



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

SCHÖN ODER NICHT SCHÖN – DAS IST HIER DIE FRAGE

Der mediale präfrontale Cortex und ästhetische Urteile über
Gesichter

Verfasserin

Sarah Mooslechner

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Oktober 2012

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Univ. Prof. Dr. Helmut Leder

Danksagung

Zunächst möchte ich mich bei meinem Betreuer Univ. Prof. Dr. Helmut Leder für die fachliche Unterstützung bei der Erstellung meiner Diplomarbeit bedanken.

Spezieller Dank gilt Dr. Gernot Gerger, der mir während meiner Diplomarbeit stets eine große Hilfe war und sich immer Zeit für mich und meine Fragen genommen hat.

Ebenso danke ich Dr. Jürgen Pripfl für seine Ideen und Anregungen, seine Kritik und seine große Unterstützung in allen neurowissenschaftlichen Belangen.

Besonders bedanken möchte ich mich schließlich bei meinen Eltern, meinen Geschwistern Florian und Melina sowie meinen Freundinnen und Freunden, allen voran Claudia und Julia, die mich während meines gesamten Studiums unterstützt haben und einfach immer für mich da sind.

Danke!

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	9
2.	Gesichtsattraktivität	10
2.1.	Merkmale attraktiver Gesichter	10
3.	Neuroästhetik des Gesichts	15
3.1.	Neuronale Grundlagen der Gesichtswahrnehmung	16
3.2.	Neuronale Grundlagen ästhetischer Urteile über Gesichter	19
4.	Fragestellung und Hypothesen.....	29
5.	Methode	32
5.1.	Studienteilnehmer	32
5.2.	Materialien	32
5.3.	Ablauf der Studie	33
6.	Ergebnisse.....	37
6.1.	Reaktionsfähigkeit	37
6.2.	Reaktionszeiten für den Attraktivitätsvergleich.....	38
6.3.	Attraktivitätsrating	44
6.4.	Reading Mind in the Eyes Test (RMET).....	49

7.	Diskussion	52
7.1.	Reaktionsfähigkeit	52
7.2.	Ästhetische Urteile über Gesichtsattraktivität	52
7.3.	Reading Mind in the Eyes Test (RMET)	54
7.4.	Einschränkungen der Studie	54
7.5.	Ausblick und Empfehlungen für zukünftige Forschungsfragen	56
8.	Literatur	57
9.	Anhang	64
9.1.	Abbildungen	64
9.2.	Tabellen	65
9.3.	Kurzzusammenfassung	67
9.4.	Abstract	69
9.5.	Lebenslauf	71

1. Einleitung

Das menschliche Gesicht offenbart seinem Betrachter¹ eine Vielzahl an Informationen, angefangen vom Geschlecht über die Identität und damit verbundene Vertrautheit bis zum Alter einer Person. Neben diesen objektiven Urteilen werden Gesichter beinahe ebenso schnell aufgrund eines zunächst sehr subjektiv scheinenden Merkmals unterschieden, nämlich danach, ob sie attraktiv sind oder nicht. Schönheit scheint in diesem Zusammenhang allerdings weniger im Auge des Betrachters zu liegen, als vielleicht gemeinhin vermutet wird. Vielmehr gibt es einen großen Konsens bezüglich spezifischer Merkmale attraktiver Gesichter. Infolgedessen entwickelte sich die Annahme, dass der Mensch ein eigenes System neuronaler Strukturen zur Wahrnehmung und Beurteilung dieser Klasse von Objekten aufweist. Aufbauend auf diesen Überlegungen war es das Ziel der vorliegenden Studie, zu überprüfen, ob eine spezifische Gehirnregion, der mediale präfrontale Cortex, in Zusammenhang mit ästhetischen Urteilen hinsichtlich der Attraktivität verschiedener Gesichter eine bedeutende Rolle spielt. Um die neuronale Aktivität in dieser Gehirnregion zu beeinflussen, wurde transkranielle Gleichstromstimulation (tDCS) angewendet.

Zunächst wird in der vorliegenden Arbeit ein theoretischer Überblick gegeben, in dem in einem ersten Abschnitt auf Gesichtsattraktivität sowie verschiedene Merkmale attraktiver Gesichter eingegangen wird. Anschließend werden zwei wichtige allgemeine Modelle der Gesichtswahrnehmung sowie darauf aufbauende Überlegungen vorgestellt. Im Speziellen werden danach die neuronalen Grundlagen ästhetischer Urteile über Gesichter erläutert, welche als Ausgangspunkt für die Forschungsfragen der hier vorgestellten Studie dienen. Es folgt eine genaue Darstellung des methodischen Vorgehens, der Ergebnisse sowie deren Diskussion.

¹ Um die Lesbarkeit der vorliegenden Arbeit zu erleichtern, wird das generische Maskulinum zur Bezeichnung sowohl des männlichen als auch des weiblichen Geschlechts verwendet.

2. Gesichtsattraktivität

Das menschliche Gesicht liefert dem Betrachter biologisch und sozial relevante Informationen, ein Umstand, der es zu einem Objekt von großem Interesse macht (Palermo & Rhodes, 2007). Deshalb scheint es wenig verwunderlich, dass Menschen außergewöhnlich gute und spezifische Fähigkeiten zur Wahrnehmung, Identifizierung und Verarbeitung von Gesichtern aufweisen (Bruce & Young, 1986; Haxby, Hoffman & Gobbini, 2000). Vor allem die Attraktivität des jeweils betrachteten Gesichts spielt eine wichtige Rolle, da sie evolutionspsychologischen Annahmen zufolge als Indikator für gute Gene fungiert, was wiederum bei der Partnerwahl und schlussendlich Verbreitung der eigenen Gene von Bedeutung ist (Thornhill & Gangestad, 1999b; Rhodes, 2006). Interessanterweise scheinen gewisse Gesichtsmerkmale über Geschlechter, sexuelle Orientierungen, Kulturen und sogar Generationen hinweg in ähnlicher Weise als attraktiv beurteilt zu werden (Thornhill & Gangestad, 1999b). So konnte beispielsweise nachgewiesen werden, dass bereits zwei Monate alte Kinder attraktivere Gesichter länger betrachten als weniger attraktive (Langlois, Roggman, Casey, Ritter, Rieser-Danner & Jenkins, 1987; Rubenstein, Kalakanis & Langlois, 1999). Ergebnisse wie diese lassen daher vermuten, dass es universell gültige Indikatoren für Gesichtsattraktivität gibt. In der Forschung wurde der Fokus in diesem Zusammenhang in den letzten Jahren vor allem auf Symmetrie, Durchschnittlichkeit und Sexualdimorphismus gelegt. In den folgenden Abschnitten wird daher genauer auf diese drei Merkmale eingegangen.

2.1. Merkmale attraktiver Gesichter

2.1.1. Symmetrie

Symmetrie gilt in Zusammenhang mit physischen Merkmalen als Indikator für eine stabile und gute Entwicklung eines Individuums (Thornhill & Gangestad, 1999b; Fink & Penton-Voak, 2002; Rhodes, 2006). Trifft dies auch auf Gesichter zu, sollten sie, abhängig von ihrer Symmetrie, als mehr oder weniger attraktiv beurteilt werden. Tatsächlich konnte dies in zahlreichen Studien bestätigt werden. So wurde beispielsweise bei einem Vergleich von

Gesichtern monozygoter Zwillinge das symmetrischere der beiden als das attraktivere beurteilt (Mealey, Bridgstock & Townsend, 1999). Dieser Effekt zeigte sich nicht nur bei Vergleichen unterschiedlicher Gesichter, sondern auch bei der Entscheidung zwischen der originalen, natürlichen und einer bearbeiteten, symmetrischeren Variante ein und desselben Gesichts hinsichtlich seiner Attraktivität (Perrett, Burt, Penton-Voak, Lee, Rowland & Edwards, 1999; Rhodes, Proffitt, Grady & Sumich, 1998).

Während diese Ergebnisse Hinweise auf die direkten Einflüsse von Symmetrie auf Attraktivität geben, konnten in anderen Studien auch indirekte Zusammenhänge nachgewiesen werden. So berichteten Scheib, Gangestad und Thornhill (1999), dass Frauen selbst dann symmetrischere männliche Gesichter als attraktiver einstufen, wenn sie nur die Hälfte des zu bewertenden Gesichts sehen konnten und ihnen folglich die Einschätzung der Symmetrie kaum möglich war. In einer weiteren Studie zeigte sich zudem, dass selbst der Geruch jener Männer, deren Körper symmetrischer waren, von Frauen präferiert wurde (Thornhill & Gangestad, 1999a). Demnach scheint Symmetrie oftmals mit anderen Merkmalen attraktiver Gesichter zu kovariieren, jedoch nicht immer per se als Attraktivitätsmerkmal zu fungieren.

Alternativ bestehende wahrnehmungspsychologisch begründete Annahmen, dass Symmetrie deshalb als Attraktivitätsmerkmal gilt, weil das visuelle System symmetrischere Objekte schneller wahrnehmen und verarbeiten kann (Enquist & Arak, 1994), scheinen daher weniger wahrscheinlich. Mehr Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang der evolutionspsychologisch begründeten Vermutung, dass Symmetrie als ein Hinweisreiz bei der Partnerwahl dient, bei (Thornhill & Gangestad, 1999b).

2.1.2. Durchschnittlichkeit

Neben der Symmetrie stellt die Durchschnittlichkeit von Gesichtern ein weiteres bedeutendes Merkmal dar. So wurden beispielsweise computer-generierte durchschnittliche Gesichter sowohl von Männern als auch von Frauen als attraktiver im Vergleich zu normalen Gesichtern beurteilt (Langlois & Rogman, 1990). Vermutungen, dass die Symmetrie bzw. die fehlende Natürlichkeit der künstlich erzeugten Gesichter einen Einfluss auf die Attraktivitätsurteile hatten, konnten widerlegt werden (Rhodes, Sumich & Byatt, 1999).

Angenommen wird, dass durchschnittlichere Gesichter deshalb als attraktiver beurteilt werden, weil sie auf eine hohe individuelle Protein-Heterozygotie und somit eine Reihe von Proteinen, an die sich Parasiten anpassen müssen, schließen lassen. Diese erhöhte Immunresistenz gilt wiederum, evolutionstheoretisch betrachtet, als gute Eigenschaft bei der Partnerwahl (Thornhill & Gangestad, 1993).

Dass durchschnittliche Gesichter als attraktiv bewertet werden, bedeutet jedoch nicht zwingend, dass alle attraktiven Gesichter durchschnittlich sind. So konnte in einer Studie gezeigt werden, dass Gesichter, die auf einer Attraktivitätsskala in die positive Richtung vom Durchschnitt abwichen, als attraktiver beurteilt wurden (DeBruine, Jones, Unger, Little & Feinberg, 2007). Daraus folgte die Annahme, dass Durchschnittlichkeit zwar eine Komponente von Gesichtsattraktivität darstellt, jedoch auch noch andere Merkmale eine Rolle spielen.

Menschen weisen zudem nicht nur in Bezug auf Gesichtsmerkmale eine Präferenz für Durchschnittlichkeit auf. So zeigte sich beispielsweise, dass auch Vögel, Fische und Autos umso attraktiver bewertet wurden, je durchschnittlicher sie waren (Halberstadt & Rhodes, 2003). Allerdings wurde in diesem Zusammenhang vermutet, dass die Objekte nicht alleine deshalb als attraktiver beurteilt wurden, weil sie durchschnittlicher waren. Es zeigte sich vielmehr, dass auch Vertrautheit einen bedeutenden Einfluss auf die Attraktivitätsurteile ausübte. Daraus folgerten Halberstadt und Rhodes (2003), dass neben der Präferenz für Durchschnittlichkeit per se zusätzlich eine generelle Präferenz für vertraute Stimuli zur Attraktivität durchschnittlicher Stimuli beiträgt.

2.1.3. Sexualdimorphismus

Evolutionstheoretisch betrachtet gelten extreme Ausprägungen der sekundären Geschlechtsmerkmale bei beiden Geschlechtern als attraktiver, weil sie auf erbliche Vorteile des Individuums hinweisen und somit gute Gene signalisieren (Thornhill & Gangestad, 1999b; Fink & Penton-Voak, 2002; Rhodes, 2006). Vor allem bei weiblichen Gesichtern scheint es einen relativ klaren Zusammenhang zwischen femininen Merkmalen, wie beispielsweise volleren Lippen oder stärker ausgeprägten Wangenknochen, und Attraktivität zu geben, und dies sogar über verschiedene Kulturen hinweg (Cunningham, Roberts, Barbee,

Druen & Wu, 1995; Penton-Voak, Jacobson & Trivers, 2004). Angenommen wird, dass diese Merkmale als Hinweis auf erhöhtes Östrogen fungieren. Dieses Hormon hat eine hemmende Wirkung auf das weibliche Immunsystem, weshalb ein erhöhtes Vorkommen auf eine stärkere Immunresistenz hindeutet und in weiterer Folge femininere Merkmale als Kennzeichen erhöhter Gesundheit und Fertilität interpretiert werden (Fink & Penton-Voak, 2002; Little et al., 2011). Bei männlichen Gesichtern scheint der Zusammenhang jedoch nicht so klar zu sein. Zwar signalisieren maskulinere Merkmale wie ein breites Kinn erhöhtes Testosteron und somit eine erhöhte Immunresistenz, da es bei Männern jenes Hormon ist, welches hemmend auf das Immunsystem wirkt (Fink & Penton-Voak, 2002). Jedoch bevorzugen Frauen nicht immer Gesichter mit diesen Merkmalen. So konnten Präferenzänderungen hinsichtlich der Attraktivität von männlichen Gesichtern in Abhängigkeit vom jeweiligen Menstruationszyklus der beurteilenden Frauen beobachtet werden. Während ihrer fruchtbaren Phase lag demnach eine Präferenz für maskulinere Gesichter vor, wohingegen Männer mit feminineren Gesichtszügen während der nicht fruchtbaren Phase bevorzugt wurden (Penton-Voak, Perrett, Castles, Kobayashi, Burt, Murray & Minamisawa, 1999; Penton-Voak & Perrett, 2000). Ähnliche Unterschiede konnten auch in Abhängigkeit davon beobachtet werden, ob Frauen Kurz- oder Langzeitbeziehungen anstreben. Ging es darum, Partner für Kurzzeitbeziehungen zu finden, präferierten Frauen maskulinere Gesichter; außerdem wurde in diesem Zusammenhang Attraktivität generell ein höherer Stellenwert beigemessen. Hinsichtlich der Partnerwahl bei Beziehungen von längerer Dauer wurden jedoch Männer mit feminineren Gesichtsmerkmalen bevorzugt. Eine mögliche Erklärung für diese beobachteten Unterschiede ist, dass Frauen bei der Wahl ihrer Partner grundsätzlich Wert auf deren genetische Fitness legen und daher Männer mit maskulinere Gesichtern bevorzugen. In Langzeitbeziehungen spielen jedoch auch andere Faktoren, wie die Bereitschaft des Partners zur Mithilfe bei der Kindererziehung oder Treue, eine bedeutende Rolle. Eigenschaften wie diese scheinen bei Männern mit maskulinere Gesichtern jedoch weniger wahrscheinlich gegeben. Femininere männliche Gesichter scheinen hingegen eine solche Bereitschaft eher zu signalisieren und werden deshalb bei der Wahl für Beziehungen von längerer Dauer bevorzugt (Thornhill & Gangestad, 1999b; Gangestad & Simpson, 2000; Penton-Voak, Little, Jones, Burt, Tiddeman & Perrett, 2003).

Auch die eigene Attraktivität spielt in diesem Zusammenhang eine bedeutende Rolle. So bevorzugten Frauen, die selbst als attraktiver beurteilt worden waren, Männer mit maskulineren Gesichtszügen, wohingegen als weniger attraktiv bewertete Frauen Männer mit feminineren Gesichtszügen präferierten (Penton-Voak et al., 2003). Ebenso zeigte sich bei Männern, dass jene, die selber als attraktiv galten, Frauen mit feminineren Gesichtern bevorzugten (Burris, Welling & Puts, 2011).

2.1.4. "What is beautiful is good"

Neben all diesen vorrangig evolutionstheoretisch begründeten Erklärungsansätzen steht jedoch außer Frage, dass auch soziale Faktoren bei der Beurteilung von Gesichtsattraktivität eine wichtige Rolle spielen. So wurde bereits vor vierzig Jahren nachgewiesen, dass attraktiveren Menschen mehr sozial erwünschte Eigenschaften zugeschrieben werden und zudem angenommen wird, sie würden ein glücklicheres und erfolgreicher Leben führen sowie bessere Beziehungspartner im Vergleich zu weniger attraktiven Personen sein. Bekannt wurde dieses Phänomen als „What is beautiful is good“-Stereotyp (Dion, Berscheid & Walster, 1972). Mittlerweile haben nachfolgende Studien zwar gezeigt, dass der damals beobachtete Zusammenhang schwächer als zunächst vermutet ist (Eagly, Ashmore, Makhijani & Longo, 1991). Dennoch konnte in jüngsten Untersuchungen nachgewiesen werden, dass bei ästhetischen und moralischen Urteilen teilweise dieselben frontalen Gehirnregionen aktiv sind, was vermuten lässt, dass es sogar eine neuronale Basis für den „Beauty-is-good“-Stereotyp gibt (Tsukira & Cabeza, 2010, siehe Abschnitt 3.2.).

2.1.5. Zusammenfassung

Zusammengefasst werden im Allgemeinen symmetrische, durchschnittliche und femininere bzw. teilweise maskulinere Gesichter als attraktiver eingeschätzt. Begründet werden diese Präferenzen vorrangig damit, dass sie allesamt als Indikatoren für Gesundheit oder „gute Gene“ fungieren. Neben dieser evolutionstheoretischen Erklärung beeinflussen allerdings auch soziale Faktoren unsere Urteile über Gesichtsattraktivität.

Erfasst wurden all diese generellen Präferenzen in den genannten Studien durch Beobachtung von Verhalten in Form von Einschätzungen und Bewertungen, also rein auf behavioraler Ebene. Nun stellt sich jedoch die Frage, ob diese universellen Präferenzen bei Gesichtern auch auf neuronaler Ebene in Form von bestimmten, für die Bildung ästhetischer Urteile zuständiger Gehirnregionen nachzuweisen sind. Interessant ist dies vor allem deshalb, da erst durch die Untersuchung der zugrundeliegenden neuronalen Strukturen und damit einhergehender empirischer Nachweise auf physiologischer Ebene Zusammenhänge zwischen verschiedenen Variablen aufgedeckt bzw. erklärt werden können, die sich bis dahin lediglich auf Beobachtung gründeten. Welche Gehirnregionen an der Wahrnehmung von Gesichtern beteiligt sind und was auf neuronaler Ebene beobachtbar ist, wenn Menschen Gesichter desselben oder des anderen Geschlechts als attraktiv beurteilen, soll daher nun im folgenden Abschnitt genauer diskutiert werden.

