



universität  
wien

## **DIPLOMARBEIT**

Titel der Diplomarbeit

### **tDCS - das Verständnis und die Kunst**

Anodale transkranielle Gleichstromstimulation des linken dorsolateralen Präfrontalkortex und deren Auswirkungen auf das Verständnis gegenständlicher Kunstwerke

Verfasser:

Sebastian Jonas Ruppert

Angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2015

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 298

Studienrichtung lt. Studienblatt: Psychologie

Betreuer: Dr. Gernot Gerger







## **Danksagung**

Besonderer Dank gilt meiner Familie, für ihr stetiges Verständnis und ihre fortwährende Unterstützung.



## Zusammenfassung

Die ästhetische Erfahrung ist eine Wahrnehmung besonderer Art. Die Möglichkeit visuelle Reize über eine simple Objekterkennung hinaus als ästhetisch wahrzunehmen, ist eine der menschlichen Spezies inhärente Fähigkeit. Das Modell der ästhetischen Erfahrung bietet auf kognitiv-affektiver Ebene eine theoretische Grundlage. Das Modell stellt das Verständnis eines Kunstwerks, neben emotionalen Komponenten, als wesentlichen Teil der ästhetischen Erfahrung heraus. Persönliche Erlebnisse und Erlerntes modulieren die ästhetische Erfahrung und deren neuronale Grundlagen. Die neuronalen Korrelationen der ästhetischen Erfahrung versucht die Neuroästhetik zu identifizieren. Neurowissenschaftliche Studien mit bildgebenden und neurophysiologischen Verfahren deuten auf die prominente Position des linken dorsolateralen Präfrontalkortex (IDLDFC) innerhalb der ästhetischen Erfahrung hin. Bisherige Studien untersuchten das Kunstverständnis als essentielle Komponente der ästhetischen Erfahrung mit Hilfe von abgebildeten Zusatzinformationen in Form von Bildtiteln oder kontextueller Information. Ziel der vorliegenden Studie ist es jedoch, den Zusammenhang zwischen dem IDLDFC und dem Verständnis gegenständlicher Kunst aus einer ästhetischen Perspektive, zu belegen. Eine artifizielle Aktivierung des IDLDFCs sollte das Verständnis steigern. Diese artifizielle Aktivierung des IDLDFCs wurde über eine anodale transkranielle Gleichstromstimulation (tDCS) erreicht. Das Verständnis von gegenständlichen Kunstwerken wurde durch die Stimulation des IDLDFCs nicht beeinflusst. Allerdings konnte, in Übereinstimmung mit dem Modell der ästhetischen Erfahrung, die emotionale Valenz eines Kunstwerks als wichtig für die ästhetische Erfahrung herausgestellt werden. Die Ergebnisse weisen auf die Multimodalität der ästhetischen Erfahrung und deren komplexen neuronalen Grundlagen hin.



## **Abstract**

According to the model of aesthetic appreciation, which explains the process of the aesthetic experience based on a cognitive-affective level, the understanding of an art-work is essential. Personal experiences and acquired knowledge modulate the aesthetic experience and their neural correlates. Neuroaesthetics attempts to identify the neural correlations of aesthetic experience. The left dorsolateral prefrontal cortex (IDL PFC) is strongly associated with the process of aesthetic appreciation. Extant studies in neuroscience that applied neuroimaging and neurophysiological methods have stressed the prominent position of this brain area, for causing aesthetic appreciation. The aim of the present study is to test whether IDL PFC activation mediates the understanding of representational art-works and thereby leads to stronger aesthetic experience. It is hypothesized that an increase in left DL PFC activation achieved by anodal transcranial direct current stimulation (tDCS) affects understanding. However, results showed that the understanding of representational art-works was not affected by anodal IDL PFC stimulation. Nevertheless, the emotional valence of an art object was in accordance with the model of aesthetic experience, which proved to be important for the aesthetic experience. Our results also point to the multimodality of aesthetic experience and their complex neural basis.



## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Einleitung .....</b>	<b>15</b>
<b>2 Theoretische Fundierung .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Ursprünge der empirischen Ästhetik .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2 Das Modell der ästhetischen Erfahrung .....</b>	<b>21</b>
2.2.1 Die Perzeptuelle Analyse .....	22
2.2.2 Implizite Gedächtnisintegration .....	23
2.2.4 Kognitive Bewältigung .....	25
2.2.5 Evaluation .....	26
<b>3 Neuroästhetik.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Neuronale Korrelate ästhetischer Wahrnehmung .....</b>	<b>32</b>
<b>4 Forschungsfrage und Hypothese .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1 Gegenständliche Bilder .....</b>	<b>42</b>
<b>4.2 Valenzkategorien .....</b>	<b>43</b>
<b>4.3 Positive and Negative Affect Schedule (PANAS) .....</b>	<b>44</b>
<b>4.4 Kunstinteresse Fragebogen (KiF) .....</b>	<b>44</b>
<b>4.5 Die Emotional Contagion Scale (ECS) .....</b>	<b>46</b>
<b>4.6 Hypothesen .....</b>	<b>46</b>
<b>5 Methoden .....</b>	<b>47</b>
<b>5.1 Vorstudie I .....</b>	<b>47</b>
<b>5.2 Vorstudie II .....</b>	<b>47</b>
5.2.1 Stichprobe.....	48
5.2.2 Ablauf.....	48
5.2.3 Ergebnisse.....	49
<b>5.3 Hauptstudie .....</b>	<b>49</b>
5.3.1 Stichprobe.....	50
5.3.2 Stimuli .....	50
5.3.3 Studiendesign .....	50

5.3.4 Der Positive and Negative Affect Schedule (PANAS).....	55
5.3.5 Kunstinteresse Fragebogen (KiF).....	56
5.3.6 Die Emotional Contagion Scale (ECS) .....	56
<b>6 Ergebnisse .....</b>	<b>57</b>
<b>6.1 Ergebnisse der Verständnisbewertung.....</b>	<b>57</b>
6.1.1 Der zeitliche Abstand zwischen den Testungen und das Verständnis .....	59
6.1.2 Das Bilderset (AB vs. BA) und das Verständnis.....	59
6.1.3 Die Reaktionszeit bei der Verständnisbewertung .....	60
<b>6.2 Ergebnisse der Farbigkeitsbewertung .....</b>	<b>62</b>
6.2.1 Der zeitliche Abstand zwischen den Testungen und die Farbigkeitsbewertung.....	63
6.2.2 Das Bilderset (AB vs. BA) und die Farbigkeit .....	64
6.2.3 Die Reaktionszeit bei der Farbigkeitsbewertung .....	65
<b>6.3 Fragebogenergebnisse .....</b>	<b>67</b>
6.3.1 PANAS .....	67
6.3.2 PANAS und das Verständnis .....	67
6.3.3 KiF .....	68
6.3.4 KiF und das Verständnis .....	68
6.3.5 ECS .....	69
6.3.6 ECS und das Verständnis .....	69
<b>6.4 Fragebogen und die Farbigkeit .....</b>	<b>71</b>
6.4.1 PANAS .....	71
6.4.2 PANAS und die Farbigkeit .....	71
6.4.4 KiF und die Farbigkeit .....	72
6.4.5 ECS .....	72
6.4.6 ECS und die Farbigkeit .....	73
<b>7 Diskussion .....</b>	<b>73</b>
<b>7.1 Ergebnisse der tDC-Stimulation .....</b>	<b>74</b>
<b>7.2 Ergebnisse der Verständnisbewertung gegenständlicher Bilder.....</b>	<b>76</b>

7.3 Ergebnisse der Valenzkategorien .....	78
7.4 Ergebnisse der Fragebögen.....	79
7.5 Reaktionszeit bei der Verständnisbewertung.....	80
7.6 Einschränkungen und Ausblicke .....	81
Literaturverzeichnis.....	87
Anhang .....	95
A. Abbildungsverzeichnis .....	95
B. Tabellenverzeichnis .....	96
C. Stimuli .....	96
D. Instruktionen.....	103
E. Lebenslauf .....	110



## 1 Einleitung

Die ästhetische Wahrnehmung ist eine der menschlichen Spezies inhärente Fähigkeit (Leder, Gerger, Dressler, & Schabmann, 2012). Die Möglichkeit bestimmte Attribute eines Objekts wie die Form, die Farbe oder die Komposition der Elemente als ästhetisch wahrzunehmen und zu verstehen, unterscheidet sich von der trivialen Objekterkennung (Cela-Conde et al., 2004). Cinzia und Vittorio (2009) definieren ein ästhetisches Erlebnis als wahrgenommenes Wohlgefühl. Nicht nur auf physiologischer, sondern auch auf neuronaler Ebene unterscheidet sich die ästhetische Wahrnehmung von der Objekterkennung als solche (Nadal, Munar, Capó, Rosselló, & Cela-Conde, 2008). Als Teil der alltäglichen Wahrnehmung ist sie nicht ausschließlich auf die Rezeption von Kunstwerken reduziert. Ein Kunstwerk zu sehen löst nicht zwingend eine ästhetische Erfahrung aus (Lengger, Fischmeister, Leder, & Bauer, 2007). Die der ästhetischen Erfahrung zugrundeliegenden Prozesse werden von Leder, Belke, Oeberst und Augustin (2004) in ihrem Modell zusammengefasst. Das Modell (Leder et al., 2004) beschreibt die ästhetische Erfahrung auf kognitiv-affektiver Ebene als einen über fünf hierarchische Stufen verlaufenden Prozess, beginnend bei der perzeptuellen Analyse über die explizite Klassifikation, gefolgt von der impliziten Klassifikation und der kognitiven Bewältigung. Am Ende erfolgt die Evaluation der vorherigen Stufen. Das Modell differenziert zwischen der ästhetischen Emotion und dem ästhetischen Urteil als Ergebnis des Verarbeitungsprozesses (Leder et al., 2004). Es stellt die Emotionen, die Erregbarkeit und das Verständnis einer Person als Determinanten der ästhetischen Erfahrung heraus, weiterhin moduliert sowohl die Expertise als auch der Kontext die ästhetische Erfahrung. Das ästhetische Urteil, als Resultat erfolgreicher Evaluation der kognitiven Bewältigung, bildet die Hauptvariable der vorliegenden Studie und findet im Kunstverständnis ihre Operationalisierung.

Persönliche Erfahrung und Erlerntes modulieren die ästhetische Erfahrung und deren neuronale Grundlagen (Cattaneo et al., 2013). Die Erforschung der neuronalen Korrelate ästhetischer Erfahrungen obliegt der 1999 begründeten

Disziplin der Neuroästhetik (Zeki, 1999). Aktuelle Forschungsergebnisse gehen von einem über beide Hemisphären verteilten neuronalen Netzwerk, anstelle eines einzigen ästhetischen Areals aus (Nadal & Pearce, 2011). Als grundlegende Bereiche dieses Netzwerks sind präfrontale, parietale und temporale kortikale Regionen anzuführen (Nadal, 2013; Nadal & Pearce, 2011). Allerdings weisen zahlreiche neurowissenschaftliche Studien auf die prominente Funktion des linken dorsolateralen Präfrontalkortex (IDLDFC), insbesondere bei als schön befundenen Objekten innerhalb der ästhetischen Wahrnehmung, hin (Cattaneo et al., 2013, 2014; Cela-Conde et al., 2004; Cupchik, Vartanian, Crawley, & Mikulis, 2009; Kawabata & Zeki, 2004; Nadal et al., 2008). Die Ergebnisse der angeführten Studien basieren größtenteils auf neurophysiologischen und bildgebenden Verfahren. Diese korrelativen Methoden erlauben ausschließlich interpretative Schlussfolgerungen, wohingegen eine gezielte Stimulation via einer transkraniellen Gleichstromstimulation (tDCS) oder einer transkraniellen Magnetstimulation (TMS) kausale Rückschlüsse auf die Funktionen des stimulierten Areals erlaubt (Cattaneo et al., 2013, 2014; Cattaneo, Pisoni, & Papagno, 2011).

Ziel der vorliegenden Studie ist es, in Anlehnung an die von Cattaneo et al. (2013) durchgeführte tDCS-Studie, welche die aktivierenden Auswirkungen einer anodalen tDCS des IDLDFCs mit einer 3%igen Steigerung des ästhetischen Urteils belegte (Cattaneo et al., 2013), die neuronalen Korrelationen der ästhetischen Erfahrung, operationalisiert als Verständnis, anhand gezielter Stimulation des interessierenden Areals zu identifizieren.

Das Verstehen eines Kunstobjekts trägt maßgeblich zur ästhetischen Erfahrung bei (Leder, Carbon, & Ripsas, 2006) und kann diese darüber hinaus steigern (Russell, 2003; Swami, 2013). Eine aktuelle Studie von Swami (2013) belegt ein gesteigertes ästhetisches Erleben in Folge eines besseren Verständnisses der präsentierten Kunstwerke und unterstreicht die Wichtigkeit des Kunstverständnisses für die ästhetische Erfahrung. Mittels der tDCS versuchen wir kausale Rückschlüsse auf die Funktion des IDLDFCs hinsichtlich des Verständnisses, des Gefallens und der emotionalen Valenz von gegenständlichen Kunstwerken zu ziehen. Die beiden

Variablen Gefallen und Valenz werden in zwei weiteren Diplomarbeiten bearbeitet (siehe dazu die Diplomarbeiten von Azza & Stark, in Vorbereitung). Um einen unspezifischen Aktivierungseffekt auszuschließen, diente das Farbigkeitsurteil als Kontrollvariable.

Zwei Vorstudien bilden die Basis dieser Arbeit. Die Absicht der Vorstudien war es, zwei Bildersets (A & B) für deren Verwendung in der Hauptstudie zu generieren. Die Bildersets sollten sich hinsichtlich der Variablen Gefallen, Farbigkeit und Erregungsniveau nicht unterscheiden. Zudem wurden sie in drei Valenzkategorien (positiv, negativ, neutral) unterteilt.

Im Rahmen der Hauptstudie erfuhr jeder Proband<sup>1</sup> zwei Stimulationen, eine Real- und eine Scheinstimulation, über zwei Termine hinweg. Das Studiendesign entsprach dem Doppelblind Standard, weder die Testleiter noch die Probanden waren über die Art der Stimulation informiert. Zu beiden Terminen bearbeiteten die Probanden die Fragestellung zwei Mal. Ein Mal vor und ein Mal nach der tDCS. Zusätzlich erfolgte die Vorgabe von Fragebögen. Der aktuelle Gemütszustand zum Zeitpunkt der Erhebung ist Leder et al. (2004) zufolge von Bedeutung für die ästhetische Erfahrung und wurde mit der *Positive and Negative Affect Schedule* (PANAS; Krohne & Kohlmann, 1996) erfasst. Weiterhin wird die ästhetische Erfahrung mit wachsender Expertise zunehmend differenzierter (Leder et al., 2004), weshalb der *Kunstinteresse Fragebogen* (KiF) vorgegeben wurde. Außerdem wurde mit der *Emotional Contagion Scale* (ECS; Doherty, 1997) die Fähigkeit zur emotionalen Ansteckung der Probanden erhoben.

Die vorliegende Arbeit beginnt bei einer Skizzierung der Ursprünge empirischer Ästhetikforschung, mit dem Ziel die Entwicklung dieser Disziplin und ihre Erweiterung in Form der Neuroästhetik zu verdeutlichen. Darauf folgt eine detaillierte Ausführung des Modells der ästhetischen Erfahrung (Leder et al., 2004)

---

<sup>1</sup> Die hier und im Folgenden gewählte männliche Form schließt die weibliche mit ein und soll nicht diskriminierender Natur sein, sondern den Lesefluss in den Augen des Verfassers begünstigen.

und dessen Bedeutung für die aktuelle Studie. Nach einem Überblick über die Disziplin der Neuroästhetik werden die neuronalen Korrelate der ästhetischen Erfahrung anhand von Studien ausgeführt. Anschließend werden die Hypothesen formuliert und deren Implementierung dargestellt. Auf die Ergebnisse der Erhebung folgt abschließend die Diskussion der Resultate der gegenwärtigen Forschungsarbeit.



## 2 Theoretische Fundierung

### 2.1 Ursprünge der empirischen Ästhetik

Die Geschichte der psychologischen Ästhetik beginnt mit Gustav Theodor Fechner. Er war es, der die ersten Experimente zur ästhetischen Wahrnehmung durchführte und die empirische Wende initiierte. Bereits 1860 beschäftigte er sich mit den ästhetischen Dimensionen des goldenen Schnitts (Koch, 2008). Mit seiner Publikation die *Vorschule der Ästhetik* (1876) begründete Fechner die experimentelle Ästhetik und prägt die Wissenschaft bis heute mit seinem empirischen Ansatz. Dabei postulierte Fechner ein Umdenken, weg von der deduktiven und hin zur induktiven Ästhetik, also eine vom einzelnen Phänomen auf das Allgemeine schließende Argumentation (Koch, 2008).

Etabliert wurde die Psychologie als eigenständige Wissenschaft jedoch erst 1897 durch Wilhelm Wundt, dem Initiator der ersten Einrichtung für experimentelle Psychologie an der Universität Leipzig. Wundt versteht die ästhetische Wahrnehmung im Rahmen seiner Bewusstseinspsychologie als die Gesamtheit der Reizwirkungen (Koch, 2008). Ein knappes Jahrhundert später sorgt Berlyne mit seinen *new experimental aesthetics* für einen weiteren Paradigmenwechsel innerhalb der empirischen Ästhetik (Martindale, Moore, & Borkum, 1990). Er formuliert die kollativen Stimuluseigenschaften, worunter das Resultat eines internen Vergleichs der rezipierten Reizeigenschaften mit jenen der individuellen Erinnerung zu verstehen ist. Der Rezipient eruiert Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen der Umwelt und erinnerten Gedächtnisinhalten. Die Intensität der kollativen Stimuluseigenschaften steigt je mehr der betrachtete Reiz von den Erfahrungen in der Vergangenheit differiert (Dechêne, 2007). Berlyne stellt folgende kollative Stimuluseigenschaften heraus: Komplexität, Neuheit, Ambiguität, Unbekanntheit und Divergenz, welche sich im Modell der ästhetischen Erfahrung (Leder et al., 2004) wiederfinden. Im 21. Jahrhundert differenzieren Leder und Nadal (2014) zwischen der Psychologie der Kunst und der psychologischen Ästhetik. Dabei versucht die Psychologie der Kunst die der Kunstwahrnehmung

zugrundeliegenden Prozesse zu beschreiben, worunter das Erfassen der Symbolik und der Komposition sowie das Einordnen eines Kunstwerks in einen historischen Zusammenhang fällt. Dem gegenüber versucht die psychologische Ästhetik, die psychologischen Vorgänge zu erfassen, welche dem Menschen das Wahrnehmen einer Vielzahl von Objekten als schön, hässlich oder erhaben etc., also als ästhetisch ermöglichen. Die Schnittmenge beider Bereiche findet sich im Modell der ästhetischen Wahrnehmung (Leder et al., 2004) wieder, welches die an der ästhetischen Wahrnehmung von Kunstwerken beteiligten psychologischen Prozesse abzubilden versucht.

Die vorliegende Arbeit ist sowohl in den Bereich der psychologischen Ästhetik als auch der Neuroästhetik einzuordnen. Auf der theoretischen Basis des Modells der ästhetischen Erfahrung (Leder et al., 2004) in Kombination mit neurowissenschaftlichen Belegen über die neuronalen Korrelate der ästhetischen Erfahrung wird das Verständnis eines Kunstwerks und der mögliche Zusammenhang mit dem linken dorsolateralen Präfrontalkortex untersucht. Im Folgenden wird das Modell (Leder et al., 2004) sowie die Implikation für die Forschungsfrage erläutert.

## **2.2 Das Modell der ästhetischen Erfahrung**

Das Modell der ästhetischen Erfahrung bildet die mit ästhetischer Erfahrung assoziierten affektiven und kognitiven Prozesse ab. Das Modell ist hierarchisch aufgebaut, es beginnt bei der perzeptuellen Analyse und endet in der ästhetischen Emotion, ferner im ästhetischen Urteil. Zudem werden Regressionen und Feedbackschleifen, zur Reduktion von kognitiver Ambiguität zu Gunsten von Verständnis und affektiver Bewältigung des Kunstwerks berücksichtigt. Gemäß dem Modell (Leder et al., 2004) entsteht die ästhetische Erfahrung in fünf hierarchischen Stufen mit jeweils unterschiedlichen kognitiven Verarbeitungsprozessen: *Perzeptuelle Analyse*, *explizite Klassifikation*, *implizite Klassifikation*, *kognitiver Bewältigung* und *Evaluation*. Als Resultat der Verarbeitungsprozesse wird zwischen der so genannten ästhetischen Emotion und dem ästhetischen Urteil differenziert (siehe Abbildung 1). Die ästhetische Emotion spiegelt dabei das Gefühlserleben in

Folge der Betrachtung eines Kunstobjekts wieder, wohingegen das ästhetische Urteil eine Aussage über die Präferenz des rezipierten Objekts erlaubt, entweder ein Kunstwerk gefällt oder es gefällt nicht.

Kunstwahrnehmung ist weitgehend idiosynkratisch und liegt im Auge des Betrachters. Leder et al. (2012) belegen in ihrer SEM- analytischen Modellprüfung des Modells der ästhetischen Erfahrung (Leder et al., 2004), dass Kunst und deren Wahrnehmung ein äußerst subjektiver Teil der menschlichen Kultur ist. Bis zu 40% der Varianz ästhetischer Erfahrungen bei der Betrachtung von Kunstwerken werden der subjektiven Einschätzung des Rezipienten, also dessen Geschmack und Vorliebe sowie weiteren individuellen Komponenten wie dem aktuellen Gemütszustand etc., zugeschrieben.

Am Anfang einer ästhetischen Erfahrung steht also der Rezipient. Die visuelle Wahrnehmung eines Objekts oder eines Kunstwerks bedarf einer Vorklassifikation. Insbesondere bei abstrakter Kunst, welche per se keinen erkennbaren Inhalt abbildet, ist diese wichtig, um das Objekt als Kunstwerk zu erkennen (Belke & Leder, 2006). Diese Vorklassifikation wird durch den Kontext der Kunstrezeption maßgeblich beeinflusst. Brieber, Nadal, Leder und Rosenberg (2014) untersuchten Kontexteffekte bezüglich deren Auswirkung auf die Kunstwahrnehmung. Ihre Ergebnisse zeigen, dass Kunstwerke im musealen Kontext besser gefielen, als interessanter einstufte wurden und die Kunstwerke auch länger betrachtet wurden, als in der Laborbedingung. Der Kontext ist von Bedeutung für die ästhetische Erfahrung. Abbildung 1 illustriert das Modell der ästhetischen Erfahrung (Leder et al., 2004). Anschließend an die obige Darstellung der Rahmenbedingungen des Modells werden im Folgenden, beginnend bei der perzeptuellen Analyse, die fünf Stufen sowie deren Variablen erläutert.

### 2.2.1 Die Perzeptuelle Analyse

Ist ein Kunstwerk nun als solches klassifiziert, beginnt die Kunstwahrnehmung mit der ersten Stufe, der perzeptuellen Analyse. Dabei bilden essentielle Komponenten der visuellen Rezeption wie die Komplexität, der Kontrast,

die Farbe, die Symmetrie und die Anordnung der Objekte, die Betrachtungsgrundlage (Chatterjee, 2010). Eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Ausprägung dieser Komponenten wird mehrheitlich bevorzugt (Belke & Leder, 2006). Entsprechend Berlynes Theorie der optimalen Aktivierung ist selbige in Folge einer leichten Abweichung (durchschnittliche bis überdurchschnittliche Ausprägung) eines Reizes von der Norm zu finden. Berlyne belegte dies 1970 anhand abstrakter Muster, solche mit durchschnittlicher Komplexität wurden bevorzugt. Tinio und Leder bestätigen in ihrer Studie 2009 Komplexität und Symmetrie als starke Prädiktoren ästhetischer Urteile. Was gefällt ist klar und gut erkennbar. Stark kontrastierte Abbildungen werden positiver eingeschätzt und schneller wahrgenommen. Reber, Schwarz und Winkielman (2004) wiesen dies anhand abstrakter Muster nach. Dabei führte ein erhöhter Figur-Grund-Kontrast, also ein klarer zu erkennendes Muster, zu einer positiveren Einschätzung des wahrgenommenen Musters. Weiterhin führen sowohl Gerger und Kollegen (2011), Höfel und Jacobsen (2007) als auch Tinio und Leder (2009) die Symmetrieeigenschaften eines Objekts als wesentlichen Prädiktor für ästhetische Urteile an. Symmetrische Muster sind nach Shepherd und Bar (2011) einfacher zu verarbeiten. Symmetrie vereinfacht zudem die visuelle Gruppierung. Visuelle Anordnung kann als basales Prinzip visueller Wahrnehmung betrachtet werden (Ramachandran & Hirstein, 1999). Das Prinzip der Figur-Grund-Abgrenzung und die Gruppierung nach Ähnlichkeit können zu einer direkten ästhetischen Erfahrung in Folge augenblicklicher affektiver Reaktionen, bereits im Vorfeld der kompletten Reizidentifikation, führen (Ramachandran & Hirstein, 1999). Ist das Kunstwerk nun perzeptuell analysiert, werden die Resultate der Wahrnehmungsanalyse in Bezug zur persönlichen Vorerfahrung des Rezipienten gesetzt. Dies geschieht auf der Stufe der impliziten Gedächtnisintegration (Leder et al., 2004).

### 2.2.2 Implizite Gedächtnisintegration

Ästhetisches Erleben beruht unter anderem auf impliziten Gedächtnisprozessen. Als implizite Gedächtnisintegration ist die zweite Stufe des

Modells der ästhetischen Erfahrung deshalb zu bezeichnen, weil der Prozess der Gedächtnisintegration nicht zwingend bewusst erfolgt (Leder et al., 2004). Persönliche Vorerfahrungen mit Kunst werden hier bereits integriert. Eigenschaften wie die Vertrautheit (Tinio & Leder, 2009), die Prototypikalität sowie das Peak-Shift Phänomen des Wahrgenommenen beeinflussen die ästhetische Präferenz auf dieser Stufe (Belke & Leder, 2006). Vertrautheit scheint nach Tinio und Leder (2009), verglichen mit Symmetrie und Komplexität an erster Stelle zu stehen. Probanden, welche im Vorfeld mit einfach-komplexen Stimuli vertraut gemacht wurden, bevorzugten diese gegenüber den durchschnittlich-komplexen Stimuli bei einem Vergleich beider Komplexitätskategorien und umgekehrt (Tinio & Leder, 2009). Anschließend erfolgt die explizite Klassifikation der Information, welche im Anschluss erläutert wird.

### 2.2.3 Explizite Klassifikation

Die explizite Klassifikation meint die willkürliche Auseinandersetzung mit dem Kunstobjekt (Belke & Leder, 2006). Dabei sind Inhalt und Stil des Kunstwerks von Bedeutung. Die subjektive Bedeutung von Stil und Inhalt wird von der Expertise des Rezipienten moderiert. In Folge des bei abstrakter Kunst ohnehin schwer zu definierenden Abbildungsinhalts liegt der Schwerpunkt der Perzeption insbesondere bei Experten auf den stilistischen Merkmalen. Die gelungene Zuordnung von Stil und Inhalt entspricht einem erfolgreichen Problemlösen (Belke & Leder, 2006). Weiterhin wird die ästhetische Erfahrung durch das persönliche Interesse und den subjektiven Geschmack beeinflusst. Die beiden letzteren Punkte treffen wesentlich auf Laien zu (Leder et al., 2004). Entsprechend den Annahmen des Modells führt eine erfolgreiche Verarbeitung, also das erfolgreiche Erkennen des Stils und des Inhalts eines Kunstwerks, zu einem angenehmen Gefühl, ferner zur Selbstbelohnung. Die Resultate dieser Stufe werden einer nachfolgenden Reflexion unterzogen. Dies geschieht auf der Stufe der kognitiven Bewältigung (Belke & Leder, 2006).

