



universität  
wien

# Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

## **BRAIN MEETS BEAUTY:**

Die Rolle des medialen präfrontalen Cortex bei evaluativ  
ästhetischen Urteilen

Verfasserin

**Bettina Siegl**

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Univ. Prof. Dr. Helmut Leder



## **Danksagung:**

Mein Dank richtet sich an erster Stelle an meinen Betreuer *Univ.-Prof. Dipl.-Psych. Dr. Helmut Leder*, der mir ermöglicht hat, mit diesem Thema mein Interesse an der neuroästhetischen Forschung auszubauen und durch motivierende Gespräche stets den Fortschritt dieser Arbeit förderte. Weiters danke ich *Dr. Gernot Gerger* für seine konstruktiven und kritischen Anmerkungen zur Studiendurchführung sowie seinen sofortigen Hilfestellungen.

Auch *Dr. Jürgen Pripfl* danke ich für die Einschulung zur Anwendung der transkraniellen Gleichstromstimulation und für seine sofortige Bereitschaft zur Assistenz während der ersten Testungsdurchläufe.

Ein großes Dankeschön geht an meine *Studienkolleginnen*, die ich erst während meiner Diplomarbeitsphase kennenlernen durfte. Den gemeinsamen Sommer, in dem der Diplomandenraum unser „zweites“ Wohnzimmer wurde, möchte ich nicht missen. Danke für alle motivierenden Worte.

Spezieller Dank geht an meine *Familie*, die mich emotional sowie finanziell während des gesamten Studiums unterstützt hat, mir in allen Situationen den Rücken stärkte und mir dadurch ermöglichte, meine Interessen uneingeschränkt zu entfalten. Nicht zuletzt richtet sich mein Dank an meinen Partner *Patrick* für das Erdulden unzähliger Arbeitsstunden, seinen ständigen Zuspruch und seine unendliche Geduld.



**Anmerkungen:**

Um eine einfachere Lesbarkeit der vorliegenden Arbeit zu gewährleisten, wird auf geschlechtsspezifische Formulierungen verzichtet und ausschließlich das generische Maskulinum verwendet. Dies geschieht rein aus sprachlichen Gründen und obliegt keinerlei Wertung.

Im Appendix soll auf die eigenständige Durchführung und theoretische Erarbeitung dieser Studie hingewiesen werden.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einführung</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Gesichtsattraktivität</b> .....	<b>2</b>
2.1 Was macht ein Gesicht attraktiv?.....	3
2.1.1 Durchschnittlichkeit .....	4
2.1.2 Symmetrie.....	5
2.1.3 Sexueller Dimorphismus.....	6
2.1.4 “What’s beautiful is good“- Hypothese.....	7
2.1.5 Partnerwahl – warum Schönheit zählt.....	8
<b>3. Was bedeutet Neuroästhetik?</b> .....	<b>9</b>
<b>4. Versuche zur Lokalisation von Gehirnaktivitäten bei ästhetischen Urteilen..</b>	<b>10</b>
4.1 Neuronale Korrelate von ästhetischen Urteilen über Gesichter .....	10
4.2 Neuronale Korrelate von ästhetischen Urteilen über Kunst .....	14
4.3 Neuronale Korrelate von ästhetischen Urteilen über geometrische Muster .....	15
4.4 Geteilte neuronale Korrelate von Ästhetik und Moral .....	15
4.5 Zusammenfassung.....	16
<b>5. Neuronale Grundlagen der Gesichtswahrnehmung</b> .....	<b>18</b>
5.1 Hierarchischer Prozess .....	18
5.2 Automatischer Prozess.....	21
5.3 Schlussfolgerung.....	22
<b>6. Der präfrontale Cortex</b> .....	<b>23</b>
6.1 Der mediale Teil des präfrontalen Cortex.....	24
6.2 Die Funktionen des (medialen) präfrontalen Cortex.....	24
6.2.1 Belohnungszentrum.....	25
6.2.2 Mentalizing.....	25
6.2.3 Weitere Ergebnisse .....	26
<b>7. Ableitung der Fragestellung und Hypothesen</b> .....	<b>27</b>
<b>8. Methode</b> .....	<b>29</b>
8.1 Teilnehmerinnen .....	29
8.2 Materialien .....	30
8.2.1 Vorstudie .....	30
8.3 Testungsdurchführung.....	31

8.3.1	Exkurs: Transkranielle Gleichstromstimulation (tDCS) .....	32
8.3.2	Ablauf der tDCS-Anwendung.....	33
8.3.3	Ablauf der Testung .....	36
<b>9.</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>39</b>
9.1	Attraktivitätseinschätzung aus Perspektive der Mitmenschen.....	41
9.2	Entscheidungssicherheit bei Attraktivitätsentscheidung aus der Perspektive der Mitmenschen .....	44
9.3	Dating-Entscheidung als individuelles evaluativ ästhetisches Urteil .....	48
9.4	Entscheidungssicherheit bei Dating-Entscheidung.....	52
9.5	Einschätzung der Augenfarbe des präsentierten Gesichtes als deskriptive Bedingung	55
9.6	Entscheidungssicherheit bei der Einstufung der Augenfarbe .....	59
<b>10.</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>63</b>
10.1	Evaluativ ästhetische Urteile über Gesichter .....	63
10.2	Deskriptive Urteile über Gesichter.....	65
10.3	Mögliche Einschränkungen der Studie .....	65
10.4	Abschließender Ausblick und Empfehlungen.....	66
<b>11.</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>68</b>
<b>12.</b>	<b>Appendix.....</b>	<b>78</b>
12.1	Abbildungen.....	78
12.2	Tabellen .....	79
12.3	Instruktionen der Hauptstudie .....	80
12.4	Probandeninformation.....	86
12.5	tDCS-Checkliste.....	92
12.6	Kurzzusammenfassung .....	95
12.7	Abstract.....	96
12.8	Verweis auf eigenständiges Arbeiten.....	97
12.9	Curriculum Vitae .....	98



### 1. Einführung

Aufschluss über unser Gegenüber erlangen wir im ersten Augenblick direkt über das Gesicht, denn dieses liefert eine Vielfalt an Informationen. Im Bruchteil einer Sekunde entscheiden wir darüber, ob uns dieses Gesicht vertraut ist, bekommen Aufschluss über das Alter, aber auch die ethnische Zugehörigkeit einer Person. Darüber hinaus liefert uns ein Gesicht noch eine viel feinere, differenzierte, subjektiv variierende und dennoch kulturübergreifend stabile Information – rasch wird ein Urteil über die Attraktivität dieses Gesichtes gebildet.

Laut bestehender Forschung (e.g. Langlois et al., 2000; Perrett, May, & Yoshikawa, 1994) ist es möglich, jene individuellen ästhetischen Präferenzen zumindest kulturspezifisch zu generalisieren. Obwohl spezielle Gesichtszüge personenspezifisch präferiert oder abgelehnt werden, wird jedoch von einem allgemeinen Attraktivitätsmaß ausgegangen (e.g. Little, Jones, & DeBruine, 2011; Rhodes, 2006; Thornhill & Gangestad, 1999), worauf anhand bestimmter Charakteristika innerhalb eines Gesichtes geschlossen wird und dessen Ausprägungen eine wichtige Rolle in der Partnerwahl spielen. Dahingehend entwickelte sich die Annahme, dass die Beurteilung von Schönheit bestimmten neuronalen Netzwerken unterliegt und innerhalb des menschlichen Gehirns Areale existieren, welche empfindsam auf Attraktivität reagieren.

In der vorliegenden Arbeit wurde aufgrund dieser Annahmen untersucht, ob bestimmte Hirnregionen neuronale Korrelate zu evaluativ ästhetischen Urteilen anhand von Gesichtern aufweisen. Um diese neuronale Lokalisation evaluativ ästhetischer Urteile durch das Aufzeigen von kausalen Zusammenhängen bestätigen zu können, ist es nötig, vorab die neuronalen Prozesse der Gesichtswahrnehmungen sowie deren unterschiedliche theoretische Konzeptionen zu beleuchten. In weiterer Folge wird jener Forschungszweig, genannt Neuroästhetik, beleuchtet, welcher die Zusammenhänge neuronaler Aktivitäten mit Ästhetik untersucht. Aufgrund einer örtlichen Manifestation innerhalb des medialen präfrontalen Cortex soll jenes Hirnareal nach dessen Anatomie, Lokalisation sowie Funktionen vorgestellt werden.

Ausgegangen wird primär von der Annahme, dass evaluative Urteile, wie ästhetische Entscheidungen über Gesichter, über Kunst und sogar geometrische Muster, erhöhte neuronale Aktivitäten in präfrontalen Gehirnarealen aufweisen. Infolgedessen wird in

dieser Studie angestrebt, durch eine Hemmung mittels transkranieller Gleichstromstimulation im Bereich des medialen präfrontalen Cortex Entscheidungsunsicherheiten zu generieren. Neben einer neuronalen Verankerung durch bildgebende Verfahren wäre somit eine nachweisliche Manifestation und Lokalisation ästhetisch evaluativer Urteile innerhalb des medialen präfrontalen Cortex durch das Aufzeigen kausaler Zusammenhänge möglich. Die Richtung der erzielten Ergebnisse soll abschließend mit einer Diskussion begründet, hinterfragt sowie kritisiert werden.

## 2. Gesichtsattraktivität

Nach Dion, Berscheid, und Walster (1972) werden attraktive Personen als klüger, extrovertierter und sozial kompetenter eingestuft als weniger attraktive Mitmenschen und sollen höhere Erfüllung im Beruf sowie im Privatleben erfahren. Es wird gezeigt, dass attraktive Personen früher heiraten, seltener alleinstehend leben und größere Erfolge bei der Partnersuche aufweisen (Dion et al., 1972; siehe Kapitel 2.1.5). Untersuchungen am Arbeitsmarkt zeigen, dass attraktiven Personen sowohl bessere Jobangebote als auch schnellere Aufstiegschancen ermöglicht (Chiu & Babcock, 2002; Dipboye, Arvey, & Terpstra, 1977; Marlowe, Schneider, & Nelson, 1996) und deren Leistungen selbst bei mangelhafter Qualität als empfehlenswert eingestuft werden (Landy & Sigall, 1974). Auch in der Kindererziehung und Elternschaft wurde bestätigt, dass attraktive Kinder bei Fehlverhalten weniger harte Strafen erhalten als weniger attraktive (Dion, 1972) und attraktiven Säuglingen mehr elterliche Aufmerksamkeit, Herzlichkeit und Zuwendung zuteilwird (Langlois, Ritter, Casey, & Sawin, 1995). Selbst Säuglinge betrachteten attraktive Gesichter länger als weniger attraktive, woraus geschlossen wurde, dass sie zwischen attraktiven, welche von ihnen präferiert wurden, und weniger attraktiven Gesichtern differenzieren können. Dies wird dahingehend interpretiert, dass selbst in jüngstem Alter gewisse Merkmale und Hinweise im Gesicht auf Attraktivität schließen lassen (Langlois, Ritter, Roggman, & Vaughn, 1991). Auch im sozial-interaktionalen Kontext zeigt Attraktivität hohen Einfluss (Little et al., 2011), welcher besonders bei der Partnerwahl eine wichtige Rolle spielt (e.g. Rhodes, Simmons, & Peters, 2005; Buss, 1989; siehe Kapitel 2.1.5). Schon in frühen Studien wurde

vermutet, dass Attraktivität ein Zeichen guter Gene ist und auf eine erfolgreiche Reproduktion hindeutet (Rhodes, 2006; Thornhill & Gangestad, 1999).

Es stellt sich aufgrund der weitreichenden Vorteile, welche ein attraktives Gesicht mit sich bringt, die Frage, ob Schönheit eine subjektive individuelle Einschätzung darstellt oder objektiv anhand eines kulturell manifestierten, womöglich globalen, Maßes festgehalten werden kann. Der schottische Philosoph David Hume (1757) beschrieb Schönheit folgendermaßen: „Beauty is no quality in things themselves: It exists merely in the mind which contemplates them; and each mind perceives a different beauty” (Hume, 1757, S. 208-209). Ausgehend von dieser Annahme ist die Beurteilung von Attraktivität und Schönheit frei wählbar und wird individuell vom Betrachter definiert. Dies würde bedeuten, dass in der heutigen Gesellschaft verschiedenste willkürlich definierte Schönheitsideale existieren. Währenddessen wird die Medienlandschaft, ob im Fernsehen oder auf Werbeplakaten, von Gesichtern überhäuft, die kulturell übergreifend als attraktiv bezeichnet werden (e.g. Langlois et al., 2000; Perrett et al., 1994). Auch Thornhill und Gangestad (1999) postulierten, dass das Empfinden von Attraktivität und Schönheit dem Menschen angeboren ist. Daraus entwickelte sich die Annahme, dass die Einstufung und Abgrenzung von attraktiven zu weniger attraktiven Gesichtern, also die Identifikation von Schönheit und Attraktivität, ähnlichen Kriterien zugrunde liegt (Little et al., 2011). Es obliegt folglich gewissen biologisch fundierten Präferenzen und Kriterien, welche von Rhodes (2006) in einer Metaanalyse untersucht wurden.

### **2.1 Was macht ein Gesicht attraktiv?**

Ästhetische Präferenzen beeinflussen die Partnerwahl erheblich (e.g. Rhodes et al., 2005), indem sie dazu verleiten, jene Person als potentiellen Partner zu wählen, von welchem sich am ehesten der Fortbestand der eigenen Gene erwartet wird (Little et al., 2011). Diese evolutionäre Darstellungsweise von Attraktivität und Schönheit wurde bislang in mehreren Studien (e.g. Little et al., 2011; Rhodes, 2006; Thornhill & Gangestad, 1999) herangezogen, um spezifische Merkmale attraktiver Gesichter aufzuzeigen. Denn obwohl ein Urteil über Attraktivität, im Speziellen über Gesichtsattraktivität, rasch gebildet werden kann, ist es dennoch problematisch, jene Attribute herauszustreichen, welche diese Anziehung so maßgeblich beeinflussen (Little

et al., 2011). Nach Rhodes (2006) lassen sich also drei spezielle Merkmale aufzeigen, welche die Wahrscheinlichkeit auf Fortpflanzungserfolg erheblich verbessern und kulturübergreifend als attraktiv empfunden werden. Diese drei Merkmale sind Durchschnittlichkeit, Symmetrie und sexueller Dimorphismus.

### 2.1.1 Durchschnittlichkeit

Nach Rhodes (2006) weist ein sogenanntes Durchschnittsgesicht eine durchschnittliche Merkmalsausprägung im Hinblick auf die Gesamtbevölkerung auf. Demnach weisen Gesichter mit einer hohen Durchschnittlichkeit geringste Besonderheiten auf und stellen nach dem Prinzip der guten Gene einen hohen Prädiktor für eine potentielle Partnerwahl dar (Rhodes, 2006). In evolutionären Ansätzen wurde davon ausgegangen, dass Durchschnittlichkeit einen Indikator für gute Gesundheit darstellt (Rhodes, 2006). Dies lässt sich beispielsweise durch eine höhere Widerstandsfähigkeit gegenüber diversen Krankheitserregern festhalten (Gangestad & Buss, 1993; Thornhill & Gangestad, 1993), was wiederum auf hohen Reproduktionserfolg schließen lässt. Thornhill und Gangestad (1993) argumentierten, dass Personen mit durchschnittlichen Gesichtern eine höhere individuelle Protein-Heterozygotie aufweisen, an die sich eine Vielzahl an Parasiten und Erregern anpassen müssen. Diese erhöhte Immunresistenz wird deshalb als eine erstrebenswerte Eigenschaft bei der Partnersuche angesehen (Thornhill & Gangestad, 1993).

Ob nun durchschnittliche Gesichter wirklich als attraktiver beurteilt werden, wurde von Langlois und Roggman (1990) näher untersucht. Bei der Beurteilung männlicher und weiblicher Gesichter sowie digitalgenerierter gemittelter Varianten von unterschiedlicher Attraktivitätsausprägung zeigte sich, dass jeweils die computermanipulierten Gesichter als attraktiver beurteilt wurden als die unbearbeiteten Originalaufnahmen. Ein starker linearer Trend zeigte zudem auf, dass die Attraktivitätseinschätzung mit der Anzahl der für Manipulation einbezogenen und übereinander gelagerten Gesichter anstieg. Jene Resultate entsprechen einer Vorliebe für Merkmalsausprägungen nahe dem Mittelwert einer Gesamtbevölkerung (Langlois & Roggman, 1990). In weiterer Folge konnte mittels verbesserter Computertechnik und Darstellungsmöglichkeiten ebenfalls aufgezeigt werden, dass jene Präferenz für

Durchschnittlichkeit existiert (e.g. Rhodes, Sumich, & Byatt, 1999; Rhodes & Tremewan, 1996).

Da aber digital generierte Durchschnittsgesichter ebenso ein hohes Maß an Symmetrie aufweisen, wodurch es zu einer Konfundierung von Durchschnittlichkeit und Symmetrie bei diesen Attraktivitätsurteilen kommt, ist laut Alley und Cunningham (1991) ein Schluss, dass durchschnittliche Gesichter demnach bevorzugt und als attraktiv empfunden werden, nicht mehr möglich. Es wurde angestrebt, diese Konfundierung von Symmetrie und Durchschnittlichkeit zu vermeiden. So gelang es Rhodes et al. (1999) aufzuzeigen, dass sowohl die Manipulation von Symmetrie sowie von Durchschnittlichkeit Attraktivitätsurteile unabhängig voneinander in positiver Weise beeinflussen.

Während bei der Beurteilung von Durchschnittlichkeit die Gesichtssymmetrie kontrolliert wurde bzw. unkontrolliert blieb, zeigte die Ausprägung von Symmetrie auf ein Urteil über Durchschnittlichkeit kaum Einfluss (Jones, DeBruine, & Little, 2007). Kritisch zu betrachten ist bei digitalisierter Bildbearbeitung ebenso, dass überlagerte Durchschnittsgesichter ein reineres sowie ebenmäßigeres Gesichtsbild aufweisen, da dadurch Unreinheiten sowie Falten ebenfalls an den Durchschnitt angepasst werden (Alley & Cunningham, 1991). Auch kulturell übergreifend konnte ein Einfluss von Durchschnittlichkeit auf das Attraktivitätsurteil festgestellt werden. Rhodes et al. (2001) bestätigten, dass sich Präferenzen für Durchschnittlichkeit und Symmetrie von Gesichtern nicht auf westliche Kulturen beschränken.

### 2.1.2 Symmetrie

Ein weiteres bedeutendes Merkmal attraktiver Gesichter ist neben der Durchschnittlichkeit die Symmetrie. Laut Van Valen (1962) stellt eine erfolgreiche und vollständige Entwicklung eines Gesichtes einen Indikator hoher genetischer Qualität dar. Entspricht demnach die Symmetrie einer optimalen Entwicklung, stellt die fluktuierende Asymmetrie (FA) eine brauchbare Maßeinheit dar. Diese zeigt eine bestehende Abweichung von einer symmetrischen und, nach Van Valen (1962), somit erfolgreichen Entwicklung und soll genetische Variationen und Fehlanpassungen signalisieren (Møller, 1997). Nach Thornhill und Gangestad (1999) wird dadurch eine Einschätzung der phänotypischen und genetischen Ausstattung ermöglicht.

Während anfangs davon ausgegangen wurde, dass gewisse Asymmetrien in Gesichtern auf Attraktivität hinwiesen (Kowner, 1996), was zum Teil auf mangelhafte Durchführungen durch eine simple mittige Teilung und Spiegelung der Gesichtshälften auf einer vertikalen Achse erfolgte, wurde in technisch anspruchsvolleren Studien gezeigt, dass Symmetrie einen positiven Einfluss auf Attraktivitätsurteile nimmt (Perrett et al., 1999; Rhodes, Proffitt, Grady, & Sumich, 1998). Mealey, Bridgestock, und Townsend (1999) unterstrichen diese Resultate mit einer Studie an monozygotischen Zwillingen. Es wurde gezeigt, dass jener Zwilling mit höherer Gesichtssymmetrie als attraktiver beurteilt wurde, unabhängig von dessen Geschlecht.

Um neben dem direkten Einfluss von Symmetrie auf die Gesichtsattraktivität weitere Kriterien aufzuzeigen, wurden in einer Studie von Scheib, Gangestad, und Thornhill (1999) neben vollständig gezeigten männlichen Gesichtern auch Gesichtshälften präsentiert und nach deren Attraktivität bewertet. Die dargebotenen linken oder rechten Gesichtshälften ließen keinen wesentlichen Aufschluss über Symmetrie zu. Dennoch korrelierten deren Attraktivitätseinschätzungen in selbigem Ausmaß mit Symmetrie, wie dies bei vollständig präsentierten Gesichtern passierte. Daraus schlossen Scheib et al. (1999), dass neben der Gesichtssymmetrie noch andere Charakteristika herangezogen werden, um den phänotypischen Zustand zu bewerten. Einen Hinweis stellt die Gesichtsmaskulinität dar, indem aufgezeigt wurde, dass ein hervortretendes Jochbein mit Symmetrie- aber auch Attraktivitätsurteilen korrelierte (Scheib et al., 1999).

### **2.1.3 Sexueller Dimorphismus**

Gewisse Ausprägungen von sekundären Geschlechtsmerkmalen in Gesichtern erwachsener Menschen signalisieren Maskulinität beziehungsweise Feminität. Jene geschlechtsspezifischen Veränderungen erfolgen im Zeitraum der Pubertät aufgrund der angeregten Hormonproduktion. Diese Unterschiede zeichnen sich auch in der Gesichtsform ab, welche durch Hormone wie Testosteron oder Östrogen zwischen Männern und Frauen variiert (Little et al., 2011). Ein hervorstehendes Jochbein sowie schmale Wangen sprechen beispielsweise für markante männliche Gesichtsmarkmale (e.g. Enlow, 1982, zitiert nach Little et al., 2011).

Aus evolutionärer Sicht sprechen diese extremen Ausprägungen sekundärer Geschlechtsmerkmale für hohe Attraktivität, da sie auf einen hohen Reproduktionserfolg sowie auf eine hohe Qualität des genetischen Erbmaterials und gute Fitness schließen lassen (Little et al., 2011). Hintergrund dieser Annahme bildet die Forschung von Folstad und Karter (1992), wonach sich männliche Gesichtszüge aufgrund eines hohen Testosteronspiegels entwickeln. Die von den Autoren formulierte *Immunkompetenz-Handicap-Hypothese* belegt, dass jene Männer, die trotz ihres hohen Testosteronlevels mit guter Gesundheit ausgestattet sind, folglich eine hohe Immunresistenz aufweisen (Folstad & Karter, 1992).

Eine Untersuchung der Verbindungen von Attraktivität und einer starken Ausprägung sekundärer Geschlechtsmerkmale innerhalb des Gesichtes zeigen uneinheitliche Ergebnisse. Cunningham, Barbee, und Pike (1990) sowie Grammer und Thornhill (1994) belegten Verbindungen zwischen maskulinen männlichen Gesichtern und Attraktivität und berichteten, dass Frauen an Männergesichtern besonders einen stark ausgeprägten Kieferbereich bevorzugten. Dagegen sprechen jedoch Ergebnisse von Rhodes, Hickford, und Jeffery (2000). Diese Forschungsgruppe konnte durch eine Vorgabe von stark maskulin sowie feminin bearbeiteten Gesichtern beider Geschlechter nachweisen, dass sehr feminine weibliche Gesichter, aber auch sehr feminine männliche Gesichter am attraktivsten eingestuft wurden. Demnach stellte nicht die geschlechtsspezifisch übertriebene Ausprägung der Sekundärmerkmale ein Attribut für Attraktivität dar. Stattdessen ließen femininere Züge ein Gesicht attraktiver erscheinen (Rhodes et al., 2000). Auch eine kulturübergreifende Untersuchung von Perrett et al. (1998) bestätigte diese Annahmen. Hier wurden sowohl kaukasische als auch japanische Gesichter präsentiert, wobei jeweils die feminisierten Varianten der bearbeiteten Gesichter am attraktivsten bewertet wurden.

### 2.1.4 “What’s beautiful is good“- Hypothese

Erstmals wurde das „What’s beautiful is good“-Stereotyp von Dion et al. (1972) definiert. Die Forschungsgruppe wies nach, dass attraktiven Personen eine höhere Ausprägung sozial-erwünschter Persönlichkeitseigenschaften zugesprochen wurde als weniger attraktiven Menschen. Aufgrund dessen genießen Attraktive erhebliche Vorteile im sozialen Kontext und sollen ein erfüllteres sowie glücklicheres Leben führen, ob nun

in beruflicher oder privater Hinsicht (Dion et al., 1972). Weitere Untersuchungen zeigten auf, dass attraktiven im Gegensatz zu unattraktiven Personen eine Fülle an positiven Attributen, sei es am Arbeitsplatz (e.g. Chiu & Babcock, 2002) oder im Bereich der Kindererziehung (Dion, 1972), zugeschrieben wird (siehe Kapitel 2).

Little, Burt, und Perrett (2006) versuchten nun diese positiven Attributzuschreibungen bei hoher Attraktivität genauer zu beleuchten. Sie zeigten, dass Attraktivitätsurteile erheblich von den gewünschten und persönlich als wichtig empfundenen Persönlichkeitseigenschaften eines potentiellen Partners beeinflusst wurden. Die Beurteilung von Gesichtern sollte nach gewissen wünschenswerten Attributen erfolgen, welche je nach der Attraktivitätsausprägung eines Gesichtes als vorhanden oder nicht existent angenommen werden. Little et al. (2006) zeigten, dass Persönlichkeitspräferenzen bestimmte Gesichtspräferenzen festlegen und diese individuell voneinander abweichen können. Eigenschaften, die wünschenswert an einem Partner sind, werden für gut gehalten und bei der Partnerwahl dementsprechend gesucht (Little et al., 2006). Diese neue Auslegung der Stereotypie steht ebenso in enger Verbindung zu älteren Studienergebnissen. Perrett et al. (1998) zeigten, dass Frauen femininere Ausprägungen in männlichen Gesichtern dann präferierten, wenn bei der Partnerwahl besondere Bedeutung auf die Pflege des Nachwuchses und Wärme gelegt wurde. Dadurch gelang der Nachweis einer Verbindung zwischen Attraktivität und erwünschten charakterlichen Eigenschaften (Perret et al., 1998).

### **2.1.5 Partnerwahl – warum Schönheit zählt**

Die Wahl eines potentiellen Partners und in weiterer Folge dessen genetische Qualität wird in evolutionären Ansätzen durchwegs zur Identifikation von Merkmalen attraktiver Gesichter herangezogen (e.g. Rhodes, 2006; Thornhill & Gangestad, 1999). Laut Buss (1989) stellt die weibliche Schönheit innerhalb von 37 Kulturen höchste Priorität für die Partnerwahl dar. Attraktivität, als starkes Lockmittel einerseits und größter Anreiz für eine langwährende Partnerschaft andererseits, überschattet in ihrer Omnipräsenz dabei andere unerlässliche Eigenschaften und Qualitäten für das menschliche Überleben und die Partnersuche (Zaidel & Nadal, 2011).

Auf Basis evolutionärer Theorien stellen Symmetrie, Durchschnittlichkeit als auch sexueller Dimorphismus wichtige Prädiktoren für gutes Erbmaterial, hohe

Immunresistenz und großen Reproduktionserfolg dar (Little et al., 2011; Rhodes, 2006; Thornhill & Gangestad, 1999). Im Großteil der Attraktivitätsstudien werden Personen dazu aufgefordert, die Attraktivität einer Person anhand ihres Gesichtes zu beurteilen. Die Beurteilung von Gesichtern des eigenen Geschlechts oder des anderen kann aber aufgrund verschiedener Motive deutlich voneinander abweichen. Nach Rhodes (2006) könnte die Attraktivitätseinschätzung eines Gesichtes durch das Motiv, eine Person sexuell anziehend zu finden, geleitet sein. Mit einem solchen Urteil kann aber auch die Niedlichkeit des Gesichtes bewertet werden oder diese Entscheidung durch die Motivation geleitet werden, einen potentiellen Partner zu finden. Dies würde unterschiedliche affektive oder motivationale Konsequenzen auslösen, wie etwa sexuelle Erregung oder empathisches Verhalten (Rhodes, 2006).

Nach Cunningham et al. (1990) verfügen Attraktivitätsurteile bei der Beurteilung gegengeschlechtlicher Gesichter bei heterosexuellen Personen vorwiegend über sexuell anziehenden Charakter. Diese korrelieren nahezu perfekt mit dem Wunsch nach einem Date mit .97 und nach einer Heirat mit .93 (Cunningham et al., 1990). Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Bewertung attraktiver gegengeschlechtlicher Gesichter für heterosexuelle Personen neben dem Einfluss der globalen Attraktivitätsmaße implizit ein Urteil über eine potentielle Partnerschaft darstellt, welches soziale aber auch moralische Komponenten besitzt (Zaidel & Nadal, 2011).

### 3. Was bedeutet Neuroästhetik?

Die Neuroästhetik (engl. = *neuroaesthetics*) ist ein junges Forschungsfeld, welches verschiedensten Disziplinen untergeordnet werden kann und sich großem Wachstum erfreut. Primär beschäftigt sich dieser Forschungsbereich mit neuronalen Korrelaten kognitiver aber auch affektiver Prozesse. Jene werden durch die Betrachtung von Ästhetik in Form von Kunst, nicht-künstlerischen Objekten sowie Naturphänomenen ausgelöst (Nadal & Pearce, 2011). Dieses Forschungsfeld verzeichnet den größten Wissenszufluss aus der Psychologie, den Neurowissenschaften, der Evolutionsbiologie sowie aus dem Bereich der philosophischen Ästhetik. Dies macht die Neuroästhetik zu einem sehr heterogenen Forschungsbereich (Nadal & Pearce, 2011). Hauptaugenmerk wird besonders auf die Bildgebung neuronaler Aktivitäten bei der Konfrontation mit Kunstwerken und bei deren Bewertung gelegt (e.g. Cela-Conde et al., 2004; Jacobsen,

Schubotz, Höfel, & von Cramon, 2006; Kawabata & Zeki, 2004). Auch bei der Erforschung menschlicher Schönheit, im Speziellen der Gesichtsattraktivität, zeigte sich in der Neuroästhetik ein rascher Forschungszuwachs. Nach Ishai (2007) stellt nämlich gerade das Gesicht ein hohes Reizmittel für Menschen dar, welches für Forschungszwecke im neuroästhetischen Bereich besonders hohen Aufschluss über Attraktivitätsurteile, aber auch soziale und moralische Verankerungen zulässt (Zaidel & Nadal, 2011).