3. Neuroästhetik des Gesichts

Das Fachgebiet der Neuroästhetik umfasst die Erforschung der neuronalen Grundlagen kognitiver und affektiver Prozesse in Zusammenhang mit ästhetischem Erleben (Nadal, 2011). Die Untersuchung dieser zugrundeliegenden neuronalen Strukturen trägt wesentlich zur Erklärung bei, warum Menschen schöne Gesichter präferieren oder Freude empfinden, wenn sie ein Kunstwerk betrachten, dass ihnen gefällt, da somit auf physiologischer Ebene empirische Nachweise erbracht werden können, die auf der beobachtbaren Verhaltensebene nicht erkennbar bzw. zugänglich sind (Zeki, 1999). Vor allem hinsichtlich ästhetischer Urteile über Gesichter ist die Untersuchung der dabei aktivierten Gehirnregionen sehr interessant, da gerade diese Entscheidungen zu einem wesentlichen Teil auf biologisch determinierten Grundlagen zu beruhen scheinen (siehe Abschnitt 2.1.; Chatterjee, 2010). Dabei stellt sich die Frage, ob diese Bewertungen bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt, also im Zuge der Wahrnehmung eines Gesichts und somit relativ schnell und automatisch erfolgen, oder ob sie erst nach einem langsameren, bewussten Prozess in ähnlicher Form wie beispielsweise soziale oder moralische Urteile abgegeben werden. Antworten auf diese Überlegungen werden in den folgenden Abschnitten gegeben.

3.1. Neuronale Grundlagen der Gesichtswahrnehmung

„... a face is the most distinctive and widely used key to a person's identity...” (Bruce & Young, 1986, S.305)

In ihrem einflussreichen Modell der Gesichtswahrnehmung gehen Bruce und Young (1986) von mehreren Einheiten bzw. Prozessen aus, die jeweils unterschiedliche Informationen zur Wahrnehmung und Verarbeitung von Gesichtern beisteuern. Auf einer ersten Stufe kommt es zur strukturellen Enkodierung des Gesichts, die immer von der jeweiligen Betrachtung ebendieses abhängig ist. Die dabei erzeugte Repräsentation des Gesichts wird schließlich in weiteren Stufen verarbeitet, die einerseits der Identitätserkennung sowie andererseits der Analyse des Gesichtsausdrucks dienen.

Haxby, Hoffman und Gobbini (2000) nehmen in ihrem Modell der neuronalen Grundlagen menschlicher Gesichtswahrnehmung die Idee separater Systeme zur Verarbeitung dynamischer und zeitinvarianter Gesichtsmerkmale von Bruce und Young (1986) auf und erweitern frühere Annahmen um die Lokalisation der einzelnen Komponenten ihres Modells innerhalb spezifischer neuronaler Regionen. Drei der Gehirnregionen, die dabei den Autoren zufolge eine bedeutende Rolle spielen, befinden sich innerhalb des okzipitotemporalen Cortexes. Der superiore temporale Sulcus (STS) ist demnach vor allem für die Verarbeitung dynamischer Gesichtsmerkmale, wie der Blickrichtung oder Emotionsausdrücken, zuständig. Der laterale fusiforme Gyrus, der sich im medialen okzipitotemporalen Cortex befindet und oftmals auch als *fusiform face area* (FFA) bezeichnet wird, ist hingegen primär an der Verarbeitung zeitinvarianter Gesichtsstrukturen, wie der Identität oder des Geschlechts der jeweiligen Person, beteiligt. Angenommen wird, dass die den beiden Prozessen jeweils zugrundeliegenden Repräsentationen voneinander unabhängig sind. Beide Regionen erhalten zudem Input von den inferioren okzipitalen Gyri. Diese drei Regionen, die die Autoren als Kernsystem der Gesichtswahrnehmung zusammenfassen, sind somit für die visuelle Analyse von Gesichtern zuständig. Neben dieser verzweigten Struktur innerhalb des Kernsystems ist das Modell zudem hierarchisch aufgebaut und beinhaltet noch ein

sogenanntes erweitertes System, welches die Bedeutung der vom betrachteten Gesicht erhaltenen Information verarbeitet. Dazu zählt zunächst das räumliche Aufmerksamkeitssystem, das Gehirnregionen im intraparietalen Sulcus und im frontalen Augenfeld umfasst und die wahrgenommenen Gesichtsmerkmale zur Aufmerksamkeitssteuerung verwendet. Des Weiteren nehmen die Autoren an, dass Systeme zur Emotionsverarbeitung, zu denen die Amygdala und Insula zählen, den emotionalen Inhalt des Gesichtsausdrucks verarbeiten. Systeme zum auditiven verbalen Verständnis im superioren temporalen Gyrus tragen zur Verarbeitung des phonemischen Inhalts der durch das Sprechen bedingten Mundbewegungen bei. Systeme zur Repräsentation biographischen semantischen Wissens im anterioren temporalen Lappen sind schließlich für die Erfassung des Namens und anderer das Gesicht betreffender Informationen zuständig. Unklar ist den Autoren zufolge der Grad der Trennung zwischen den funktionalen Rollen, die die verschiedenen Regionen im System der Gesichtswahrnehmung spielen, womit sie bereits auf ihre Kernaussage verweisen. Im Mittelpunkt ihres Modells steht nämlich trotz dessen hierarchischer Struktur die Annahme, dass viele Funktionen der Gesichtswahrnehmung auf dem koordinierten Zusammenspiel mehrerer Regionen basieren.

Senior (2003) ergänzt das Modell von Haxby et al. (2000) um zusätzliche Komponenten innerhalb des erweiterten Systems. Er postuliert, dass neben Sprache und Emotionen Attraktivität ein Merkmal ist, das bei Gesichtern wahrgenommen wird und es dafür separate Verarbeitungsmechanismen gibt, die ihren Input vom superioren temporalen Sulcus über die Amygdala erhalten. Während orbitofrontaler Cortex, Nucleus Accumbens und ventromedialer präfrontaler Cortex gemeinsam für die Verarbeitung schöner Gesichter, die gleichzeitig belohnend wirken, zuständig sind, werden jene, die lediglich ästhetisch sind ohne jedoch eine belohnende Wirkung zu erzeugen, vorrangig im Nucleus Accumbens verarbeitet. Welche Gesichter eine belohnende Wirkung haben und welche diese Funktion nicht erfüllen, wird in Abschnitt 3.2. der vorliegenden Arbeit genauer erläutert. Zusammengefasst geht Senior (2003) davon aus, dass die Verarbeitung von Gesichtsattraktivität erst auf einer relativ späten Stufe der Gesichtswahrnehmung in frontalen Regionen des Gehirns stattfindet. Entsprechend dieser Annahme sollte eine

Hemmung der neuronalen Aktivität frontaler Gehirnareale einen entscheidenden Einfluss auf die Bildung ästhetischer Urteile über Gesichter ausüben. Entscheidungen bezüglich der Attraktivität eines Gesichts sollten langsamer und weniger sicher getroffen werden können.

Demgegenüber steht die Hypothese der „automatischen“ Verarbeitung von Gesichtern und deren Attraktivität. Palermo und Rhodes (2007) geben einen Überblick über die Forschung zur Gesichtswahrnehmung in Zusammenhang mit Aufmerksamkeitsprozessen. Dabei kommen sie zu dem Schluss, dass Gesichter schneller als andere Objekte, teilweise ohne Aufmerksamkeit und auch unbewusst wahrgenommen werden. So ist es Menschen bereits nach 100ms möglich, Gesichter zu erkennen und nach weiteren 70ms deren Identität sowie grundlegende Emotionen festzustellen. Vor allem Gesichtsausdrücke werden demnach sehr schnell verarbeitet und es ist Personen sogar möglich, zwischen positiven und negativen Gesichtsausdrücken zu differenzieren, selbst wenn sie sich dieser subjektiv gar nicht bewusst sind. Aufgrund dieser Erkenntnisse schlagen sie eine Erweiterung des Modells von Haxby et al. (2000) vor und ergänzen dieses um eine subkortikale Route für die schnelle und / oder grobe Verarbeitung von Emotionsausdrücken. Allerdings handelt es sich hierbei um eine sehr vereinfachte und unvollständige Darstellung der in die Gesichtswahrnehmung involvierten neuronalen Strukturen. Im Unterschied zu den Annahmen von Haxby et al. (2000) gehen Palermo und Rhodes (2007) insgesamt von einem weniger hierarchischen Verarbeitungsablauf aus. Vielmehr nehmen sie an, dass zahlreiche Verbindungen und somit auch Interaktionen zwischen allen in die Gesichtswahrnehmung und -verarbeitung involvierten Gehirnregionen bestehen. Auch Atkinson (2011) spricht sich für ein interaktives, weniger hierarchisches Modell der Gesichtswahrnehmung aus. Ihm zufolge sei vor allem die jeweilige Aufgabenstellung ausschlaggebend dafür, welche spezifischen Gehirnregionen aktiviert werden und miteinander interagieren.

Die Annahme von Palermo und Rhodes (2007), dass auch die Attraktivität von Gesichtern sehr schnell und ohne großen kognitiven Aufwand verarbeitet wird, stützende Hinweise konnten beispielsweise in einer Studie von Olsen und Marshuetz (2005) erbracht werden, in der es den Teilnehmern trotz stark eingeschränkter Sehbedingungen möglich war, die Attraktivität der präsentierten Gesichter relativ genau zu beurteilen. Zudem zeigten sich

physiologische Reaktionen in Form von erhöhten Hautleitwerten bei attraktiveren Gesichtern selbst dann, wenn deren Präsentation auf einer unter-schwel-ligen Ebene stattfand und den Personen dadurch nicht einmal bewusst war (McDonald, Slater, & Longmore, 2008). Die Ergebnisse von Schacht, Werheid und Sommer (2008) sprechen wiederum gegen die Annahme einer automatischen Verarbeitung von Gesichtsattraktivität. In ihrer Studie zeigten sich zwar Effekte in Form von ereigniskorrelierten Potentialen in Zusammenhang mit Gesichtsattraktivität, wenn die Aufgabe darin bestand, Attraktivität explizit zu beurteilen. Sollten die Teilnehmer jedoch lediglich das Geschlecht der betrachteten Gesichter feststellen, zeigten sich nur schwache Effekte hinsichtlich der Attraktivität, weshalb von den Autoren angezweifelt wurde, dass es sich bei der Attraktivitätsbeurteilung um einen Automatismus handelt.

Somit bleibt die Frage, ob es sich bei der Verarbeitung von Gesichtsattraktivität um einen automatischen, unbewussten oder aktiven, bewussten Prozess handelt, zunächst offen. Was aber passiert auf neuronaler Ebene, wenn wir ein ästhetisches Urteil über ein Gesicht fällen, uns also entscheiden, ob ein Gesicht schön ist oder nicht? Welche Gehirnregionen sind daran beteiligt? Lassen Ergebnisse in diesem Bereich möglicherweise darauf schließen, ob es sich bei der Wahrnehmung und Verarbeitung von Gesichtsattraktivität um einen automatischen Prozess oder nicht handelt? Mögliche Antworten auf diese Fragen werden im nun folgenden Abschnitt gegeben.

3.2. Neuronale Grundlagen ästhetischer Urteile über Gesichter

In einer frühen Studie zur Untersuchung von Gehirnregionen, die an der Verarbeitung von Gesichtsattraktivität beteiligt sind, ließen Nakamura et al. (1998) männliche Personen die Attraktivität weiblicher Gesichter einschätzen. In zwei Kontrollbedingungen wurden die Teilnehmer zudem gebeten, entweder die Emotionen der gezeigten Gesichter einzuschätzen oder die Farbe des Bildhintergrunds anzugeben. Zur Feststellung der Aktivität in verschiedenen Gehirnregionen wurde während der Aufgabenbearbeitung der regionale zerebrale Blutfluss mittels Positronen-Emissions-Tomographie (PET) gemessen. Während der Einschätzung der Gesichtsattraktivität zeigte sich im Vergleich zu den beiden

Kontrollbedingungen ein erhöhter regionaler zerebraler Blutfluss in den linken frontalen Regionen, zu denen der linke anteriore frontale Cortex sowie die linke fronto-temporale Kreuzung zählen. Nakamura et al. (1998) vermuteten daher, dass die erhöhten Aktivierungen in direktem Zusammenhang mit der Einschätzung der Attraktivität stehen. Zudem zeigte sich ein erhöhter regionaler zerebraler Blutfluss innerhalb des rechten okzipito-inferioren temporalen Cortexes und parahippocampalen Cortexes sowohl während der Einschätzung der Attraktivität als auch jener bezüglich der Emotionen von Gesichtern, nicht jedoch während der Aufgabe, in der es galt die Farbe des Bildhintergrunds zu bestimmen. Somit scheinen diese Regionen den Autoren zufolge immer an der Gesichtsverarbeitung beteiligt zu sein und nicht nur, wenn es um die spezifische Verarbeitung von Gesichtsattraktivität geht.

Aufbauend auf jenen Annahmen, wonach Schönheit stark positiv besetzt ist (siehe Abschnitt 2.1.4) und deshalb auch von vielen Menschen angestrebt wird, stellten Aharon, Etcoff, Ariely, Chabris, O'Connor und Breiter (2001) die Vermutung an, dass attraktive Gesichter unter anderem auch eine belohnende Wirkung ausüben. Daher untersuchten sie mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT), inwieweit verschiedene Kategorien von schönen Gesichtern unterschiedlich belohnend wirken. Ihren Fokus legten sie auf sechs Gehirnregionen, die in Zusammenhang mit monetären Anreizen Aktivierungen aufwiesen und daher mit Belohnungsfunktionen assoziiert wurden. Die Ergebnisse der Studie zeigten tatsächlich einen Unterschied zwischen ästhetischen Urteilen im Allgemeinen und der spezifischen belohnenden Wirkung von bestimmten Gesichtern. Männliche Untersuchungsteilnehmer bewerteten schöne männliche Gesichter zwar ebenso wie schöne weibliche Gesichter als ästhetisch ansprechend, jedoch konnte nur bei letzteren eine belohnende Wirkung festgestellt werden. Diese Wirkung scheint demzufolge ähnlich der Belohnungsfunktion von monetären Belohnungen oder der belohnenden Wirkung von Drogen zu sein. Sichtbar wurde diese Funktion durch eine Aktivierung des Nucleus Accumbens, des ventralen Striatums, des Tegmentums des Mittelhirns, der sublenticular erweiterten Amygdala, des basalen Vorderhirns und des orbitofrontalen Cortexes.

Unter Bezugnahme auf die von Aharon et al. (2001) gefundenen Ergebnisse gingen O'Doherty, Winston, Critchley, Perrett, Burt und Dolan (2003) in ihrer Studie ebenfalls von der Annahme aus, dass Gesichter belohnend wirken. Sie interessierte vor allem der orbitofrontale Cortex (OFC). Mittels ereigniskorrelierter fMRT wurden neuronale Reaktionen von Personen untersucht, während diese männliche oder weibliche mehr oder weniger attraktive Gesichter betrachteten. Angenommen wurde, dass die Attraktivität der Gesichter als Belohnung fungiert und somit ereigniskorrelierte Reaktionen im orbitofrontalen Cortex hervorruft. Aufgabe der an der Untersuchung teilnehmenden Personen war es, während des Scanvorgangs das Geschlecht von zwei Gesichtern, die ihnen gezeigt wurden, festzustellen. Nach Abschluss des Scans wurden die Personen noch gebeten anzugeben, welches der beiden präsentierten Gesichter attraktiver war bzw. welche Emotion das Gesicht ausdrückte. Die gefundenen Ergebnisse zeigten erneut, dass der mediale orbitofrontale Cortex in Zusammenhang mit Gesichtsattraktivität Aktivierungen aufweist. Zudem konnte nachgewiesen werden, dass diese Region automatisch durch attraktive Gesichter aktiviert wird, auch wenn Personen nicht explizit aufgefordert werden, auf die Attraktivität der anderen Person zu achten, und dass der Grad der Aktivierung durch einen leicht positiven Emotionsausdruck erhöht wird. Bei der Betrachtung weniger attraktiver Gesichter zeigten sich hingegen Aktivierungen im lateralen Bereich des orbitofrontalen Cortexes sowie innerhalb des lateralen präfrontalen Cortexes. Dabei handelt es sich um Regionen, die in früheren Studien mit negativen Verstärkern wie Bestrafung in Verbindung gebracht worden waren. Die Autoren vermuteten daher, dass Belohnungen im medialen OFC repräsentiert sind, wohingegen Bestrafungen im lateralen Teil dieser Gehirnregionen Repräsentationen aufweisen.

Winston, O'Doherty, Kilner, Perrett und Dolan (2007) untersuchten ebenfalls die Aktivität von Gehirnregionen in Zusammenhang mit ästhetischen Urteilen. In ihrer fMRT-Studie sollten Personen Gesichter hinsichtlich ihrer Attraktivität beurteilen. Neben diesen Einschätzungen mussten die Teilnehmer in einer Kontrollaufgabe zudem angeben, ob das präsentierte Gesicht jung, mittleren Alters oder alt ist. Wie bereits in früheren Studien (Aharon et al., 2001; O'Doherty et al., 2003) konnten erneut Aktivierungen innerhalb des

medialen OFC nachgewiesen werden. Interessanterweise zeigten sich diese sowie weitere Aktivierungen innerhalb des medialen präfrontalen Cortexes zwar auch während der expliziten Attraktivitätsurteile, aber in einem stärkeren Ausmaß während der Alterseinschätzungen, also jener Aufgabe, in der Attraktivität indirekt beurteilt wurde. Dies lässt vermuten, dass die beobachteten neuronalen Reaktionen in diesen Gehirnarealen automatisch durch Gesichtsattraktivität hervorgerufen werden. Zudem scheint es möglich, dass es durch den bewussten Versuch, die Attraktivität eines betrachteten Gesichts zu evaluieren, zu einer Abschwächung der belohnenden Funktion ebendieses kommt. Dies würde für die verminderte Aktivierung im medialen OFC während der direkten Attraktivitätseinschätzung sprechen.

