

Die Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition für Männer und Frauen werden im Folgenden in sechs Einzeltabellen aufgelistet. Für jeden Stimulus besteht eine Tabelle. Die dazugehörigen grafischen Darstellungen der ereigniskorrelierten Potentiale werden jeweils für signifikante Unterschiede zwischen den Amplitudenmittelwerten der Männer und Frauen dargestellt.

Die Poweranalyse zeigt, dass die Power für die Elektrodenposition T7 in Abbildung 65 den stärksten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen 24 Elektrodenpositionen besitzt. Demnach wäre die Möglichkeit hoch, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die berechnete mittlere Differenz ist in diesem Fall jedoch so gering

(ca. $0,9 \mu\text{V}$), dass die Wahrscheinlichkeit auf einen signifikanten Amplitudenunterschied zwischen männlichen und weiblichen Probanden trotz des hohen Anstiegs sehr niedrig ist (Power bei ca. 0,1).

Die Power-Kurve für die Elektrodenposition Cz in Abbildung 66 zeigt den niedrigsten Anstieg im Vergleich zu den Kurven der anderen 24 Elektrodenpositionen. Demnach ist die Möglichkeit am niedrigsten, schon bei kleiner Differenz zwischen den Amplituden der Männer und Frauen von einem signifikanten Unterschied ausgehen zu können. Die berechnete mittlere Differenz von rund $1 \mu\text{V}$ und die Power von ca. 0,1 unterstützen diese Überlegung.

In der Abbildung 65 liegt die minimale und die maximale Differenz zwischen $0,5 \mu\text{V}$ und $1 \mu\text{V}$ in der Abbildung 66 zwischen $0 \mu\text{V}$ und $2,1 \mu\text{V}$.

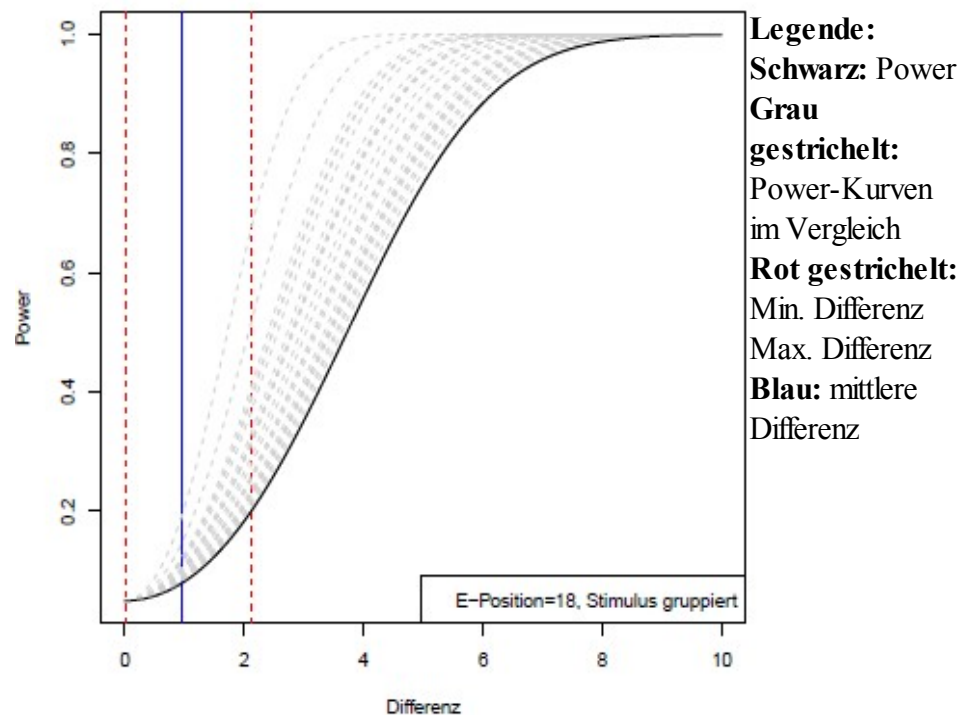


Abb. 65: Power-Analyse exemplarisch für Elektrodenposition 9 (T7) bei p300, über alle Stimuli gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen)

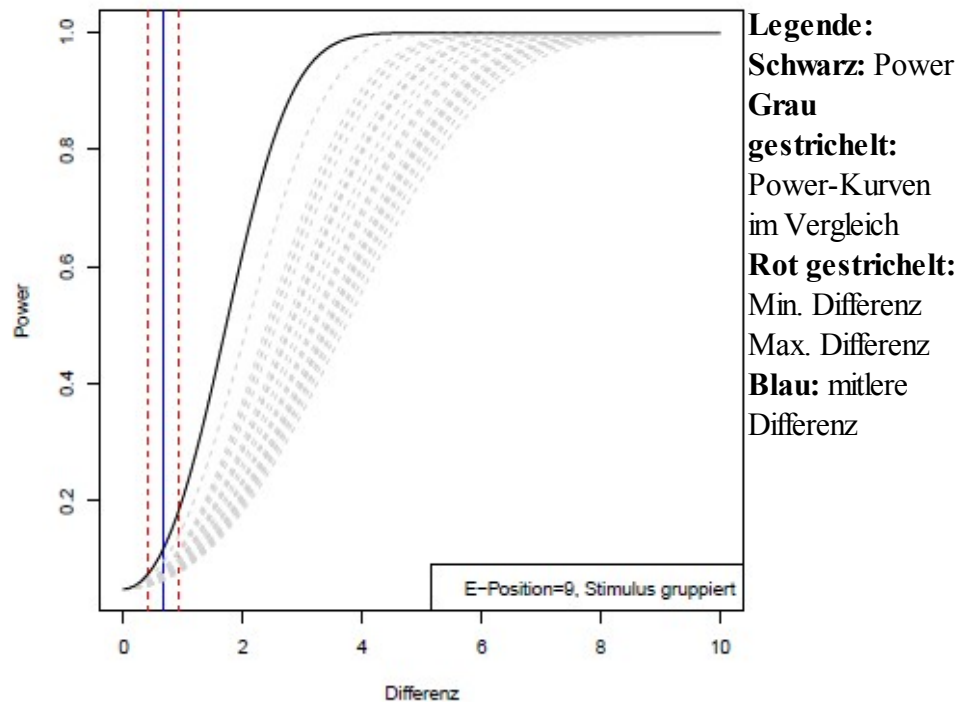


Abb. 66: Power-Analyse exemplarisch für Elektrodenposition 18 (Fz) bei p300, über alle Stimuli gemittelt (n = 20 Männer und 20 Frauen)

4.2.3.3.1 Stimulus „Erotik“

In der Tabelle 23 sind die Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „Erotik“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen Männern und Frauen.

Tab. 23: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt p300 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), für den Stimulus „Erotik“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [μV] | Mittelwert Männer [μV] | p-Wert |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| FP1 | 4,4 | 6,1 | 0,364 |
| FP2 | 5,1 | 6,2 | 0,555 |
| F3 | 4,6 | 5,8 | 0,548 |

| | | | |
|-----|------|------|-------|
| F4 | 5,5 | 6,5 | 0,565 |
| C3 | 6,9 | 6,9 | 0,988 |
| C4 | 7,6 | 7,6 | 0,974 |
| F7 | 1,2 | 3,2 | 0,141 |
| F8 | 3,2 | 3,9 | 0,591 |
| T7 | 3,2 | 4,1 | 0,377 |
| T8 | 5,2 | 4,5 | 0,554 |
| FC5 | 3,4 | 4,3 | 0,527 |
| FC6 | 4,8 | 4,9 | 0,901 |
| CP5 | 9,0 | 8,7 | 0,811 |
| CP6 | 10,0 | 8,8 | 0,358 |
| O1 | 15,0 | 13,4 | 0,353 |
| O2 | 14,8 | 12,2 | 0,084 |
| Fz | 5,3 | 6,1 | 0,672 |
| FCz | 5,4 | 6,0 | 0,737 |
| Cz | 6,4 | 7,2 | 0,650 |
| CPz | 9,4 | 10,3 | 0,608 |
| Pz | 12,8 | 12,7 | 0,923 |
| P3 | 12,9 | 12,4 | 0,710 |
| P4 | 13,2 | 12,6 | 0,648 |
| P7 | 12,2 | 11,3 | 0,567 |
| P8 | 13,9 | 11,2 | 0,069 |

4.2.3.3.2 Stimulus „negativ“

In der Tabelle 24 sind die Ergebnisse der Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „negativ“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte zwischen Männern und Frauen zeigen sich keine signifikanten Differenzen.

Tab. 24: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt p300 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$) für den Stimulus „negativ“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [μ V] | Mittelwert Männer [μ V] | p-Wert |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|--------|
| FP1 | -0,9 | -0,6 | 0,819 |
| FP2 | -0,6 | -0,3 | 0,868 |
| F3 | -0,0 | 0,1 | 0,938 |
| F4 | 0,2 | 0,8 | 0,752 |

| | | | |
|-----|------|------|-------|
| C3 | 2,6 | 2,5 | 0,941 |
| C4 | 3,3 | 2,9 | 0,804 |
| F7 | -2,4 | -1,6 | 0,503 |
| F8 | -1,0 | -0,2 | 0,609 |
| T7 | 0,9 | 0,5 | 0,608 |
| T8 | 2,3 | 2,0 | 0,768 |
| FC5 | -0,3 | 0,1 | 0,774 |
| FC6 | 0,8 | 0,9 | 0,980 |
| CP5 | 6,0 | 5,1 | 0,438 |
| CP6 | 7,2 | 6,0 | 0,339 |
| O1 | 14,6 | 12,4 | 0,260 |
| O2 | 14,6 | 11,7 | 0,116 |
| Fz | -0,0 | 0,5 | 0,761 |
| FCz | 0,2 | 1,0 | 0,653 |
| Cz | 1,3 | 2,1 | 0,638 |
| CPz | 4,6 | 5,5 | 0,559 |
| Pz | 8,4 | 8,3 | 0,986 |
| P3 | 9,9 | 9,2 | 0,61 |
| P4 | 10,2 | 9,8 | 0,732 |
| P7 | 11,7 | 10,3 | 0,326 |
| P8 | 13,7 | 11,9 | 0,299 |

4.2.3.3.3 Stimulus „neutral“

In der Tabelle 25 sind die Ergebnisse der Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „neutral“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte zwischen Männern und Frauen zeigen sich keine signifikanten Differenzen.