#### **4. Versuche zur Lokalisation von Gehirnaktivitäten bei ästhetischen Urteilen**

In den folgenden Abschnitten werden Studien präsentiert, welche aufgrund bildgebender Verfahren, wie funktioneller Magnetresonanztomographie und Magnetenzephalographie, wichtige Schlüsse auf die Lokalisation von bestimmten mit Ästhetik verbundenen Gehirnarealen zulassen. Diese Schlussfolgerungen können aufgrund erhöhter neuronaler Aktivitäten während einer ästhetischen Beurteilung von Gesichtern, Kunst und bestimmten symmetrischen Mustern gezogen werden.

##### **4.1 Neuronale Korrelate von ästhetischen Urteilen über Gesichter**

Aharon et al. (2001) stützen sich in ihrer Studie auf die Annahme, dass Gesichtsattraktivität sehr positiv auf den Betrachter wirkt. Die Präsentation attraktiver Gesichter soll aus diesem Grund eine belohnende Wirkung ausüben. Als Testpersonen wurden junge heterosexuelle Männer rekrutiert. Die Autoren untersuchten mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) sechs Gehirnregionen, welche in Zusammenhang mit Belohnung gebracht wurden. Angenommen wurde, dass diese Regionen erhöhte Aktivierungen bei der Betrachtung und Attraktivitätsbewertung von männlichen und weiblichen Gesichtern zeigten. Es wurde festgestellt, dass jene Gebiete, nämlich die subkortikale erweiterte Amygdala des basalen Vorderhirns, der Nucleus Accumbens, der Hypothalamus, die Amygdala, das ventrale Tegmentum und der orbitofrontale Cortex, erhöhte neuronale Aktivierungen aufwiesen. Schon die Betrachtung attraktiver weiblicher Gesichter bewirkte im Speziellen im Bereich des Nucleus Accumbens bei jungen heterosexuellen Männern erhöhte neuronale Aktivitäten. Die Betrachtung männlicher Gesichter sowie weniger attraktiver Frauengesichter wies

aber keine nennenswerte neuronale Aktivierung in den genannten Arealen auf. Von Seiten der Autoren blieb unbeantwortet, ob die beobachteten neuronalen Reaktionen aufgrund der Präsentation attraktiver Gesichter oder aufgrund der belohnenden Erwartung in jenem Zeitintervall, in welchem attraktive Gesichter präsentiert wurden, auftraten (Aharon et al., 2001).

Um eine Reaktion auf einen attraktiven Stimulus (Gesicht) direkt auf dessen belohnende Wirkung zurückzuführen und Konfundierungen aufgrund bestimmter Erwartungshaltungen zu vermeiden, wurde von O'Doherty et al. (2003) eine präzisere Untersuchung durchgeführt. Die Versuchspersonen wurden dazu aufgefordert, sowohl männliche als auch weibliche Gesichter mit hoher oder geringer Attraktivitätsausprägung in randomisierter Reihenfolge während einer ereigniskorrelierten fMRT-Aufzeichnung nach deren Geschlecht zu bewerten. Es wurde belegt, dass die Gehirnregion des medialen orbitofrontalen Cortex bei der Präsentation attraktiver Gesichter erhöhte Aktivierungen aufwies. Jene waren nicht nur bei attraktivitätsbezogenen Aufgabenstellungen zu vernehmen, sondern konnten auch ohne diesbezügliche Aufgabenstellung nachgewiesen werden. Daraus wurde geschlossen, dass attraktive Gesichter eine stark belohnende Wirkung haben und bei Präsentation eine automatische Aktivierung im angeführten Hirnareal auslösen. Wurden jene attraktiven Gesichter zudem mit einem leicht positiven Gesichtsausdruck, wie einem Lächeln, präsentiert, wurde das Ausmaß der Aktivierung im medialen orbitofrontalen Cortex zusätzlich gesteigert (O'Doherty et al., 2003).

Um den Belohnungseffekt attraktiver Gesichter neuronal weitreichender zu verankern, prüften Winston, O'Doherty, Kilner, Perrett, und Dolan (2007), ob auch die Amygdala neben dem medialen orbitofrontalen Cortex eine erhöhte neuronale Aktivierung zeigt. Während bei O'Doherty et al. (2003) jene Aktivierungen im Bereich des medialen orbitofrontalen Cortex einen linearen Effekt zur Attraktivität von Gesichtern aufwiesen, erhofften sich Winston et al. (2007) bei der Untersuchung der amygdalen Aktivitäten die Bestätigung eines nicht-linearen Zusammenhangs mit Gesichtsattraktivität. Die Autoren vermuteten, dass dieser Gehirnbereich verstärkt auf attraktive sowie weniger attraktive Gesichter reagiert, jedoch kaum auf durchschnittlich attraktive Gesichter. Während einer funktionellen Magnetresonanztomographie mussten Männer und Frauen Gesichter nach deren Alter und Attraktivität beurteilen. Die Annahmen bestätigend zeigte die rechte Amygdala erhöhte Reaktionen auf attraktive

sowie unattraktive Gesichter, unabhängig von der zu absolvierenden Aufgabe. Deutliche Aktivierungen konnten auch im Bereich des medialen orbitofrontalen Cortex verzeichnet werden, welche automatisch bei der Präsentation des zu beurteilten Gesichtes erfolgten. Dies passierte unabhängig davon, welcher Aufgabenblock bearbeitet wurde. Auch der mediale präfrontale Cortex, der parazinguläre Cortex, der Sulcus temporalis superior, der posterior orbitofrontale Cortex und der Inselkortex verzeichneten während der Durchführung der Attraktivitätsurteile erhöhte Aktivitäten (Winston et al., 2007).

Ishai (2007) versuchte die neuronalen Aktivitäten ästhetischer Urteile zu identifizieren und untersuchte zudem die Effekte von Geschlecht und sexueller Orientierung während des Evaluationsprozesses. Angenommen wurde, dass hetero- und homosexuelle Personen stärkere neuronale Reaktionen bei der jeweils präferierten Personengruppe aufzeigen. Während der Attraktivitätsbeurteilung von männlichen sowie weiblichen Gesichtern erfolgte eine Aufzeichnung der neuronalen Aktivitäten mittels fMRT. Heterosexuelle Männer und homosexuelle Frauen zeigten verstärkte Aktivierungen im medialen orbitofrontalen Cortex bei der Bewertung attraktiver Frauengesichter. Selbige Aktivierungen konnten bei homosexuellen Männern und heterosexuellen Frauen bei attraktiven Männergesichtern aufgezeichnet werden. Die Autoren zogen daraus den Schluss, dass die sexuelle Präferenz neuronale Reaktionen im menschlichen Gehirn moduliert und diese Aktivierungen bei Attraktivitätsurteilen dadurch zusätzlich verstärkt werden (Ishai, 2007).

Wie in den zuvor dargestellten Studien versuchten auch Chatterjee, Thomas, Smith, und Aguirre (2009) die neuronalen Korrelate ästhetischer Urteile über Gesichter zu manifestieren. Anders als bei vorangegangenen Studien wurden die Versuchspersonen aufgefordert, die Attraktivitätsurteile nicht durch die persönlich empfundene Anziehung zu verfälschen. Ein Gesicht sollte stattdessen bezugnehmend auf ein Durchschnittsgesicht als attraktiver oder weniger attraktiv eingeschätzt werden. In einem zweiten Aufgabenblock sollte beurteilt werden, ob zwei aufeinander folgende Gesichter ident sind. Während jener Attraktivitätsurteile wurden neuronale Aktivitäten innerhalb eines weit verzweigten neuronalen Netzwerks beobachtet. Dieses schloss den dorsalen posterioren parietalen, den ventralen okzipitalen, den inferioren dorsolateralen, den anterioren insularen und den medialen präfrontalen Cortex mit ein. Abhängig von der Attraktivität der präsentierten Gesichter variierten diese neuronalen

Aktivierungen. Während der expliziten Bewertung von Schönheit zeigten sich parietale, mediale und dorsolaterale Aktivierungen. Chatterjee et al. (2009) führten diese Ergebnisse darauf zurück, dass diese Areale neuronale Korrelate von Aufmerksamkeits- und Entscheidungsprozessen darstellen. Die verzeichnete frontomediale Aktivierung könnte auf die evaluative Komponente ästhetischer Urteile zurückzuführen sein. Im zweiten Aufgabenblock konnte aufgezeigt werden, dass neuronale Aktivitäten in der ventralen okzipitalen Region, welche auch bei den Attraktivitätsurteilen signifikant erhöht waren, weiterhin mit der Gesichtsattraktivität korrelierten. Dies erfolgte unabhängig davon, ob explizit auf ein Attraktivitätsurteil verwiesen wurde oder stattdessen die jeweilige Identität zweier Gesichter beurteilt werden sollte. Chatterjee et al. (2009) zogen daraus den Schluss, dass diese spezielle Region, welche das fusiforme Gesichtsareal, den lateral okzipitalen Cortex und medial angrenzende Areale umfasst, automatisch bei der Präsentation ästhetischer Stimuli – hier in Form attraktiver Gesichter – erhöhte neuronale Aktivierungen aufweist. Diese Region kann möglicherweise als neuronaler Auslöser für allgegenwärtige Effekte von Attraktivität bei sozialen Interaktionen fungieren (Chatterjee et al., 2009).

Cooper, Dunne, Furey, und O’Doherty (2012) versuchten in ihrer Studie zu identifizieren, welche Gehirnregionen beim Treffen schneller Dating-Entscheidungen (*Speed-Dating*) erhöhte Aktivierungen verzeichnen. Sie stützen sich dabei auf frühere Studienergebnisse (e.g. Amodio & Frith, 2006; Chatterjee et al., 2009; Satpute & Lieberman, 2006), welche aufzeigten, dass besonders der mediale präfrontale Cortex bei evaluativen Entscheidungen, wie Attraktivitätsentscheidungen, aktiviert wird. In der Studie von Cooper et al. (2012) wurden die Testpersonen aufgefordert, Attraktivitätsurteile über Personen abzugeben, welche sie anschließend auf einem Speed-Dating Event trafen. Vermehrte neuronale Aktivitäten wurden hier im Bereich des dorsomedialen präfrontalen Cortex, im Speziellen im parazingulären Cortex und im rostromedialen präfrontalen Cortex, dahingehend interpretiert, ob eine Person als potentieller Dating-Partner ausgewählt oder abgelehnt wurde. Urteile über die Attraktivität des präsentierten Gesichtes erzeugten erhöhte neuronale Aktivitäten im ventromedialen präfrontalen Cortex als auch im parazingulären Cortex. Die individuelle Präferenz basierend auf dem vermuteten Charakter der Person aktivierte vermehrt den rostromedialen präfrontalen Bereich (Cooper et al., 2012).

## 4.2 Neuronale Korrelate von ästhetischen Urteilen über Kunst

Nicht nur Gesichter, sondern auch Kunst wurde als Reizmittel herangezogen, um Rückschlüsse auf ein für ästhetische Bewertungsprozesse verantwortliches neuronales Netzwerk zu ziehen. Wieder wurden bildgebende Verfahren verwendet, um neuronale Korrelate von Ästhetik aufzuzeigen.

Kawabata und Zeki (2004) versuchten mittels fMRT aufzuzeigen, ob bestimmte Gehirnregionen bei der Betrachtung von Gemälden sowie bei deren Schönheitseinschätzung spezifische Aktivierungen zeigten. Vor dem Bildgebungsverfahren wurde jeder Versuchsperson eine große Auswahl an Gemälden präsentiert. Anschließend sollten jene Kunstwerke nach deren Schönheitsausprägung den Kategorien *schön*, *neutral* und *hässlich* zugeordnet werden. Dieselben Gemälde wurden den Testpersonen während dem Bildgebungsverfahren dargeboten. Es konnte aufgezeigt werden, dass die Wahrnehmung und Betrachtung verschiedenster Kategorien von Gemälden mit unterschiedlichen und spezialisierten visuellen Gebieten in Verbindung gebracht wurde. Der orbitofrontale Cortex zeigte eine unterschiedlich starke Aktivierung bei der Wahrnehmung von schönen und weniger schönen Gemälden, unabhängig von der Kunstkategorie. Auch der Motorcortex wurde bei der Präsentation schöner und hässlicher Stimuli unterschiedlich aktiviert (Kawabata & Zeki, 2004).

Cela-Conde et al. (2004) versuchten mittels Magnetenzephalographie ästhetische Urteile neuronal zu manifestieren, indem Kunstwerke in unterschiedlichen Stilrichtungen und Naturfotografien präsentiert wurden. Diese sollten von den Versuchspersonen nach deren Schönheit beurteilt werden. Während einer positiven ästhetischen Beurteilung wurden spezifische Aktivierungen im Bereich des dorsolateralen präfrontalen Cortex aufgezeichnet. Die Autoren postulierten, dass bei ästhetischer Wahrnehmung mehrere parallel angeordnete mehrstufige Verarbeitungssysteme beteiligt sind. Ästhetik kann nach Cela-Conde et al. (2004) als ein Attribut innerhalb eines bestimmten Verarbeitungssystems wahrgenommen werden, in welchem der präfrontale Cortex eine bedeutende Rolle einnimmt.

#### 4.3 Neuronale Korrelate von ästhetischen Urteilen über geometrische Muster

Die Studie von Jacobsen et al. (2006) zielte darauf ab, die neuronalen Aktivitäten von ästhetischen Urteilen durch die Beurteilung geometrischer Muster aufzuzeigen. Hintergedanke dieser Studie war, Attraktivitätsurteile zu generieren, welche unabhängig von weiteren Bewertungsprozessen, wie sozialen oder moralischen Urteilen bei der Einschätzung von Gesichtsattraktivität, gebildet werden. Die neuronalen Aktivitäten von ästhetischen Urteilen und Urteilen über die Symmetrie von bestimmten Mustern wurden mittels fMRT aufgezeichnet. Die Versuchspersonen sollten zwei Arten von Aufgaben bearbeiten. Im ersten Aufgabenblock sollten sie einen vorgegebenen Stimulus als *schön* oder *nicht schön* einstufen, was einer evaluativ ästhetischen Bewertung entsprach. Im zweiten Aufgabenblock sollte bewertet werden, ob ein Stimulus symmetrisch oder nicht symmetrisch ist, was einem deskriptiven Urteil entsprach (Jacobsen et al., 2006). Durch die Vorgabe von geometrischen Mustern sollten laut Jacobsen et al. (2006) moralische oder soziale Urteile, welche ästhetische Beurteilungen oftmals miteinschließen, vollends ausgeblendet werden. Es wurde aufgezeigt, dass bei evaluativ ästhetischen Beurteilungen (*Ist dieses Muster schön?*) erhöhte Aktivitäten im lateralen präfrontalen Cortex sowie im medialen präfrontalen Cortex, aber auch im ventrolateralen präfrontalen Cortex feststellbar waren. Weitere Aktivierungen zeigten sich im posterioren Cingulum, im linken Temporalpol und im Bereich des temporoparietalen Übergangs. Diese Ergebnisse bestätigten, dass auch die ästhetische Bewertung von geometrischen Mustern jene Bereiche im Gehirn aktiviert, welche ebenso für die Beurteilung der Attraktivität von Gesichtern aktiviert werden. Urteile über die Symmetrie zeigten erhöhte Aktivierung in prämotorischen und parietalen Bereichen, welche mit räumlicher Wahrnehmung in Zusammenhang gebracht werden. Die Autoren schlossen aufgrund dieser Resultate, dass ästhetische Urteile über Attraktivität (und Schönheit) teilweise auf einem Netzwerk beruhen, welches grundlegende Überlappungen zu evaluativen Urteilen mit sozialem und moralischem Charakter aufzeigt (Jacobsen et al., 2006).

#### 4.4 Geteilte neuronale Korrelate von Ästhetik und Moral

Das „What’s beautiful is good“-Stereotyp von Dion et al. (1972) zeigt mit der Annahme, dass attraktive Personen auch folglich aufgrund ihres Aussehens gute

Menschen sein müssen, eine Verbindung von Moral und Ästhetik. Nach Zaidel und Nadal (2011) stellt die Partnerwahl eine von Ästhetik beeinflusste Entscheidung dar, welche Schnittpunkte zu moralischen Urteilen aufweist. Während bei ästhetischen Entscheidungen speziell präfrontale Gehirnregionen erhöhte Aktivierungen aufwiesen, zeigten sich auch bei Entscheidungen mit moralischem oder sozialem Charakter signifikant erhöhte neuronale Aktivierungen in frontomedialen Bereichen (e.g. Cunningham, Johnson, Gatenby, Gore, & Banaji, 2003; Greene, Nystrom, Engell, Darley, & Cohen, 2004; Greene, Sommerville, Nystrom, Darley, & Cohen, 2001; Moll, Eslinger, & Oliveira-Souza, 2001).

Aufschluss über die Vermutung gemeinsamer neuronaler Korrelate gibt eine Studie von Tsukiura und Cabeza (2011). In jener wurden Schnittpunkte innerhalb der Gehirnregionen bei ästhetischen und moralischen Urteilen aufgezeigt. Mittels fMRT wurden die neuronalen Korrelate von ästhetischen sowie moralischen Entscheidungen aufgezeichnet. Es konnte bestätigt werden, dass die Aktivitäten im medialen orbitofrontalen Cortex bei ästhetischen Urteilen über Gesichter sowie bei moralischen Urteilen deutlich anstiegen. Die Aktivität in der Inselrinde wurde bei beiden Entscheidungstypen deutlich verringert. Innerhalb dieser beiden Regionen zeigten die Aktivierungen durch beide Entscheidungstypen eine hohe Korrelation. Die Autoren interpretierten dies als eine Mitwirkung beider Gehirnregionen bei ästhetischen aber auch moralischen Urteilen (Tsukiura & Cabeza, 2011).

Im Weiteren ist es wichtig zu beachten, dass evaluativ ästhetische Urteile über Gesichter nicht nur Entscheidungen über Attraktivität hervorrufen, auch wenn dies in der Fragestellung gefordert wird. Auch moralische sowie soziale Komponenten beeinflussen Attraktivitätsurteile maßgeblich (e.g. Jacobsen et al., 2006; Petty, Wegener, & Fabrigar, 1997). Aufgrund der neuronalen Überlappungen ist es sinnvoll, bei Attraktivitätsurteilen von Gesichtern auch Partnerschaftskomponenten miteinzubeziehen, um stärkere Aktivierungen in frontomedialen Gehirnarealen hervorzurufen.

### 4.5 Zusammenfassung

Aufgrund der vorgestellten Studien wird davon ausgegangen, dass Ästhetik innerhalb eines neuronalen Netzwerks verankert ist, in welchem der frontomediale

Bereich eine bedeutende Rolle einnimmt. Alle präsentierten Studien weisen bei der Abgabe ästhetischer Urteile erhöhte Aktivitäten innerhalb des präfrontalen Cortex auf. Dies könnte gemäß der beschriebenen Studien auf einen belohnenden Charakter (e.g. Aharon et al., 2001; O'Doherty et al., 2003) von Attraktivität und Schönheit hindeuten. Aufgrund dieses Belohnungscharakters kann eine neuronale Aktivierung möglicherweise schon durch die Erwartung attraktiver Reize ausgelöst werden oder bei der Präsentation ästhetischer Stimuli auftreten. Durch die ästhetische Beurteilung symmetrischer Muster in der Studie von Jacobsen et al. (2006) konnte die Lokalisation ästhetischer Entscheidungen noch näher beleuchtet werden, da in ihrem Aufgabendesign soziale und/oder moralische Einflüsse vermieden wurden.

Daraus kann geschlossen werden, dass Attraktivitätsentscheidungen neuronale Korrelate besitzen, welche ihre Verankerung innerhalb der präfrontalen Regionen finden (e.g. Chatterjee et al., 2009; Jacobsen et al., 2006) und diese Gehirnregionen mit moralischen sowie sozialen Urteilen teilen (Tsukiura & Cabeza, 2011). Die große Gemeinsamkeit aller beschriebenen Studien beruht auf der Verwendung bildgebender Verfahren, um ästhetische Gehirnaktivitäten zu lokalisieren. Dies lässt jedoch keine Rückschlüsse auf direkte kausale Zusammenhänge zu. Daraus geht die Frage hervor, ob durch eine Hemmung präfrontaler Regionen ein präziserer Aufschluss über neuronale Korrelate von Ästhetik erbracht werden kann (angelehnt an Mooslechner, 2012). Verhaltensänderungen und Entscheidungsunsicherheiten könnten folglich einen Indikator für einen neuronalen Nachweis von Attraktivitätsentscheidungen darstellen.

Während nun eine Vielzahl an Studien bei der Bildung evaluativ ästhetischer Entscheidungen auf den präfrontalen Cortex verweisen, stellt sich nun die Frage, wann im Prozess der Gesichtswahrnehmung eine solche Attraktivitätsbewertung stattfindet. Aufgrund des spontanen Charakters der neuronalen Aktivitäten schließen einige Studien aus dem Bereich der Neuroästhetik (e.g. Chatterjee et al., 2009; O'Doherty et al., 2003; Winston et al., 2007) auf eine schnelle automatische Verarbeitung. Andere Theorien (Haxby, Hoffman, & Gobbini, 2000; Senior, 2003) stellen die Gesichtswahrnehmung als langsameren, bewussten Prozess dar, in welchem ähnlich wie bei moralischen oder sozialen Urteilen die Verarbeitung in hierarchischer Abfolge passiert. Im nachfolgenden Kapitel sollen diese theoretischen Ansätze näher dargestellt werden.

## 5. Neuronale Grundlagen der Gesichtswahrnehmung

Ein Gesicht liefert seinem Betrachter zahlreiche Informationen, denn obwohl die Stimmlage, die Körperform und/oder der Kleidungsstil eine große Hilfestellung zur Identifikation einer Person bieten, ist erst das Gesicht der wahre Schlüssel zur Identität einer Person (Bruce & Young, 1986). Bislang blieb die Frage unbeantwortet, auf welcher Stufe im Verarbeitungsprozess die Wahrnehmung von Gesichtsästhetik auftritt, und ob die Gesichtswahrnehmung als hierarchischer Prozess oder automatischer Prozess angesehen werden kann. Einerseits wird vermutet, dass die ästhetische Bewertung einer eigenen hierarchischen Stufe unterliegt und zum größten Teil bewusst erfolgt (Haxby et al., 2000; Senior, 2003), während andererseits weitere Theorien eine unbewusste automatische Reizverarbeitung beschreiben (Atkinson & Adolphs, 2011; Palermo & Rhodes, 2007).

### 5.1 Hierarchischer Prozess

Das kognitive Modell der Gesichtswahrnehmung von Bruce und Young (1986) stellt eines der einflussreichsten seiner Zeit dar. Es dient zur Begründung perceptiver sowie kognitiver Prozesse, welche während der Erkennung eines Gesichtes involviert werden. In diesem Modell wird davon ausgegangen, dass der gesamte Verarbeitungsprozess in getrennten Etappen erfolgt und dadurch in Teilprozesse gliederbar ist, welche hierarchisch-sequentiell aber auch parallel zueinander ablaufen. Das Modell gliedert sich insgesamt in sieben Einheiten (auch „Codes“ genannt), welche in dieser Kurzdarstellung nicht namentlich angeführt werden. Den ersten Verarbeitungsschritt bildet die strukturelle Enkodierung, welche klassifiziert, dass ein Gesicht als solches wahrgenommen wird. In dieser Verarbeitungsstufe wird eine Trennung zwischen veränderbaren Gesichtsmerkmalen, wie zum Beispiel der Mimik oder dem emotionalen Ausdruck, und invarianten Charakteristika innerhalb eines Gesichtes vorgenommen. Während erstere auf einem Pfad parallel verarbeitet werden, passiert dies bei letzteren stattdessen auf einem getrennten unabhängigen Pfad. In der zweiten Stufe des Modells von Bruce und Young (1986) werden die invarianten Gesichtsmerkmale mit *face recognition units* abgeglichen, welche als abstrakte internale Repräsentation für jedes Gesicht einzeln angefertigt werden. Diese werden im Langzeitgedächtnis gespeichert. So soll eine Wiedererkennung unabhängig von der momentanen Darbietung ermöglicht

werden. In der dritten Stufe dieses kognitiven Modells von Bruce und Young (1986) erfolgen weitere semantische Aktivierungen der Informationen, die mit der Identifizierung eines Gesichtes einhergehen, was schlussendlich zum Abruf von Wissen über das Gesicht führt (*person identity nodes*). Zusammenfassend stellen also die parallele und unabhängige Verarbeitung veränderbarer und invarianter Merkmale sowie die Hierarchie der einzelnen Verarbeitungsstufen die zentralen Hauptannahmen dieses Modells dar (Bruce & Young, 1986).

Um nun die neuronalen Grundlagen der Gesichtswahrnehmung zu beleuchten, soll das Modell von Haxby et al. (2000) Aufschluss über Gehirnareale, die an einem Gesichtserkennungsprozess beteiligt sind, geben. Wie Bruce und Young (1986) gehen Haxby et al. (2000) von getrennten Verarbeitungssystemen aus und treffen die Annahme, dass die Wahrnehmungsverarbeitung struktureller invarianter Aspekte eines Gesichtes, wie seine Identität, und die Wahrnehmung von veränderbaren Merkmalen, wie Mimik, auf unterschiedlichen neuronalen Bahnen verläuft (Haxby et al., 2000; Haxby, Hoffman, & Gobbini, 2002). Ansonsten bestünde das Risiko von erheblichen identitätsbezogenen Veränderungen durch Lippenbewegungen oder Emotionsausdrücken. Im Allgemeinen werden von Haxby et al. (2000) zwei hierarchisch konzipierte Komponenten unterschieden: das Kernsystem (*core system*) und ein erweitertes System (*extended system*). Das Kernsystem umfasst okzipitotemporale Regionen im extrastriatalen visuellen Cortex und führt die visuelle Analyse eines Gesichtes durch. Die Repräsentation und Verarbeitung invarianter Gesichtsmerkmale findet demnach eher in gesichtsrelevanten Gehirnregionen, wie dem lateralen fusiformen Gyrus, statt, welcher von Kanwisher, McDermott, und Chun (1997) als *fusiform face area* (FFA) beschrieben wurde. Nach Haxby et al. (2000) werden veränderliche dynamische Aspekte eines Gesichtes, wie Gesichtsausdruck oder Lippenbewegungen, im superioren temporalen Sulcus (STS) verarbeitet. Der inferioren okzipitalen Gyrus sendet Informationen an den lateralen fusiformen Gyrus sowie an den superioren temporalen Sulcus. Es wird angenommen, dass diese Verarbeitungsprozesse unabhängig voneinander stattfinden. Verschiedenste neuronale Systeme arbeiten dagegen im erweiterten System eng mit dem Kernsystem zusammen, um die Bedeutung des betrachteten Gesichtes zu extrahieren und sind deshalb nicht direkt an der Gesichtswahrnehmung beteiligt. Die Blickrichtung, Lippenbewegungen, das Abrufen von semantischem Wissen und die Wahrnehmung von Gesichtsausdrücken sind hier

beteiligt. Dies erfolgt nach Haxby et al. (2000) in Regionen wie dem intraparietalen Sulcus (für räumliche Wahrnehmung), der Amygdala, der Insula sowie dem limbischen System (für die Verarbeitung des emotionalen Gehalts), dem superior temporalen Gyrus (für das auditiv verbale Verständnis) und dem anterioren temporalen Lappen (zur Repräsentation semantisch biographischem Wissens). Dennoch bleibt für die Autoren die funktionale Trennung dieser beteiligten Regionen unklar, womit trotz des hierarchischen Aufbaus jenes Modells auf die koordinierte Beteiligung multipler Regionen verwiesen wird (Haxby et al., 2000).

Eine Erweiterung jenes Modells von Haxby et al. (2000) wurde von Senior (2003) vorgenommen, worin erstmals neben dem emotionalen Ausdruck und der Sprache die Schönheit – im Speziellen die Attraktivität von Gesichtern – in den Verarbeitungsprozess mitaufgenommen wurde. Angenommen wird dabei, dass die Verarbeitung ästhetischer Komponenten einen separaten Prozess innerhalb der Gesichtswahrnehmung darstellt. Senior (2003) stützt sich dabei auf Studien von Aharon et al. (2001) und O’Doherty et al. (2003), in welchen aufgezeigt wurde, dass bei der Betrachtung attraktiver Gesichter jene mit Belohnung assoziierten Gehirnareale starke Aktivierungen aufzeigten (siehe Kapitel 4.1). Informationen innerhalb des superiorem temporalen Sulcus, jenem Teil des Kernsystems, in welchem variierende Gesichtsmerkmale, wie Blickrichtung, Ausdruck oder Lippenbewegungen verarbeitet werden (Haxby et al., 2000), sollen im Areal der submentikulär erweiterten Amygdala und im ventralen Tegmentum ihre erste ästhetische Bewertung erfahren (Senior, 2003). Schöne Gesichter, die ebenso belohnend wirken, werden anschließend im orbitofrontalen Gyrus, im Nucleus Accumbens und im ventromedialen präfrontalen Cortex verarbeitet. Jene Gesichter, die keine belohnende Wirkung haben und nur ästhetisch sind, werden hauptsächlich im Nucleus Accumbens verarbeitet (Senior, 2003).

Die Integration eines weiteren Verarbeitungsschrittes, in welchem die Ästhetik eines Gesichtes analysiert wird, lässt den Schluss zu, dass innerhalb des Gesichtsverarbeitungs- und Erkennungsprozesses bestimmte Regionen ausschließlich für die Bearbeitung des ästhetischen Gehalts verantwortlich sind (Senior, 2003). Jene Regionen wurden in frontomedialen Bereichen des Gehirns lokalisiert. Dies konnte bereits durch zahlreiche Bildgebungsstudien bestätigt werden konnte (e.g. Chatterjee et al., 2009; Jacobsen et al., 2006; siehe Kapitel 4.1, Kapitel 4.2 und Kapitel 4.3).