#### 2.2.4 Kognitive Bewältigung

Die vierte Stufe des Modells, die der kognitiven Bewältigung des Kunstwerks, ist über eine Schleife mit der vorherigen Stufe der expliziten Klassifikation verbunden. Diese Schleife ermöglicht eine wiederholte Überarbeitung der Information auf der untergeordneten Stufe. Mit anderen Worten ist die kognitive Bewältigung nicht erfolgreich, also die Ambiguität zu hoch, kann die ästhetische Information auf der Stufe der expliziten Gedächtnisintegration erneut überarbeitet werden (Leder et al., 2004). Die Suche nach semantischem Inhalt und Verständnis prägen die vierte Stufe des Modells (Leder et al., 2004). Der Rezipient versucht das Gesehene willkürlich zu interpretieren und eine Verbindung mit seinem bisherigen Wissen herzustellen. Dieser intentionale top-down geleitete Wahrnehmungsprozess ist, so nehmen Leder et. al. (2004) an, bei Laien und Experten unterschiedlich. Deshalb enthält das Modell zwei Formen der Interpretation. Eine kunstbezogene Art der Interpretation wird den Experten in Folge ihres fachspezifischen Wissens zugeschrieben. Wohingegen eine selbstbezogene Interpretation vermehrt auf Laien zutrifft. Die beiden Stufen Kognitive Bewältigung und Evaluation sind eng miteinander verknüpft, da sie eine ständige Rückmeldung über den Status des ästhetischen Erlebens ermöglichen (Leder et al., 2004). Es erfolgt eine ständige Evaluation der kognitiven Bewältigung hinsichtlich eines erfolgreichen Verstehens des Kunstwerks. Die fortlaufende Erfolgsevaluation moderiert den ästhetischen Prozess mit dem Ziel, die erlebte Ambiguität auf ein für den Rezipienten akzeptables Niveau, im Sinne des *Affekt Infusion Modells* (Forgas, 1995), zu reduzieren (Belke & Leder, 2006). Das Verstehen eines Kunstwerks führt zu einer Aktivierung der Belohnungszentren im Gehirn (Ramachandran & Hirstein, 1999) und kann neben affektiven Reaktionen als ein wesentlicher Teil der ästhetischen Erfahrung betrachtet werden (Leder et al., 2006). Mit zunehmendem Verständnis steigt auch die ästhetische Erfahrung (Swami, 2013). Die Integration von kognitiven und affektiven Prozessen der ästhetischen Erfahrung erfolgt während der fünften Stufe der Evaluation.

### 2.2.5 Evaluation

Als Besonderheit der letzten Stufe des Modells kann die Integration des kumulierten affektiven Status betrachtet werden. Auf jeder Stufe (1 bis 5) wird ein von der darauf folgenden Stufe unabhängiger affektiver Status (positiv oder negativ) gebildet. Beide Komponenten, die kognitiven und die affektiven Reaktionen, werden auf der Stufe der Evaluation gemeinsam bewertet und münden in zwei, meist gleichsam ausgeprägten Resultaten (Belke & Leder, 2006) – dem ästhetischen Urteil und der ästhetischen Emotion (Leder et al., 2004; Leder & Nadal, 2014). Die Evaluation der kognitiven Bewältigung bildet das ästhetische Urteil, während die ästhetische Emotion das Ergebnis der über die einzelnen Stufen kumulierten, affektiven Reaktionen ist. Die beiden ästhetischen Resultate sind in ihrer Ausprägung meistens ähnlich, allerdings ist im Falle einer positiven ästhetischen Emotion auch ein negatives ästhetisches Urteil möglich. Diese Differenz tritt hauptsächlich bei Kunstexperten (Belke & Leder, 2006) in Folge der durch die Expertise veränderten Kunstwahrnehmung auf (Hekkert & van Wieringen, 1996). Gemäß Leder, Gerger, Briber und Schwarz (2014) unterscheiden sich Experten von Laien hinsichtlich ihrer ästhetischen Verarbeitungsprozesse. Experten beachten bereits während der perzeptuellen Analyse deutlicher objektive und strukturelle Eigenschaften eines Kunstwerks (Winston & Cupchik, 1992), während Laien Kunst vornehmlich emotional und selbstreferenziert betrachten. So ist einem Kunstexperten die Dissoziation zwischen einer positiv ausgeprägten ästhetischen Emotion und einem negativen ästhetischen Urteil nicht fremd, da er in der Lage ist, trotz einem negativ ausgeprägten ästhetischen Urteil, den Prozess der erfolgreichen kognitiven Bewältigung als affektiv positiv zu realisieren (Leder et al., 2004). Das Modell der ästhetischen Wahrnehmung schafft eine Grundlage für die empirische Forschung und die Theorieentwicklung (Leder & Nadal, 2014).

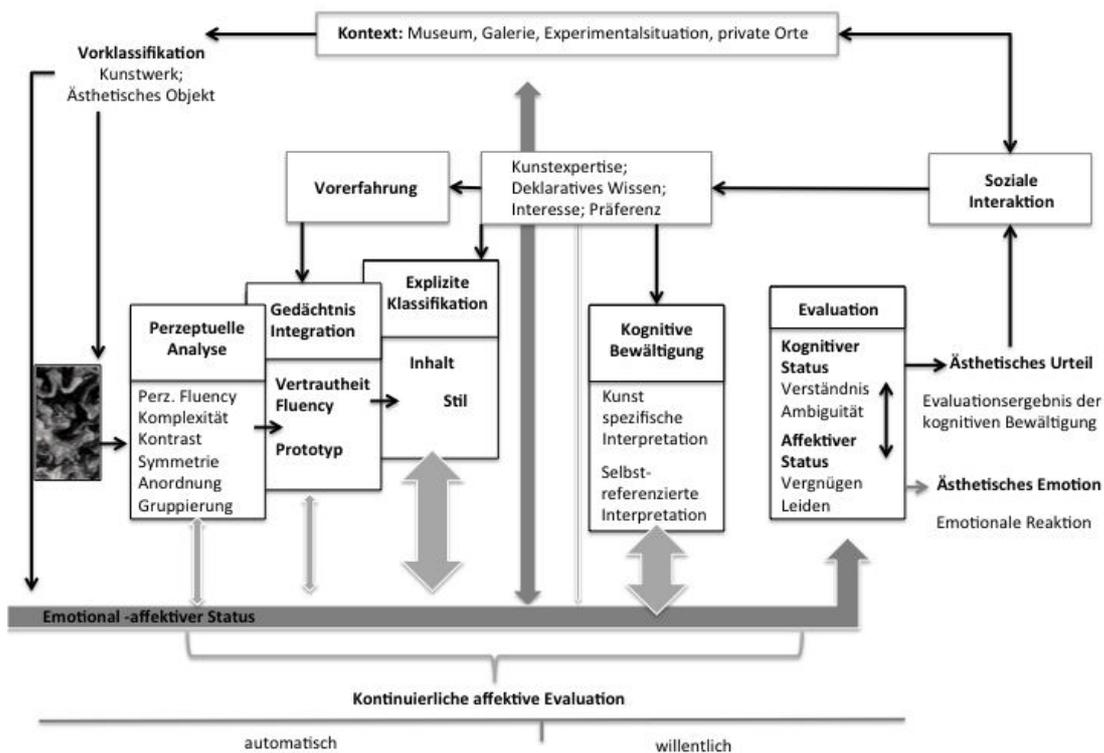


Abbildung 1. Das Modell der ästhetischen Erfahrung. Abbildung adaptiert aus (Leder & Nadal, 2014).

Das Modell bildet auf kognitiv-affektiver Ebene die theoretische Grundlage der vorliegenden Studie. Die zentrale Variable ist das Verständnis eines Kunstwerks. Das Verstehen eines Kunstwerks ist als essentiell zu betrachten (Leder et al., 2006) und basiert auf den inhaltsgebundenen Repräsentationen während der expliziten Klassifikationsphase (siehe Abbildung 1) (Leder et al., 2004). Das eigentliche Verständnis entsteht während der Stufen der kognitiven Bewältigung und der Evaluation, welche über eine Schleife verbunden sind (Leder et al., 2006). Neben der Phase der expliziten Klassifikation ist das ästhetische Urteil als Resultat der kognitiven Bewältigung, ferner dem Verständnis, von Bedeutung. Entsprechend dem Modell der ästhetischen Erfahrung beginnt das ästhetische Erleben mit der perzeptuellen Analyse als bottom-up Prozess, der Bildkonstruktion, gefolgt von top-down Prozessen der kognitiven Verarbeitung (implizite Gedächtnisintegration, explizite Klassifikation und kognitive Bewältigung), ständig begleitet von affektiven

Reaktionen (Leder et al., 2004). Die komplexe Interaktion zwischen kognitiven und affektiven Prozessen ergibt schlussendlich die ästhetische Erfahrung (Nadal & Pearce, 2011). Eine direkte Übertragung des Modells auf assoziierte neuronale Korrelationen, gestaltet sich auf Grund der noch vagen Zuordnung neuronaler Aktivitäten zu kognitiven Prozessen schwierig (Nadal et al., 2008). Die Identifikation biologischer Grundlagen ästhetischer Erfahrungen obliegt der Neuroästhetik, einem jungen, disziplinübergreifenden Forschungsfeld (Cinzia & Vittorio, 2009).

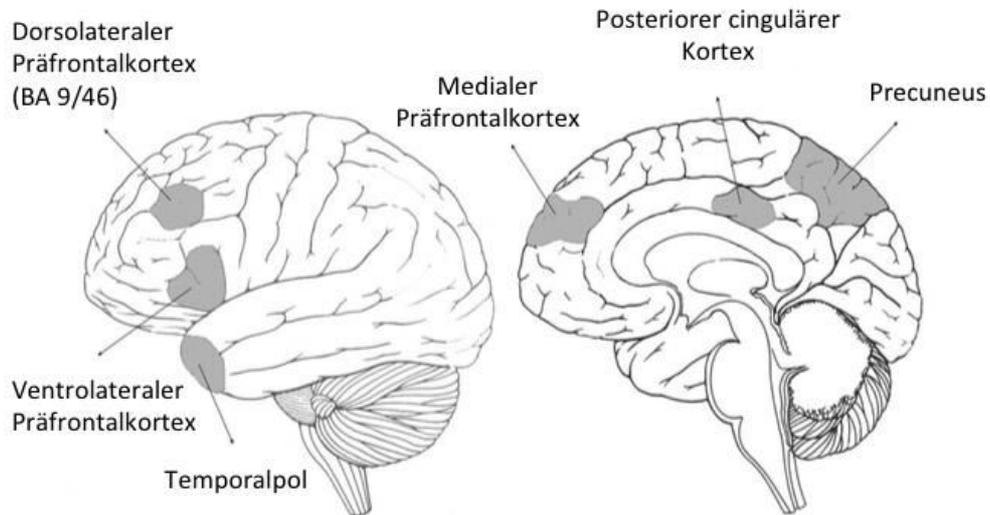
### **3 Neuroästhetik**

Die Neuroästhetik versucht eine Verbindung zwischen Biologie und Ästhetik durch die Integration von Wissen aus verschiedenen Disziplinen herzustellen (Keller, 2013). Sie ist ein junges und aufstrebendes Forschungsfeld mit dem Schwerpunkt auf den biologischen Grundlagen ästhetischen Erlebens und Schaffens von Objekten. Genauer befasst sich die Neuroästhetik mit den neuronalen Grundlagen kognitiver und affektiver Prozesse während der Rezeption von Kunstwerken, aber auch nicht künstlerischen Objekten (Nadal & Pearce, 2011). Die ästhetische Wahrnehmung ist ein Teil unseres alltäglichen Lebens und kann als subjektives Urteil in Folge der Betrachtung von Kunstwerken oder Landschaften, aber auch von Gesichtern gesehen werden (Cattaneo et al., 2013). Auf kognitiver Ebene ist von einer differenzierten Wahrnehmung zwischen Kunstwerken und Alltagsgegenständen auszugehen (Höfel & Jacobsen, 2007). Dieser Überlegung folgt die neuroästhetische Forschung und versucht speziell Gehirnareale ästhetischer Wahrnehmung zu identifizieren (Brown, Gao, Tisdelle, Eickhoff, & Liotti, 2011). Die Ursprünge der Neuroästhetik finden sich in den Disziplinen der Psychologie, der philosophischen Ästhetik, der Evolutionsbiologie und der Neurowissenschaften. Bereits ab der Mitte des 18. Jahrhunderts näherten sich die verschiedenen Disziplinen einander an, um die ästhetische Erfahrung zu untersuchen (Nadal & Pearce, 2011). Der Neologismus Neuroästhetik als Kombination aus Neurologie und Ästhetik wurde 1999 erstmals von Zeki manifestiert (vgl. Silvia, 2009). Die Kombination der verschiedenen Disziplinen zeichnet sich bis heute in einer

heterogenen Forschungslandschaft ab. Jede der Disziplinen verfolgt ihre eigenen Fragen und Interessen. Ein empirischer Konsens über die zentralen Fragen und Forschungsansätze steht innerhalb der Neuroästhetik noch zur Diskussion (Nadal & Pearce, 2011). Zum aktuellen Zeitpunkt steht die Disziplin der Neuroästhetik allerdings an einem historischen Wendepunkt, bereit dazu die einstige Randposition hinter sich zu lassen (Chatterjee & Vartanian, 2014). Mit der Entwicklung nicht invasiver, neurophysiologischer Verfahren wie der Elektroenzephalografie (EEG) und bildgebender Verfahren, wie der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) und der Magnetenzephalographie (MEG), hauptsächlich im Bereich der Neurowissenschaften, war es erstmals möglich das ästhetische Erleben am lebendigen und gesunden Gehirn unter kontrollierten Bedingungen zu studieren (Cinzia & Vittorio, 2009; Nadal, 2013). Im Vorfeld dieser Entwicklung stand die Untersuchung am verletzen Gehirn oder post mortem (Nadal & Pearce, 2011). Als gängige Operationalisierung des ästhetischen Erlebens ist vor allem die Bewertung eines meist visuellen Reizes als schön oder hässlich mittels einer Ratingskala anzuführen (Cinzia & Vittorio, 2009). Die Validität dieser Strategie basiert allerdings auf der Vermutung, dass die ästhetische Erfahrung folgerichtig zerlegt und quantifiziert werden kann (Nadal & Pearce, 2011). Die externe Validität wird auf Grund der mehrheitlich unter kontrollierten Laborbedingungen durchgeführten Experimente von Nadal und Pearce (2011) in Frage gestellt und kritisch diskutiert.

Aktuelle Forschungsergebnisse weisen deutlich auf ein über beide Hemisphären verteiltes neuronales Netzwerk, anstelle eines einzigen ästhetischen Areals, hin (Nadal & Pearce, 2011). Die neuronale Aktivierung von ästhetischer und nicht ästhetischer Wahrnehmung unterscheiden sich (Höfel & Jacobsen, 2007). Als wesentliche Komponenten dieses ästhetischen Netzwerks stellen Nadal und Pearce (2011) in ihrer Rezension über die *Copenhagen Neuroaesthetics Conference* drei Gehirnregionen heraus. Alle drei Regionen scheinen gleichermaßen bei der ästhetischen Wahrnehmung von Bildender Kunst, Musik und Tanz aktiviert zu sein, beginnend bei einer Aktivitätssteigerung der nieder-kortikalen sensorischen Verarbeitung, über subkortikale Regionen bis hin zu top-down regulierten

Prozessen höherer Ordnung (Nadal & Pearce, 2011). Als top-down gesteuerte Prozesse sind die Aufmerksamkeitssteuerung, das Abrufen von Erinnerungen und Erfahrungen sowie die Bewertung des betrachtenden Objekts zu nennen. Diese Prozesse sind mit den präfrontalen, parietalen und temporalen kortikalen Regionen assoziiert (Nadal, 2013; Nadal & Pearce, 2011). Weiterhin ist eine verstärkte Aktivität der Belohnungszentren einschließlich des anterioren-cingulären, orbito-frontalen und ventro-medialen Kortex sowie der präfrontalen und subkortikalen Regionen wie dem Nucleus caudatus, der Substantia nigra und dem Nucleus accumbens zu verzeichnen. Sowohl der Amygdala, dem Thalamus als auch dem Hippocampus werden regulierende Funktionen zugewiesen (siehe Abbildung 2) (Nadal, 2013; Nadal & Pearce, 2011). Die an der ästhetischen Erfahrung beteiligten Gehirnareale scheinen ihren Ursprung in den Hirnarealen für die Auswahl von Lebensmitteln und Geschlechtspartnern zu haben. Es ist anzunehmen, dass diese Areale im Laufe der Evolution für die ästhetische Erfahrung adaptiert wurden (Brown et al., 2011). Obwohl ästhetische Objekte keinerlei dem Überleben dienliche Funktionen, verglichen mit Nahrung oder Geschlechtspartnern einnehmen, sind sie für Menschen von großem Wert (Vessel, Starr, & Rubin, 2012). Brown und Kollegen (2011) weisen an dieser Stelle auf die soziale Komponente von Kunst, im Sinne einer dem Überleben dienlichen Funktion, hin.



*Abbildung 2.* Hirnregionen, welche bei der ästhetischen Erfahrung von Kunst beteiligt sind. Prozesse der Evaluation, der Aufmerksamkeitssteuerung sowie Gedächtnisprozesse sind mit diesen Regionen assoziiert. Abbildung adaptiert aus (Nadal, 2013).

Was unterscheidet also die kognitiven Prozesse ästhetischer Präferenz von denen anderer visueller Reize? Die ästhetische Wahrnehmung scheint auf neuronaler Basis über die Grenzen simpler Objekterkennung hinauszugehen (Nadal et al., 2008). Leder und Nadal (2014) sehen den Schlüssel zum Verständnis der neurologischen Grundlagen ästhetischer Erfahrungen im Verständnis der Interaktionsdynamik zwischen allen involvierten Regionen des Netzwerks (Leder & Nadal, 2014; Nadal et al., 2008; Nadal & Pearce, 2011)

### **3.1 Neuronale Korrelate ästhetischer Wahrnehmung**

Neuroästhetische Forschung mit bildgebenden Verfahren verfolgt das Ziel, die mehrheitlich mit der Entscheidung über Schönheit und Gefallen als operationalisiertes ästhetisches Urteil assoziierten neuronale Aktivitäten zu identifizieren. Der Präfrontalkortex scheint als Produkt der menschlichen Evolution (Leisman, Macahdo, Melillo, & Mualem, 2012), neben dem parietalen Kortex (Cattaneo et al., 2014) und dem primären visuellen Kortex, für die ästhetische Wahrnehmung sowie für objektspezifische Eigenschaften wie Form und Farbe verantwortlich zu sein (Cela-Conde et al., 2004). Noch vor zehn Jahren, in den Anfängen der Forschung mit bildgebenden und neurophysiologischen Verfahren (Leder & Nadal, 2014), konstatierten Cela-Conde et al. (2004) den geringen Wissensstand über die Beziehung zwischen dem Präfrontalkortex und der ästhetischen Wahrnehmung. Ziel ihrer MEG- Studie war es, Gehirnareale, welche während der Wahrnehmung ästhetischer Objekte aktiv sind, zu identifizieren. Sie forderten acht Probanden auf den Finger zu heben, sobald sie einen der präsentierten Bildreize als schön empfanden. Eine deutliche Aktivierung des linken dorsolateralen Präfrontalkortex konnte zwischen 400 und 900 ms nach der Reizpräsentation bei als „schön“ befundenen Reizen festgestellt werden (Cela-Conde et al., 2004). Die Ergebnisse einer weiteren MEG Studie zeigen ebenfalls eine Aktivitätssteigerung zwischen 300 und 400 ms nach der Reizpräsentation bei schönen Bildern (Munar, et al., 2012). Visuelle Schlüsselreize wie Farbe, Symmetrie und Komposition werden ebenso wie die dazugehörigen Kontextinformationen bereits nach 200 bis 300 ms registriert. Besondere Aktivität konnte dabei in den parietalen Regionen verzeichnet werden (Noguchi & Murota, 2013). Die ästhetische Wahrnehmung ist ein Prozess, welcher zu unterschiedlichen Zeitpunkten mehrere kognitive Operationen, in verschiedenen Hirnregionen, nach sich zieht (Nadal et al., 2008). Jacobsen und Höfel (2003) schlagen ein zwei Stufen Modell der zeitlichen Abfolge ästhetischer Verarbeitung vor. Während der ersten Phase beginnend ab 300 ms nach der Reizpräsentation wird der erste Eindruck gebildet (Jacobsen & Höfel, 2003). Ab einer Betrachtungsdauer von 600 ms ist von einer tieferen

ästhetischen Verarbeitung des visuellen Reizes auszugehen (Jacobsen & Höfel, 2003). Die kortikalen Aktivitäten zwischen 300 und 900 ms entsprechen sowohl der ersten als auch der zweiten Phase der zeitlichen Abfolge der ästhetischen Wahrnehmung. Wobei der linke Präfrontalkortex bei schönen Reizen verglichen mit hässlichen Reizen eine signifikant höhere Aktivität aufwies (Cela-Conde et al., 2004). Der IDLPFC kann demnach Teil eines neuronalen Netzwerks sein, welches in enger Beziehung zur bewussten, ästhetischen Wahrnehmung steht und maßgeblich in die Generierung ästhetischer Urteile involviert ist (Cela-Conde et al., 2004; Chatterjee, 2010).

Kawabata und Zeki (2004) untersuchten ebenso die neuronalen Korrelate der Schönheit. Dabei wurde im Genaueren untersucht, inwiefern es Hirnareale gibt, die aktiv sind, wenn Personen ein Gemälde als schön wahrnehmen und ob es Gehirnareale gibt, welche spezifisch aktiv sind, wenn Bilder als hässlich wahrgenommen werden (Kawabata & Zeki, 2004). Mit Hilfe des fMRTs lokalisierten sie neuronale Aktivitäten während ihre Probanden die Kunstwerke, unabhängig von der künstlerischen Kategorie (Portrait, Landschaft, Stilleben), als schön oder hässlich bewerteten. Dabei entspricht die Bewertung eines Reizes einem Entscheidungsprozess (Nadal et al., 2008). Die Bewertung erfolgte über drei innerhalb des Scanners installierte Knöpfe entsprechend den Bewertungskriterien (schön, neutral und hässlich). Die Probanden bewerteten die Bilder zwei Mal, ein Mal im Vorfeld und zum zweiten Mal während des fMRT- Scans. Die Beurteilung eines Gemäldes als schön über alle Kategorien hinweg, korreliert mit spezifischen Hirnregionen, vor allem dem orbito-frontal Kortex (BA 11) (Chatterjee, 2010; Vartanian & Goel, 2004). Die Ergebnisse zeigen zudem eine unterschiedlich starke Aktivierung des Motorkortex zwischen den Bewertungen schön und hässlich. Die Aktivierung bei der Bildbewertung als hässlich war ausgeprägter (Kawabata & Zeki, 2004). Die Frage nach der neuronalen Grundlage des Schönen können Kawabata und Zeki (2004) nicht erschöpfend beantworten, sie vermuten jedoch eine mögliche Antwort in den Belohnungszentren des Gehirns. Es ist von einer unterschiedlich

starken Belohnung von schönen und hässlichen Wahrnehmungen im Sinne der emotionalen Valenz auszugehen (Kawabata & Zeki, 2004).

Die ästhetische Präferenz von Malerei und deren neuronalen Entsprechungen untersuchten auch Vartanian und Goel (2004) in einer weiteren fMRT- Studie. Ihren Probanden wurden 20 gegenständliche und 20 abstrakte Gemälde in unterschiedlichen Ausprägungen (original vs. modifizierte Bilder) präsentiert. In den modifizierten Bildern wurde mittels Photoshop ein abgebildetes Objekt an einer anderen Stelle auf der Bildfläche positioniert. Ziel dieser Manipulation war es, mögliche Auswirkungen der veränderten Bildkomposition auf die ästhetische Präferenz zu überprüfen. Die Probanden sollten die Bilder hinsichtlich ihrer ästhetischen Präferenz bewerten (Vartanian & Goel, 2004). Die Ergebnisse zeigen eine reduzierte Aktivierung des rechten Nucleus caudatus bei geringer Präferenz. Während bei bevorzugten Bildern eine gesteigerte Aktivierung der bilateralen okzipitalen Windungen des linken cingulären Sulcus sowie der bilateralen spindelförmigen Windungen und des Kleinhirns festzustellen waren (Vartanian & Goel, 2004). Weiterhin wurde eine gesteigerte Aktivität in den Hinterhauptpolen, dem Precuneus und des posterioreren temporalen Gyrus in Zusammenhang mit gegenständlichen Bildern festgestellt. Vartanian und Goel (2004) sehen in den heterogenen Aktivierungsmustern der oben angeführten Regionen, ebenso wie Kawabata und Zeki (2004), einen Hinweis auf eine belohnungsbasierte Reizbewertung, welche über die jeweilige emotionale Valenz der präsentierten Bilder variiert (Vartanian & Goel, 2004). Die Studien deuten darauf hin, dass affektive Prozesse eine wichtige Position bei der Bewertung visueller Kunst hinsichtlich ihrer ästhetischen Präferenz einnehmen. Allerdings ergibt erst die Integration affektiver und kognitiver Prozesse ein ästhetisches Urteil (Nadal et al., 2008). Diese Ergebnisse decken sich mit den Annahmen des Modells der ästhetischen Erfahrung (Leder et al., 2004; Leder & Nadal, 2014), entsprechend der komplexen Interaktion zwischen den kumulierenden, emotionalen Affekten während der fünf Stufen und den kognitiven Prozessen der Bildverarbeitung (Leder & Nadal, 2014). Den Ergebnissen von Cela-Conde et al. (2004) sowie Kawabata und

Zeki (2004) folgend, ist der (prä- und) orbitofrontale Kortex bei der ästhetischen Wahrnehmung von Bedeutung.

Lengger et al. (2007) untersuchten mögliche Auswirkungen stilistischer Informationen während der Bildpräsentation auf die Verarbeitung und das ästhetische Urteil bei abstrakter und gegenständlicher Kunst. Sie erhoben die neuronalen Korrelate der ästhetischen Erfahrung mittels langsamer kortikaler Potenziale (SCP) (Lengger et al., 2007). Den Probanden wurden gegenständliche und abstrakte Bilder unter zwei Bedingungen (mit oder ohne Stilinformation) präsentiert. Ihre Aufgabe war es, die Bilder hinsichtlich des Bildverständnisses und der ästhetischen Qualität zu bewerten. Eine gesteigerte Aktivität konnte sowohl im linken Frontallappen als auch in den bilateralen Schläfenlappen für gegenständliche Kunst nachgewiesen werden (siehe Abbildung 2) (Lengger et al., 2007). Weiterhin wurde gegenständliche Kunst als interessanter bewertet und besser verstanden als abstrakte Kunst. Das Verständnis wurde in Kombination mit der stilistischen Information gesteigert, führte aber gleichzeitig zu einem Rückgang der kortikalen Aktivierung in der linken Hemisphäre (Leder et al., 2006; Lengger et al., 2007). Ohne die Information nahm die Aktivität in den linken Frontal- und Parietallappen zu. Lengger und Kollegen (2007) führen dies auf eine erschwerte Verarbeitung zurück, in deren Folge die Probanden auf sinnvolle Konzepte in ihrem Gedächtnis zurückzugreifen versuchen, um das Bild zu verstehen.

Die ästhetische Erfahrung wurde in den oben angeführten Studien (Cela-Conde et al., 2004; Kawabata & Zeki, 2004; Lengger et al., 2007; Vartanian & Goel, 2004) mehrheitlich als Entscheidungsaufgabe operationalisiert.