Tab. 25: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt p300 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), für den Stimulus „neutral“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [μ V] | Mittelwert Männer [μ V] | p-Wert |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|--------|
| FP1 | -2,4 | -2,2 | 0,887 |
| FP2 | -2,4 | -2,1 | 0,874 |
| F3 | -2,3 | -1,2 | 0,519 |
| F4 | -2,6 | -1,0 | 0,357 |
| C3 | -0,8 | 0,3 | 0,440 |

| | | | |
|-----|------|------|-------|
| C4 | -0,7 | 1,0 | 0,266 |
| F7 | -3,5 | -2,3 | 0,342 |
| F8 | -3,1 | -1,8 | 0,381 |
| T7 | -1,6 | -0,8 | 0,320 |
| T8 | -0,5 | 0,4 | 0,435 |
| FC5 | -2,3 | -1,2 | 0,418 |
| FC6 | -2,2 | -1,0 | 0,393 |
| CP5 | 1,9 | 2,5 | 0,623 |
| CP6 | 2,8 | 3,6 | 0,511 |
| O1 | 11,0 | 10,4 | 0,756 |
| O2 | 11,3 | 9,9 | 0,405 |
| Fz | -2,7 | -1,4 | 0,449 |
| FCz | -2,8 | -0,8 | 0,265 |
| Cz | -2,4 | -0,1 | 0,164 |
| CPz | 0,0 | 2,2 | 0,177 |
| Pz | 3,3 | 4,6 | 0,404 |
| P3 | 4,7 | 5,9 | 0,407 |
| P4 | 5,0 | 6,7 | 0,233 |
| P7 | 8,5 | 8,1 | 0,792 |
| P8 | 11,4 | 10,9 | 0,793 |

4.2.3.3.4 Stimulus „positiv“

In der Tabelle 26 sind die Ergebnisse der Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „positiv“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte zwischen Männern und Frauen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede.

Tab. 26: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt p300 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$), für den Stimulus „positiv“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [μV] | Mittelwert Männer [μV] | p-Wert |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| FP1 | -3,0 | -1,9 | 0,458 |
| FP2 | -3,1 | -1,7 | 0,397 |
| F3 | -2,7 | -1,2 | 0,357 |
| F4 | -2,8 | -0,9 | 0,278 |
| C3 | -0,3 | 1,1 | 0,313 |
| C4 | -0,2 | 1,5 | 0,287 |
| F7 | -3,6 | -2,3 | 0,276 |
| F8 | -3,5 | -1,8 | 0,199 |

| | | | |
|-----|------|------|-------|
| T7 | -0,8 | 0,2 | 0,234 |
| T8 | -0,1 | 1,0 | 0,278 |
| FC5 | -2,2 | -1,0 | 0,313 |
| FC6 | -2,2 | -0,5 | 0,257 |
| CP5 | 3,4 | 4,1 | 0,532 |
| CP6 | 4,3 | 5,2 | 0,468 |
| O1 | 13,3 | 12,0 | 0,450 |
| O2 | 13,1 | 11,1 | 0,254 |
| Fz | -3,3 | -1,2 | 0,255 |
| FCz | -2,9 | -0,9 | 0,271 |
| Cz | -1,7 | 0,6 | 0,192 |
| CPz | 1,3 | 3,7 | 0,127 |
| Pz | 5,1 | 6,5 | 0,335 |
| P3 | 6,8 | 7,8 | 0,491 |
| P4 | 7,1 | 8,7 | 0,243 |
| P7 | 10,8 | 9,8 | 0,488 |
| P8 | 12,5 | 11,9 | 0,727 |

4.2.3.3.5 Stimulus „sehr negativ“

In der Tabelle 27 sind die Ergebnisse der Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „sehr negativ“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte zwischen Männern und Frauen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede.

Tab. 27: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt p300 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$) für den Stimulus „sehr negativ“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [µV] | Mittelwert Männer [µV] | p-Wert |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|
| FP1 | 0,4 | 0,4 | 0,991 |
| FP2 | 1,2 | 0,5 | 0,711 |
| F3 | 0,7 | 0,7 | 0,988 |
| F4 | 1,4 | 1,4 | 0,996 |
| C3 | 4,4 | 3,7 | 0,713 |
| C4 | 5,1 | 4,4 | 0,694 |
| F7 | -1,9 | -1,0 | 0,496 |
| F8 | 0,6 | 0,1 | 0,736 |
| T7 | 1,5 | 2,0 | 0,598 |

| | | | |
|-----|------|------|-------|
| T8 | 3,9 | 2,9 | 0,361 |
| FC5 | 0,7 | 0,8 | 0,945 |
| FC6 | 2,2 | 1,7 | 0,742 |
| CP5 | 7,6 | 6,6 | 0,453 |
| CP6 | 9,0 | 7,3 | 0,192 |
| O1 | 16,3 | 13,2 | 0,113 |
| O2 | 15,8 | 12,5 | 0,069 |
| Fz | 1,1 | 1,1 | 0,991 |
| FCz | 1,1 | 1,5 | 0,851 |
| Cz | 3,2 | 3,1 | 0,95 |
| CPz | 7,0 | 7,2 | 0,918 |
| Pz | 11,2 | 10,5 | 0,724 |
| P3 | 12,1 | 10,7 | 0,381 |
| P4 | 12,4 | 11,5 | 0,579 |
| P7 | 12,8 | 11,1 | 0,287 |
| P8 | 14,7 | 12,3 | 0,205 |

4.2.3.3.6 Stimulus „sehr positiv“

In der Tabelle 28 sind die Ergebnisse der Amplitudenmittelwerte jeder einzelnen Elektrodenposition mit den dazugehörigen p-Werten dargestellt. Die Werte beziehen sich alle auf den Stimulus „sehr positiv“ und sind für Männer und Frauen einzeln aufgelistet. Im Vergleich der Werte zwischen Männern und Frauen zeigen sich keine signifikanten Differenzen.

Tab. 28: Amplitudenmittelwerte für die einzelnen Elektrodenpositionen zum Messzeitpunkt p300 für Frauen (n = 20) und Männer (n = 20) und die dazugehörigen p-Werte (Signifikanz: $p \leq 0,05$) für den Stimulus „sehr positiv“, berechnet mit Hilfe des t-Test für unabhängige Stichproben

| Elektrodenposition | Mittelwert Frauen [µV] | Mittelwert Männer [µV] | p-Wert |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|
| FP1 | -1,1 | -1,3 | 0,904 |
| FP2 | -1,1 | -1,3 | 0,900 |
| F3 | -1,0 | -0,6 | 0,809 |
| F4 | -1,1 | -0,4 | 0,679 |
| C3 | 1,1 | 1,5 | 0,800 |
| C4 | 1,4 | 1,9 | 0,755 |
| F7 | -2,6 | -1,6 | 0,447 |
| F8 | -1,4 | -1,0 | 0,790 |
| T7 | -0,0 | 0,5 | 0,577 |
| T8 | 1,5 | 1,4 | 0,888 |
| FC5 | -1,2 | -0,2 | 0,409 |
| FC6 | -0,5 | -0,1 | 0,788 |

| | | | |
|-----|------|------|-------|
| CP5 | 4,3 | 4,2 | 0,867 |
| CP6 | 5,2 | 5,0 | 0,826 |
| O1 | 13,5 | 12,0 | 0,369 |
| O2 | 13,1 | 11,0 | 0,187 |
| Fz | -1,3 | -0,4 | 0,630 |
| FCz | -0,8 | 0,0 | 0,644 |
| Cz | 0,1 | 0,9 | 0,610 |
| CPz | 2,7 | 3,7 | 0,433 |
| Pz | 6,1 | 6,3 | 0,877 |
| P3 | 7,7 | 7,9 | 0,897 |
| P4 | 8,1 | 8,1 | 0,967 |
| P7 | 11,0 | 10,1 | 0,549 |
| P8 | 13,5 | 11,3 | 0,231 |

4.2.3.3.7 Grafische Darstellung

In den Tabellen 23 - 28 gibt es keine signifikanten Unterschiede. Aus diesem Grund entfällt die Abbildung für Signifikanzen.

5. Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Studie bestand in der Untersuchung von geschlechterspezifischen Unterschieden in ereigniskorrelierten Potentialen, nach visueller emotionaler Stimulation. Zur Klärung dieses Sachverhaltes wurde zuvor getestet, ob es überhaupt unterschiedliche Reaktionen zwischen den einzelnen Stimuli gibt. Die Fragestellung bezieht sich zunächst auf den gesamten Probandenpool, ohne Differenzierung zwischen männlichen und weiblichen Probanden/-innen.

5.1. Signifikante Amplitudenunterschiede zwischen den Stimuli innerhalb des gesamten Probandenpools

Die grundsätzliche Frage nach unterschiedlichen Reaktionen auf verschiedene Stimuli innerhalb des gesamten Probandenpools war der Ausgangspunkt dieser Studie. Dieser Schritt diente der Überprüfung der Messmethode und sollte gleichzeitig bereits bekannte Ergebnisse verifizieren, denn andere Studien kommen zu homogenen Resultaten. Sämtliche Arbeitsgruppen kamen zu dem Ergebnis, dass emotionale Abbildungen im Vergleich zu neutralen Stimuli höhere Amplituden hervorrufen, also stärkere Reaktionen bewirken (Schupp, Junghofer et al. 2003; Cuthbert, Schupp et al. 2000; Keil, Bradley et al. 2002; Moser, Hajcak et al. 2006 und für einen Überblicksartikel siehe Olofsson, Nordin et al. 2008). Aus diesem Grund vermuteten wir, dass sich die Reaktionen zwischen den verschiedenen Stimuluskategorien signifikant voneinander unterscheiden würden.