### 5.2 Automatischer Prozess

Die bislang präsentierten Modelle zur Gesichtserkennung postulieren verschiedene und getrennte Verarbeitungsprozesse und vernachlässigen dadurch den Einbezug von Aufmerksamkeitsprozessen (e.g. Bruce & Young, 1986; Haxby et al., 2000; Senior, 2003). Palermo und Rhodes (2007) stellten ein Modell eines Gesichtswahrnehmungssystems vor, in welches sie aus diesem Grund Aufmerksamkeit in Gesichtsverarbeitungsprozesse involvierten. Diese soll im Speziellen während der Gesichtsidentifikation und bei Diskriminierung verschiedenster Gesichtsausdrücke eine bedeutende Rolle spielen. Aufgrund der raschen, unbewussten und verbindlichen Verarbeitung wird auf automatische Prozesse geschlossen. Die Autoren gehen also weniger von einer hierarchisch gegliederten als vielmehr einer parallelen Gesichtsverarbeitung aus. In dieser sollen die für jene Gesichtserkennung relevanten Gehirnareale durch multiple neuronale Verbindungen miteinander interagieren (Palermo & Rhodes, 2007). Diese interaktionale Verarbeitungsweise stellt nun eine stark differenzierte Darstellung zu den hierarchisch gegliederten Verarbeitungsmodellen von Bruce und Young (1986) und Haxby et al. (2000) dar. Aufgrund der Reizüberflutung in alltäglichen Szenarien wäre es schlichtweg unmöglich, all diese Reize einer vollständigen Analyse zu unterziehen. Stattdessen sollen diese Reize nach gewissen Hierarchien getrennt und so voneinander unterschieden werden (Palermo & Rhodes, 2007). Auf Basis der emotionalen Signifikanz nach Compton (2003) werden nur jene Reize zur Verarbeitung herangezogen, welche relevante Informationen besitzen. Dies bedeutet, dass diese Reize dann vorrangig verarbeitet werden. Zwei Mechanismen steuern diesen Prozess: Einerseits prüft ein Aufmerksamkeitsmechanismus die emotionale Signifikanz präattentativ bzw. auf „automatischer“ Basis, während andererseits ein zweiter Mechanismus die Wichtigkeit festlegt. Demnach gehen Palermo & Rhodes (2007) davon aus, dass die Verarbeitung von Gesichtern präattentativ erfolgt, und ergänzen das Modell von Haxby et al. (2000) um eine subkortikale Route, welche eine besonders schnelle jedoch wenig deutliche Verarbeitung ermöglicht. Besonders die Fähigkeit eines Menschen, Gesichter binnen 100 ms als solche zu erkennen (Pegna, Khateb, Michel, & Landis, 2004), spricht laut den Autoren Palermo und Rhodes (2007) für einen automatischen Verarbeitungsprozess.

Auch Atkinson und Adolphs (2011) versuchen die Erkennung von Gesichtern anhand zweier Prozesse aufzuzeigen. Höhere Wahrnehmungsprozesse, wie Identitätsbeurteilungen oder die Verarbeitung eines emotionalen Ausdrucks,

unterscheiden sich von niedrigeren Wahrnehmungsprozessen, wie zum Beispiel der Diskriminierung zwischen Gesichtern und Objekten. Während die erstgenannten Prozesse das okzipitale Gesichtsareal aktivieren, lösen letztere Prozesse diese Aktivierungen nicht aus. Infolgedessen versuchen die Autoren in ihrer Review zu widerlegen, dass daraus auf hierarchische Prozesse geschlossen werden kann. Sie postulierten, dass besonders höhere Prozesse der Gesichtswahrnehmung einer komplexen Interaktion verschiedenster Gehirnregionen unterliegen. Laut Atkinson und Adolphs (2011) entspricht die Gesichtserkennung also keiner simplen Extraktion bestimmter Hinweise durch verschiedene Gehirnareale, sondern einem komplexen interaktiven Zusammenspiel. Höhere Prozesse innerhalb der Gesichtswahrnehmung basieren auf einer Wechselwirkung verschiedenster Gehirnregionen, welche je nach Aufgabe und Inhalt variieren kann.

### 5.3 Schlussfolgerung

Aufgrund der Darstellung wird nun offengelegt, dass sowohl hierarchisch angeordnete als auch „automatische“ Prozesse bei der Präsentation eines Gesichtes aktiviert werden. Welche Verarbeitungsmodalität der Gesichtserkennung nun zugrunde liegt, bleibt offen. Es ist aber festzuhalten, dass bei einer Manipulation der kortikalen neuronalen Erregbarkeit in spezifischen, für Ästhetik relevanten, Gehirnarealen und den darauffolgenden evozierten Verhaltens- und Entscheidungsänderungen ein Schluss auf eine hierarchische oder „automatische“ Verarbeitung möglich wäre (angelehnt an Annahme von Mooslechner, 2012). Würde keine Änderung spezifischer Urteile über Gesichtsattraktivität auftreten, kann vermutet werden, dass bei neuronaler Hemmung aufgrund der interaktionalen neuronalen Verstrickungen Funktionsweisen von benachbarten Gehirnregionen übernommen werden. Dies wäre bei einem hierarchischen Abbau und einer stufenweise Verarbeitung nicht möglich. Da sich die neurowissenschaftliche Ästhetikforschung weitgehend auf Ergebnisse stützt, welche stets von einer (Mit)-Aktivierung präfrontaler Gehirnregionen während evaluativ ästhetischer Bewertungsprozesse berichten, soll im Folgenden jenes Gehirnareal näher beleuchtet und seine anatomischen sowie funktionalen Charakteristika aufgezeigt werden.

## 6. Der präfrontale Cortex

Der nach vorne anschließende Teil des Frontallappens wird präfrontaler Cortex (abgekürzt *PFC*) genannt. Er setzt sich aus einem medialen, dorsolateralen und orbitofrontalen Bereich zusammen. Bezüglich Größe und Zytoarchitektonik gibt es große Unterschiede zwischen bestimmten Speziesklassen. Beim Menschen ist der präfrontale Cortex signifikant größer ausgeprägt als bei anderen Spezies (Semendeferi, Armstrong, Schleicher, Zilles, & Van Hoesen, 2001) und wird aufgrund dessen als der „menschlichste“ Teil des Gehirns bezeichnet (Thier, 2006, S. 472). Während der Anteil des präfrontalen Cortex bei einer Katze bezogen auf den Gesamtcortex nur 3,5% beträgt, füllt dieser beim Menschen 29% aus (Thier, 2006, S. 473).

Die geläufigste anatomische Teilung des präfrontalen Bereichs erfolgt über die drei unterschiedlichen kortikalen Oberflächen. Die laterale Oberfläche, welche am dichtesten an der Schädeldecke liegt, befindet sich anterior des prämotorischen Bereichs und des frontalen Augenfelds. Über den Augenhöhlen und der Nasenhöhle befindet sich die orbitofrontale Oberfläche, welche ventromedialer präfrontaler Cortex oder auch orbitofrontaler Cortex genannt wird. Der mediale Anteil des präfrontalen Cortex, welcher die dritte Oberfläche darstellt, befindet sich zwischen den zwei Hemisphären sowie vor dem Corpus callosum und dem anterior cingulären Cortex (Ward, 2010, S. 312). Der präfrontale Cortex lässt sich jedoch nicht nur nach makroskopischem Aufbau einteilen, sondern kann auch aufgrund seiner histologischen Befunde gegliedert werden. Mittels Einfärbetechnik konnte festgestellt werden, dass die sechs Schichten innerhalb der Großhirnrinde unterschiedliche Ausprägung aufwiesen, wonach die Einteilung in sogenannte Brodmann-Areale (BA) erfolgte (Prosiegel, 2002, S. 233). Der ventrolaterale Bereich des präfrontalen Cortex lässt sich den Brodmann-Arealen (BA) 45, 47 sowie Teilen von 44 zuordnen. Der dorsolaterale präfrontale Cortex deckt die Brodmann-Areale 46 und 9 ab, während der mediale Anteil dem Brodmann-Areal 10 entspricht (Ward, 2010, S. 313).

Trotz mannigfacher Studien stellt der präfrontale Cortex eine Hirnregion dar, die bislang wenig erforscht wurde (Ramnani & Owen, 2004). Im Folgenden soll auf die mediale Oberfläche, nämlich den medialen präfrontalen Cortex, näher eingegangen werden. Weiters sollen bisherige Forschungsergebnisse bezüglich seiner Funktionalitäten aufgezeigt werden.

### 6.1 Der mediale Teil des präfrontalen Cortex

Der mediale Anteil des präfrontalen Cortex wird in der Literatur auch oftmals als rostraler präfrontaler Cortex, Frontalpol oder auch anteriorer präfrontaler Cortex bezeichnet (Ward, 2010, S. 313). In dieser Arbeit soll jene Gehirnregion durchwegs als medialer präfrontaler Cortex (mPFC) bezeichnet werden. Innerhalb des menschlichen Gehirns nimmt der mediale präfrontale Cortex (BA 10) das wahrscheinlich größte zytoarchitektonische Areal innerhalb des präfrontalen Cortex ein (Öngür, Ferry, & Price, 2003; Ramnani & Owen, 2004).

### 6.2 Die Funktionen des (medialen) präfrontalen Cortex

*„One of the least well understood regions of the human brain is rostral prefrontal cortex, approximating Brodmann’s area 10.“* (Gilbert et al., 2006, S. 932)

Der Nachweis präfrontaler Funktionen erfolgt, wie in den berichteten Studien in der Ästhetikforschung (e.g. Chatterjee et al., 2009; Jacobsen et al., 2006; siehe Kapitel 4), durch strukturelle, funktionelle oder virtuelle Bildgebungsverfahren. Es gibt jedoch wenige Studien, die auf eine eindeutige lokale Spezifizierung hinweisen. In der Metaanalyse von Gilbert et al. (2006) wurde nachgewiesen, dass eine funktionale Aufteilung zwischen den lateralen und medialen Regionen innerhalb des medialen präfrontalen Cortex vorliegt. Dabei ging hervor, dass *Mentalizing*-Aufgaben (siehe Kapitel 6.2.2) überproportional häufiger mit medialen Aktivierungen innerhalb des präfrontalen Cortex einhergingen. Währenddessen riefen Aufgaben, welche das Arbeitsgedächtnis sowie das Abrufen semantischen Wissens involvierten, verhältnismäßig häufiger laterale Aktivierungen des medialen präfrontalen Cortex hervor. Funktionale Variationen wurden auch entlang der rostral-kaudalen Achse festgestellt. *Mentalizing*-Aufgaben zeigten hier eine stärkere Involvierung kaudaler Bereiche, während *Multitasking*-Aufgaben rostrale Bereiche aktivierten. Diese Ergebnisse begründen für Gilbert et al. (2006) die funktionale Trennung innerhalb des medialen präfrontalen Cortex.

### 6.2.1 Belohnungszentrum

Wie schon in Kapitel 4.1 erläutert aktivieren attraktive Gesichter aufgrund ihres belohnenden Charakters jene Areale innerhalb des präfrontalen Cortex (e.g. Aharon et al., 2001; O'Doherty et al., 2003), welche mit Belohnung assoziiert werden. Besonders sozialpsychologische Studien belegen, dass diese aufgezeigten Gehirnareale bei monetären Anreizen und deren Gewinnerwartung erhöhte Aktivierungen verzeichneten (e.g. Breiter, Aharon, Kahneman, Dale, & Shizgal, 2001; Elliott, Friston, & Dolan, 2000; O'Doherty, Kringelbach, Rolls, Hornak, & Andrews, 2001). Ob nun der mediale präfrontale Cortex vorzugsweise durch monetäre Reize erhöhte neuronale Aktivitäten aufweist, versuchten Knutson, Fong, Bennett, Adams, und Hommer (2003) aufzuzeigen. Sie gaben den Versuchspersonen Aufgaben vor, bei denen es zu einer Verzögerung eines monetären Reizes kam und untersuchten währenddessen die neuronalen Aktivitäten mittels fMRT. Die bloße Erwartung monetärer Anreize aktivierte Gebiete innerhalb des ventralen Striatums. Der mediale präfrontale Cortex reagierte speziell bei der eigentlichen Gewinnausschüttung, also dem Erhalt von Belohnung. Während dieses Areal bei einer sofortigen Gewinnüberreichung starke Aktivierungen zeigte, sank diese Aktivität bei Belohnungsaufschub (Knutson et al., 2003).

### 6.2.2 Mentalizing

Unter *Mentalizing*<sup>1</sup> wird jener Prozess verstanden, welcher es ermöglicht, Interferenzen über die Befindlichkeit anderer Personen treffen zu können und deren mentale Zustände nachzuvollziehen. Dies passiert meist automatisch, liefert wichtige Aufschlüsse über Handlungsabsichten und hat somit begründende Wirkung auf das Handeln anderer Menschen (Frith & Frith, 2006). Durch die Übernahme einer fremden Perspektive soll ermöglicht werden, Handlungsziele und daraus resultierende Verhaltensweisen zu verstehen sowie die Abgrenzung der eigenen von fremden Perspektiven zu erkennen (Gallagher & Frith, 2003). Nach Adolphs (2002) offenbart neben der Körpersprache besonders das Gesicht zahlreiche Informationen über emotionale Zustände in Form von Gesichtsausdrücken und Mimik. Es lässt deshalb besonders schnell Schlüsse auf mentale Zustände anderer Personen zu.

---

<sup>1</sup> Hier: als Synonym für *Theory of Mind (ToM)* zu verstehen

Über die letzten Jahre hinweg wurde durch verschiedenste Aufgabenstellungen versucht, *mentalizing* hervorzurufen und neuronal zu verankern. Die Ergebnisse zeigten sich bemerkenswert einheitlich. So wurden neuronale Aktivierungen vorwiegend im medialen präfrontalen Cortex, im posterioren Anteil des Sulcus temporalis superior sowie im Temporalpol festgestellt (Amodio & Frith, 2006; Frith & Frith, 2003).

### 6.2.3 Weitere Ergebnisse

Wie schon in Kapitel 4.4 erwähnt, spielt der mediale präfrontale Cortex eine entscheidende Rolle bei moralischen Aufgaben. Eine aktuelle Studie zeigt dazu, dass es bei einer neuronalen Inhibition (Hemmung) mittels transkranieller Gleichstromstimulation im Bereich des medialen präfrontalen Cortex den Testpersonen leichter fiel, Lügen zu erzählen, was sich durch schnellere Reaktionszeiten in den Aufgabentasks widerspiegelte. Bei einer anodalen Stimulation wurden keine Veränderungen festgestellt (Karim et al., 2010). Auch bei Aufgaben mit selbstreferentiellen Charakter spielt der mediale präfrontale Cortex eine entscheidende Rolle. So wurde von Gusnard, Akbudak, Shulman, und Raichle (2001) bewiesen, dass neuronale Aktivitäten innerhalb des dorsomedialen präfrontalen Cortex bei einer Aufmerksamkeitslenkung zu selbstreferentiellen oder introspektiv orientierten mentalen Tätigkeiten deutlich anstiegen. Weiters wurden bei Entscheidungen mit evaluativem Charakter frontomediale Aktivierungen berichtet. Kennzeichen evaluativer Entscheidungen ist, dass ein Bezug von einer internal verankerten Skala zum persönlichen Wertesystem hergestellt wird, welches auf Präferenzen, Normen, aber auch ästhetischen Bevorzungen beruht (Zysset, Huber, Ferstl, & von Cramon, 2002). Ein ästhetisches Urteil provoziert nach Jacobsen et al. (2006) ebenso eine evaluative Entscheidung, ähnlich wie soziale und moralische Entscheidungen. Während evaluativ ästhetische Urteile präfrontale Regionen aktivierten, wurden bei deskriptivem Entscheidungscharakter jene Areale nicht aktiviert (siehe Kapitel 4.1).

Schlussfolgernd kann nun angenommen werden, dass durch die Frage nach der eigenen subjektiven Einschätzung der Attraktivität eines Gesichtes nicht nur Bezug zu *mentalizing* (e.g. Happe, 2003) genommen wird, sondern auch selbstreferentielle Prozesse ausgelöst (Gallagher, 2000; Gusnard et al., 2001; Vogeley, Kurthen, Falkai, & Maier, 1999) werden. Während bei deskriptiven Urteilen alle Informationen direkt aus

dem Stimulus entnommen werden können, richten sich evaluative Urteile in erster Linie an die persönliche Meinung und Empfindung. Die Beurteilung der Attraktivität eines Stimulus stellt nach Roye, Höfel, und Jacobsen (2008) ein evaluatives Urteil dar. Es stellt sich die Frage, ob ästhetische Urteile mit evaluativem Entscheidungscharakter erhöhte Aktivierungen innerhalb des medialen präfrontalen Cortex aufzeigen (e.g. Jacobsen et al., 2006; Zysset et al., 2002) und eine Hemmung dieses Bereichs zu veränderten Verhaltensweisen führt. Dem steht die kontroverse Annahme gegenüber, dass ästhetische Wahrnehmung innerhalb des Gesichtswahrnehmungsprozesses automatisch abläuft und aufgrund multipler axialer Verflechtungen keine Änderungen aufgezeigt werden können (Atkinson & Adolphs, 2011; Palermo & Rhodes, 2007). Die Provokation einer Perspektivenübernahme kann die gewünschten Untersuchungsergebnisse zusätzlich unterstreichen.

## 7. Ableitung der Fragestellung und Hypothesen

Das Ziel der vorliegenden Studie ist die Lokalisation und Manifestation neuronaler Korrelate evaluativ ästhetischer Urteile aufgrund kausaler Schlussfolgerungen. Es stellt sich die Frage, ob der mediale präfrontale Cortex in Zusammenhang mit evaluativ ästhetischen Urteilen gebracht werden kann (angelehnt an Mooslechner, 2012). Da sich Vorstudien auf die Verwendung bildgebender Verfahren stützten (siehe Kapitel 4), um erhöhte neuronale Aktivierungen ausgelöst durch ästhetische Reizmittel aufzuzeigen, ist es bislang nicht gelungen, kausale Zusammenhänge zwischen bestimmten Gehirnregionen und Ästhetik herzustellen. Während einer Inhibition des gewünschten Gehirnareals soll abweichendes Verhalten und das Auftreten von Entscheidungsunsicherheiten bei ästhetischer Urteilsabgabe provoziert werden. Die gewünschte Herabsetzung des kortikalen Erregbarkeits- und Aktivitätsniveaus im medialen präfrontalen Cortex während der Stimulation, aber auch über den Zeitpunkt hinaus, soll unter der Verwendung transkranieller Gleichstromstimulation erfolgen (Nitsche & Paulus, 2007, S. 540). Während die anodale transkranielle Gleichstromstimulation eine Zunahme der neuronalen Aktivität und Erregbarkeit im medialen präfrontalen Cortex bewirkt, werden durch eine kathodale Positionierung die neuronale Aktivität und Erregbarkeit vermindert (Nitsche & Paulus, 2007, S. 540; Näheres siehe Kapitel 8.3.1). Bei einer Testung mit kathodaler Positionierung am

medialen präfrontalen Cortex wird versucht, durch die Veränderung der neuronalen Aktivität kausale Schlüsse zu evaluativ ästhetischen und moralischen Urteilen herzustellen. Diese Verminderung der kortikalen Erregbarkeit soll durch die Bildung von Entscheidungsunsicherheiten in Form langsamerer oder veränderter Urteile aufgezeigt werden.

Es wird angenommen, dass durch die ausgelöste Hyperpolarisation im Vergleich zur Trugkondition<sup>2</sup> (engl. *sham-condition*) veränderte Reaktionszeiten und Entscheidungssicherheiten auftreten. Diese können durch eine Verunsicherung in der Entscheidungsbildung beobachtet werden, was sich sowohl durch veränderte, nämlich verlangsamte Reaktionszeiten (angelehnt an Mooslechner, 2012), aber auch durch veränderte Ratings in der Entscheidungssicherheit bemerkbar machen kann. Es wird angenommen, dass die Einschätzung der persönlichen Entscheidungssicherheit auf einer Ratingskala deutlich abnimmt, was durch eine Hemmung im Bereich des medialen präfrontalen Cortex erzeugt wird. Durch die Wahl potentieller Dating-Partner sollen aufgrund des moralischen Charakters (Zaidel & Nadal, 2011) die präfrontalen Regionen, welche ähnliche Aktivierungen wie Ästhetik aufzeigen, zusätzlich aktiviert werden. Weiters sollen während einer ästhetischen Einschätzung eines Gesichtes frontomediale Regionen aufgrund einer Perspektivenübernahme zusätzliche Aktivierung erfahren (*mentalizing*, siehe Kapitel 6.2.2).

In weiterer Folge wird angenommen, dass aufgrund undifferenzierter und unscharfer Urteilsbildungen bei einer neuronalen Hemmung im medialen präfrontalen Cortex keine ästhetischen Feinheiten wahrgenommen werden können. Dies soll eine Beurteilung nach Ästhetik und Dating erheblich erschweren. Auch diese Annahmen würden zu verlangsamten Reaktionszeiten sowie abweichenden Einstufungen in der Entscheidungssicherheit, nämlich durch weniger sichere Entscheidungen, führen. Somit kann auch die Anzahl der gewählten Gesichter bei einer kathodischen Stimulation, im Vergleich zur *sham-condition*, stark abweichen. In den vorgegebenen deskriptiven Bedingungen werden keine Unterschiede in der Entscheidungssicherheit sowie in der Reaktionszeit zwischen den beiden Stimulationsbedingungen, kathodische Stimulation und *sham-condition*, erwartet (e.g. Jacobsen & Höfel, 2002; Jacobsen & Höfel, 2003; Jacobsen et al., 2006). Es wird nicht davon ausgegangen, dass eine deskriptive Bedingung ästhetische Urteile generiert.

---

<sup>2</sup> Täuschung der Testperson durch Applikation aller für eine Stimulation erforderlichen Apparaturen

Die folgenden Hypothesen beruhen auf der Annahme, dass die Beurteilung eines Gesichtes nach Attraktivität innerhalb der Gesichtswahrnehmung einen separaten Prozess darstellt, welcher hierarchisch betrachtet auf einer späteren Stufe stattfindet (Senior, 2003). Würden nun Wahrnehmungsprozesse eines Gesichtes, den Vermutungen von Palermo und Rhodes (2007) folgend, parallel zueinander ablaufen und „automatisch“ erfolgen, wären in folgender Studie durch mögliche neuronale Adaptionen während einer Inhibition keinerlei Veränderungen feststellbar. Dies könnte einen Hinweis auf vermutete multiaxiale neuronale Vernetzungen innerhalb des definierten Gehirnareals darstellen (Atkinson & Adolphs, 2011; Palermo & Rhodes, 2007).

Aufgrund einer vorausgegangenen Studie von Mooslechner (2012) wird angenommen, dass eine transkranielle Gleichstromstimulation die Reaktionszeit nicht beeinträchtigt. Eine Verlangsamung der Reaktionszeit bei evaluativ ästhetischen Aufgaben kann somit auf eine Entscheidungsunsicherheit zurückgeführt werden. Aufgrund der Vielzahl an durchgeführten statistischen Analysen werden in jedem Kapitel vor der jeweiligen Ergebnisdarstellung zusammenfassend die angestellten Hypothesen erneut dargestellt (siehe Kapitel 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5 und 9.6).

## 8. Methode

### 8.1 Teilnehmerinnen

Insgesamt wurden 42 heterosexuelle Frauen im Alter von 18 bis 31 Jahren ( $M=21.9$ ,  $SD=2.62$ ) in der vorliegenden Studie getestet. 39 jener Personen wurden über das Versuchspersonensystem *RSAP* rekrutiert, die restlichen 3 Versuchspersonen stammen aus dem Bekanntenkreis der Testleiterin. Als Vergütung für den entstandenen Aufwand wurden den Versuchspersonen Bonuspunkte für diverse Prüfungen sowie für andere Lehrveranstaltungen zugeteilt. Alle Versuchspersonen trugen, falls nötig, diverse Sehbehelfe während der Testungen und erfüllten allesamt keines der streng einzuhaltenden Ausschlusskriterien der tDCS-Checkliste (siehe Kapitel 12.5), um mögliche Risiken und Beeinträchtigungen während der transkraniellen Gleichstromstimulation bestmöglich zu minimieren. Keine der getesteten Personen

kannte die präsentierten Gesichter aus vorhergegangenen Studien. 26 der 42 Testpersonen gaben an, in einer Beziehung zu leben.

Vor dem Testungsstart wurden den Versuchspersonen eine ausführliche Probandeninformation (siehe Kapitel 12.4) und eine Einwilligungserklärung vorgelegt, welche gezielt über beide Testungsabläufe informierten. Weiters wurden ein Händigkeitstest und die in der SCAN-Unit standardmäßig verwendete tDCS-Checkliste (siehe Kapitel 12.5) vorgelegt. Nach den Testungen wurde die Versuchsperson zu beiden Testzeitpunkten (jeweils nach den unterschiedlichen Stimulationsbedingungen), sowohl nach der kathodischen Stimulation als auch nach der *sham-condition*, aufgefordert, einen *Fragebogen zur Erfassung von Beeinträchtigungen nach Transkranieller Gleichstromstimulation* auszufüllen.

## 8.2 Materialien

Als Stimuli wurden 127 männliche Gesichter in Frontalaufnahme und mit neutralem Gesichtsausdruck verwendet. Diese wurden aus zwei Gesichtsdatenbanken herangezogen. Im Weiteren wurden unter Verwendung der Suchmaschine „Google“ frei zugängliche Portraitaufnahmen verwendet. Die Gesichter wurden im Zuge einer Vorstudie einander sowohl in der Pixel-Auflösung (413 x 537), der Helligkeit, Hintergrundfarbe als auch im Verhältnis von Kopfgröße innerhalb des Gesamtbildes mit *Adobe Photoshop CS2* angepasst, um ein optisch identes Set an Gesichtern zu generieren. Obwohl der Ausschnitt des präsentierten Gesichtes mit dem Beginn der Schultern endete, wurde, falls nötig, Gewand wegretuschiert. Abstehende Haarsträhnen, Schatten oder Schmuck (wie z.B. Ohrringe oder Ketten) wurden ebenfalls entfernt. In weiterer Folge wurden diese Gesichter einem Rating unterzogen (siehe Kapitel 8.2.1).

### 8.2.1 Vorstudie

Um Gesichter von möglichst durchschnittlicher Attraktivitätsausprägung für die Hauptstudie heranzuziehen, wurden in einer mit *ePrime* programmierten Vorstudie<sup>3</sup> 143 bearbeitete männliche Gesichter verwendet, welche jeweils nach Attraktivität ( $M = 2.86$ ,  $SD = 1.15$ ), Emotionalität ( $M = 5.84$ ,  $SD = 3.98$ ) sowie Maskulinität ( $M = 4.06$ ,  $SD =$

---

<sup>3</sup> Die Programmierung und Durchführung der Vorstudie erfolgte unter Mitwirkung meiner Studienkollegin Tanya Rigotti.

.93) von insgesamt 38 heterosexuellen Frauen im Alter von 18 bis 29 Jahren ( $M = 21.58$ ,  $SD = 2.18$ ) bewertet wurden. Die Versuchspersonen wurden über das Versuchspersonensystem *RSAP* rekrutiert, und aufgrund der Bekanntheit der Gesichter wurde ihnen in weiterer Folge die Teilnahme an der Hauptstudie untersagt. Die Vorgabe jener Gesichter in dieser Vorstudie erfolgte randomisiert, und es wurde keine Zeitbegrenzung für die Abgabe der Urteile vorgegeben. Auf einer 7-stufigen Likert-Skala wurde deren Attraktivität (*Wie attraktiv finden Sie dieses Gesicht?; gar nicht attraktiv – sehr attraktiv*), Maskulinität (*Wie maskulin finden Sie dieses Gesicht?; gar nicht maskulin – sehr maskulin*) und Emotionalität (*Hat dieses Gesicht einen negativen oder positiven Ausdruck?; negativ – positiv*) bewertet. Um sowohl sehr attraktive, aber auch weniger attraktive Gesichter im Vorhinein auszuschließen, wurden für die Haupttestung im Anschluss nur jene 120 Gesichter ausgewählt, deren Abweichung höchstens 1.41 vom Mittelwert des Attraktivitätsrating ( $M=2.86$ ) betrug. Nach einer Reihung der Gesichter steigend gemäß der Attraktivitätsbewertung wurden die Gesichter zu den 3 in der Hauptstudie programmierten Blöcken (siehe Kapitel 8.3.3) so zugeordnet, dass eine Normalverteilung der Attraktivitätsbewertung innerhalb der einzelnen Blöcke gewährleistet war. Die Auswahl der Stimuli nahe am Mittelwert erfolgte unter der Annahme, dass eine binäre Entscheidung bei durchschnittlich attraktiv beurteilten Gesichtern höhere kognitive Prozesse innerhalb des medialen präfrontalen Cortex aufgrund des erschwerten Entscheidungscharakters aktiviert. Weiters wurde angenommen, dass dadurch eine Entscheidung weniger eindeutig und sicher getroffen wird.

Für einen Trainingsdurchgang vor dem eigentlichen Testungsstart wurden noch 7 weitere Gesichter aus der Vorstudie herangezogen, deren Attraktivitätsrating im Extrembereich lag. Die Ratings jener Stimuli in der Hauptstudie wurden nicht in weitere Auswertungen miteinbezogen.

### **8.3 Testungsdurchführung**

Um die Beteiligung des medialen präfrontalen Cortex an evaluativ ästhetischen Urteilen durch eine Hemmung des folgenden Bereichs aufzuzeigen, wurde das vorliegende Experiment zu zwei Testzeitpunkten durchgeführt. Diese unterschieden sich durch die Art der Stimulation und durch die Testungsdauer voneinander. Der

Durchführungsablauf sowie die Blockvorgabe wurden pro Person konstant gehalten. Der erste Testzeitpunkt dauerte inklusive der Applikation der Elektroden rund eine Stunde, während zum zweiten Testzeitpunkt eine kurze Nachtestung durchgeführt wurde, welche nach 1 Stunde 15 Minuten nach Stimulationsende in jener Session stattfand. Somit dauerte die zweite Session insgesamt zwei Stunden. Den über das *RSAP* Rekrutierungssystem herangezogenen Versuchspersonen wurden nach Testungsende 3.5 Stunden auf ihrem Konto verbucht.

Vor dem ersten Testzeitpunkt wurde jede angemeldete Teilnehmerin telefonisch kontaktiert und auch zusätzlich zu den versendeten Vorinformationen persönlich über die Ausschlusskriterien bei transkranieller Gleichstromstimulation informiert, um die Wahrscheinlichkeit eines hohen Drop-out zu minimieren. Besonders berücksichtigt und in weiterer Folge ausgeschlossen wurden hier Schwangerschaften, Gehirn- und Kopfoperationen, häufige und starke Kopfschmerzen, chronische Hauterkrankungen am Kopfbereich, Probleme mit dem Zentralnervensystem, Krankheiten mit Möglichkeit zur Hirnschädigung, Medikamenten-, Alkohol- und Drogenabhängigkeit sowie Epilepsie.

Im Anschluss wurde die Person zur 1. Testung eingeladen, welche, wie auch die 2. Testung, im EEG-Labor des Instituts der Biologischen Psychologie an der Universität Wien (SCAN-Unit) durchgeführt wurde. Nach der Begrüßung durch die Testleiterin wurde von der Teilnehmerin die tDCS-Checkliste und ein Händigkeitsinventar ausgefüllt und die Probandeninformation sowie die Einverständniserklärung unterschrieben. Zusätzlich wurde die Testperson auch noch mündlich durch die Studienleiterin über den Ablauf sowie mögliche Sensationen während der tDCS-Anwendung informiert.