Iaria, Fox, Waite, Aharon und Barton (2008) überprüften mittels fMRT, welche Rolle die medialen okzipitotemporalen Regionen bei der Wahrnehmung und Verarbeitung von Gesichtsattraktivität spielen. Neben gesunden Personen nahmen an dieser Studie auch Personen teil, die an Prosopagnosie leiden. So wird die Unfähigkeit, die Identität bereits bekannter Gesichter wiederzuerkennen, bezeichnet. In der Regel geht Prosopagnosie mit einer Läsion des medialen okzipitotemporalen Cortexes einher. Trägt diese Region nun zur Wahrnehmung und Verarbeitung von Gesichtsattraktivität bei, sollten Urteile hinsichtlich der Attraktivität von Gesichtern bei fast allen Personen mit Prosopagnosie eingeschränkt sein und dies sollte sich vor allem in der FFA zeigen. Tatsächlich konnten während der Beurteilung von Gesichtsattraktivität entsprechende Aktivierungen innerhalb dieser Gehirnregion beobachtet werden. Zudem zeigten sich jedoch auch Aktivierungen innerhalb des STS, des Okzipitallappens, der Amygdala sowie des OFC, weshalb die Autoren davon ausgehen, dass die FFA zwar innerhalb dieses verzweigten Netzwerks an der Verarbeitung von Gesichtsattraktivität beteiligt ist, jedoch nicht klar ist, ob sie tatsächlich den Ausgangspunkt des Prozesses ästhetischer Urteile über Gesichter darstellt.

In einer Studie von Tsukiura und Cabeza (2010) zeigten sich während der ästhetischen Beurteilung männlicher Gesichter hinsichtlich ihrer Attraktivität durch weibliche Versuchspersonen ebenfalls erhöhte Aktivierungen innerhalb des medialen OFC. Diese

waren vor allem bei sehr attraktiven Gesichtern stärker ausgeprägt. Neben den ästhetischen Urteilen mussten die Teilnehmerinnen in einer weiteren Aufgabe außerdem moralische Urteile bezüglich verschiedener fiktiver Handlungen fällen. Dabei konnten ebenfalls starke Aktivierungen im medialen OFC in Zusammenhang mit als positiv bewerteten Taten beobachtet werden. Bei unattraktiven Gesichtern sowie als böse eingestuften Handlungen zeigten sich hingegen Aktivierungen innerhalb des insularen Cortexes. Moralische und ästhetische Urteile weisen demnach zumindest teilweise gemeinsame neuronale Grundlagen auf. Somit scheint den Autoren zufolge nun erstmals auch auf neuronaler Ebene ein Erklärungsansatz für das bereits diskutierte „What is beautiful is good“-Stereotyp gefunden worden zu sein.

Geht es darum, explizit die Ästhetik von Objekten zu beurteilen, werden ebenfalls spezifische Gehirnregionen aktiviert. So konnte in einer Studie mit Hilfe von Magnet-Enzephalographie (MEG) nachgewiesen werden, dass während der ästhetischen Einschätzung verschiedener Kunstwerke und Fotografien präfrontale Areale, im Speziellen vor allem der linke präfrontale dorsolaterale Cortex, aktiviert waren. Da alle Teilnehmer der Studie Rechtshänder waren, vermuteten die Autoren in Bezug auf die linksseitig stärker vorhandene Aktivierung, dass ästhetische Urteile, ähnlich wie auch beispielsweise Sprache, eine Funktion zerebraler Dominanz sein könnten (Cela-Conde et al., 2004).

Jacobsen, Schubotz, Höfel und von Cramon (2005) untersuchten in ihrer Studie mittels fMRT ebenfalls neuronale Korrelate von Schönheit. Dazu ließen sie Personen abstrakte geometrische Figuren bezüglich ihrer Schönheit, Symmetrie und Komplexität bewerten. Während der ästhetischen Beurteilung zeigten sich, verglichen mit der Einschätzung der Symmetrie, spezifische Aktivierungen vor allem im rechten anterioren frontomedialen Cortex (Brodmann-Areal 9/10). Zudem wurden erhöhte Aktivitäten innerhalb des ventralen präfrontalen Cortexes (Brodmann-Areal 45/47), des linken Temporallappens und der temporoparietalen Kreuzung (temporoparietal junction, TPJ) beobachtet. Komplexere Muster riefen während ästhetischer Urteile eine erhöhte Aktivierung des rechten lateralen fronto-orbitalen Cortexes hervor. In Zusammenhang mit Urteilen hinsichtlich der Symmetrie

konnte eine bilaterale Aktivierung innerhalb des dorsalen prämotorischen Cortexes und des superioren Parietallappens nachgewiesen werden. Des Weiteren wiesen der intraparietale Sulcus, der ventrale prämotorische Cortex, der linke fusiforme Gyrus und der visuelle Cortex erhöhte Aktivitäten auf. Komplexität führte in diesem Zusammenhang zu erhöhten Aktivierungen im rechten anterioren inferioren frontalen Gyrus sowie im rechten ventralen prämotorischen Cortex. Zudem zeigten sich bei steigender Komplexität sowohl bei ästhetischen als auch bei Symmetrie-Urteilen signifikante Aktivierungen innerhalb der fusiformen Gyri. Die beobachteten Ergebnisse deuten die Autoren dahingehend, dass ästhetische Urteile in Bezug auf Schönheit teilweise Netzwerke aktivieren, die auch bei sozialen oder moralischen Urteilen eine Rolle spielen, jedoch auch spezifische, davon unabhängige Areale.

Den von Jacobson et al. (2005) gefundenen Aktivierungen ähnliche Muster zeigten sich auch bei Chatterjee, Thomas, Smith und Aguirre (2009). Die Aufgabe in dieser Studie bestand darin, anzugeben, ob das jeweils gezeigte Gesicht mehr oder weniger attraktiv als der Durchschnitt war. In diesem Zusammenhang wurden die teilnehmenden Personen explizit gebeten, nicht zu beurteilen, ob sie sich von der betrachteten Person persönlich angezogen fühlten. Während der Durchführung dieser Aufgabe variierte bei den untersuchten Personen in Abhängigkeit von der Attraktivität des jeweils betrachteten Gesichts die neuronale Aktivität innerhalb eines weit verzweigten Netzwerkes, welches den ventralen okzipitalen, den anterioren insularen, den dorsalen posterioren parietalen, den inferioren dorsolateralen und den medialen präfrontalen Cortex umfasst. Die parietalen, medialen und dorsolateralen frontalen Aktivierungen zeigten sich nur während der expliziten Beurteilung von Schönheit, was vermuten lässt, dass diese Regionen neuronale Korrelate von Aufmerksamkeits- und Entscheidungskomponenten der Aufgabe repräsentieren. Das frontomediale Aktivierungsmuster spricht dafür, dass diese Regionen für die evaluative Komponente von ästhetischen Urteilen von Bedeutung sind.

In einer weiteren Aufgabe mussten die teilnehmenden Personen entscheiden, ob zwei nacheinander präsentierte Gesichter identisch waren oder nicht. In diesem Zusammenhang konnte beobachtet werden, dass die neuronale Aktivität in der ventralen okzipitalen Region

selbst dann mit Gesichtsattraktivität korrelierte, wenn Personen nicht explizit auf die Attraktivität der gezeigten Gesichter achten, sondern deren jeweilige Identität feststellen sollten. Die Autoren folgerten daraus, dass diese Region, welche das fusiforme Gesichtsareal, den lateralen okzipitalen Cortex und mediale angrenzende Regionen umfasst, automatisch durch Schönheit aktiviert wird.

Zusammengefasst scheinen attraktive Gesichter während ihrer Betrachtung spezifische, mit Belohnungsfunktionen assoziierte, Gehirnregionen zu aktivieren. Vor allem weibliche attraktive Gesichter wirken in diesem Zusammenhang belohnend auf Männer (Aharon, Etcoff, Ariely, Chabris, O'Connor & Breiter, 2001). Neben anderen Gehirnregionen zeigten sich Aktivierungen zudem vor allem im medialen präfrontalen Bereich und interessanterweise selbst dann, wenn Personen nicht explizit aufgefordert wurden, auf die Attraktivität des präsentierten Gesichts zu achten (O'Doherty et al., 2003; Winston et al., 2007). Somit liegt die Vermutung nahe, dass diese Gehirnregion relativ automatisch auf attraktive Gesichter reagiert. In weiteren Studien zu ästhetischen Urteilen über Objekte und auch Gesichter konnten ebenfalls Aktivierungen in medialen präfrontalen Regionen nachgewiesen werden, denen aufgrund früherer Ergebnisse in diesem Zusammenhang eine bedeutende Rolle bei der Bildung der ästhetischen Urteile zugeschrieben wurde (Jacobsen et al., 2005; Chatterjee et al., 2009). In einer Studie wurden stärkere Aktivierungen in der linken Hemisphäre beobachtet und in Zusammenhang mit der Händigkeit der Studienteilnehmer gebracht (Cela-Conde et al., 2004). Da es sich bei den Teilnehmern vieler der hier berichteten Studien ebenfalls ausschließlich um Rechtshänder gehandelt hat, jedoch keine linksseitige Dominanz berichtet wurde, scheint eine stärker linksseitige Aktivierung in Zusammenhang mit ästhetischen Urteilen über Gesichter wenig wahrscheinlich. Somit scheint bei ästhetischen Urteilen im Allgemeinen, aber auch speziell hinsichtlich der Attraktivität von Gesichtern, neben anderen Gehirnregionen vor allem der mediale präfrontale Cortex eine bedeutende Rolle zu spielen, auf den im folgenden Abschnitt genauer eingegangen wird.

3.2.1. Der mediale präfrontale Cortex (BA10)

Zunächst sei in diesem Zusammenhang erwähnt, dass es in der Literatur mehrere Bezeichnungen für ein und dieselbe Gehirnregion gibt. So wird der mediale präfrontale Cortex (PFC) in Studien auch als anteriorer präfrontaler Cortex, Frontalpol oder rostraler präfrontaler Cortex bezeichnet (Ward, 2010, S. 313). Der Übersichtlichkeit halber wurde erstere Bezeichnung für die vorliegende Arbeit ausgewählt und wird für die entsprechende Gehirnregion verwendet.

3.2.1.1. Anatomie

Der Unterteilung des präfrontalen Cortexes in drei unterschiedliche kortikale Oberflächen (lateral, medial, orbital) folgend, stellt der mediale präfrontale Cortex einen Teil der medialen Oberfläche dar. Diese befindet sich zwischen den beiden Hemisphären vor dem Corpus Callosum und dem anterioren cingulären Cortex. Häufig erfolgt in der Literatur jedoch eine Unterteilung der verschiedenen Regionen in unterschiedliche, funktionsspezifische Areale, die sich annähernd mit den Brodmann-Arealen decken (e.g. Fletcher & Henson, 2001; Petrides, 2000; Stuss et al., 2002; zitiert nach Ward, 2010). Neben dem ventrolateralen und dorsolateralen präfrontalen Cortex sowie dem anterioren cingulären Cortex trifft dies auch auf den medialen PFC zu, der annähernd dem Brodmann-Areal (BA) 10 entspricht (Ward, 2010, S. 312-314).

3.2.1.2. Funktionen

Der mediale PFC übernimmt bei mehreren Prozessen eine wichtige Rolle. In einer Meta-Analyse über die spezifischen Funktionen dieser Gehirnregion sowie deren Lokalisation fanden Gilbert, Spengler, Simons, Steele, Lawrie, Frith und Burgess (2006) empirische Nachweise für eine funktionelle Differenzierung zwischen den lateralen und medialen Subregionen des medialen PFC. Während erstere vor allem bei das Arbeitsgedächtnis bzw. den episodischen Gedächtnisabruf umfassenden kognitiven Aufgaben Aktivierungen aufwiesen, zeigten sich Aktivierungen innerhalb der medialen Subregion vorrangig in

Verbindung mit Studien bezüglich *Theory of Mind (ToM)* bzw. *Mentalizing*². Unter *Mentalizing* versteht man die Fähigkeit, die Gefühle und Gedanken anderer Personen wahrzunehmen, zu verstehen und zu antizipieren (Premack & Woodruff, 1978). Sie entwickelt sich bereits im frühen Kindesalter und ist mit 6 Jahren bei allen normal entwickelten Kindern vollständig ausgeprägt (Baron-Cohen, Leslie & Frith, 1985). Angenommen wird zudem, dass in diesem Zusammenhang universelle Entwicklungsstufen vorliegen, die alle Kinder mehr oder weniger schnell durchlaufen. Beobachtbare Defizite in Bezug auf *Mentalizing* werden aus diesem Grund auch als Hinweise auf eine abweichende Entwicklung gedeutet (Frith & Frith, 2003). Vor allem hinsichtlich der Identifizierung von Autismus spielt dies eine bedeutende Rolle (Baron-Cohen et al., 1985).

Bezüglich der funktionalen Unterteilung innerhalb des medialen PFC konnten weitere Unterschiede auf einer kaudal-rostralen Achse nachgewiesen werden. In den Studien zu *Mentalizing* wurden vor allem Aktivierungen im kaudalen Bereich nachgewiesen, wohingegen die rostralen Subregionen des medialen PFC in Zusammenhang mit *Multi-Tasking* von Bedeutung zu sein scheinen. *Multi-Tasking* wird hier als die Fähigkeit, zukünftige Intentionen und Ziele aufrecht zu erhalten, während in der Zwischenzeit andere Aufgaben bearbeitet oder untergeordnete Ziele zu erreichen versucht werden, definiert (Gilbert et al., 2006).

Um diese Annahmen zur funktionalen Spezifizierung innerhalb des medialen PFC, die auf fMRT-Studien mit gesunden Versuchspersonen beruhen (Gilbert et al., 2006), noch weiter empirisch zu stützen, verglichen Roca, Torralva, Gleichgerricht, Woolgar, Thompson, Duncan und Manes (2011) die Leistungen bei Aufgaben zur Überprüfung der *Mentalizing*- und *Multi-Tasking*-Fähigkeiten von Personen mit Läsionen in diesem Bereich (BA10) mit jenen von Personen mit frontalen Läsionen, die jedoch nicht BA10 involvierten, sowie mit jenen von

² Da es sich bei beiden Begriffen um Synonyme handelt, wird in der vorliegenden Studie zur besseren Übersichtlichkeit *Mentalizing* als Bezeichnung verwendet.

gesunden Personen. Nur bei der Gruppe mit Läsionen im Bereich des medialen PFC konnten Leistungsdefizite bei beiden Aufgaben beobachtet werden. Zudem konnte aufgrund des Vergleichs mit den Patienten mit frontalen, nicht BA10 umfassenden, Läsionen ausgeschlossen werden, dass diesen Schwächen eine generelle Verschlechterung der exekutiven Funktionen zugrunde lag. Des Weiteren zeigten sich signifikante Korrelationen einerseits zwischen der *Multi-Tasking*-Leistung und Schädigungen im rechten lateralen Bereich des medialen PFC sowie andererseits zwischen den *Mentalizing*-Leistungen und dem totalen BA10-Läsionsvolumen. Somit konnten die von Gilbert et al. (2006) postulierten Annahmen bezüglich der funktionalen Spezifizierung des medialen PFC erstmalig auch durch Läsionen in den entsprechenden Gehirnregionen und damit einhergehenden Verschlechterungen teilweise empirisch nachgewiesen werden.

Amodio und Frith kommen in ihrem Review (2006) ebenfalls zu dem Schluss, dass der mediale PFC vor allem bezüglich der *Mentalizing*-Fähigkeiten von enormer Bedeutung ist. Daneben spielt er in Zusammenhang mit Selbstkenntnis, also der Fähigkeit, das Selbst von anderen Objekten zu differenzieren sowie mit dem Selbst in Verbindung stehende Eigenschaften und Präferenzen zu erkennen, eine wichtige Rolle. Des Weiteren ist er in die Wahrnehmung und Einschätzung anderer Personen involviert. So wurde der mediale PFC beispielsweise mit evaluativen Urteilen in Verbindung gebracht. Damit sind Urteile gemeint, bei denen die interne Skala einer Person in Beziehung zu ihrem individuellen Wertesystem steht, welches wiederum auf Präferenzen, Normen, ästhetischen Werten und dergleichen beruht (Zysset, Huber, Ferstl & von Cramon, 2002). Aber nicht nur hinsichtlich der Selbstkenntnis sowie der Wahrnehmung und Beurteilung anderer Personen spielt der mediale präfrontale Cortex eine wichtige Rolle, sondern auch wenn es gilt, über das Selbst zu reflektieren (Gusnard, Akbudak, Shulman & Raichle, 2001). Zudem konnte nachgewiesen werden, dass es Personen nach der Hemmung des medialen PFC mittels kathodischer transkranieller Gleichstromstimulation (tDCS) schneller gelang und leichter fiel zu lügen (Karim, Schneider, Lotze, Veit, Sauseng, Braun & Birbaumer, 2010). Somit scheint diese Gehirnregion auch bei moralischen Urteilen eine bedeutende Rolle zu übernehmen.

Beurteilt man ein Gesicht nun hinsichtlich seiner Attraktivität, handelt es sich hierbei auch um ein evaluatives Urteil (Roye, Höfel & Jacobsen, 2008). So muss eine Person, bevor sie ein ästhetisches Urteil abgibt, überlegen: „Finde ich dieses Gesicht schön?“. Sie muss also das zu bewertende Objekt auf einer Skala, die auf dem individuellen Wertesystem beruht, beurteilen. Liegen ästhetischen Urteilen über Gesichter daher dieselben neuronalen Strukturen zugrunde wie jenen der evaluativen Urteile? Spielt daher vor allem der mediale präfrontale Cortex eine bedeutende Rolle für die Bildung ästhetischer Urteile? Oder beruhen ästhetische Urteile auf einer relativ automatischen Verarbeitung von Gesichtsattraktivität, die schnell und unbewusst abläuft?

4. Fragestellung und Hypothesen

Wie in den vorangegangenen Abschnitten erläutert, ist vor allem hinsichtlich ästhetischer Urteile über Gesichter die Untersuchung der dabei aktivierten Gehirnregionen sehr interessant: Gerade diese Entscheidungen scheinen nämlich zu einem wesentlichen Teil auf biologisch determinierten Grundlagen zu beruhen, da sie innerhalb verschiedener Kulturen und sogar darüber hinaus sehr konsistent sind und universellen Prinzipien wie Symmetrie, Durchschnittlichkeit oder Prototypikalität folgen (Thornhill & Gangestad, 1999b; Chatterjee, 2010). Zudem lassen sich erst durch die Untersuchung der zugrundeliegenden neuronalen Strukturen und damit einhergehender empirischer Nachweise Zusammenhänge aufdecken, die bis dahin rein spekulativer Natur waren.

