Aus der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie - Schwerpunktprofessur
Forensische Psychiatrie und Psychotherapie
(Prof. Dr. med. J. L. Müller)
der Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen

Ist sexuelles Interesse messbar?

Hämodynamische und behaviorale Korrelate sexueller Aufmerksamkeit bei heterosexuellen Männern in Bezug auf erwachsene und kindliche sexuelle Stimuli

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades

der Medizinischen Fakultät der

Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Isabel Methfessel

aus

Schwalmstadt

Göttingen 2016

Dekan:	Prof. Dr. rer. nat. H. K. Kroemer
Referent/in:	Prof. Dr. med. J. L. Müller
Ko-Referent/in:	Prof. Dr. rer. nat. A. Antal
Drittreferent/in:	Prof. Dr. med. M. Oppermann
Tag der mündlichen Prüfung:	09.01.2018

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Forschungsstand 1

1.1 Motivation und Ziele der Arbeit 1

1.2 Zur Entstehung sexueller Erregung 2

1.2.1 Theorien zur Entstehung sexueller Erregung 3

1.2.2 Die Verarbeitung sexueller Reize 5

1.3 Aufmerksamkeitsprozesse bezogen auf sexuelle Reize und Kognition 8

1.3.1 Limitierte Aufmerksamkeit 8

1.3.2 Emotions-Kognitions-Interaktionstheorie 9

1.3.3 Aufmerksamkeitsprozesse bezogen auf sexuelle Reize und Kognition 10

1.4 Methoden zur Erfassung sexuellen Interesses und sexueller Devianz 10

1.4.1 Der MSI (Multiphasic Sex Inventory) 11

1.4.2 Penisplethysmographie 11

1.4.3 Die Erfassung sexueller Präferenzen anhand von Aufmerksamkeitszuweisung 12

1.4.4 Bildgebende Verfahren – die funktionelle Magnetresonanztomografie 15

1.5 Hämodynamische Korrelate sexueller Aufmerksamkeit 16

1.5.1 Das Vier-Komponenten-Modell sexuellen Erlebens 16

1.5.2 Explizit erregende und nicht explizit erregende Stimuli 21

1.6 Das Paradigma der Mentalen Rotation und zugehörige neuronale Korrelate 22

1.7 Hämodynamische Korrelate pädophiler Aufmerksamkeit 23

2 Die Hypothesen und deren Herleitung 31

2.1 Das Konzept limitierter Aufmerksamkeit und emotionaler kognitiver Interaktion in Bezug auf die von uns verwendeten sexuellen Stimuli 31

2.2 Die Hypothese bezüglich der Verhaltensdaten 33

2.3 Die Hypothesen bezüglich der hämodynamischen Ergebnisse 33

2.3.1 Die Kontrollbedingungen 34

2.3.2 Die Experimentalbedingungen 35

3 Material und Methoden 37

3.1 Der Ablauf des Experiments 37

3.2 Die fMRT-Messung 37

3.3 Die Probanden 37

3.4 Sicherheit und Datenschutz 38

3.5 Die Stimuli 38
3.5.1 Die mentale Rotationsaufgabe 38
3.5.2 Die sexuell relevanten und sexuell nicht relevanten Stimuli 39
3.6 Experimentelles Design und Durchführung 40
3.6.1 Die Experimentalbedingung 40
3.6.2 Das Studiendesign 41
3.7 Materialien 42
3.7.1 Kinsey-Skala zur Erfassung der sexuellen Orientierung 42
3.7.2 Stammdatenblatt 42
3.7.3 Mentaler Rotationstest zur Erfassung der allgemeinen raumkognitiven Leistungen 43
3.7.4 Intelligenztest: SPM - Raven's Standard Progressive Matrices (Raven, J.C.) 43
3.7.5 Stimulusrating und Viewing Time 44
3.7.6 Befindlichkeitsfragebogen 44