Im Gegensatz zu allen anderen Studien in diesem Forschungsgebiet wählten wir eine neue Stimuluskategorie, den Stimulus „Erotik“. Der Grund, dass andere Studien erotische Bilder der Stimuluskategorie „sehr positiv“ zugeordnet haben, liegt darin, dass die Probanden in der Studie von Lang et al. (1997) die Wertigkeit dieser Abbildungen im positiven Bereich bewertet

haben (Lang, Bradley et al. 1997). Unserer Meinung nach bewirken erotische Bilder jedoch andere Emotionen als Bilder von Babys oder Tierkindern (Stimulus „sehr positiv“). Im Verlauf des Verarbeitungsprozesses der einzelnen Stimuli stellte sich heraus, dass die Amplitudengrößen dieser beiden Stimuli signifikant unterschiedlich sind (n200 und p300). Das heißt, dass die Reaktionen der Probanden/-innen auf erotische und sehr positive Bilder definitiv verschieden sind und sie somit nicht in eine gemeinsame Kategorie gehören.

Wie anhand der bestehenden Literatur erwartet, zeigen die Ergebnisse unserer Studie eindeutig, dass sich die Reaktionen zwischen den einzelnen Stimuli unterscheiden. Die Hypothese kann somit verifiziert werden.

5.1.1 Die stärkste Reaktion erfolgt für die erotischen Bilder, gefolgt von den „sehr negativen“ Stimuli.

Da noch keine Arbeitsgruppe zuvor die Kategorie „Erotik“ genutzt hat, gingen wir in unserer Unterhypothese davon aus, dass der Stimulus „Erotik“ die stärksten Reaktionen hervorrufen wird. Die Ergebnisse verifizieren diese Hypothese. Zu Beginn des Verarbeitungsprozesses (p200) ist die Amplitude für erotische Bilder signifikant größer als die des „neutralen“, des „negativen“ und des „positiven“ Stimulus. In den darauf folgenden Komponenten n200 und p300 unterscheidet sich der Stimulus „Erotik“ signifikant von allen anderen Stimuli. Die Stimuli „sehr negativ“ und „sehr positiv“ weisen ebenfalls hohe Amplituden auf. Der starke Unterschied zwischen den „erotischen“, „sehr negativen“ und „sehr positiven“ Stimuli zum Stimulus „neutral“ lässt sich mit Hilfe der inneren Reaktivität erklären. Die innere Reaktivität bezieht sich auf die Induktion von Verhaltensweisen, denn das ist eine der wichtigsten Funktionen von Emotionen. Die Organisation erfolgreicher Verhaltensstrategien erfordert eine effiziente Verarbeitung bzw. Entschlüsselung von emotionalen Stimuli (Schupp, Junghofer et al. 2003). Wie bereits im Abschnitt 1.3 besprochen, deutet eine positive Amplitude auf eine Erregungsweiterleitung hin (Bösel 2001). Das heißt, je höher die Amplitude, desto stärker ist die Erregung bzw. die

Reaktion. Schlussfolgernd ist bei einem hohen Erregungsniveau die innere Reaktivität ebenfalls erhöht. Dementsprechend würde für den „neutralen“ Stimulus keine Verhaltensweise ausgelöst werden, da die Erregung sehr niedrig ist, im Vergleich zu den anderen drei genannten Stimuli.

Für den Messzeitpunkt n200 zeigt sich eine umgekehrte Reihenfolge der Amplitudengrößen. Bei dieser Komponente ist die höchste Amplitude für den Stimulus „neutral“ zu sehen und der „erotische“ Stimulus zeigt den niedrigsten Ausschlag. Dieses Phänomen steht mit der Negativierung in Zusammenhang. Wie in der Einleitung besprochen (siehe 1.3) steht eine Negativierung im EEG für eine Hemmung. Die entsprechenden Zellen erhalten inhibitorische postsynaptische Potentiale, werden somit aufgeladen, leiten aber keine Erregung weiter (Bösel 2001). Dementsprechend bedeutet ein starker negativer Ausschlag eine starke Hemmung, eine niedrige Amplitude hingegen steht für eine schwache Hemmung. Hinsichtlich der Ergebnisse heißt das, dass „neutrale“ Stimuli viel stärker gehemmt werden und somit eine schwächere Reaktion bewirken als „erotische“ Stimuli. Die Amplituden der anderen Stimuli befinden sich entsprechend dazwischen.

Für den letzten Messzeitpunkt p300 besteht eine ähnliche Amplitudenreihenfolge wie zuvor bei p200. Die Amplituden sind mehr als zweimal so hoch wie zu Beginn der Reizverarbeitung. Wie zuvor schon besprochen, erfolgt eine bewusste Wahrnehmung erst ab 300 ms. Alle Verarbeitungsschritte davor laufen unbewusst ab. Die experimentelle Psychologie und die Hirnforschung sprechen vom Unbewussten, wenn die Vorgänge in Gehirnregionen außerhalb der assoziativen Großhirnrinde liegen. Erst wenn der assoziative Kortex aktiv ist, spricht man von Bewusstsein (Roth 2003). Reine Wahrnehmungsprozesse (posteriore Prozesse), sind nicht so relevant für das Bewusstsein, wie handlungsnaher Vorgänge (anteriore Prozesse) (Bösel 2001). Im Falle eines visuellen Reizes bedeutet eine vorbewusste Wahrnehmung, dass die Verarbeitung hauptsächlich noch im primären und sekundären visuellen Kortex stattfindet.

Ab 300 ms wird uns die Bedeutung des Reizes bewusst und der assoziative Kortex ist aktiviert (Roth 2003). Somit steht die Komponente p300 für die erste bewusste Reaktion in den ereigniskorrelierten Potentialen.

Auffällig ist, dass für den Messzeitpunkt p300 neben dem Stimulus „Erotik“, die Stimuli „sehr negativ“ und „negativ“ sehr hohe Amplituden zeigen, erst danach folgen die „sehr positiven“ und „positiven“ Stimuli. Demnach lösen diese Stimuli Emotionen aus, die stärkere Reaktionen bewirken, als die anderen Stimuli. Die Reaktion wird durch die bewusste Wahrnehmung zusätzlich gesteigert, denn nun folgt die Bewertung des Stimulus (Roschmann 1990). Diese Ergebnisse zeigen sich auch in anderen Studien (Schupp, Junghofer et al. 2003 und Schupp, Flaisch et al. 2006).

Es handelt sich bei den induzierten Emotionen um angeborene Reaktionen, die bestimmte Verhaltensweisen auslösen können (Roth 2003). Unter dem Evolutionsaspekt betrachtet, kann man Emotionen bzw. das durch sie ausgelöste Verhalten in zwei Kategorien unterteilen. Die erste Kategorie bilden Verhaltensweisen, die dem individuellen Überleben, der Erhaltung, der Entwicklung, der Absicherung und dem Wohlbefinden des Individuums dienen. Dazu gehören z.B. Verhaltensformen wie Verteidigung und Flucht. Diese Handlungsweisen dienen dem Erhalt des Individuums und verbessern somit die individuellen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Fortpflanzung. Die zweite Kategorie von Verhaltensweisen bilden alle Verhaltensformen, die im Dienste des Sexualverhaltens und der Reproduktion stehen und damit dem Fortbestand und der Vermehrung der eigenen Gene über Nachkommen dienen (Immelmann, Scherer et al. 1988).

Anhand der hohen Amplituden der Stimuli „Erotik und „sehr negativ“ könnte man davon ausgehen, dass Sexualität, Verteidigung und Flucht stärkere Reaktionen hervorrufen, als das Bedürfnis nach Wärme und sozialen Kontakten (Stimuli „sehr positiv“ und „positiv“). Aus Sicht der erwähnten Verhaltensstrategien erfüllen diese Bedürfnisse sehr wichtige Funktionen. Wenn nicht auf Gefahr reagiert wird, egal ob mit Flucht oder Verteidigung, ist das eigene Überleben bzw. das Überleben der Familie nicht gesichert. Erfolgt keine Reaktion auf sexuelle Reize, kann die

Fortpflanzung nicht gewährleistet werden und die Weitergabe der eigenen Gene ist gestört. Diese Bedürfnisse zählen also zu denen, die das Überleben und auch die Weitergabe des eigenen Erbmaterials sichern. Alle anderen Bedürfnisse werden mit geringerer Priorität befriedigt. Deshalb greifen Emotionen in die bewusste Verhaltensplanung und Verhaltenssteuerung ein. Sie wirken bei der Handlungsauswahl mit und fördern bestimmte Verhaltensweisen, wodurch sie das Überleben sichern können (Roth 2003; Immelmann, Scherer et al. 1988 und Spitzer 2008).

Mit dem ersten Teil dieser Studie konnten die Ergebnisse anderer Arbeiten reproduziert und somit verifiziert werden (Schupp, Junghofer et al. 2003; Cuthbert, Schupp et al. 2000; Keil, Bradley et al. 2002; Moser, Hajcak et al. 2006). Gleichzeitig ist damit die Grundlage für die zweite Fragestellung geschaffen.

5.2 Signifikante Amplitudenunterschiede zwischen Männern und Frauen bezüglich des jeweiligen Stimulus

Der Schwerpunkt dieser Studie liegt im Vergleich der männlichen und weiblichen Reaktionen auf visuelle emotionale Stimuli.

Mit Hilfe der Messung von ereigniskorrelierten Potentialen konnten wir zeigen, dass signifikante Unterschiede in der Stimulusverarbeitung zwischen Männern und Frauen vorhanden sind.

Die Unterteilung in den Gesamtamplitudenmittelwert, den Clusteramplitudenmittelwert und in den Amplitudenmittelwert jeder einzelnen Elektrodenposition war nötig, um eine größere Genauigkeit zu erzielen. Kommt es im informationsverarbeitenden Netzwerk zu Erregungsprozessen, führen diese meist nur zu einer lokalen stärkeren Aktivierung. An dieser Elektrodenposition sind die Amplituden am höchsten. An den anderen Elektrodenpositionen, die die Hirnpotentiale anderer Kortextareale messen, sind die Amplituden niedriger. Werden nun alle Amplituden gemittelt, ist die Wahrscheinlichkeit sehr gering, dass sich signifikante Unterschiede zeigen. Durch Einschränkung des Areal, welches gemittelt wird, steigt die

Möglichkeit auf signifikante Unterschiede (Bösel 2006). Das bestätigen auch die Ergebnisse. Erst wenn der Amplitudenmittelwert jeder einzelnen Elektrodenposition gebildet wird, ergeben sich signifikante Differenzen zwischen den Reaktionen der Männer und der Frauen.