Cupchik et al. (2009) versuchten die ästhetische Wahrnehmung per se via eines fMRT- Scanners zu erfassen. Sie forderten ihre Probanden auf, die präsentierten Bilder zum einen aus einer ästhetischen und zum anderen aus einer pragmatischen Perspektive zu betrachten. Die Bildwahrnehmung erfolgte ohne eine Bewertung der Bildreize (Cupchik et al., 2009). Cupchik et al. (2009) erwarteten eine Aktivitätssteigerung im Präfrontalkortex (PFC) während der ästhetischen Betrachtungsbedingung. Die Ergebnisse des fMRI- Scans weisen auf eine Aktivierung

des linken lateralen PFC während der ästhetischen Bedingung hin. Dennoch geht aus dem Experiment nicht eindeutig hervor, dass dieser Unterschied der Ästhetik zuzuordnen ist. Das Experiment zeigt, dass ein Objekt unter verschiedenen Bedingungen zu unterschiedlichen neuronalen Aktivierungen führen kann (Chatterjee, 2010). Cupchik et al. (2009) ordnen den Präfrontalkortex einem ästhetischen Netzwerk zu.

Ästhetische Reaktionen auf visuelle Kunst umfassen mehrere Arten von Erlebnissen, Empfindungen und Wahrnehmung sowie Emotionen und Selbstreflexion (Vessel et al., 2012). Kunstwahrnehmung ist weitgehend subjektiv (Cattaneo et al., 2013). Vessel und Kollegen (2012) versuchen in ihrer fMRI- Studie diese idiosynkratische Perspektive der Kunstrezeption in Beziehung zu möglichen konstanten neuronalen Korrelationen zu setzen. 16 Probanden nahmen gegen Bezahlung an ihrer Studie teil. Ihre Aufgabe war es abstrakte und gegenständliche Bilder (90%) auf einer 4-Punkt-Rating-Skala im fMRI Scanner, hinsichtlich der Frage „*Wie sehr bewegt Sie das Kunstwerk?*“, zu bewerten (Vessel et al., 2012). Die Probanden wurden darauf hingewiesen, dass das ästhetische Urteil aus mehr als nur der Schönheit und der persönlichen Präferenz besteht, sondern auch aus den Gefühlen, welche das jeweilige Kunstwerk im Rezipienten auslöst. Diese emotionale Reaktion sollte bei der Bewertung im Vordergrund stehen (Vessel et al., 2012). Ziel war es, interindividuelle konstante neuronale Korrelationen bezüglich emotionaler Aspekte der ästhetischen Wahrnehmung zu identifizieren. Kontroverse Ergebnisse der Bildbewertung waren die Folge. Die Bewertungen variierten stark zwischen den Probanden. Allerdings konnte ein Netzwerk in der frontalen Region, dem IDLPFC und dem lateralmedialen Präfrontalkortex (lMPFC) in Zusammenhang mit als ästhetisch stark bewegend bewerteten Bildern (Rating 4) herausgestellt werden (Vessel et al., 2012).

Ästhetische Erfahrung ist nicht automatisch an schöne Reize gebunden. Munar et al. (2012) untersuchten mögliche Auswirkungen negativer bzw. unschöner Bilder. Die neuronale Aktivität ästhetischer Entscheidungen über die Schönheit eines Reizes erfassten Munar et al. (2012) in einer EEG- Studie. Die EEG Ergebnisse

zeigen eine deutliche Aktivierung des rechten lateralen-orbito frontalen Kortex zwischen 300 und 400 ms nach der Bildpräsentation bei als negativ bewerteten Bildern. Schöne Bilder waren mit einer Aktivierung in den parietalen Regionen assoziiert (Munar, et al., 2012).

Kreplin und Fairclough (2013) interessierten sich ebenso für die Auswirkungen verschiedener Valenzkategorien auf neuronaler Ebene. Sie präsentierten Bilder, welche negative oder positive Valenz im Rezipienten induzierten (Kreplin & Fairclough, 2013). Ihre Ergebnisse zeigen eine signifikante Aktivitätssteigerung im orbito-frontalen Bereich dem BA 10 während der Rezeption von Bildern der positiven Valenzkategorie verglichen mit Bildern der negativen Valenzkategorie. Die heterogenen Ergebnisse der angeführten Studien unterstreichen die Annahme eines bilateralen neuronalen Netzwerks der ästhetischen Verarbeitung und Erfahrung (Nadal & Pearce, 2011).

Chatterjee und Vartanian (2014) schlagen eine ästhetische Triade als Entsprechung dieses Netzwerks vor. Demnach ist die ästhetische Erfahrung ein emergenter Zustand, welcher sich aus der Wechselwirkung zwischen neuronalen Systemen ergibt. Die beteiligten neuronalen Systeme sind mit sensorischen, motorischen, emotionalen, evaluativen und deklarativen Funktionen assoziiert (Chatterjee & Vartanian, 2014). Allerdings ist keine der angeführten Gehirnregionen ausschließlich für das ästhetische Urteil verantwortlich. Sie sind unter anderem Teil der alltäglichen Umgebungswahrnehmung und Grundstein unserer Entscheidungsfindung (Leder & Nadal, 2014).

Mehrere Studien erlauben den Schluss, dass der IDLPFC als Teil eines neuronalen ästhetischen Netzwerks von Bedeutung für die ästhetische Wahrnehmung ist (Cela-Conde et al., 2004; Chatterjee, 2010; Cupchik et al., 2009; Kawabata & Zeki, 2004; Vartanian & Goel, 2004; Vessel et al., 2012). Insbesondere bei Stimuli-zentrierten Entscheidungsprozessen auf ästhetischer Basis, z. B.: „*Wie sehr gefällt Ihnen dieses Bild?*“ (Nadal, 2013). Weiterhin wurde eine Aktivitätssteigerung im Präfrontalkortex bei der Betrachtung schöner Bilder sowie unter einer induzierten ästhetischen Perspektive festgestellt (Cela-Conde et al.,

2004; Cupchik et al., 2009; Kawabata & Zeki, 2004). Der Präfrontalkortex umfasst sowohl den dorso-lateralen Bereich das BA 9/46 (DLPFC) als auch den orbito-frontalen Bereich das BA 10. Das BA 9/46 ist einerseits mit der Motivationsbildung und andererseits mit den Exekutivfunktionen assoziiert (Leisman et al., 2012; Nadal et al., 2008; Wu et al., 2014). Bisherige Erkenntnisse über die neuronalen Korrelationen ästhetischer Wahrnehmung und Urteile beruhen vor allem auf der Basis neurophysiologischer und bildgebender Verfahren. Diese korrelativen Ergebnisse haben spekulativen Charakter und entbehren einem exakten Beleg der Bedeutung spezifischer Regionen ästhetischer Wahrnehmung (Cattaneo et al., 2013). Kausale Schlussfolgerungen über die Funktion eines interessierenden Bereichs lassen sich hingegen über eine artifizielle Aktivierung oder Inhibierung eines Areals mittels der transkraniellen Gleichstromstimulation ermöglichen (Cattaneo et al., 2013). Die tDCS ist ein nicht invasives, schmerzfreies und komplett reversibles Verfahren, bei welchem über auf der Kopfhaut angebrachten Elektroden Gleichstrom appliziert wird (Nitsche & Paulus, 2000). Die tatsächliche intrakraniell erzielte Stromdichte entspricht in etwa 50% des ursprünglichen Stroms (Nitsche & Paulus, 2007). Die Ausrichtung und die Zeitspanne der kortikalen Aktivierungen hängen von der Polarität der Intensität und der Dauer der durchgeführten Stimulation ab (Nitsche et al., 2003). Bei einer anodalen Stimulation mit einer festgelegten Stromdichte von 2 mA, dabei entspricht die intrakranielle Stimulation circa 1 mA (Nitsche & Paulus, 2007), über eine Dauer von 20 Minuten ist die kortikale Aktivierung noch bis zu 90 Minuten nach der tDCS festzustellen (Batsikadze, Moliadze, Paulus, Kuo, & Nitsche, 2013). Durch die tDCS erfolgt eine Depolarisierung der Nervenzellmembrane. Die Stimulation moduliert die spontanen Aktivierungen der Neuronen in Folge einer Veränderung des Ruhemembranpotentials und führt entweder zu einer Aktivierung oder zu einer Inhibierung des Areals (Antal & Paulus, 2008). Die transkranielle Gleichstromstimulation eignet sich also für die spontane Modulation kortikaler Aktivität (Nitsche et al., 2008). Eine anodale tDCS wirkt sich aktivierend auf das stimulierte Areal aus (Antal, Kincses, Nitsche, Bartfai, & Paulus, 2004; Javadi &

Walsh, 2012; Nitsche et al., 2003). Verschiedene Studien wiesen diese Aktivierung auch für den IDLPFC nach. Eine anodale tDCS des IDLPFCs führte zu einer verbesserten verbalen Merkfähigkeit, wohingegen die kathodale Stimulation dieses Areals eine verzögerten Wahrnehmung nach sich zog (Javadi & Walsh, 2012). In einer weiteren tDCS- Studie von Cattaneo et al. (2011) führte eine anodale tDCS des Broca Areals zu einer gesteigerten Wortproduktion (Cattaneo et al., 2011). Außerdem wird die tDCS von den Probanden auf Grund geringer Risiken, verglichen mit TMS besser angenommen. Die TMS, kann einen epileptischen Anfall evozieren, dieses Risiko besteht bei der tDCS nicht. Darüberhinaus eignet sich die transkranielle Gleichstromstimulation sehr gut für ein Doppelblind Design (Cattaneo et al., 2011; Gandiga, Hummel, & Cohen, 2006). Über im Vorfeld programmierte Stimulationscodes ist weder der Testleiter noch der Proband über die Art der Stimulation informiert.

Mit einem Singleblind Design, bei welchem lediglich der Testleiter über die Art der Stimulation informiert war, versuchten Cattaneo et al. (2013) einen spezifischen Beleg für die Bedeutung des IDLPFCs innerhalb der ästhetischen Wahrnehmung zu erbringen. Cattaneo et al. (2013) verwenden erstmals die transkranielle Gleichstromstimulation über dem IDLPFC, um die Auswirkungen der kortikalen Aktivierung bei der Bewertung gegenständlicher und abstrakter Bilder zu überprüfen. Insgesamt nahmen 24 Probanden an der Studie teil. Bei den Probanden handelte es sich um kunstnaive Personen. 12 Probanden bewerteten die präsentierten Bilder hinsichtlich des Gefallens (ästhetisches Urteil), die anderen 12 bildeten die Kontrollgruppen. Ihre Aufgabe war die Bewertung der Bilder bezüglich der Farbigkeit. Die Bildbewertung erfolgte zu jedem Termin zwei Mal: Ein Mal vor und zum zweiten Mal nach der Stimulation. Alle Probanden erfuhren zu zwei Zeitpunkten, mit einem Mindestintervall von zwei Tagen, eine Real- und eine Scheinstimulation (Cattaneo et al., 2013). Die tDCS erfolgte über 20 Minuten mit einer Intensität von 2 mA um eine ausreichende Stimulation zu gewährleisten (Batsikadze et al., 2013). Das ästhetische Urteil erfolgte über eine Ratingskala von 0 bis 100% (100% = positiv), welche mit der Computermaus zu bedienen war. Die

Ergebnisse deuten auf die wichtige Funktion des IDLPFCs innerhalb der ästhetischen Wahrnehmung hin (Cattaneo et al., 2013). In Folge der Stimulation stellten die Autoren eine Steigerung des ästhetischen Urteils, operationalisiert als „*Wie sehr gefällt Ihnen dieses Bild?*“, von rund 3% fest. Die auf die Stimulation zurückzuführenden Effekte beziehen sich allerdings ausschließlich auf gegenständliche Bilder mit erkennbarem Inhalt. Abstrakte Bilder erfuhren keine veränderte ästhetische Bewertung (Cattaneo et al., 2013). Die Prominenz des IDLPFCs innerhalb der ästhetischen Wahrnehmung, begründen Cattaneo et al. (2013) mit einer Steigerung des ästhetischen Urteils in Folge der tDCS über dem IDLPFC, ausschließlich für die ästhetische Bedingung. Für die Bewertung der selben Bilder hinsichtlich der Farbigkeit, als formalen Aspekt visueller Stimuli, war keine Steigerung auf Grund der Stimulation des IDLPFCs zu verzeichnen. Die Farbigkeit ist als ästhetische Stimuluskomponente dennoch nicht zu vernachlässigen, da das ästhetische Urteil mit der Farbigkeitsbewertung, allerdings unabhängig von der tDCS, positiv korreliert (Cattaneo et al., 2013). Dieser Zusammenhang deckt sich mit den Annahmen des Modells der ästhetischen Erfahrung (Leder et al., 2004), welches die multimodalen Stimuluseigenschaften, wie zum Beispiel Farbe, Inhalt und Symmetrie eines Reizes als Teil des ästhetischen Urteils anführt. Auf neuronaler Ebene, scheint der IDLPFC nicht explizit mit der Farbigkeitsbewertung assoziiert zu sein. Die Autoren vermuten einen differenzierten Verarbeitungsweg von abstrakten Kunstwerken (Cattaneo et al., 2013).

#### **4 Forschungsfrage und Hypothese**

In welchen Zusammenhang lassen sich nun die Annahmen des Modells der ästhetischen Erfahrung (Leder et al., 2004), die Erkenntnisse der neuroästhetischen Forschung via neurophysiologischer und bildgebender Verfahren (Cela-Conde et al., 2004; Cupchik et al., 2009; Vartanian & Goel, 2004) und die mit Hilfe der tDCS-Studien gewonnenen Belege neuronaler Korrelationen (Cattaneo et al., 2011; Cattaneo et al., 2013; Javadi & Walsh, 2012) mit der vorliegenden Forschungsarbeit bringen?

Der ästhetischen Erfahrung liegt ein neuronales Netzwerk zugrunde (Nadal, 2013). Ein zentrales Areal dieses ästhetischen Netzwerks scheint, im Sinne eines Knotenpunktes der ästhetischen Verarbeitung, der IDLPFC zu sein. Weiterhin werden dem IDLPFC, als Teil des Arbeitsgedächtnisses (Javadi & Walsh, 2012; Siddiqui, Chatterjee, Kumar, Siddiqui, & Goyal, 2008; Wu et al., 2014), Exekutivfunktionen und die Motivationssteuerung zugeschrieben (Leisman et al., 2012). Der linke Präfrontalkortex ist zudem mit der Integration semantischer Inhalte von Bildern und Wörtern assoziiert (Gabrieli, Poldrack, & Desmond, 1998). Cupchik et al. (2009) stellten eine deutliche Aktivitätssteigerung des IDLPFCs während der Bildbetrachtung aus einer ästhetischen Perspektive fest. Weitere Studien wiesen Aktivierungen im IDLPFC während der Betrachtung und Bewertung schöner Bilder nach (Cela-Conde et al., 2004; Kawabata & Zeki, 2004). Diese auf korrelativen Verfahren beruhenden Belege wurden von Cattaneo et al. (2013) mit Hilfe der tDCS repliziert. Der IDLPFC konnte als wesentlich für die ästhetische Bewertung identifiziert werden (Cattaneo et al., 2013, 2014). Die anodale tDCS ist als effektives Instrument für die artifizielle Aktivierung verschiedener Gehirnregionen zu betrachten und erlaubt darüberhinaus kausale Rückschlüsse über die Funktion des interessierenden Areals (Antal et al., 2004; Cattaneo et al., 2011; Javadi & Walsh, 2012; Nitsche et al., 2008). Leder et al. (2012) stellen das Verständnis eines Kunstwerks als kognitiven Teil der ästhetischen Erfahrung heraus. Das Verstehen eines Kunstwerks ist essentiell für die ästhetische Erfahrung (Leder et al., 2006). Die Integration affektiver und kognitiver Prozesse führt schließlich zu einem ästhetischen Urteil (Nadal et al., 2008). Entsprechend dem Modell der ästhetischen Erfahrung (Leder et al., 2004) basiert das Verständnis eines Kunstwerks auf den inhaltsgebundenen Repräsentationen während der expliziten Klassifikationsphase (Leder et al., 2004). Weiterhin wird das Verständnis den späteren Informationsverarbeitungsprozessen zugeordnet, welche mit der Stufe der kognitiven Bewältigung, der Suche nach Bedeutung und Inhalt, verbunden sind (Leder et al., 2004). Während der Evaluation wird die Bedeutungsfindung, also das Verständnis des Kunstwerks beurteilt und mündet, bei einer erfolgreichen

Bewertung im ästhetischen Urteil, als Ergebnis der Evaluation der kognitiven Bewältigung (Leder et al., 2004). Ein gesteigertes Verständnis des Kunstwerks geht mit einer gesteigerten ästhetischen Erfahrung einher (Leder et al., 2006; Swami, 2013). Den Ergebnissen der angeführten Studien folgend, wäre also bei einer artifiziellen Aktivierung des IDLPFCs via einer anodalen tDCS eine Steigerung des Verständnisses und somit eine gesteigerte ästhetische Erfahrung zu erwarten.

Die vorliegende Forschungsarbeit ist eine Erweiterung der von Cattaneo et al. (2013) durchgeführten tDCS- Studie. Das Studiendesign, wie im Abschnitt über die Methodik ausgeführt, ist mit dem von Cattaneo et al. (2013) weitgehend identisch. Erweitert wurde die vorliegende Studie um die folgenden Komponenten: Die Anzahl der Probanden wurde auf insgesamt 36 Probanden (18 pro Skala) erhöht. Bei den präsentierten Bildern handelte es sich ausschließlich um gegenständliche Bilder, die Bilder waren zusätzlich in drei Valenzkategorien (positiv, neutral und negativ) unterteilt. Neben dem Verständnis wurde das Gefallensurteil und die Valenz erhoben. Als Kontrollvariable diente, wie auch bei Cattaneo et al. (2013), die Farbigkeit. Die beiden Variablen Gefallen und Valenz werden in zwei weiteren Diplomarbeiten bearbeitet (siehe dazu die Diplomarbeiten von Azza & Stark, in Vorbereitung). Weiterhin wurde der aktuelle Gemütszustand der Probanden mittels des PANAS (Krohne & Kohlmann, 1996), das Kunstwissen mit dem KiF und das individuelle emotionale Ansteckungsvermögen mit der ECS (Doherty, 1997) erfasst. Im Folgenden werden die Erweiterungen im Hinblick auf die aktuelle Forschungsfrage ausgeführt und begründet.

#### **4.1 Gegenständliche Bilder**

Um Konfundierungen in Folge verschiedener Bildkategorien zu vermeiden fanden ausschließlich gegenständliche Bilder Verwendung. Bei einer kombinierten Präsentation abstrakter und gegenständlicher Bilder wäre ein Rückschluss auf die Aktivität des IDLPFCs nicht mehr eindeutig der ästhetischen Präferenz gegenständlicher Bilder zuzuordnen gewesen, sondern könnte auch durch einen anderen visuellen Reiz ausgelöst worden sein (Cattaneo et al., 2014). Das

Verständnis eines Kunstwerks scheint zwischen verschiedenen Kunstwerken systematisch zu variieren (klassisch vs. abstrakt). Klassische also gegenständliche Kunstwerke werden in Folge des klar abgebildeten, meist semantisch narrativen Inhalts per se gut verstanden (Leder et al., 2004). Das Verständnis eines Kunstwerks ist abhängig von einem nachvollziehbaren Inhalt (Leder et al., 2012). Experten und Laien verstehen gegenständliche Bilder gleichermaßen gut. Kunstnaive Personen bevorzugen allerdings gegenständliche Kunstwerke (Leder et al., 2012). Klassische Bilder werden wahrscheinlich auf Grund einer relativ schnellen Verarbeitung des abgebildeten Inhalts mehrheitlich bevorzugt (Leder et al., 2014). Auf neuronaler Ebene wurden Aktivierungen des DLPFCs hauptsächlich für gegenständliche Bilder nachgewiesen (Cattaneo et al., 2013; Cupchik et al., 2009; Lengger et al., 2007; Vessel et al., 2012). Gegenständliche Bilder führten zu einer ausgeprägten Aktivierung visueller Areale höherer Ordnung verglichen mit abstrakten und unbestimmten Bildern (Fairhall & Ishai, 2008). Das ohnehin gute Verständnis gegenständlicher Bilder sollte also in Folge einer artifiziellen Aktivierung des DLPFCs gesteigert werden.

#### **4.2 Valenzkategorien**

Welchen Anteil haben konzeptionelle Aspekte eines Kunstwerks, verglichen mit den emotionalen Reaktionen in Folge der Kunstrezeption an der ästhetischen Erfahrung (Leder & Nadal, 2014)? Emotion scheint ein starker Prädiktor der Kunstwahrnehmung zu sein (Leder et al., 2004). Emotionale Aspekte der Kunstverarbeitung determinieren die ästhetische Wahrnehmung unabhängig von der Expertise des Rezipienten (Leder et al., 2012). Das Modell der ästhetischen Erfahrung postuliert eine kontinuierliche affektive Evaluation während der ästhetischen Erfahrung und weist damit der affektiven Reaktion in Folge der Kunstrezeption einen wichtigen Stellenwert zu (Leder et al., 2004). Bilder der positiven Valenzkategorie würden demnach zu einer positiven ästhetischen Emotion führen. Aus neurowissenschaftlicher Perspektive weisen Vessel et al. (2012) auf einen Zusammenhang des DLPFCs mit emotional stark bewegenden

Bildern hin. Nur Bilder, welche als positiv bewertet wurden und zudem emotional stark bewegend waren, gingen mit einer Aktivierung des IDLPFCs einher (Vessel et al., 2012). Um Auswirkungen der emotionalen Valenz auf die ästhetische Erfahrung sowie möglicher Assoziationen mit dem IDLPFC zu überprüfen, wurden die gegenständlichen Bilder in einer Vorstudie hinsichtlich ihrer Valenz bewertet. Es ergaben sich drei Valenzkategorien (positiv, neutral und negativ).

#### **4.3 Positive and Negative Affect Schedule (PANAS)**

Zur Erfassung des aktuellen Gemütszustandes der Probanden wurde die Positive and Negative Affect Schedule (Krohne & Kohlmann, 1996) vorgegeben. Gemäß dem Modell der ästhetischen Wahrnehmung wirkt sich der Gemütszustand einer Person auf die Kunstwahrnehmung aus. Entsprechend dem *Affect Infusion Model* (AIM) nach (Forgas, 1995), beeinflusst der aktuelle Gemütszustand einer Person die Art und Weise wie Wahrgenommenes kognitiv verarbeitet wird. Von einer holistischen Wahrnehmung ist bei positiver Stimmung und einer analytischen Wahrnehmung bei einer negativen Stimmung auszugehen. Der Gemütszustand kann also als geeigneter Prädiktor für die Bewertung von Kunst betrachtet werden. Ein positiver Gemütszustand führt zu positiven Bewertungen. Leder et al. (2004) nehmen entsprechend des AIMs an, dass ein negativer Gemütszustand am Anfang einer ästhetischen Erfahrung eine positive ästhetische Erfahrung beeinflussen oder gar verhindern könnte. Allerdings könnten positive ästhetische Erfahrungen zu einem Anstieg positiver Affekte führen. Um den aktuellen Gemütszustand der Probanden als Kontrollvariable zu erfassen, wurde den Probanden der PANAS (Krohne & Kohlmann, 1996) zu beiden Terminen vorgegeben.

#### **4.4 Kunstinteresse Fragebogen (KiF)**

Um das jeweilige Kunstinteresse zu erfassen, wurde der Kunstinteresse Fragebogen vorgegeben. Da die rekrutierte Stichprobe ausschließlich aus kunstnaiven Personen bestand, ist von Kunstinteresse und nicht von Kunstexpertise auszugehen. Laien und Experten verwenden unterschiedliche kognitive Prozesse, während der Bewertung eines Kunstwerks (Leder et al., 2014). Expertise verändert

die ästhetische Erfahrung maßgeblich (Cela-Conde, Agnati, Huston, Mora, & Nadal, 2011; Kirk, Skov, Christensen, & Nygaard, 2009; Leder et al., 2014). Mit zunehmender Expertise wird die ästhetische Erfahrung differenzierter (Leder et al., 2004). Laien betrachten und bewerten Kunst vornehmlich selbstreferenziert, während Experten stimulusorientiert rezipieren (Leder et al., 2004). Im Hintergrund liegende Merkmale wie die Komposition, die Kontraste sowie der Duktus sind für Kunstexperten von Interesse. Laien achten vermehrt auf im Vordergrund liegende Elemente. Bei der Bildexploration fixieren sie hauptsächlich saliente Bildbereiche. Derartige Unterschiede in der Kunstbetrachtung wurden vornehmlich für abstrakte Kunst belegt (Cela-Conde et al., 2011). Neben Unterschieden in der perzeptuellen Analyse eines Kunstwerks wird zu dem die emotionale Valenz eines Bildes durch die Expertise moduliert. Experten reagieren reduzierter auf positive und negative Reize verglichen mit kunstnaiven Personen (Leder et al., 2014). Leder et al. (2014) wiesen dies mittels des facial electromyography (EMG) nach. Experten zeigten bei negativen Bildern eine reduzierte Aktivierung des Musculus corrugator, sie entspannten sich aber auch während der Rezeption positiver Bilder weniger als Laien (Leder et al., 2014). Studien mit neurophysiologischen und bildgebenden Verfahren zeigen Unterschiede zwischen Experten und Laien auf neuronaler Ebene während der Bildwahrnehmung. Unterschiedliche Aktivierungsmuster derselben Gehirnregionen ließen sich mittels eines fMRT- Scans bei der Betrachtung von Bildern zwischen Experten und Laien feststellen. Experten wiesen eine effizientere Verarbeitung der Bilder auf (Kirk et al., 2009). Die Ergebnisse einer aktuellen EEG-Studie (Pang, Nadal, Müller-Paul, Rosenberg, & Klein, 2013) bestätigen die effizientere neuronale Verarbeitung von Kunstwerken bei Experten ebenfalls. Experten zeigten reduzierte ERP Reaktionen bei visuellen Reizen. Die Autoren führen dies auf erfahrungsbasierte Strategien während der perzeptuellen Analyse zurück (Pang et al., 2013). Die Erfahrung und Kompetenz einer Person, also die Expertise, modifizieren den Referenzrahmen des ästhetischen Urteils (Lengger et al., 2007). Experten sind also auf Grund ihres Wissens in der Lage jeder Art von Kunst einen Inhalt zuzuordnen und verstehen Kunst deshalb besser (Leder et al.,

2012). Um Differenzen zwischen Experten und Laien hinsichtlich des Kunstverständnisses als weitere Kontrollvariable zu untersuchen, wurde der KiF vorgegeben.

#### **4.5 Die Emotional Contagion Scale (ECS)**

Um die Ausprägung des emotionalen Ansteckungsvermögens der Probanden zu erfassen, wurde die Emotional Contagion Scale vorgegeben (Doherty, 1997). Die Kunstwahrnehmung wird ständig von Affekten begleitet und beeinflusst (Leder et al., 2004; Leder & Nadal, 2014). In Anbetracht der oben angeführten Valenzkategorien (positiv, neutral und negativ) ist die Ausprägung des emotionalen Ansteckungsvermögens einer Person für die Bildbewertung von Interesse. Es ist zu erwarten, dass Probanden mit einem ausgeprägten emotionalen Ansteckungsvermögen Bilder der positiven Valenzkategorie besser bewerten. Der Grund hierfür liegt dem Modell von Leder und Kollegen (2004) zu Folge in der ausgeprägten Fähigkeit der Personen, die durch das Kunstwerk induzierte affektive Reaktion deutlicher wahrzunehmen und eine kognitive Bewältigung des Bildes dadurch zu erleichtern (Augustin & Leder, 2006).

#### **4.6 Hypothesen**

Klassische Bilder werden per se besser verstanden (Leder et al., 2004). Emotionale Aspekte der Kunstverarbeitung determinieren die ästhetische Wahrnehmung und positive Valenz kann zu besserem Verständnis führen. Experten bewerten tendenziell besser, weiterhin ist in Folge ihres Wissens von einem größeren Verständnis der Kunstwerke auszugehen (Leder et al., 2012). Eine anodale tDCS über dem IDLPFC führt zu einer Aktivierung des stimulierten Areals und der damit assoziierten Funktionen (Cattaneo et al., 2011; Cattaneo et al., 2013).