Studien zeigten, dass bei ästhetischen Urteilen hinsichtlich der Attraktivität von Gesichtern ein weit verzweigtes neuronales Netzwerk aktiviert wird, in dem neben anderen Gehirnregionen vor allem der mediale PFC eine bedeutende Rolle spielt (Jacobsen et al., 2005; Chatterjee et al., 2009). Funktional wurde diese Region bereits mit selbstbezogenen Prozessen, wie etwa evaluativen Urteilen, in Verbindung gebracht (Zysset et al., 2002), zu denen neben anderen auch ästhetische Urteile zählen. Jedoch spielt der mediale PFC nicht nur hinsichtlich selbstbezogener Reflexionen eine wichtige Rolle, sondern auch in Zusammenhang mit *Mentalizing* (e.g. Frith & Frith, 2003).

Bisher wurde zur Erforschung des Zusammenhangs zwischen verschiedenen Gehirnregionen und der Verarbeitung sowie ästhetischen Beurteilung von Gesichtern vor allem funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) eingesetzt, mit deren Hilfe zwar die Aktivität von Gehirnregionen festgestellt werden kann, jedoch keine kausale Schlussfolgerung möglich ist (e.g. Jacobsen et al., 2005; Chatterjee et al, 2009). Im Gegensatz dazu handelt es sich bei transkranieller Gleichstromstimulation (tDCS) um eine neurowissenschaftliche Methode, mittels deren Einsatz eine gezielte Stimulation bzw. Hemmung bestimmter Gehirnregionen und dadurch die Feststellung kausaler Zusammenhänge ermöglicht wird (Nitsche & Paulus, 2000; Nitsche & Paulus, 2007; Nitsche et al., 2008). Dabei führt „der transkortikale Gleichstrom, welcher durch an den Hautelektroden anliegenden Gleichspannung induziert wird, [...] zu einer unterschwelligen „tonischen“ Auslenkung des Ruhemembranpotenzials kortikaler Neurone, in dessen Folge indirekt die Häufigkeit spontaner Aktionspotenziale steigt“ (Nitsche & Paulus, 2007, S. 535).

Somit stellte sich in der vorliegenden Studie die zentrale Frage, ob sich durch Anwendung von tDCS auf den medialen PFC eine Veränderung ästhetischer Urteile über attraktive Gesichter erzielen lässt und in welcher Form sich diese äußert. Ist der mediale PFC entscheidend an der Bildung ästhetischer Urteile beteiligt, ist davon auszugehen, dass Personen, deren Aktivität im medialen PFC durch tDCS gehemmt wird, weniger sicher entscheiden können, ob ein Gesicht attraktiv ist. Diese, in der vorliegenden Studie untersuchte Hypothese stützt sich somit auf die Annahmen von Haxby et al. (2000) sowie Senior (2003), wonach ästhetische Urteile über Gesichter erst auf einer späteren Stufe der Gesichtswahrnehmung erfolgen. Wird, den Ergebnissen von Olsen und Marshuetz (2005) sowie den Überlegungen von Palermo und Rhodes (2007) folgend, Gesichtsattraktivität jedoch bereits in einem frühen Stadium der Gesichtswahrnehmung registriert und beurteilt, sollten keine Veränderungen in den Entscheidungen der untersuchten Personen zu beobachten sein.

Überprüft wurde diese Hypothese in der vorliegenden Studie einerseits durch den Vergleich von Gesichtspaaren unterschiedlicher Attraktivität mit dem Ziel der Entscheidung

für das subjektiv attraktivere. Erhoben wurde dabei als abhängige Variable die Reaktionszeit von Beginn der Präsentation der Gesichter bis zur Entscheidung per Tastendruck.

Andererseits wurden die für den Vergleich verwendeten Gesichter auf einer fünfstufigen Likert-Skala hinsichtlich ihrer Attraktivität beurteilt. Die abhängige Variable stellten in diesem Zusammenhang somit die Bewertungen der Gesichter dar.

Des Weiteren wurde angenommen, dass sich die Leistung von Personen hinsichtlich ihrer Fähigkeit, über den Zustand anderer Personen zu reflektieren, also in Bezug auf ihre *Mentalizing*-Fähigkeiten, nach der Anwendung von tDCS auf den medialen PFC ebenfalls verschlechtert. Diese Hypothese wurde mithilfe der deutschen Version des „Reading Mind in the Eyes“ Tests (RMET; Voracek & Dressler, 2006) überprüft. Dieses Verfahren besteht aus insgesamt 36 Fotografien der Augenpartien diverser Schauspielerinnen und Schauspieler, die jeweils gemeinsam mit 4 unterschiedlichen Adjektiven präsentiert werden. Die Aufgabe besteht darin, jenes Eigenschaftswort auszuwählen, das die Gefühle oder Gedanken der präsentierten Person am besten beschreibt. Bei diesem Verfahren wurden sowohl die Reaktionszeiten von Beginn der Präsentation bis zur Entscheidung als auch die Korrektheit der Antworten erhoben.

Die generelle motorische Reaktionsfähigkeit sollte schließlich von der durch die tDCS hervorgerufenen Hemmung nicht betroffen sein und Personen sollten daher in diesem Zusammenhang keine Einschränkungen aufweisen. Überprüft wurde diese Hypothese durch eine einfache Reaktionszeit-Aufgabe, bei der zwei Kreise unterschiedlicher Größe gleichzeitig mit dem Ziel präsentiert wurden, den größeren der beiden zu erkennen und auszuwählen. Erhoben wurde hier die Reaktionszeit von Beginn der Präsentation bis zur Entscheidung per Tastendruck.

Da Attraktivitätsurteile von Männern und Frauen über gegengeschlechtliche Gesichter zu unterschiedlich starken Aktivierungen in präfrontalen Regionen führten (Aharon et al., 2001; O’Doherty et al., 2003), wurden alle Hypothesen zunächst für Männer und Frauen gemeinsam, in weiterer Folge aber auch nach Geschlechtern getrennt überprüft.

5. Methode

5.1. Studienteilnehmer

Insgesamt nahmen 30 Personen im Alter von 20 bis 42 Jahren ($M = 23.3$, $SD = 4.59$) an der Studie teil, von denen jeweils 15 männlich und 15 weiblich waren. Bei allen Teilnehmern handelte es sich um Psychologiestudenten, die im Rahmen diverser Lehrveranstaltungen Bonuspunkte bzw. eine gewisse Anzahl von Versuchspersonenstunden zu erwerben hatten. Alle Personen, die an dieser Studie teilnahmen, waren Rechtshänder und erfüllten die für tDCS-Studien an der Fakultät für Psychologie der Universität Wien geltenden Kriterien. Um dies zu überprüfen, füllten alle Teilnehmer vor Beginn der Testungen eine entsprechende Checkliste sowie das Edinburgh Händigkeits-Inventar (Oldfield, 1971) aus und unterschrieben eine Einverständniserklärung.

5.2. Materialien

5.2.1. Ästhetische Urteile über Gesichtsattraktivität

Bei der Erhebung der ästhetischen Urteile über Gesichtsattraktivität umfasste das Stimulusmaterial insgesamt 56 Bilder von jeweils 28 männlichen sowie 28 weiblichen Gesichtern, die in einer früheren Studie als die attraktivsten bzw. unattraktivsten innerhalb eines umfangreicheren Sets von Bildern bewertet worden waren (Gerger, Leder, Tinio & Schacht, 2011).



Abbildung 1. Beispiele für männliche und weibliche sehr und wenig attraktive Gesichter.

5.2.2. Reaktionsfähigkeit

Zur Überprüfung der motorischen Reaktionsfähigkeit diente ein Größenvergleich zweier Symbole. Dafür wurden zwei schwarzen Kreisen unterschiedlicher Größe auf weißem Hintergrund ausgewählt.

5.2.3. Reading Mind in the Eyes Test

Zur Überprüfung der Annahme, dass Aufgaben, in denen es darum geht, den Zustand anderer Personen zu reflektieren, nach kathodischer Stimulation ebenfalls schlechter bewältigt werden können, wurde ein *Mentalizing*-Task vorgegeben. Dabei handelte es sich um die revidierte Version des „Reading the Mind in the Eyes“ Tests (Baron-Cohen, Wheelwright, Hill, Raste & Plumb, 2001), dessen deutsche Übersetzung verwendet wurde (Voracek & Dressler, 2006). Das Verfahren besteht aus insgesamt 36 Fotografien der Augenpartien diverser Schauspielerinnen und Schauspieler. Zu jedem dieser 36 Bilder wurden jeweils 4 unterschiedliche Adjektive präsentiert.



scherzend - vorsichtig - arrogant – ermutigend

Abbildung 2. Beispielimitem mit den zugehörigen vier Lösungsmöglichkeiten (richtige Antwort: „vorsichtig“).

5.3. Ablauf der Studie

Vor Beginn der Studie mussten alle Teilnehmer einen Online-Fragebogen bearbeiten, der mit Hilfe von HTML programmiert worden war. Dieser enthielt dieselben 56 Bilder, welche später im Experiment präsentiert wurden. Auf einer fünfstufigen Likert-Skala sollten die Versuchspersonen jedes Gesicht bezüglich seiner Attraktivität einschätzen (1 = wenig attraktiv, 5 = sehr attraktiv). Die Vorgabe der Stimuli erfolgte randomisiert und ohne Zeitbegrenzung. Die so erhobenen Daten dienten als Grundlage für die spätere Datenauswertung der Attraktivitätsratings.

Nachdem die Versuchspersonen die Einverständniserklärung, die tDCS-Checkliste und den Fragebogen ihre Händigkeit betreffend ausgefüllt hatten, wurden die Elektroden für die Stimulation appliziert. Zur kathodischen bzw. sham-Stimulation wurde eine 10 cm² große Schwammelektrode über dem medialen PFC, entsprechend dem EEG-Punkt AFz (gemäß 10-20-System), angebracht. Die Referenzelektrode mit einer Größe von 100 cm² wurde über dem okzipitalen Cortex, entsprechend dem EEG-Punkt Oz, platziert. Beide Elektroden wurden mit NaCl-Lösung getränkt. Zur Erhöhung der Leitfähigkeit wurde zudem Elektrodengel auf die an der Kopfhaut platzierte Seite der Elektroden aufgetragen. Zur Positionierung und Fixierung beider Elektroden diente eine EEG-Haube. Nach der Applikation nahmen die Versuchspersonen in einem schalldichten Raum Platz und die Stimulation wurde gestartet. Für die tDCS wurde ein DC-Stimulator der Firma neuroConn GmbH verwendet. Die kathodische Stimulation erfolgte für 1200 ms mit einer Stärke von 1 mA, auf die sich das Gerät in einer kurzen Vorlaufphase, einem sog. „fade in“, von 30 s hochregulierte. Nach Ende der Stimulation folgte entsprechend ein „fade out“ von 30 s. Die sham-Stimulation verlief analog dazu mit dem bedeutenden Unterschied, dass die Stimulation nach 30 Sekunden wieder aussetzte. Bei einer so geringen Dauer hat die tDCS nach Ende der Stimulation keine Effekte mehr auf die kortikale Erregbarkeit, die hingegen bei einer Stimulationsdauer von mehreren Minuten für eine Zeitspanne von bis zu einer Stunde nach ihrem Ende beeinflusst wird (Nitsche & Paulus, 2000). Da es sich bei dem Experiment um eine Doppelblind-Studie handelte, wurden für die beiden Bedingungen unterschiedliche Codes verwendet, mit denen die entsprechenden Einstellungen abgerufen werden konnten. Während bei der einen Hälfte der Versuchspersonen zum ersten Testzeitpunkt die kathodische, zum zweiten hingegen die sham-Stimulation angewendet wurde, verhielt es sich bei der anderen Hälfte der Teilnehmer genau umgekehrt.

Fünf Minuten nach Start der Stimulation wurde mit der Aufgabenpräsentation begonnen. Alle Aufgaben wurden mit ePrime programmiert. Die Präsentation erfolgte auf einem 19“ Monitor mit einer Bildschirmauflösung von 1280 x 1024 Pixel. Die Teilnehmer saßen in einer Entfernung von 95 cm vor dem Bildschirm und bearbeiteten die Aufgaben mithilfe einer

Response-Button Box, die 5 Tasten umfasste. Welche Taste mit welchem Finger zu bedienen war, wurde den Versuchspersonen jeweils im Rahmen der Instruktionen vorgegeben.

Zunächst wurden den Versuchspersonen Übungsbeispiele präsentiert, um mit den Aufgaben und der Bedienung der Response Button Box vertraut zu werden. Daran anschließend begann die Studie, welche aus vier Blöcken mit Pausen von jeweils einer Minute bestand. Zwei der vier Blöcke dienten der Überprüfung der Attraktivitätsurteile über Gesichter. Ein weiterer Block diente der Erfassung der generellen Reaktionsfähigkeit. Mithilfe des vierten Blocks wurde schließlich die *Mentalizing*-Fähigkeit erfasst. Die Vorgabe der Blöcke erfolgte permutiert.

Der erste Block bestand aus einer Reihe von Paarvergleichen. Dafür wurden von den 56 Gesichtern jeweils sehr attraktive mit sehr attraktiven, wenig attraktive mit wenig attraktiven, aber auch sehr attraktive mit wenig attraktiven kombiniert. Dadurch ergaben sich insgesamt 112 Gesichtspaare, bestehend aus den drei verschiedenen Gruppen mit hohem, mittlerem und niedrigem Attraktivitätsabstand. Die Aufgabe der Versuchsperson bestand darin, möglichst spontan zu entscheiden, welches der beiden Gesichter das attraktivere ist. Die Präsentation der Paare erfolgte randomisiert. In jedem Durchgang erschien zunächst ein Fixationskreuz in einem variierenden Zeitraum von 500 – 2000 ms, woran anschließend das Gesichtspaar für maximal 5000 ms gezeigt wurde. Danach wurde erneut ein Fixationskreuz für 1000 ms präsentiert (siehe Abbildung 3). Erhoben wurde die Reaktionszeit, die eine Person benötigte, um mittels Tastendruck zu entscheiden, welches der beiden Bilder das attraktivere ist.

Im nächsten Block wurden dieselben 56 Gesichter jeweils einzeln präsentiert und die Versuchspersonen gebeten, diese auf einer fünfstufigen Likert-Skala hinsichtlich ihrer Attraktivität zu beurteilen. Auch hier erfolgte die Vorgabe der Stimuli randomisiert. Nach der Präsentation eines Fixationskreuzes für 1000 ms wurde das zu bewertende Gesicht so lange gezeigt, bis die Versuchsperson ihr Urteil mittels Tastendruck abgab. Anschließend erschien wieder ein Fixationskreuz für 500 ms.

Um sicherzugehen, dass nicht die generelle Reaktionsfähigkeit und keine motorischen Gehirnareale durch die Stimulation beeinflusst worden waren, wurde in einem weiteren

Block eine einfache Reaktionszeit-Aufgabe vorgegeben, in der analog zum Gesichter-Paarvergleich zwei unterschiedlich große Kreise gezeigt wurden. Die Aufgabe bestand darin, so schnell wie möglich mittels Tastendruck zu entscheiden, welcher der beiden der größere Kreis ist. Insgesamt wurden 100 Vergleiche vorgegeben, wobei der größere der beiden Kreise bei jeweils 50 Vergleichen links bzw. rechts gezeigt wurde. Die Präsentation der Stimuli erfolgte randomisiert. Nach Einblendung eines Fixationskreuzes für einen jeweils variierenden Zeitraum von 1500 - 3000 ms folgte die Präsentation der Stimuli so lang, bis eine Entscheidung getroffen wurde. Anschließend erschien erneut ein Fixationskreuz für 1000 ms.

Im vierten Block schließlich erfolgte die Vorgabe des RMET. Die Aufgabe bestand darin, jenes Eigenschaftswort auszuwählen, dass am besten beschreibt, was die gezeigte Person denkt oder fühlt. Die Präsentationsdauer der Stimuli war unbegrenzt. Nachdem sich die Versuchsperson mittels Tastendruck für einen der vier zur Auswahl stehenden Begriffe entschieden hatte, erschien sofort das nächste Bild. Auch hier erfolgte die Vorgabe der Stimuli randomisiert. Erhoben wurde in diesem Zusammenhang einerseits die Korrektheit der Antworten, andererseits aber auch die Reaktionszeit. Nach der vollständigen Bearbeitung der vier Aufgabenblöcke wurden die Teilnehmer abschließend noch gebeten, einen Fragebogen zur Erfassung von Beeinträchtigungen nach transkranieller Gleichstromstimulation auszufüllen.

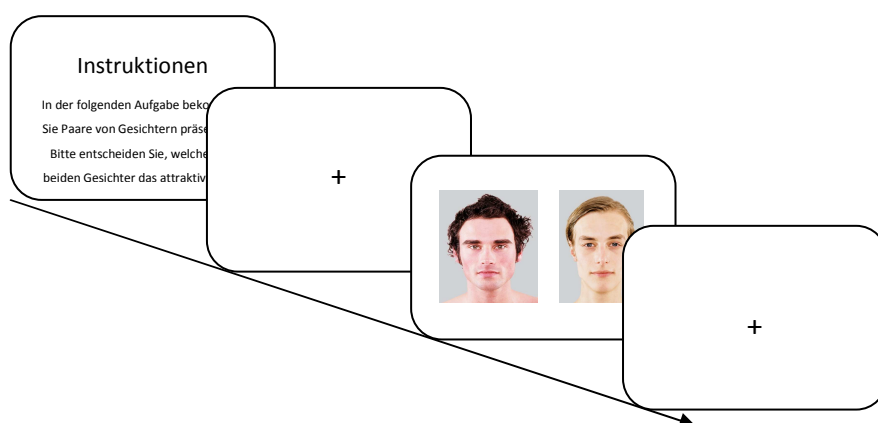


Abbildung 3. Beispielhafter Ablauf des Beginns und eines Trials der Attraktivitätsvergleichsaufgabe.

6. Ergebnisse

Für jede der vier in den Testungen vorgegebenen Aufgaben wurde eine separate Analyse der Daten durchgeführt. Zunächst erfolgte eine deskriptivstatistische Auswertung, danach wurden die Daten bereinigt. Als Ausreißer wurden – Empfehlungen in der Fachliteratur folgend (Field, 2009, S. 153) – all jene Rohwerte klassifiziert, die mehr als zwei Standardabweichungen vom Mittelwert entfernt lagen. Anschließend wurden im Zuge der interferenzstatistischen Auswertung ANOVAS mit Messwiederholung berechnet. Diese Ergebnisse werden nun im Folgenden genauer dargestellt.