Von den vorliegenden sechs Stimuli gibt es insgesamt auf fünf von ihnen signifikant unterschiedliche Reaktionen. Der Stimulus „negativ“ ruft keine signifikant unterschiedlichen Reaktionen zwischen Männern und Frauen hervor. Entgegengesetzt zu den Ergebnissen von Lithari et al. (2010) zeigen in der vorliegenden Studie die Männer höhere Amplituden für den Messzeitpunkt p200, sowohl bei den Stimuli „sehr negativ“ und „Erotik“, als auch bei den Stimuli „neutral“ und „positiv“ (Lithari, Frantzidis et al. 2010). Die Ausnahme stellt der Stimulus „sehr positiv“ dar. Auf diesen reagieren die weiblichen Probandinnen stärker als die männlichen Probanden. In der Studie von Rozenkrants et al. (2008) gibt es für den Messzeitpunkt p200 keinerlei Unterschiede in den Reaktionen zwischen Männern und Frauen. Der Schwerpunkt dieser Untersuchung liegt in der Auswertung für die Stimuli „sehr negativ“ und „Erotik“.

5.2.1 Frauen reagieren auf sehr negative Stimuli stärker als Männer

Studien anderer Arbeitsgruppen ließen uns vermuten, dass Frauen stärkere Reaktionen auf sehr negative Stimuli zeigen würden als Männer (Lithari, Frantzidis et al. 2010; Han, Fan et al. 2008 und Li, Yuan et al. 2008). In der vorliegenden Studie weisen jedoch die männlichen Probanden höhere Amplituden auf „sehr negative“ Stimuli auf (p200). Während des darauf folgenden Messzeitpunktes (n200) zeigen die weiblichen Probandinnen höhere Amplituden als die männlichen Probanden. Dieses Ergebnis findet sich auch in anderen Studien (Lithari, Frantzidis et al. 2010; Kemp, Silberstein et al. 2004; Bradley, Codispoti et al. 2001; George, Ketter et al. 1996 und Pardo et al. 1993). Wie bereits für die erste Hypothese erläutert, liegt in diesem Fall für die Frauen eine stärkere Negativierung vor. Das bedeutet, dass die Zellen erregt bzw. aufgeladen, aber durch inhibitorische postsynaptische Potentiale gleichzeitig gehemmt werden und die Erregung

nicht weiterleiten. Je höher also die negative Amplitude ist, umso größer ist auch die Hemmung. Dementsprechend zeigen auch in diesem Fall die männlichen Probanden die stärkere Reaktion, obwohl ihre Amplituden niedriger sind als die der weiblichen Probandinnen. Aus diesem Grund kann die erste Unterhypothese nicht verifiziert werden.

In der Einleitung wurde beschrieben, dass die Komponente n200 eine Aufmerksamkeit signalisiert, die sich auf aufgabenrelevante Stimuli oder biologisch relevante Stimuli bezieht (Schupp, Stockburger et al. 2006). Zur Sicherung des eigenen Überlebens oder zum Schutz der Familie bzw. der Art, steht die starke Reaktion auf „sehr negative“ Stimuli an erster Stelle. Aus diesem Grund nehmen wir an, dass Männer deshalb stärker auf solche Stimuli reagieren als Frauen. Diese hingegen zeigen eine erhöhte Reaktion auf sehr positive Bilder. Aus Sicht der bereits erwähnten Verhaltensstrategien ergibt sich die starke Reaktion der Männer aus dem stammesgeschichtlich angepassten Bedürfnis, das Überleben zu sichern. Sie reagieren also stärker auf Stimuli, die Verhaltensweisen fördern, die zu den „Erhaltungs-Funktionen“ zählen. Wenn nicht auf Gefahr reagiert wird, egal ob mit Flucht oder Verteidigung, ist das eigene Überleben bzw. das Überleben der Familie gefährdet. Diese Überlegung wird durch die bestehende Literatur unterstützt. Männer sind während der Evolution der Gattung *Homo* als Jäger und als Anführer bei Wanderungen aufgetreten (Springer und Deutsch 1995). Evolutionsbiologisch gesehen, waren es also eher die Männer, die im Falle einer Bedrohung die Verteidigung übernahmen. Bei den Frauen kam es stärker auf Fähigkeiten an, die mit der Kinderbetreuung zu tun hatten. Dazu zählen die Entwicklung sozialer Empfindsamkeit und die Sprache als Kommunikationsmittel (Springer und Deutsch 1995). Darin könnte eine Begründung dafür liegen, dass die Frauen stärker auf Bilder mit Babys oder Tierkindern reagiert haben als die Männer.

5.2.2 Männer reagieren auf erotische Stimuli stärker als Frauen

Die Amplituden des Stimulus „Erotik“ verhalten sich ähnlich wie die des „sehr negativen“ Stimulus. Die Männer zeigen ebenfalls höhere Ausschläge als die Frauen. Infolgedessen kann die zweite Unterhypothese verifiziert werden. Eine mögliche Erklärung für die stärkere Reaktion der männlichen Probanden auf den Stimulus „Erotik“ könnte hinsichtlich der geschlechterspezifischen Unterschiede bezüglich der Größenverhältnisse im menschlichen Gehirn bestehen. Bei Männern sind im Hypothalamus die Regio preoptica, der Nucleus suprachiasmaticus und die Ventralkerne erheblich größer als bei Frauen. Damit verbunden ist eine erhöhte Sensitivität und Reaktivität (Pritzel, Brand et al. 2003). Ein weiteres Argument ist, dass die Triebstärke der Sexualität die Fortpflanzung und damit auch den Erhalt der Art sichert (Immelmann, Scherer et al. 1988). Früher war man der Ansicht, dass Paarung und Aufzucht der Nachkommen von beiden Partnern als gemeinschaftliche Arbeit zum Wohlergehen der Art angesehen werden sollen.

Aus Sicht der heutigen Soziobiologie entsteht aus der Ungleichverteilung der Investitionen in die Fortpflanzung ein Geschlechterkonflikt (Spitzer 2008). Trivers hat 1971 das Konzept des Elterninvestments eingeführt (McFarland 1989). Frauen haben durch Schwangerschaft und Stillzeit einen hohen Aufwand, der für Männer eher gering ausfällt (Spitzer 2008). Es wäre zu erwarten, dass Frauen bei der Wahl ihrer Partner deshalb besonders vorsichtig und sorgfältig vorgehen, um sicherzugehen, dass ihr Partner auch ein guter Vater sein wird (McFarland 1989). Männer hingegen legen bei der Partnersuche oft Wert auf Jugend, weil die mit maximaler Fruchtbarkeit verbunden ist (Spitzer 2008). Es liegt im Interesse des Mannes sicherzugehen, dass alle Kinder seiner Frau auch seine eigenen sind. Das ist einer der Gründe dafür, dass er sich an der Versorgung der Kinder beteiligt. Eine Alternativstrategie der Männer liegt darin, andere Fortpflanzungsmöglichkeiten zu nutzen und sich nicht an der Versorgung möglicher Kinder zu beteiligen (McFarland 1989). Abgesehen davon, dass diese Schilderungen nicht wertend gemeint sind, liegt in ihnen eine weitere

mögliche Erklärung für die signifikant stärkeren Reaktionen der Männer auf den Stimulus „Erotik“.

5.2.3 Amplitudenunterschiede nehmen mit fortschreitender Reizverarbeitung ab

Die Beeinflussung von Emotionen durch phylogenetisch ältere Gehirnstrukturen und das limbische System legt den Schluss nahe, dass die Reaktionen auf bestimmte Stimuli ebenfalls stammesgeschichtlich alten Mustern folgen bzw. auf einer stammesgeschichtlichen Anpassung begründet sind (Lithari, Frantzidis et al. 2010). Aus evolutionsbiologischer Sicht ergänzen sich die beschriebenen signifikanten Unterschiede mit denen aus dem ersten Diskussionsabschnitt. Menschen können auch „tierische“ Verhaltensweisen zeigen, die nicht rational begründet sind, sondern in der Evolution der Lebewesen liegen, vom einfachen Wirbeltier bis zum Menschen. Die Entstehung, Verarbeitung und Wahrnehmung von Emotionen ist an ein Zusammenwirken vielfältiger zerebraler Funktionen gekoppelt. Zusätzlich ist eine Interaktion mit peripheren Körperprozessen erforderlich (Roschmann 1990). Die Aktivität im Kortex wird entsprechend durch subkortikale, phylogenetisch ältere Strukturen gesteuert. Wie schon im Abschnitt 1.5.1 beschrieben, spielt die Amygdala eine wichtige Rolle im Emotionsverhalten (Benninghoff und Drenckhahn 2008). Sie wird als Zentrum für primitive Reaktionsmechanismen angesehen, die mit Überlebensfunktionen zusammenhängen, wie z.B. Furcht, Wut und Aggression (Roschmann 1990). Der Hypothalamus, als Struktur des Diencephalons, ist das übergeordnete Zentrum des gesamten peripheren vegetativen Nervensystems und koordiniert z. B. die Nahrungsaufnahme, Schlaf, Kampf- und Fluchtreaktion und Sexualität (Bösel 2006). In den Bereichen des Di- und Mesencephalons sind Erfahrungen unzähliger vorangegangener Generationen als Programme gespeichert (Immelmann, Scherer et al. 1988). Sie liegen als Verhaltensabläufe vor, die durch äußere oder innere Reize ausgelöst werden, um auf entsprechende Umweltreize

automatisch reagieren zu können. Es sind Verhaltensprogramme, die aus der Steinzeit und den Jahrmillionen davor stammen (Ditfurth 1981).