4 Datenanalyse 46
4.1 Die Verhaltensdaten 46
4.2 Die Bildgebungsdaten 46
4.2.1 Die Vorverarbeitung der Daten 46
4.2.2 Die statistische Analyse der Daten 47

5 Ergebnisse 50
5.1 Stichprobenbeschreibung und Vortestungen 50
5.1.1 Stammdaten 50
5.1.2 Die Vortestungen 51
5.2 Verhaltensdaten 52
5.2.1 Die Fehlerquote 53
5.2.2 Die Bearbeitungszeit (Reaktionszeit) 54
5.3 Die Ergebnisse der fMRT-Untersuchung 55
5.3.1 Die Kontrollbedingungen 56
5.3.2 Die Experimentalbedingungen (im Folgenden E 1 und E 2) 64
5.4 Ergebnisse der Stimulusbeurteilung 75
5.4.1 Bewertung bezüglich Valenz und Erregung 75
5.4.2 Viewing Time 76

6 Diskussion 77

6.1 Stichprobenbeschreibung und Vortestungen 77

6.2 Die Verhaltensdaten - Beeinflusst das Alter sexueller Distraktoren die Verhaltensleistungen in der Mentalen Rotation? 77

6.3 Hämodynamische Ergebnisse - Beeinflusst das Alter sexueller Distraktoren die mittels fMRT erhobenen Bildgebungsdaten? 78

6.3.1 Neuronale Korrelate der passiven Wahrnehmung sexuell relevanter Reize 78

6.3.2 Neuronale Korrelate der passiven Wahrnehmung sexuell nicht relevanter Reize 80

6.3.3 Neuronale Korrelate beim Vergleich der alleinigen Darbietung der Abbildungen unbekleideter Frauen und denen der unbekleideten Mädchen 81

6.3.4 Neuronale Korrelate der alleinigen Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe 82

6.3.5 Neuronale Korrelate bei zeitgleicher Präsentation der Abbildungen unbekleideter Frauen und Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe (E 1) 83

6.3.6 Neuronale Korrelate bei zeitgleicher Präsentation der Abbildungen unbe kleideter Mädchen und Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe (E 2) 84

6.3.7 Neuronale Korrelate beim Vergleich der alleinigen Präsentation unbekleideter Frauen mit E 1 85

6.3.8 Neuronale Korrelate beim Vergleich von E 1 mit E 2 86

6.3.9 Neuronale Korrelate beim Vergleich von E 2 mit E 1 87

6.3.10 Neuronale Korrelate beim Vergleich von E 1 mit der alleinigen Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe 88

6.4 Zusammenfassung der hämodynamischen Ergebnisse 88

7 Die Ergebnisse bezüglich der Hypothesen im Überblick 91

8 Kritik und Ausblick 93

8.1 Die Probandenauswahl 93

8.2 Die Stimuli 94

8.3 Die hämodynamischen Ergebnisse 94

8.4 Das Design 95

9 Zusammenfassung und Fazit 96

10 Anhang 99

11 Literaturverzeichnis 114

Abkürzungsverzeichnis

ACC	=	anteriorer cingulärer Cortex
ALM	=	allgemeines lineares Modell
BOLD	=	blood oxygenation level dependent
bzw.	=	beziehungsweise
CRT	=	Choice Reaction Task
d.h.	=	das heißt
E 1	=	Experimentalbedingung 1
E 2	=	Experimentalbedingung 2
fMRT	=	funktionelle Magnetresonanztomografie
FOS	=	fasciculus occipitofrontalis superior
ggf.	=	gegebenenfalls
IGF	=	inferiorer Gyrus frontalis
IPL	=	inferorer Parietallapen
K 1	=	Kontrollbedingung 1
K 2	=	Kontrollbedingung 2
KG	=	Kontrollgruppe
MRT	=	mentaler Rotationstest
MW	=	Mittelwert
n	=	Anzahl von Probanden
NRP	=	Not Real People
OFC	=	orbitofrontaler Cortex
SCID	=	sexual content induced delay
SD	=	Standardabweichung
SMA	=	supplementär motorisches Areal
SPL	=	superiorer Parietallappen
SPM	=	Standard Progressive Matrices
u. a.	=	unter anderem
z. B.	=	zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das Vier-Komponenten-Modell sexuellen Erlebens, Stoleru et al. 2012, modifiziert von Jordan et al. 2013, S. 47 16