6.1. Reaktionsfähigkeit

Zunächst war es wichtig zu überprüfen, ob tDCS einen Einfluss auf die allgemeine motorische Reaktionsfähigkeit hatte. In Tabelle 1 sind die zugehörigen Mittelwerte und Standardabweichungen der bei dieser Aufgabe erhobenen Reaktionszeiten nach Stimulationsbedingungen sowie nach Testzeitpunkten getrennt dargestellt. Im Zuge der deskriptiven Auswertung zeigte sich, dass die Reaktionszeiten schiefverteilt waren. In einem nächsten Schritt wurde daher eine Z-Transformation durchgeführt, um statistische Ausreißer erkennen und die Werte um diese bereinigen zu können.

Zur Analyse der Mittelwerte wurde anschließend eine 2 (Stimulationsbedingung) x 2 (Testzeitpunkt) ANOVA mit Messwiederholung mit Stimulationsbedingung als Innersubjektfaktor und Testzeitpunkt als Zwischensubjektfaktor durchgeführt. Dabei zeigte sich kein signifikanter Haupteffekt für die Stimulationsbedingung, $F(1, 28) = .19, p = .67$. Auch der Haupteffekt für den Testzeitpunkt war nicht signifikant, $F(1, 28) = 2.74, p = .11$. Ebenfalls nicht signifikant war zudem die Interaktion zwischen beiden Variablen, $F(1, 28) = 1.52, p = .23$. TDCS führte demnach zu keiner Veränderung in den Reaktionszeiten der Teilnehmer.

Zur Überprüfung, ob der Vorgabezeitpunkt der Aufgabe im Experiment (Block) einen Einfluss auf die Reaktionsfähigkeit hat, wurde eine 2 (Stimulationsbedingung) x 4 (Block) ANOVA mit Messwiederholung mit Stimulationsbedingung als Innersubjektfaktor und Block

als Zwischensubjektfaktor gerechnet. Auch hier zeigten sich weder für die Stimulationsbedingung noch für den Block signifikante Haupteffekte, $F(1, 26) = .24, p = .63$ bzw. $F(3, 26) = 2.20, p = .11$. Auch die Interaktion zwischen beiden Variablen war nicht signifikant, $F(3, 26) = 2.32, p = .10$. Demzufolge hatte auch der Zeitpunkt der Vorgabe im Experiment keinen Einfluss auf die Reaktionsfähigkeit.

Tabelle 1

Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten (in ms) nach Stimulationsbedingung und Testzeitpunkt getrennt.

Reaktionszeit	Stimulation		Testzeitpunkt	
	sham	kathodisch	1	2
mit Ausreißern	433.91 (389.00)	429.89 (383.00)	443.35 (327.46)	420.45 (381.00)
ohne Ausreißer	409.48 (99.69)	412.93 (116.44)	416.74 (107.41)	405.69 (109.08)
mit Ausreißern ^a	.01 (1.14)	-.01 (.84)	.04 (1.15)	-.04 (.82)
ohne Ausreißer ^a	-.08 (.35)	-.07 (.41)	-.05 (.38)	-.09 (.38)

Anmerkung . ^a Werte sind z-transformiert.

6.2. Reaktionszeiten für den Attraktivitätsvergleich

Zur Überprüfung, ob die Versuchspersonen nach kathodischer tDCS über dem medialen PFC in ihrer Urteilsfähigkeit hinsichtlich der Attraktivität von Gesichtern eingeschränkt waren, wurde zunächst eine Vergleichsaufgabe vorgegeben, bei der sie sich für das attraktivere von zwei gleichzeitig präsentierten Gesichtern entscheiden sollten. In Tabelle 2 finden sich die Mittelwerte und Standardabweichungen der in diesem Zusammenhang gemessenen Reaktionszeiten getrennt nach Stimulationsbedingungen, Testzeitpunkten sowie Attraktivitätsdifferenzen der beiden Gesichter in den präsentierten Gesichtspaaren, über welche die ästhetischen Urteile gefällt werden mussten. Zur Feststellung statistischer Ausreißer und Bereinigung der Daten wurde erneut eine Z-Transformation durchgeführt.

Tabelle 2

Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten (in ms) nach Stimulationsbedingung, Testzeitpunkt sowie Attraktivitätsunterschied zwischen den präsentierten Stimuli getrennt.

Reaktionszeit	Stimulation		Testzeitpunkt		Attraktivitätsdifferenz		
	sham	kathodisch	1	2	niedrig	mittel	hoch
mit Ausreißern	1435.01 (665.24)	1394.79 (675.08)	1528.46 (709.36)	1301.52 (608.47)	1611.50 (784.64)	1516.05 (689.85)	1266.70 (554.61)
ohne Ausreißer	1324.51 (478.91)	1292.57 (489.26)	1388.19 (482.70)	1231.95 (473.56)	1427.86 (524.61)	1392.37 (501.95)	1213.10 (434.27)
mit Ausreißern ^a	.03 (.99)	-.03 (1.01)	.17 (1.06)	-.17 (.91)	.29 (1.17)	.15 (1.03)	-.22 (.82)
ohne Ausreißer ^a	-.11 (.35)	-.16 (.37)	-.03 (.72)	-.27 (.70)	.03 (.78)	-.03 (.75)	-.29 (.64)

Anmerkung .^a Werte sind z-transformiert.

Die Analyse der Mittelwerte anhand einer 2 (Stimulationsbedingung) x 2 (Testzeitpunkt) ANOVA mit Messwiederholung mit Stimulationsbedingung als Innersubjektfaktor und Testzeitpunkt als Zwischensubjektfaktor ergab keinen signifikanten Haupteffekt für die Stimulationsbedingung, $F(1, 28) = .87, p = .36$. Auch zeigte sich kein signifikanter Haupteffekt für den Testzeitpunkt, $F(1, 28) = .06, p = .81$, jedoch eine signifikante Interaktion, $F(1, 28) = 21.42, p < .01, \eta_p^2 = .43$. Wurde die Stimulation während der ersten Testung durchgeführt, erbrachten die Studienteilnehmer ohne Stimulation, also während der zweiten Testung, kürzere Reaktionszeiten. Bei jenen Versuchspersonen, die zum ersten Testzeitpunkt keiner Stimulation ausgesetzt waren, zeigte sich jedoch der umgekehrte Fall, d.h. sie entschieden während der kathodischen Stimulation schneller (siehe Abbildung 4). Auf die Reaktionszeiten der Attraktivitätsurteile hatte tDCS folglich keinen Einfluss.

Zur Überprüfung einer möglichen Auswirkung des Vorgabezeitpunkts der Aufgabe im Experiment (Block) auf die Reaktionsfähigkeit wurde anschließend eine 2 (Stimulationsbedingung) x 4 (Block) ANOVA mit Messwiederholung mit Stimulationsbedingung als Innersubjektfaktor und Block als Zwischensubjektfaktor durchgeführt. Dabei zeigten sich ebenfalls keine signifikanten Haupteffekte für die Stimulationsbedingung sowie den Block $F(1, 26) = .55, p = .47$ bzw. $F(3, 26) = 1.57, p = .22$. Auch die Interaktion war nicht signifikant, $F(3, 26) = .63, p = .22$, somit führte der

Vorgabezeitpunkt der Aufgabe im Experiment zu keinen Veränderungen in den Reaktionszeiten der Attraktivitätsurteile.

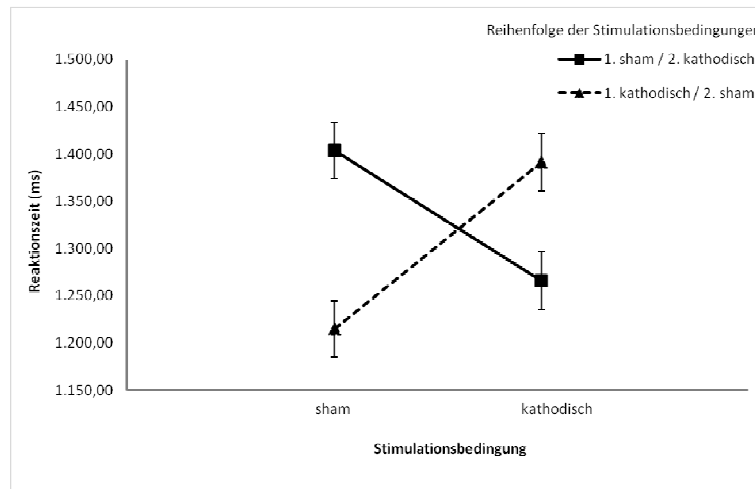


Abbildung 4 . Mittlere Reaktionszeiten des Attraktivitätsvergleichs bei sham sowie kathodischer Stimulation, nach Reihenfolge der Stimulationsbedingungen getrennt.

6.2.1. Attraktivitätsvergleich nach Geschlechtern getrennt

Aufgrund von Beobachtungen in früheren Studien, wonach Attraktivitätsurteile von Männern und Frauen über gegengeschlechtliche Gesichter zu unterschiedlich starken Aktivierungen in präfrontalen Regionen führten (Aharon et al, 2001; O'Doherty et al., 2003), folgten dahingehend weitere Mittelwertanalysen der ästhetischen Urteile nach Geschlechtern getrennt. Sowohl für Frauen als auch für Männer wurde je eine 2 (Stimulationsbedingung) x 2 (Geschlecht der Stimuli) x 2 (Testzeitpunkt) ANOVA mit Messwiederholung mit Stimulationsbedingung und Geschlecht der Stimuli als Innersubjektfaktoren sowie Testzeitpunkt als Zwischensubjektfaktor durchgeführt. Eine Analyse der Mittelwerte nach Vorgabezeitpunkt der Aufgabe im Experiment erfolgte in diesem Zusammenhang aufgrund des dabei resultierenden niedrigen Stichprobenumfangs nicht.

6.2.1.1. Attraktivitätsvergleiche der Frauen

Frauen beurteilten sowohl gleichgeschlechtliche als auch gegengeschlechtliche Gesichtspaare gleich schnell, $F(1, 13) = .67, p = .43$. Auch für die Stimulationsbedingung

sowie den Testzeitpunkt ergaben sich bei den weiblichen Versuchspersonen keine signifikanten Haupteffekte, $F(1, 13) = .01, p = .93$ (Stimulationsbedingung) bzw. $F(1, 13) = .43, p = .52$ (Testzeitpunkt). Wie in Abbildung 5 ersichtlich zeigte sich erneut, dass in Abhängigkeit davon, ob zum ersten oder zum zweiten Testzeitpunkt stimuliert wurden, Entscheidungen entweder mit oder ohne tDCS schneller getroffen wurden, $F(1, 13) = 8.57, p = .01, \eta_p^2 = .40$ (Stimulationsbedingung x Testzeitpunkt). Die Interaktion zwischen Geschlecht der Stimuli und Stimulationsbedingung erwies sich bei den weiblichen Versuchspersonen als nicht signifikant, $F(1, 13) = .07, p = .80$, ebenso wenig jene zwischen Geschlecht der Stimuli und Testzeitpunkt, $F(1, 13) = .92, p = .36$. Auch konnte keine signifikante Interaktion zwischen allen drei Variablen beobachtet werden, $F(1, 13) = 3.64, p = .08$ (Geschlecht der Stimuli x Stimulationsbedingung x Testzeitpunkt). Somit zeigte sich kein Unterschied zwischen gegen- und gleichgeschlechtlichen Stimuli beim Attraktivitätsvergleich, der auf tDCS zurückzuführen gewesen wäre.

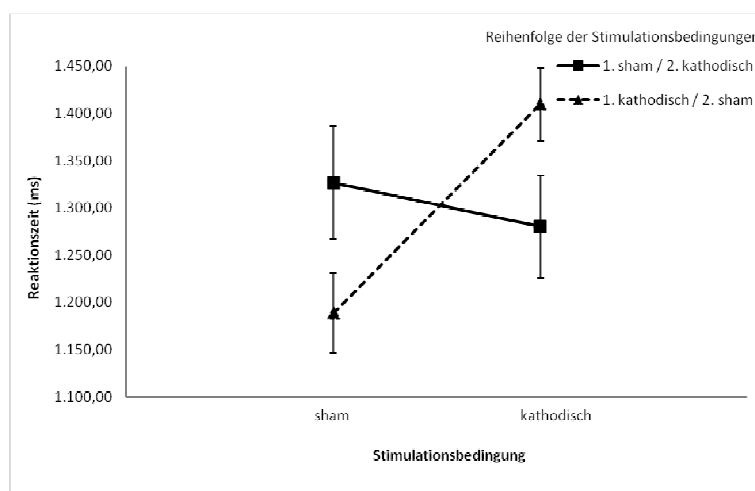


Abbildung 5. Mittlere Reaktionszeiten des Attraktivitätsvergleichs gegengeschlechtlicher Stimuli für weibliche Versuchspersonen (Vpn) bei sham sowie kathodischer Stimulation, nach Reihenfolge der Stimulationsbedingungen getrennt.

6.2.1.2. Attraktivitätsvergleiche der Männer

Männer beurteilten ebenfalls männliche und weibliche Gesichter gleich schnell, $F(1, 13) = .03, p = .87$. Für die Stimulationsbedingung sowie den Testzeitpunkt ergaben sich auch bei den männlichen Versuchspersonen keine signifikanten Haupteffekte, $F(1, 13) = .71, p = .41$ (Stimulationsbedingung) bzw. $F(1, 13) = .13, p = .72$ (Testzeitpunkt). Die Interaktion zwischen

Stimulationsbedingung und Testzeitpunkt war, wie auch bei den Frauen, signifikant, $F(1, 13) = 8.14$, $p = .01$, $\eta_p^2 = .39$ (siehe Abbildung 6), jene zwischen Geschlecht der Stimuli und Testzeitpunkt wiederum nicht, $F(1, 13) = 2.51$, $p = .14$. Zwischen dem Geschlecht der Stimuli und der Stimulationsbedingung zeigte sich ebenfalls keine signifikante Interaktion, $F(1, 13) = .04$, $p = .85$, wie auch nicht zwischen allen drei Variablen, $F(1, 13) = .01$, $p = .97$ (Geschlecht der Stimuli x Stimulationsbedingung x Testzeitpunkt).

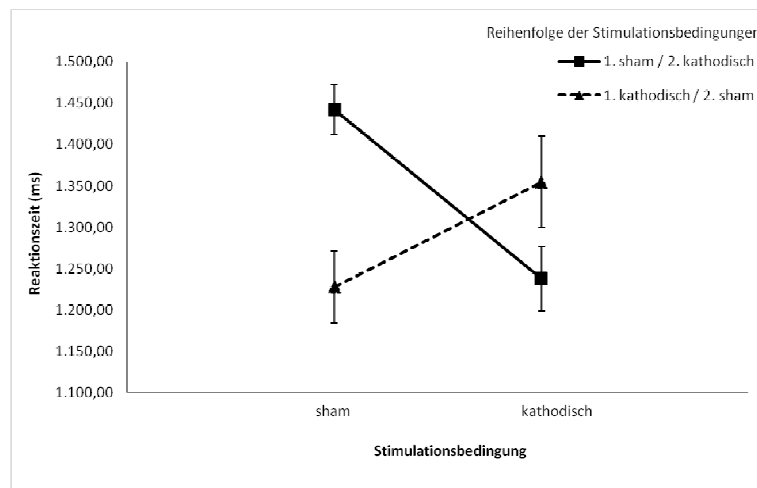


Abbildung 6. Mittlere Reaktionszeiten des Attraktivitätsvergleichs gegengeschlechtlicher Stimuli für männliche Vpn bei sham sowie kathodischer Stimulation, nach Reihenfolge der Stimulationsbedingungen getrennt.

6.2.2. Reaktionszeiten nach Attraktivitätsdifferenzen der Stimuli getrennt

Im Anschluss an diese ersten Mittelwertanalysen erfolgte eine Aufteilung der Daten in Abhängigkeit von der Attraktivitätsdifferenz zwischen den in der Aufgabe präsentierten Gesichtspaaren. Dieser Vorgangsweise lag die Annahme zugrunde, wonach Entscheidungen bei Gesichtspaaren, die eine geringe Attraktivitätsdifferenz aufweisen, schwieriger zu treffen sein sollten als bei jenen mit hohem Attraktivitätsabstand. Dementsprechend wurden die Stimuli im Vorfeld zu Paaren mit hoher, mittlerer und geringer Attraktivitätsdifferenz kombiniert, wobei die Pre-Ratings aus früheren Studien als Grundlage herangezogen wurden. Somit ergaben sich für die Analyse insgesamt drei Attraktivitätsdifferenzgruppen. Die zugehörigen Mittelwerte und Standardabweichungen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Mittels einer 3 (Attraktivitätsdifferenz) x 2 (Stimulationsbedingung) x 2 (Testzeitpunkt) ANOVA mit Messwiederholung mit Attraktivitätsdifferenz und Stimulationsbedingung als Innersubjektfaktoren sowie Testzeitpunkt als Zwischensubjektfaktor wurde schließlich überprüft, ob tDCS je nach Schwierigkeit der zu treffenden Entscheidungen bei den ästhetischen Urteilen unterschiedlichen Einfluss hat. Dabei ergab sich ein Haupteffekt für den Attraktivitätsunterschied. Entscheidungen für Gesichtspaare mit großer Attraktivitätsdifferenz wurden schneller getroffen als für jene mit geringerer Attraktivitätsdifferenz, $F(2, 56) = 104.84, p < .01, \eta_p^2 = .79$ (siehe Abbildung 7).

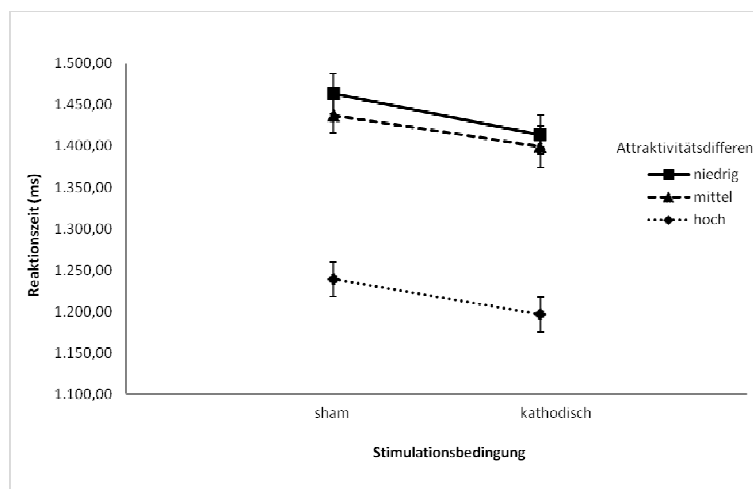


Abbildung 7. Mittlere Reaktionszeiten des Attraktivitätsvergleichs der Attraktivitätsdifferenzgruppen bei sham sowie kathodischer Stimulation.