Betrachtet man die Ergebnisse in Verbindung mit dem zeitlichen Verlauf der Reizverarbeitung erkennt man, dass nur im unbewussten Teil der Reizverarbeitung (bis 300 ms) signifikante Unterschiede zwischen den Reaktionen der männlichen und weiblichen Probanden/-innen gemessen wurden. Die Komponente p300 signalisiert in unserer Studie die kognitive Evaluation der Bedeutung der verschiedenen Stimuli (Ito, Larsen et al. 1998). Der Sitz des Bewusstseins ist das Endhirn mit dem Neokortex, die phylogenetisch jüngste Struktur des Gehirns (Trepel 1999). Zu jedem Zeitpunkt dient es als Kontrollorgan. Aus diesem Grund brechen die in unseren phylogenetisch älteren Gehirnarealen gespeicherten Verhaltensabläufe nicht aus, sondern wir erleben unsere Instinkte als Stimmungen, Antriebe und Emotionen. Erst wenn ein Schwellenwert erreicht ist, wird ein bestimmtes Verhalten ausgelöst. Durch den Besitz des Bewusstseins sind wir überhaupt erst in der Lage, die angeborenen Reaktionen rational zu verarbeiten und oft, auch zu beherrschen (Ditfurth 1981).

Zusammenfassend lässt sich nun sagen, dass die signifikanten geschlechterspezifischen Unterschiede auf visuelle Emotionen nur in unbewussten Reizverarbeitungsschritten messbar waren. Innerhalb der bewussten Wahrnehmung waren keine messbaren Abweichungen zu verzeichnen. Diese Unterschiede beruhen auf stammesgeschichtlich sehr alten Verhaltensweisen, die in phylogenetisch älteren Gehirnteilen gespeichert sind, aber von unserem Endhirn kontrolliert werden. Mit der bewussten Wahrnehmung tritt eine Reizbewertung ein, in der sich männliche und weibliche Teilnehmer/-innen in unserer Studie scheinbar in ihren Reaktionen angeglichen haben.

Anhand der vorliegenden Argumentation kann die dritte Unterhypothese verifiziert werden.

5.2.4 Amplitudenunterschiede für Stimuli „sehr negativ“ und „Erotik“ im frontalen und temporalen Kortex

Als neuronale Grundlage der untersuchten visuell vermittelten Reizverarbeitung muss primär der Aufbau des zentralen visuellen Systems betrachtet werden. Von der Retina gelangt die visuelle Information über den Nervus opticus zum Corpus geniculatum laterale des Thalamus. Anschließend gelangt die Information zum primären visuellen Kortex im posterioren Bereich des Okzipitallappens. Von dort gehen Verbindungsbahnen zum sekundären visuellen Kortex und anschließend zum tertiären visuellen Kortex. Zusätzlich gibt es weitere visuelle Assoziationsgebiete, die besonders für die Verarbeitung komplexer visueller Funktionen zuständig sind und bedeutsame Kortexregionen für die Emotionsverarbeitung darstellen. Der posteriore Assoziationskortex befindet sich zwischen dem Parietal-, Temporal- und Okzipitallappen und empfängt viele sensorische Reize aller Modalitäten und trägt zur komplexen Wahrnehmung bei (Roschmann 1990). Besonders der inferiore Teil des Parietallappens empfängt direkt Afferenzen von limbischen Strukturen (Smith und DeVito 1984). Beim Menschen konnten durch direkte Stimulation von Anteilen des anterioren Temporalkortex Emotionen wie Furcht induziert werden. Andere Emotionen wurden dadurch nicht ausgelöst (Selecki 1960). Die Ergebnisse unserer Studie stimmen mit diesen Befunden insofern überein, als an der Position T7 ein signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen für den Stimulus „sehr negativ“ besteht. An dieser Position liegt scheinbar eine abweichende Reaktion zwischen den Geschlechtern in Bezug auf den Stimulus „sehr negativ“ vor. Das wichtigste Kortexareal für die Emotionsverarbeitung ist der präfrontale Kortex. Kommt es zu Verletzungen dieses Kortexabschnitts verändern sich die Stimmungslage, die Erregungszustände und es kommt zum Verlust der Impulskontrolle, mit Wutausbrüchen und Gewalttätigkeit (Springer und Deutsch 1995).

Die afferenten und efferenten neuronalen Bahnen, die Kortex und limbisches System miteinander verbinden, gehen ausschließlich von den frontalen und temporalen Kortexarealen aus. Diese Bereiche

kommunizieren besonders eng mit der Amygdala. Zusätzlich besitzen Hypothalamus und Frontallappen eine direkte neuronale Verbindung (Roschmann 1990).

Die Ergebnisse unserer Studie zeigen für die Stimuli „sehr negativ“ und „Erotik“ nur im temporalen und präfrontalen Kortex signifikante Amplitudenunterschiede. Diese Bereiche stimmen mit denen überein, die in der bestehenden Literatur als bedeutungsvoll für die Reizverarbeitung von Emotionen beschrieben werden (Bösel 2006; Greenfield 1999; Pritzel, Brand et al. 2003 und Roschmann 1990). Zusätzlich bestehen diese Unterschiede mehrheitlich in der linken Hemisphäre. Damit unterstützen wir die Resultate anderer Arbeitsgruppen, die ebenfalls während des passiven Anschauens emotionaler Abbildungen geschlechterspezifische Unterschiede innerhalb der linken Hemisphäre zum Messzeitpunkt n200 gemessen haben (Gasbarri, Arnone et al. 2007 und Lithari, Frantzidis et al. 2010). Für die Komponenten p200 und p300 registrierten sie zusätzlich Unterschiede im Okzipitallappen des rechten Kortex (Lithari, Frantzidis et al. 2009). Diese signifikanten Amplitudendifferenzen sind in unseren Ergebnissen für die Komponente p200 ebenfalls vorhanden. Sie zeigen sich nur für den Stimulus „sehr positiv“.

Somit kann die vierte Unterhypothese ebenfalls verifiziert werden.

IV. Literaturverzeichnis

- Alfano, K. M., Cimino, C. R. (2008). "Alteration of expected hemispheric asymmetries: valence and arousal effects in neuropsychological models of emotion." Brain Cogn **66**(3): 213-220.
- Bachorowski, J. A., Owren, M. J. (2003). "Sounds of emotion: production and perception of affect-related vocal acoustics." Ann N Y Acad Sci **1000**: 244-265.
- Benninghoff, A., Drenckhahn, D. (2008). Taschenbuch Anatomie. München, Urban & Fischer Verlag.
- Birbaumer, N., Schmidt, R. F. (2003). Biologische Psychologie. Heidelberg, Springer-Medizin Verlag.
- Birbaumer, N., Schmidt, R. F. (2006). Biologische Psychologie. Heidelberg, Springer-Medizin Verlag.
- Bösel, R. M. (2001). Denken - Ein Lehrbuch. Göttingen [u.a.], Hogrefe, Verlag für Psychologie.
- Bösel, R.M. (2006). Das Gehirn - Ein Lehrbuch der funktionellen Anatomie für die Psychologie. Stuttgart, Kohlhammer.
- Bradley, M. M., Codispoti, M., Sabatinelli, D., Lang, P. J. (2001). "Emotion and motivation II: sex differences in picture processing." Emotion **1**(3): 300-319.
- Cahill, L. (2003). "Sex- and hemisphere-related influences on the neurobiology of emotionally influenced memory." Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry **27**(8): 1235-1241.
- Cahill, L., McGaugh, J. L. (1998). "Mechanisms of emotional arousal and lasting declarative memory." Trends Neurosci **21**(7): 294-299.
- Canli, T., Desmond, J. E., Zhao, Z., Gabrieli, J. D. (2002). "Sex differences in the neural basis of emotional memories." Proc Natl Acad Sci U S A **99**(16): 10789-10794.
- Codispoti, M., Ferrari, V., Bradley, M. M. (2006). "Repetitive picture processing: autonomic and cortical correlates." Brain Res **1068**(1): 213-220.

- Cuthbert, B. N., Schupp, H. T., Bradley, M. M., Birbaumer, N., Lang, P. J. (2000). "Brain potentials in affective picture processing: covariation with autonomic arousal and affective report." Biol Psychol **52**(2): 95-111.
- Ditfurth, H. v. (1981). Im Anfang war der Wasserstoff. München, Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Donchin, E., Ritter, W., McCallum, W. (1978). Cognitive psychophysiology: the endogenous components of the ERP. Event-related brain potentials in man. E. Callaway, P. Tueting und S. Koslow. New York, Academic Press.
- Gasbarri, A., Arnone, B., Pompili, A., Pacitti, F., Pacitti, C., Cahill, L. (2007). "Sex-related hemispheric lateralization of electrical potentials evoked by arousing negative stimuli." Brain Res **1138**: 178-186.
- George, M. S., Ketter, T. A., Parekh, P. I., Herscovitch, P., Post, R. M. (1996). "Gender differences in regional cerebral blood flow during transient self-induced sadness or happiness." Biol Psychiatry **40**(9): 859-871.
- Gerber, A. J., Posner, J., Gorman, D., Colibazzi, T., Yu, S., Wang, Z., Kangarlu, A., Zhu, H., Russell, J., Peterson, B. S. (2008). "An affective circumplex model of neural systems subserving valence, arousal, and cognitive overlay during the appraisal of emotional faces." Neuropsychologia **46**(8): 2129-2139.
- Gerloff, C. (2005). Ereignis-korrelierte Potentiale (EKP). Evozierte Potentiale. M. Stöhr, J. Dichgans, U. W. Buettner und C. W. Hess. Berlin [u. a.], Springer Verlag. **4. Auflage**.
- Gratton, A., Wise, R. A. (1983). "Brain stimulation reward in the lateral hypothalamic medial forebrain bundle: mapping of boundaries and homogeneity." Brain Res **274**(1): 25-30.
- Greenfield, S. A. (1999). Reiseführer Gehirn. Heidelberg [u.a.], Spektrum Akademischer Verlag.