Abbildung 2a, b: Die mentale Rotationsaufgabe. 39

Abbildung 3a,b,c,d: Weibliches Geschlecht, Tannerstadium 1,2,4,5, Stimuli bekleidet 40

Abbildung 4a,b: a: E 1: Zeitgleiche Präsentation der mentalen Rotationsaufgabe und des sexuell relevanten Reizes, b: E 2: Zeitgleiche Präsentation der mentalen Rotationsaufgabe und des sexuell nicht relevanten Reizes 41

Abbildung 5: Studiendesign: Exemplarischer Ablauf 42

Abbildung 6: Die Fehlerquoten im Vergleich, auf der y-Achse ist die Fehlerquote in % abgebildet 53

Abbildung 7: Die Bearbeitungszeiten im Vergleich, auf der y-Achse sind die Bearbeitungszeiten in ms abgebildet 54

Abbildung 8: Aktivierungen bei der Darbietung des sexuell relevanten Reizes im Vergleich zur Baseline - Bedingung 56

Abbildung 9: Aktivierungen bei der Darbietung des sexuell nicht relevanten Reizes im Vergleich zur Baseline - Bedingung 58

Abbildung 10: Aktivierungen bei der Darbietung des sexuell relevanten Reizes im Vergleich zur Darbietung des sexuell nicht relevanten Reizes 59

Abbildung 11: Aktivierungen bei der Darbietung des sexuell nicht relevanten Reizes im Vergleich zur Darbietung des sexuell relevanten Reizes 61

Abbildung 12: Aktivierungen bei der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe im Vergleich zur Baseline - Bedingung 62

Abbildung 13: Aktivierungen bei E 1 im Vergleich zur Baseline - Bedingung 64

Abbildung 14: Aktivierungen bei E 2 im Vergleich zur Baseline - Bedingung 66

Abbildung 15: Aktivierungen bei der alleinigen Darbietung der sexuell relevanten Stimuli im Vergleich zu E 1 68

Abbildung 16: Aktivierungen bei E 1 im Vergleich zu E 2 70

Abbildung 17: Aktivierungen bei E 2 im Vergleich zu E 1 72

Abbildung 18: Aktivierungen bei der Darbietung der sexuell relevanten Stimuli in Kombination der mentalen Rotationsaufgabe im Vergleich zur alleinigen Darbietung der mentalen Rotationsaufgabe 73

Abbildung 19: Angaben der Probanden bezüglich der Valenz und der sexuellen Erregbarkeit der Frauen- und Mädchenabbildungen 75

Abbildung 20: Erfasste Viewing Time während der Darbietung der Frauen- und Mädchenabbildungen. Auf der y-Achse ist die Zeit in Millisekunden aufgeführt. 76

Abbildung 21: Aktivierung der Amygdala bei alleiniger Präsentation der Frauenbilder im Vergleich zur Baseline - Bedingung ($p < .05$, korrigiert) 79

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mittels fMRT gefundene Aktivierungen in Hirnregionen bei Betrachtung sexueller Stimuli durch pädophile Probanden 28

Tabelle 2: Mittels fMRT gefundene Aktivierungen in Hirnregionen bei Betrachtung von Kinderbildern durch Erwachsene ohne pädophile Neigung 30

Tabelle 3: Zytoarchitektonische Kurzbezeichnungen, Anatomy Toolbox 1.8, modifiziert nach Eickhoff et al. (2005) 48

Tabelle 4: Auswertung der Vortestungen – (Ergebnisse des mentalen Rotationstest, des SPM-Tests und der Kinsey-Skala) 52