Außerdem wurden, unabhängig von der Stimulationsbedingung, schnellere Entscheidungen zum zweiten Testzeitpunkt getroffen, $F(1, 28) = 22.21, p < .01, \eta_p^2 = .44$ (siehe Abbildung 8). Alle anderen Vergleiche, insbesondere für den Faktor Stimulationsbedingung, waren statistisch nicht signifikant (alle p 's $> .05$). TDCS führte demnach bei keiner der drei Attraktivitätsdifferenzgruppen zu einer Veränderung in den Reaktionszeiten der ästhetischen Urteile.

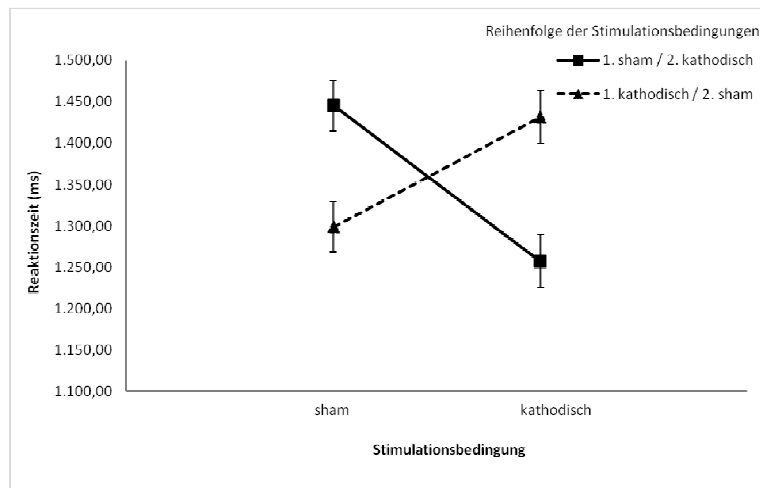


Abbildung 8. Mittlere Reaktionszeiten des Attraktivitätsvergleichs der Attraktivitätsdifferenzgruppen mit sham sowie kathodischer Stimulation, nach Reihenfolge der Stimulationsbedingungen getrennt.

Um zu überprüfen, ob der Vorgabezeitpunkt der Aufgabe im Experiment (Block) einen Einfluss auf die Reaktionsfähigkeit hat, wurde eine weitere 3 (Attraktivitätsdifferenz) x 2 (Stimulationsbedingung) x 4 (Block) ANOVA mit Messwiederholung mit Attraktivitätsdifferenz und Stimulationsbedingung als Innersubjektfaktoren sowie Block als Zwischensubjektfaktor durchgeführt. Wieder konnten sich die Teilnehmer bei Gesichtspaaren mit großem Attraktivitätsunterschied signifikant schneller entscheiden als bei jenen mit geringem Unterschied, $F(2, 52) = 94.79$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .79$. Alle anderen Vergleiche waren jedoch erneut statistisch nicht signifikant (alle p 's $> .05$). Somit führten die Stimulationsbedingung sowie der Vorgabezeitpunkt der Aufgabe im Experiment auch in diesem Zusammenhang zu keinen Veränderungen in den Reaktionszeiten der Attraktivitätsurteile.

6.3. Attraktivitätsrating

Neben dem Vergleich wurde die Urteilsfähigkeit der Teilnehmer hinsichtlich der Attraktivität von Gesichtern zusätzlich anhand eines Ratings derselben Stimuli auf einer fünfstufigen Skala überprüft. In Tabelle 3 finden sich die Mittelwerte und Standardabweichungen der Reaktionszeiten und Ratings nach Stimulationsbedingungen sowie Testzeitpunkten getrennt. Zudem sind Mittelwert und Standardabweichung der vorab im Online-Fragebogen erhobenen Ratings der Bilder angeführt.

Tabelle 3

Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Attraktivitätsratings nach Stimulationsbedingung sowie Testzeitpunkt getrennt.

Rating	Stimulation		Testzeitpunkt		
	sham	kathodisch	Online-FB	1	2
mit Ausreißern ^a	2.59 (1.30)	2.61 (1.31)	2.53 (1.30)	2.58 (1.28)	2.63 (1.32)
ohne Ausreißer ^a	2.58 (.49)	2.60 (.49)	-	2.56 (1.29)	2.61 (1.33)
sehr attraktiv ^b	3.83 (.48)	3.85 (.47)	4.25 (.18)	3.91 (.48)	3.77 (.46)
wenig attraktiv ^c	.87 (.35)	1.86 (.31)	1.44 (.17)	1.89 (.36)	1.85 (.30)

Anmerkung. ^aAttraktivitätsrating = 1 (wenig attraktiv) bis 5 (sehr attraktiv), ^bAttraktivitätsrating = 4 bis 5, ^cAttraktivitätsrating = 1 bis 2.

Die Analyse der Mittelwerte anhand einer 2 (Stimulationsbedingung) x 2 (Testzeitpunkt) ANOVA mit Messwiederholung mit Stimulationsbedingung als Innersubjektfaktor und Testzeitpunkt als Zwischensubjektfaktor ergab weder für die Stimulationsbedingung noch für den Testzeitpunkt signifikante Haupteffekte, $F(1, 28) = .13, p = .72$ (Stimulationsbedingung) bzw. $F(1, 28) = .17, p = .68$ (Testzeitpunkt). Die Interaktion zwischen beiden Variablen erwies sich ebenfalls als nicht signifikant, $F(1, 28) = 1.06, p = .31$, was bedeutet, dass tDCS zu keiner Veränderung in den Attraktivitätsratings der Versuchspersonen führte.

Ob der Vorgabezeitpunkt der Aufgabe im Experiment (Block) einen Einfluss auf die Reaktionsfähigkeit hat, wurde mittels einer 2 (Stimulationsbedingung) x 4 (Block) ANOVA mit Messwiederholung mit Stimulationsbedingung als Innersubjektfaktor und Block als Zwischensubjektfaktor überprüft. Abermals zeigten sich keine signifikanten Haupteffekt für die Stimulationsbedingung sowie den Block, $F(1, 26) = .17, p = .68$ bzw. $F(3, 26) = .31, p = .82$. Die Interaktion zwischen beiden Variablen erwies sich ebenfalls als nicht signifikant, $F(3, 26) = .35, p = .79$, somit führte auch der Vorgabezeitpunkt der Aufgabe im Experiment zu keinen Veränderungen in den Ratings.

6.3.1. Attraktivitätsratings nach Geschlechtern getrennt

Anschließend erfolgte für die Attraktivitätsratings ebenfalls eine weitere Analyse der Mittelwerte nach Geschlechtern getrennt anhand einer 2 (Stimulationsbedingung) x 2 (Geschlecht der Stimuli) x 2 (Testzeitpunkt) ANOVA mit Messwiederholung mit Stimulationsbedingung und Geschlecht der Stimuli als Innersubjektfaktoren sowie Testzeitpunkt als Zwischensubjektfaktor. Analog zum Attraktivitätsvergleich wurde auch in

Zusammenhang mit den Ratings aufgrund der zu kleinen Stichprobe auf eine weitere Analyse der Mittelwerte nach Vorgabezeitpunkt der Aufgabe im Experiment verzichtet.

6.3.1.1. Ratings der Frauen

Bei Frauen zeigte sich eine Tendenz, weibliche Gesichter höher zu beurteilen als männliche, $F(1, 13) = 4.13, p = .06$. Für die Stimulationsbedingung sowie den Testzeitpunkt ergaben sich bei den weiblichen Versuchspersonen keine signifikanten Haupteffekte, $F(1, 13) = .90, p = .36$ (Stimulationsbedingung) bzw. $F(1, 13) = 1.06, p = .32$ (Testzeitpunkt). Keine der überprüften Interaktionen erwies sich als signifikant, weder jene zwischen Geschlecht der Stimuli und Stimulationsbedingung, $F(1, 13) = .45, p = .52$, noch jene zwischen Geschlecht der Stimuli und Testzeitpunkt, $F(1, 13) = .48, p = .50$, sowie jene zwischen Stimulationsbedingung und Testzeitpunkt, $F(1, 13) = .45, p = .52$. Die Interaktion zwischen allen drei Variablen war ebenfalls nicht signifikant, $F(1, 13) = 1.68, p = .22$ (Geschlecht der Stimuli x Stimulationsbedingung x Testzeitpunkt). TDCS führte demnach bei Frauen zu keinen Veränderungen in den Attraktivitätsratings von männlichen oder weiblichen Gesichtern.

6.3.1.2. Ratings der Männer

Auch bei den Männern konnte ein Trend in die Richtung, weibliche Gesichter höher zu beurteilen als männliche, beobachtet werden, $F(1, 13) = 4.52, p = .06$. Wie auch bei den Frauen ergaben sich keinerlei signifikante Haupteffekte, $F(1, 13) < .01, p = .99$ (Stimulationsbedingung) bzw. $F(1, 13) = 1.81, p = .20$ (Testzeitpunkt). Zwischen dem Geschlecht der Stimuli und der Stimulationsbedingung zeigte sich keine signifikante Interaktion, $F(1, 13) = .83, p = .38$, wie auch nicht zwischen Geschlecht der Stimuli und Testzeitpunkt, $F(1, 13) = 2.14, p = .17$ oder zwischen Stimulationsbedingung und Testzeitpunkt, $F(1, 13) = .06, p = .81$. Die Interaktion zwischen allen drei Variablen erwies sich schließlich ebenfalls als nicht signifikant, $F(1, 13) = .52, p = .48$ (Geschlecht der Stimuli x Stimulationsbedingung x Testzeitpunkt). Somit führte tDCS auch bei Männern zu keinen Veränderungen in gleich- oder gegengeschlechtlichen Attraktivitätsratings von Gesichtern.

6.3.2. Ratings nach Extremgruppen getrennt

Zur genaueren Überprüfung, ob möglicherweise vorliegende Effekte nur bei als sehr bzw. wenig attraktiv eingestuften Gesichtern auftreten, wurden die Ratings in zwei Extremgruppen aufgeteilt. Die Einteilung in hohe und niedrige Bewertungen erfolgte anhand der individuellen Bewertungen im Online-Fragebogen. Gesichter, die hier entweder mit 4 oder mit 5 bewertet worden waren, wurden zur Extremgruppe „sehr attraktiv“ zusammengefasst. Analog dazu wurden alle Bewertungen mit 1 oder 2 der Extremgruppe „wenig attraktiv“ zugeordnet. Gesichter, die eine Bewertung von 3 erhalten hatten, wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Mittelwerte und Standardabweichungen dieser Bewertungen sind in Tabelle 3 jeweils nach Stimulationsbedingung und Testzeitpunkt getrennt dargestellt.

Die Analyse der Mittelwerte erfolgte für jede Extremgruppe anhand einer 2 (Stimulationsbedingung) x 2 (Testzeitpunkt) ANOVA mit Messwiederholung mit Stimulationsbedingung als Innersubjektfaktor und Testzeitpunkt als Zwischensubjektfaktor. Bei den als sehr attraktiv eingestuften Gesichtern zeigte sich kein signifikanter Haupteffekt für Stimulationsbedingung, $F(1, 28) = .07, p = .79$. Auch der Testzeitpunkt hatte keinen signifikanten Einfluss, $F(1, 28) = 1.04, p = .32$. Die Interaktion zwischen beiden Variablen erwies sich ebenfalls als nicht signifikant, $F(1, 28) = 3.04, p = .09$. TDCS führte demnach zu keinen Veränderungen in den Attraktivitätsratings von sehr attraktiven Gesichtern. Zur Überprüfung einer möglichen Auswirkung des Vorgabezeitpunkts der Aufgabe im Experiment (Block) auf die Reaktionsfähigkeit wurde eine weitere Analyse mit einer 2 (Stimulationsbedingung) x 4 (Block) ANOVA mit Messwiederholung mit Stimulationsbedingung als Innersubjektfaktor und Block als Zwischensubjektfaktor durchgeführt. Diese ergab für die als sehr attraktiv beurteilten Gesichter keine signifikanten Haupteffekte, $F(1, 26) = .06, p = .81$ (Stimulationsbedingung) bzw. $F(3, 26) = .03, p = .99$ (Block). Auch die Interaktion war nicht signifikant, $F(3, 26) = .72, p = .55$ (Stimulationsbedingung x Block).

Ähnliche Ergebnisse zeigten sich für jene Gesichter, die im Vorfeld als wenig attraktiv beurteilt worden waren. Weder für die Stimulationsbedingung noch für den Testzeitpunkt ergaben sich signifikante Haupteffekte, $F(1, 28) < .01$, $p = .95$ bzw. $F(1, 28) = 1.05$, $p = .32$. Zudem konnte keine signifikante Wechselwirkung zwischen Stimulationsbedingung und Testzeitpunkt beobachtet werden, $F(1, 28) = .85$, $p = .36$, d.h. tDCS hatte auch hier keinen Einfluss auf die Ratings.

Die Analyse mit einer 2 (Stimulationsbedingung) x 4 (Block) ANOVA mit Messwiederholung mit Stimulationsbedingung als Innersubjektfaktor und Block als Zwischensubjektfaktor ergab für die als wenig attraktiv eingestuften Gesichter keine signifikanten Haupteffekte, $F(1,26) < .01$, $p = .98$ (Stimulationsbedingung) bzw. $F(3,26) = 1.33$, $p = .29$ (Block). Auch die Interaktion erwies sich als nicht signifikant, $F(3,26) = 2.03$, $p = .14$ (Stimulationsbedingung x Block), somit führte der Vorgabezeitpunkt der Aufgabe im Experiment ebenfalls zu keinen Veränderungen in den Ratings.

Anschließend erfolgten für die Attraktivitätsratings innerhalb der Extremgruppen weitere, für Männer und Frauen separate Analysen der Mittelwerte anhand mehrerer 2 (Stimulationsbedingung) x 2 (Testzeitpunkt) ANOVAs mit Messwiederholung mit Stimulationsbedingung als Innersubjektfaktor sowie Testzeitpunkt als Zwischensubjektfaktor. Auf eine Trennung der Stimuli nach Geschlechtern wurde in diesem Zusammenhang aufgrund der in diesem Fall resultierenden zu kleinen Stichprobe verzichtet.

6.3.2.1. Ratings der Frauen

Bei der Analyse der als sehr attraktiv beurteilten Gesichter zeigten sich bei den weiblichen Versuchspersonen weder für die Stimulationsbedingung noch für den Testzeitpunkt signifikante Haupteffekte, $F(1, 13) = 1.76$, $p = .21$ (Stimulationsbedingung) bzw. $F(1, 13) = 3.69$, $p = .08$ (Testzeitpunkt). Jedoch erwies sich die Interaktion beider Variablen als signifikant, $F(1, 13) = 6.16$, $p = .03$, $\eta_p^2 = .32$. Demzufolge beurteilten Frauen sehr attraktive Gesichter zum zweiten Testzeitpunkt als weniger attraktiv, egal, ob stimuliert wurde oder nicht. Die anschließende Analyse der als wenig attraktiv beurteilten Gesichter

ergab ebenfalls weder für die Stimulationsbedingung noch für den Testzeitpunkt signifikante Haupteffekte, $F(1, 13) < 0.01$, $p = .99$ (Stimulationsbedingung) bzw. $F(1, 13) = .02$, $p = .89$ (Testzeitpunkt). Auch die Interaktion beider Variablen erwies sich als nicht signifikant, $F(1, 13) = .01$, $p = .91$.

6.3.2.2. Ratings der Männer

Bei den männlichen Versuchspersonen ergab die Analyse als sehr attraktiv beurteilten Gesichter weder für die Stimulationsbedingung noch für den Testzeitpunkt signifikante Haupteffekte, $F(1, 13) = 0.07$, $p = .80$ (Stimulationsbedingung) bzw. $F(1, 13) = .12$, $p = .73$ (Testzeitpunkt). Die Interaktion beider Variablen war ebenfalls nicht signifikant, $F(1, 13) = .60$, $p = .45$. Ähnliche Ergebnisse zeigten sich bei der anschließenden Analyse der als wenig attraktiv beurteilten Gesichter. Weder für die Stimulationsbedingung noch für den Testzeitpunkt ergaben sich signifikante Haupteffekte, $F(1, 13) = .16$, $p = .69$ (Stimulationsbedingung) bzw. $F(1, 13) = 2.67$, $p = .13$ (Testzeitpunkt). Auch die Interaktion beider Variablen erwies sich als nicht signifikant, $F(1, 13) = 1.30$, $p = .28$.

6.4. Reading Mind in the Eyes Test (RMET)

In Tabelle 4 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der in diesem Test erzielten Reaktionszeiten und Summenscores nach Stimulationsbedingung sowie Testzeitpunkt getrennt angeführt.

Tabelle 4

Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten (in ms) sowie Summenscores nach Stimulationsbedingung und Testzeitpunkt getrennt.

	Stimulation		Testzeitpunkt	
	sham	kathodisch	1	2
Reaktionszeit				
mit Ausreißern	5909.14 (2909.18)	5771.32 (3415.32)	6240.62 (3210.73)	5439.85 (3083.44)
ohne Ausreißer	5424.27 (2320.21)	5384.44 (2282.13)	5739.14 (2289.75)	5074.12 (2264.72)
mit Ausreißern ^a	-.14 (.67)	-.13 (.78)	-.04 (.74)	-.23 (.71)
ohne Ausreißer ^a	-.11 (.43)	-.11 (.47)	-.01 (.40)	-.21 (.47)
Score ^b	21.23 (2.75)	21.00 (3.21)	20.83 (2.65)	21.40 (3.27)

Anmerkung. ^aWerte sind z-transformiert, ^bScore RMET= 0 bis 36.