In Folge einer anodalen tDCS des IDLPFCs ist ein gesteigertes Bildverständnis zu erwarten. Bei Probanden mit einer positiven Ausprägung der Kontrollvariablen ist eine weitere Steigerung des Bildverständnisses zusätzlich zur tDCS des IDLPFCs anzunehmen. Im Anschluss an eine tDCS sollten kunstinteressierte Probanden in einer positiven Ausgangsstimmung mit einem ausgeprägten emotionalen

Ansteckungsvermögen bei der Bewertung gegenständlicher Bilder der positiven Valenzkategorie das höchste Bildverständnis aufweisen.

## 5 Methoden

### 5.1 Vorstudie I

Ziel dieser Vorstudie war es, das insgesamt 240 farbige, gegenständliche Bilder (800 \* 575 Pixel) umfassende Set, hinsichtlich der Valenzkategorien (positiv, neutral, negativ) aufzuteilen. Die aus Museumskatalogen zusammengestellten Bilder variierten im abgebildeten Inhalt von positiven bis negativen Szenen. Positive Szenen zeigen beispielsweise Menschen in entspannten und glücklichen Situationen. Negative Szenen stellen den Tod, Kriegs- oder Schmerzsituationen dar. Die neutralen Szenen bestehen aus Landschaften und alltäglichen Situationen. Diese 240 Bilder wurden von 32 Probanden (26 weiblich; Alter:  $M_{Alter} = 28.13$ ,  $SD = 4.72$ ) auf einer 7-Punkt Ratingskala bezüglich der Valenz und der Erregung bewertet. Den Valenzbewertungen entsprechend wurden drei Bildersets zu jeweils 80 Bildern generiert.

### 5.2 Vorstudie II

Um zwei äquivalente Bildersets für deren Vorgabe in der Hauptstudie zu erhalten, wurde das in drei Valenzkategorien dividierte Bilderset auf zwei Bildersets (A und B) aufgeteilt. Für diese Aufteilung war es wichtig, dass sich die Bildersets hinsichtlich ihrer Farbigkeit und dem Gefallen nicht wesentlich unterscheiden. Dafür bewerteten weitere Probanden die Bilder bezüglich der Farbigkeit und des Gefallens. Die Studie wurde mit E-Prime 2.0 programmiert (Schneider, Eschman & Zuccolotto, 2002).

### 5.2.1 Stichprobe

Die Stichprobe bestand aus Studenten der Universität Wien sowie zufällig angesprochenen Passanten. Insgesamt nahmen 24 Personen (15 weiblich) im Alter von 19 bis 31 Jahren ( $M_{\text{Alter}} = 26.3$ ,  $SD = 3,9$ ) freiwillig an der Studie teil. Alle Probanden waren weder Kunststudenten oder Kunstexperten noch nahmen sie an der Vorstudie I teil. Im Computertestraum (TK-R 1) der Universität Wien unterzeichneten alle Probanden die Freiwilligkeits- und Datenschutzerklärung. Die Probanden wurden mittels Standarttests auf ihre Sehfähigkeit und mit dem Ishihara Kurztest auf eine Farbschwäche geprüft. Alle Probanden wiesen eine gute Sehfähigkeit auf.

### 5.2.2 Ablauf

Die Studie wurde von drei Testleitern durchgeführt. Jeder Testleiter erhob acht Probanden. Die Vorgabe der Bilder erfolgte randomisiert über alle drei Valenzkategorien und balanciert über die beiden Skalen. Die Aufgabe der Probanden war es, die Bilder mit der Computertastatur zu bewerten. Die Operationalisierung der beiden abhängigen Variablen (Farbigkeit und Gefallen) erfolgte über die beiden Skalen: Farbigkeit: „*Wie bunt finden Sie dieses Bild?*“; Von 1 (nicht bunt) bis 7 (sehr bunt) und Gefallen: „*Wie gut gefällt Ihnen dieses Bild?*“; Von 1 (nicht gut) bis 7 (sehr gut). Farbigkeit wurde nicht weiter definiert. Die Testinstruktion erfolgte über den Computermonitor. Die Vorgabe begann bei allen Probanden mit einem Fixationskreuz vor grauem Hintergrund mit einer Präsentationsdauer von 500 ms. Anschließend folgte das zu bewertende Bild mit unbegrenzter Präsentationszeit. Erst mit der Bewertung durch den Probanden folgte eine graue Maske für weitere 500 ms, um Nachbilder zu reduzieren. Die Bildvorgabe erfolgte mit dem Experimentalprogramm E-Prime 2.0 (Schneider, Eschman & Zuccolotto, 2002) über einen 19 Zoll Bildschirm mit einer Auflösung von 1280 \* 1024 Pixel und einer Bildwiederholungsfrequenz von 60 Hz. Abschließend wurden alle Probanden aufgeklärt und dankend verabschiedet.

### 5.2.3 Ergebnisse

Als Ergebnis der Vorstudie sollten zwei gleichwertige, den Valenzkategorien entsprechende Bildersets (A & B) für die Vorgabe in der Hauptstudie entstehen. Jeder Valenzkategorie (positiv, neutral, negativ) wurden entsprechend der Gefallens- und Farbigkeitsbewertung Bilder zugeteilt. Die Bilder wurden dafür beginnend bei den am wenigsten bunten Bildern geordnet. Anschließend wurden jedem Bildersets A und B eines der wenig bunten Bilder etc. zugeordnet, für die Gefallensbewertung wurde ebenso verfahren. Dabei wurde sichergestellt, dass sich die Bildersets A und B hinsichtlich der Farbigkeit und der Gefallensbewertung nicht signifikant voneinander unterscheiden. Die Ergebnisse der Mittelwertvergleiche beider Bildersets (A & B) ergaben weder signifikante Unterschiede bezüglich der Farbigkeit oder des Gefallens noch bezüglich der drei Valenzkategorien. Für die Bilder, verteilt auf die beiden Sets A und B der neutralen Valenzkategorie, wurde kein signifikanter Unterschied für das Gefallen  $p = .973$  ( $M_A = 3.36$ ;  $SD_A = 0.51$ ;  $M_B = 3.35$ ;  $SD_B = 0.50$ ) oder für die Farbigkeit  $p = .988$  ( $M_A = 3.82$ ;  $SD_A = 0.94$ ;  $M_B = 3.86$ ;  $SD_B = 1.01$ ) festgestellt. Die nach der positiven Valenzkategorie aufgeteilten Bilder unterscheiden sich ebenfalls nicht. Der Unterschied zwischen den Sets A und B für das Gefallen war nicht signifikant  $p = .981$  ( $M_A = 3.82$ ;  $SD_A = 0.69$ ;  $M_B = 3.82$ ;  $SD_B = 0.60$ ) für die Farbigkeit ebenso wenig  $p = .942$  ( $M_A = 4.34$ ;  $SD_A = 0.69$ ;  $M_B = 4.31$ ;  $SD_B = 0.60$ ). Nicht signifikante Unterschiede wurden auch für die negative Valenzkategorie festgestellt, weder für das Gefallen  $p = .981$  ( $M_A = 2.76$ ;  $SD_A = 0.50$ ;  $M_B = 2.76$ ;  $SD_B = 0.48$ ) noch für die Farbigkeit  $p = .996$  ( $M_A = 3.08$ ;  $SD_A = 0.96$ ;  $M_B = 3.08$ ;  $SD_B = 0.99$ ).

### 5.3 Hauptstudie

Ziel der Hauptstudie war es, Auswirkungen einer anodalen tDC-Stimulation des IDLPFCs auf die ästhetische Wahrnehmung, speziell auf das Verständnis gegenständlicher Kunstwerke, zu untersuchen.

### 5.3.1 Stichprobe

Insgesamt nahmen 72 Probanden (50 weiblich) im Alter von 18 bis 52 Jahren ( $M_{Alter} = 26.59$ ,  $SD = 3,88$ ) freiwillig an der Studie teil. Die Stichprobe bestand aus Studenten der Universität Wien, wovon sechs Probanden über das *Laboratory Administration for Behavioral Sciences* (LABS; <https://labs-univie.sona-systems.com>) des Fachbereichs für Allgemeine Psychologie der Universität Wien, rekrutiert wurden. Weitere Probanden wurden aus dem Freundes- und Bekanntenkreis hinzugezogen. Alle Probanden waren sowohl Kunstlaien als auch deutschsprachig und bezüglich des Studienablaufs und deren Ziele absolut naiv. Die Probanden wurden mittels Standarttests auf ihre Sehfähigkeit und mit dem Ishihara Kurztest auf Farbschwäche geprüft. Alle Probanden wiesen eine gute Sehfähigkeit auf und waren Rechtshänder (Oldfield, 1971). Außerdem wurde mittels eines Fragebogens der Biologischen Psychologie (siehe Anhang) die Tauglichkeit der Probanden für eine anodale transkranielle Gleichstromstimulation überprüft. Bis auf zwei Probanden, welche in dessen Folge ausgeschlossen wurden, wies kein Proband neurologische Erkrankungen, Operationen, Medikamentenkonsum oder psychiatrische Erkrankungen auf. Im Computertestraum 4 (TK-R 4) der Universität Wien unterzeichneten alle Probanden vor Beginn der Studie die Freiwilligkeits- und Datenschutzerklärung. Das Experiment wurde von der Ethikkommission der Universität Wien geprüft und genehmigt.

### 5.3.2 Stimuli

Die vorgegebenen Bildersets AB und BA entstammen der Vorstudie II und wurden unverändert verwendet.

### 5.3.3 Studiendesign

Das computergestützte Experiment beinhaltete insgesamt 240 Bilder, welche hinsichtlich des Verständnisses am Computermonitor mit der Computermaus auf einer visuellen Analogskala von 0 bis 100% (100% = *positiv*),

ohne Zeitlimit zu bewerten waren. Bei der Programmierung wurde darauf geachtet, dass ausschließlich die Computermaus zu verwenden war. Die Farbigeitsbewertung verlief gleichermaßen. Die Operationalisierung der abhängigen Variablen (Verständnis und Farbigeit) erfolgte über die beiden Skalen, Verständnis: „*Wie gut verstehen Sie die Geschichte hinter diesem Bild?*“; und Farbigeit: „*Wie bunt finden Sie dieses Bild?*“. Das Experiment erfolgte zu zwei Terminen. Zwischen dem ersten und dem zweiten Termin war ein Mindestzeitraum von zwei Tagen einzuhalten (vgl. Cattaneo et al., 2013). Die beiden Termine unterschieden sich in der Art der tDC-Stimulation. Sowohl die Reihenfolge der tDC-Stimulationscodes als auch die Reihenfolge der Bildersets (AB oder BA) wurden balanciert vorgegeben. Wurde dem Proband XY während des ersten Termins das Bilderset AB vorgegeben und er erfuhr eine reale tDC-Stimulation, hierbei wurden dem Probanden in Präsentationsblock 1 (120 Bilder: Teil A des Bildersets AB) vor der tDCS und im Anschluss weitere 120 Bilder (Teil B des Bildersets AB) vorgegeben, bearbeitete Proband XY während des zweiten Termins das Bilderset BA in Kombination mit einer Scheinstimulation.

Alle Probanden wurden begrüßt und über die maximale Dauer von 90 Minuten informiert. Die Probanden wurden vor dem Monitor unter normalen Lichtbedingungen und in ruhiger Umgebung platziert. Vor Beginn des Experiments wurden die Probanden mündlich über die Aufgabe (Bildbewertung hinsichtlich des Verständnisses oder der Farbigeit) informiert, wobei die Testinstruktion und die visuelle Analogskala unter jedem Bild, auf dem Monitor angezeigt wurde (siehe Abbildung 3). Die Vorgabe begann bei allen Probanden mit einem Fixationskreuz vor grauem Hintergrund mit einer Präsentationsdauer von 500 ms. Anschließend folgte das Bild mit unbegrenzter Präsentationszeit. Erst mit der Bewertung des Bildes durch den Probanden folgte eine graue Maske für weitere 500 ms, um Nachbilder zu verhindern. Abbildung 3 illustriert den Ablauf des Experiments. Die Bildvorgabe erfolgte mit dem Experimentalprogramm: E-Prime 2.0 (Schneider, Eschman & Zuccolotto, 2002) über einen Dell UltraSharp U3011 30" Monitor mit einer Bildwiederholungsfrequenz von 60 Hz. Die 20-minütige tDCS erfolgte während der

Präsentation eines tonlosen Zeichentrickfilmes. Auf die Audiospur wurde bewusst verzichtet um Konfundierungen in Folge möglicher Aktivierungen akustischer Areale zu vermeiden. Die Stimulation und der Film starteten simultan. Ziel des Filmes war es, die Stimulationssituation zwischen den Probanden möglichst konstant zu gestalten (vgl. Cattaneo et al., 2013).

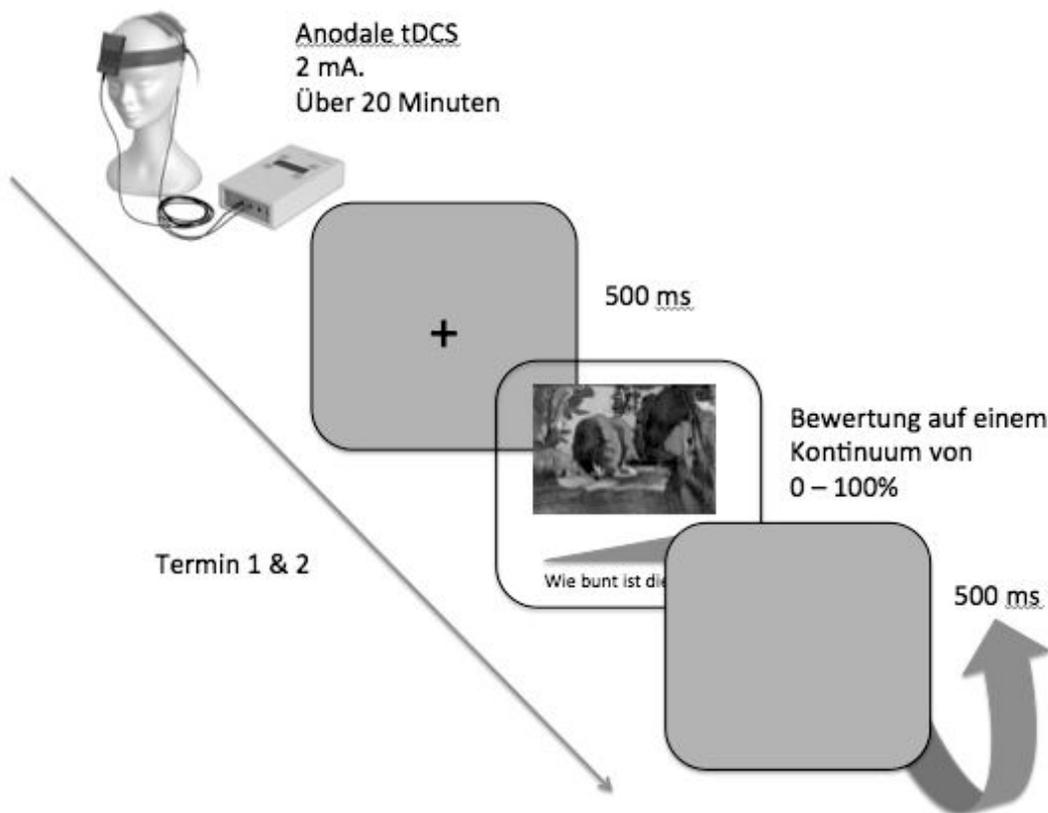
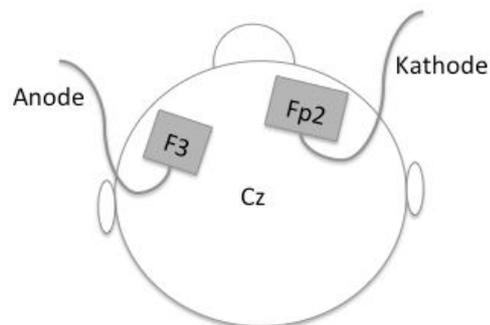


Abbildung 3. Experimentalablauf (eigene Abbildung); Abbildung des tDCS- Geräts adaptiert aus (<http://www.neuroconn.de>).

Die tDCS erfolgte über ein akkubetriebenes, mobiles tDCS-Gerät (Eldith, NeuroConn, Ilmenau, Germany). Das Gerät wurde jeweils zu Beginn der Testung im TK-R 4 installiert. Die Elektroden wurden während der Stimulation in mit 0,9%-iger Natriumchlorid-Lösung und Elektro-Gel (Electro-Cap International, Inc., Ohio, USA), zur besseren Leitfähigkeit bestrichen und in Schwämmchen (7 cm \* 5 cm:35 cm<sup>2</sup>)

verwahrt, angebracht. Die Elektroden wurden mittels elastischer Gummibänder am Kopf fixiert. Die stimulierende Anode wurde direkt über dem linken DLPFC (F3) platziert, während die Kathode über der rechten supraorbital Region (Fp2) angebracht wurde. Der linke DLPFC (BA 9/46) wurde dem 10–20 EEG System folgend, adaptiert als Punkt F3 lokalisiert. Abbildung 4 zeigt den IDLPFC als F3 entsprechend dem 10-20 EEG System. Diese Methode wurde sowohl in tDCS- als auch in TMS- Studien angewandt (Cattaneo et al., 2011; Cattaneo et al., 2013, 2014) und als reliabel für die Lokalisation neurowissenschaftlich interessanter Areale verifiziert (Herwig, Satrapi, & Schönfeldt-Lecuona, 2003).



*Abbildung 4.* Platzierung der Elektroden entsprechend des 10-20 EEG Systems. Die Markierung Cz beschreibt den Schädelmittelpunkt. Das Quadrat über dem IDLPFC (F3) beschreibt die stimulierende Anode. Abbildung adaptiert aus (Nitsche et al., 2008).

Die Stimulationsintensität wurde auf 2 mA bei einer Stimulationszeit von 20 Minuten festgelegt. Die Auswirkungen einer derartigen Stimulation konnten noch 90 Minuten nach der eigentlichen Stimulation gesichert werden und erwiesen sich als praktikabel für das vorliegende Experiment mit einer Aufgabendauer von maximal 30 Minuten im direkten Anschluss an die Stimulation (Batsikadze et al., 2013; Javadi & Walsh, 2012; Nitsche & Paulus, 2007). Bei einem elektrischen Widerstand von 15  $\Omega$  brach das tDCS Gerät die Stimulation aus Sicherheitsgründen automatisch ab, um eine Gefährdung der Probanden zu vermeiden. Für die Scheinstimulation wurden die Elektroden identisch vorbereitet und platziert. Zu

Beginn beider Stimulationen (Real- und Scheinstimulation) wurde die Stromstärke erhöht. Das führte zu einem leichten über 30 Sekunden andauernden Kribbeln, welches anschließend bei beiden Stimulationsbedingungen abklang. Bei der Scheinstimulation folgte nach 30 Sekunden kein weiterer Stromfluss. Eine tDCS über 30 Sekunden verursacht keinen nachweisbaren Effekt (Nitsche et al., 2003). In Folge des anfänglichen Kribbelns sollten die beiden Bedingungen für die Probanden nicht zu differenzieren sein. Die Studie war als Doppelblind-Experiment konzipiert. Die tDCS-Codes (real vs. schein) wurden zuvor von Mitarbeitern des Instituts für Biologische Psychologie der Universität Wien programmiert und verschlüsselt an die Testleiter weitergegeben. Weder die Probanden noch die Testleiter waren über den tDC-Stimulationscodes informiert. Die Verteilung der vier Skalen (Verständnis, Farbigkeit, Valenz und Gefallen) – die Farbigkeit diente als Kontrollvariable (Cattaneo et al., 2013) – wurden über die drei Testleiter und die Probanden randomisiert verteilt um Testleitereffekte auszuschließen. Jeder Testleiter erhob 18 Probanden, wobei sich die beiden weiteren Testleiter in ihren Arbeiten mit den Skalen Valenz und Gefallen befassen, welche hier keine weitere Ausführung erfahren. In direktem Anschluss an die Stimulation wurden die Probanden darüber informiert, dass nun am gleichen Monitor ein Fragebogen zur Erhebung des aktuellen emotionalen Gemütszustandes zu bearbeiten war. Es wurde die in die deutsche Sprache übertragene Version der „*Positive and Negative Affect Schedule*“ nach Krohne und Kohlmann (1996), vorgegeben. Im Anschluss daran folgte der Präsentationsblock 2 (120 Bilder, Bilderset B von AB) der Bildbewertungsaufgabe am anderen Monitor, mit der identischen Instruktion wie zuvor. Zwischen dem Ende der Stimulation und der Wiederaufnahme der zweiten Bildbewertung vergingen maximal fünf Minuten. Mit dem Abschluss der Bildbewertung wurden die Probanden nach der Vereinbarung des zweiten Termins dankend verabschiedet. Der Ablauf des zweiten Termins ist mit dem des ersten identisch, abgesehen von der Vorgabe zweier weiterer Fragebögen im Anschluss an die Bildbewertung (siehe Tabelle 1). Am Ende des zweiten Termins wurde das Kunstinteresse der Probanden mittels der Vorgabe des „*Kunstinteresse Fragebogens*“ erfasst sowie deren

Ausprägung des emotionalen Ansteckungsvermögens, über die Vorgabe der „*Emotionale Contagion Scale*“ nach Doherty (1997) als Kontrollvariablen, erhoben. Abschließend erfolgte eine ausführliche Aufklärung auf Wunsch auch in Schriftform.

Tabelle 1  
*Experimentalablauf der Hauptstudie*

	Studiendesign	
	Testung 1	Testung 2
Bilderset: AB/BA	Teil A aus (AB)	Teil B aus (BA)
tDCS: real/schein	Real	Schein
Trickfilm: 1/2	1	2
Fragebogen	PANAS	PANAS
Bilderset: AB/BA	Teil B aus AB	Teil A aus BA
Fragebogen	/	KiF, ECS

#### 5.3.4 Der Positive and Negative Affect Schedule (PANAS)

Der „Positive and Negative Affect Schedule (PANAS)“ Fragebogen ist ein insgesamt 20 Items umfassendes Selbstbeschreibungsinstrument, welches auf der Basis von Adjektiven die positiven und negativen Gemütszustände einer Person erfasst. Der PANAS wurde ursprünglich von Watson, Clark und Tellegen (1988) entwickelt. In der vorliegenden Studie findet seine deutschsprachige Version nach Krohne und Kohlmann (1996) in adaptierter Form Verwendung. Die ersten 10 Items bestehen aus positiven Adjektiven (angeregt, aktiv, stark etc.), welche den positiven Gemütszustand erfassen. Während die weiteren 10 aus negativen Adjektiven (gereizt, beschämt, nervös etc.) bestehen und entsprechend der beiden Skalen die negativen Ausprägungen erheben. Die Beantwortung der Items war auf den aktuellen Zeitpunkt der Vorgabe bezogen: „*Wie fühlen Sie sich im Moment?*“. Die Items sind auf einer fünf stufigen Skala von (*gar nicht*) bis (*äußerst*) zu beantworten. Für die beiden Skalen (positiv & negativ) können anschließend Summenwerte

gebildet werden (Krohne & Kohlmann, 1996). In der vorliegenden Untersuchung diente die PANAS als Screening-Instrument, um den aktuellen Gemütszustand der Probanden bzw. der Stichprobe, direkt im Anschluss an die tDCS unabhängig von deren Art als Kontrollvariable zu erheben.

#### 5.3.5 Kunstinteresse Fragebogen (KiF)

Der Kunstinteressefragebogen erfasst in vier Teilen (A-D) das Kunstinteresse bzw. die Expertise einer Person. Dabei erfasst Teil A das Kunstinteresse und die individuelle Bedeutung von Kunst sowie den alltäglichen Umgang mit Kunst über Items wie: *„Ich interessiere mich für Kunst“*, *„Ich unterhalte mich gerne mit anderen Leuten über Kunst“* oder *„Ich habe den Kunstunterricht in der Schule genossen“*. Die Items sind auf einer 7-Punkt Ratingskala von 1 = *überhaupt nicht* bis 7 = *völlig* zu beantworten. Weiterhin wird erfragt, wie oft eine Person das Museum oder vergleichbare Orte bzw. Veranstaltungen, welche mit Kunst assoziiert sind, besucht. Teil B und C des Kunstinteresse Fragebogens erfassen spezifisches Kunstwissen. Teil B besteht aus Items wie *„Wer malte die Mona Lisa?“*. Diese Items sind über eine Auswahl von vier möglichen Antworten zu bearbeiten. Teil C erfragt über acht farbige Bilder, welche nach dem jeweiligen Künstler und der Kunstrichtung, der Epoche und dem Stil benannt werden sollen, das Kunstwissen. Hier stehen keine Antwortalternativen zur Verfügung. Abschließend werden in Teil D individuelle Kunstvorlieben, mögliche Ausbildungen im künstlerischen Bereich und demografischen Daten erfasst. In der vorliegenden Studie wurde auf Teil B und C verzichtet, da ausschließlich Kunstlaien rekrutiert wurden.

#### 5.3.6 Die Emotional Contagion Scale (ECS)

Die *„Emotional Contagion Scale“* (ECS; Doherty, 1997) erfasst über 15 Items das emotionale Ansteckungsvermögen einer Person hinsichtlich der Tendenz die fünf Basisemotionen (Trauer, Angst, Wut, Glück, Liebe) nachzuahmen (Doherty, 1997). Items wie: *„Mit frohen Menschen zusammen zu sein macht mich froh“* oder *„Wenn jemand mit dem ich gerade spreche, anfängt zu weinen, bekomme ich*

*feuchte Augen*“ sind auf einer 5-Punkt Ratingskala von 1 = *nie* bis 5 = *immer* zu beantworten. Die ECS ist hinsichtlich der fünf Basisemotionen, welche mittels spezifischer Item-Kombinationen ermittelt werden können, auszuwerten. Für die vorliegende Studie war ausschließlich der Gesamtwert der jeweiligen Probanden bzw. der Stichprobe von Interesse. Je höher der ECS Wert, desto ausgeprägter ist das emotionale Ansteckungsvermögen einer Person.

## 6 Ergebnisse

### 6.1 Ergebnisse der Verständnisbewertung

Entsprechend der Hypothesen wurden Effekte sowohl für den Bearbeitungszeitpunkt als auch für die Art der tDCS erwartet. Der Bearbeitungszeitpunkt beschreibt die Bildbewertung vor oder nach der tDCS, unabhängig von deren Ausprägung. Die reale Stimulation sollte sich in einem gesteigerten Verständnis, verglichen mit der Scheinstimulation, zeigen. Im Anschluss an eine reale tDCS (Bearbeitungszeitpunkt<sub>post tDCS</sub> \* tDCS<sub>real</sub>) müsste ein deutlicher Anstieg des Bildverständnisses zu erkennen sein. Um Differenzen hinsichtlich des Bildverständnisses zu untersuchen, wurde eine 3-faktorielle mixed ANOVA mit 2 (Zeitpunkt: Prä-tDCS, post-tDCS) \* 2 (tDCS: Reale Stimulation, schein Stimulation) \* 3 (Valenz: Negativ, positiv, neutral) als Innersubjektfaktoren über die Mittelwerte der Verständnisbewertung gerechnet ( $N = 16$ ). Der Mauchly Test zeigt, dass die Annahme der Sphärizität für den Haupteffekt Valenz verletzt ist. Im Falle einer Sphärizitätsverletzung wurde die Greenhouse Geisser Korrektur verwendet dies ist im Weiteren den korrigierten Freiheitsgraden zu entnehmen. Für den Bearbeitungszeitpunkt, also die Aufgabenbearbeitung vor oder nach der tDCS, wurde kein signifikanter Haupteffekt festgestellt  $F(1, 16) = .989$   $p = .335$ ,  $\eta^2_p = .058$ . Ebenso blieb ein signifikanter Haupteffekt für die tDCS (Reale vs. Scheinstimulation) aus  $F(1, 16) = .679$ ,  $p = .422$ ,  $\eta^2_p = .041$ . Die Interaktion zwischen dem Bearbeitungszeitpunkt und der tDCS war nicht signifikant  $F(1, 16) = 1.58$ ,  $p = .226$ ,  $\eta^2_p = .090$ . Für die Valenz konnte ein signifikanter Haupteffekt festgestellt werden  $F(1.40, 22.43) = 50.79$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2_p = .760$ . Paarweise-Vergleiche der

Valenzkategorien mit der Bonferroni-Korrektur zeigen sowohl signifikante Effekte zwischen den Valenzkategorien positiv, neutral und negativ ( $p < .001$ ) als auch zwischen den Valenzkategorien neutral und negativ ( $p = .044$ ). Die Mittelwerte der Verständnisbewertung über die drei Valenzkategorien zeigen, dass Bilder der positiven Valenzkategorie im Vergleich zu neutralen und negativen besser verstanden wurden (siehe Abbildung 5). Die Interaktion zwischen Bearbeitungszeitpunkt und Valenz war nicht signifikant  $F(2, 25.96) = .479, p = .624, \eta^2_p = .029$ . Die Interaktion zwischen Valenz und tDCS ebenfalls nicht  $F(1.16, 18.58) = .725, p = .452, \eta^2_p = .043$ . Die Dreifachinteraktion (Zeitpunkt \* tDCS \* Valenz) war nicht signifikant  $F(1.49, 23.89) = .965, p = .371, \eta^2_p = .057$ . Abbildung 5 veranschaulicht den signifikanten Haupteffekt des Faktors Valenz unter Berücksichtigung des Bearbeitungszeitpunktes und der Art der tDC-Stimulation.