### **8.3.1 Exkurs: Transkranielle Gleichstromstimulation (tDCS)**

Die transkranielle Gleichstromstimulation gilt als nicht-invasives Verfahren, da im Gegensatz zu tierexperimentellen Studien Elektroden direkt an der Kopfhaut angebracht werden, anstatt die Applikation am Gehirn vorzunehmen. Über diese Elektroden ist es möglich, kontinuierlich Gleichstrom zu verabreichen, um dadurch die kortikale Erregbarkeit sowie die neuronale Aktivität für einen bestimmten vordefinierten Zeitraum zu modulieren (Nitsche & Paulus, 2007, S. 533ff.). Durch eine Auslenkung des Ruhemembranpotentials steigt in weiterer Folge aufgrund der induzierten Gleichspannung die Häufigkeit spontaner Aktionspotentiale. Während eine anodale

Stimulation eine Zunahme der neuronalen Aktivität auslöst, wird durch eine kathodale Stimulation die neuronale Erregbarkeit und Aktivität im gewünschten Areal vermindert. Sowohl Stromstärke, Dauer als auch Stromflussrichtung der transkraniellen Gleichstromstimulation haben hier maßgeblichen Einfluss auf eine gelungene Hemmung oder Stimulation mittels tDCS (Nitsche & Paulus, 2007, S. 535ff.).

Nacheffekte von tDCS lassen sich abhängig von der Dauer sowie Intensität über MEP-Amplituden (MEP<sup>4</sup>) messen. Wurde eine Stimulation über eine Dauer von 5 Minuten mit 1000mA durchgeführt, konnte anodal eine Erhöhung um initial 40% erzielt werden. Kathodal wurde bei einer Intensität von 1000mA über 5 Minuten hinweg eine Verminderung der Erregbarkeit von initial 30% erreicht (Nitsche & Paulus, 2000).

Während eine Stimulation mittels tDCS von nur wenigen Sekunden keine anhaltenden Veränderungen bewirkte, wurden sowohl bei anodaler als auch bei kathodaler Stimulation (des Motorkortex) von einigen Minuten Nacheffekte erzielt (Nitsche et al., 2003; Nitsche & Paulus, 2001). Weiters wurde aufgezeigt, dass eine kathodale Stimulation von 9-minütiger Dauer Nacheffekte bis zu einer Stunde bewirkte, während bei einer 5-minütigen Dauer von 1 mA die Nacheffekte lediglich einige Minuten anhielten. Stimuliert wurde stets mit 1 mA über dem prämotorischen Cortex (Nitsche et al., 2003).

Die häufigsten Berichte über Nebenwirkungen während einer tDCS-Anwendung werden laut Poreisz, Boros, Antal, und Paulus (2007) mit Kribbeln bei 70.6% angegeben, gefolgt von leichter Müdigkeit bei 35.3%, Kribbeln und Jucken bei 30.4% und leichtem Brennen bei 21.6% der Teilnehmer. Weiters wurde in der gleichnamigen Studie von den Autoren berichtet, dass nur 16.7% der Teilnehmer zwischen kathodaler, anodaler und sham Bedingung unterscheiden konnten (Poreisz et al., 2007).

### 8.3.2 Ablauf der tDCS-Anwendung

Nach Einwilligung zur Studienteilnahme und dem Bearbeiten der Fragebögen wurde die Testperson für die Stimulation vorbereitet. Da es sich um eine Doppelblindstudie handelte, waren der Vorbereitungsablauf, die Elektrodenpositionierung und die Impedanzmessung zu beiden Testzeitpunkten (kathodale Stimulation und sham-

---

<sup>4</sup> MEP = motorisch evozierte Potentiale

condition) identisch. Die EEG-Haube (mit Größen von 50 bis 60) wurde nach genauen Bemessungen von Nasion bis Inion und den seitlich liegenden präaurikulären Punkten mittig am Vertex (EEG-Punkt Cz gemäß 10-20-System) platziert und fungierte somit als Halterung für die Elektroden. Der Stirnbereich sowie der Hinterkopf jeder Testperson mussten mit körnigem Elektrodengel entfettet und aufgeraut werden, um den Hautwiderstand möglichst gering zu halten.



Abbildung 1: Applikation der Elektroden an AFz und Oz (gemäß 10-20-System); von Autorin fotografiert.

Danach wurden die zwei Elektroden, plattenförmig und aus leitendem Gummi, appliziert. Beide Elektroden wurden in ein mit 0,9%-iger Kochsalzlösung getränktes Schwämmchen geschoben, und die Unterseite beider Elektrodenschwämmchen wurde mit Elektrodengel bestrichen. Die 35cm<sup>2</sup> große Kathode wurde am EEG-Punkt AFz (gemäß 10-20-System) im Bereich des medialen präfrontalen Cortex (BA10) positioniert, während die 100cm<sup>2</sup> große Referenzelektrode (Anode) über dem okzipitalen Cortex am EEG-Punkt Oz (gemäß 10-20-System) angebracht wurde (siehe Abbildung 1).

Danach wurde mittels Messgerät (Ing. Zickler GmbH) die Elektrodenimpedanz der Elektroden überprüft, welche bei allen Versuchspersonen zu beiden Testzeitpunkten im Bereich von 2 – 6 kΩ lag.

Nach den Vorbereitungen nahm die Testperson in einem schalldichten Raum an einem PC im EEG-Labor Platz und die transkranielle Gleichstromstimulation konnte gestartet werden, wofür ein DC-Stimulator der Marke neuroConn verwendet wurde. Die Stimulation erfolgte über eine Gesamtdauer von 600 Sekunden. In den ersten 30 Sekunden regelte sich das Stimulationsgerät auf eine Stromstärke von 1000mA hoch, was als *fade-in* bezeichnet wird. Somit sollten Missempfindungen durch einen plötzlichen Beginn, aber auch durch ein abruptes Ende vermieden werden (Nitsche & Paulus, 2007, S. 537; Poreisz et al., 2007). Diese hochregulierte Stromstärke wurde für 540 Sekunden beibehalten und sank in einem *fade-out* über 30 Sekunden wieder ab. Die eigentliche Stimulation dauerte daher 9 Minuten, was für signifikante Effekte über einen Zeitraum von mindestens 30 Minuten bis ca. einer Stunde sorgte (Nitsche & Paulus, 2000; 2001; Nitsche et al., 2003). Deshalb konnte bei einer Testungsdauer von durchschnittlich 15 Minuten von einer erfolgreichen Verminderung der neuronalen

Aktivität und Erregbarkeit während des Experiments ausgegangen werden. Während bei einem Testzeitpunkt eine Hemmung im medialen präfrontalen Cortex angestrebt wurde, wurde zum anderen Zeitpunkt die Person getäuscht (sham-condition). Während des *fade-in* (kontinuierliche Hochregulation von tDCS) regulierte sich die Stromstärke binnen 30 Sekunden von 0 mA auf 1000mA hoch. Nach dem Erreichen der gewünschten Intensität erfolgte ein Abbruch der Stimulation. Aufgrund dessen kann von keiner Hemmung ausgegangen werden, da diese kurze Stimulationsdauer zu keinen Nacheffekten führen kann (Nitsche & Paulus, 2000; 2001; Nitsche et al., 2003). Im Studienmodus des tDCS-Geräts konnte durch zwei Codes verschlüsselt die kathodale Stimulation oder die sham-Kondition aktiviert werden, was dem Design einer Doppelblindstudie entsprach, da somit sowohl Testperson als auch Versuchsleiterin über den Zeitpunkt der tatsächlichen Hemmung im Unklaren blieben. Aufgrund der vernehmbaren Sensationen während einer tDCS-Durchführung, welche hauptsächlich während des *fade-in* auftreten, konnte somit nicht direkt auf eine Stimulationsart rückgeschlossen werden. In der sham-condition fand ebenfalls eine Hochregulation über wenige Sekunden statt. So konnten ebenso in dieser Bedingung Sensationen, wenn auch für einen kürzeren Zeitraum, auftreten (Palm et al., 2013; Poreisz et al., 2007). Einer Hälfte der Versuchspersonen wurde zum 1. Testzeitpunkt Code 1, der anderen Code 2 zugeteilt.

Es ist festzuhalten, dass beide Testungsabläufe aufgrund des Designs einer Doppelblindstudie einander völlig ident waren. Ebenso waren die Laborbedingungen zu beiden Testzeitpunkten ident. Während des *fade-in* blieb die Testleiterin für ca. 2 Minuten im schalldichten Raum, jedoch außerhalb des Sichtfelds der Testperson, um bei etwaigen Nebenwirkungen der tDCS-Anwendung sofort intervenieren zu können. Nach diesem kurzen Zeitraum (3 Minuten vor Testungsstart) verließ die Testleiterin den Raum und beobachtete während der gesamten Testungsdauer auf zwei Außenmonitoren sowohl die Abfolge und Bildqualität der Versuchspräsentation als auch über eine Kamera die Testperson während der Durchführung. Vorab wurde ein Handzeichen vereinbart, welches zu jedem Testzeitpunkt von der Testperson in Richtung Kamera gezeigt werden konnte. In Folge dessen sollte die Testung unterbrochen werden und die Testleiterin in die Testungskabine zurückkehren. Es traten während keiner Testung technische Probleme auf, keine Person bat um einen

Abbruch der Testung oder forderte die Testleiterin auf, während der gesamten Stimulationsdauer in der Testungskabine anwesend zu sein.

### 8.3.3 Ablauf der Testung

Fünf Minuten nach Stimulationsbeginn erfolgte die Präsentation der Aufgaben auf einem 19“ Monitor. Zur Beantwortung der Aufgaben positionierten die Versuchspersonen ihre Finger auf einer vor ihr angebrachten Response-Box mit 6 Tasten. Bei allen Aufgabenstellungen wurden die Teilnehmerinnen aufgefordert, ihre Zeigefinger auf den Tasten 3 und 4 zu positionieren und jeweils die Mittel- und Ringfinger beider Hände auf den benachbarten Tasten 1, 2, 5 und 6 abzulegen.

Nach einem kurzen Trainingslauf von 7 präsentierten Gesichtern startete das eigentliche Experiment, welches in 3 Blöcke geteilt war. Pro Block wurden 40 männliche Gesichter präsentiert. Keines der Gesichter wurde in einem Testdurchlauf öfter als einmal präsentiert. Somit sollte verhindert werden, dass Personen ihre Urteile aufgrund eines individuell gesetzten Ankers anpassten und innerhalb eines Testdurchgangs bei vertrauten, schon präsentierten Gesichtern aufgrund der Bekanntheit schnellere Urteile treffen konnten. Insgesamt wurden 6 Parallelversionen erstellt und die Testpersonen randomisiert diesen zugeteilt. Die Gruppeneinteilung blieb über die zwei Testzeitpunkte hinweg konstant.

Zuerst wurde die Versuchsperson aufgefordert, ein Fixationskreuz mit den Augen zu fixieren, welches für 1000ms präsentiert wurde. Im Anschluss wurde ein männliches Gesicht präsentiert, zu welchem ein evaluatives oder deskriptives Urteil auf einer 2-stufigen Skala (Antwort mittels Zeigefinger auf Taste 3 und Taste 4) abgegeben wurde. Die Vorgabe aller Gesichter über alle Blöcke hinweg erfolgte randomisiert und nicht zeitbegrenzt. Dennoch wurde die Testperson in der Instruktion aufgefordert, intuitive Urteile abzugeben und spontan zu antworten. Direkt im Anschluss folgte ein weiteres Fixationskreuz für 500ms. Danach wurde die Testperson aufgefordert, die Sicherheit ihres vorangegangenen Urteils auf einer 6-stufigen Likert-Skala mit Abstufungen von *nicht sicher* bis *sehr sicher* (Antwort mittels Ring-, Mittel- und Zeigefinger beider Hände auf den Tasten 1 bis 6) einzustufen (siehe Abbildung 2, S. 37).

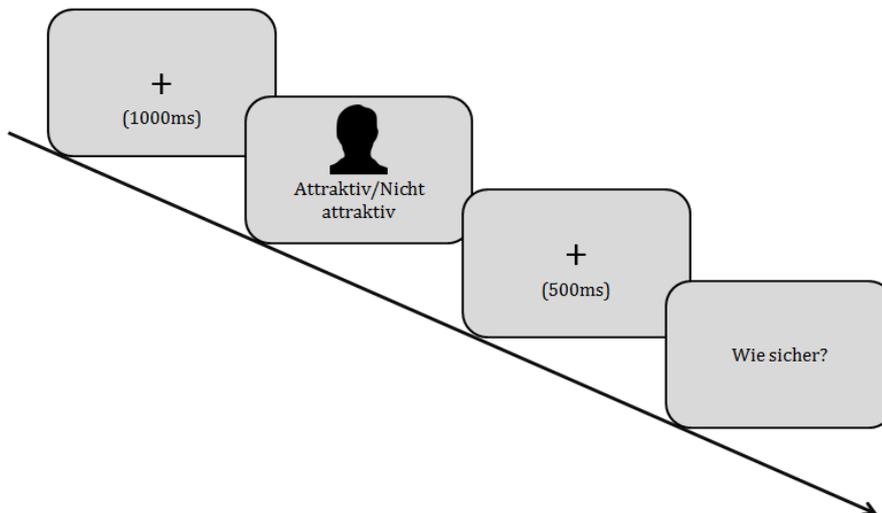


Abbildung 2: Beispielhafter Ablauf eines Trials bei Einschätzung der Attraktivität aus Perspektive der Mitmenschen.

Der erste Block erfasste die Attraktivitätseinschätzung aus der Perspektive der Mitmenschen bei 40 Gesichtern. Die Antwort auf die Frage - *Würden Ihre Mitmenschen dieses Gesicht als nicht attraktiv oder attraktiv einschätzen?* - sollte mit *nicht attraktiv /attraktiv* über die Tasten 3 und 4 erfolgen, während die im Anschluss erfragte Entscheidungssicherheit (*Wie sicher haben Sie diese Entscheidung getroffen?*) mit *nicht sicher bis sehr sicher* über die Tasten 1 bis 6 zu beantworten war. Somit wurde in diesem Block der Fokus auf eine evaluativ ästhetische Entscheidung gelegt. Eine Perspektivenübernahme sollte zusätzliche Aktivierungen im Bereich des medialen präfrontalen Cortex auslösen (siehe Kapitel 6.2.2).

Der zweite Block forderte eine Dating-Entscheidung, was nun im Gegensatz zu Block 1 einer individuellen ästhetischen Entscheidung entspricht. Die Antwort auf die Frage - *Würden Sie diese Person gerne daten?* - sollte mit *nein/ja* über die Tasten 3 und 4 erfolgen, während die im Anschluss erfragte Entscheidungssicherheit (*Wie sicher haben Sie diese Entscheidung getroffen?*) mit *nicht sicher bis sehr sicher* über die Tasten 1 bis 6 zu beantworten war. Fokussiert wurde hier die individuelle Komponente einer evaluativ ästhetischen Entscheidung.

Im dritten Block sollte die Versuchsperson ein deskriptives Urteil fällen, nämlich die Augenfarbe des präsentierten Gesichtes bestimmen. Dieser Block wurde als Kontrollbedingung durchgeführt, da eine Beeinträchtigung bzw. Hemmung im Bereich des medialen präfrontalen Cortex keine Auswirkungen auf die Reaktionszeit sowie Entscheidungssicherheit haben sollte (e.g. Jacobsen et al., 2006). Die Beantwortung der

Frage - *Hat diese Person eine dunkle oder helle Augenfarbe?* - sollte mit *dunkel/hell* über die Tasten 3 und 4 erfolgen, während die im Anschluss erfragte Entscheidungssicherheit (*Wie sicher haben Sie diese Entscheidung getroffen?*) mit *nicht sicher bis sehr sicher* über die Tasten 1 bis 6 zu beantworten war. Die Versuchsperson wurde vor diesem Block darüber instruiert, dass farbliche Abstufungen unberücksichtigt bleiben sollten.

Nach der Testung wurde die Person zu beiden Zeitpunkten aufgefordert, einen Fragebogen zur transkraniellen Gleichstromstimulation auszufüllen, um über etwaige Sensationen wie Jucken, Kribbeln oder Brennen (Poreisz et al., 2007) Auskunft zu geben. Zum zweiten Testzeitpunkt (unabhängig davon ob die Testperson einer kathodischen Stimulation ausgesetzt war oder nicht) fand nach einer Zeitspanne von 1 Stunde 15 Minuten nach Stimulationsende eine Nachttestung statt, welche ohne Applikation von Elektroden am Kopf erfolgte. Da eine Stimulationszeit von 9 Minuten Nacheffekte von einer halben Stunde bis zu einer Stunde hervorrufen kann (Nitsche & Paulus, 2001; Nitsche et al., 2003), die durchschnittliche Testungsdauer der Versuchspersonen jedoch 15 Minuten betrug, wovon nur 10 Minuten dieser Dauer außerhalb der Stimulationszeit lagen, konnte mit einem Leerlauf von 75 Minuten von einer vollständigen Abnahme der Stimulationswirkung zum Zeitpunkt der Nachttestung ausgegangen werden.

Die Nachttestung bestand aus zwei Blöcken, in denen jeweils zu Beginn ein Fixationskreuz von 500ms präsentiert wurde. Im Anschluss sollten jene 80 Gesichter bewertet werden, welche schon in der Hauptstudie in Block 1 und 2 vorgegeben wurden. Diese Testung erfolgte auf einem Laptop mit 15.4“ Monitor. Im ersten Block sollte die Versuchsperson dieselben 40 Gesichter nach deren Attraktivität auf einer 6-stufigen Likert-Skala (*nicht attraktiv bis attraktiv*) bewerten, welche schon in der Hauptstudie in Block 1 beurteilt wurden. Selbige 40 Gesichter, welche in der binären Entscheidungssituation in Block 2 der Hauptstudie präsentiert wurden, sollten in Block 2 der Nachttestung auf der 6-stufigen Likert-Skala (*nein bis ja*) bewertet werden. Die Versuchspersonen wurden darauf hingewiesen, die gesamte Skala von 1 bis 6 für beide Entscheidungen zu verwenden. Anschließend an die 2 Blöcke wurde der Fragebogen *Revidierte Soziosexuelle Orientierungsinventar (SOI-R)* von Penke und Asendorpf (2008) vorgegeben und die Testperson nach ihrem Beziehungsstatus gefragt. Die Ergebnisse der Nachttestung sollten zusätzlich bei signifikanten Resultaten zur weiteren Exploration der Daten dienen.

## 9. Ergebnisse

Zu Beginn der Auswertung erfolgten eine deskriptivstatistische Überprüfung und die Durchsicht aller Daten. Da der Hauptteil der inferenzstatistischen Analysen auf einer Überprüfung veränderter Reaktionszeiten beruhte, wurden diese Daten vor weiteren Berechnungen von Ausreißern bereinigt. Zur Bereinigung der Daten wurden z-Werte innerhalb der Versuchspersonen berechnet. Anschließend wurden jene Werte als Ausreißer eingestuft, deren z-Werte zwei Standardabweichungen über oder unter den berechneten Mittelwerten lagen (Field, 2009, S.153) und die Daten davon bereinigt ( $|z|>2$ ). Alternative Varianten zur Ausreißerbereinigung, wie die *Outlier Labeling Rule* (Hoaglin, Iglewicz, & Tukey, 1986), führten zu sehr ähnlichen Ergebnissen und werden daher hier nicht berichtet.

Zur besseren Übersicht wurden pro Kapitel (Aufgabenblock) die Reaktionszeiten der Hauptaufgaben (Attraktivität, Dating und Augenfarbe) deskriptivstatistisch in Tabellenform (siehe Tabelle 1, S. 42; Tabelle 4, S. 49; Tabelle 7, S. 56) dargestellt. Die Mittelwerte und Standardabweichungen wurden hier jeweils getrennt für die Stimulation sowie für die Stimulationsabfolge angeführt. Es wurden sowohl die Rohwerte als auch die ausreißerbereinigten Werte beschrieben ( $|z|>2$ ).

In den oben beschriebenen Tabellen wurden ebenso die Mittelwerte und Standardabweichungen der Anzahl der positiven evaluativ ästhetischen Entscheidungen tabellarisch dargestellt. Auch die Anzahl eines Antworttyps der deskriptiven Bedingung (helle Augenfarbe) wurde auf diese Weise angeführt. Erneut wurde eine Trennung in Stimulationsart sowie Stimulationsabfolge unternommen.

In Tabelle 2 (S. 45), Tabelle 5 (S. 52) und Tabelle 8 (S. 60) finden sich die Mittelwerte und Standardabweichungen der Reaktionszeiten der einzuschätzenden Entscheidungssicherheit. Erneut erfolgte die Darstellung getrennt für die Stimulationsart sowie die Stimulationsabfolge. Hier wurden sowohl die Rohwerte als auch die ausreißerbereinigten Werte beschrieben ( $|z|>2$ ).

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Ratings der einzuschätzenden Entscheidungssicherheit wurden ebenfalls tabellarisch (siehe Tabelle 3, S. 47; Tabelle 6, S. 54; Tabelle 9, S. 61) angeführt. Die Darstellung der Rohwerte erfolgte getrennt für die

Stimulationsart sowie die Stimulationsabfolge. Weiters wurden die Daten innerhalb der Stimulationsart nach Stimulationsabfolge getrennt aufgelistet.

Der Haupthypothese der vorliegenden Arbeit folgend werden durch eine kathodische Stimulation Veränderungen in Form verlangsamter Reaktionszeiten in den Hauptaufgaben sowie bei der subjektiven Einschätzung der Entscheidungssicherheit bei evaluativ ästhetischen Urteilen erwartet. Deskriptive Urteile sollen durch die neuronale Inhibition weder in der Reaktionszeit der Hauptbedingungen noch in der Reaktionszeit der einzuschätzenden Entscheidungssicherheit Veränderungen erfahren. Da jedoch der Zeitpunkt der Stimulationsbedingungen und somit deren Abfolge (1= sham/kathodisch; 2=kathodisch/sham) ebenfalls Einfluss auf Veränderungen in den Reaktionszeiten nehmen könnten, wurde dies in den inferenzstatistischen Analysen berücksichtigt. Daher wurden 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalysen mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor gerechnet.

Weiters sollte untersucht werden, ob die Reihenfolge der Blockvorgabe Einfluss auf die erwarteten Veränderungen in den Reaktionszeiten bei evaluativ ästhetischen Urteilen (Hauptaufgaben) und der subjektiven Einschätzung der Entscheidungssicherheit nahm. Hierfür wurde eine Blockanalyse durchgeführt. Diese Untersuchung erfolgte unter der Annahme, dass Unterschiede zwischen den Vorgabezeitpunkten für eine Abnahme der neuronalen Inhibition sprechen könnten. Es wurde je nach Aufgabentask eine Trennung der Versuchspersonen nach dem Zeitpunkt ihrer Bearbeitung vorgenommen, was pro Bedingung zu einer Trennung in jeweils drei Gruppen führte. Es wurden 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalysen mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor berechnet.

Neben Reaktionszeitveränderungen wurden ebenfalls unter kathodischer Stimulation Veränderungen in der Anzahl der positiven evaluativ ästhetischen Entscheidungen erwartet. In der deskriptiven Bedingung sollte eine neuronale Hemmung jedoch keine Unterschiede hervorrufen. Um dies zu überprüfen, wurden vor der inferenzstatistischen Analyse die zu explorierenden Antworten summiert. In weiterer Folge wurde durch Varianzanalysen mit Messwiederholung die Stabilität der Antworten innerhalb der Stimulationsbedingungen untersucht. Analog zur Überprüfung

der Reaktionszeiten wurde ebenso der Einfluss der Reihenfolge der Stimulationsbedingungen (Stimulationsabfolge) wie auch die Reihenfolge der Bearbeitung der Aufgaben (Blockvorgabe) berücksichtigt. Zur inferenzstatistischen Analyse wurden 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalysen mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor sowie 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalysen mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor gerechnet.

Weiters wurden entsprechend der Hypothesen durch eine kathodale Stimulation Veränderungen in den Ratings der Entscheidungssicherheit bei evaluativ ästhetischen Urteilen erwartet. In der Kontrollbedingung (deskriptiven Bedingung) sollten diese Änderungen nicht hervorgerufen werden. Wieder sollte ein möglicher Einfluss der Stimulationsabfolge auf die Veränderungen in den Ratings untersucht werden. Diese Durchführung passierte analog zur Überprüfung der Reaktionszeiten sowie der Anzahl der Antworttypen. Es wurden 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalysen mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor gerechnet. Ebenfalls wurden Blockanalysen durchgeführt, um den Einfluss auf Veränderungen in den Ratings durch die Reihenfolge der zu bearbeitenden Blöcke zu untersuchen. Analog zur Überprüfung von Reaktionszeitveränderungen sowie Änderungen in der Anzahl der Entscheidungen in den Hauptbedingungen wurden dafür 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalysen mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor gerechnet.

### **9.1 Attraktivitätseinschätzung aus Perspektive der Mitmenschen**

Bei einer Testung mit kathodaler Elektrodenpositionierung im Bereich des medialen präfrontalen Cortex (BA 10) sollen durch die Veränderung der neuronalen Aktivität (Nitsche & Paulus, 2007, S. 534 ff) kausale Zusammenhänge zu evaluativ ästhetischen Urteile hergestellt werden. Aufgrund einer Hemmung und der erwarteten Veränderung in der Entscheidungssicherheit sollen kausale Schlüsse auf eine erhöhte neuronale Aktivität bei ästhetischen Urteilen gezogen werden. Angenommen wird, dass durch die Hyperpolarisation – ausgelöst durch eine kathodale Stimulation – im Vergleich zur

*sham-condition* veränderte Reaktionszeiten und Entscheidungssicherheiten bei evaluativ ästhetischen Urteilen auftreten. Die Reaktionszeiten sollen sich aufgrund der Unsicherheit in der Urteilsbildung in der kathodalen Bedingung deutlich verlangsamen. Im Weiteren wurde untersucht, ob die Anzahl – und somit die Entscheidungsstabilität – der als attraktiv eingestuften Gesichter unter transkranieller Gleichstromstimulation variiert.

### 9.1.1 Reaktionszeit bei Attraktivitätsentscheidung

Zur Datenanalyse wurde eine 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor sowie eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor berechnet. In Tabelle 1 wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen der Reaktionszeiten sowie der positiven Attraktivitätsentscheidungen angeführt, getrennt für Stimulation und Stimulationsabfolge.

Tabelle 1

*Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten (in ms) sowie Anzahl der als attraktiv eingestuften Gesichter, jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge (1 = sham/kathodisch, 2= kathodisch/sham) getrennt.*

	Stimulation		Stimulationsabfolge	
	sham	kathodisch	1	2
Reaktionszeit				
mit Ausreißerbereinigung <sup>a</sup>	2239 (870)	2176 (863)	2073 (735)	2342 (778)
ohne Ausreißerbereinigung	2434 (947)	2355 (943)	2251 (835)	2538 (822)
Anzahl <sup>b</sup>	17.57 (6.04)	17.21 (5.60)	17.60 (4.99)	17.19 (5.73)

*Anmerkung.* <sup>a</sup>Daten wurden von Ausreißern bereinigt ( $|z| > 2$ ), <sup>b</sup>Anzahl attraktiver Gesichter = 0 bis 40.

Im Zuge der Auswertung zeigte sich weder ein signifikanter Haupteffekt für Stimulationsart,  $F(1,40) = .28, p = .60$ , noch ein signifikanter Haupteffekt für Stimulationsabfolge,  $F(1,40) = 1.33, p = .26$ . Die Interaktion von Stimulationsart und Stimulationsabfolge war signifikant,  $F(1,40) = 8.80, p = .01, \eta p^2 = .18$  (siehe Abbildung 3, S. 43). Es zeigte sich, dass es zum 2. Testzeitpunkt zu einem Abfall der Reaktionszeit kam, unabhängig von der Stimulationsbedingung. Es kann geschlossen werden, dass die transkranielle Gleichstromstimulation auf die Reaktionszeit keinen Einfluss nahm.

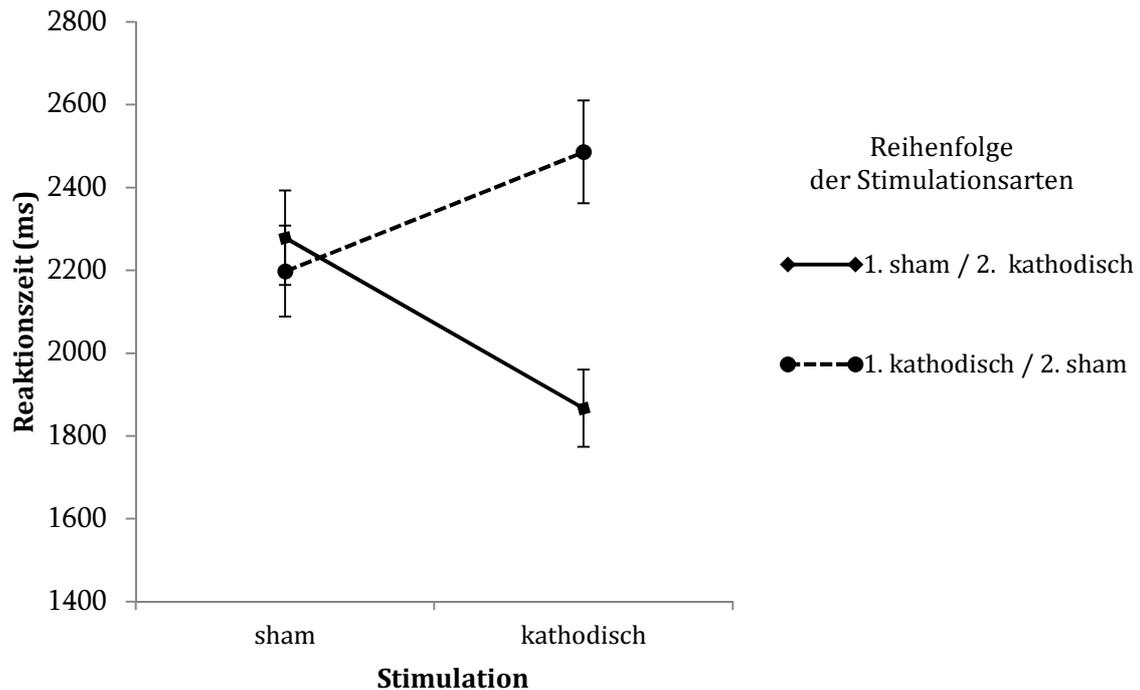


Abbildung 3: Mittlere Reaktionszeiten bei Attraktivitätsentscheidung, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung.

Um noch die Reihenfolge der Aufgabenblöcke während der Testung zu berücksichtigen, wurde eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor berechnet. Auch hier zeigten sich weder für den Haupteffekt von Stimulationsart,  $F(1,39) = .23, p = .64$ , noch für den Haupteffekt von Blockvorgabe,  $F(2,39) = .06, p = .95$ , signifikante Ergebnisse. Auch die Interaktion war nicht signifikant,  $F(2,39) = .45, p = .64$ . Somit stellte die Reihenfolge, in der die Aufgaben präsentiert wurden, keinen Einfluss auf die Reaktionszeit dar, was auf eine Hemmung über die Testungszeit hinweg deutet.