Zunächst erfolgte eine Analyse der Reaktionszeiten anhand einer 2 (Stimulationsbedingung) x 2 (Testzeitpunkt) ANOVA mit Messwiederholung mit Stimulationsbedingung als Innersubjektfaktor und Testzeitpunkt als Zwischensubjektfaktor. Diese ergab keinen signifikanten Haupteffekt für die Stimulationsbedingung, $F(1, 28) < .01$, $p = .99$. Jedoch konnte ein signifikanter Haupteffekt für den Testzeitpunkt nachgewiesen werden, $F(1, 28) = 4.78$, $p = .04$, $\eta_p^2 = .15$. Bei dieser Aufgabe wiesen die Studienteilnehmer demzufolge immer signifikant kürzere Reaktionszeiten während ihrer zweiten Testung auf, unabhängig davon, ob sie der kathodischen Stimulation ausgesetzt waren oder lediglich der sham-Stimulation. Des Weiteren erwies sich die Interaktion zwischen beiden Variablen als signifikant, $F(1, 28) = 19.29$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .41$. Wie bei den Entscheidungen über Gesichtsattraktivität zeigte sich auch hier, dass die Versuchsteilnehmer längere Reaktionszeiten mit tDCS aufwiesen, wenn diese zum ersten Testzeitpunkt angewendet wurde. Bei jenen Versuchspersonen, die zum ersten Testzeitpunkt keiner Stimulation ausgesetzt waren, zeigte sich jedoch erneut der umgekehrte Fall, d.h. sie entschieden mit tDCS schneller (siehe Abbildung 9). TDCS hatte demnach keinen signifikanten Einfluss auf die Reaktionszeiten.

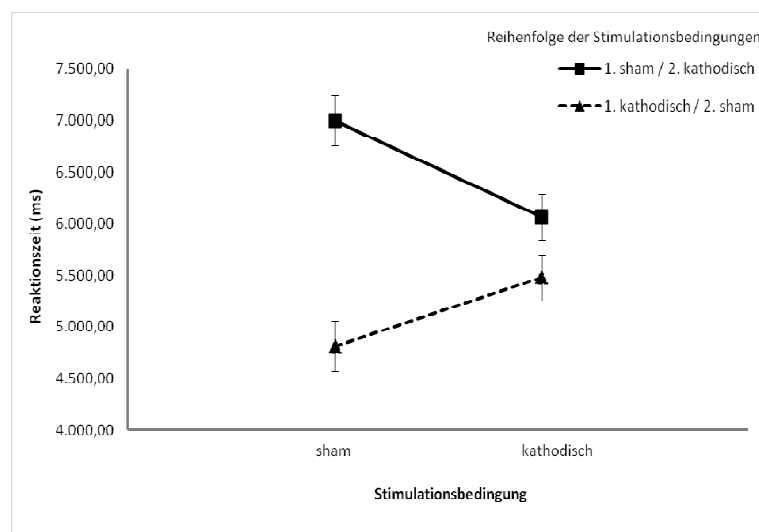


Abbildung 9. Mittlere Reaktionszeiten für den RMET bei sham sowie kathodischer Stimulation, nach Reihenfolge der Stimulationsbedingungen getrennt.

Abschließend wurde anhand einer 2 (Stimulationsbedingung) x 4 (Block) ANOVA mit Messwiederholung mit Stimulationsbedingung als Innersubjektfaktor und Vorgabezeitpunkt der Aufgabe im Experiment als Zwischensubjektfaktor überprüft, ob der Vorgabezeitpunkt im Experiment (Block) einen Einfluss auf die Reaktionsfähigkeit hat. Auch hier zeigten sich keine signifikanten Haupteffekte, $F(1, 26) = .32, p = .58$ (Stimulationsbedingung) bzw. $F(3, 26) = .62, p = .61$ (Block). Die Interaktion zwischen beiden Variablen war ebenfalls nicht signifikant, $F(3, 26) = .13, p = .94$. Demzufolge hatte auch der Zeitpunkt der Vorgabe im Experiment keinen Einfluss auf die Reaktionszeiten bei dieser Aufgabe.

Neben den Reaktionszeiten wurde auch der Score erhoben, der anhand der Summe der richtigen Antworten im Test berechnet wird. Um diese Mittelwerte zu analysieren wurde zunächst eine 2 (Stimulationsbedingung) x 2 (Testzeitpunkt) ANOVA mit Messwiederholung mit Stimulationsbedingung als Innersubjektfaktor und Testzeitpunkt als Zwischensubjektfaktor durchgeführt. Dabei zeigten sich weder für die Stimulationsbedingung noch für den Testzeitpunkt signifikante Haupteffekte, $F(1, 28) = .27, p = .61$ (Stimulationsbedingung) bzw. $F(1, 28) = .05, p = .82$ (Testzeitpunkt). Auch die Interaktion zwischen beiden Variablen erwies sich als nicht signifikant, $F(1, 28) = 1.59, p = .22$.

Um auch für diese Aufgabe den möglichen Einfluss des Vorgabezeitpunkts im Experiment zu überprüfen, wurde eine weitere 2 (Stimulationsbedingung) x 4 (Block) ANOVA mit Messwiederholung mit Stimulationsbedingung als Innersubjektfaktor und Block als Zwischensubjektfaktor durchgeführt. Auch hier zeigte sich erneut kein signifikanter Haupteffekt hinsichtlich der unterschiedlichen Stimulationsbedingungen, $F(1, 26) = .25, p = .62$. Für den Zeitpunkt der Aufgabenvorgabe im Experiment (Block) gab es keinen signifikanten Haupteffekt, $F(3, 26) = 2.45, p = .09$. Die Interaktion zwischen beiden Variablen erwies sich schließlich ebenfalls als nicht signifikant, $F(3, 26) = .02, p = .99$.

7. Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie war zu überprüfen, ob der mediale präfrontale Cortex in Zusammenhang mit ästhetischen Urteilen hinsichtlich der Attraktivität verschiedener Gesichter eine bedeutende Rolle spielt. Dazu wurden die Urteile einerseits in Form von Entscheidungen zwischen zwei Gesichtern erhoben, andererseits aber auch mittels separater Einschätzungen der Gesichter in Bezug auf deren Attraktivität. Neben der Erforschung dieser Fragestellung erfolgte außerdem die Überprüfung der Annahme, dass der mediale PFC nicht nur bei evaluativen Urteilen, zu denen jene über Gesichtsattraktivität zählen, eine wichtige Rolle spielt, sondern auch, wenn es gilt, über den emotionalen Zustand einer anderen Person zu reflektieren bzw. diesen zu antizipieren. Gemessen wurde diese Fähigkeit mit der deutschsprachigen Version des Reading Mind in the Eyes Tests (Voracek & Dressler, 2006). Um sicherzugehen, dass die generelle motorische Reaktionsfähigkeit nicht durch die kathodische tDCS beeinträchtigt war, wurde zudem eine einfache Reaktionszeit-Aufgabe in Form eines Kreisvergleichs vorgegeben. Im Folgenden werden die Ergebnisse mit dem Ziel der Beantwortung der gestellten Forschungsfragen im Detail diskutiert sowie abschließende Einschränkungen der Studie samt eines Ausblicks für mögliche künftige Fragestellungen präsentiert.

7.1. Reaktionsfähigkeit

Den Erwartungen entsprechend zeigten sich keinerlei Einschränkungen der motorischen Reaktionsfähigkeit durch die tDCS. Somit konnte angenommen werden, dass beobachtbare Unterschiede in den beiden Stimulationsbedingungen tatsächlich auf eine Hemmung der kortikalen Erregbarkeit innerhalb des medialen PFC und nicht auf eine verlangsamte Motorik der Hände zurückzuführen sein würden.

7.2. Ästhetische Urteile über Gesichtsattraktivität

Weder in Zusammenhang mit den Attraktivitätsvergleichen noch in Bezug auf die Bewertungen der einzelnen Gesichter zeigten sich den Hypothesen entsprechende Effekte. Vielmehr konnte bei beiden Aufgabenstellungen beobachtet werden, dass die Versuchs-

personen unabhängig davon, ob sie kathodischer tDCS ausgesetzt waren oder nicht, zum zweiten Testzeitpunkt schneller reagierten, was auf einen Lern- bzw. Wiederholungseffekt hindeutet (siehe Abschnitt 7.4.).

Bei der Analyse der Attraktivitätsvergleiche nach Attraktivitätsdifferenzen der Stimuli getrennt zeigte sich zwar, dass die Teilnehmer signifikant länger brauchten, um eine Entscheidung bei Gesichtspaaren mit geringer Attraktivitätsdifferenz zu treffen als bei jenen mit hoher Differenz. Dennoch konnte in keiner der drei Differenzgruppen ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Somit bestätigen die Ergebnisse lediglich die Annahme, wonach es schwieriger ist, sich bei Gesichtspaaren geringer Attraktivitätsdifferenz zu entscheiden als beim Vergleich von einem sehr mit einem weniger attraktiven Gesicht. Da sich auch bei den anderen Aufgaben keinerlei Effekte durch die Stimulation ergaben, deuten die Ergebnisse der vorliegenden Studie zunächst daraufhin, dass ein methodisches Problem vorlag und es nicht gelungen ist, die neuronale Aktivität im medialen PFC durch tDCS zu hemmen (siehe Abschnitt 7.4.).

Daneben gibt es allerdings noch weitere Erklärungsansätze. Vor allem interessant ist dabei die Betrachtung der gefundenen Ergebnisse in Bezug zur Diskussion darüber, ob es sich bei der Gesichtswahrnehmung und -verarbeitung um einen automatischen Prozess oder nicht handelt. Geht man davon aus, dass der mediale PFC stimuliert wurde und sich dennoch keinerlei Veränderungen in den ästhetischen Urteilen über Gesichter zeigten, spricht dies für die Annahme einer automatischen Wahrnehmung und Verarbeitung von Gesichtsattraktivität (Palermo & Rhodes, 2007). Somit wäre es möglich, dass Attraktivität als Gesichtsmerkmal auf einer sehr frühen Stufe und, vom Modell von Haxby et al. (2000) ausgehend, bereits im Kernsystem der visuellen Analyse registriert und verarbeitet wird.

Die Ergebnisse sprechen jedoch auch für die Annahme eines interaktiveren Modells der Gesichtsverarbeitung (Palermo & Rhodes, 2007; Atkinson, 2011), in dem der mediale PFC zwar einen Teil des Systems, aber nicht die entscheidende Schlüsselregion für ästhetische Urteile über Gesichter darstellt. Welche der beiden Möglichkeiten die wahrscheinlichere ist,

bleibt jedoch offen. Aus den vorliegenden Ergebnissen lässt sich zudem nicht eindeutig ableiten, ob diese aufgrund methodischer Einschränkungen oder der Rolle des medialen PFC in Zusammenhang mit ästhetischen Urteilen über Gesichter hervorgehen.

7.3. Reading Mind in the Eyes Test (RMET)

Auch bei den Aufgaben zur Überprüfung der *Mentalizing*-Fähigkeit nach kathodischer tDCS des medialen PFC zeigten sich keine auf die Stimulation zurückzuführenden Effekte. Erneut konnte beobachtet werden, dass die Studienteilnehmer unabhängig davon, ob sie kathodischer tDCS ausgesetzt waren oder nicht, zum zweiten Testzeitpunkt schneller reagierten. Auch in den erhobenen Summenscores des Verfahrens zeigten sich keinerlei Unterschiede zwischen kathodischer und sham Stimulation. Somit sprechen diese Ergebnisse ebenfalls für die Annahme einerseits eines Wiederholungseffekts sowie andererseits eines methodischen Problems. Gerade in Zusammenhang mit *Mentalizing* liegen sehr deutliche empirische Nachweise von Aktivität im medialen PFC vor (Amodio & Frith, 2006; Gilbert et al., 2006), weshalb es wenig wahrscheinlich scheint, dass die Stimulation in der erwarteten Weise funktioniert hat. Allerdings handelt es sich bei *Mentalizing* im Erwachsenenalter um eine Eigenschaft, die sehr schwer messbar ist (White, Coniston, Rogers & Frith, 2011). Auch das für die vorliegende Studie gewählte Verfahren wurde bereits bezüglich seiner psychometrischen Eigenschaften kritisiert (Voracek & Dressler, 2006). Somit ist unklar, ob mit dem RMET *Mentalizing*, und in weiterer Folge neuronale Aktivität im medialen PFC, entsprechend überprüft wird. Dieser Punkt wird neben weiteren Limitierungen im nun folgenden Abschnitt noch genauer diskutiert.

7.4. Einschränkungen der Studie

Eine Einschränkung der hier vorliegenden Studie stellt zunächst, wie im vorangegangenen Abschnitt bereits angedeutet, die gewählte Methode dar. Grundsätzlich hängen Stärke, Dauer und Richtung der durch die tDCS hervorgerufenen Erregbarkeitsveränderungen von der Stromdichte, der Stromflussrichtung und der Stimulationsdauer ab (Nitsche & Paulus, 2007, S.535). Welche dieser drei Variablen im Fall des hier vorgestellten Experiments ausschlaggebend war, lässt sich schwer sagen. Weniger

wahrscheinlich liegt die Ursache in der Stimulationsdauer von 20 Minuten, da diese für eine Wirkungsdauer von einer Stunde, und somit über den Bearbeitungszeitraum der Aufgaben hinausgehend, genügen sollte. Auch die Wahl der Stromstärke fiel der Fachliteratur entsprechend auf 1 mA. Lediglich bezüglich der Elektrodengröße gab es eine Abweichung. Als Referenzelektrode, die über dem Okzipitalcortex positioniert war, kam eine bedeutend größere Elektrode (100cm²) zum Einsatz. Ob dies eine negative Auswirkung auf den Effekt der Stimulation hatte, kann allerdings nicht gesagt werden. Zudem sei noch erwähnt, dass aus Zeitgründen auf eine dritte, anodische Stimulation verzichtet wurde. Diese führt im Allgemeinen zu einer erhöhten Erregbarkeit neuronaler Strukturen (Nitsche & Paulus, 2000). Leider bleibt unklar, ob diese Form der Stimulation einen Einfluss gehabt hätte oder ob sich erst bei einem Vergleich zwischen anodischer und kathodischer Stimulation mögliche vorhandene Effekte gezeigt hätten.

Des Weiteren ist kritisch anzumerken, dass die Aufgaben der aktuellen Studie zur Erhebung der ästhetischen Urteile einen relativ geringen Grad an Komplexität aufwiesen, da es sich um einfache Entscheidungen zwischen zwei Gesichtern bzw. die Bewertung jeweils einzelner Gesichter handelte. Zudem lag zwischen den beiden Testzeitpunkten meist ein geringer zeitlicher Abstand von einer bis (in seltenen Fällen) vier Wochen. Diese beiden Faktoren begünstigten das Auftreten von Lern- bzw. Wiederholungseffekten, die sich schließlich in allen relevanten Aufgaben zeigten.

Hinsichtlich des gewählten Verfahrens zur Überprüfung der *Mentalizing*-Fähigkeiten, des RMET, trifft das Argument der zu simplen Aufgabenstellung nicht zu. Allerdings wurde dieser Test, wie bereits erwähnt, in einer früheren Studie (Voracek & Dressler, 2006) aufgrund seiner suboptimalen psychometrischen Eigenschaften kritisiert. Demzufolge könnte eine mögliche Ursache dafür, dass in diesem Zusammenhang keine Effekte der tDCS beobachtet werden konnten, auch in Mängeln des gewählten Messinstruments liegen. Auf das alternativ zur Verfügung gestandene Verfahren (White et al., 2011) wurde dennoch aufgrund seiner geringen Itemanzahl und der damit verbundenen erhöhten Wahrscheinlichkeit eines Wiederholungseffekts verzichtet.

Abschließend sei noch kritisch erwähnt, dass es sich um eine relativ kleine und sehr homogene Stichprobe handelte, da ausschließlich Psychologiestudierende an dieser Studie teilnahmen.

7.5. Ausblick und Empfehlungen für zukünftige Forschungsfragen

Die vorliegende Studie lieferte keine den Annahmen entsprechenden Ergebnisse. Somit konnte nicht nachgewiesen werden, dass der mediale PFC entscheidend an der Bildung ästhetischer Urteile beteiligt ist. Auch konnte kein Nachweis dafür erbracht werden, dass diese Gehirnregion in Zusammenhang mit *Mentalizing* eine Schlüsselfunktion übernimmt. Dennoch kann daraus nicht geschlossen werden, dass der mediale PFC keine Rolle in Zusammenhang mit ästhetischen Urteilen über Gesichter spielt. Daher stellt sich zunächst die Frage, ob eine Stimulation des medialen PFC mittels tDCS überhaupt möglich ist. Interessant wäre in diesem Zusammenhang eine erneute Untersuchung mit anderer, eventuell längerer oder stärkerer Stimulation oder auch ein Vergleich von kathodischer mit anodischer Stimulation.

Des Weiteren sind für künftige Studien schwierigere Aufgaben zu empfehlen. Vor allem bezüglich der ästhetischen Urteile über Gesichter war der Grad an Komplexität sehr gering. Hier wäre es sehr interessant zu überprüfen, ob sich die Stimulation in irgendeiner Form auswirkt, wenn es gilt, schwierigere Entscheidungen zu treffen, da in diesem Zusammenhang in der vorliegenden Studie bereits gezeigt werden konnte, dass für entsprechende Urteile mehr Zeit benötigt wird.

Vor allem aber stellt sich die Frage, ob sich die Stimulation einer anderen, bereits in die Gesichtswahrnehmung involvierten Gehirnregion, wie beispielsweise der inferioren okzipitalen Gyri, auf die Urteile über Gesichtsattraktivität auswirkt. Würden sich nämlich in diesem Zusammenhang Effekte zeigen, wäre dies ein deutlicher Hinweis auf die Annahme, wonach Attraktivität eines jener Gesichtsmerkmale ist, das automatisch wahrgenommen und verarbeitet wird.