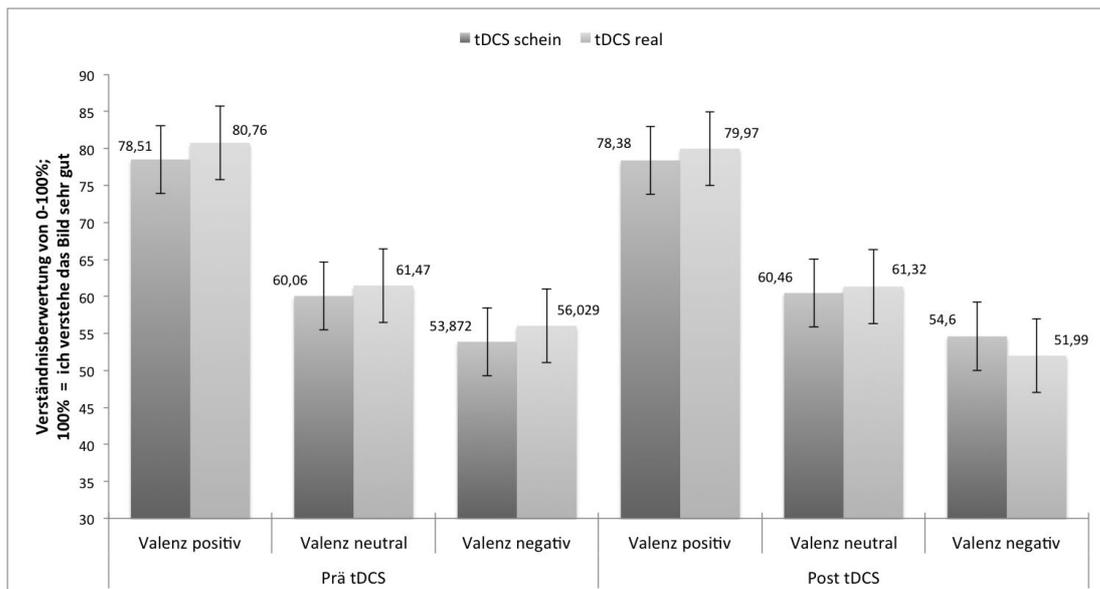


Abbildung 5. Verständnisbewertung, aufgeteilt nach dem Bearbeitungszeitpunkt, tDCS und der Valenzkategorie (Fehlerbalken zeigen Standardfehler).

### 6.1.1 Der zeitliche Abstand zwischen den Testungen und das Verständnis

Der zeitliche Abstand zwischen den beiden Testungen variierte teilweise erheblich. Dieser zeitlich unterschiedliche Abstand zwischen den Testungen könnte sich auf die Verständnisbewertung ausgewirkt haben. Daher wurden mit einem Mediansplit zwei Intervallgruppen, Gruppe 1 < 5.5 Tage ( $M = 2.77$ ,  $SD = 1,2$ ;  $N = 9$ ) und Gruppe 2 > 5.5 Tage ( $M = 19.25$ ,  $SD = 12,5$ ;  $N = 8$ ), gebildet. Mögliche Unterschiede zwischen den Gruppen wurden mit einer 4-faktoriellen mixed ANOVA mit 2 (Zeitpunkt: Prä-tDCS, post-tDCS) \* 2 (tDCS: Reale Stimulation, schein Stimulation) \* 3 (Valenz: Negativ, positiv, neutral) als Innersubjektfaktoren und der Intervallgruppe als Zwischensubjektfaktor über die Mittelwerte der Verständnisbewertung berechnet. Für keinen Faktor oder deren Interaktionen wurden signifikante Effekte festgestellt. Weder die Interaktion Bearbeitungszeitpunkt \* Intervall  $F(1, 15) = 2.26$ ,  $p = .154$ ,  $\eta^2_p = .131$ , tDCS \* Intervall  $F(1, 15) = .275$ ,  $p = .608$ ,  $\eta^2_p = .018$ , noch Valenz \* Intervall  $F(1.43, 21.58) = 3.60$ ,  $p < .058$ ,  $\eta^2_p = .194$  waren signifikant. Die beiden Dreifachinteraktionen Bearbeitungszeitpunkt \* Valenz \* Intervall  $F(1, 15) = .142$ ,  $p = .712$ ,  $\eta^2_p = .009$  sowie Bearbeitungszeitpunkt \* tDCS \* Intervall  $F(1.51, 22.67) = 1.50$ ,  $p = .242$ ,  $\eta^2_p = .091$  wiesen keine signifikanten Effekte auf. Die Interaktion aller vier Faktoren Bearbeitungszeitpunkt \* tDCS \* Valenz \* Intervall war nicht signifikant  $F(1.49, 22.38) = .279$ ,  $p = .732$ ,  $\eta^2_p = .015$ . Es ergibt sich ein nicht signifikanter Effekt für den Zwischensubjektfaktor Intervallgruppe  $F(1, 15) = .970$   $p = .340$ ,  $\eta^2_p = .061$ . Das Zeitintervall wirkt sich nicht auf die Verständnisbewertung aus.

### 6.1.2 Das Bilderset (AB vs. BA) und das Verständnis

In Folge der balancierten Vorgabe der Bildersets (AB, BA) ist es wichtig mögliche Reihenfolgeeffekte der Bildersets zu überprüfen. Gemäß der Vorstudie II unterscheiden sich die Bildersets nicht signifikant voneinander. Mögliche Unterschiede in der Verständnisbewertung wurden mit einer 4-faktoriellen mixed ANOVA mit 2 (Zeitpunkt: Prä-tDCS, post-tDCS) \* 2 (tDCS: Reale Stimulation, schein

Stimulation) \* 3 (Valenz: Negativ, positiv, neutral) als Innersubjektfaktoren und die Vorgabe der Bildersets (AB vs. BA) als Zwischensubjektfaktor berechnet. Die Annahme der Sphärizität war für die Interaktion tDCS \* Valenz verletzt. Für keinen Faktor oder deren Interaktionen wurden signifikante Effekte festgestellt. Es gab keine signifikanten Effekte für die Interaktionen zwischen Bearbeitungszeitpunkt \* Bilderset  $F(1, 15) = .363$   $p = .556$ ,  $\eta^2_p = .029$ , zwischen tDCS \* Bilderset  $F(1, 15) = .009$   $p = .926$ ,  $\eta^2_p = .001$ , zwischen Valenz \* Bilderset  $F(2, 30) = .793$   $p = .462$ ,  $\eta^2_p = .050$ , zwischen Bearbeitungszeitpunkt \* Valenz \* Bilderset  $F(2, 30) = .605$   $p = .554$ ,  $\eta^2_p = .039$ , zwischen tDCS \* Valenz \* Bilderset  $F(1.09, 16.41) = .542$   $p = .488$ ,  $\eta^2_p = .035$ . Ebenso war die Vierfachinteraktion zwischen Bearbeitungszeitpunkt \* tDCS \* Valenz \* Bilderset  $F(1.54, 23.19) = 1.72$   $p = .195$ ,  $\eta^2_p = .103$  nicht signifikant. Für den Zwischensubjektfaktor Bilderset (AB vs. BA) war kein signifikanter Effekt festzustellen  $F(1, 15) = .075$   $p = .782$ ,  $\eta^2_p = .005$ . Ein Reihenfolgeeffekt ist auszuschließen. Zusätzlich zu der Verständnisbewertung wurde die Reaktionszeit der Probanden während dieser erfasst. Die Ergebnisse werden im Folgenden angeführt.

### 6.1.3 Die Reaktionszeit bei der Verständnisbewertung

Möglicherweise wirkt sich die reale tDC-Stimulation, auf Grund der Zugehörigkeit des IDLPFCs zum Arbeitsgedächtnis (Wu et al., 2014), auf die Reaktionszeit aus. Um Differenzen hinsichtlich der Reaktionszeit der Verständnisbewertung zu untersuchen, wurde eine 3-faktorielle mixed ANOVA mit 2 (Zeitpunkt: Prä-tDCS, post-tDCS) \* 2 (tDCS: Reale Stimulation, schein Stimulation) \* 3 (Valenz: Negativ, positiv, neutral) als Innersubjektfaktoren über die Mittelwerte der Reaktionszeit der Verständnisbewertung gerechnet. Für den Bearbeitungszeitpunkt, also die Aufgabenbearbeitung vor oder nach der tDCS, unabhängig von der Art der Stimulation, wurde ein signifikanter Haupteffekt festgestellt  $F(1, 16) = 19.77$   $p < .001$ ,  $\eta^2_p = .553$ . Die Mittelwerte der Reaktionszeit über die Verständnisbewertung ergeben eine verkürzte Reaktionszeit zum zweiten Bearbeitungszeitpunkt – also nach der tDCS, aber unabhängig von der Art der

Stimulation ( $M_{\text{Reaktionszeit prä-tDCS}} = 4221, SD = 420,51$ ) und ( $M_{\text{Reaktionszeit post-tDCS}} = 3165, SD = 340,91$ ). Entgegen der Vermutung wurden die Probanden zum zweiten Bearbeitungszeitpunkt um 1,06 Sekunden schneller, dies aber unabhängig von der Art der Stimulation. Für die tDCS wurde kein signifikanter Haupteffekt festgestellt  $F(1, 16) = .789$   $p = .388$ ,  $\eta^2_p = .042$ , während den Ergebnissen der Verständnisbewertung entsprechend, ein signifikanter Haupteffekt für die Valenz hinsichtlich der Reaktionszeit festgestellt wurde  $F(1, 16) = 31.44$   $p < .001$ ,  $\eta^2_p = .663$ . Paarweise-Vergleiche der Valenzkategorien mit der Bonferroni-Korrektur weisen signifikante Effekte zwischen den Valenzkategorien positiv, neutral und negativ ( $p < .001$ ) sowie zwischen den Valenzkategorien neutral und negativ ( $p = .010$ ) auf. Die Mittelwerte der Reaktionszeit hinsichtlich der Valenzkategorien erstrecken sich von ( $M_{\text{Valenz positiv}} = 3247, SD = 340,28$ ) über ( $M_{\text{Valenz neutral}} = 3742, SD = 355,41$ ) bis zu ( $M_{\text{Valenz negativ}} = 4089, SD = 408,12$ ). Bilder der positiven Valenzkategorie wurden um 0,84 Sekunden schneller bewertet als jene der negativen Valenzkategorie. Keine signifikanten Interaktionseffekte wurden für die Kombinationen Bearbeitungszeitpunkt \* tDCS  $F(1, 16) = .465$   $p = .505$ ,  $\eta^2_p = .028$  sowie Bearbeitungszeitpunkt \* Valenz  $F(2, 32) = 1.92$   $p = .162$ ,  $\eta^2_p = .108$  als auch für tDCS \* Valenz  $F(2, 32) = .050$   $p = .951$ ,  $\eta^2_p = .003$  ermittelt. Für die Kombination aller drei Faktoren Bearbeitungszeitpunkt \* tDCS \* Valenz wurde ebenfalls kein signifikanter Interaktionseffekt ermittelt  $F(2, 32) = .660$   $p = .524$ ,  $\eta^2_p = .040$ . Die Mittelwerte der Faktorenkombination Bearbeitungszeitpunkt \* tDCS \* Valenz zeigen eine beschleunigte Reaktion zum zweiten Bearbeitungszeitpunkt über alle drei Valenzkategorien und unabhängig von der Art der tDCS. Abbildung 6 zeigt eine deutlich verkürzte Antwortzeit zu der Post- tDCS Bedingung, allerdings unabhängig von der Art der Stimulation und den Valenzkategorien.

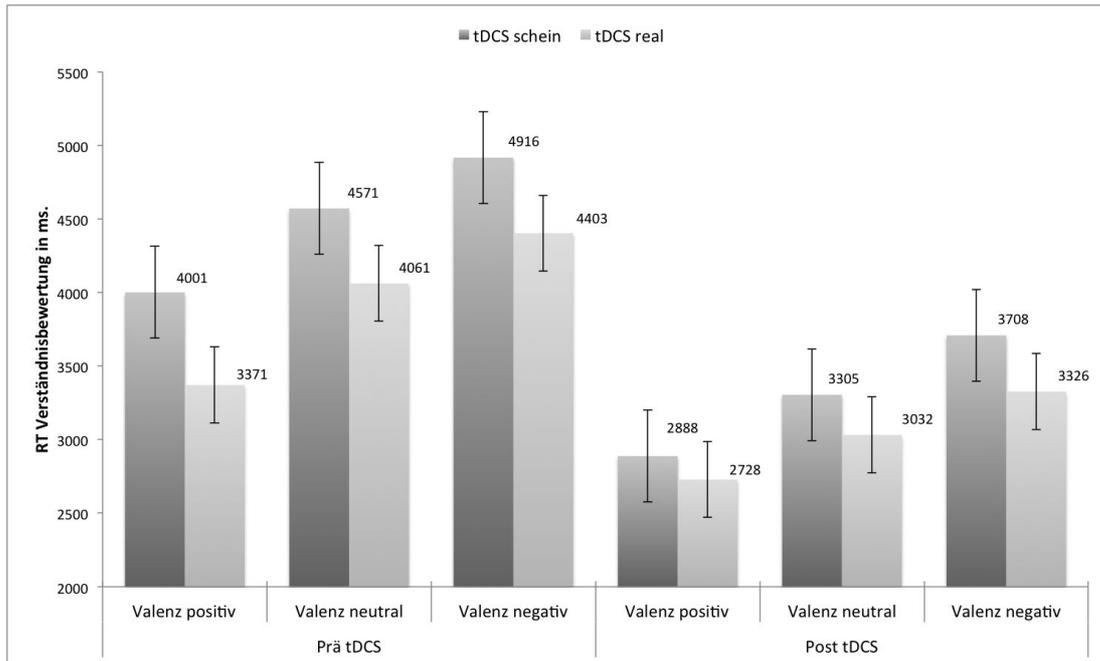


Abbildung 6. RT der Verständnisbewertung, aufgeteilt nach dem Bearbeitungszeitpunkt, tDCS und der Valenzkategorie (Fehlerbalken zeigen Standardfehler).

## 6.2 Ergebnisse der Farbigkeitsbewertung

Als Kontrollvariable wurde entsprechend der Studie von Cattaneo et al. (2013) die Farbigkeit erhoben. Für die Farbigkeit als formalen Aspekt der Bildwahrnehmung (Leder et al., 2004) wurden weder bezüglich des Bearbeitungszeitpunktes noch der tDCS oder der Valenzkategorien Unterschiede erwartet. Unterschiede bezüglich der Farbigkeitsbewertung wurden mit einer dem Bildverständnis entsprechenden 3-faktorielle mixed ANOVA über die Mittelwerte der Farbigkeitsbewertung berechnet ( $N = 17$ ). Der Mauchly Test zeigt, dass die Annahme der Sphärizität für den Haupteffekt der Valenz verletzt ist. Für den Bearbeitungszeitpunkt wurde kein signifikanter Haupteffekt festgestellt  $F(1, 16) = 1.17$   $p = .295$ ,  $\eta^2_p = .068$ . Ebenso blieb ein signifikanter Haupteffekt für die tDCS (Reale vs. Scheinstimulation) aus  $F(1, 16) = .101$ ,  $p = .755$ ,  $\eta^2_p = .006$ . Für die Valenz wurde ein signifikanter Haupteffekt festgestellt  $F(1.14, 18.28) = 153.66$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2_p = .906$ . Paarweise-Vergleiche der Valenzkategorien mit der Bonferroni-Korrektur zeigen signifikante Effekte zwischen allen drei Valenzkategorien (positiv, neutral und negativ) ( $p < .001$ ). Die Mittelwerte

der Farbigkeitsbewertung über die drei Valenzkategorien zeigen, dass Bilder der positiven Valenzkategorie im Vergleich zur neutralen und negativen als farbiger bewertet wurden (vgl. Abbildung 7). Keine signifikanten Interaktionseffekte wurden für die Kombinationen Bearbeitungszeitpunkt \* tDCS  $F(1, 16) = .035$   $p = .855$ ,  $\eta^2_p = .002$  sowie Bearbeitungszeitpunkt \* Valenz  $F(1.97, 31.53) = .768$   $p = .471$ ,  $\eta^2_p = .046$  und tDCS \* Valenz  $F(1.98, 31.79) = .185$   $p = .831$ ,  $\eta^2_p = .011$  festgestellt. Für die Kombination aller drei Faktoren Bearbeitungszeitpunkt \* tDCS \* Valenz wurde kein signifikanter Interaktionseffekt ermittelt  $F(2, 32) = 1.80$   $p = .180$ ,  $\eta^2_p = .102$ . Abbildung 7 zeigt ebenso wie bei der Verständnisbewertung einen signifikanten Haupteffekt für die Valenz, unabhängig von der Art der tDCS und des Bearbeitungszeitpunktes.

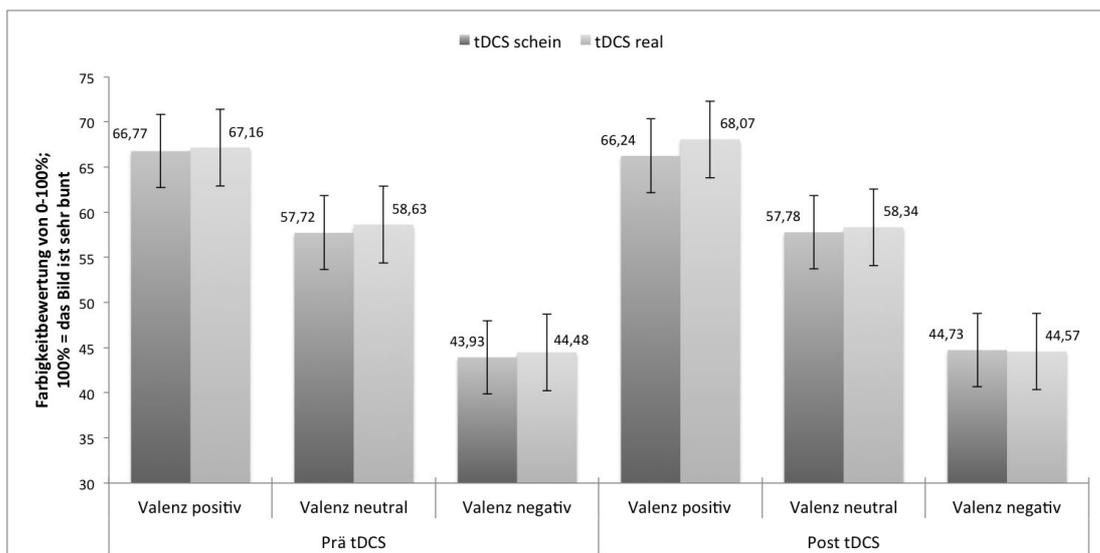


Abbildung 7. Farbigkeitsbewertung, aufgeteilt nach dem Bearbeitungszeitpunkt, tDCS und der Valenzkategorie (Fehlerbalken zeigen Standardfehler).

### 6.2.1 Der zeitliche Abstand zwischen den Testungen und die Farbigkeitsbewertung

Entsprechend der Berechnung bei der Verständnisbewertung wurden mit einem Mediansplit zwei Intervallgruppen, Gruppe 1 < 5.5 Tage ( $M = 3$ ,  $SD = 1,4$ ;  $N =$

6) und Gruppe 2 > 5.5 Tage ( $M = 25.66$ ,  $SD = 6,5$ ;  $N = 11$ ), gebildet. Mögliche Unterschiede zwischen den Gruppen wurden mit einer 4-faktoriellen mixed ANOVA mit 2 (Zeitpunkt: Prä-tDCS, post-tDCS) \* 2 (tDCS: Reale Stimulation, schein Stimulation) \* 3 (Valenz: Negativ, positiv, neutral) als Innersubjektfaktoren und den Intervallgruppen als Zwischensubjektfaktor berechnet. Für keinen Faktor oder deren Interaktionen wurden signifikante Effekte festgestellt. Die Interaktionen waren sowohl zwischen Bearbeitungszeitpunkt \* Intervall  $F(1, 15) = 2.16$   $p = .163$ ,  $\eta^2_p = .126$ , tDCS \* Intervall  $F(1, 15) = .319$   $p = .581$ ,  $\eta^2_p = .021$  als auch zwischen Valenz \* Intervall  $F(1.11, 16.64) = .628$   $p = .455$ ,  $\eta^2_p = .040$  nicht signifikant. Für die Dreifachinteraktionen zwischen Bearbeitungszeitpunkt \* tDCS \* Intervall  $F(1, 15) = .069$   $p = .796$ ,  $\eta^2_p = .005$ , Bearbeitungszeitpunkt \* Valenz \* Intervall  $F(1.93, 29.88) = 1.84$   $p = .176$ ,  $\eta^2_p = .110$  und tDCS \* Valenz \* Intervall  $F(1.97, 29.68) = .323$   $p = .727$ ,  $\eta^2_p = .021$  konnten keine signifikanten Effekte ermittelt werden. Auch die Vierfachinteraktion Bearbeitungszeitpunkt \* tDCS \* Valenz \* Intervall war nicht signifikant  $F(1.82, 27.41) = 1.04$   $p = .361$ ,  $\eta^2_p = .065$ . Unterstrichen wird dies von einem nicht signifikanten Effekt des Zwischensubjektfaktors Intervall  $F(1, 15) = .022$   $p = .884$ ,  $\eta^2_p = .001$ . Das Zeitintervall wirkt sich nicht auf die Farbigkeitsbewertung aus.

### 6.2.2 Das Bilderset (AB vs. BA) und die Farbigkeit

Mögliche Reihenfolgeeffekte der Bildersetsvorgabe wurden mit einer 4-faktoriellen mixed ANOVA (vgl. 6.2.1) mit der Bildersetsvorgabe (AB vs. BA) als Zwischensubjektfaktor berechnet. Nicht signifikant waren die Interaktionen zwischen Bearbeitungszeitpunkt \* Bilderset  $F(1, 15) = 3.51$   $p = .080$ ,  $\eta^2_p = .190$  sowie zwischen tDCS \* Bilderset  $F(1, 15) = .003$   $p = .960$ ,  $\eta^2_p = .000$  und Valenz \* Bilderset  $F(1.17, 17.54) = 2.76$   $p = .110$ ,  $\eta^2_p = .156$ . Die Dreifachinteraktionen fielen als weitere Ergebnisse ebenfalls nicht signifikant aus: Die Interaktion zwischen Bearbeitungszeitpunkt \* tDCS \* Bilderset  $F(1, 15) = .801$   $p = .385$ ,  $\eta^2_p = .051$  sowie die Interaktion zwischen Bearbeitungszeitpunkt \* Valenz \* Bilderset  $F(1.96, 29.43) = .519$   $p = .600$ ,  $\eta^2_p = .033$  und die Interaktion der Faktoren tDCS \* Valenz \* Bilderset

$F(1.90, 28.56) = 1.99$   $p = .156$ ,  $\eta^2_p = .117$  waren nicht signifikant. Ausschließlich für die Kombination aller vier Faktoren (Bearbeitungszeitpunkt\* tDCS\* Valenz\* Bilderset) wurde ein signifikanter Interaktionseffekt ermittelt  $F(1.97, 29.68) = 6.01$   $p = .007$ ,  $\eta^2_p = .286$ . Die deskriptiven Ergebnisse weisen auf einen schwachen Trend in Richtung des Bildersets AB, nach einer realen tDC-Stimulation, hin (siehe Tabelle 2). Wenngleich sich ein nicht signifikanter Effekt für den Zwischensubjektfaktor Bilderset (AB vs. BA)  $F(1, 15) = .212$   $p = .652$ ,  $\eta^2_p = .014$  ergab.

Tabelle 2

*Mittelwerte (Standardabweichungen) der vierfach Interaktion  
Bilderset\*Bearbeitungszeitpunkt\*tDCS\*Valenz*

Valenzkategorie	Bilderset AB			
	Prä tDCS		Post tDCS	
	Reale tDCS	Schein tDCS	Reale tDCS	Schein tDCS
Negativ	43,33 (2,62)	42,20 (2,48)	44,15 (2,35)	44,63 (2,26)
Neutral	57,15 (1,93)	58,70 (1,82)	59,57 (2,03)	59,63 (1,80)
Positiv	68,46 (1,67)	67,60 (2,12)	69,31 (2,43)	70,41 (2,34)

Tabelle 2

*Fortsetzung*

Valenzkategorie	Bilderset BA			
	Prä tDCS		Post tDCS	
	Reale tDCS	Schein tDCS	Reale tDCS	Schein tDCS
Negativ	44,60 (2,78)	47,58 (2,63)	44,85 (2,49)	44,50 (2,39)
Neutral	58,36 (2,04)	56,73 (1,93)	57,58 (2,15)	56,89 (1,90)
Positiv	64,87 (1,78)	64,72 (2,25)	64,74 (2,57)	65,44 (2,48)

### 6.2.3 Die Reaktionszeit bei der Farbigkeitsbewertung

Wie bei der Verständnisbewertung wurde die Reaktionszeit der Probanden erhoben. Auch hier wurde eine schnellere Reaktion nach der realen tDCS vermutet.

Mögliche Unterschiede hinsichtlich der Reaktionszeit bei der Farbigkeitsbewertung wurden mit einer 3-faktoriellen mixed Anova entsprechend der Reaktionszeit bei der Verständnisbewertung berechnet. Für den Bearbeitungszeitpunkt konnte ein signifikanter Haupteffekt festgestellt werden  $F(1, 16) = 7.74$   $p = .013$ ,  $\eta^2_p = .326$ . Allerdings war dieser Effekt nicht auf die Art der tDCS zurückzuführen. Die tDCS war nicht signifikant  $F(1, 16) = .636$   $p = .437$ ,  $\eta^2_p = .038$ . Dieses Ergebnis wird durch die Mittelwerte der Reaktionszeit ( $M_{\text{Reaktionszeit prä-tDCS}} = 2559$ ,  $SD = 201,88$ ) und ( $M_{\text{Reaktionszeit post-tDCS}} = 2253$ ,  $SD = 177,28$ ) unterstrichen. Für den Faktor Valenz war überdies kein signifikanter Effekt nachzuweisen  $F(2, 32) = 2.83$ ,  $p = .074$ ,  $\eta^2_p = .150$ . Nicht signifikant waren zudem die Interaktionen zwischen Bearbeitungszeitpunkt \* tDCS  $F(1, 16) = .213$   $p = .651$ ,  $\eta^2_p = .013$  sowie zwischen Bearbeitungszeitpunkt \* Valenz  $F(2, 32) = .796$   $p = .460$ ,  $\eta^2_p = .047$  als auch zwischen tDCS \* Valenz  $F(2, 32) = .280$   $p = .758$ ,  $\eta^2_p = .017$ . Die Dreifachinteraktion Bearbeitungszeitpunkt \* tDCS \* Valenz wies ebenfalls keinen signifikanten Effekt auf  $F(2, 32) = .369$   $p = .694$ ,  $\eta^2_p = .023$ . Abbildung 8 zeigt eine deutlich verkürzte Reaktionszeit nach der tDC-Stimulation. Die Art der Stimulation zeigte keinen signifikanten Effekt.