### 9.1.2 Anzahl der positiven Attraktivitätsentscheidungen

In einem weiteren Analyseschritt interessierte die Anzahl der positiven Attraktivitätsentscheidungen (*Würden Ihre Mitmenschen dieses Gesicht als nicht attraktiv oder attraktiv einschätzen? – Antwort: attraktiv*) über die zwei Stimulationsbedingungen hinweg (siehe Tabelle 1, S. 42). Es folgte eine 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor. Weder die

Haupteffekte,  $F(1,40) = .25, p = .62$  (für Stimulationsart) und  $F(1,40) = .06, p = .81$  (für Stimulationsabfolge) noch die Interaktion von Stimulationsart und Stimulationsabfolge,  $F(1,40) = 2,83, p = .10$ , waren signifikant.

Um wiederum Reihenfolgeeffekte zu überprüfen, wurde des Weiteren eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor berechnet. Folgende Resultate konnten beobachtet werden. Die Haupteffekte für Stimulationsart und für Blockvorgabe zeigten sich als nicht signifikant,  $F(1,39) = .23, p = .63$  (für Stimulationsart) und  $F(2,39) = 1.59, p = .22$  (für Blockvorgabe). Auch die Interaktion von Stimulationsart x Blockvorgabe verzeichnete kein signifikantes Ergebnis,  $F(2,39) = .88, p = .42$ . Der Zeitpunkt der Blockvorgabe führte demnach zu keinen Veränderungen in der Anzahl der positiven Attraktivitätseinschätzungen.

## 9.2 Entscheidungssicherheit bei Attraktivitätsentscheidung aus der Perspektive der Mitmenschen

Es wurde angenommen, dass bei der subjektiven Einschätzung der Entscheidungssicherheit nach der Abgabe eines Attraktivitätsurteils (aus der Perspektive der Mitmenschen) die Reaktionszeit der Abgabe der Entscheidungssicherheit unter der kathodischen Stimulation zunimmt. Auch die Einstufung (auf einer 6-stufigen Likert-Skala; 1=*nicht sicher*, 6=*sehr sicher*) der eigenen Sicherheit sollte sich erschweren, was zu einer Abnahme der Sicherheitseinschätzung führen soll. Im Folgenden wurden also Reaktionszeiten sowie Ratings zur Auswertung herangezogen. Wichtig festzuhalten ist hier, dass sich jene Abgaben der Entscheidungssicherheit lediglich auf den Attraktivitätsblock beziehen und nicht mit den übrigen 2 Aufgabenblöcken in Verbindung stehen.

### 9.2.1 Reaktionszeit bei Abgabe der Entscheidungssicherheit bei Attraktivitätsentscheidung

Zur Datenanalyse wurde eine 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor sowie eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und

Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor gerechnet. In Tabelle 2 wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen der Reaktionszeiten angeführt, jeweils für die Stimulation sowie für die Stimulationsabfolge getrennt.

Tabelle 2

*Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten der Entscheidungssicherheit (in ms) jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge (1= sham/kathodisch, 2= kathodisch/sham) getrennt.*

Reaktionszeit	Stimulation		Stimulationsabfolge	
	sham	kathodisch	1	2
mit Ausreißerbereinigung <sup>a</sup>	908 (414)	881(413)	852 (327)	937 (406)
ohne Ausreißerbereinigung	1004 (450)	970 (432)	942 (361)	1032 (415)

*Anmerkung.* <sup>a</sup> Daten wurden von Ausreißern bereinigt ( $|z|>2$ ).

Die Berechnung der 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor zeigte folgende Ergebnisse. Die Haupteffekte für Stimulationsart,  $F(1,40) = .50, p = .48$ , sowie für Stimulationsabfolge,  $F(1,40) = .56, p = .46$ , waren nicht signifikant. Die Interaktion von Stimulationsart x Stimulationsabfolge wiederum zeigte sich als signifikant mit  $F(1,40) = 57.94, p < .01, \eta p^2 = .59$  (siehe Abbildung 4, S. 46). Wie auch schon bei der Einschätzung der Attraktivität der Gesichter zeigte sich nun bei der Abgabe der Entscheidungssicherheit über diese Attraktivitätsurteile, dass jeweils zum 2. Testzeitpunkt eine schnellere Einschätzung der Entscheidungssicherheit erfolgte, unabhängig von der Stimulationsbedingung.

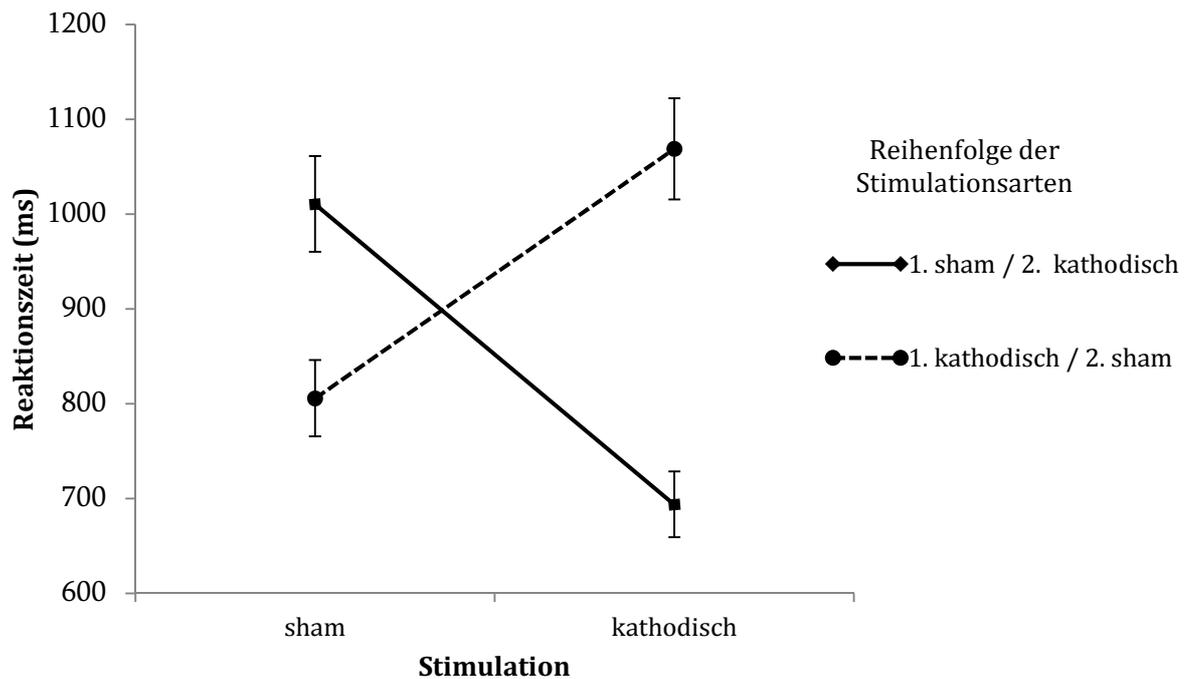


Abbildung 4: Mittlere Reaktionszeiten bei Entscheidungssicherheit über Attraktivitätsurteil aus Perspektive der Mitmenschen, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung.

Wieder wurde überprüft, ob die Präsentationsreihenfolge der Aufgabenblöcke Einfluss auf die Reaktionszeit bei der Entscheidungssicherheit hatte. Aus diesem Grund wurde eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor berechnet. Der Zeitpunkt der Vorgabe nahm keinen Einfluss auf die Schnelligkeit der Entscheidungssicherheit. Es konnten weder signifikante Haupteffekte,  $F(1,39) = .20, p = .66$  (für Stimulationsart) und  $F(2,39) = .62, p = .55$  (für Blockvorgabe) noch eine signifikante Interaktion Stimulationsart x Blockvorgabe,  $F(2,39) = .24, p = .79$ , festgestellt werden.

### 9.2.2 Rating bei Entscheidungssicherheit bei Attraktivitätsentscheidung

Um die Ratings der Entscheidungssicherheit bei Attraktivitätsentscheidungen aus der Perspektive der Mitmenschen auszuwerten, wurde eine 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor sowie eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor gerechnet.

In Tabelle 3 wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen der Ratings angeführt. Dies erfolgte jeweils für die Stimulation sowie für die Stimulationsabfolge getrennt.

Tabelle 3

*Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Ratings der Entscheidungssicherheit jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge (1=sham/kathodisch, 2=kathodisch/sham) getrennt.*

		Stimulation		
		sham	kathodisch	Gesamt <sup>a</sup>
Stimulations-	1	3.82 (.53)	4.03 (.60)	3.92 (.54)
abfolge	2	4.17 (.56)	4.06 (.60)	4.11 (.52)
Gesamt <sup>a</sup>		3.99 (.56)	4.05 (.59)	

*Anmerkung.* <sup>a</sup>Die Gesamtmittelwerte werden jeweils für die Stimulationsabfolge und Stimulationsart angeführt.

Der Haupteffekt für Stimulationsart erwies sich in der statistischen Auswertung als nicht signifikant,  $F(1,40) = .63, p = .43$ . Auch der Haupteffekt für Stimulationsabfolge zeigte kein signifikantes Ergebnis,  $F(1,40) = 1.32, p = .26$ . Lediglich die Interaktion von Stimulationsart und Stimulationsabfolge war signifikant,  $F(1,40) = 5.90, p = .02, \eta p^2 = .13$  (siehe Abbildung 5, S. 48). Wurde die kathodische Stimulation zur 1. Testung durchgeführt, zeigten die Teilnehmerinnen zur 2. Testung (*sham-condition*) einen leichten Anstieg in ihrer Entscheidungssicherheit. Im umgekehrten Fall, also bei einer *sham-condition* zum 1. Testzeitpunkt, nahm die Entscheidungssicherheit der Teilnehmerinnen zum 2. Testzeitpunkt unter kathodischer Stimulation ebenfalls zu, in dieser Richtung jedoch stärker ausgeprägt. Dies wird auf individuelle Unterschiede zurückgeführt.

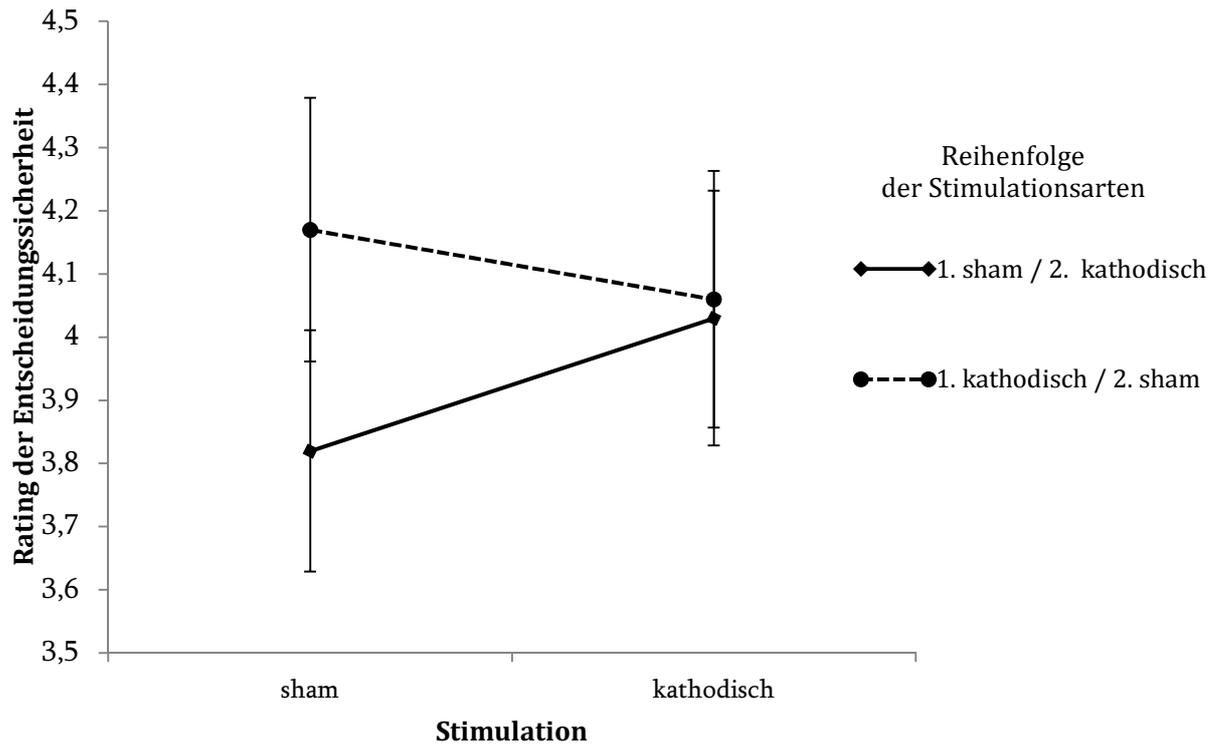


Abbildung 5: Mittlere Ratings bei Entscheidungssicherheit über Attraktivitätsurteil aus Perspektive der Mitmenschen, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung.

Um den Vorgabezeitpunkt der Aufgaben in die Auswertung miteinzubeziehen, wurde eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor berechnet. Hier sind durchwegs nicht signifikante Ergebnisse zu berichten. Sowohl die Haupteffekte für Stimulationsart,  $F(1,39) = .55, p = .46$ , und für Blockvorgabe,  $F(2,39) = .27, p = .76$ , als auch die Interaktion von Stimulationsart und Blockvorgabe,  $F(2,39) = .60, p = .55$ , sprachen dafür, dass die Vorgabereihenfolge für die Aufgabenblöcke keinen Einfluss auf die Beurteilung hatte.

### 9.3 Dating-Entscheidung als individuelles evaluativ ästhetisches Urteil

Angenommen wird in folgendem Aufgabenblock, dass durch eine kathodische Stimulation im Bereich des medialen präfrontalen Cortex ein kausaler Zusammenhang zu ästhetischen individuellen Urteilen hergestellt werden kann (Cunningham et al., 1990). Dieser Zusammenhang, so die Hypothesen, soll einerseits durch erschwerte Urteilsbildung bei Dating-Entscheidungen sowie andererseits durch höhere Unsicherheit in der Entscheidungssicherheit aufgezeigt werden. Verlangsamte Reaktionszeiten oder abweichende Dating-Entscheidungen sollen eine Hemmung im

medialen präfrontalen Cortex begründen, da auch bei diesem Aufgabenblock – wie auch bei Attraktivitätsentscheidungen - angenommen wird, dass eine transkranielle Gleichstromstimulation keinen Einfluss auf Reaktionszeiten ausübt (siehe Mooslechner, 2012). Ebenso sollte die Anzahl an positiven Dating-Entscheidungen in die Auswertung aufgenommen werden, indem untersucht wurde, ob die Anzahl – und somit die Entscheidungsstabilität – durch transkranielle Gleichstromstimulation variiert.

### 9.3.1 Reaktionszeit bei Dating-Entscheidung

Zur Datenanalyse wurde eine 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor sowie eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor gerechnet. In Tabelle 4 wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen der Reaktionszeiten sowie der Anzahl der positiven Dating-Entscheidungen angeführt, jeweils für die Stimulation sowie für die Stimulationsabfolge getrennt.

Tabelle 4

*Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten (in ms) sowie der Anzahl potentieller Dating-Partner, jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge (1= sham/kathodisch, 2= kathodisch/sham) getrennt.*

	Stimulation		Stimulationsabfolge	
	sham	kathodisch	1	2
Reaktionszeit				
mit Ausreißerbereinigung <sup>a</sup>	1962 (743)	1909 (630)	1798 (711)	2072 (521)
ohne Ausreißerbereinigung	2121 (792)	2074 (696)	1950 (785)	2244 (555)
Anzahl <sup>b</sup>	10.71 (5.15)	10.86 (5.67)	10.69 (5.65)	10.88 (4.74)

*Anmerkung.* <sup>a</sup> Daten wurden von Ausreißern bereinigt ( $|z| > 2$ ), <sup>b</sup> Anzahl gewählter Dating-Partner = 0 bis 40.

In der Auswertung zeigten sich weder ein signifikanter Haupteffekt für Stimulationsart,  $F(1,40) = .52, p = .47$ , noch ein signifikanter Haupteffekt für Stimulationsabfolge,  $F(1,40) = 2.02, p = .16$ . Die Interaktion von Stimulationsart x Stimulationsabfolge hingegen erwies sich als signifikant,  $F(1,40) = 15.10, p < .01, \eta p^2 = .27$  (siehe Abbildung 6, S. 50). Es geht hervor, dass die Testpersonen zum 2. Testzeitpunkt stets schnellere Urteile abgaben, unabhängig von der

Stimulationsbedingung. Dies widerspricht der Annahme, dass eine kathodische Hemmung mittels tDCS zu verlangsamten Reaktionszeiten führt.

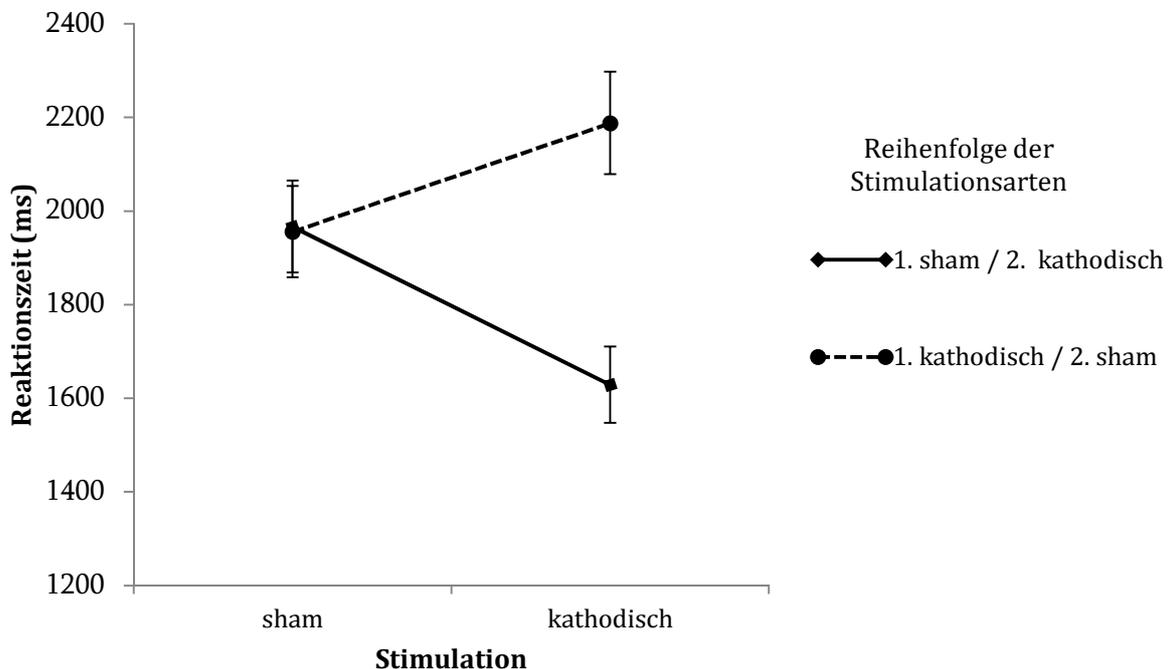


Abbildung 6: Mittlere Reaktionszeiten bei Dating-Entscheidung, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung.

Um im Auswertungsprozess die Reihenfolge der Aufgabenpräsentation zu berücksichtigen, wurde weiterführend eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor berechnet. Hier können durchwegs nicht signifikante Ergebnisse berichtet werden. Sowohl die Haupteffekte für Stimulationsart,  $F(1,39) = .39, p = .54$ , und für Blockvorgabe,  $F(2,39) = 2.50, p = .10$ , als auch die Interaktion von Stimulationsart und Blockvorgabe,  $F(2,39) = 1.06, p = .36$ , sprachen dafür, dass die Vorgabereihenfolge für die Aufgabenblöcke keinen Einfluss auf die Beurteilung hatte.

Für die weitere Berechnung von Gruppenunterschieden wurde eine Trennung gemäß des Fragebogens *SOI-R* (Penke & Asendorpf, 2008) in unterdurchschnittliche ( $n=8$ ), durchschnittliche ( $n=24$ ) und überdurchschnittliche ( $n=10$ ) Gruppen, nach den Tendenzen, sich auf sexuelle Kontakte ohne tiefere Bindung einzulassen, unterteilt. Die Teilung erfolgte gemäß der Auswertung des Fragebogens *SOI-R* (Penke & Asendorpf, 2008) aufgrund des individuell erzielten Prozentranges der Teilnehmerinnen. Mit folgender Gruppenunterteilung sollte untersucht werden, ob innerhalb der Gruppen,

geteilt nach deren Tendenz zu sexueller Offenheit, Unterschiede im Hinblick auf die Stimulationsbedingung verzeichnet werden können. In Folge wurden Varianzanalysen mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Gruppe (Tendenz) als Zwischensubjektfaktor durchgeführt, um möglicherweise aufgrund der sexuellen Offenheit Unterschiede zwischen den Stimulationsbedingungen aufzuspüren. Jedoch konnten keine signifikanten Effekte ( $p$ 's > .05) festgestellt werden. In der weiteren Analyse wurde aus diesem Grund auf diese Darstellungen verzichtet.

### 9.3.2 Anzahl an positiven Dating-Entscheidungen

In der Auswertung wurde weiters die Anzahl der positiven Dating-Entscheidungen (*Würden Sie diese Person gerne daten?* – Antwort: *ja*) über die zwei Stimulationsbedingungen hinweg berücksichtigt (siehe Tabelle 4, S. 49). Es folgte eine 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor. Weder die Haupteffekte,  $F(1,40) = .08, p = .79$  (für Stimulationsart) und  $F(1,40) = .01, p = .91$  (für Stimulationsabfolge) noch die Interaktion von Stimulationsart x Stimulationsabfolge,  $F(1,40) = .13, p = .72$ , waren signifikant. Die Anzahl der als attraktiv eingestuften Gesichter variierte folglich nicht durch eine neuronale Hemmung mittels transkranieller Gleichstromstimulation.

Um wiederum Reihenfolgeeffekte zu überprüfen, wurde in weiterer Folge eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor berechnet. Folgende Resultate konnten beobachtet werden. Die Haupteffekte für Stimulationsart und für Blockvorgabe zeigten sich als nicht signifikant,  $F(1,39) = .08, p = .78$  (für Stimulationsart) und  $F(2,39) = 2.77, p = .08$  (für Blockvorgabe). Auch die Interaktion von Stimulationsart x Blockvorgabe verzeichnete kein signifikantes Ergebnis,  $F(2,39) = 1.86, p = .17$ . Die Reihenfolge der Blockvorgabe nahm folglich keinen Einfluss auf die Bewertungen.

## 9.4 Entscheidungssicherheit bei Dating-Entscheidung

Auch bei Dating-Entscheidungen, welche einem individuellen ästhetischen Urteil mit einem moralischen Entscheidungsanteil entsprechen, wird davon ausgegangen, dass durch eine kathodische transkranielle Gleichstromstimulation im Bereich des medialen präfrontalen Cortex die Entscheidungssicherheit sinkt. Analog zur Attraktivitätsentscheidung (siehe Kapitel 9.2) wird angenommen, dass sowohl die Reaktionszeit bei der Abgabe der Entscheidungssicherheit unter der kathodischen Stimulation zunimmt als auch die Einstufung (auf einer 6-stufigen Likert-Skala; 1=*nicht sicher*, 6=*sehr sicher*) der eigenen Sicherheit erschwert wird. Dies soll zu einer Abnahme der Sicherheitseinschätzung führen. Im Folgenden wurden also Reaktionszeiten sowie Ratings zur Auswertung herangezogen. Wichtig festzuhalten ist hier, dass sich jene Abgaben der Entscheidungssicherheit lediglich auf den Dating-Task beziehen und nicht mit den übrigen 2 Aufgabenblöcken in Verbindung stehen.

### 9.4.1 Reaktionszeiten bei der Abgabe der Entscheidungssicherheit von Dating-Entscheidungen

Mittels einer 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor sowie eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor sollten die Hypothesen überprüft werden. In Tabelle 5 wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen angeführt, jeweils für die Stimulation sowie für die Stimulationsabfolge getrennt.

Tabelle 5

*Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten der Entscheidungssicherheit (in ms) jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge (1= sham/kathodisch, 2=kathodisch/sham) getrennt.*

Reaktionszeit	Stimulation		Stimulationsabfolge	
	sham	kathodisch	1	2
mit Ausreißerbereinigung <sup>a</sup>	859 (426)	844 (503)	733 (249)	971 (505)
ohne Ausreißerbereinigung	948 (449)	942 (540)	814(269)	1075 (532)

*Anmerkung.* <sup>a</sup> Daten wurden von Ausreißern bereinigt ( $|z|>2$ ).

Die Berechnung der 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor zeigte folgende Ergebnisse. Der Haupteffekt für Stimulationsart,  $F(1,40) = .10$ ,  $p = .76$ , erwies kein signifikantes Ergebnis, während der Haupteffekt Stimulationsabfolge  $F(1,40) = 3.75$ ,  $p = .06$  ebenfalls nicht signifikant war. Die Interaktion von Stimulationsart x Stimulationsabfolge zeigte sich als signifikant mit  $F(1,40) = 44.40$ ,  $p < .01$ ,  $\eta p^2 = .53$  (siehe Abbildung 7). Abermals zeigte sich eine Abnahme der Reaktionszeit zum 2. Testzeitpunkt, unabhängig von der Art der Stimulation, was auf Lern- und Wiederholungseffekte hindeutet. Die Abweichungen in den Reaktionszeiten zwischen den Gruppen getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsbedingungen (Stimulationsabfolge) werden auf individuelle Unterschiede zurückgeführt.

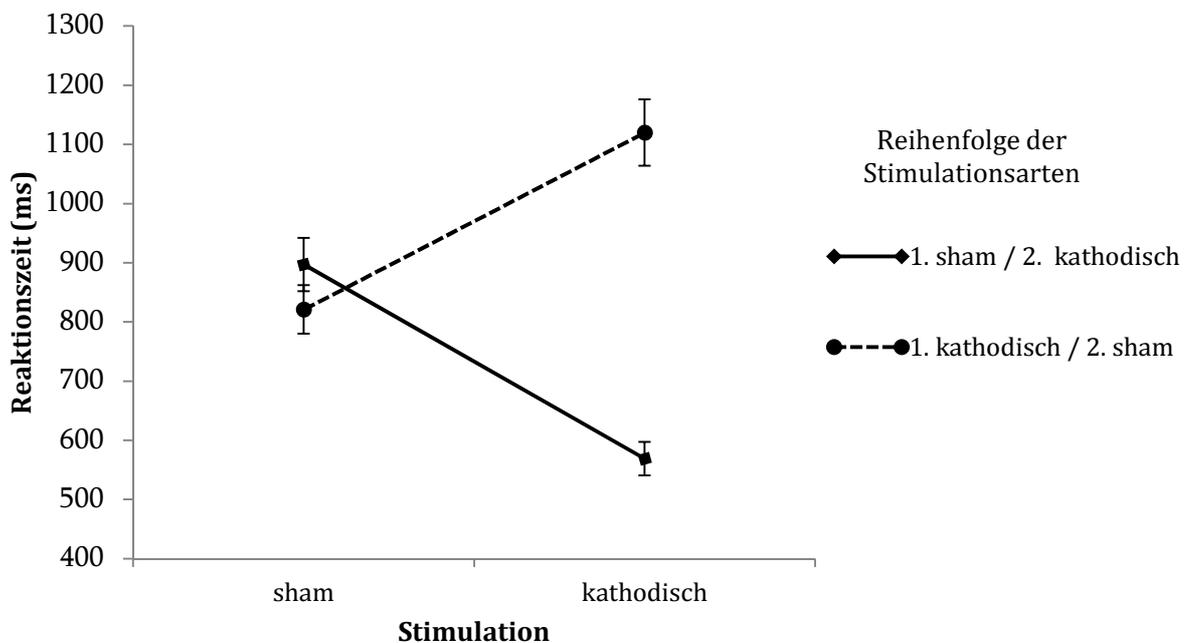


Abbildung 7: Mittlere Reaktionszeiten bei Entscheidungssicherheit über Dating-Entscheidung, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung.

In Folge wurde überprüft, ob die Präsentationsreihenfolge der Aufgabenblöcke Einfluss auf die Reaktionszeit bei der Entscheidungssicherheit hatte. Aus diesem Grund wurde eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor berechnet. Der Haupteffekt von Stimulation war nicht signifikant,  $F(1,39) = .05$ ,  $p = .83$ , während der Haupteffekt von Blockvorgabe  $F(2,39) = 5.95$ ,  $p < .01$ ,  $\eta p^2 = .23$  signifikant war. Gruppenvergleiche zeigten, dass jene

Gruppe, welche Dating-Entscheidungen im 1. Aufgabenblock bearbeitete, insgesamt langsamere Entscheidungen traf, als Personen, denen dieser Aufgabenblock zuletzt vorgegeben wurde. Da keine signifikante Interaktion von Stimulationsart x Blockvorgabe berichtet wurde,  $F(2,39) = .70, p = .50$ , und somit keine signifikanten Unterschiede in den Reaktionszeiten zwischen den Stimulationsbedingungen für alle 3 Präsentationsreihenfolgen festgestellt wurden, wird hier von keiner Abnahme der tDCS-Nacheffekte über die Testungsdauer hinweg ausgegangen.

#### **9.4.2 Rating bei Entscheidungssicherheit bei Dating-Entscheidung**

Um die Ratings der Entscheidungssicherheit bei Dating-Entscheidungen auszuwerten, wurde eine 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor sowie eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor gerechnet. In Tabelle 6 wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen der Ratings angeführt. Dies erfolgte jeweils für die Stimulation sowie für die Stimulationsabfolge getrennt.

Tabelle 6

*Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Ratings der Entscheidungssicherheit jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge (1=sham/kathodisch, 2=kathodisch/sham) getrennt.*

		Stimulation		Gesamt <sup>a</sup>
		sham	kathodisch	
Stimulations-	1	4.47 (.64)	4.42 (.69)	4.45 (.63)
abfolge	2	4.52 (.56)	4.52 (.48)	4.52 (.49)
Gesamt <sup>a</sup>		4.50 (.59)	4.47 (.59)	

*Anmerkung.* <sup>a</sup>Die Gesamtmittelwerte werden jeweils für Stimulationsabfolge oder Stimulationsart angeführt.