Tabelle 5: Befindlichkeiten vor und nach der Untersuchung 52

Tabelle 6: Anteil inkorrekt gelöster Aufgaben im Vergleich 54

Tabelle 7: Die Bearbeitungszeiten im Vergleich 55

Tabelle 8: Hämodynamische Ergebnisse bei der Verarbeitung der sexuell relevanten Stimuli im Vergleich zur Baseline - Bedingung (auf einem FWE korrigierten Niveau von $p < .05$) 57

Tabelle 9: Hämodynamische Ergebnisse bei der Verarbeitung der sexuell nicht relevanten Stimuli im Vergleich zur Baseline - Bedingung (auf einem FWE korrigierten Niveau von $p < .05$) 59

Tabelle 10: Hämodynamische Ergebnisse bei der Verarbeitung der sexuell relevanten Stimuli im Vergleich zu der Antwort bei Verarbeitung der sexuell nicht relevanten Stimuli (auf einem unkorrigierten Niveau von $p < .001$) 60

Tabelle 11: Hämodynamische Ergebnisse bei der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe im Vergleich zur Baseline - Bedingung (auf einem FWE korrigierten Niveau von $p < .05$) 63

Tabelle 12: Hämodynamische Ergebnisse bei der Verarbeitung der sexuell relevanten Stimuli in Kombination mit der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe im Vergleich zu der Antwort bei der Baseline - Bedingung (auf einem FWE korrigierten Niveau von $p < .05$) 65

Tabelle 13: Hämodynamische Ergebnisse bei der Verarbeitung der sexuell relevanten Stimuli in Kombination mit der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe im Vergleich zu der Antwort bei der Baseline - Bedingung (auf einem unkorrigierten Niveau von $p < .001$) 65

Tabelle 14: Hämodynamische Ergebnisse bei der Verarbeitung der sexuell nicht relevanten Stimuli in Kombination mit der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe im Vergleich zu der Antwort bei Darbietung der Baseline - Bedingung (auf einem FWE korrigierten Niveau von $p < .05$) 67

Tabelle 15: Hämodynamische Ergebnisse bei der alleinigen Darbietung der sexuell relevanten Stimuli im Vergleich zur Darbietung der Kombination der sexuell relevanten Stimuli mit der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe (auf einem unkorrigierten Niveau von $p < .001$) 69

Tabelle 16: Hämodynamische Ergebnisse bei E 1 im Vergleich zu E 2 (auf einem unkorrigierten Niveau von $p < .05$) 71

Tabelle 17: Hämodynamische Ergebnisse bei E 2 im Vergleich zu E 1 (auf einem unkorrigierten Niveau von $p < .05$) 72

Tabelle 18: Hämodynamische Ergebnisse bei E 1 im Vergleich zur alleinigen Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe (auf einem unkorrigierten Niveau von $p < .001$) 74

Tabelle 19: Angaben der Probanden bezüglich der Valenz und der sexuellen Erregbarkeit der Frauen- und Mädchenabbildungen 75

1 Einleitung und Forschungsstand

1.1 Motivation und Ziele der Arbeit

„Pädophilie“ – ein Schlagwort, das zu kontroversen Diskussionen führt. Immer wieder von neuem ins öffentliche Bewusstsein gerückt, ruft die Thematik starke Emotionen hervor. Viele Menschen verbinden den Begriff mit pädosexuell orientierten Kriminalvergehen und begegnen pädophilen Personen mit Skepsis, Unverständnis und Angst.