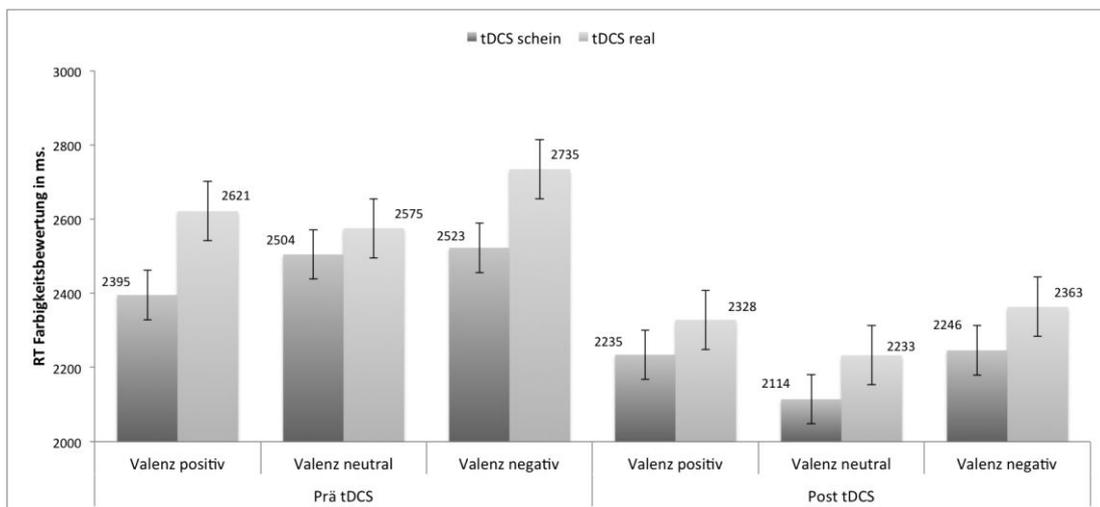


Abbildung 8. RT der Farbigkeitsbewertung, aufgeteilt nach dem Bearbeitungszeitpunkt, tDCS und der Valenzkategorie (Fehlerbalken zeigen Standardfehler).

### 6.3 Fragebogenergebnisse

Zusätzlich zu den beiden Skalen Verständnis und Farbigkeit wurden den Probanden jeweils drei Fragebögen, hinsichtlich der interessierenden Kontrollvariablen vorgegeben.

#### 6.3.1 PANAS

Die Auswertung des PANAS für die Stichprobe *Verständnisbewertung* ( $N = 16$ ) erfolgt hinsichtlich zweier Gesamtwerte (positiv, negativ) und wurde zu beiden Testungen direkt nach der tDC-Stimulation (siehe Tabelle 1), unabhängig von deren Ausprägung, vorgegeben. Der Mittelwert der positiven Items lag bei der ersten Testung bei 2.77 ( $SD = .744$ ) und bei der zweiten Testung bei 2.40 ( $SD = .862$ ), während die Gesamtwerte der negativen Items um den Mittelwert 1 angesiedelt waren ( $M_{1. Testung} = 1.08$ ,  $SD = .102$ ) und ( $M_{2. Testung} = 1.15$ ,  $SD = .348$ ). Die Probanden der Aufgabenstellung *Verständnisbewertung* wiesen während der beiden Testungen einen positiven Gemütszustand auf und unterschieden sich nicht signifikant von einander. Im Folgenden werden mögliche Zusammenhänge zwischen dem Gemütszustand und der Verständnisbewertung untersucht.

#### 6.3.2 PANAS und das Verständnis

Der Gemütszustand einer Person beeinflusst die ästhetische Erfahrung (Leder et al., 2004). Das Verständnis ist Teil der ästhetischen Erfahrung und wird möglicherweise durch den Gemütszustand beeinflusst. Um einen Zusammenhang zwischen dem aktuellen Gemütszustand zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt und den Verständnisbewertungen festzustellen wurde eine Korrelationsanalyse nach Pearson (2. Seitig) durchgeführt. Dabei wurden die Summenwerte des PANAS (positiv, negativ) über die Durchschnittswerte pro Person über die Faktorstufenkombinationen (Bearbeitungszeitpunkt \* tDCS \* Valenz) korreliert. Da der PANAS zu beiden Untersuchungsterminen vorgegeben wurde erfolgt ein Vergleich der beiden Termine. Für den ersten Termin wurde eine signifikante Korrelation zwischen den positiven Werten des PANAS und der

Faktorstufenkombination (Zeitpunkt<sub>post-tDCS</sub> \* tDCS<sub>real</sub> \* Valenz<sub>negativ</sub>) von  $r(15) = .635$ ,  $p < .001$  festgestellt. Für alle weiteren Faktorstufenkombinationen des ersten Termins wurden keine signifikanten Zusammenhänge mit dem PANAS festgestellt. Für den zweiten Termin wurden leicht signifikante Zusammenhänge zwischen den positiven Werten des PANAS und den Faktorstufenkombinationen (Zeitpunkt<sub>pre-tDCS</sub> \* tDCS<sub>Real</sub> \* Valenz<sub>neutral</sub>) von  $r(15) = .484$ ,  $p < .001$ . und (Zeitpunkt<sub>post-tDCS</sub> \* tDCS<sub>real</sub> \* Valenz<sub>positiv</sub>) von  $r(15) = .493$ ,  $p < .001$ ., festgestellt. Für alle weiteren Faktorstufenkombinationen des zweiten Termins wurden keine signifikanten Zusammenhänge mit dem PANAS festgestellt. Die heterogenen Korrelationen deuten darauf hin, dass die aktuelle Gemütslage keinen signifikanten Einfluss auf das Verständnisurteil hatte.

### 6.3.3 KiF

Die Kunstexpertise einer Person beeinflusst die ästhetische Erfahrung (Leder et al., 2004). Der Teil A des KiF wurde 16 Probanden am Ende des zweiten Termins vorgegeben, um Kunstinteresse/Expertise als Kontrollvariable zu erheben. Dabei lag der Mittelwert bei 57.00 ( $SD = 15.67$ ). Dieser Mittelwert weist auf ein durchschnittliches Kunstinteresse hin und deckt sich mit der aus Kunstlaien bestehenden Stichprobe (hauptsächlich Studenten der Psychologie). Im Folgenden werden mögliche Unterschiede zwischen den Kunstinteressegruppen hinsichtlich der Verständnisbewertung überprüft.

### 6.3.4 KiF und das Verständnis

Die Summenwerte des Kunstinteresse Fragebogens wurden mittels Tertilen in Kunstinteressegruppen ( $N_{\text{interessiert}} = 5$ ,  $N_{\text{wenig interessiert}} = 5$ ,  $N_{\text{nicht interessiert}} = 6$ ) aufgeteilt. Der Summenscore hat einen Range von 30 bis 84. Die Summenscores 30 bis 52 werden als nicht kunstinteressiert, die Scores 57 bis 63 als wenig kunstinteressiert und die Scores 66 bis 84 als kunstinteressiert bezeichnet. Um den Einfluss des Kunstinteresses auf die Verständnisbewertung zu überprüfen wurde eine 4-faktorielle mixed ANOVA mit 2 (Zeitpunkt: Prä-tDCS, post-tDCS) \* 2 (tDCS:

Reale Stimulation, schein Stimulation) \* 3 (Valenz: Negativ, positiv, neutral) als Innersubjektfaktoren und den Interessegruppen (interessiert, wenig interessiert, nicht interessiert) als Zwischensubjektfaktor über die Mittelwerte der Verständnisbewertung gerechnet. Für keine der Interaktionen wurde ein signifikanter Effekt festgestellt ( $p$ 's, > .074). Es ergibt sich überdies ein nicht signifikanter Effekt für den Zwischensubjektfaktor Interessengruppe  $F(2, 14) = 1.77$   $p = .205$ ,  $\eta^2_p = .203$ . Ein Einfluss des Kunstinteresses auf das Verständnisurteil ist statistisch nicht signifikant nachzuweisen.

### 6.3.5 ECS

Die ECS Skala (Doherty, 1997) wurde 15 Probanden (ein Proband musste auf Grund eines technischen Datenverlustes ausgeschlossen werden) am Ende des zweiten Termins vorgegeben, um das emotionale Ansteckungsvermögen als Kontrollvariable zu erheben. Der Mittelwert lag bei 3.28 ( $SD = .415$ ). Dieser Wert steht bei einem Maximum von 4.0 für eine Stichprobe mit einem ausgeprägten emotionalen Ansteckungsvermögen. Unterschiede zwischen den gebildeten Gruppen der EC-Skala hinsichtlich der Verständnisbewertung werden anschließend überprüft.

### 6.3.6 ECS und das Verständnis

Die Summenmittelwerte der ECS wurden mittels Tertilen in Gruppen ( $N_{\text{sehr einfühlbar}} = 5$ ,  $N_{\text{wenig einfühlbar}} = 5$ ,  $N_{\text{nicht einfühlbar}} = 5$ ) aufgeteilt. Der Summenscore hat einen Range von 2,60 bis 3,93. Die Summenscores 2,60 bis 3,13 werden als nicht einfühlbar und die Scores 3,20 bis 3,47 als wenig einfühlbar bezeichnet. Die Scores 3,53 bis 3,93 beschreiben die einfühlbare Gruppe. Um den Einfluss des Einfühlungsvermögens auf die Verständnisbewertung zu überprüfen, wurde eine 4-faktorielle mixed ANOVA mit den selben Innersubjektfaktoren wie oben (6.3.4) und dem Einfühlungsvermögen (ECS: sehr einfühlbar, wenig einfühlbar, nicht einfühlbar) als Zwischensubjektfaktor gerechnet. Ein signifikanter Interaktionseffekt wurde ausschließlich für die Kombination Bearbeitungszeitpunkt

\* tDCS \* ECS festgestellt  $F(2, 13) = 3.87, p = .048, \eta^2_p = .373$ . Wenngleich die Vierfachinteraktion Bearbeitungszeitpunkt \* tDCS \* Valenz \* ECS nicht signifikant war  $F(2.57, 17.73) = 1.73, p = .203, \eta^2_p = .210$ . Ebenso wies der Zwischensubjektfaktor Einfühlungsvermögen keine Signifikanz auf  $F(2, 13) = .135, p = .875, \eta^2_p = .020$ . Ein statistisch signifikanter Einfluss des Einfühlungsvermögens ist nicht nachzuweisen. Dennoch weisen die Mittelwerte der Verständnisbewertung über die Kombination Bearbeitungszeitpunkt \* tDCS \* ECS einen Trend in Richtung der zweiten Tertil-Gruppe, also der einfühlsamen Probanden, auf (siehe Abbildung 9). Probanden mit Einfühlungsvermögen verstehen die Bilder, verglichen mit Probanden deren Einfühlungsvermögen ausgeprägter oder geringer ist, minimal besser. Zu beachten ist, dass die erhobene Stichprobe generell als einfühlsam zu bezeichnen ist.

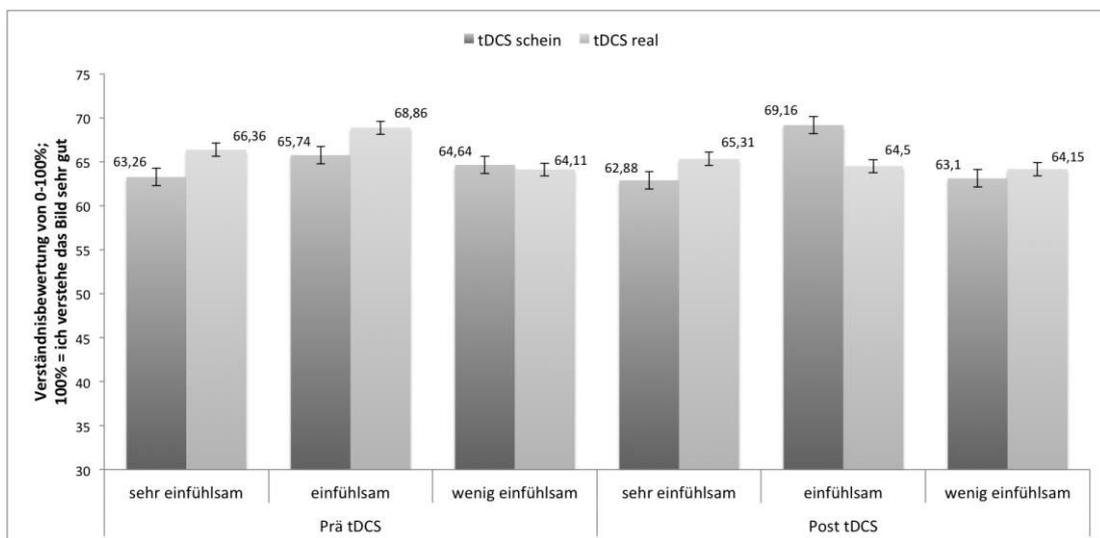


Abbildung 9. Verständnisbewertung, aufgeteilt nach dem Bearbeitungszeitpunkt, tDCS und den Tertil-Gruppen der EC-Skala (Fehlerbalken zeigen Standardfehler).

## 6.4 Fragebogen und die Farbigkeit

### 6.4.1 PANAS

Der Fragebogen wurde 17 Probanden vorgegeben, dabei lag der Mittelwert positiver Items während der ersten Testung bei 3.05 ( $SD = .352$ ) und bei der zweiten bei 3.05 ( $SD = .671$ ). Die Gesamtwerte der negativen Items lagen bei der ersten Testung bei einem Mittelwert von 1.14 ( $SD = .169$ ) und bei einem Mittelwert 2. Testung von 1.17 ( $SD = .258$ ). Die Gesamtwerte der positiven Items unterscheiden sich zwischen der ersten und zweiten Testung, unabhängig von der Art der Stimulation, nicht. Die Probanden waren zum Zeitpunkt der Farbigkeitsbewertung in einem positiven Gemütszustand. Die Gesamtwerte der negativen Items unterscheiden sich ebenfalls nicht signifikant. Im Folgenden werden mögliche Zusammenhänge des Gemütszustandes der Probanden und der Farbigkeitsbewertung überprüft.

### 6.4.2 PANAS und die Farbigkeit

Entsprechend der Verständnisbewertung wurde auch bei der Farbigkeitsbewertung eine Korrelationsanalyse nach Pearson (2. Seitig) gerechnet. Für den ersten Termin wurden keine signifikanten Korrelationen festgestellt. Für den zweiten Termin wurde ein leicht signifikanter Zusammenhang zwischen den positiven Werten des PANAS und der Faktorstufenkombination (Zeitpunkt  $_{pre-tDCS}$ ,  $tDCS_{schein}$ , Valenz  $_{positiv}$ ) von  $r(16) = .482$ ,  $p = .050$ . festgestellt. Für keine weitere Faktorstufenkombination des zweiten Termins wurden signifikante Zusammenhänge festgestellt. Ein Zusammenhang zwischen der aktuellen Gemütslage und dem Farbigkeitsurteil kann nicht statistisch signifikant nachgewiesen werden

#### 6.4.3 KiF

Der Teil A des KiFs wurde 17 Probanden am Ende des zweiten Termins vorgegeben. Dabei lag der Mittelwert bei 60.88 ( $SD = 14.42$ ), dieser entspricht einem durchschnittlichen Kunstinteresse. Unterschiede in der Farbigkeitsbewertung auf Grund des unterschiedlichen Kunstinteresses werden folgend überprüft.

#### 6.4.4 KiF und die Farbigkeit

Es wurden Kunstinteressegruppen mittels Tertilen gebildet ( $N_{\text{interessiert}} = 5$ ; Scores 70- 86,  $N_{\text{wenig interessiert}} = 5$ ; Scores 59- 68,  $N_{\text{nicht interessiert}} = 7$ ; Scores 23- 57). Der Range des Summenscores reichte von 23 bis 86. Mit einer 4-faktoriellen mixed ANOVA wurden mögliche Auswirkungen des Kunstinteresses auf die Farbigkeitsbewertung überprüft. Die ANOVA wurde mit 2 (Zeitpunkt: Prä-tDCS, post-tDCS) \* 2 (tDCS: Reale Stimulation, schein Stimulation) \* 3 (Valenz: Negativ, positiv, neutral) als Innersubjektfaktoren und den Interessegruppen (interessiert, wenig interessiert, nicht interessiert) als Zwischensubjektfaktor über die Mittelwerte der Farbigkeitsbewertung gerechnet. Keine der Interaktionen war signifikant ( $p's > .162$ ). Das Kunstinteresse der Probanden wirkte sich nicht auf die Farbigkeitsbewertung aus.

#### 6.4.5 ECS

Die EC-Skala wurde am Schluss der zweiten Testung vorgegeben. Die Stichprobe Farbigkeitsbewertung ( $N = 17$ ) ist mit einem Mittelwert von 3.25 ( $SD = .556$ ) als einfühlsam, im Sinne eines emotionalen Ansteckungsvermögens, zu bezeichnen. Inwieweit sich diese Ausprägung auf die Farbigkeitsbewertung auswirkt, wird im anschließenden Absatz überprüft.

#### 6.4.6 ECS und die Farbigkeit

Die Aufteilung der Summenmittelwerte des ECS, mit einem Range von 2,07 bis 3,93, erfolgte über Tertile ( $N_{\text{sehr einfühlsam}} = 4$ ,  $N_{\text{wenig einfühlsam}} = 7$ ,  $N_{\text{nicht einfühlsam}} = 6$ ). Die niedrigsten Summenscores von 2,07 bis 3,13 wurden als nicht einfühlsam eingestuft. Gefolgt von den wenig einfühlsamen mit den Scores 3,20 bis 3,60 und schließlich die einfühlsamen beginnend bei 3,73 bis 3,93. Mit einer der Kunstinteresse Fragebogen Analyse entsprechenden 4-faktoriellen mixed ANOVA wurden mögliche Unterschiede der Tertil-Gruppen auf die Farbigkeitsbewertung berechnet. Für keine Interaktion wurde ein signifikanter Effekt festgestellt ( $p$ 's > .212). Ein Einfluss des Einfühlungsvermögens auf die Farbigkeitsbewertung ist statistisch nicht signifikant nachzuweisen.

### 7 Diskussion

Die vorliegende Studie möchte einen weiteren Beitrag zur Spezifikation neuronaler Korrelate der ästhetischen Wahrnehmung, genauer dem IDLPFC, liefern. Ziel der Studie war es, die Auswirkungen der gewählten Manipulation (tDCS: real vs. schein des BA9/46) hinsichtlich des Kunstverständnisses zu überprüfen, um Rückschlüsse auf die Funktion des IDLPFCs zu ziehen. Entgegen den Erwartungen konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden tDCS Bedingungen (real vs. schein) hinsichtlich der Verständnisbewertung festgestellt werden. Der aktuelle Gemütszustand der Probanden war zu beiden Testungen während der Bildbewertung positiv ausgeprägt und ohne bedeutende Variationen. Die drei, anhand der Ergebnisse des Kunstinteresse Fragebogens gebildeten Gruppen, unterschieden sich bezüglich ihrer Verständnisbewertungen nicht signifikant voneinander. Die unterschiedlichen Ausprägungen in der Fähigkeit zur emotionalen Ansteckung wirkten sich ebenfalls nicht signifikant auf die Verständnisbewertung aus. Zwischen den drei, auf den Ergebnissen der „*Emotional Contagion Scale*“ (Doherty, 1997) beruhenden Tertil-Gruppen konnte kein signifikanter Effekt festgestellt werden. Die beiden Bildersets (A & B) sowie der unterschiedliche

zeitliche Abstand zwischen den zwei Testzeitpunkten hatten überdies keine Auswirkungen auf das Bildverständnis der Probanden. Allerdings konnte ein signifikanter Effekt für die Valenzkategorie festgestellt werden. Bilder der positiven Valenzkategorie wurden, unabhängig von der Art der Stimulation und unabhängig vom Bewertungszeitpunkt, signifikant besser verstanden als Bilder der negativen Valenzkategorie. Die Reaktionszeit verkürzte sich deutlich nach der tDC-Stimulation, aber unabhängig von deren Ausprägung. Die Bilder der negativen Valenzkategorie benötigten sowohl vor als auch nach der Stimulation die längste Reaktionszeit.

Für die Kontrollgruppe, deren Aufgabe die Farbigkeitsbewertung war, führten die Ausprägungen von PANAS (Krohne & Kohlmann, 1996), KiF und ECS (Doherty, 1997) zu keinen signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen. Ebenso wie für das Kunstverständnis konnte auch bei der Farbigkeit ausschließlich für die Valenzkategorie ein signifikanter Effekt ermittelt werden. Positive Bilder wurden unabhängig von der Art der Stimulation und dem Bearbeitungszeitpunkt als farbiger bewertet. Die Reaktionszeit nahm nach der Stimulation, unabhängig von deren Ausprägung, signifikant ab. Die Reaktionszeit der Farbigkeitsbewertung war für neutrale Bilder vor und nach der tDCS, ausprägungsunabhängig am kürzesten. Im Folgenden wird detaillierter auf die Ergebnisse eingegangen.

### **7.1 Ergebnisse der tDC-Stimulation**

Die Assoziation des IDLPFCs mit der ästhetischen Wahrnehmung findet mehrheitlich Bestätigung (Cattaneo et al., 2013, 2014; Cela-Conde et al., 2004; Jacobsen & Höfel, 2003; Javadi & Walsh, 2012). Der IDLPFC ist ein Teil des, der ästhetischen Wahrnehmung, zugrundeliegenden Netzwerks (Chatterjee & Vartanian, 2014; Leder & Nadal, 2014; Nadal et al., 2008; Nadal & Pearce, 2011). Erst das Verständnis der Interaktionsdynamik zwischen allen involvierten Regionen dieses Netzwerks ermöglicht es die neuronalen Korrelationen ästhetischer Wahrnehmung nachzuvollziehen (Leder & Nadal, 2014). Ein Visualisierungsversuch dieser Interaktionsdynamik der ästhetischen Wahrnehmung stellt die ästhetische Triade von Chatterjee und Vartanian (2014) dar. Diese setzt sich aus, mit

sensorischen, motorischen, emotionalen, evaluativen und deklarativen Funktionen, assoziierten Bereichen zusammen.

Diverse Studien bestätigen die aktivierende Wirkung der anodalen transkraniellen Gleichstromstimulation (Antal et al., 2004; Batsikadze et al., 2013; Cattaneo et al., 2011; Cattaneo et al., 2013; Javadi & Walsh, 2012; Nitsche et al., 2003). In der vorliegenden Studie konnte allerdings kein signifikanter Effekt der tDCS, hinsichtlich der Verständnisbewertung gegenständlicher Kunstwerke, nachgewiesen werden. Wenngleich die Stimulation, wie in entsprechenden Studien, über 20 Minuten mit 2 mA unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt wurde (Batsikadze et al., 2013; Cattaneo et al., 2013). Cattaneo et al. (2013) weisen auf die domänenspezifische Position des IDLPFCs hin, so konnten sie lediglich für die ästhetische Bedingung, operationalisiert als Gefallensurteil, eine Steigerung ermitteln. Wohingegen für die Farbigkeitsbewertung, als formaler Aspekt der visuellen Analyse, kein Effekt nachzuweisen war (Cattaneo et al., 2013). Eine mögliche Erklärung des ausbleibenden Effekts der tDCS ist in der Multimodalität der ästhetischen Erfahrung sowohl auf Stimulus- als auch auf neuronaler Ebene zu finden (Chatterjee & Vartanian, 2014; Leder et al., 2004). Dem Modell der ästhetischen Erfahrung folgend, ist das Verständnis eines Kunstwerks notwendig, aber nicht hinreichend für die ästhetische Erfahrung (Leder et al., 2006). Denn erst die Interaktion affektiver und kognitiver Komponenten führt zu einer ästhetischen Erfahrung (Leder & Nadal, 2014; Nadal et al., 2008; Nadal & Pearce, 2011). Leder et al. (2004) sowie Belke und Leder (2006) beschreiben das Verständnis, insbesondere abstrakter Kunst, als herausforderndes, aber vor allem nicht triviales Erlebnis, welches bei erfolgreichem Ergebnis einen selbstbelohnenden Effekt nach sich zieht (Leder et al., 2004, 2012). Ein weiterer Grund für das Ausbleiben signifikanter Effekte in Folge der tDCS könnte in der Operationalisierung des ästhetischen Urteils „*Wie gut verstehen Sie dieses Bild?*“ in Kombination mit den ausschließlich gegenständlichen Bildern, zu finden sein. Die rechtsschiefe Verteilung der Daten der Verständnisbewertung, unabhängig vom Bearbeitungszeitpunkt und der Art der Stimulation, lassen auf einen Deckeneffekt schließen.

Anzumerken ist, dass vorherige Studien ausschließlich bei gegenständlichen Bildern Effekte sichern konnten, deren operationalisiertes ästhetisches Urteil bezog sich auf das Gefallen (Cattaneo et al., 2013, 2014; Cupchik et al., 2009; Lengger et al., 2007; Vessel et al., 2012). Möglicherweise wird das Verständnis von Kunst nicht über die mit dem IDLPFC assoziierten Funktionen moduliert. Der IDLPFC als ein Teil des Arbeitsgedächtnisses (Andrews, Hoy, Enticott, Daskalakis, & Fitzgerald, 2011; Javadi & Walsh, 2012; Siddiqui et al., 2008; Wu et al., 2014), wird unter anderem mit dem semantischen Verständnis, dem Lernen und langfristigen Gedächtniskonsolidierungen in Verbindung gebracht wird (Baddeley, 2007; Gabrieli et al., 1998). Andrews et al. (2011) untersuchten mögliche Auswirkungen einer tDCS des IDLPFCs auf das Arbeitsgedächtnis. Ihre Ergebnisse zeigen eine Steigerung der Arbeitsgedächtniskapazität in Folge der tDC-Stimulation. Studien untersuchten sowohl die Auswirkungen dargebotener Bildtitel (Leder et al., 2006) als auch kontextueller Informationen (Swami, 2013) zusätzlich zu den präsentierten Kunstwerken hinsichtlich des Kunstverständnisses der Probanden. Die Probanden beider Studien verstanden die Kunstwerke, welche mit zusätzlicher Information präsentiert wurden, besser als die Kunstwerke ohne zusätzliche Information. Die semantischen Zusatzinformationen wirkten sich positiv auf das Verständnis von Kunstwerken aus. Das Kunstverständnis als solches wurde dabei nicht untersucht. Auf der Suche nach möglichen mit dem Verständnis von Kunst assoziierten neuronalen Korrelaten ist eine Spezifikation der Operationalisierung, möglicherweise unabhängig vom semantischen Bildinhalt, bzw. eine präzisere Definition des Kunstverständnisses, in Betracht zu ziehen. Den Ergebnissen von Andrews et al. (2011) folgend würde eine tDC- Stimulation des IDLPFCs, im Sinne des Arbeitsgedächtnisses, zu einer Steigerung des semantischen Verständnisses führen, nicht aber zu einer Steigerung des Verständnisses per se bzw. von Kunst.