Der Haupteffekt für Stimulationsart erwies sich in der statistischen Auswertung als nicht signifikant,  $F(1,40) = .14, p = .71$ . Auch der Haupteffekt für Stimulationsabfolge zeigte kein signifikantes Ergebnis,  $F(1,40) = .17, p = .68$ . Die Interaktion von Stimulationsart und Stimulationsabfolge war nicht signifikant,  $F(1,40) = .21, p = .65$  (siehe Abbildung 8, S. 55).

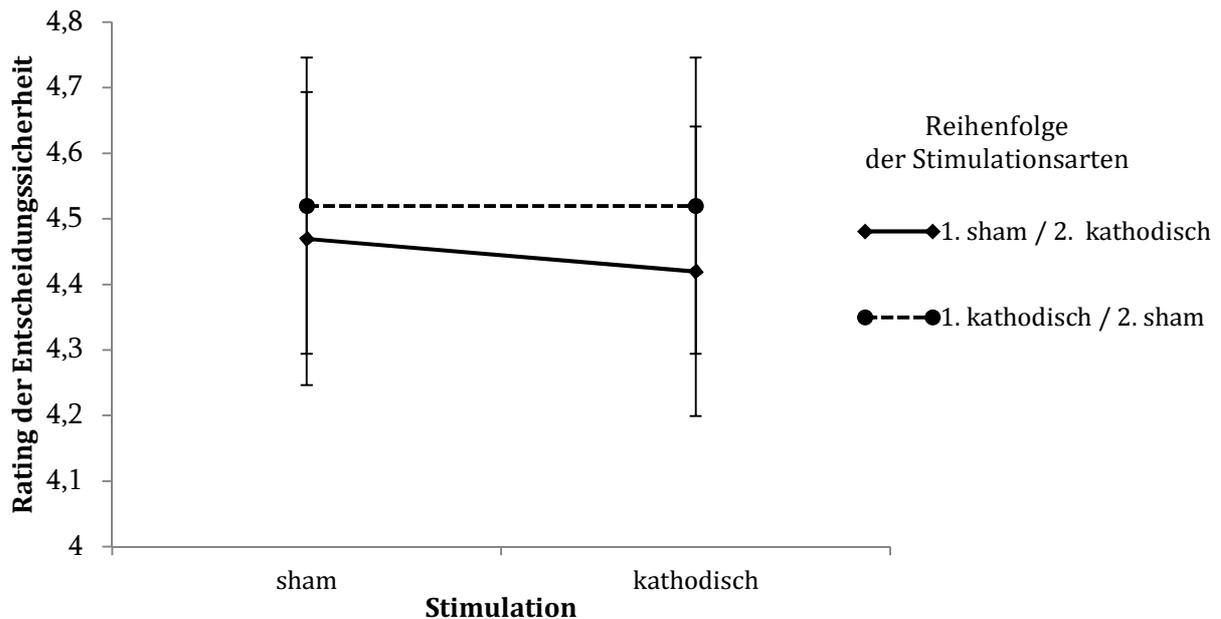


Abbildung 8: Mittlere Ratings bei Entscheidungssicherheit über Dating-Entscheidung, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung.

Um den Vorgabezeitpunkt der Aufgaben in die Auswertung miteinzubeziehen, wurde eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor berechnet. Hier sind durchwegs nicht signifikante Ergebnisse zu berichten. Sowohl die Haupteffekte für Stimulationsart,  $F(1,39) = .14, p = .71$ , und für Blockvorgabe,  $F(2,39) = 1.13, p = .36$ , als auch die Interaktion von Stimulationsart und Blockvorgabe,  $F(2,39) = .76, p = .48$ , sprachen dafür, dass die Vorgabereihenfolge keinen Einfluss auf die Beurteilung hatte.

### 9.5 Einschätzung der Augenfarbe des präsentierten Gesichtes als deskriptive Bedingung

Für diesen Aufgabenblock wurde angenommen, dass eine Hemmung im Bereich des medialen präfrontalen Cortex (BA 10) keine Änderung in der Reaktionszeit bei Abgabe einer deskriptiven, nämlich beschreibenden, Bewertung bewirke (e.g. Jacobsen & Höfel, 2002; Jacobsen & Höfel, 2003; Jacobsen et al., 2006). Aufgrund der beschreibenden Bedingung sollen demnach die Reaktionszeiten der Urteile über beide Testzeitpunkte (sowohl in der kathodischen Bedingung als auch in der *sham-condition*) nicht variieren. Weiters wurde untersucht, ob die Anzahl – und somit die Entscheidungsstabilität – von als hell eingestuften Augenfarben unter transkranieller Gleichstromstimulation variiert.

Anzumerken ist hier, dass sowohl braune als auch blaue Augenfarben subjektiv als hell oder dunkel eingeschätzt werden können (z.B. dunkle blaue Augen und helle braune Augen), trotzdem wird davon ausgegangen, dass unabhängig von der subjektiven Einschätzung dieses Urteil personenspezifisch über einen Zeitraum von einer Woche stabil bleibt. Aus diesem Grund wurde keine Richtigkeit der deskriptiven Urteile überprüft, da dies aufgrund der subjektiven Auslegung nicht möglich gewesen wäre.

### 9.5.1 Reaktionszeit bei der Einschätzung der Augenfarbe

Zur Datenanalyse wurde eine 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor sowie eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor gerechnet. In Tabelle 7 wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen der Reaktionszeiten sowie der Anzahl hell eingestufte Augenfarben angeführt, jeweils für die Stimulation sowie für die Stimulationsabfolge getrennt.

Tabelle 7

*Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten (in ms) sowie der Anzahl hell eingestufte Augen, jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge (1= sham/kathodisch, 2=kathodisch/sham) getrennt.*

	Stimulation		Stimulationsabfolge	
	sham	kathodisch	1	2
Reaktionszeit				
mit Ausreißerbereinigung <sup>a</sup>	1683 (650)	1697 (642)	1522 (524)	1857 (608)
ohne Ausreißerbereinigung	1827 (686)	1856 (707)	1650 (594)	2034 (632)
Anzahl <sup>b</sup>	17.76 (5.15)	20.12 (3.34)	18.60 (4.39)	19.29 (2.99)

*Anmerkung.* <sup>a</sup> Daten wurden von Ausreißern bereinigt ( $|z| > 2$ ), <sup>b</sup> Anzahl hell eingestufte Augen = 0 bis 40.

Im Zuge der Auswertung zeigte sich weder ein signifikanter Haupteffekt für Stimulationsart,  $F(1,40) = .04$ ,  $p = .84$ , noch ein signifikanter Haupteffekt für Stimulationsabfolge,  $F(1,40) = 3.67$ ,  $p = .06$ . Die Interaktion von Stimulationsart x Stimulationsabfolge war signifikant,  $F(1,40) = 18.86$ ,  $p < .01$ ,  $\eta p^2 = .32$  (siehe Abbildung 9, S. 57). Die Versuchspersonen gaben zum 2. Testzeitpunkt schneller Urteile ab, unabhängig von der Stimulationsart. Die Abweichungen zwischen den Gruppen getrennt

nach der Abfolge der Stimulationsbedingungen können auf individuelle Unterschiede zurückgeführt werden.

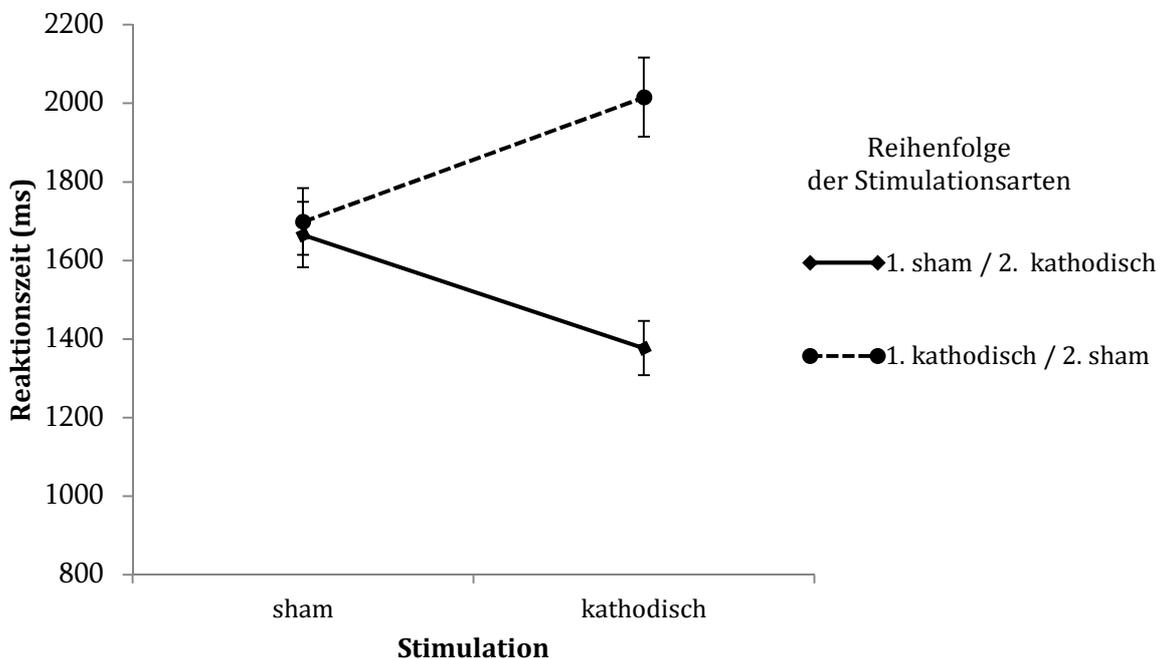


Abbildung 9 : Mittlere Reaktionszeiten bei Entscheidung über Augenfarbe, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung.

Um auch die Reihenfolge der Vorgabe während der Testung zu berücksichtigen, wurde eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor berechnet. Auch hier zeigten sich weder für den Haupteffekt von Stimulationsart,  $F(1,39) = .03, p = .87$ , noch für den Haupteffekt von Blockvorgabe,  $F(2,39) = 1.70, p = .20$ , signifikante Ergebnisse. Auch die Interaktion war nicht signifikant,  $F(2,39) = .32, p = .73$ . Somit stellte die Reihenfolge, in der die Aufgaben präsentiert wurden, keinen Einfluss auf die Reaktionszeit dar, was für eine Hemmung über die Testungszeit hinweg spricht.

### 9.5.2 Anzahl an Entscheidungen für eine helle Augenfarbe

Wie auch bei Block 1 und Block 2 interessierte auch bei der deskriptiven Aufgabe die Stabilität der Antworten zwischen den zwei Stimulationsbedingungen.

Hypothesenkonform ist hier anzunehmen, dass Urteile bezüglich der Augenfarbe stabil und somit unverändert abgegeben werden. An dieser Stelle ist auf die hohe

Standardisierung der Testungsbedingungen hinzuweisen (siehe Kapitel 8.3.2). Die Anzahl der Antworten (*Hat diese Person eine dunkle oder helle Augenfarbe? – Antwort: hell*) über die zwei Stimulationsbedingungen hinweg wird in der Auswertung hierfür herangezogen (siehe Tabelle 7, S. 56).

Es folgte eine 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor. Hier zeigte sich jedoch, dass die Versuchspersonen zu den beiden Zeitpunkten signifikant andere Einschätzungen trafen. Es zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt für Stimulationsart,  $F(1,40) = 14.74, p < .01, \eta p^2 = .27$ , jedoch kein signifikanter Haupteffekt für Stimulationsabfolge,  $F(1,40) = .36, p = .56$ . Die Interaktion von Stimulationsart x Stimulationsabfolge,  $F(1,40) = 11.38, p < .01, \eta p^2 = .22$  war ebenso signifikant (siehe Abbildung 10).

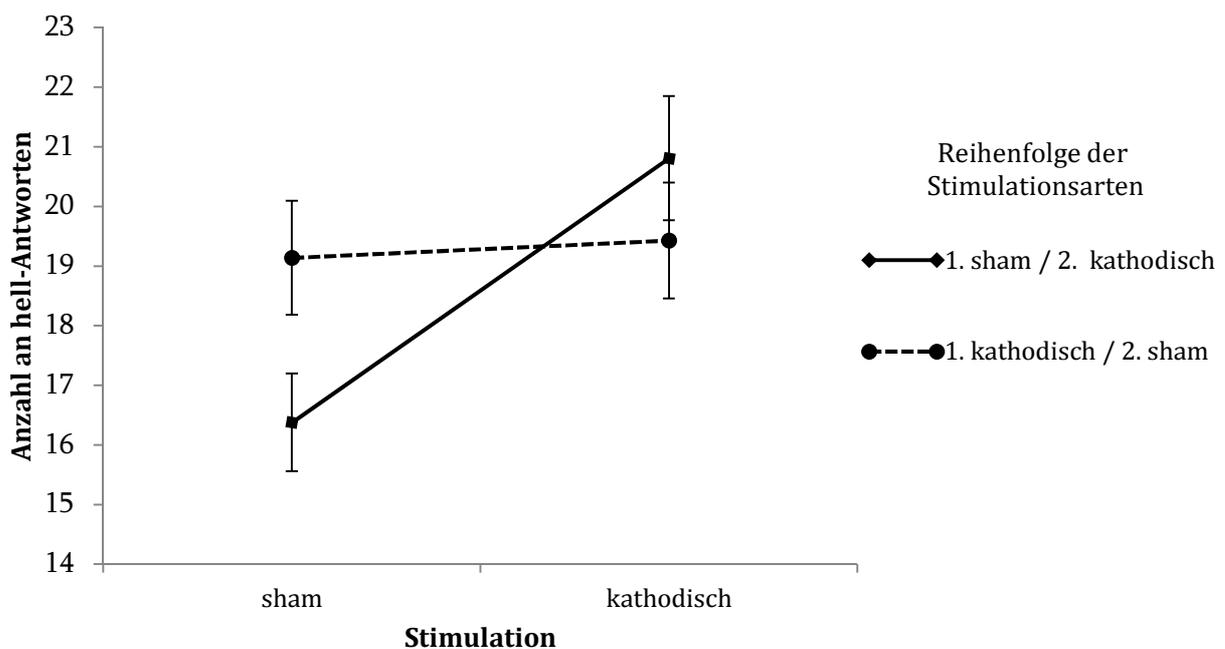


Abbildung 10: Anzahl der Entscheidung für helle Augenfarbe, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung.

Um wiederum Reihenfolgeeffekte zu überprüfen, wurde des Weiteren eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor berechnet. Folgende Resultate konnten beobachtet werden. Der Haupteffekt für Stimulationsart,  $F(1,39) = 11.83, p < .01, \eta p^2 = .23$ , zeigte ebenso ein signifikantes Ergebnis, während der Haupteffekt für Blockvorgabe nicht signifikant war,  $F(2,39) = .17$ ,

$p = .85$ . Auch die Interaktion von Stimulationsart x Blockvorgabe verzeichnete kein signifikantes Ergebnis,  $F(2,39) = 1.13$ ,  $p = .33$ . Der Zeitpunkt der Vorgabe stellte demnach keinen Einfluss auf die Anzahl der Entscheidungen dar.

Entgegen aller Hypothesen ist hier festzuhalten, dass bei einer kathodischen Stimulation, also einer Hemmung, mehr Augenfarben als hell eingestuft wurden. Da diese Ergebnisse keinerlei Annahmen entsprechen und auch keinerlei sonstige Veränderungen zwischen den Stimulationsbedingungen bei evaluativen Entscheidungen nachgewiesen wurden, kann an dieser Stelle lediglich vermutet werden, dass jene Ergebnisse auf Ermüdung oder Konzentrationsmangel zurückzuführen sind. Es ist eher unwahrscheinlich anzunehmen, dass eine Hemmung Einfluss auf perzeptuelle Prozesse sowie deskriptive Urteile nimmt (nähere Ausführungen in Kapitel 10.2).

### **9.6 Entscheidungssicherheit bei der Einstufung der Augenfarbe**

Bei der Einschätzung der Entscheidungssicherheit nach dem Urteil über die Augenfarbe eines dargebotenen Gesichtes wird davon ausgegangen, dass durch eine kathodische transkranielle Gleichstromstimulation im Bereich des medialen präfrontalen Cortex keine Änderung in der Reaktionszeit in diesem Aufgabenblock erzielt wird. Ebenso wird erwartet, dass das Rating der Entscheidungssicherheit (*Wie sicher haben Sie dieses Urteil getroffen?*) auf einer 6-stufigen Likert-Skala (1=*nicht sicher*, 6=*sehr sicher*) über beide Stimulationsbedingungen stabil bleiben würde.

#### **9.6.1 Reaktionszeit bei Abgabe der Entscheidungssicherheit bei Einstufung der Augenfarbe**

Zur Datenanalyse wurde eine 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor sowie eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor gerechnet. In Tabelle 8 (S. 60) wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen der Reaktionszeiten angeführt, jeweils für die Stimulation sowie für die Stimulationsabfolge getrennt.

## Ergebnisse

Tabelle 8

Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten der Entscheidungssicherheit (in ms) jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge (1=sham/kathodisch, 2=kathodisch/sham) getrennt.

Reaktionszeit	Stimulation		Stimulationsabfolge	
	sham	kathodisch	1	2
mit Ausreißerbereinigung <sup>a</sup>	625 (273)	654 (301)	583 (234)	696 (261)
ohne Ausreißerbereinigung	701 (291)	730 (320)	652 (246)	780 (278)

Anmerkung. <sup>a</sup> Daten wurden von Ausreißern bereinigt ( $|z| > 2$ ).

Die Berechnung der 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor zeigte folgende Ergebnisse. Die Haupteffekte für Stimulationsart,  $F(1,40) = 1.10$ ,  $p = .30$ , sowie für Stimulationsabfolge,  $F(1,40) = 2.17$ ,  $p = .15$ , waren nicht signifikant. Die Interaktion von Stimulationsart x Stimulationsabfolge wiederum zeigte sich als signifikant mit  $F(1,40) = 64.70$ ,  $p < .01$ ,  $\eta p^2 = .62$  (siehe Abbildung 11). Es wurde ersichtlich, dass die Versuchspersonen zum 2. Testzeitpunkt schneller entschieden, unabhängig von der Stimulationsbedingung. Die Abweichungen zwischen den Gruppen getrennt nach der Abfolge der Stimulationsbedingungen werden auf individuelle Unterschiede zurückgeführt.

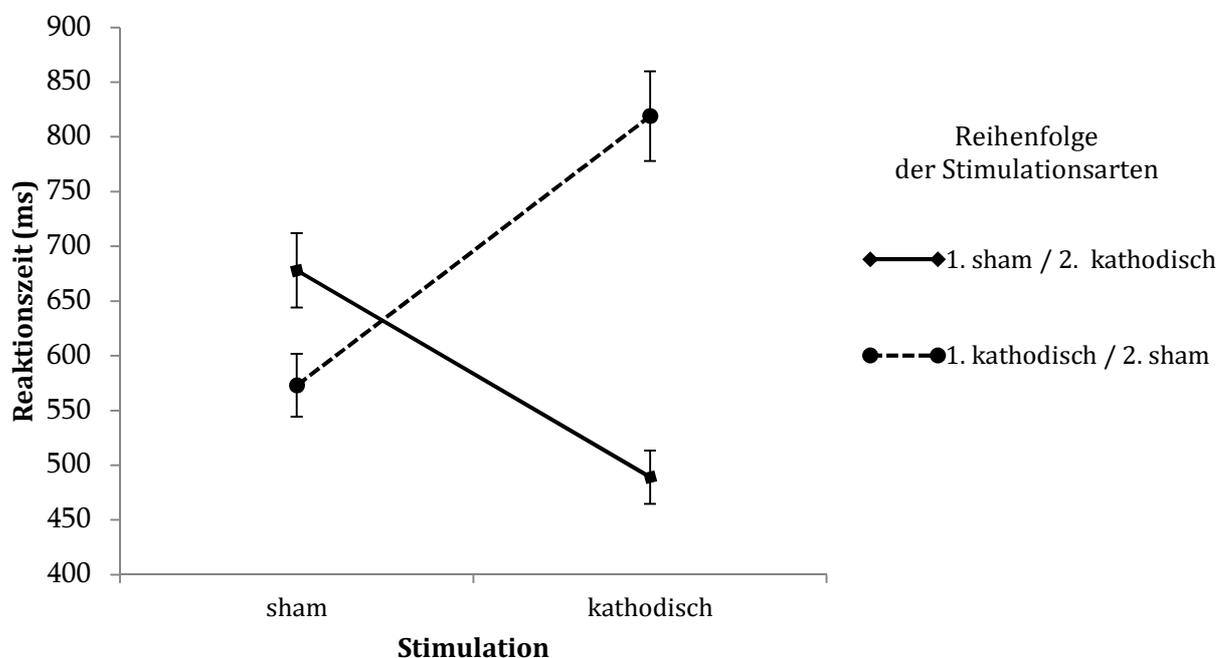


Abbildung 11: Mittlere Reaktionszeiten bei Entscheidungssicherheit für Einschätzung der Augenfarbe, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung.

Um den Vorgabezeitpunkt der Aufgaben in die Auswertung miteinzubeziehen, wurde eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor berechnet. Hier sind durchwegs nicht signifikante Ergebnisse zu berichten. Sowohl die Haupteffekte für Stimulationsart,  $F(1,39) = .43, p = .52$ , und für Blockvorgabe,  $F(2,39) = .34, p = .72$ , als auch die Interaktion von Stimulationsart und Blockvorgabe,  $F(2,39) = 1.02, p = .37$ , waren nicht signifikant. Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass die Vorgabereihenfolge der Aufgabenblöcke keinen Einfluss auf die Beurteilung hatte.

### 9.6.2 Rating bei Entscheidungssicherheit bei Einschätzung der Augenfarbe

Um die Ratings der Entscheidungssicherheit bei der Einschätzung der Augenfarbe auszuwerten, wurde eine 2 (Stimulationsart) x 2 (Stimulationsabfolge) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Stimulationsabfolge als Zwischensubjektfaktor sowie eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor gerechnet. In Tabelle 9 wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen der Ratings angeführt, dies erfolgte jeweils für die Stimulation sowie für die Stimulationsabfolge getrennt.

Tabelle 9

*Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Ratings der Entscheidungssicherheit jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge (1=sham/kathodisch, 2=kathodisch/sham) getrennt.*

		Stimulation		
		sham	kathodisch	Gesamt <sup>a</sup>
Stimulations-	1	4.74 (.52)	4.84 (.45)	4.79 (.44)
abfolge	2	4.73 (.53)	4.80 (.54)	4.76 (.51)
Gesamt <sup>a</sup>		4.73 (.52)	4.82 (.49)	

*Anmerkung.* <sup>a</sup>Die Gesamtmittelwerte werden jeweils für Stimulationsabfolge oder Stimulationsart angeführt.

Der Haupteffekt für Stimulationsart erwies sich in der statistischen Auswertung als nicht signifikant,  $F(1,40) = 2.10, p = .16$ . Auch der Haupteffekt für Stimulationsabfolge zeigte kein signifikantes Ergebnis,  $F(1,40) = .03, p = .87$ . Die Interaktion von Stimulationsart und Stimulationsabfolge war nicht signifikant,  $F(1,40) = .08, p = .78$  (siehe Abbildung 12, S. 62).

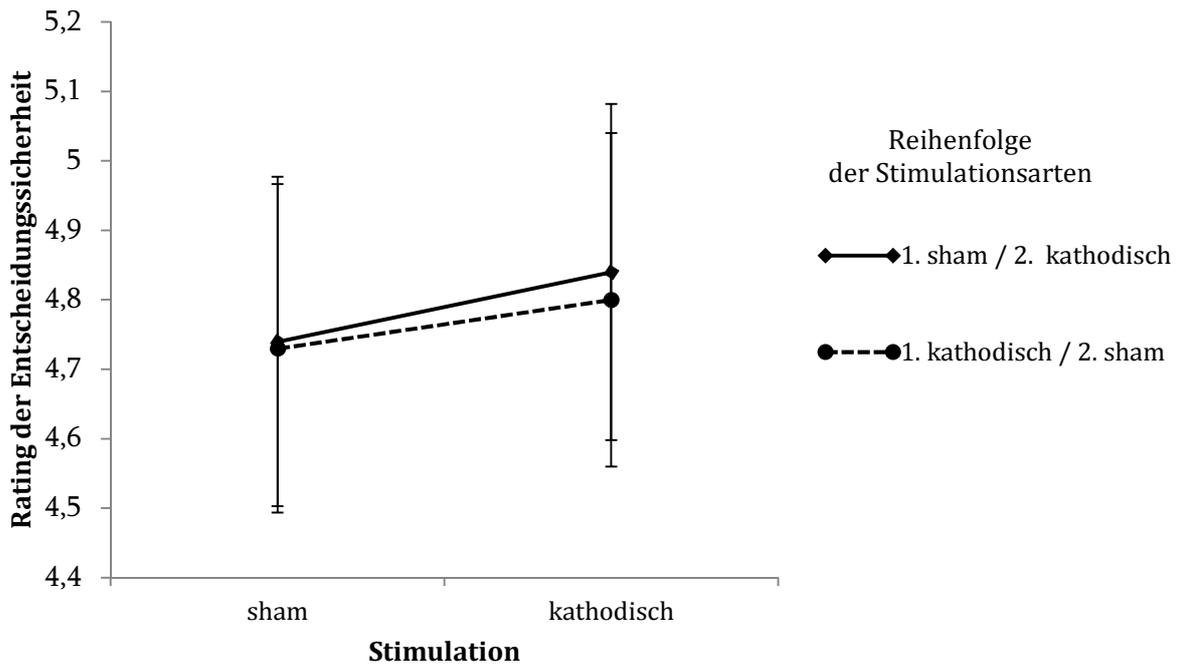


Abbildung 12: Mittlere Ratings bei Entscheidungssicherheit über Einschätzung der Augenfarbe, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung.

Um den Vorgabezeitpunkt der Aufgaben in die Auswertung miteinzubeziehen, wurde eine 2 (Stimulationsart) x 3 (Blockvorgabe) Varianzanalyse mit Messwiederholung mit Stimulationsart als Innersubjektfaktor und Blockvorgabe als Zwischensubjektfaktor berechnet. Hier sind durchwegs nicht signifikante Ergebnisse zu berichten. Sowohl die Haupteffekte für Stimulationsart,  $F(1,39) = 2.08, p = .16$ , und für Blockvorgabe,  $F(2,39) = .11, p = .90$ , als auch die Interaktion von Stimulationsart und Blockvorgabe,  $F(2,39) = .38, p = .69$ , sprachen dafür, dass die Vorgabereihenfolge für die Aufgabenblöcke keinen Einfluss auf die Beurteilung hatte.

## 10. Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Studie war die Manifestation neuronaler Korrelate evaluativ ästhetischer Urteile basierend auf kausalen Schlussfolgerungen. Aufgrund mannigfacher Studien (e.g. Chatterjee et al., 2009; Jacobsen et al., 2006; siehe Kapitel 4), welche mittels bildgebender Verfahren auf eine Verbindung spezieller präfrontaler Gehirnareale mit ästhetischen Urteilen verwiesen, ist es bislang nicht gelungen, kausale Zusammenhänge herzustellen. Angenommen wurde demnach, dass durch eine neuronale Inhibition mittels transkranieller Gleichstromstimulation am medialen präfrontalen Cortex bestimmte Entscheidungsunsicherheiten provoziert werden (angelehnt an Mooslechner, 2012), welche sich in Form langsamer, unsicherer Urteile bei ästhetisch evaluativen Entscheidungen zeigen. Durch die Provokation ästhetisch evaluativer Urteile in Form von Attraktivitätsentscheidungen aus Perspektive der Mitmenschen und von Dating-Entscheidungen, welche sehr individuelle Urteile darstellen, sollten Verhaltensänderungen sowohl in der Reaktionszeit bei Urteilsabgabe, aber auch in der danach jeweils einzuschätzenden Entscheidungssicherheit auftreten. Ebenso wurde die Anzahl der als attraktiv ausgewählten Gesichter sowie jener Personen, die als potentielle Dating-Partner gewählt wurden, zwischen den Stimulationsbedingungen verglichen, um mögliche Unterschiede, hervorgerufen durch tDCS, aufzuzeigen. Entgegen dieser Annahmen wurde ein Kontrollblock präsentiert, in welchem eine deskriptive Entscheidung erwünscht wurde, nämlich die Einschätzung der Augenfarbe der dargebotenen Person. Angenommen wurde hier, dass eine neuronale Hemmung keinerlei Auswirkungen auf die Reaktionszeit, Entscheidungssicherheit sowie die Konsistenz der Urteilsabgabe, hier die Farbwahrnehmung, nimmt.

### 10.1 Evaluativ ästhetische Urteile über Gesichter

In der vorliegenden Studie konnten keine den Annahmen entsprechenden Ergebnisse aufgezeigt werden, welche für ein Aufzeigen neuronaler Korrelate bei ästhetischer Beurteilung sprechen. Es zeigten sich weder Veränderungen in der Urteilsbildung noch in der Reaktionszeit oder Entscheidungssicherheit durch eine Hemmung mittels transkranieller Gleichstromstimulation bei evaluativ ästhetischen Urteilen. Zudem konnte in allen Bedingungen mit evaluativ ästhetischem Charakter von Wiederholungs- und Lerneffekten zum 2. Testzeitpunkt ausgegangen werden, da Urteile

durchwegs schneller gebildet wurden. Es kann nicht angenommen werden, dass durch eine Hemmung im Bereich des medialen präfrontalen Cortex ästhetische Feinheiten und Differenzierungen schlechter wahrgenommen und Differenzierungen zwischen Gesichtsmerkmalen erheblich erschwert wurden. Auch die Anzahl der als attraktiv eingeschätzten Gesichter, sowie die Anzahl potentieller Dating-Partner variierten nicht signifikant zwischen den zwei Stimulationsbedingungen.

Ebenso zeigten sich weder in den Reaktionszeiten noch in den subjektiv eingestuften Ratings der Entscheidungssicherheit Abweichungen zwischen den Stimulationsbedingungen. Dahingehend konnte beobachtet werden, dass sich die Testpersonen zum 2. Testzeitpunkt sicherer in der getroffenen Entscheidung einschätzten, was aufgrund von Wiederholungseffekten schlüssig erscheint. Die transkranielle Gleichstromstimulation beeinflusste demnach nicht die Entscheidungssicherheit.

Eine Dating-Entscheidung auf Basis eines präsentierten Gesichtes kann aufgrund ihres individuellen ästhetischen Charakters als Attraktivitätsentscheidung angesehen werden (Korrelation mit Wunsch nach einem Date von .97; Cunningham et al., 1990). Sie besitzt als Partnerschaftsentscheidung auch moralischen Charakter (Zaidel & Nadal, 2011). Aufgrund der vorliegenden Daten muss angenommen werden, dass weder ein ästhetischer neuronaler Nachweis noch Anzeichen für einen möglichen moralischen Nachweis erbracht werden konnten.