- Han, S., Fan, Y., Mao, L. (2008). "Gender difference in empathy for pain: an electrophysiological investigation." Brain Res **1196**: 85-93.
- Immelmann, K., Scherer, K. R., Vogel, C., Schmoock, P. (1988). Psychobiologie - Grundlagen des Verhaltens. München [u.a.], Gustav Fischer Verlag.
- Ito, T. A., Larsen, J. T., Smith, N. K., Cacioppo, J. T. (1998). "Negative information weighs more heavily on the brain: the negativity bias in evaluative categorizations." J Pers Soc Psychol **75**(4): 887-900.
- Izard, C. E. (1994). Die Emotionen des Menschen: Eine Einführung in die Grundlagen der Emotionspsychologie. Weinheim, Beltz, Psychologie-Verlags-Union.
- Keil, A., Bradley, M. M., Hauk, O., Rockstroh, B., Elbert, T., Lang, P. J. (2002). "Large-scale neural correlates of affective picture processing." Psychophysiology **39**(5): 641-649.
- Kemp, A. H., Silberstein, R. B., Armstrong, S. M., Nathan, P. J. (2004). "Gender differences in the cortical electrophysiological processing of visual emotional stimuli." Neuroimage **21**(2): 632-646.
- Kleinig, H., Maier, U. (1999). Zellbiologie. Stuttgart [u.a.], Gustav Fischer.
- Koelega, H. S., Verbaten, M. N. (1991). "Event-related brain potentials and vigilance performance: dissociations abound, a review." Percept Mot Skills **72**(3 Pt 1): 971-982.
- Kring, A. M., Gordon, A. H. (1998). "Sex differences in emotion: expression, experience, and physiology." J Pers Soc Psychol **74**(3): 686-703.
- Kujala, T., Kallio, J., Tervaniemi, M., Naatanen, R. (2001). "The mismatch negativity as an index of temporal processing in audition." Clin Neurophysiol **112**(9): 1712-1719.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., Cuthbert, B. N. (1997). International Affective Picture System (IAPS): Technical Manual and Affective Ratings. NIMH Center for the Study of Emotion and Attention

- Lang, P. J., Bradley, M. M., Cuthbert, B. N. (1998). "Emotion, motivation, and anxiety: brain mechanisms and psychophysiology." Biol Psychiatry **44**(12): 1248-1263.
- Li, H., Yuan, J., Lin, C. (2008). "The neural mechanism underlying the female advantage in identifying negative emotions: an event-related potential study." Neuroimage **40**(4): 1921-1929.
- Lithari, C., Frantzidis, C. A., Papadelis, C., Vivas, A. B., Klados, M. A., Kourtidou-Papadeli, C., Pappas, C., Ioannides, A. A., Bamidis, P. D. (2010). "Are females more responsive to emotional stimuli? A neurophysiological study across arousal and valence dimensions." Brain Topogr **23**(1): 27-40.
- Luck, S. J., Hillyard, S. A. (1994). "Electrophysiological correlates of feature analysis during visual search." Psychophysiology **31**(3): 291-308.
- McFarland, D. (1989). Biologie des Verhaltens. Weinheim, VCH Verlagsgesellschaft.
- Moser, J. S., Hajcak, G., Bukay, E., Simons, R. F. (2006). "Intentional modulation of emotional responding to unpleasant pictures: an ERP study." Psychophysiology **43**(3): 292-296.
- Naatanen, R., Gaillard, A. W., Vary, C. A. (1981). "Attention effects on auditory EPs as a function of inter-stimulus interval." Biol Psychol **13**.
- Neundörfer, B. (2002). EEG - Fibel Das EEG in der ärztlichen Praxis. München [u.a.], Urban & Fischer Verlag.
- Oldfield, R. C. (1971). "The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory." Neuropsychologia **9**(1): 97-113.
- Olofsson, J. K., Nordin, S., Sequeira, H., Polich, J. (2008). "Affective picture processing: an integrative review of ERP findings." Biol Psychol **77**(3): 247-265.
- Panksepp, J., Bernatzky, G. (2002). "Emotional sounds and the brain: the neuro-affective foundations of musical appreciation." Behav Processes **60**(2): 133-155.

- Pardo, J. V., Pardo, P. J., Raichle, M. E. (1993). "Neural correlates of self-induced dysphoria." Am J Psychiatry **150**(5): 713-719.
- Pritzel, M., Brand, M., Markowitsch, H. J. (2003). Gehirn und Verhalten - Ein Grundkurs der physiologischen Psychologie. Heidelberg, Spektrum Verlag.
- Proverbio, A. M., Zani, A., Adorni, A. (2008). "Neural markers of a greater female responsiveness to social stimuli." BMC Neurosci **9**: 56.
- Robinson, M. D., Storbeck, J., Meier, B. P., Kirkeby, B. S. (2004). "Watch out! That could be dangerous: valence-arousal interactions in evaluative processing." Pers Soc Psychol Bull **30**(11): 1472-1484.
- Roschmann, R. (1990). Emotionale Reizverarbeitung in den zerebralen Hemisphären. Regensburg, Verlag Friedrich Pustet Regensburg.
- Roth, G. (2003). Fühlen, Denken, Handeln - Wie das Gehirn unser Verhalten steuert, Frankfurt, Suhrkamp taschenbuch wissenschaft.
- Rozenkrants, B. und J. Polich (2008). "Affective ERP processing in a visual oddball task: arousal, valence, and gender." Clin Neurophysiol **119**(10): 2260-5.
- Sams, M., Paavilainen, P., Alho, K., Naatanen, R. (1985). "Auditory frequency discrimination and event-related potentials." Electroencephalogr Clin Neurophysiol **62**(6): 437-448.
- Schachter, S., Singer, J. E. (1962). "Cognitive, social, and physiological determinants of emotional state." Psychol Rev **69**: 379-399.
- Schirmer, A., Kotz, S. A., Friederici, A. D. (2002). "Sex differentiates the role of emotional prosody during word processing." Brain Res Cogn Brain Res **14**(2): 228-233.
- Schirmer, A., Striano, T., Friederici, A. D. (2005). "Sex differences in the preattentive processing of vocal emotional expressions." Neuroreport **16**(6): 635-639.
- Schmidt-Atzert, L. (1993). Die Entstehung von Gefühlen: Vom Auslöser zur Mitteilung. Berlin, Springer Verlag.
- Schmidt-Atzert, L. (1996). Lehrbuch der Emotionspsychologie. Stuttgart [u.a.], Kohlhammer.

- Schmidt, R. F., Thews, G. (1997). Physiologie des Menschen. Berlin [u.a.], Springer Verlag.
- Schneider, F., Habel, U., Kessler, C., Salloum, J. B., Posse, S., (2000). "Gender differences in regional cerebral activity during sadness." Hum Brain Mapp **9**(4): 226-238.
- Schupp, H. T., Flaisch, T., Stockburger, J., Junghofer, M. (2006). "Emotion and attention: event-related brain potential studies." Prog Brain Res **156**: 31-51.
- Schupp, H. T., Junghofer, M., Weike, A. I., Hamm, A. O. (2003). "Emotional facilitation of sensory processing in the visual cortex." Psychol Sci **14**(1): 7-13.
- Schupp, H. T., Stockburger, J., Codispoti, M., Junghofer, 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.
- Schwab, F. (2004). Evolution und Emotion - Evolutionäre Perspektiven in der Emotionsforschung und der angewandten Psychologie. Stuttgart, Kohlhammer Verlag.
- Selecki, B. R. (1960). "Disturbances of speech and some mechanisms of their "spontaneous" compensation in focal injuries of the parieto-temporo-occipital region of the dominant brain hemisphere." Psychiatr Neurol (Basel) **140**: 406-436.
- Smith, O. A., DeVito J. L. (1984). "Central neural integration for the control of autonomic responses associated with emotion." Annu Rev Neurosci **7**: 43-65.
- Spitzer, M. (2008). Selbstbestimmen - Gehirnforschung und die Frage Was sollen wir tun? Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag.
- Springer, S. P., Deutsch, G. (1995). Linkes Rechtes Gehirn. Heidelberg [u.a.], Spektrum Akademischer Verlag.
- Sutton, S., Braren, M., Zubin, J., John, E. R. (1965). "Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty." Science **150**(700): 1187-1188.

- Swaab, D. F., Gooren, L. J., Hofman, M. A. (1995). "Brain research, gender and sexual orientation." J Homosex **28**(3-4): 283-301.
- Trepel, M. (1999). Neuroanatomie - Struktur und Form. München [u.a.], Urban & Fischer.
- Wild, B., Erb, M., Bartels, M. (2001). "Are emotions contagious? Evoked emotions while viewing emotionally expressive faces: quality, quantity, time course and gender differences." Psychiatry Res **102**(2): 109-124.
- Williams, L. M., Gordon, E. (2007). "Dynamic organization of the emotional brain: responsivity, stability, and instability." Neuroscientist **13**(4): 349-370.
- Wrase, J., Klein, S., Gruesser, S. M., Hermann, D., Flor, H., Mann, K., Braus, D. F., Heinz, A. (2003). "Gender differences in the processing of standardized emotional visual stimuli in humans: a functional magnetic resonance imaging study." Neurosci Lett **348**(1): 41-45.
- Zschocke, S. (2002). Klinische Elektroenzephalographie. Berlin [u.a.], Springer Verlag.
- keine Autoren aufgeführt (1991). "American Electroencephalographic Society guidelines for standard electrode position nomenclature." J Clin Neurophysiol **8**(2): 200-202.

V. Eidesstattliche Erklärung

Ich, Kathrin Wildbrett geb. Biesel, erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungskommission vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Berlin, den 29.06.2010

Kathrin Wildbrett

VI. Lebenslauf

Der Lebenslauf ist in der Online-Version
aus Gründen des Datenschutzes nicht enthalten.