## **7.2 Ergebnisse der Verständnisbewertung gegenständlicher Bilder**

Gegenständliche Kunst wird per se besser verstanden und bedarf dafür keiner zusätzlichen Information oder Interpretation seitens des Rezipienten. Die

realitätsgetreue Abbildung erlaubt das Verständnis auch ohne Information (Leder et al., 2006; Swami, 2013). Es ist anzunehmen, dass den Probanden die Frage nach dem Verständnis eines gegenständlichen Bildes als trivial erschien. Somit wurde eine tiefere Auseinandersetzung mit dem Kunstwerk, bezüglich des Abbildungsinhalts und der Bedeutung unterbrochen. Es ist also von einem eingeschränkten ästhetischen Urteil auszugehen (Leder et al., 2006). Wenn wir also annehmen, dass die Verständnisbewertung in der vorliegenden Studie mit einer Beurteilung formaler Bildaspekte wie Farbe oder Symmetrie gleichzusetzen ist, entspräche dies der Argumentation von Cattaneo et al. (2013). In ihrer Studie konnten sie für die Kontrollbedingung der Farbigkeitsbewertung keinen Effekt der tDCS nachweisen, weil es sich um einen Aspekt der Objektrezeption und nicht der ästhetischen Verarbeitung handelte (Cattaneo et al., 2013). Cattaneo et al. (2013) schließen daraus auf die domänenspezifische Funktion des IDLPFCs innerhalb der ästhetischen Verarbeitung.

Leder et al. (2012) bestätigen die Subjektivität der Kunstwahrnehmung. In ihrer Modellprüfung führen sie 40% der Varianz auf individuelle Faktoren, wie die aktuelle Stimmung, den subjektiven Geschmack und persönlichen Vorlieben des Rezipienten zurück (Leder et al., 2004, 2012). In Anbetracht der relativ jungen Stichprobe ( $M_{Alter} = 26.59$ ,  $SD = 3,88$ ) der aktuellen Studie liegt die Vermutung nahe, dass die präsentierten gegenständlichen Bilder mehrheitlich, aus der Mitte des 20. Jahrhunderts, weniger den persönlichen Geschmack und die Vorlieben der rekrutierten Probanden trafen. Eine Steigerung im Verständnis in Folge einer tDC-Stimulation des IDLPFCs blieb deshalb aus. Diese Vermutung deckt sich mit den Ergebnissen einer aktuellen TMS-Studie (Cattaneo et al., 2014). In ihrer Studie stimulierten sie den linken präfrontalen und den rechten posterioren parietalen Kortex der Probanden, während diese abstrakte und gegenständliche Kunstwerke hinsichtlich des Gefallens bewerteten (Cattaneo et al., 2014). Ein Effekt der TMS war ausschließlich für subjektiv präferierte Kunststile nachzuweisen. Die Autoren weisen der Aktivität des IDLPFCs eine kausale Rolle bei der Bewertung von generell

präferierten Kunstwerken, unabhängig von deren Ausprägung, zu. Die emotionalen Aspekte der Kunstwahrnehmung werden im Anschluss diskutiert.

### **7.3 Ergebnisse der Valenzkategorien**

Emotionale Aspekte der Kunstwahrnehmung determinieren die ästhetische Erfahrung (Leder et al., 2004, 2012). Visuelle Stimuli positiver Valenz werden von kunstnaiven Personen präferiert (Augustin & Leder, 2006). Laien bewerten Kunstwerke hauptsächlich selbstreferenziert, dabei sind das Gefallen, die emotionale Valenz sowie die Bildkategorie von Bedeutung (Leder et al., 2014, 2012). Die emotionale Valenz (positiv vs. negativ) wird unabhängig von der Expertise differenziert wahrgenommen (Leder et al., 2014). Die rekrutierte Stichprobe bestand ausschließlich aus kunstnaiven Personen, welche wahrscheinlich in Folge ihrer selbstreferenzierten Bewertung, Bilder der positiven Valenzkategorie besser bewerteten. Laien bevorzugen weiterhin visuelle Reize, welche eine positive affektive Reaktion induzieren. Das ästhetische Urteil beruht bei Laien maßgeblich auf dieser induzierten affektiven Reaktion, also der emotionalen Valenz eines Kunstwerks (Augustin & Leder, 2006). Es gibt einen starken Zusammenhang zwischen den höheren kognitiven Prozessen des ästhetischen Urteils und der ästhetischen Emotion, insbesondere bei Laien (Leder et al., 2004). Die emotionale Valenz eines Kunstwerks korreliert bei Laien signifikant mit dem Verständnis (Leder et al., 2012). Auf neuronaler Ebene zeichnen sich deutliche Aktivitätssteigerungen bei emotional stark bewegenden Bildern ab (Vessel et al., 2012). Eine signifikante Aktivitätssteigerung des BA 10 stellen Kreplin und Fairclough (2013) bei ihren Probanden während der Betrachtung positiver Bilder, verglichen mit negativen Bildern, fest. Die Autoren vermuten eine Vorrangstellung der emotionalen Valenz bei der Betrachtung von Kunstwerken vor anderen Verarbeitungsprozessen. Die emotionale Salienz unterstützt den Rezipienten bei der Suche nach der persönlichen Bedeutung des Kunstwerks und rückt somit in den Vordergrund (Kreplin & Fairclough, 2013). Kreplin und Fairclough (2013) sehen wie auch Augustin und Leder (2006) die emotionale Valenz eines Kunstwerks als

Grundlage des subjektiven Urteils bei Laien. Eine weitere Perspektive ermöglicht die von Peña-Gómez, Vidal-Piñeiro, Clemente, Pascual-Leone und Bartrés-Faz (2011) durchgeführte tDCS-Studie. Sie weisen auf die wichtige Rolle des IDLPFCs während der Emotionsverarbeitung hin. So wird dem IDLPFC zusätzlich eine Schlüsselfunktion bei der Regulation negativer Emotionen zugeschrieben. Ihre Probanden bewerteten Bilder hinsichtlich der wahrgenommenen Valenz (positiv, neutral, negativ). Die Ergebnisse von Peña-Gómez et al. (2011) zeigen, dass die anodale Stimulation des IDLPFCs die wahrgenommene Valenz negativer Bilder reduziert. Die Autoren führen diesen Effekt auf eine, in Folge der tDCS, verbesserte emotionale Kontrolle zurück (Peña-Gómez et al., 2011). Einen derartigen Effekt, in Folge der tDC- Stimulation, konnte in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden.

#### **7.4 Ergebnisse der Fragebögen**

Gemäß dem Modell der ästhetischen Erfahrung wird diese sowohl durch den affektiven Ausgangszustand des Rezipienten als auch der vorhandenen Expertise sowie dem emotionalen Ansteckungsvermögen einer Person moduliert (Leder et al., 2004; Leder & Nadal, 2014). Anhand des PANAS (Krohne & Kohlmann, 1996), des KiFs und der ECS (Doherty, 1997) wurden der aktuelle Gemütszustand, das Kunstinteresse und die Ausprägung der emotionalen Ansteckung, als zusätzliche Kontrollvariablen erhoben. Die Probanden befanden sich zu beiden Erhebungszeitpunkten in einem positiven Gemütszustand. Nach Leder et al. (2004) führt ein positiver Gemütszustand zu einer besseren Bewertung. Weiterhin können positive ästhetische Erfahrungen, im Sinne der positiven Valenzkategorie, zu einem Anstieg positiver Affekte über die seriellen Verarbeitungsstufen des Modells hinweg führen (Leder et al., 2004).

Der Grad der Expertise verändert das ästhetische Erleben. Kunstexperten unterscheiden sich bei der Verarbeitung visueller Reize deutlich von Laien (Leder et al., 2014). Mit wachsender Expertise wird das ästhetische Urteil differenzierter und stimulusreferenzierter. Kunstexperten bevorzugen Bilder der negativen Valenzkategorie häufiger als Laien (Leder et al., 2004, 2014). Die rekrutierte

Stichprobe bestand aus kunstnaiven Probanden, dies wird durch die Ergebnisse des Kunstinteresse Fragebogen bestätigt. Die Aufteilung der Probanden hinsichtlich drei Kunstinteressegruppen führte zu keinem signifikanten Unterschied in der Verständnisbewertung. Es ist von einer selbstreferenzierten Bildbewertung mit einer starken Gewichtung der emotionalen Valenz auszugehen.

Auf Grund der ECS (Doherty, 1997) Ergebnisse ist die erhobene Stichprobe als einfühlbar zu bezeichnen. Wie vermutet wurden die Bilder der positiven Valenzkategorie besser bewertet. Dem Modell von Leder und Kollegen (2004) zu Folge nutzen einfühlbare Probanden, die durch das jeweilige Kunstwerk induzierte affektive Reaktion, um die kognitive Bewältigung des Kunstwerks zu vereinfachen. Kunstnaive Personen bevorzugen visuelle Reize, welche ein positives Gefühl induzieren und bewerten diese dem Affekt folgend besser (Augustin & Leder, 2006), worauf sich der signifikante Effekt positiver Bilder in einen Zusammenhang bringen lässt.

### **7.5 Reaktionszeit bei der Verständnisbewertung**

Die Reaktionszeit der Verständnisbewertung wurde nicht durch die tDCS moduliert. Allerdings ist eine deutliche Reduktion der Reaktionszeit nach der tDCS, aber unabhängig von deren Ausprägung, zu verzeichnen. Diese schnellere Reaktion ist möglicherweise auf die Vertrautheit mit dem Untersuchungsdesign und der Aufgabenstellung zurückzuführen (Cattaneo et al., 2013). Die Probanden benötigten jedoch für die Verständnisbewertung negativer Bilder mehr Zeit als für die Bewertung positiver Bilder. Es ist anzunehmen, dass das Verständnis negativer Bilder kognitiv herausfordernder ist als das Verständnis positiver Bilder, diese wurden dennoch nicht besser verstanden. Die schnellere Reaktionszeit bei negativen Bildern steht im Widerspruch zu früheren Studien (Cattaneo et al., 2013, 2014; Vartanian & Goel, 2004), welche allerdings auf das Gefallen als ästhetisches Urteil abzielten. Cattaneo und Kollegen (2013) untersuchten das Gefallen, sie interpretieren die längere Reaktionszeit bezüglich des Gefallens als kognitive Verschiebung, hin zu einer ästhetischen Perspektive, wohingegen die

Farbigkeitsbewertung aus rein perzeptueller Perspektive erfolgt und somit schneller vonstatten geht (Cattaneo et al., 2013). Die Reaktionszeit der Farbigkeitsbewertung weist ein ähnliches Muster auf, die Probanden wurden ausprägungsunabhängig, im zweiten Stimulus Set schneller. Allerdings zeichnet sich kein deutlicher Unterschied zwischen den Valenzkategorien ab.

## **7.6 Einschränkungen und Ausblicke**

Mögliche Einschränkungen der vorliegenden Studie sind in der Auswahl der Probanden sowie der Vorgabe des PANAS (Krohne & Kohlmann, 1996) zu suchen. Die rekrutierte Stichprobe bestand nachweislich aus kunstnaiven Personen, aus praktischen Gründen wurden mehrheitlich Studenten der Psychologie rekrutiert. Diese waren gegenüber der Aufgabenstellung komplett naiv, aber größtenteils mit der Experimentalsituation und der Aufgabenstellung (Bildbewertung) vertraut. Selbige Vertrautheit mit der Situation macht die Probanden zu Experten bezüglich der Aufgabenstellung. Diese Expertise könnte entsprechend der Kunstexpertise zu einer veränderten Aufgabenbearbeitung geführt haben (Kirk et al., 2009; Leder et al., 2004; Pang et al., 2013).

Weiterhin erfolgte die Vorgabe des PANAS (Krohne & Kohlmann, 1996) direkt nach der tDCS, als bereits die eine Hälfte der Bilder (120 Bilder) bewertet wurden. Auf Grund der Wichtigkeit des emotionalen Ausgangszustandes bei der visuellen Wahrnehmung und der ästhetischen Erfahrung (Forgas, 1995; Leder et al., 2004) wäre die Vorgabe des PANAS (Krohne & Kohlmann, 1996) zusätzlich vor der Aufgabenbearbeitung bezüglich des aktuellen Gemütszustandes, neben der Vorgabe direkt nach der tDCS zur Identifikation denkbarer Artefakte der tDCS, aussagekräftiger gewesen.

Zusätzlich weisen Peña-Gómez et al. (2011) auch auf die Persönlichkeitsstruktur der Probanden hin. Extraversion und Neurotizismus modulieren demnach die Auswirkung einer tDCS (Peña-Gómez et al., 2011). Die Vorgabe eines Persönlichkeitsfragebogens könnte in zukünftige Studien integriert werden.

Ein Extremgruppenvergleich zwischen definierten Experten und kunstnaiven Personen könnte in weiterführenden Studien untersucht werden, da Expertise das Verständnis von Kunstwerken moduliert (Leder et al., 2004, 2014; Winston & Cupchik, 1992) und Experten auf neuronaler Ebene eine effizientere Verarbeitung aufweisen als Laien (Kirk et al., 2009; Pang et al., 2013). Setzt man also ein Grundverständnis der Kunstwerke für Experten voraus, würde in Folge einer Stimulation ein gesteigertes Verständnis, verglichen mit Laien, zu erwarten sein.

Eine Reduktion der Valenzkategorien auf ausschließlich neutrale Kunstwerke würde zu einer Spezifikation der ästhetischen Verarbeitung auf die kognitive Komponente, das Verständnis, führen. Eine Konfundierung zwischen der emotionalen Valenz, welche für Laien eine Vorrangstellung bei der ästhetischen Bewertung einnimmt, würde dadurch vermieden (Augustin & Leder, 2006; Kreplin & Fairclough, 2013).

Die persönliche Präferenz der Probanden sollte als Kontrollvariable erhoben werden. Effekte der TMS wurden lediglich für grundsätzlich bevorzugte Kunststile festgestellt (Cattaneo et al., 2014). Zudem könnte das Bilderset inhaltlich und thematisch an die rekrutierte Stichprobe angepasst werden. Bilder von Eduard Hopper und Gerhard Richter sowie zahlreicher weiterer Künstler sind ebenfalls von gegenständlicher Natur und entsprechen wahrscheinlicher der Vorstellung eines, unter ästhetischer Perspektive zu rezipierenden Stimulus, der aktuellen Generation. Die neuronalen Grundlagen ästhetischer Wahrnehmung sind zahlreich und kompliziert (Chatterjee & Vartanian, 2014). Einige Studien unterstreichen dabei die Wichtigkeit des IDLPFCs für die ästhetische Wahrnehmung (Cattaneo et al., 2013, 2014; Cela-Conde et al., 2004; Cupchik et al., 2009; Kawabata & Zeki, 2004; Nadal et al., 2008). Andere betonen die Bedeutung des *default mode network* (DMN) (Cela-Conde et al., 2013; Vessel et al., 2012). Diese beiden Annahmen widersprechen sich keineswegs, sie sind vor allem komplementär zu betrachten und als Akzentuierung der Komplexität neuronaler Korrelationen ästhetischer Wahrnehmung zu begreifen. Die Fokussierung auf ein bestimmtes Areal, im vorliegenden Fall auf den IDLPFC, könnte in weiteren Studien erweitert werden (siehe hierzu Cattaneo et al., 2015).

Neben der Diversität neuronaler Korrelation ist abschließend anzumerken, dass die statistische Reliabilität neurowissenschaftlicher Studien, auf Grund der meist kleinen Stichproben, zum aktuellen Zeitpunkt kritisch diskutiert wird. Die Replizierbarkeit neurowissenschaftlicher Befunde liege dabei unter 80% (Button et al., 2013).

### **Zusammenfassung**

Eine artifizielle Aktivierung des IDLPFCs mittels einer tDCS führte wider Erwarten zu keiner signifikanten Veränderung des Kunstverständnisses. Indessen konnte ein deutlicher Effekt hinsichtlich der emotionalen Valenz bei kunstnaiven Personen identifiziert werden. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Ergebnissen früherer Studien, welche die emotionale Valenz als wichtigsten Prädiktor des ästhetischen Urteils herausstellen (Augustin & Leder, 2006; Kreplin & Fairclough, 2013; Leder et al., 2004, 2012; Leder & Nadal, 2014). Entsprechend dem Modell der ästhetischen Erfahrung (Leder et al., 2004) spielt der affektive Ausgangszustand sowie das emotionale Ansteckungsvermögen einer Person eine entscheidende Rolle bei der ästhetischen Erfahrung (Leder et al., 2004; Leder & Nadal, 2014). Der Gemütszustand der Probanden war zu beiden Erhebungszeitpunkten positiv, wirkte sich aber nicht nachweislich auf die Verständnisbewertung aus. Weiterhin ist die rekrutierte Stichprobe als einfühlsam zu bezeichnen. Ein positiver Gemütszustand gepaart mit einer ausgeprägten Fähigkeit zur emotionalen Ansteckung führten höchstwahrscheinlich zu einer gesteigerten ästhetischen Emotion als ein Teil des ästhetischen Urteils (Leder et al., 2004).







## Literaturverzeichnis

- Andrews, S. C., Hoy, K. E., Enticott, P. G., Daskalakis, Z. J., & Fitzgerald, P. B. (2011). Improving working memory: the effect of combining cognitive activity and anodal transcranial direct current stimulation to the left dorsolateral prefrontal cortex. *Brain Stimulation*, 4(2), 84–89. <http://doi.org/10.1016/j.brs.2010.06.004>
- Antal, A., Kincses, T. Z., Nitsche, M. A., Bartfai, O., & Paulus, W. (2004). Excitability Changes Induced in the Human Primary Visual Cortex by Transcranial Direct Current Stimulation: Direct Electrophysiological Evidence. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 45(2), 702–707. <http://doi.org/10.1167/iovs.03-0688>
- Antal, A., & Paulus, W. (2008). Transcranial direct current stimulation and visual perception. *Perception*, 37(3), 367 – 374. <http://doi.org/10.1068/p5872>
- Augustin, D., & Leder, H. (2006). Art expertise: A study of concepts and conceptual spaces. *Psychology Science*, 48(2), 135.
- Baddeley, A. (2007). *Working Memory, Thought, and Action*. OUP Oxford.
- Batsikadze, G., Moliadze, V., Paulus, W., Kuo, M.-F., & Nitsche, M. A. (2013). Partially non-linear stimulation intensity-dependent effects of direct current stimulation on motor cortex excitability in humans. *The Journal of Physiology*, 591(Pt 7), 1987–2000. <http://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.249730>
- Belke, B. & Leder, H. (2006). Annahmen eines Modells der ästhetischen Erfahrung aus kognitionspsychologischer Perspektive. In Sonderforschungsbereich 626 (Hrsg.), *Ästhetische Erfahrung: Gegenstände, Konzepte, Geschichtlichkeit*. Berlin: Freie Universität Berlin.
- Berlyne, D. E. (1970). Novelty, complexity, and hedonic value. *Perception & Psychophysics*, 8(5), 279–286. <http://doi.org/10.3758/BF03212593>
- Brieber, D., Nadal, M., Leder, H., & Rosenberg, R. (2014). Art in time and space: context modulates the relation between art experience and viewing time. *PLoS One*, 9(6), e99019. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0099019>
- Brown, S., Gao, X., Tisdelle, L., Eickhoff, S. B., & Liotti, M. (2011). Naturalizing aesthetics: brain areas for aesthetic appraisal across sensory modalities. *NeuroImage*, 58(1), 250–258. <http://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.06.012>

- Button, K. S., Ioannidis, J. P. A., Mokrysz, C., Nosek, B. A., Flint, J., Robinson, E. S. J., & Munafò, M. R. (2013). Power failure: why small sample size undermines the reliability of neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience*, *14*(5), 365–376. <http://doi.org/10.1038/nrn3475>
- Cattaneo, Z., Lega, C., Ferrari, C., Vecchi, T., Cela-Conde, C. J., Silvanto, J., & Nadal, M. (2015). The role of the lateral occipital cortex in aesthetic appreciation of representational and abstract paintings: A TMS study. *Brain and Cognition*, *95*, 44–53. <http://doi.org/10.1016/j.bandc.2015.01.008>
- Cattaneo, Z., Lega, C., Flexas, A., Nadal, M., Munar, E., & Cela-Conde, C. J. (2013). The world can look better: enhancing beauty experience with brain stimulation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. <http://doi.org/10.1093/scan/nst165>
- Cattaneo, Z., Lega, C., Gardelli, C., Merabet, L. B., Cela-Conde, C. J., & Nadal, M. (2014). The role of prefrontal and parietal cortices in esthetic appreciation of representational and abstract art: A TMS study. *NeuroImage*, *99*, 443–450. <http://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.05.037>
- Cattaneo, Z., Pisoni, A., & Papagno, C. (2011). Transcranial direct current stimulation over Broca's region improves phonemic and semantic fluency in healthy individuals. *Neuroscience*, *183*, 64–70. <http://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2011.03.058>
- Cela-Conde, C. J., Agnati, L., Huston, J. P., Mora, F., & Nadal, M. (2011). The neural foundations of aesthetic appreciation. *Progress in Neurobiology*, *94*(1), 39–48. <http://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2011.03.003>
- Cela-Conde, C. J., Garcia-Prieto, J., Ramasco, J. J., Mirasso, C. R., Bajo, R., Munar, E., Maestu, F. (2013). Dynamics of brain networks in the aesthetic appreciation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*(Supplement\_2), 10454–10461. <http://doi.org/10.1073/pnas.1302855110>
- Cela-Conde, C. J., Marty, G., Maestu, F., Ortiz, T., Munar, E., Fernandez, A. ... Quesney, F. (2004). Activation of the prefrontal cortex in the human visual aesthetic perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *101*(16), 6321–6325. <http://doi.org/10.1073/pnas.0401427101>
- Chatterjee, A. (2010). Neuroaesthetics: A Coming of Age Story. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *23*(1), 53–62. <http://doi.org/10.1162/jocn.2010.21457>

- Chatterjee, A., & Vartanian, O. (2014). Neuroaesthetics. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(7), 370–375. <http://doi.org/10.1016/j.tics.2014.03.003>
- Cinzia, D. D., & Vittorio, G. (2009). Neuroaesthetics: a review. *Current Opinion in Neurobiology*, 19(6), 682–687. <http://doi.org/10.1016/j.conb.2009.09.001>
- Cupchik, G. C., Vartanian, O., Crawley, A., & Mikulis, D. J. (2009). Viewing artworks: contributions of cognitive control and perceptual facilitation to aesthetic experience. *Brain and Cognition*, 70(1), 84–91. <http://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.01.003>
- Dechêne, C. F. (2007). *Abwechslungsbedürfnis und Werbewirkung: Theoretische Überlegungen und experimentelle Prüfung*. Springer-Verlag.
- Doherty, R. W. (1997). The Emotional Contagion Scale: A Measure of Individual Differences. *Journal of Nonverbal Behavior*, 21(2), 131–154. <http://doi.org/10.1023/A:1024956003661>
- Fairhall, S. L., & Ishai, A. (2008). Neural correlates of object indeterminacy in art compositions. *Consciousness and Cognition*, 17(3), 923–932. <http://doi.org/10.1016/j.concog.2007.07.005>
- Forgas, J. P. (1995). Mood and judgment: The affect infusion model (AIM). *Psychological Bulletin*, 117(1), 39–66. <http://doi.org/10.1037/0033-2909.117.1.39>
- Gabrieli, J. D. E., Poldrack, R. A., & Desmond, J. E. (1998). The role of left prefrontal cortex in language and memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(3), 906–913.
- Gandiga, P. C., Hummel, F. C., & Cohen, L. G. (2006). Transcranial DC stimulation (tDCS): A tool for double-blind sham-controlled clinical studies in brain stimulation. *Clinical Neurophysiology*, 117(4), 845–850. <http://doi.org/10.1016/j.clinph.2005.12.003>
- Gerger, G., Leder, H., Tinio, P. P. L., & Schacht, A. (2011). Faces versus Patterns: Exploring aesthetic reactions using facial EMG. *Psychology of Aesthetics Creativity and the Arts*, 5, 241–250. doi:10.1037/a0024154
- Hekkert, P., & van Wieringen, P. C. W. (1996). The impact of level of expertise on the evaluation of original and altered versions of post-impressionistic paintings. *Acta Psychologica*, 94(2), 117–131. [http://doi.org/10.1016/0001-6918\(95\)00055-0](http://doi.org/10.1016/0001-6918(95)00055-0)

- Herwig, U., Satrapi, P., & Schönfeldt-Lecuona, C. (2003). Using the International 10-20 EEG System for Positioning of Transcranial Magnetic Stimulation. *Brain Topography*, *16*(2), 95–99.  
<http://doi.org/10.1023/B:BRAT.0000006333.93597.9d>
- Höfel, L., & Jacobsen, T. (2007). Electrophysiological indices of processing symmetry and aesthetics: A result of judgment categorization or judgment report? *Journal of Psychophysiology*, *21*(1), 9–21. <http://doi.org/10.1027/0269-8803.21.1.9>
- Jacobsen, T., & Höfel, L. (2003). Descriptive and evaluative judgment processes: Behavioral and electrophysiological indices of processing symmetry and aesthetics. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *3*(4), 289–299.  
<http://doi.org/10.3758/CABN.3.4.289>
- Javadi, A. H., & Walsh, V. (2012). Transcranial direct current stimulation (tDCS) of the left dorsolateral prefrontal cortex modulates declarative memory. *Brain Stimulation*, *5*(3), 231–241. <http://doi.org/10.1016/j.brs.2011.06.007>
- Kawabata, H., & Zeki, S. (2004). Neural correlates of beauty. *Journal of Neurophysiology*, *91*(4), 1699–1705. <http://doi.org/10.1152/jn.00696.2003>
- Keller, D. (2013). Neuroaesthetics. *The British Journal of Aesthetics*, *53*(1), 125–129.  
<http://doi.org/10.1093/aesthj/ayq012>
- Kirk, U., Skov, M., Christensen, M. S., & Nygaard, N. (2009). Brain correlates of aesthetic expertise: a parametric fMRI study. *Brain and Cognition*, *69*(2), 306–315. <http://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.08.004>
- Kreplin, U., & Fairclough, S. H. (2013). Activation of the rostromedial prefrontal cortex during the experience of positive emotion in the context of esthetic experience. An fNIRS study. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, 879.  
<http://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00879>
- Koch, S. (2008). Zur Geschichte der psychologischen Ästhetik. *Broschüre zum Forschungsschwerpunkt Psychologische Ästhetik und kognitive Ergonomie des Instituts für Psychologische Grundlagenforschung*, Fakultät für Psychologie, Universität Wien, 25-43.
- Krohne, E., & Kohlmann, T. (1996). Untersuchungen mit einer deutschen Version der “Positive and Negative Affect Schedule” (PANAS). *Diagnostica*, *42*, 139–156.