Die aufgezeigten Hypothesen basierten auf der Annahme, dass eine Verarbeitung der Gesichtsästhetik einen separaten Prozess innerhalb der Gesichtswahrnehmung darstellt (Senior, 2003), wodurch aufgrund einer Hemmung im medialen präfrontalen Cortex Unsicherheiten bei der Beurteilung von Gesichtsattraktivität provoziert werden. Würden nun, den Annahmen von Palermo und Rhodes (2007) folgend, Prozesse der Gesichtsverarbeitung parallel zueinander verlaufen, bleibt somit die Frage offen, ob aufgrund der nicht eingetretenen behavioralen Veränderungen von einer „automatischen“ Gesichtswahrnehmung ausgegangen werden kann, welche bereits in einem frühen Stadium über eine subkortikale Route erfolgt (Palermo & Rhodes, 2007). Da die für jene Gesichtserkennung relevanten Gehirnareale durch multiple neuronale Verbindungen miteinander in Interaktion stehen (Atkinson & Adolphs, 2011; Palermo & Rhodes, 2007), würden keine Veränderungen durch tDCS auftreten. Weiters kann

vermutet werden, dass aufgrund der multiaxialen neuronalen Vernetzungen die neuronale Inhibition eines definierten Gehirnareals eine sofortige Adaption nächstliegender Areale zur Folge hätte. Über eine solche Vorgehensweise kann an dieser Stelle jedoch nur vermutet werden, da die Ergebnisse keine direkten Schlüsse auf neuronale Verarbeitungsprozesse innerhalb des Gesichtswahrnehmungsprozesses zulassen.

### **10.2 Deskriptive Urteile über Gesichter**

Letztlich zeigte sich jedoch, dass konform der Hypothesen keine Unterschiede in den Reaktionszeiten und in der subjektiven Entscheidungssicherheit zwischen den zwei Stimulationsbedingungen festgestellt werden konnten. Zudem konnten auch in der deskriptiven Aufgabenstellung schnellere Urteile zum 2. Testzeitpunkt aufgezeigt werden, was wieder auf Lern- und Wiederholungseffekte hindeutet. Die subjektive Einschätzung der Entscheidungssicherheit, bezogen auf das jeweils zuvor getroffene Urteil, unterschied sich nicht signifikant zwischen den Stimulationsbedingungen.

Eine Erklärung für die abweichenden Einschätzungen der Augenfarbe (siehe Kapitel 9.5.2) zwischen den Reaktionsbedingungen bleibt offen. Aufgrund der durchgeführten Einzeltestungen sowie Betreuung während der Testdurchführung können technische Mängel völlig ausgeschlossen werden. Alle Gesichter wurden jeder Testperson zu beiden Testzeitpunkten auf dem gleichen Bildschirm - Helligkeit sowie Auflösung blieben stets konstant - präsentiert. Es kann vermutet werden, dass Attraktivitätsurteile sowie Dating-Entscheidungen während der Testung großes Interesse und fokussierte Aufmerksamkeit bewirkten, wodurch diese Entscheidungen möglicherweise weniger durch Ablenkungen, wie durch mögliche Sensationen während der Stimulation (e.g. Poreisz et al., 2007) verfälscht wurden, was einen Unterschied zwischen den Stimulationsbedingungen hervorrief. Technisch begründete Mängel können jedenfalls ausgeschlossen werden.

### **10.3 Mögliche Einschränkungen der Studie**

Ob also jene Resultate auf methodische Mängel, wie die Durchführung der transkraniellen Gleichstromstimulation, zurückzuführen sind, bleibt fraglich. Hinterfragt

wird, ob die Stromflussrichtung sowie die Stromdichte (Nitsche & Paulus, 2007, S. 535) manipulierende Wirkung bei dieser Studie gezeigt haben. Bislang wurden Studien in lateralen Regionen wie dem Motorcortex oder dem dorsolateralen Cortex durchgeführt (Nitsche et al., 2003; Nitsche & Paulus, 2001). Möglicherweise könnte die mediale Positionierung der Kathode eine diffuse Verteilung des Stromes bewirkt haben, was die Stromflussrichtung und demnach die Hemmung deutlich verringerte. Die Wahl der Stromstärke entsprach mit 1 mA den Empfehlungen der Fachliteratur (Nitsche & Paulus, 2007, S. 537), weshalb hier von einer adäquaten Passung ausgegangen wird. Die Elektrodengrößen wichen mit 35cm<sup>2</sup> (kathodal) und 100 cm<sup>2</sup> (anodal) von den gängigen Maßen ab, deckten jedoch präfrontal einen größeren Bereich ab, welcher kortikale Veränderungen erfuhr. Auch hier kann von einer guten Wahl gesprochen werden, da die präsentierten Vorstudien (e.g. Chatterjee et al., 2009; Jacobsen et al., 2006; siehe Kapitel 4) keine homogene Lokalisation innerhalb des präfrontalen Cortex aufzeigten und somit durch die Wahl der Elektrodengröße der gesamte gewünschte mediale präfrontale Bereich abgedeckt werden konnte.

Da die Wahl der Stimuli vorab mittels Vorstudie nahe dem Durchschnitt erfolgte, um möglichst anspruchsvolle Urteile zu generieren, wird davon ausgegangen, dass die Komplexität der Entscheidungen möglichst groß war. Um die Anzahl der Präsentationen der einzelnen Gesichter möglichst gering zu halten, wurde in der Vorstudie ein großes Set an männlichen Gesichtern generiert, um so zu ermöglichen, ein einzelnes Gesicht nur einmal pro Testung zu zeigen. Demnach sahen die Testpersonen ein Gesicht nur zwei Mal im Verlauf der gesamten Studie, was die Ankerbildung innerhalb des Sets deutlich reduzierte und Wiederholungseffekte verringerte. Trotzdem wurden zum jeweils 2. Testzeitpunkt Urteile schneller gefällt, was auf Übungs- und Lerneffekte hindeutet.

### **10.4 Abschließender Ausblick und Empfehlungen**

Obwohl die Ergebnisse in folgender Studie keine gewünschten Signifikanzen aufwiesen, kann daraus jedoch nicht geschlossen werden, dass eine Ortung von ästhetischen Entscheidungen innerhalb des präfrontalen Cortex gänzlich unmöglich ist. Da nur durch eine Hemmung oder Stimulation kausale Schlüsse über ästhetische neuronale Verankerungen möglich sind, kann in Folgestudien zu einer Durchführung mittels transkranieller Magnetstimulation (kurz: TMS) geraten werden. Somit wäre eine

präzisere und intensivere Hemmung des genannten Hirnareals möglich. Hervorzuheben ist hier jedoch, dass die Verwendung von tDCS aufgrund einander abweichender Lokalisationen von ästhetischen neuronalen Korrelaten große Wichtigkeit aufwies, da aufgrund des vermuteten diffusen Stromflusses bei tDCS weitreichendere Regionen mitstimuliert bzw. gehemmt wurden. Eine Hemmung mittels TMS würde demnach nur bei homogenen Vorergebnissen bezüglich der Lokalisation Sinn machen.

Eine Möglichkeit wäre eine Anwendung des vorliegenden Versuchsdesigns während einer Bildgebung wie funktioneller Magnetresonanztomographie oder Elektroenzephalographie. Somit wäre ein Vergleich in der neuronalen Aktivität zwischen den zwei evaluativen Aufgabenbedingungen möglich, um spezifische Gehirnareale zu identifizieren. Im Weiteren könnten kausale Schlüsse durch eine punktuelle Hemmung mittels transkranieller Magnetstimulation über neuronale Korrelate zur Ästhetik aufgezeigt werden. Für diese Anwendung wird zur Rekrutierung derselben Versuchspersonen geraten.

Ebenfalls interessant ist eine anodale Stimulation, welche die kortikale Erregbarkeit und das Aktivitätsniveau des Gehirns zusätzlich stimuliert (Nitsche & Paulus, 2007, S. 540). Möglicherweise würde erst ein Vergleich von anodaler und kathodaler Stimulation (also einer Hemmung und Stimulierung am medialen präfrontalen Cortex) die erhofften Ergebnisse liefern. Dies ruft jedoch die Frage hervor, wie eine zusätzliche Stimulation jenes Gehirnareals sich auf das Antwortverhalten der Testperson auswirken würde.

Offen bleibt schlussendlich auch die Frage, ob die mediale Ortung neuronaler Korrelate im Bereich des präfrontalen Cortex in Bezug auf Ästhetik wirklich den gewünschten Aufschluss erbringen kann. Eine Positionierung im dorsolateralen Bereich könnte ebenfalls aufgrund von Studienergebnissen (e.g. Cela-Conde et al., 2004; Chatterjee et al., 2009) angedacht werden. Durch eine laterale Elektrodenpositionierung ist zumindest so mancher methodischer Problemstellung, wie einem möglichen Intensitätsverlust durch diffuse Stromverteilung aufgrund der Fissura longitudinalis cerebri, entgegenzuwirken.

## 11. Literatur

- Adolphs, R. (2002). Neural systems for recognizing emotion. *Current Opinion in Neurobiology*, *12*, 169–177. doi:10.1016/S0959-4388(02)00301-X
- 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. doi:10.1016/S0896-6273(01)00491-3
- Alley, T. R., & Cunningham, M. R. (1991). Averaged faces are attractive, but very attractive faces are not average. *Psychological Science*, *2*, 123-125. doi:10.1111/j.1467-9280.1991.tb00113.x
- 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
- Atkinson, A. P., & Adolphs, R. (2011). The neuropsychology of face perception: beyond simple dissociations and functional selectivity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, *366*, 1726–1738. doi:10.1098/rstb.2010.0349
- Breiter, H. C., Aharon, I., Kahneman, D., Dale, A., & Shizgal, P. (2001). Functional imaging of neural responses to expectancy and experience of monetary gains and losses. *Neuron*, *30*, 619–639. doi:10.1016/S0896-6273(01)00303-8
- Bruce, V., & Young, A. W. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, *77*, 305–327.
- Buss, D. (1989). Sex differences in human mate preferences: Evolutionary hypotheses tested in 37 cultures. *Behavioral and Brain Sciences*, *12*, 1-49.
- Cela-Conde, C. J., Marty, G., Maestú, F., Ortiz, T., Munar, E., Fernández, A., . . . Quesney, F. (2004). Activation of the prefrontal cortex in the human visual aesthetic perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, *101*, 6321–6325. doi:10.1073/pnas.0401427101
- Chatterjee, A., Thomas, A., Smith, S. E., & Aguirre, G. K. (2009). The neural response to facial attractiveness. *Neuropsychology*, *23*, 135–143. doi:10.1037/a0014430

- Chiu, R. K., & Babcock, R. D. (2002). The relative importance of facial attractiveness and gender in Hong Kong selection decisions. *International Journal of Human Resource Management*, *13*, 141–155. doi:10.1080/09585190110092857
- Compton, R. (2003). The interface between emotion and attention: A review of evidence from psychology and neuroscience. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, *2*, 115–129. doi:10.1177/1534582303255278
- Cooper, J. C., Dunne, S., Furey, T., & O'Doherty, J. P. (2012). Dorsomedial prefrontal cortex mediates rapid evaluations predicting the outcome of romantic interactions. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, *32*, 15647-15656. doi:10.1523/JNEUROSCI.2558-12.2012
- Cunningham, M. R., Barbee, A. P., & Pike, C. L. (1990). What do women want? Facialmetric assessment of multiple motives in the perception of male facial physical attractiveness. *Journal of Personality and Social Psychology*, *59*, 61–72. doi:10.1037/0022-3514.59.1.61
- Cunningham, W. A., Johnson, M. K., Gatenby, J. C., Gore, J. C., & Banaji, M. R. (2003). Neural components of social evaluation. *Journal of Personality and Social Psychology*, *85*, 639–649. doi:10.1037/0022-3514.85.4.639
- Dion, K. (1972). Physical attractiveness and evaluation of children's transgressions. *Journal of Personality and Social Psychology*, *24*, 207–213. doi:10.1037/h0033372
- Dion, K., Berscheid, E., & Walster, E. (1972). What is beautiful is good. *Journal of Personality and Social Psychology*, *24*, 285–290. doi:10.1037/h0033731
- Dipboye, R. L., Arvey, R. D., & Terpstra, D. E. (1977). Sex and physical attractiveness of raters and applicants as determinants of resume evaluations. *Journal of Applied Psychology*, *62*, 288–294. doi:10.1037//0021-9010.62.3.288
- Elliott, R., Friston, K. J., & Dolan, R. J. (2000). Dissociable neural responses in human reward systems. *Journal of Neuroscience*, *20*, 6159–6165.
- Field, A. (2009). *Discovering Statistics Using SPSS* (3<sup>rd</sup> Ed.). London, UK: SAGE.
- Folstad, I., & Karter, A. J. (1992). Parasites, bright males and the immunocompetence handicap. *American Naturalist*, *139*, 603–622. doi:10.1086/285346

- Frith, U., & Frith, C. D. (2003). Development and neurophysiology of mentalizing. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 358, 459–73. doi:10.1098/rstb.2002.1218
- Frith, U., & Frith, C. D. (2006). The neural basis of mentalizing. *Neuron*, 50, 531–534. doi:10.1016/j.neuron.2006.05.001
- Gallagher, H. L., & Frith, C. D. (2003). Functional imaging of “theory of mind.” *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 77–83. doi:10.1016/S1364-6613(02)00025-6
- Gallagher, S. (2000). Philosophical conceptions of the self: Implications for cognitive science. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 14–21. doi:10.1016/S1364-6613(99)01417-5
- Gangestad, S. W., & Buss, D. M. (1993). Pathogen prevalence and human mate preferences. *Ethology and Sociobiology*, 14, 89–96. doi:10.1016/0162-3095(93)90009-7
- 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
- Grammer, K., & Thornhill, R. (1994). Human (*Homo sapiens*) facial attractiveness and sexual selection: the role of symmetry and averageness. *Journal of Comparative Psychology*, 108, 233–242. doi:10.1037/0735-7036.108.3.233
- Greene, J. D., Nystrom, L. E., Engell, A. D., Darley, J. M., & Cohen, J. D. (2004). The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment. *Neuron*, 44, 389–400. doi:10.1016/j.neuron.2004.09.027
- Greene, J. D., Sommerville, R. B., Nystrom, L. E., Darley, J. M., & Cohen, J. D. (2001). An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgment. *Science*, 293, 2105–2108. doi:10.1126/science.1062872
- Gusnard, D. A., Akbudak, E., Shulman, G. L., & Raichle, M. E. (2001). Medial prefrontal cortex and self-referential mental activity: Relation to a default mode of brain

- function. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 98, 4259–4264.  
doi:10.1073/pnas.071043098
- Happe, F. (2003). Theory of mind and self. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1001, 134–144. doi:10.1196/annals.1279.008
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face processing. *Trends in Cognitive Science*, 4, 223-233. doi:10.1016/S0896-6273(00)00168-9
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2002). Human neural systems for face recognition and social communication. *Biological Psychiatry*, 51, 59-67.  
doi:10.1016/S0006-3223(01)01330-0
- Hoaglin, D. C., Iglewicz, B., & Tukey, J. W. (1986). Performance of some resistant rules for outlier labelling. *Journal of American Statistical Association*, 81, 991-999.  
doi:10.2307/2289073
- Hume, D. (1757). *Four dissertations. IV: Of the standard of taste*. London, UK: Millar.
- Ishai, A. (2007). Sex, beauty and the orbitofrontal cortex. *International Journal of Psychophysiology*, 63, 181-185. doi:10.1016/j.ijpsycho.2006.03.010
- Jacobsen, T., & Höfel, L. (2002). Aesthetic judgments of novel graphic patterns: analyses of individual judgments. *Perceptual and Motor Skills*, 95, 755–766.  
doi:10.2466/PMS.95.7.755-766
- Jacobsen, T., & Höfel, L. (2003). Descriptive and evaluative judgment processes: Behavioral and electrophysiological indices of processing symmetry and aesthetics. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 3, 289-299.
- Jacobsen, T., Schubotz, R. I., Höfel, L., & von Cramon, D. Y. (2006). Brain correlates of aesthetic judgment of beauty. *NeuroImage*, 29, 276–285.  
doi:10.1016/j.neuroimage.2005.07.010
- Jones, B. C., DeBruine, L. M., & Little, A. C. (2007). The role of symmetry in attraction to average faces. *Perception & Psychophysics*, 69, 1273–1277. doi:10.3758/BF03192944

- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *The Journal of Neuroscience*, *17*, 4302–4311.
- 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
- Kawabata, H., & Zeki, S. (2004). Neural correlates of beauty. *Journal of Neurophysiology*, *91*, 1699–1705. doi:10.1152/jn.00696.2003
- Knutson, B., Fong, G. W., Bennett, S. M., Adams, C. S., & Hommer, D. (2003). A region of mesial prefrontal cortex tracks monetarily rewarding outcomes: Characterization with rapid event-related fMRI. *NeuroImage*, *18*, 263-272. doi:10.1016/S1053-8119(02)00057-5
- Kowner, R. (1996). Facial asymmetry and attractiveness judgment in developmental perspective. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *22*, 662–675.
- Landy, D., & Sigall, H. (1974). Beauty is talent: Task evaluation as a function of the performer's physical attractiveness. *Journal of Personality and Social Psychology*, *29*, 299–304. doi:10.1037/h0036018
- Langlois, J. H., & Roggman, L. A. (1990). Attractive faces are only average. *Psychological Science*, *1*, 115-121. doi:10.1111/j.1467-9280.1990.tb00079.x
- Langlois, J. H., Kalakanis, L., Rubenstein, A. J., Larson, A., Hallamm, M., & Smoot, M. (2000). Maxims or myths of beauty? A meta-analytic and theoretical review. *Psychological Bulletin*, *126*, 390–423. doi:10.1037/0033-2909.126.3.390
- Langlois, J. H., Ritter, J. M., Casey, R. J., & Sawin, D. B. (1995). Infant attractiveness predicts maternal behaviors and attitudes. *Developmental Psychology*, *31*, 464–472. doi:10.1037/0012-1649.31.3.464
- Langlois, J. H., Ritter, J. M., Roggman, L. A., & Vaughn, L. S. (1991). Facial diversity and infant preferences for attractive faces. *Developmental Psychology*, *27*, 79–84. doi:10.1037/0012-1649.27.1.79

- Little, A. C., Burt, D. M., & Perrett, D. I. (2006). What is good is beautiful: face preference reflects desired personality. *Personality and Individual Differences, 41*, 1107–1118. doi:10.1016/j.paid.2006.04.015
- Little, A. C., Jones, B. C., & DeBruine, L. M. (2011). Facial attractiveness: evolutionary based research. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 366*, 1638–1659. doi:10.1098/rstb.2010.0404
- Marlowe, C. M., Schneider, S. L., & Nelson, C. E. (1996). Gender and attractiveness biases in hiring decisions: are more experienced managers less biased? *Journal of Applied Psychology, 81*, 11–21. doi:10.1037/0021-9010.81.1.11
- Mealey, L., Bridgestock, R., & Townsend, G. (1999). Symmetry and perceived facial attractiveness. *Journal of Personality and Social Psychology, 76*, 151–158. doi:10.1037/0022-3514.76.1.151
- Moll, J., Eslinger, P. J., & Oliveira-Souza, R. (2001). Frontopolar and anterior temporal cortex activation in a moral judgment task: preliminary functional MRI results in normal subjects. *Arq. Neuropsiquiatr, 59*, 657–664. doi:10.1590/S0004-282X2001000500001
- Møller, A. P. (1997). Developmental stability and fitness: a review. *The American Naturalist, 149*, 916–932. doi:10.1086/286030
- Mooslechner, S. (2012). *Schön oder nicht schön – das ist hier die Frage. Der mediale präfrontale Cortex und ästhetische Urteile über Gesichter*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.
- Nadal, M., & Pearce, 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
- Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2000). Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *Journal of Physiology, 527*, 633–639. doi:10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00633.x
- Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2001). Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans. *Neurology, 57*, 1899–1901.

- Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2007). Transkranielle Gleichstromstimulation. In H. Siebner & U. Ziemann (Hrsg.), *Das TMS-Buch. Handbuch der transkraniellen Magnetstimulation* (S. 533-542). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Nitsche, M. A., Nitsche, M. S., Klein, C. C., Tergau, F., Rothwell, J. C., & Paulus, W. (2003). Level of action of cathodal DC polarisation induced inhibition of the human motor cortex. *Clinical Neurophysiology*, *114*, 600–604. doi:10.1016/S1388-2457(02)00412-1
- O’Doherty, J., Kringelbach, M. L., Rolls, E. T., Hornak, J., & Andrews, C. (2001). Abstract reward and punishment representations in the human orbitofrontal cortex. *Nature Neuroscience*, *4*, 95–102. doi:10.1038/82959
- 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
- Öngür, D., Ferry, A. T., & Price, J. L. (2003). Architectonic analysis of the human orbital and medial prefrontal cortex. *Journal of Comparative Neurology*, *460*, 425-449. doi:10.1002/cne.10609
- Palermo R., & Rhodes, G. (2007). Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact. *Neuropsychologia*, *45*, 75–92. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.04.025
- Palm, U., Reisinger, E., Keeser, D., Kuo, M. F., Pogarell, O., Leicht, G., . . . Padberg, F. (2013). Evaluation of sham transcranial direct current stimulation for randomized, placebo-controlled clinical trials. *Brain Stimulation*, *6*, 690-695. doi:10.1016/j.brs.2013.01.005
- Pegna, A. J., Khateb, A., Michel, C. M., & Landis, T. (2004). Visual recognition of faces, objects, and words using degraded stimuli: where and when it occurs. *Human Brain Mapping*, *22*, 300–311. doi:10.1002/hbm.20039
- Penke, L., & Asendorpf, J. B. (2008). Beyond global sociosexual orientations: A more differentiated look at sociosexuality and its effects on courtship and romantic relationships. *Journal of Personality and Social Psychology*, *95*, 1113-1135. doi:10.1037/0022-3514.95.5.1113

- 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. doi:10.1016/S1090-5138(99)00014-8
- Perrett, D. I., Lee, K. J., Penton-Voak, I. S., Rowland, D. R., Yoshikawa, S., Burt, D. M., ... Akamatsu, S. (1998). Effects of sexual dimorphism on facial attractiveness. *Nature*, 394, 884–887. doi:10.1038/29772
- Perrett, D. I., May, K. A., & Yoshikawa, S. (1994). Facial shape and judgements of female attractiveness. *Nature*, 368, 239–242. doi:10.1038/368239a0
- Petty, R. E., Wegener, D. T., & Fabrigar, L. R. (1997). Attitudes and attitude change. *Annual Review of Psychology*, 48, 609-647. doi:10.1146/annurev.psych.48.1.609
- Poreisz, C., Boros, K., Antal, A., & Paulus, W. (2007). Safety aspects of transcranial direct current stimulation concerning healthy subjects and patients. *Brain Research Bulletin*, 72, 208-214. doi:10.1016/j.brainresbull.2007.01.004
- Prosiegel, M. (2002). *Neuropsychologische Störungen und ihre Rehabilitation*. München, Germany: Pflaum.
- Ramnani, N., & Owen, A. M. (2004). Anterior prefrontal cortex: Insights into function from anatomy and neuroimaging. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 184–194. doi:10.1038/nrn1343
- 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. I., Simmons, L. W., & Peters, M. C. (2005). Attractiveness and sexual behavior: Does attractiveness enhance mating success? *Evolution and Human Behavior*, 26, 186-201. doi:10.1016/j.evolhumbehav.2004.08.014
- Rhodes, G., & Tremewan, T. (1996). Averageness, exaggeration and facial attractiveness. *Psychological Science*, 7, 105-110. doi:10.1111/j.1467-9280.1996.tb00338.x
- Rhodes, G., Hickford, C., & Jeffery, L. (2000). Sex-typicality and attractiveness: are supermale and superfemale faces super-attractive. *British Journal of Psychology*, 91, 125–140. doi:10.1348/000712600161718

- Rhodes, G., Proffitt, F., Grady, J., & Sumich, A. (1998). Facial symmetry and the perception of beauty. *Psychonomic Bulletin & Review*, *5*, 659–669. doi:10.3758/BF03208842
- Rhodes, G., Sumich, A., & Byatt, G. (1999). Are average facial configurations only attractive because of their symmetry?. *Psychological Science*, *10*, 52-58. doi:10.1111/1467-9280.00106
- Rhodes, G., Yoshikawa, S., Clark, A., Lee, K., McKay, R., & Akamatsu, S. (2001). Attractiveness of facial averageness and symmetry in non-Western populations: in search of biologically based standards of beauty. *Perception*, *30*, 611–625. doi:10.1068/p3123
- Roye, A., Höfel, L., & Jacobsen, T. (2008). Aesthetics of Faces: Behavioral and Electrophysiological Indices of Evaluative and Descriptive Judgment Processes. *Journal of Psychophysiology*, *22*, 41-57. doi:10.1027/0269-8803.22.1.41
- Satpute, A. B., & Lieberman, M. D. (2006). Integrating automatic and controlled processing into neurocognitive models of social cognition. *Brain Research*, *1079*, 86-97. doi:10.1016/j.brainres.2006.01.005
- Scheib, J. E., Gangestad, S. W., & Thornhill, R. (1999). Facial attractiveness, symmetry and cues of good genes. *Proceedings of the Royal Society of London B*, *266*, 1913–1917. doi:10.1098/rspb.1999.0866
- Semendeferi, K., Armstrong, E., Schleicher, A., Zilles, K., & Van Hoesen, G. W. (2001). Prefrontal cortex in humans and apes: a comparative study of area 10. *American Journal of Physical Anthropology*, *114*, 224–241. doi:10.1002/1096-8644(200103)114:3<224::AID-AJPA1022>3.0.CO;2-I
- Senior, C. (2003). Beauty in the brain of the beholder. *Neuron*, *38*, 525-528. doi:10.1016/S0896-6273(03)00293-9
- Thier, P. (2006). Die funktionelle Architektur des präfrontalen Kortex. In H.-O. Karnath & P. Thier (Hrsg.), *Neuropsychologie* (2. Auflage, S. 471–478). Heidelberg, Germany: Springer.
- Thornhill, R., & Gangestad, S. W. (1993) Human facial beauty: averageness, symmetry and parasite resistance. *Human Nature*, *4*, 237–269. doi:10.1007/BF02692201

- Thornhill, R., & Gangestad, S. W. (1999). Facial attractiveness. *Trends in Cognitive Science*, 3, 452–460. doi:10.1016/S1364-6613(99)01403-5
- Tsukiura, T., & Cabeza, R. (2011). 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
- Van Valen, L. (1962). A study of fluctuating asymmetry. *Evolution*, 16, 125–142.
- Vogeley, K., Kurthen, M., Falkai, P., & Maier, W. (1999). The prefrontal cortex generates the basic constituents of the self. *Consciousness and Cognition*, 8, 343–363.
- Ward, J. (2010). *The student's guide to cognitive neuroscience*. (2<sup>nd</sup> Ed.). Hove, UK: Psychology Press.
- Winston, J., O'Doherty, J., Kilner, J., Perrett, D., & Dolan, R. (2007). Brain systems for assessing facial attractiveness. *Neuropsychologia*, 45, 195-206. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.05.009
- Zaidel, D. W., & Nadal, M. (2011). Brain intersections of aesthetics and morals: Perspectives from biology, neuroscience, and evolution. *Perspectives in Biology and Medicine*, 54, 367-380. doi:10.1353/pbm.2011.0032
- Zysset, S., Huber, O., Ferstl, E., & von Cramon, D. Y. (2002). The Anterior Frontomedian Cortex and Evaluative Judgment: An fMRI study. *NeuroImage*, 15, 983-991. doi:10.1006/nimg.2001.1008

## 12. Appendix

### 12.1 Abbildungen

<i>Abbildung 1:</i> Testperson mit Applikation der Elektroden an AFz und Oz (gemäß 10-20-System). .....	34
<i>Abbildung 2:</i> Beispielhafter Ablauf eines Trials bei Einschätzung der Attraktivität aus Perspektive der Mitmenschen. ....	37
<i>Abbildung 3:</i> Mittlere Reaktionszeiten bei Attraktivitätsentscheidung, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung. ....	43
<i>Abbildung 4:</i> Mittlere Reaktionszeiten bei Entscheidungssicherheit über Attraktivitätsurteil aus Perspektive der Mitmenschen, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung. ....	46
<i>Abbildung 5:</i> Mittlere Ratings bei Entscheidungssicherheit über Attraktivitätsurteil aus Perspektive der Mitmenschen, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung. ....	48
<i>Abbildung 6:</i> Mittlere Reaktionszeiten bei Dating-Entscheidung, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung. ....	50
<i>Abbildung 7:</i> Mittlere Reaktionszeiten bei Entscheidungssicherheit über Dating-Entscheidung, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung. ....	53
<i>Abbildung 8:</i> Mittlere Ratings bei Entscheidungssicherheit über Dating-Entscheidung, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung. ....	55
<i>Abbildung 9:</i> Mittlere Reaktionszeiten bei Entscheidung über Augenfarbe, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung. ....	57
<i>Abbildung 10:</i> Anzahl der Entscheidung für helle Augenfarbe, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung. ....	58
<i>Abbildung 11:</i> Mittlere Reaktionszeiten bei Entscheidungssicherheit für Einschätzung der Augenfarbe, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung. ....	60
<i>Abbildung 12:</i> Mittlere Ratings bei Entscheidungssicherheit über Einschätzung der Augenfarbe, angeführt für sham-condition sowie für kathodische Stimulation, getrennt nach der Reihenfolge der Stimulationsdurchführung. ....	62

## **12.2 Tabellen**

<i>Tabelle 1.</i> Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten (in ms) sowie Anzahl der als attraktiv eingestuften Gesichter, jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge getrennt. ....	42
<i>Tabelle 2.</i> Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten der Entscheidungssicherheit (in ms) jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge getrennt. ....	45
<i>Tabelle 3.</i> Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Ratings der Entscheidungssicherheit jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge getrennt. ....	47
<i>Tabelle 4.</i> Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten (in ms) sowie der Anzahl potentieller Dating-Partner, jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge getrennt. ....	49
<i>Tabelle 5.</i> Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten der Entscheidungssicherheit (in ms) jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge getrennt. ....	52
<i>Tabelle 6.</i> Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Ratings der Entscheidungssicherheit jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge getrennt. ....	54
<i>Tabelle 7.</i> Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten (in ms) sowie der Anzahl hell eingestufter Augen, jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge getrennt. ....	56
<i>Tabelle 8.</i> Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Reaktionszeiten der Entscheidungssicherheit (in ms) jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge getrennt. ....	60
<i>Tabelle 9.</i> Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Ratings der Entscheidungssicherheit jeweils für Stimulationsart und Stimulationsabfolge getrennt. ....	61

## 12.3 Instruktionen der Hauptstudie

### Folie 1

Willkommen bei dieser Studie!