VII. Anhang

1. Verwendete Bilder des International Affective Picture System (IAPS)

Tab. 29: Abbildungen des IAPS für den Stimulus „Erotik“

| Bildnummer | Wertigkeit | Erregungsstärke |
|-------------------|-------------------|------------------------|
| 4007.bmp | 6,26 | 5,63 |
| 4090.bmp | 6,17 | 5,39 |
| 4220.bmp | 8,02 | 7,17 |
| 4225.bmp | 6,09 | 5,39 |
| 4290.bmp | 7,61 | 7,20 |
| 4310.bmp | 6,04 | 5,42 |
| 4311.bmp | 6,66 | 6,67 |
| 4490.bmp | 6,27 | 6,06 |
| 4505.bmp | 6,21 | 5,52 |
| 4520.bmp | 7,04 | 5,48 |
| 4597.bmp | 6,95 | 5,91 |
| 4598.bmp | 6,33 | 5,53 |
| 4599.bmp | 7,12 | 5,69 |
| 4607.bmp | 7,03 | 6,34 |
| 4608.bmp | 7,07 | 6,47 |
| 4609.bmp | 6,71 | 5,54 |
| 4611.bmp | 6,62 | 6,04 |
| 4623.bmp | 7,13 | 5,44 |
| 4626.bmp | 7,60 | 5,78 |
| 4640.bmp | 7,18 | 5,52 |
| 4641.bmp | 7,20 | 5,43 |
| 4643.bmp | 6,84 | 6,01 |
| 4645.bmp | 6,73 | 5,69 |
| 4650.bmp | 6,96 | 5,67 |
| 4651.bmp | 6,32 | 6,34 |
| 4652.bmp | 6,79 | 6,62 |
| 4656.bmp | 6,73 | 6,41 |
| 4658.bmp | 6,62 | 6,47 |
| 4659.bmp | 6,87 | 6,93 |
| 4660.bmp | 7,40 | 6,58 |
| 4664.bmp | 6,61 | 6,72 |
| 4666.bmp | 6,24 | 6,10 |
| 4668.bmp | 6,67 | 7,13 |
| 4670.bmp | 6,99 | 6,74 |
| 4672.bmp | 6,00 | 6,29 |
| 4676.bmp | 6,81 | 6,07 |

| | | |
|-------------------|-------------|-------------|
| 4677.bmp | 6,58 | 6,19 |
| 4680.bmp | 7,25 | 6,02 |
| 4681.bmp | 6,69 | 6,68 |
| 4683.bmp | 6,17 | 6,62 |
| Mittelwert | 6,76 | 6,12 |

Tab. 30: Abbildungen des IAPS für den Stimulus „negativ“

| Bildnummer | Wertigkeit | Erregungsstärke |
|-------------------|-------------------|------------------------|
| 1120.bmp | 3,79 | 6,93 |
| 1200.bmp | 3,95 | 6,03 |
| 1201.bmp | 3,55 | 6,36 |
| 1300.bmp | 3,55 | 6,79 |
| 1304.bmp | 3,37 | 6,37 |
| 1525.bmp | 3,09 | 6,51 |
| 1930.bmp | 3,79 | 6,42 |
| 1932.bmp | 3,85 | 6,47 |
| 2691.bmp | 3,04 | 5,85 |
| 2692.bmp | 3,36 | 5,35 |
| 2694.bmp | 3,55 | 5,05 |
| 2745.2.bmp | 3,91 | 5,17 |
| 3022.bmp | 3,70 | 5,88 |
| 3216.bmp | 3,28 | 5,37 |
| 3250.bmp | 3,78 | 6,29 |
| 3280.bmp | 3,72 | 5,39 |
| 3360.bmp | 3,78 | 5,39 |
| 5961.bmp | 3,52 | 5,80 |
| 5971.bmp | 3,49 | 6,65 |
| 5972.bmp | 3,85 | 6,34 |
| 5973.bmp | 3,51 | 5,78 |
| 6020.bmp | 3,41 | 5,58 |
| 6190.bmp | 3,57 | 5,64 |
| 6211.bmp | 3,62 | 5,90 |
| 6220.bmp | 3,10 | 5,89 |
| 6240.bmp | 3,79 | 5,27 |
| 6244.bmp | 3,09 | 5,68 |
| 6410.bmp | 3,49 | 5,89 |
| 6555.bmp | 3,33 | 5,69 |
| 6840.bmp | 3,63 | 5,95 |
| 6940.bmp | 3,53 | 5,35 |
| 8480.bmp | 3,70 | 6,28 |
| 9042.bmp | 3,15 | 5,78 |
| 1019.bmp | 3,95 | 5,77 |
| 1033.bmp | 3,87 | 6,13 |
| 1052.bmp | 3,50 | 6,52 |
| 1070.bmp | 3,96 | 6,16 |
| 1113.bmp | 3,81 | 6,06 |

| | | |
|-------------------|-------------|-------------|
| 1040.bmp | 3,99 | 6,25 |
| 1050.bmp | 3,46 | 6,87 |
| Mittelwert | 3,58 | 5,97 |

Tab. 31: Abbildungen des IAPS für den Stimulus „neutral“

| Bildnummer | Wertigkeit | Erregungsstärke |
|-------------------|-------------------|------------------------|
| 7030.bmp | 4,69 | 2,99 |
| 7207.bmp | 5,15 | 3,57 |
| 7140.bmp | 5,50 | 2,92 |
| 7003 .bmp | 5,00 | 3,07 |
| 7077.bmp | 5,12 | 4,61 |
| 7035.bmp | 4,98 | 2,66 |
| 7056.bmp | 5,07 | 3,07 |
| 7055.bmp | 4,90 | 3,02 |
| 7012.bmp | 4,98 | 3,00 |
| 7050.bmp | 4,93 | 2,75 |
| 7034.bmp | 4,95 | 3,06 |
| 7002.bmp | 4,97 | 3,16 |
| 7025.bmp | 4,63 | 2,71 |
| 7041.bmp | 4,99 | 2,60 |
| 7100.bmp | 5,24 | 2,89 |
| 7255.bmp | 5,07 | 3,36 |
| 7217 .bmp | 4,82 | 2,43 |
| 8160.bmp | 5,07 | 6,97 |
| 7001.bmp | 5,32 | 3,20 |
| 7010.bmp | 4,94 | 1,76 |
| 7004.bmp | 5,04 | 2,00 |
| 7040.bmp | 4,69 | 2,69 |
| 7000.bmp | 5,00 | 2,42 |
| 7026.bmp | 5,38 | 2,63 |
| 7016.bmp | 4,76 | 3,40 |
| 7150.bmp | 4,72 | 2,61 |
| 7045.bmp | 4,97 | 3,32 |
| 7014.bmp | 5,15 | 3,25 |
| 7059.bmp | 4,93 | 2,73 |
| 7705.bmp | 4,77 | 2,65 |
| 7018.bmp | 4,81 | 3,91 |
| 7032 .bmp | 4,82 | 3,18 |
| 7006 .bmp | 4,88 | 2,33 |
| 7640 .bmp | 5,00 | 6,03 |
| 7175.bmp | 4,87 | 1,72 |
| 7160.bmp | 5,02 | 3,07 |
| 7235 .bmp | 4,96 | 2,83 |
| 7950.bmp | 4,94 | 2,28 |

| | | |
|-------------------|-------------|-------------|
| 7090.bmp | 5,19 | 2,61 |
| 7043.bmp | 5,17 | 3,68 |
| Mittelwert | 4,98 | 3,08 |

Tab. 32: Abbildungen des IAPS für den Stimulus „positiv“

| Bildnummer | Wertigkeit | Erregungsstärke |
|-------------------|-------------------|------------------------|
| 1720.bmp | 6,79 | 5,32 |
| 2155.bmp | 6,78 | 5,43 |
| 2303.bmp | 6,83 | 5,53 |
| 2389.bmp | 6,61 | 5,63 |
| 2605.bmp | 6,26 | 5,03 |
| 5215.bmp | 6,83 | 5,40 |
| 5301.bmp | 6,54 | 5,21 |
| 5622.bmp | 6,33 | 5,34 |
| 5626.bmp | 6,71 | 6,10 |
| 5628.bmp | 6,51 | 5,46 |
| 6250.2.bmp | 6,32 | 5,13 |
| 7220.bmp | 6,91 | 5,30 |
| 7240.bmp | 6,02 | 5,51 |
| 7279.bmp | 6,22 | 5,19 |
| 7289.bmp | 6,32 | 5,14 |
| 7450.bmp | 6,40 | 5,05 |
| 7451.bmp | 6,68 | 5,84 |
| 7460.bmp | 6,81 | 5,12 |
| 7481.bmp | 6,53 | 4,92 |
| 7499.bmp | 6,47 | 5,58 |
| 7501.bmp | 6,85 | 5,63 |
| 7515.bmp | 6,19 | 5,48 |
| 7570.bmp | 6,97 | 5,54 |
| 7650.bmp | 6,62 | 6,15 |
| 8001.bmp | 6,50 | 5,60 |
| 8021.bmp | 6,79 | 5,67 |
| 8031.bmp | 6,76 | 5,58 |
| 8040.bmp | 6,64 | 5,61 |
| 8041.bmp | 6,65 | 5,49 |
| 8116.bmp | 6,82 | 5,97 |
| 8117.bmp | 6,02 | 5,30 |
| 8130.bmp | 6,58 | 5,49 |
| 8158.bmp | 6,53 | 6,49 |
| 8161.bmp | 6,71 | 6,09 |
| 8178.bmp | 6,50 | 6,82 |
| 8179.bmp | 6,48 | 6,99 |
| 8191.bmp | 6,07 | 6,19 |
| 1640.bmp | 6,27 | 5,13 |
| 1650.bmp | 6,65 | 6,23 |
| 8040.bmp | 6,64 | 5,61 |

| | | |
|-------------------|-------------|-------------|
| Mittelwert | 6,55 | 5,61 |
|-------------------|-------------|-------------|