- Leder, H., Belke, B., Oeberst, A., & Augustin, D. (2004). A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments. *British Journal of Psychology*, *95*(4), 489–508. <http://doi.org/10.1348/0007126042369811>
- Leder, H., Carbon, C.-C., & Ripsas, A.-L. (2006). Entitling art: Influence of title information on understanding and appreciation of paintings. *Acta Psychologica*, *121*(2), 176–198. <http://doi.org/10.1016/j.actpsy.2005.08.005>
- Leder, H., Gerger, G., Brieber, D., & Schwarz, N. (2014). What makes an art expert? Emotion and evaluation in art appreciation. *Cognition & Emotion*, *28*(6), 1137–1147. <http://doi.org/10.1080/02699931.2013.870132>
- Leder, H., Gerger, G., Dressler, S. G., & Schabmann, A. (2012). How art is appreciated. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, *6*(1), 2–10. <http://doi.org/10.1037/a0026396>
- Leder, H., & Nadal, M. (2014). Ten years of a model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments : The aesthetic episode – Developments and challenges in empirical aesthetics. *British Journal of Psychology*, *105*(4), 443–464. <http://doi.org/10.1111/bjop.12084>
- Leisman, G., Macahdo, C., Melillo, R., & Mualem, R. (2012). Intentionality and “free-will” from a neurodevelopmental perspective. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, *6*, 36. <http://doi.org/10.3389/fnint.2012.00036>
- Lengger, P. G., Fischmeister, F. P. S., Leder, H., & Bauer, H. (2007). Functional neuroanatomy of the perception of modern art: A DC–EEG study on the influence of stylistic information on aesthetic experience. *Brain Research*, *1158*, 93–102. <http://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.05.001>
- Martindale, C., Moore, K., & Borkum, J. (1990). Aesthetic Preference: Anomalous Findings for Berlyne’s Psychobiological Theory. *The American Journal of Psychology*, *103*(1), 53–80. <http://doi.org/10.2307/1423259>
- Munar, E., Nadal, M., Castellanos, N. P., Flexas, A., Maestú, F., Mirasso, C., & Cela-Conde, C. J. (2012). Aesthetic appreciation: event-related field and time-frequency analyses. *Frontiers in Human Neuroscience*, *5*, 185. <http://doi.org/10.3389/fnhum.2011.00185>
- Nadal, M. (2013). The experience of art: insights from neuroimaging. *Progress in Brain Research*, *204*, 135–158. <http://doi.org/10.1016/B978-0-444-63287-6.00007-5>

- Nadal, M., Munar, E., Capó, M. A., Rosselló, J., & Cela-Conde, C. J. (2008). Towards a framework for the study of the neural correlates of aesthetic preference. *Spatial Vision, 21*(3-5), 379–396.  
<http://doi.org/10.1163/156856808784532653>
- Nadal, M., & Pearce, M. T. (2011). The Copenhagen Neuroaesthetics conference: Prospects and pitfalls for an emerging field. *Brain and Cognition, 76*(1), 172–183. <http://doi.org/10.1016/j.bandc.2011.01.009>
- Nitsche, M. A., & Paulus, P. D. W. (2007). Transkranielle Gleichstromstimulation. In P. D. med H. R. Siebner & P. D. med U. Ziemann (Eds.), *Das TMS-Buch* (pp. 533–542). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from  
[http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-71905-2\\_53](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-71905-2_53)
- Nitsche, M. A., Cohen, L. G., Wassermann, E. M., Priori, A., Lang, N., Antal, A., Pascual-Leone, A. (2008). Transcranial direct current stimulation: State of the art 2008. *Brain Stimulation, 1*(3), 206–223.  
<http://doi.org/10.1016/j.brs.2008.06.004>
- 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*(4), 600–604.  
[http://doi.org/10.1016/S1388-2457\(02\)00412-1](http://doi.org/10.1016/S1388-2457(02)00412-1)
- Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2000). Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *The Journal of Physiology, 527*(Pt 3), 633–639. <http://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00633.x>
- Noguchi, Y., & Murota, M. (2013). Temporal dynamics of neural activity in an integration of visual and contextual information in an esthetic preference task. *Neuropsychologia, 51*(6), 1077–1084.  
<http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.03.003>
- Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis if handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia, 9*(1), 97-113.
- Pang, C. Y., Nadal, M., Müller-Paul, J. S., Rosenberg, R., & Klein, C. (2013). Electrophysiological correlates of looking at paintings and its association with art expertise. *Biological Psychology, 93*(1), 246–254.  
<http://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2012.10.013>
- Peña-Gómez, C., Vidal-Piñeiro, D., Clemente, I. C., Pascual-Leone, Á., & Bartrés-Faz, D. (2011). Down-Regulation of Negative Emotional Processing by

Transcranial Direct Current Stimulation: Effects of Personality Characteristics. *PLoS ONE*, 6(7), e22812.  
<http://doi.org/10.1371/journal.pone.0022812>

Ramachandran, V. S., & Hirstein, W. (1999). The science of art: a neurological theory of aesthetic experience. *Journal of Consciousness Studies*, 6(6-7), 15–51.

Reber, R., Schwarz, N., & Winkielman, P. (2004). Processing Fluency and Aesthetic Pleasure: Is Beauty in the Perceiver's Processing Experience? *Personality and Social Psychology Review*, 8(4), 364–382.  
[http://doi.org/10.1207/s15327957pspr0804\\_3](http://doi.org/10.1207/s15327957pspr0804_3)

Russell, P. A. (2003). Effort after meaning and the hedonic value of paintings. *British Journal of Psychology*, 94(1), 99–110.  
<http://doi.org/10.1348/000712603762842138>

Schneider, W. E. (n.d.). A., & Zuccolotto, A.(2002). E-Prime User's Guide. Pittsburgh: Psychology Software Tools. Inc.

Shepherd, K., & Bar, M. (2011). Preference for symmetry: only on mars? *Perception*, 40(10), 1254–1256.

Siddiqui, S. V., Chatterjee, U., Kumar, D., Siddiqui, A., & Goyal, N. (2008). Neuropsychology of prefrontal cortex. *Indian Journal of Psychiatry*, 50(3), 202–208. <http://doi.org/10.4103/0019-5545.43634>

Silvia, P. J. (2009). This is your brain on art. *PsycCRITIQUES*, 54(47), No Pagination Specified. <http://doi.org/10.1037/a0017624>

Swami, V. (2013). Context matters: Investigating the impact of contextual information on aesthetic appreciation of paintings by Max Ernst and Pablo Picasso. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 7(3), 285–295.  
<http://doi.org/10.1037/a0030965>

Tinio, P. P. L., & Leder, H. (2009). Just how stable are stable aesthetic features? Symmetry, complexity, and the jaws of massive familiarization. *Acta Psychologica*, 130(3), 241–250. <http://doi.org/10.1016/j.actpsy.2009.01.001>

Vartanian, O., & Goel, V. (2004). Neuroanatomical correlates of aesthetic preference for paintings. *Neuroreport*, 15(5), 893–897.

Vessel, E. A., Starr, G. G., & Rubin, N. (2012). The brain on art: intense aesthetic experience activates the default mode network. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 66. <http://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00066>

- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, *54*(6), 1063–1070.  
<http://doi.org/10.1037/0022-3514.54.6.1063>
- Winston, A. S., & Cupchik, G. C. (1992). The Evaluation of High Art and Popular Art By Naive and Experienced Viewers. *Visual Arts Research*, *18*(1), 1–14.
- Wu, Y.-J., Tseng, P., Chang, C.-F., Pai, M.-C., Hsu, K.-S., Lin, C.-C., & Juan, C.-H. (2014). Modulating the interference effect on spatial working memory by applying transcranial direct current stimulation over the right dorsolateral prefrontal cortex. *Brain and Cognition*, *91*, 87–94.  
<http://doi.org/10.1016/j.bandc.2014.09.002>
- Zeki, S. (1999). *Inner Vision: An Exploration of Art and the Brain*. Oxford University Press.

## Anhang

### A. Abbildungsverzeichnis

*Abbildung 1.* Das Modell der ästhetischen Erfahrung. Abbildung adaptiert aus (Leder & Nadal, 2014) .....S. 27

*Abbildung 2.* Hirnregionen, welche bei der ästhetischen Erfahrung von Kunst beteiligt sind. Prozesse der Evaluation, der Aufmerksamkeitssteuerung sowie Gedächtnisprozesse sind mit diesen Regionen assoziiert. Abbildung adaptiert aus (Nadal, 2013) .....S. 31

*Abbildung 3.* Experimentalablauf (eigene Abbildung) .....S. 52  
Abbildung des tDCS- Geräts mit Genehmigung von (neuroConn GmbH, Albert-Einstein-Straße 3, 98693 Ilmenau, [www.neuroconn.de](http://www.neuroconn.de); Photograph: Michael Reichel).

*Abbildung 4.* Platzierung der Elektroden entsprechend des 10-20 EEG Systems. Die Markierung Cz beschreibt den Schädelmittelpunkt. Das Quadrat über dem IDLPFC (F3) beschreibt die stimulierende Anode. Bild adaptiert aus (Nitsche et al., 2008) .....S. 53

*Abbildung 5.* Verständnisbewertung, aufgeteilt nach dem Bearbeitungszeitpunkt, tDCS und der Valenzkategorie (Fehlerbalken zeigen Standardfehler) .....S. 58

*Abbildung 6.* RT der Verständnisbewertung, aufgeteilt nach dem Bearbeitungszeitpunkt, tDCS und der Valenzkategorie (Fehlerbalken zeigen Standardfehler) .....S. 62

*Abbildung 7.* Farbigkeitsbewertung, aufgeteilt nach dem Bearbeitungszeitpunkt, tDCS und der Valenzkategorie (Fehlerbalken zeigen Standardfehler) .....S. 63

*Abbildung 8.* RT der Farbigkeitsbewertung, aufgeteilt nach dem Bearbeitungszeitpunkt, tDCS und der Valenzkategorie (Fehlerbalken zeigen Standardfehler) .....S. 66

*Abbildung 9.* Verständnisbewertung, aufgeteilt nach dem Bearbeitungszeitpunkt, tDCS und den Tertil-Gruppen der EC-Skala (Fehlerbalken zeigen Standardfehler) .....S. 70

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

## **B. Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1. *Experimentalablauf der Hauptstudie* .....S. 55

Tabelle 2. *Mittelwerte (Standardabweichungen) der vierfach Interaktion Bilderset\*Bearbeitungszeitpunkt\*tDCS\*Valenz* .....S. 65

## **C. Stimuli**

<b>Bilder der negativen Valenzkategorie</b>	
0 Rosales.jpg	Beckmann.jpg
Arias Bodegon.jpg	Bellows 1909 both members of this club.jpg
Morales Nacimiento.jpg	Bellows 1918 massacre at dinant.jpg
Rizi Profanacion.jpg	Bellows 1918 return of the useless.jpg
Melendez Entierro.jpg	Bellows 1918 the barricade.jpg
Alenzay Nieto.jpg	Bellows 1918 the germans arrive.jpg
Althoff 2001 untitled.jpg	Casado .jpg
Baba.jpg	Casado .jpg
Beckmann.jpg	Chapman .jpg

David 1498 Flaying of sisamnes.jpg	Meidner 1913 apocalyptic city.jpg
Dix 1917 signalflare.jpg	Meidner 1913 Apocalyptic
Dix nddawn.jpg	landscape.jpg
Egger-Lienz 1916 The nameless	Metzkes .jpg
ones.jpg	Munch .jpg
Egger-Lienz 1918 war wives.jpg	Munch .jpg
Ernst Fuchs Christus vor Pilatus.jpg	Munch .jpg
Fuessili 1812 Lady Macbeth nimmt die	Munch .jpg
Dolche entgegen.jpg	Nash 1918 the void.jpg
Goya 04.jpg	Nash1918wearemakinganewworld.jpg
Groeszer .jpg	Nash 1919 the meninroad.jpg
Grosz .jpg	Nevinson 1915
Grosz .jpg	floodedtrenchontheYser.jpg
Grosz 1917 Explosion.jpg	Nevinson 1917 Paths Of Glory.jpg
Haes Naufragio .jpg	Nolan 1970 Glenrownan.jpg
Heisig .jpg	Ocampo 2006
Heisig .jpg	ADEFEATESTMOVEMENTTOTHEGRAN
Helnwein .jpg	DNARRATIVESINTHETHEATRICALAREN
Jackson 1917 acope evening.jpg	AOFMODERNISTOBJECT-MAKERS.jpg
Jie 2004 oT.jpg	Oelze erwartung.jpg
Kennington 1915 The kensington sat	Otto Dix 1936 Flandes.jpg
Laventie.jpg	Pagani .jpg
Kitaj 1960 The Murder of Rosa	Pagani .jpg
Luxemburg.jpg	Pereda .jpg
Lewis 1919 a battery shelled.jpg	Repin 1870 Barge Haulersonthe
Martinez .jpg	Volga.jpg
Mattheuer Waechst.jpg	Repin 1885 Ivanthe Terribleand His
Meidner 1912 Apocalyptic	Son.jpg
landscape.jpg	
Meidner 1912 Spent Homeless.jpg	

Repin 1892 St Nicholas Prevents the  
Falsely-Accused from Being  
Executed.jpg  
Rosa 1646 Witches At Their  
Incantations.jpg  
Rubens 1618 head of medusa.jpg  
Schlichter .jpg  
Shaobin 2000 untitled .jpg  
Singer Sargent 1918 ruined  
cathedralarras.jpg  
Sitte 2.jpg  
Skreber Ohne Titel.jpg  
Spencer 1919 Travoys arriving with  
wounded.jpg  
Vallotton 1914  
Landscapewithscorchedruins.jpg  
Vallotton 1917 Churchat Souain.jpg  
Vallotton 1917 Verd unaninterpreted  
picture of war.jpg  
Varley 1918 for what.jpg  
Vuillard 1917 munitionsfactory in  
Lyons.The forge.jpg  
Wyeth .jpg  
Xiaodong 2010 Out of Beichuan.jpg

**Bilder der neutralen Valenzkategorie**

Fortuny .jpg  
Ochoa Bodegon.jpg  
Carnicero Albufera Valencia.jpg  
Maella Pescadores.jpg

Bores Apres.jpg  
Bores naturaleza.jpg  
Bores sin titulo.jpg  
Gordillo familia.jpg  
Mallo acrobatas.jpg  
Mallo figuras.jpg  
Palencia bodegon.jpg  
Perez encuentro.jpg  
Perez escena.jpg  
Planells somni.jpg  
Quejido grande.jpg  
Saenz manana.jpg  
Santos mundo.jpg  
Santos tertulia.jpg  
Sunyer hermanos.jpg  
Togores paisatge.jpg  
Torner bodegon.jpg  
Torner catedral.jpg  
Vazquez ciegos.jpg  
Vazquez fabrica.jpg  
Vazquez mar.jpg  
Zubiaurre versolaris.jpg  
Zuloaga calatayud.jpg  
Zuloaga segovia.jpg  
Ahriman 1999 description  
machine.jpg  
Alfred 2001 bookshelf.jpg  
Alsina.jpg  
Arthur Hopkins- Spring Time the Only  
Pretty Ring Time 1892.jpg

Bellows 1908 North River.jpg	Joseph Crawhall-ALincolnshire Pasture
Bellows 1909 Haystacksandbarn.jpg	1882.jpg
Bellows 1910 polo at lakewood.jpg	Joseph Crawhall-Picketed Horses
Bellows 1913 the big dory.jpg	1888.jpg
Bellows 1915 Easter Snow.jpg	Kilimnik friends in the wood.jpg
Beruete.jpg	Mabel Young The Postman Brings
Bhupen Khakhar First Dayin New York	News ca.1900.jpg
1985.jpg	Muntean Rosenblum.jpg
Charles Cooper Henderson a Paris	Orchardson 1883 the rivals.jpg
Diligence.jpg	Repin 1875a parisian cafe.jpg
Dirk-Skreber-Sunken Houses.jpg	Repin 1887 Leo Tolstoyas a
Edward Frederick Brewtnall-When	Ploughmanona Field.jpg
love was young 1878.jpg	Samuel Austin Fishermen unloading
Esquivel B1.jpg	the catch at low tide1831.jpg
Ferrer.jpg	Thomas Baker Near Barford
Frederick Waters Watts-ACartona	Warwickshire 1856.jpg
Track near Dedham Lock.jpg	Walter Hunt The Weanlings.jpg
Frederick Waters Watts-	Walter Hunt 1911 Gathering
Anextensivelandscapewithabargeappr	Strays.jpg
oachingalockwithcattleandawindmillb	Walter Stuart Lloyd A View of Lincoln
eyond.jpg	from the River Witham.jpg
George Goodwin Kilburne-The	William James Muller Rouen La Fierte
Pigeons of St Marks Venicetaly	de St Romain 1840.jpg
1876.jpg	William James Muller View of Bologna
Havekost 2000 untitled.jpg	Capriccio with Eastern Figure ca.
John Evans Hodgson-A Philharmonic	1835.jpg
Rehearsalina Farmhouse.jpg	William Collins Early Morning Cromer
John Wilson Carmichael-Shippingina	1845-6.jpg
Flat Calmoffthe Dutchcoast 1867.jpg	William Collins Frost Scene 1827.jpg

William Edward Millner- DevastationintheBarn.jpg	1910 painting by Edward Henry Potthast.jpg
William Edward Millner The End of the Day.jpg	Albert Chevallier Tayler Silkand Satin 1900.jpg
William Hemsley The Young Boat Builders.jpg	Albert Chevallier Tayler The Mirror 1914.jpg
William Henry Knight Knuckle Down1857.jpg	Beruete.jpg
William Henry Knight TheBroken Window.jpg	Boccionithe laugh 1911.jpg
William Henry Knight The Young Artist.jpg	Chagal.jpg
William Henry Midwood Rustic Courtship.jpg	Chagall.jpg
William Henry Midwood The MusicLesson.jpg	Charles JamesLewis Reading by the Window.jpg
William Henry Midwood The Potter.jpg	Christie.jpg
Xiaodong 2010 My Egypt.jpg	Clemente two.jpg
Xiaodon geast.jpg	De Melo 155 1995.jpg
XiaodongFestering_Heat_.jpg	Dubossar sky 2000 happy childhood.jpg
Xiaodong Three Gorges Newly Displaced Population 2004.jpg	dubossarsky2000happychildhood.jpg
<b>Bilder der positiven Valenzkategorie</b>	Edward henry potthast the bathing beach.jpg
OJimenez.jpg	Edward Killingworth Johnson The Hammock 1881.jpg
Murillo sagrada familia.jpg	Elizabeth Armstrong Forbes Schoolis Out.jpg
Castillo ninos gato.jpg	Frederick Goodall Queen Henrietta Mariaandher Children 1852.jpg
Paret jardin.jpg	Frederick Goodall The Village Holiday.jpg
Rusiñol jardin.jpg	George Bernard ONeill Mothers Help.jpg

George Bernard ONeill The Duet 1886.jpg	Larson.jpg
George Bernard ONeill The Sword Dance.jpg	Larson.jpg
George Elgar Hicks-Agirllistening to thetickingofapocketwatchwhilesitting onhermotherslap1867.jpg	Larsson.jpg
George Elgar Hicks The Happy Mother 1886.jpg	Larsson.jpg
George William Willis Leap Frog.jpg	Laslett John Pott Lifeis Likea Sundial 1878.jpg
George Willough by Maynard In Strange Seas 1889.jpg	Mattheuer Vogtlandbild.jpg
Goya.jpg	Mattheuer wolfgang.jpg
Goya.jpg	Orlando Norie Carnivalat Dunkirkonthe Quays 1891.jpg
Goya.jpg	Pothast Edward Ring around the Rosy.jpg
Haddou.jpg	Potthast happy days.jpg
Hamilton Sunset.jpg	Raats.jpg
Haring Ohne.jpg	Renoir.jpg
Heywood Hardy A boy and girl with their pets in a garden 1891.jpg	Repin 1892 What freedom.jpg
James Aumonier Where the Water Lilies Grow.jpg	Rockwell.jpg
JOAQUIN SOROLLA Y BASTIDA VALENCIA BEACH IN THE MORNING LIGHT.jpg	Rubio.jpg
John Absolon Asummeridyll.jpg	Shirl Goedikes Cagnes Three Bathers.jpg
John Dawson Watson Bubbles Cottage Scene with Children at Play 1856.jpg	Sorolla nina en la playa 1910.jpg
John Linnell The Young Brood.jpg	Stuetzer Alwin.jpg
John William Waterhouse Gossip.jpg	The white boat javea 1905.jpg
	Thomas Bromley Blacklock Fisher Girlsca.1903.jpg
	Thomas Bromley Blacklock Her First Catch 1902.jpg
	Thomas Brooks The Artists Studio.jpg
	Thomas James Lloyd The Two Families Sark 1890.jpg

Thomas Woodward The Rat  
Catcherandhis Dogs 1824.jpg  
Toulouse Lautrec.jpg  
Vettriano.jpg  
Vettriano.jpg  
Walter Langley A Village Idyll.jpg  
William Frederick Witherington  
Stepping Stonesonthe Machno North  
Wales Study from Nature1844.jpg  
William Frederick Witherington The  
Hop Garland1843.jpg  
William Henry Knight Rivalsto  
Blondin1862.jpg  
William Mc Taggart Playmates  
Gracie.jpg  
William Oliver Happy Hours.jpg  
William Oliver Mediterranean  
Beauties.jpg  
Xiaodong 2010 Into Taihu.jpg  
Yuskavage small morning.jpg  
Zimmerberger 52 2001.jpg

## **D. Instruktionen**

### **Instruktion der Vorstudie II (Farbigkeit und Gefallen)**

Willkommen! Im Folgenden sehen Sie unterschiedliche Bilder. Ihre Aufgaben lauten:  
Bewerten Sie die Bilder auf einer Skala von 1 bis 7; Wie bunt ist das Bild? Wie sehr gefällt Ihnen das Bild?

Wobei: 1= nicht bunt - 7= sehr bunt ist; 1= gefällt mir nicht - 7= gefällt mir sehr

Wenn Sie keine Fragen haben, drücken Sie die Leertaste und beginnen Sie mit dem Experiment.

Wie bunt finden Sie dieses Bild?

(nicht bunt) 1 2 3 4 5 6 7 (sehr bunt)

Wie sehr gefällt Ihnen dieses Bild?

(gefällt mir nicht) 1 2 3 4 5 6 7 (gefällt mir sehr)

### **Instruktion der Hauptstudie**

#### **Verständnis**

Willkommen! Im Folgenden sehen Sie unterschiedliche Kunstwerke. Bitte bewerten, wie gut Sie verstehen, was mit dem jeweiligen Kunstwerk ausgedrückt werden soll und welche Geschichte sich hinter dem Bild verbirgt.

Es steht Ihnen dabei ein Kontinuum von "-" = wenig bis "+" = sehr zur Verfügung.

Wenn Sie keine Fragen haben, drücken Sie die Leertaste und beginnen Sie mit einem Testdurchlauf.

(Aufgabenstellung) Bitte bewerten, wie gut Sie verstehen, was mit dem jeweiligen Kunstwerk ausgedrückt werden soll und welche Geschichte sich hinter dem Bild verbirgt.

Sehr gut! Der Testdurchlauf ist beendet. Wenn Sie keine Fragen haben, drücken Sie die Leertaste und beginnen Sie mit dem Experiment.

(Aufgabenstellung)

Bitte bewerten, wie gut Sie verstehen, was mit dem jeweiligen Kunstwerk ausgedrückt werden soll und welche Geschichte sich hinter dem Bild verbirgt.

Pause

Im Folgenden sehen Sie wieder unterschiedliche Kunstwerke.

Bitte bewerten, wie gut Sie verstehen, was mit dem jeweiligen Kunstwerk ausgedrückt werden soll und welche Geschichte sich hinter dem Bild verbirgt.

Es steht Ihnen dabei ein Kontinuum von "-" = wenig bis "+" = sehr zur Verfügung.

Wenn Sie keine Fragen haben, drücken Sie die Leertaste und beginnen Sie mit dem Experiment.

(Aufgabenstellung) Bitte bewerten, wie gut Sie verstehen, was mit dem jeweiligen Kunstwerk ausgedrückt werden soll und welche Geschichte sich hinter dem Bild verbirgt.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme.

Sollten Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich bitte an den/ die zuständige/n TestleiterIn.

Wir wünschen Ihnen einen schönen Tag!

### **Farbigkeit**

Willkommen! Im Folgenden sehen Sie unterschiedliche Kunstwerke. Bitte bewerten Sie die Kunstwerke mit der Computermaus auf einem Kontinuum von "-" bis "+".

Wie bunt ist das Bild? Wobei: "-" = nicht bunt "+" = sehr bunt ist;

Wenn Sie keine Fragen haben, drücken Sie die Leertaste und beginnen Sie mit einem Testdurchlauf.

(Aufgabenstellung) Bitte bewerten Sie, wie bunt Sie das Bild finden.

Sehr gut! Der Testdurchlauf ist beendet.

Wenn Sie keine Fragen haben, drücken Sie die Leertaste und beginnen Sie mit dem Experiment.

(Aufgabenstellung) Bitte bewerten Sie, wie bunt Sie das Bild finden.

Pause

Im Folgenden sehen Sie wieder unterschiedliche Kunstwerke.

(Aufgabenstellung) Bewerten Sie die Kunstwerke mit der Computermaus auf einem Kontinuum von "-" bis "+". Wie bunt ist das Bild? Wobei: "-" = nicht bunt "+" = sehr bunt ist;

Wenn Sie keine Fragen haben, drücken Sie die Leertaste und beginnen Sie mit dem Experiment.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme.

Sollten Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich bitte an den/ die zuständige/n TestleiterIn.

Wir wünschen Ihnen einen schönen Tag!

### **TeilnehmerInnen Checkliste tDCS**

Social, Cognitive and Affective Neuroscience Unit tDCS

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:

### **Einwilligungserklärung**

Bildbewertung vor und nach einer transkraniellen Gleichstromstimulation (tDCS)

Probandeninformation

Bitte lesen Sie dieses Formular sorgfältig durch und fragen Sie, wenn Sie etwas wissen möchten oder nicht verstehen.

Name des Probandes in Druckbuchstaben:  
.....

Geb.Datum: .....

Code: .....

Ich erkläre mich bereit, an der Studie „Bildbewertung: Eine tDCS Studie“ teilzunehmen.

Ich bin von Herrn/Frau Azza, Ruppert oder Stark ausführlich und verständlich über die Ziele, den Ablauf der Studie sowie über mögliche Belastungen und Risiken, sowie über Wesen, Bedeutung und Tragweite der Studie, sich für mich daraus ergebenden Anforderungen aufgeklärt worden. Ich habe darüber hinaus den Text dieser Probandenaufklärung und Einwilligungserklärung, die insgesamt 4 Seiten (inkl. dieser) umfasst, sorgfältig gelesen. Aufgetretene Fragen wurden mir vom Versuchsleiter und/oder dessen Mitarbeitern 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 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. Zu jedem Zeitpunkt kann ich verlangen, dass meine Daten vernichtet werden. Eine Begründung dafür ist nicht erforderlich.

.....

(Datum und Unterschrift des Probanden)

.....

(Datum, Name und Unterschrift des verantwortlichen Versuchsleiters)

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



## **E. Lebenslauf**

**Sebastian Jonas Ruppert**

---

### **Aktuell.**

Studium der Psychologie im 10. Fachsemester (Universität Wien)  
Schwerpunkt Klinische- und Allgemeine Psychologie

### **Ausbildung.**

#### **2012/13**

Erasmusstipendiat:

Zwei Semester an der Freien Universität zu Berlin im Master für Klinische Psychologie; Schwerpunkte: Klinische Neuropsychologie mit Klinikerfahrung, Klinisch Psychologische Diagnostik mit Praxiserfahrung sowie Intensivkurs in der Bedienung der Statistiksoftware „M-Plus“

#### **2012**

Vordiplom Psychologie

#### **2009**

Aufnahme des Studiums der Psychologie auf Diplom an der Alma Mater Rudolphina Universität Wien

#### **2007**

Abitur an der Mettnau Schule Radolfzell, Schwerpunkt Psychologie und Pädagogik  
(Preis für besondere Künstlerische Leistungen)

**2004**

Mittlere Reife an der Evangelischen Internatsschule Ambrosius Blarer Gymnasium  
Schloss Gaienhofen

---

**Praktische Erfahrung.**

**2014**

6 wöchiges Praktikum am Zentrum für Psychiatrie Reichenau (ZfP). Im  
Arbeitsbereich: Wiedereingliederung und Betreuung chronifiziert psychisch  
beeinträchtigter Menschen

**2013**

Lange Nacht der Wissenschaften FU Berlin (Bereich Klinische Neuropsychologie)

**2011**

Freie Schule in Nesselwangen am Bodensee

**Berufsausbildung.**

**2008**

Ausbildung zum Kaufmann im Einzelhandel (Note: 1,0); Schwerpunkte: Einkauf und  
Verkauf, Personalführung, Werbemaßnahmen und Frischeabteilung

---

**Sprachkenntnisse.**

Deutsch

Englisch (B2)

Spanisch (B2)

Französisch (Schulkenntnisse)

**EDV- Kenntnisse.**

Microsoft Office (sehr gute Kenntnisse)

Coral Draw (gute Kenntnisse)

IBM SPSS (gute Kenntnisse)

M-Plus (gute Kenntnisse)