Wir möchten Sie herzlich im Labor der Biologischen Psychologie begrüßen.

Wir danken Ihnen für die Teilnahme an diesem Experiment.

Im Folgenden bitten wir Sie, in 3 Blöcken Urteile über Gesichter zu fällen.

Um fortzufahren, drücken Sie bitte die Taste 1!

### Folie 2

Der Ablauf JEDES Durchgangs ist wie folgt:

Zuerst sehen Sie ein Fixationskreuz, das Sie mit Ihrem Blick fixieren sollen.  
Danach sehen Sie ein Gesicht und werden aufgefordert  
Ihre Bewertung dafür abzugeben.

Drücken Sie dazu die Taste 3 (pinker Punkt) oder 4 (gelber Punkt),  
die Ihrem Urteil entspricht.

Schätzen Sie gleich im Anschluss ein, wie sicher Sie sich in Ihrer Entscheidung sind.  
Bitte treffen Sie das Urteil auf einer 6-stufigen Skala (Taste 1 bis 6).  
Die Art der Einschätzung wird vor jedem Block gesondert vorgestellt.

Bitte bemühen Sie sich Ihre Urteile möglichst SPONTAN und INTUITIV zu treffen!  
Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten!

Für weitere Instruktionen drücken Sie die Taste 1!

Folie 3

Bitte arbeiten Sie konzentriert und zügig.

Wenn Sie noch Fragen haben,  
wenden Sie sich bitte JETZT an die Versuchsleiterin!

Drücken Sie die Taste 1  
um die Instruktionen für den ersten Block zu lesen  
und mit dem Experiment zu starten!

Folie 4

Wir bitten Sie, jedes Urteil aus der Perspektive  
Ihrer MITMENSCHEN zu treffen, d.h. Sie sollen beurteilen,  
ob die meisten Ihrer Mitmenschen das Gesicht als  
nicht attraktiv bzw. attraktiv einschätzen würden.

Zunächst wird das Gesicht mit einer 2-stufigen Skala gezeigt.  
Entscheiden Sie möglichst spontan, ob ihre Mitmenschen  
das Gesicht als "nicht attraktiv" bzw. "attraktiv" bewerten würden.

nicht attraktiv (3) .... (4) attraktiv

Lassen Sie für diese Entscheidungen immer Ihren  
linken Zeigefinger auf der pinken Taste (3)  
und Ihren rechten Zeigefinger auf der gelben Taste (4).  
Bitte positionieren Sie Mittel- und Ringfinger auf den Tasten 1, 2, 5 und 6.

Um mit der Instruktion fortzufahren, drücken Sie bitte die Taste 1!

**Folie 5**

Direkt im Anschluss werden Sie  
aufgefordert, auf einer 6-stufigen Skala  
zu bewerten, wie sicher Sie dieses Urteil getroffen haben.

nicht sicher 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 sehr sicher

Bitte entfernen Sie Ihre Finger während der Durchgänge  
nicht von den Tasten 1 bis 6.

Durch Drücken der Taste 1 startet der Trainingsdurchgang!

**Folie 6**

Nun ist das Training beendet!

Durch das Drücken der Taste 1 startet nun das Experiment!

### Folie 7

Bitte lesen Sie die folgende Anleitung GENAU durch!

Im Folgenden sollen Sie sich entscheiden, ob Sie sich, unabhängig von Ihrem aktuellen Beziehungsstatus, vorstellen könnten, sich mit dieser Person auf ein Date zu treffen.

Entscheiden Sie dabei möglichst spontan und intuitiv aus dem Bauch heraus.

Es steht Ihnen eine zweistufigen Skala zur Verfügung:

Nein ( 3) .... (4) Ja

Lassen Sie für diese Entscheidungen immer Ihren linken Zeigefinger auf der pinken Taste (3) und Ihren rechten Zeigefinger auf der gelben Taste (4). Bitte positionieren Sie Mittel- und Ringfinger auf den Tasten 1, 2, 5 und 6.

Um mit der Instruktion fortzufahren, drücken Sie bitte die Taste 1!

### Folie 8

Direkt im Anschluss werden Sie aufgefordert, auf einer 6-stufigen Skala zu bewerten, wie sicher Sie dieses Urteil getroffen haben.

nicht sicher 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 sehr sicher

Bitte entfernen Sie Ihre Finger während der Durchgänge nicht von den Tasten 1 bis 6.

Wenn Sie nun noch Fragen haben, wenden Sie sich bitte jetzt an den Versuchsleiter!

Wenn Sie bereit sind, können Sie durch Drücken der Taste 1 starten!

**Folie 9**

Bitte lesen Sie die folgende Anleitung GENAU durch!

Im Folgenden sollen Sie die Augenfarbe der dargebotenen Personen beurteilen.

Wir möchten hier von Ihnen wissen, ob die Person eine dunkle oder helle Augenfarbe hat, farbliche Abstufungen sind nicht von Interesse.

dunkel (3) .... (4) hell

Lassen Sie für diese Entscheidungen immer Ihren linken Zeigefinger auf der pinken Taste (3) und Ihren rechten Zeigefinger auf der gelben Taste (4). Bitte positionieren Sie Mittel- und Ringfinger auf den Tasten 1,2,5 und 6.

Um mit der Instruktion fortzufahren, drücken Sie bitte die Taste 1!

**Folie 10**

Direkt im Anschluss werden Sie aufgefordert, auf einer 6-stufigen Skala zu bewerten, wie sicher Sie dieses Urteil getroffen haben.

nicht sicher 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 sehr sicher

Bitte entfernen Sie Ihre Finger während der Durchgänge nicht von den Tasten 1 bis 6.

Wenn Sie nun noch Fragen haben, wenden Sie sich bitte jetzt an den Versuchsleiter!

Wenn Sie bereit sind, können Sie durch Drücken der Taste 1 starten!

Folie 11

Vielen Dank für die Teilnahme  
an dieser Studie.

Wir würden Sie nun noch bitten, ein  
paar kurze Fragen zu beantworten.

Wenden Sie sich nun an die Versuchsleiterin.

## 12.4 Probandeninformation

*Die Rolle des medialen präfrontalen Cortex bei evaluativ ästhetischen Urteilen*  
Version 1.0  
**PFC und Ästhetik**  
Juni-August 2013

---

### **Probandeninformation und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der psychologischen Studie**

#### **„Die Rolle des medialen präfrontalen Cortex bei evaluativ ästhetischen Urteilen**

Sehr geehrte Teilnehmerin!

Wir laden Sie ein an der oben genannten psychologischen Studie teilzunehmen. Die Aufklärung darüber erfolgt in einem ausführlichen Gespräch.

**Ihre Teilnahme an dieser Studie erfolgt freiwillig. Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen aus der Studie ausscheiden. Die Ablehnung der Teilnahme oder ein vorzeitiges Ausscheiden aus dieser Studie hat keine nachteiligen Folgen für Sie.**

Psychologische Studien sind notwendig, um unseren Wissensstand über die Psyche des Menschen zu vertiefen. Unverzichtbare Voraussetzung für die Durchführung einer psychologischen Studie ist jedoch, dass Sie Ihr Einverständnis zur Teilnahme an dieser psychologischen Studie schriftlich erklären. Bitte lesen Sie den folgenden Text als Ergänzung zum Informationsgespräch mit dem Studienleiter sorgfältig durch und zögern Sie nicht Fragen zu stellen.

Bitte unterschreiben Sie die Einwilligungserklärung nur

- wenn Sie Art und Ablauf der Studie vollständig verstanden haben,
- wenn Sie bereit sind, der Teilnahme zuzustimmen und
- wenn Sie sich über Ihre Rechte als Teilnehmerin an dieser psychologischen Studie im Klaren sind.

#### **1. Was ist der Zweck der psychologischen Studie?**

Das Ziel der folgenden Studie ist der Nachweis eines Zusammenhangs zwischen dem Bereich des medialen präfrontalen Cortex für evaluativ ästhetische Urteile, in diesem Fall Attraktivitäts- und Partnerentscheidungen.

*Die Rolle des medialen präfrontalen Cortex bei evaluativ ästhetischen Urteilen*  
Version 1.0  
**PFC und Ästhetik**  
Juni-August 2013

---

Vor der Aufnahme in diese Studie werden Sie einer Voruntersuchung unterzogen, bei der Sie auf das Zutreffen aller Einschlusskriterien und das Fehlen aller Ausschlusskriterien hin überprüft werden. Außerdem werden Sie gebeten, diese Einverständniserklärung zu unterschreiben. Schwangere Personen und Menschen, die an einer chronischen Hautkrankheit im Kopfbereich leiden, sind von der Teilnahme ausgeschlossen. Dauer: 10 Minuten.

Nachdem von den Teilnehmerinnen die Einverständniserklärung und die tDCS-Checkliste unterschrieben und kurze Sehtests durchgeführt wurden, werden die Elektroden der tDCS-Anwendung positioniert. Nach einer kurzen Stimulationsdauer werden die Teilnehmerinnen gebeten, evaluativ ästhetische Urteile anhand von Männergesichtern abzugeben. Nach Beendigung der Testvorgabe werden die Elektroden entfernt, ein weiterer Fragebogen zur Nachkontrolle von tDCS ausgefüllt und die Testperson verabschiedet.

Dauer: ca. 1 Stunde.

Eine Woche später kommen Sie zur zweiten Sitzung, die ähnlich abläuft wie die erste Sitzung:

Nachdem die Teilnehmerinnen erneut die Probandeninformationen unterschrieben haben, werden die Elektroden der tDCS-Anwendung positioniert. Nach einer Stimulationsdauer von wenigen Minuten werden die Teilnehmerinnen gebeten, ästhetische evaluative Urteile anhand von Männergesichtern abzugeben. Nach Beendigung der Testvorgabe werden die Elektroden entfernt und ein weiterer Fragebogen zur Nachkontrolle von tDCS wird ausgefüllt. 60 Minuten nach Beendigung der Testung muss die Testperson erneut evaluativ ästhetische Urteile abgeben und einen sehr kurzen Fragebogen zur sexuellen Orientierung ausfüllen. Danach wird die Testperson verabschiedet.

Dauer: ca. 2 Stunden.

Der Unterschied zwischen den beiden Sitzungen liegt hauptsächlich darin, dass die Richtung der Gleichströme (positiver und negativer Pol) verändert wird.

Bei der Studie handelt es sich um eine Blindstudie, das heißt, dass Sie als Teilnehmerin nicht darüber informiert werden, in welcher Stimulationsbedingung eine Wirkung erwartet wird und in welcher nicht.

Es ist für den Erfolg der Studie äußerst wichtig, dass Sie am Tag vor der Transkraniellen Gleichstromstimulation **ausreichend geschlafen haben**. Weiters dürfen Sie im Zeitraum von **24 Stunden** vor den Sitzungen **keinen Alkohol und keinerlei Medikamente** zu sich nehmen.

Ihre Teilnahme an dieser psychologischen Studie wird also voraussichtlich 2 Termine in Anspruch nehmen und insgesamt ca. 3 Stunden dauern.

Die Einhaltung der Anweisungen des Studienleiters und seiner Mitarbeiter ist dabei von entscheidender Bedeutung für den Erfolg dieser psychologischen Studie.

*Die Rolle des medialen präfrontalen Cortex bei evaluativ ästhetischen Urteilen*  
Version 1.0  
**PFC und Ästhetik**  
Juni-August 2013

---

### **3. Worin liegt der Nutzen einer Teilnahme an der psychologischen Studie?**

Die Teilnehmerinnen an vorliegender Studie profitieren in erster Linie durch einen relevanten Beitrag an der wissenschaftlichen Forschung im Bereich der Neuroästhetik.

Die Teilnahme bedeutet ...

- Nachweis der Rolle des medialen präfrontalen Cortex bei ästhetischen Urteilen

Es ist möglich, dass Sie durch Ihre Teilnahme an dieser psychologischen Studie keinen direkten Nutzen ziehen.

### **4. Gibt es Risiken, Beschwerden und Begleiterscheinungen?**

#### **Transkranielle Gleichstromstimulation**

Bei der Transkraniellen Gleichstromstimulation wirkt ein schwacher elektrischer Strom durch den Schädelknochen hindurch (transkraniell) auf das Gehirn. Er verändert die elektrische Ladung an den Nervenzellen, was ihre Erregbarkeit teilweise verstärkt und teilweise dämpft.

Transkranielle Gleichstromstimulation ist durch zahlreiche psychologische Studien erprobt, sicher und nebenwirkungsarm. Wie jede Therapie ist sie aber nicht völlig nebenwirkungsfrei. Die elektrische Stimulation führt zu einer wenige Sekunden dauernden Reizung der Kopfhaut, was von den Probanden als mehr oder weniger unangenehmes Kribbeln und Ziehen beschrieben wird. Manche Patienten berichten über leichte Müdigkeit, seltener auch über Kopfschmerzen oder Übelkeit, wobei diese Symptome, wenn sie auftreten, innerhalb von wenigen Stunden nach der Transkraniellen Gleichstromstimulation wieder vergehen.

Die Auslösung epileptischer Anfälle durch Transkranielle Gleichstromstimulation wurde noch nicht beobachtet.

Die Transkranielle Gleichstromstimulation darf nicht mit der [Elektrokrampftherapie](#) verwechselt werden, die mit starken Stromstößen Krampfanfälle auslöst.

### **5. Zusätzliche Einnahme von Arzneimitteln?**

Es müssen keine zusätzlichen Arzneimittel eingenommen werden (auch keinerlei Kontrastmittel). Sie dürfen nicht unter Einfluss von Psychopharmaka stehen. Bitte teilen Sie jegliche Art von Medikamenten, welche Sie zurzeit einnehmen, dem Studienleiter und/oder seinen Mitarbeitern zur Abklärung mit.

*Die Rolle des medialen präfrontalen Cortex bei evaluativ ästhetischen Urteilen*  
Version 1.0  
**PFC und Ästhetik**  
Juni-August 2013

---

**6. Hat die Teilnahme an der psychologischen Studie sonstige Auswirkungen auf die Lebensführung und welche Verpflichtungen ergeben sich daraus?**

Nach der Transkraniellen Gleichstromstimulation dürfen Sie für zumindest 3 Stunden kein Fahrzeug lenken.

**7. Was ist zu tun beim Auftreten von Symptomen, Begleiterscheinungen und/oder Verletzungen?**

Sollten im Verlauf der psychologischen Studie irgendwelche beschwerliche Symptome, Begleiterscheinungen, Krankheiten oder Verletzungen auftreten, müssen Sie diese dem Studienleiter und/oder seinen Mitarbeitern mitteilen, bei schwerwiegenden Begleiterscheinungen umgehend.

**8. Wann wird die psychologische Studie vorzeitig beendet?**

Sie können jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Teilnahmebereitschaft widerrufen und aus der psychologischen Studie ausscheiden ohne dass Ihnen dadurch irgendwelche Nachteile entstehen.

Ihre Studienleiterin Bettina Siegl wird Sie über alle neuen Erkenntnisse, die in Bezug auf diese psychologische Studie bekannt werden, und für Sie wesentlich werden könnten, umgehend informieren. Auf dieser Basis können Sie dann Ihre Entscheidung zur **weiteren** Teilnahme an dieser psychologischen Studie neu überdenken.

Es ist aber auch möglich, dass Ihr Studienleiter entscheidet, Ihre Teilnahme an der psychologischen Studie vorzeitig zu beenden, ohne vorher Ihr Einverständnis einzuholen. Die Gründe hierfür können sein:

- a) Sie können den Erfordernissen der Psychologischen Studie nicht entsprechen;
- b) Der Studienleiter hat den Eindruck, dass eine weitere Teilnahme an der psychologischen Studie nicht in Ihrem Interesse ist;

**9. In welcher Weise werden die im Rahmen dieser psychologischen Studie gesammelten Daten verwendet?**

Sofern gesetzlich nicht etwas anderes vorgesehen ist, haben nur der Studienleiter und dessen Mitarbeiter Zugang zu den vertraulichen Daten, in denen Sie namentlich genannt werden. Diese Personen unterliegen der Schweigepflicht.

Die Weitergabe der Daten erfolgt ausschließlich zu statistischen Zwecken und Sie werden ausnahmslos darin nicht namentlich genannt. Auch in etwaigen Veröffentlichungen der Daten dieser psychologischen Studie werden Sie nicht namentlich genannt.

*Die Rolle des medialen präfrontalen Cortex bei evaluativ ästhetischen Urteilen*  
Version 1.0  
**PFC und Ästhetik**  
Juni-August 2013

---

### **10. Entstehen für die Teilnehmer Kosten? Gibt es einen Kostenersatz oder eine Vergütung?**

Durch Ihre Teilnahme an dieser psychologischen Studie entstehen für Sie keine Kosten. Aus diesem Grund erfolgt bei Ihrer Teilnahme keine weitere Vergütung. Ihren Zeitaufwand können Sie sich als Prüfungsbonus für Prüfungen in den Fächern der Allgemeinen Psychologie oder der Biologischen Psychologie anrechnen lassen. Die Teilnahme an folgender Studie entspricht 3 Versuchspersonenstunden. Diese bekommen Sie erst nach Absolvierung beider Testungen angerechnet. Eine vorzeitige Anrechnung kann in Ausnahmefällen durch schriftliche und unterschriebene Absicherung zur 2. Testung erfolgen.

### **11. Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen**

Für weitere Fragen im Zusammenhang mit dieser psychologischen Studie stehen Ihnen Ihr Studienleiter und seine Mitarbeiter gern zur Verfügung. Auch Fragen, die Ihre Rechte als ProbandIn in dieser psychologischen Studie betreffen, werden Ihnen gerne beantwortet.

Name der Kontaktperson: Bettina Siegl

Erreichbar unter (Bürozeiten): 0676/9449345

### **12. Sollten andere behandelnde Ärzte von der Teilnahme an der psychologischen Studie informiert werden?**

Bitte beachten Sie, dass Sie aus ethischen und rechtlichen Gründen im Zeitraum bis zu 8 Wochen vor Beginn der Studienteilnahme an keiner klinischen Studie teilnehmen dürfen.

Bitte informieren Sie uns über alle aktuellen ärztlichen Behandlungen vor Studienbeginn bzw. sobald diese beginnen.

*Die Rolle des medialen präfrontalen Cortex bei evaluativ ästhetischen Urteilen*  
*Version 1.0*  
**PFC und Ästhetik**  
*Juni-August 2013*

---

### 13. Einwilligungserklärung

Name des/der ProbandenIn in Druckbuchstaben: .....

Geb.Datum: ..... Code: .....

Ich erkläre mich bereit, an der psychologischen Studie „Die Rolle des medialen präfrontalen Cortex bei evaluativ ästhetischen Urteilen“ teilzunehmen.

Ich bin von Herrn/Frau ..... ausführlich und verständlich über die Transkranielle Gleichstromstimulation informiert worden. Ich bin über mögliche Belastungen und Risiken, sowie über Wesen, Bedeutung und Tragweite der psychologischen Studie sich für mich daraus ergebenden Anforderungen aufgeklärt worden. Ich habe darüber hinaus den Text dieser Probandenaufklärung und Einwilligungserklärung, die insgesamt 7 Seiten umfasst, sorgfältig gelesen. Aufgetretene Fragen wurden mir vom Studienleiter und/oder seinen Mitarbeiter/-innen verständlich und genügend beantwortet. Ich hatte ausreichend Zeit, mich zu entscheiden. Ich habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Ich werde den Anordnungen, die für die Durchführung der psychologischen Studie erforderlich sind, Folge leisten, behalte mir jedoch das Recht vor, meine freiwillige Mitwirkung jederzeit zu beenden, ohne dass mir daraus Nachteile entstehen.

Ich bin zugleich damit einverstanden, dass meine im Rahmen dieser Studie ermittelten Daten aufgezeichnet werden. Um die Richtigkeit der Datenaufzeichnung zu überprüfen, dürfen Beauftragte des Auftraggebers und der zuständigen Behörden beim Studienleiter Einblick in meine personenbezogenen Daten nehmen. Weiters bezeuge ich, dass ich im Zeitraum bis zu 8 Wochen vor der Teilnahme an dieser Studie an keiner klinischen Studie teilgenommen habe.

Beim Umgang mit den Daten werden die Bestimmungen des Datenschutzgesetzes beachtet.

Eine Kopie dieser Probandeninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Das Original verbleibt beim Studienleiter.

.....  
(Datum und Unterschrift des Probanden)

.....  
(Datum, Name und Unterschrift des verantwortlichen Studienleiters)

***(Der/die ProbandIn erhält eine unterschriebene Kopie der Probandeninformation und Einwilligungserklärung, das Original verbleibt im Studienordner des Studienleiters.)***

## 12.5 tDCS-Checkliste

Social, Cognitive and Affective Neuroscience Unit  
tDCS TeilnehmerInnen-Checkliste  
Version Oktober 03, 2011

Name: \_\_\_\_\_ Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

Datum der Untersuchung: \_\_\_\_\_

Transkranielle Gleichstromstimulation (tDCS) ist eine sichere und nützliche Methode zur Untersuchung der Funktionsweise des menschlichen Gehirns. tDCS kann ohne Risiko für Ihre Gesundheit und Sicherheit eingesetzt werden, sofern Sie bestimmte Kriterien erfüllen. Bitte beantworten Sie wahrheitsgetreu die folgenden Fragen (durch Ankreuzen der entsprechenden Antwort):

(1). Hatten Sie jemals eine negative Reaktion auf eine tDCS-Untersuchung?

**[Ja] [Nein]**

(2). Hatten Sie jemals einen epileptischen Anfall?

**[Ja] [Nein]**

(3). Hatten Sie jemals einen Gehirnschlag?

**[Ja] [Nein]**

(4). Hatten Sie jemals eine Kopf- oder Gehirnoperation?

**[Ja] [Nein]**

(5). Haben Sie Metallteile in Ihrem Körper (ausgenommen Zahnimplantate oder Plomben), wie etwa Schrapnell, chirurgische Implantate/Clips, oder (auch kleine) Metallteile vom Schweißen oder der Metallbearbeitung?

**[Ja] [Nein]**

(6). Haben Sie irgendwelche implantierten Geräte, wie etwa Herzschrittmacher, medizinische Pumpen, oder Herzkatheter bzw. -drähte?

**[Ja] [Nein]**

(7). Leiden Sie an schweren Kopfschmerzen, oder haben Sie häufig Kopfschmerzen?

**[Ja] [Nein]**

(8). Hatten Sie jemals andere, mit dem Zentralnervensystem (Gehirn) in Zusammenhang stehende Probleme oder Störungen?

**[Ja] [Nein]**

(9). Hatten Sie jemals eine Krankheit, die zu einer Gehirnschädigung führte?

**[Ja] [Nein]**

(10). Nehmen Sie psychiatrisch verordnete oder sonstige psycho- oder neuroaktive Medikamente (z.B. Antidepressiva, Neuroleptika, Lithium)?

**[Ja] [Nein]**

(11). Falls Sie eine Frau sind: Sind Sie schwanger?

**[Ja] [Nein]**

Datum der letzten Periode: \_\_\_\_\_

Falls länger als 30 Tage: Kann es sein dass Sie schwanger sind?

**[Ja] [Nein]**

(12). Hatte jemand in Ihrer Familie jemals einen epileptischen Anfall?

**[Ja] [Nein]**

(13). Sind Sie beruflich regelmäßig mit dem Lenken von Kraftfahrzeugen (Auto, LKW, Bus, Tram, Zug) oder dem Bedienen von sonstigen selbstfahrenden Fahrzeugen beschäftigt?

**[Ja] [Nein]**

(14). Hatten Sie letzte Nacht unzureichend Schlaf?

**[Ja] [Nein]**

(15). Haben Sie letzte Nacht große Mengen an Alkohol, Nikotin, oder sonstigen psychotropen Substanzen konsumiert?

**[Ja] [Nein]**

(16). Sind Sie drogenabhängig, alkoholabhängig, oder medikamentenabhängig?

**[Ja] [Nein]**

(17). Haben Sie eine chronische Hauterkrankung?

**[Ja] [Nein]**

Falls ja: betrifft diese Ihre Kopfhaut?

**[Ja] [Nein]**

(18). Haben Sie metallische Gegenstände in ihrer Kleidung oder am Körper – inkl. Piercings, Ohringe? Falls ja: bitte legen Sie diese ab.

**[Ja] [Nein]**

Anmerkungen Testleiter/-in:

**Ich wurde darüber aufgeklärt, dass ich für mindestens 3 Stunden nach der  
Untersuchung kein Kraftfahrzeug lenken darf.**

Unterschrift Versuchsperson: \_\_\_\_\_, am \_\_\_\_\_

Unterschrift TestleiterIn: \_\_\_\_\_, am \_\_\_\_\_

## 12.6 Kurzzusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie war die Manifestation neuronaler Korrelate von evaluativ ästhetischen Urteilen aufgrund kausaler Schlussfolgerungen. Durch eine lokale temporäre Hemmung mittels kathodaler transkranieller Gleichstromstimulation (tDCS) im Bereich des medialen präfrontalen Cortex (BA 10) sollte abweichendes Entscheidungsverhalten in Bezug auf Reaktionszeit und Entscheidungssicherheit verursacht und mit einer Testung unter Trugkondition verglichen werden. Auf diese Weise sollten kausale Zusammenhänge von ästhetischen Urteilen und neuronalen Aktivitäten in bestimmten Gehirnregionen bestätigt werden. 42 heterosexuelle weibliche Testpersonen wurden in zwei Aufgabenblöcken dazu aufgefordert, evaluativ ästhetische Urteile (Attraktivität, Dating) über männliche Gesichter zu fällen, während ein dritter Aufgabenblock deskriptive Entscheidungen (Augenfarbe) verlangte. In den evaluativ ästhetischen Aufgabenblöcken wurde von verlangsamten, weniger sicheren Entscheidungen ausgegangen, während keinerlei Veränderung durch eine lokale Hemmung bei deskriptiven Entscheidungen verzeichnet werden sollte. Entgegen diesen Hypothesen konnten keinerlei derartige Ergebnisse bei evaluativ ästhetischen Urteilen verzeichnet werden.

**Schlagwörter:** Schönheit, Gesichtsattraktivität, medialer präfrontaler Cortex, tDCS, Neuroästhetik

### 12.7 Abstract

The aim of the present study was the manifestation of neural correlates of evaluative aesthetic judgments based on causal conclusions. Through local temporary inhibition in the medial prefrontal cortex (BA 10) via cathodal transcranial direct current stimulation (tDCS), deviating decision-making behavior regarding reaction time and decision certainty should be demonstrated and compared to normal state. Thus, a causal relationship between aesthetic judgments and neural activity in specific brain areas should be explained. With two tasks, 42 heterosexual female subjects were asked to make evaluative aesthetic judgments (attractiveness, dating) about male faces, while a third task demanded descriptive judgments (eye color). Within the evaluative aesthetic tasks, slower, less certain decisions were expected, while no change in descriptive decisions due to local inhibition should be recorded. Contrary to these hypotheses no such results were recorded in evaluative aesthetic judgments.

**Key words:** beauty, facial attractiveness, medial prefrontal cortex, tDCS, neuroaesthetics

### **12.8 Verweis auf eigenständiges Arbeiten**

Ich erkläre hiermit als Verfasserin dieser Arbeit, dass die vorliegende Diplomarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet wurden. Sowohl die theoretischen als auch die methodischen Abfassungen und Durchführungen wurden ohne zusätzliche Hilfestellungen eigenständig von der Verfasserin bewerkstelligt. Alle sinngemäß oder wörtlich übernommenen Ausführungen wurden als solche kenntlich gemacht.

Wien, November 2013

Bettina Siegl

## 12.9 Curriculum Vitae

Bettina Siegl  
geb. am 17.08.1989

+43(0) 676 9449345  
bettina.siegl@hotmail.com

---

### UNIVERSITÄRE AUSBILDUNG

06/2013

Beendigung des 2. Studienabschnitts, Absolvierung der 2. kumulativen  
Diplomprüfung

**Diplomstudium der Psychologie**

Spezialisierungen innerhalb des Studiums:

- Neuroästhetische Forschung (im Zuge der Diplomarbeit)
- Klinische Psychologie
- Angewandte Kinder- und Jugendpsychologie

01/2013

Zuerkennung des **Leistungsstipendiums** für das Studienjahr 2011/2012

**Diplomstudium Psychologie**

01/2011

Beendigung des 1. Studienabschnitts, Absolvierung der 1. Diplomprüfung

**Diplomstudium der Psychologie**

seit 03/2009

Universität Wien, Österreich

**Diplomstudium der Psychologie**

10/2007

- 01/2009

Universität Wien, Österreich

**Diplomstudium der Rechtswissenschaften**

---

### SCHULISCHE AUSBILDUNG

06/2007

**Absolvierung der Matura**, mit gutem Erfolg

09/2003

- 06/2007

**Oberstufe des Bundesrealgymnasiums Gröhrmühlgasse Wiener Neustadt**  
mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt, jeweils mit ausgezeichnetem Erfolg

09/1999

- 06/2003

**Unterstufe des Bundesrealgymnasiums Gröhrmühlgasse Wiener Neustadt**  
mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt, jeweils mit ausgezeichnetem Erfolg

09/1995

- 06/1999

**Volkschule Pestalozzi Wiener Neustadt**

---

### ARBEITSERFAHRUNG

Seit 07/2013

Marketing-Assistenz mit Übersetzungstätigkeiten (geringfügige Beschäftigung)  
*Petwalk Solutions GmbH & Co KG*

## Appendix

---

**07/2011**

- **09/2011**      **6-Wochen-Praktikum** an der Lehr- und Forschungspraxis im Fachbereich der Klinischen Psychologie an der Universität Wien (unter Supervision)

**12/2008**

- **08/2009**      Juristische Assistenz im Finanzbereich (geringfügige Beschäftigung)  
*Otto Bock Healthcare Products GmbH*

**2008**

-**2009**            diverse Ferialjobs

---

### WEITERE QUALIFIKATIONEN

**Sprachkenntnisse:**      Englisch in Wort und Schrift  
(*Cambridge-English-Certificate B2* im Zuge der schulischen Ausbildung)  
Großes Latinum

**EDV-Kenntnisse:**      Sehr gute EDV- und SPSS Kenntnisse  
Sehr gute Kenntnisse im Umgang mit Microsoft Office (Word, PowerPoint, Excel)  
grundlegende e-Prime Kenntnisse

**Sonstiges:**              Umfangreiche Erfahrung im Umgang mit psychophysiologischen Messmethoden  
(Biofeedback, EMG)  
Umfangreiche Erfahrung mit transkranieller Gleichstromstimulation  
(Erwerb der Berechtigung zur selbstständigen Durchführung an der SCAN-Unit,  
Universität Wien)