Tab. 33: Abbildungen des IAPS für den Stimulus „sehr negativ“

| Bildnummer | Wertigkeit | Erregungsstärke |
|-------------------|-------------------|------------------------|
| 3001.bmp | 1,62 | 6,64 |
| 3005.1.bmp | 1,63 | 6,20 |
| 3010.bmp | 1,79 | 7,26 |
| 3030.bmp | 1,91 | 6,76 |
| 3059.bmp | 1,81 | 6,48 |
| 3060.bmp | 1,79 | 7,12 |
| 3068.bmp | 1,80 | 6,77 |
| 3069.bmp | 1,70 | 7,03 |
| 3071.bmp | 1,88 | 6,86 |
| 3100.bmp | 1,60 | 6,49 |
| 3110.bmp | 1,79 | 6,70 |
| 3120.bmp | 1,56 | 6,84 |
| 3130.bmp | 1,58 | 6,97 |
| 3131.bmp | 1,51 | 6,61 |
| 3140.bmp | 1,83 | 6,36 |
| 3150.bmp | 2,26 | 6,55 |
| 3195.bmp | 2,06 | 6,36 |
| 3266.bmp | 1,56 | 6,79 |
| 3400.bmp | 2,35 | 6,91 |
| 3500.bmp | 2,21 | 6,99 |
| 3530.bmp | 1,80 | 6,82 |
| 3550.1.bmp | 2,35 | 6,29 |
| 6230.bmp | 2,37 | 7,35 |
| 6231.bmp | 2,49 | 6,82 |
| 6260.bmp | 2,44 | 6,93 |
| 6263.bmp | 2,48 | 6,62 |
| 6312.bmp | 2,48 | 6,37 |
| 6313.bmp | 1,98 | 6,94 |
| 6315.bmp | 2,31 | 6,38 |
| 6350.bmp | 1,90 | 7,29 |
| 6360.bmp | 2,23 | 6,33 |
| 6415.bmp | 2,21 | 6,20 |
| 6510.bmp | 2,46 | 6,96 |
| 6520.bmp | 1,94 | 6,59 |
| 6540.bmp | 2,19 | 6,83 |
| 6560.bmp | 2,16 | 6,53 |
| 6563.bmp | 1,77 | 6,85 |
| 6570.1.bmp | 2,54 | 6,12 |
| 2730.bmp | 2,45 | 6,80 |
| 2811.bmp | 2,17 | 6,90 |
| Mittelwert | 2,02 | 6,72 |

Tab. 34: Abbildungen des IAPS für den Stimulus „sehr negativ“

| Bildnummer | Wertigkeit | Erregungsstärke |
|-------------------|-------------------|------------------------|
| 1811.bmp | 7,62 | 5,12 |
| 2040.bmp | 8,17 | 4,64 |
| 2045.bmp | 7,87 | 5,47 |
| 2050.bmp | 8,20 | 4,57 |
| 2057.bmp | 7,81 | 4,54 |
| 2058.bmp | 7,91 | 5,09 |
| 2070.bmp | 8,17 | 4,51 |
| 2071.bmp | 7,86 | 5,00 |
| 2080.bmp | 8,09 | 4,70 |
| 2091.bmp | 7,68 | 4,51 |
| 2150.bmp | 7,92 | 5,00 |
| 2160.bmp | 7,58 | 5,16 |
| 2209.bmp | 7,64 | 5,59 |
| 2216.bmp | 7,57 | 5,83 |
| 2340.bmp | 8,03 | 4,90 |
| 2347.bmp | 7,83 | 5,56 |
| 2550.bmp | 7,77 | 4,68 |
| 5210.bmp | 8,03 | 4,60 |
| 5480.bmp | 7,53 | 5,48 |
| 5600.bmp | 7,57 | 5,19 |
| 5621.bmp | 7,57 | 6,99 |
| 5700.bmp | 7,61 | 5,68 |
| 5825.bmp | 8,03 | 5,46 |
| 5829.bmp | 7,65 | 4,68 |
| 5830.bmp | 8,00 | 4,92 |
| 5831.bmp | 7,63 | 4,43 |
| 5833.bmp | 8,22 | 5,71 |
| 5910.bmp | 7,80 | 5,59 |
| 5982.bmp | 7,61 | 4,51 |
| 7200.bmp | 7,63 | 4,87 |
| 7270.bmp | 7,53 | 5,76 |
| 7330.bmp | 7,69 | 5,14 |
| 7502.bmp | 7,75 | 5,91 |
| 7580.bmp | 7,51 | 4,59 |
| 8080.bmp | 7,73 | 6,65 |
| 8170.bmp | 7,63 | 6,12 |
| 8185.bmp | 7,57 | 7,27 |
| 8190.bmp | 8,10 | 6,28 |
| 1440.bmp | 8,19 | 4,61 |
| 1710.bmp | 8,34 | 5,41 |
| Mittelwert | 7,82 | 5,27 |

2. Individuelle Altersverteilung

Tab. 35: Individuelle Altersverteilung der Probanden (Alter und Geburtsdatum)

| weibliche Probandinnen | männliche Probanden |
|-------------------------------|----------------------------|
| Vp2: 24 () | Vp1: 25 (27.06.1983) |
| Vp5: 28 (24.08.1980) | Vp3: 22 () |
| Vp7: 24 (15.04.1985) | Vp4: 28 (27.09.1980) |
| Vp8: 26 (10.07.1982) | Vp6: 26 (22.09.1982) |
| Vp9: 27 (28.10.1981) | Vp10: 30 (24.04.1979) |
| Vp11: 25 (28.06.1983) | Vp12: 34 |
| Vp13: 26 (11.10.1982) | Vp14: 23 (11.06.1986) |
| Vp15: 26 (10.09.1982) | Vp16: 35 (24.04.1974) |
| Vp17: 23 (31.03.1986) | Vp18: 31 (28.04.1978) |
| Vp19: 25 (25.01.1984) | Vp21: 27 (13.12.1981) |
| Vp20: 24 | Vp23: 29 (25.10.1979) |
| Vp22: 23 (12.10.1985) | Vp25: 28 (22.11.1980) |
| Vp24: 23 (16.07.1985) | Vp27: 22 (06.02.1987) |
| Vp26: 22 (09.01.1987) | Vp28: 30 () |
| Vp30: 25 (13.07.1983) | Vp29: 27 () |
| Vp31: 26 (02.10.1982) | Vp32: 31 (15.05.1978) |
| Vp33: 24 (13.11.1984) | Vp36: 31 (02.01.1978) |
| Vp34: 34 (03.11.1974) | Vp38: 24 (15.04.1985) |
| Vp35: 28 (10.09.1980) | Vp39: 21 (11.01.1988) |
| Vp37: 31 (16.03.1978) | Vp40: 24 (20.03.1985) |
| Vp43: 23 (07.09.1985) | Vp41: 26 (16.04.1983) |
| | Vp42: 34 (03.07.1975) |

3. Erklärungstext für die Probanden während des Experiments

Erklärung für den Übungsteil:

„Willkommen zum Übungsteil.

Zu Beginn werden Sie eine Übungssequenz von 14 Bildern sehen.

Zwischen den Bildern wird für 1,5 s ein kleines Kreuz in der Mitte des Bildschirms gezeigt. Richten Sie Ihren Blick bitte direkt auf das Zentrum des Bildschirms. Das Fadenkreuz dient dabei als Orientierung.“

Erklärung für den eigentlichen Versuch:

„Willkommen zum eigentlichen Experiment!

Sie werden nun 4 Sequenzen von je 60 Bildern sehen.
Die Bilder werden für je 1,5 s gezeigt. Zwischen den Bildern wird für 1,5 s ein kleines Kreuz in der Mitte des Bildschirms gezeigt.
Zwischen den Sequenzen gibt es eine Pause von 0,5 min.

Ihre Aufgabe besteht im genauen Anschauen der Bilder.
Richten Sie Ihren Blick bitte direkt auf das Zentrum des Bildschirms. Das Fadenkreuz dient dabei als Orientierung.

Erscheint ein Zahlenbild auf dem Bildschirm drücken Sie bitte "ENTER".

Drücken Sie SPACEBAR um zu beginnen!“

4. Fragebögen

| Protokollbogen zur Vor- und Nachbefragung | | |
|--|---|--------|
| Vp-Nr: | | Datum: |
| 1 | Alter | |
| . | | |
| 2 | Geschlecht (m/w) | |
| . | | |
| 3 | Studiengang/Semester (evtl. Beruf) | |
| . | | |
| 4 | Sehschwäche/ Brille/ Linsen | |
| . | | |
| 5 | Medikamente | |
| . | | |
| 6 | Psychologische oder neurologische Behandlung | |
| . | | |
| 7 | Evtl. Muttersprache/ deutsch seit... Jahren | |
| . | | |
| 8 | Bemerkungen | |
| . | | |
| 9 | Kopfumfang | |
| . | | |

| | | |
|--|---|--|
| 1 0 . . | <u>Nachbefragung:</u> Waren die Instruktionen verständlich? - Bist Du mit der Dauer des Experiments zurechtgekommen? - Konntest Du Deine Konzentration über die Dauer des Experiments aufrechterhalten? - War die Art und Weise der Präsentation der Bilder in Ordnung? - Sind Dir bestimmte Bilder in besonderer Weise aufgefallen? | |
| 1 1 . | Kommentare | |
| Bitte nicht mit anderen Studierenden über das Experiment austauschen!!! | | |

Edinburgh-Händigkeits-Fragebogen
 (Oldfield, R. C. Neuropsychologia 1971; eigene Übersetzung)

Vp-Nr: _____ **Datum:** _____

Bitte geben Sie Ihre Handpräferenz bei der Ausübung folgender Tätigkeiten an, indem Sie in der entsprechenden Spalte ein „+“ schreiben. Bitte markieren Sie „++“, wenn Ihre Präferenz so stark ist, dass Sie nie versuchen würden, die andere Hand zu benutzen, es sei denn, Sie würden dazu gezwungen. Wenn Sie einmal wirklich nicht wissen, welche Hand Sie eher benutzen, schreiben Sie ein „+“ in beide Spalten. Einige der aufgeführten Aktivitäten erfordern den Gebrauch beider Hände. In diesen Fällen ist in Klammern der Teil der Aufgabe oder das Objekt angegeben, für das die Handpräferenz erfragt wird. Bitte versuchen Sie alle Fragen zu beantworten. Lassen Sie nur die Fragen offen, bei denen Sie keinerlei Erfahrung haben.

| | | Links | Rechts |
|----------|-----------|-------|--------|
| 1 | Schreiben | | |
| 2 | Zeichnen | | |
| 3 | Werfen | | |

| | | | |
|-----------|---|--|--|
| 4 | Schere | | |
| 5 | Zahnbürste | | |
| 6 | Messer (ohne Gabel) | | |
| 7 | Löffel | | |
| 8 | Besen (obere Hand) | | |
| 9 | Streichholz anzünden (Streichholz) | | |
| 10 | Kiste öffnen (Deckel) | | |
| | | | |
| I | Mit welchem Fuß treten Sie (etwa einen Ball) bevorzugt? | | |
| II | Wenn Sie nur ein Auge benutzen, welches bevorzugen Sie? | | |