8. Literatur

- Aharon, I., Etcoff, N., Ariely, D., Chabris, C. F., O'Connor, E., & Breiter, H. C. (2001). Beautiful Faces Have Variable Reward Value: fMRI and Behavioral Evidence. *Neuron*, 32, 537-551.
- Amodio, D. M., & Frith, C. D. (2006). Meeting of minds: the medial frontal cortex and social cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 268-277. doi: 10.1038/nrn1884
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a "theory of mind"? *Cognition*, 21, 37-46.
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Hill, J., Raste, Y., & Plumb, I. (2001). The "Reading the Mind in the Eyes" test revised version: a study with normal adults, and adults with Asperger syndrome or high-functioning autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42, 241-251.
- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77, 305-327.
- Burriss, R. P., Welling, L. L. M., & Puts, D. A. (2011). Men's attractiveness predicts their preference for female facial femininity when judging for short-term, but not long-term, partners. *Personality and Individual Differences*, 50, 542-546. doi:10.1016/j.paid.2010.11.022
- Cela-Conde, C. J., Marty, G., Maestú, F., Ortiz, T., Munar, E., Fernández, A., Roca, M., ... Quesney, F. (2004). Activation of the prefrontal cortex in the human visual aesthetic perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101, 6321-6325. doi:10.1073/pnas.0401427101
- Chatterjee, A. (2010). Neuroaesthetics: A Coming of Age Story. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23 (1), 53-62. doi:10.1162/jocn.2010.21457
- Chatterjee, A., Thomas, A., Smith, S. E., & Aguirre, G. K. (2009). The Neural Response to Facial Attractiveness. *Neuropsychology*, 23 (2), 135-142. doi: 10.1037/a0014430

- Cunningham, M. R., Roberts, A. R., Barbee, A. P., Druen, P. B., & Wu, C. (1995). "Their Ideas of Beauty Are, on the Whole, the Same as Ours": Consistency and Variability in the Cross-Cultural Perception of Female Physical Attractiveness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 68, 261-279.
- DeBruine, L. M., Jones, B. C., Unger, L., Little, A. C., & Feinberg, D. R. (2007). Dissociating Averageness and Attractiveness: Attractive Faces Are Not Always Average. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33, 1420-1430. doi:10.1037/0096-1523.33.6.1420
- Dion, K., Berscheid, E., & Walster, E. (1972). What is beautiful is good. *Journal of Personality and Social Psychology*, 24, 285-290.
- Field, A. (2009). *Discovering Statistics Using SPSS* (3rd Ed.). London: SAGE.
- Fink, B., & Penton-Voak, I. (2002). Evolutionary Psychology of Facial Attractiveness. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 154-158. doi:10.1111/1467-8721.00190
- Frith, U., & Frith, C. D. (2003). Development and neurophysiology of mentalizing. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 358, 459-473. doi:10.1098/rstb.2002.1218
- Gangestad, S. W., & Simpson, J. A. (2000). The evolution of human mating: Trade-offs and strategic pluralism. *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 573-644.
- Gerger, G., Leder, H., Tinio, P., & Schacht, A. (2011). Faces Versus Patterns: Exploring Aesthetic Reactions Using Facial EMG. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 5, 241–250. doi:10.1037/a0024154
- Gilbert, S. J., Spengler, S., Simons, J. S., Steele, J. D., Lawrie, S. M., Frith, C. D., & Burgess, P. W. (2006). Functional Specialization within Rostral Prefrontal Cortex (Area 10): A Meta-analysis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, 932-948. doi:10.1162/jocn.2006.18.6.932
- Gusnard, D. A., Akbudak, E., Shulman, G. E., & Raichle, M. (2001). Medial prefrontal cortex and self-referential mental activity: Relation to a default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98, 4259-4264. doi:10.1073/pnas.071043098

- Halberstadt, J., & Rhodes, G. (2003). It's not just average faces that are attractive: Computer-manipulated averageness makes birds, fish, and automobiles attractive. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 149-156.
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 4 (6), 223-233.
- Iaria, G., Fox, C. J., Waite, C. T., Aharon, I., & Barton, J. J. S. (2008). The Contribution of the Fusiform Gyrus and Superior Temporal Sulcus in Processing Facial Attractiveness: Neuropsychological and Neuroimage Evidence. *Neuroscience*, 155, 409-422.
- Jacobsen, T., Schubotz, R. I., Höfel, L., & v. Cramon, Y. (2005). Brain correlates of aesthetic judgment of beauty. *NeuroImage*, 29, 276-285. doi: 10.1016/j.neuroimage.2005.07.010
- Karim, A. A., Schneider, M., Lotze, M., Veit, R., Sauseng, P., Braun, C., & Birbaumer, N. (2010). The Truth about Lying: Inhibition of the Anterior Prefrontal Cortex Improves Deceptive Behavior. *Cerebral Cortex*, 20, 205-213. doi: 10.1093/cercor/bhp090
- Langlois, J. H., & Roggman, L. A. (1990). Attractive faces are only average. *Psychological Science*, 1, 115-121.
- Langlois, J. H., Roggman, L. A., Casey, R. J., Ritter, J. M., Rieser-Danner, L. A., & Jenkins, V. Y. (1987). Infant Preferences for Attractive Faces: Rudiments of a Stereotype? *Developmental Psychology*, 23, 363-369.
- Little, A. C., Jones, B. C., & DeBruine, L. M. (2011). Facial attractiveness: evolutionary based research. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 366, 1638-1659. doi:10.1098/rstb.2010.0404
- McDonald, P. R., Slater, A. M., & Longmore, C. A. (2008). Covert detection of attractiveness among neurologically intact: Evidence from skin conductance responses. *Perception*, 37, 1054-1060. doi:10.1068/p5774
- Mealey, L., Bridgstock, R., & Townsend, G. C. (1999). Symmetry and perceived facial attractiveness: a monozygotic co-twin comparison. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76, 151-158.

- Nadal, M., & Pierce, M. T. (2011). The Copenhagen Neuroaesthetics conference: Prospects and pitfalls for an emerging field. *Brain and cognition*, 76, 172-183. doi:10.1016/j.bandc.2011.01.009
- Nakamura, K., Kawashima, R., Nagumo, S., Ito, K., Sugiura, M., Kato, T., ... Kojima, S. (1998). Neuroanatomical correlates of facial attractiveness. *NeuroReport*, 9, 753-757.
- Nitsche, M. A., Cohen, L.G., Wassermann, E. M., Priori, A., Lang, N., Antal, A., ... Pascual-Leone, A. (2008). Transcranial direct current stimulation: State of the art 2008. *Brain Stimulation*, 1, 206-223. doi:10.1016/j.brs.2008.06.004
- Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2000). Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *Journal of Physiology*, 527 (3), 633-639.
- Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2007). Transkranielle Gleichstromstimulation. In Siebner, H. & Ziemann, U. (Eds.), *Das TMS-Buch. Handbuch der transkraniellen Magnetstimulation* (S. 533-542). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- O'Doherty, J., Winston, J., Critchley, H., Perrett, D., Burt, D. M., & Dolan, R. J. (2003). Beauty in a smile: the role of medial orbitofrontal cortex in facial attractiveness. *Neuropsychologia*, 41, 147-155. doi:10.1016/S0028-3932(02)00145-8
- Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113
- Olsen, I. R., & Marshuetz, C. (2005). Facial Attractiveness Is Appraised in a Glance. *Emotion*, 5, 498-502. doi:10.1037/1528-3542.5.4.498
- Palermo, R., & Rhodes, G. (2007). Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact. *Neuropsychologia*, 45, (1), 75-92. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.04.025
- Penton-Voak, I. S., Jacobsen, A., & Trivers, R. (2004). Populational differences in attractiveness judgements of male and female faces: Comparing British and Jamaican samples. *Evolution and Human Behavior*, 25, 355-370. doi:10.1016/j.evolhumbehav.2004.06.002

- Penton-Voak, I. S., Little, A. C., Jones, B. C., Burt, D. M., Tiddeman, B. P., & Perrett, D. I. (2003). Female condition influences preferences for sexual dimorphism in faces of male humans (*Homo sapiens*). *Journal of Comparative Psychology*, 117, 264–271. doi:10.1037/0735-7036.117.3.264
- Penton-Voak, I. S., & Perrett, D. I. (2000). Female preference for male faces changes cyclically: Further evidence. *Evolution and Human Behavior*, 21, 39-48.
- Penton-Voak, I. S., Perrett, D. I., Castles, D. L., Kobayashi, T., Burt, D. M., Murray, L. K., & Minamisawa, R. (1999). Menstrual cycle alters face preference. *Nature*, 399, (6738), 740-741.
- Perrett, D. I., Burt, D. M., Penton-Voak, I. S., Lee, K. J., Rowland, D. A., & Edwards, R. (1999) Symmetry and Human Facial Attractiveness. *Evolution and Human Behavior*, 20, 295-307.
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *The Behavioral and Brain Sciences*, 4, 515-526.
- Rhodes, G. (2006). The evolutionary psychology of facial beauty. *Annual Review of Psychology*, 57, 199-226. doi:10.1146/annurev.psych.57.102904.190208
- Rhodes, G., Proffitt, F. Grady, J. M. & Sumich, A. (1998). Facial symmetry and the perception of beauty. *Psychonomic Bulletin & Review*, 5, 659-669.
- Rhodes, G., Sumich, A., & Byatt, G. (1999). Are average facial configurations attractive only because of their symmetry? *Psychological Science*, 10, 52-58.
- Roca, M., Torralva, T., Gleichgerrcht, E., Woolgar, A., Thompson, R., Duncan, J., & Manes, F. (2011). The role of Area 10 (BA10) in human multitasking and in social cognition: A lesion study. *Neuropsychologia*, 49, 3525-3531. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2011.09.003
- Roye, A., Höfel, L., & Jacobsen, T. (2008). Aesthetics of Faces: Behavioral and Electrophysiological Indices of Evaluative and Descriptive Judgment Processes. *Journal of Psychophysiology*, 22 (1), 41-57. doi:10.1027/0269-8803.22.1.41
- Rubenstein, A. J., Kalakanis, L., & Langlois, J. H. (1999). Infant Preferences for Attractive Faces: A Cognitive Explanation. *Developmental Psychology*, 35, 848-855.

- Schacht, A., Werheid, K., & Sommer, W. (2008). The appraisal of facial beauty is rapid but not mandatory. *Cognitive Affective & Behavioral Neuroscience*, 8, 132-142. doi:10.3758/CABN.8.2.132
- Scheib, J. E., Gangestad, S. W., & Thornhill, R. (1999). Facial attractiveness, symmetry and indicators of good genes. *Proceedings of the Royal Society of London Series B - Biological sciences*, 266, 1913-1917.
- Senior, C. (2003). Beauty in the brain of the beholder. *Neuron*, 38, 525-528. doi:10.1016/S0896-6273(03)00293-9
- Thornhill, R., & Gangestad, S. W. (1993). Human facial beauty : averageness, symmetry and parasite resistance. *Human Nature*, 4, 237-269.
- Thornhill, R., & Gangestad, S. W. (1999a). The scent of symmetry: a human sex pheromone that signals fitness? *Evolution and Human Behavior*, 20, 175-201.
- Thornhill, R., & Gangestad, S. W. (1999b). Facial attractiveness. *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 452-460.
- Tsukiura, T., & Cabeza, R. (2010). Shared brain activity for aesthetic and moral judgments: implications for the Beauty-is-Good stereotype. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 6, 138-148. doi:10.1093/scan/nsq025
- Voracek, M., & Dressler, S. G. (2006). Lack of correlation between digit ratio (2D:4D) and Baron-Cohen's "Reading the Mind in the Eyes" test, empathy, systemising, and autism-spectrum quotients in a general population sample. *Personality and Individual Differences*, 41, 1481-1491. doi:10.1016/j.paid.2006.06.009
- Ward, J. (2010). *The student's guide to cognitive neuroscience*. (2nd Ed.). Hove: Psychology Press.
- White, S. J., Coniston, D., Rogers, R., & Frith, U. (2011). Developing the Frith-Happé Animations: A Quick and Objective Test of Theory of Mind for Adults with Autism. *Autism Research*, 4, 149-154. doi:10.1002/aur.174
- Winston, J. S., O'Doherty, J., Kilner, J. M., Perrett, D. I. & Dolan, R. J. (2007). Brain systems for assessing facial attractiveness. *Neuropsychologia*, 45, 195-206. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.05.009

Zeki, S. (1999). Art and the brain. *Journal of Consciousness Studies*, 6, 76-96.

Zysset, S., Huber, O., Ferstl, E., & von Cramon, Y. (2002). The Anterior Frontomedian Cortex and Evaluative Judgment: An fMRI study. *NeuroImage*, 15, 983-991. doi:10.1006/nimg.2001.1008

9. Anhang

9.1. Abbildungen

<i>Abbildung 1.</i> Beispiele für männliche und weibliche sehr und wenig attraktive Gesichter. ...	32
<i>Abbildung 2.</i> Beispielitem mit den zugehörigen vier Lösungsmöglichkeiten (richtige Antwort: „vorsichtig“).....	33
<i>Abbildung 3.</i> Beispielhafter Ablauf des Beginns und eines Trials der Attraktivitätsvergleichsaufgabe.	36
<i>Abbildung 4 .</i> Mittlere Reaktionszeiten des Attraktivitätsvergleichs bei sham sowie kathodischer Stimulation, nach Reihenfolge der Stimulationsbedingungen getrennt.	40
<i>Abbildung 5.</i> Mittlere Reaktionszeiten des Attraktivitätsvergleichs gegengeschlechtlicher Stimuli für weibliche Versuchspersonen (Vpn) bei sham sowie kathodischer Stimulation, nach Reihenfolge der Stimulations-bedingungen getrennt.	41
<i>Abbildung 6.</i> Mittlere Reaktionszeiten des Attraktivitätsvergleichs gegengeschlechtlicher Stimuli für männliche Vpn bei sham sowie kathodischer Stimulation, nach Reihenfolge der Stimulations-bedingungen getrennt.	42
<i>Abbildung 7.</i> Mittlere Reaktionszeiten des Attraktivitätsvergleichs der Attraktivitätsdifferenzgruppen bei sham sowie kathodischer Stimulation.	43
<i>Abbildung 8.</i> Mittlere Reaktionszeiten des Attraktivitätsver-gleichs der Attraktivitätsdifferenzgruppen mit sham sowie kathodischer Stimulation, nach Reihenfolge der Stimulationsbedingungen getrennt.	44
<i>Abbildung 9.</i> Mittlere Reaktionszeiten für den RMET bei sham sowie kathodischer Stimulation, nach Reihenfolge der Stimulationsbedingungen getrennt.	50

9.2. Tabellen

Tabelle 1 Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten (in ms) nach Stimulationsbedingung und Testzeitpunkt getrennt.	38
Tabelle 2 Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten (in ms) nach Stimulationsbedingung, Testzeitpunkt sowie Attraktivitätsunterschied zwischen den präsentierten Stimuli getrennt.	39
Tabelle 3 Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Attraktivitätsratings nach Stimulationsbedingung sowie Testzeitpunkt getrennt.	45
Tabelle 4 Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten (in ms) sowie Summenscores nach Stimulationsbedingung und Testzeitpunkt getrennt.	49

9.3. Kurzzusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie war es zu überprüfen, ob der mediale präfrontale Cortex bei der Bildung ästhetischer Urteile über Gesichter eine entscheidende Rolle spielt. Um die neuronale Aktivität in dieser Gehirnregion zu hemmen, wurde kathodische transkranielle Gleichstromstimulation (tDCS) angewendet. Anschließend wurden die Teilnehmer gebeten, ästhetische Urteile einerseits in Form von Entscheidungen zwischen zwei Gesichtern, andererseits aber auch mittels separater Einschätzungen der Gesichter in Bezug auf deren Attraktivität abzugeben. Des Weiteren erfolgte die Überprüfung der Annahme, dass der mediale präfrontale Cortex auch in Zusammenhang mit *Mentalizing* eine wichtige Rolle spielt. Gemessen wurde dies mit der deutschsprachigen Version des „Reading Mind in the Eyes“ Tests (RMET; Voracek & Dressler, 2006). Die Hemmung der neuronalen Aktivität innerhalb des medialen PFC durch kathodische tDCS führte weder bei ästhetischen Urteilen, noch bei den Aufgaben zur Überprüfung der *Mentalizing*-Fähigkeiten zu Veränderungen.

9.4. Abstract

The present study investigated whether the medial prefrontal cortex plays a key role concerning aesthetic judgments of faces. Therefore, neural activity within this brain region was inhibited by cathodal transcranial direct current stimulation (tDCS). Participants then had to decide which one of two shown faces was the more attractive as well as to rate the attractiveness of each face separately. Furthermore, it was assumed that the medial PFC also plays an important role for mentalizing. To examine whether cathodal tDCS inhibited this ability participants had to complete the German version of the “Reading Mind in the Eyes” Test (Voracek & Dressler, 2006). Decreasing the excitability of the medial PFC by cathodal tDCS did not affect aesthetic judgments as well as mentalizing abilities in any way.

9.5. Lebenslauf

Persönliche Daten

Name:	Sarah Mooslechner
Geburtsdatum:	17.06.1986
Geburtsort:	Linz / Oberösterreich
Staatsbürgerschaft:	Österreich
Familienstand:	ledig

Ausbildung

09/1992 – 07/1996	Volksschule Doppl, 4060 Leonding
09/1996 – 09/2004	BRG Hamerling, 4020 Linz Reifeprüfung mit ausgezeichnetem Erfolg abgeschlossen
10/2004 – 01/2009	Studium der Sprachwissenschaften an der Universität Wien, Dr. Karl-Lueger-Ring 1, 1010 Wien
10/2005 - heute	Studium der Psychologie an der Universität Wien, Dr. Karl-Lueger-Ring 1, 1010 Wien

Bisherige Berufs- und Praxiserfahrung

Juli 2002/03/05/07	Fa. LAWOG GmbH, Garnisonstraße 22, 4021 Linz <i>Ferialpraktikum</i> Diverse Bürotätigkeiten (Schriftliche Korrespondenz, Telefontätigkeit, Datenbankeingabe, Dokumentarchivierung, ...)
--------------------	---

Juni 2008 – heute

Firma Dr. Pendl & Dr. Piswanger GmbH,
Bartensteingasse 5, 1010 Wien

Geringfügige Anstellung

Datenbankeingabe bzw. -pflege, diverse
Bürotätigkeiten, Empfangsvertretung,
Durchführung psychologischer Testungen

04/2010 – 07/2010

Lehr- und Forschungspraxis Universität Wien
Liebiggasse 5, 1010 Wien

Pflichtpraktikum im Rahmen des Studiums

Mitarbeit bei der Patienten- / Klientenbetreuung,
Fortbildung (Biofeedback, CogPack), Mitarbeit bei
laufenden Projekten sowie Publikationen, Teilnahme
an der wöchentlichen Supervision

Kurse

03/2009 – 07/2009

Österreichische Gebärdensprache für
AnfängerInnen I, Sprachenzentrum der
Universität Wien

10/2009 – 01/2010

Österreichische Gebärdensprache für
AnfängerInnen II, Sprachenzentrum der
Universität Wien

03/2010 – 07/2010

Österreichische Gebärdensprache für
Fortgeschrittene I, Sprachenzentrum der
Universität Wien

10/2010 – 01/2011

Österreichische Gebärdensprache für
Fortgeschrittene II, Sprachenzentrum der
Universität Wien

Fremdsprachen-Kenntnisse

Englisch

in Wort und Schrift

Französisch

in Wort und Schrift

Österreichische Gebärdensprache

Grundkenntnisse