Was weiß man über „Pädophilie“? Der Begriff „Paedophilia erotica“ wurde 1886 von dem Psychiater von Krafft-Ebing als eine „psychosexuelle Perversion“ eingeführt (von Krafft-Ebing 1907). Heute wird sie zu den Störungen der Sexualpräferenz, den Paraphilien, gezählt. Eine Paraphilie besteht dann, wenn „unübliche sexuelle Fantasien und / oder Handlungen das deutliche Übergewicht oder eine Ausschließlichkeit in der Sexualität erreicht haben“ (Berner und Kockott 2012, S. 197). Laut ICD-10 (F 65.4) wird Pädophilie als „anhaltende oder dominierende Präferenz für sexuelle Handlungen mit Kindern vor deren Pubertät“ definiert (Dilling et al. 2015). Die Präferenz soll nach den diagnostischen Kriterien für Pädophilie seit mindestens sechs Monaten bestehen, den Betroffenen subjektiv beeinträchtigen oder zu pädophilen Handlungen bewegen. Der Betroffene soll mindestens 16 Jahre alt sein, der Abstand zu dem Kind soll mindestens fünf Jahre betragen.

Wie entsteht pädophiles Interesse und ist es messbar? Alanko et al. (2013) nehmen anhand der Ergebnisse einer Zwillingsstudie eine genetische Komponente für die Entstehung pädophilen Interesses an, zugleich heben die Autoren die größere Bedeutsamkeit von Umweltfaktoren hervor. Schon 1886 vermutete von Krafft-Ebing eine neurobiologische Grundlage hinter der Pädophilie, doch auch bis jetzt, fast 130 Jahre später, konnten die einflussnehmenden neurobiologischen Faktoren nicht bestimmt werden.

Warum ist die Erfassung sexueller Devianzen von Bedeutung? Nach Hanson und Morton-Bourgon (2009) gehört ein deviantes sexuelles Interesse zu den höchsten Risikofaktoren für ein wiederholtes Sexualverbrechen. Doch infolge einer grundsätzlichen Tabuisierung der Thematik und auch aus dem Gefühl der sozialen Erwünschtheit heraus fällt es pädophil Orientierten schwer, sich mit ihrer Störung auseinanderzusetzen oder Fragebögen ehrlich zu beantworten (Fiedler 2004). An diesem Punkt setzt das Projekt, in dessen Rahmen diese Studie durchgeführt

wurde, an. Sie soll helfen, ein verlässliches Messinstrument zur objektiven Erfassung sexuellen Interesses zu entwickeln.

Unterscheiden sich die neurobiologischen Korrelate pädophil und nicht pädophil orientierter Menschen? Es existieren bereits zahlreiche Studien, die sich mit den neurobiologischen Grundlagen von Sexualität, sexuellen Störungen und Paraphilien beschäftigt haben, doch hat sich bis jetzt kein Instrument als verlässliches Diagnostikum der Pädophilie für die klinische Praxis erwiesen. Das übergeordnete Ziel der Arbeitsgruppe, in die sich diese Studie eingliedert, ist es, ein von Probandenangaben unabhängiges Verfahren zur Diagnostik von Pädophilie zu entwickeln. Im Fall der hier vorliegenden Studie werden Aufmerksamkeitsprozesse in Bezug auf die Wahrnehmung sexuell relevanter Reize im Vergleich zu sexuell nicht relevanten Reizen, bei der gleichzeitigen Bearbeitung von mentalen Rotationsaufgaben, untersucht. Unseres Wissens existiert bislang keine weitere Studie, die die hämodynamischen Korrelate von Probanden beim Bearbeiten einer aktiven kognitiven Aufgabe bei simultaner Darbietung sexuell relevanter Distraktoren misst. Dieser Ansatz hat den Vorteil, dass es den Probanden aufgrund der aktiven Bearbeitung einer Aufgabe erschwert sein sollte, bei der Bewertung der sexuellen Stimuli, zum Beispiel aufgrund sozialer Erwünschtheit zu manipulieren.

Des Weiteren soll anhand der neurobiologischen Korrelate möglichst vieler Probanden – in dieser Studie sind das 22 heterosexuelle Männer ohne pädophile Orientierung - eine Datenbasis geschaffen werden, mit deren Hilfe es in Zukunft möglich sein kann, neurobiologische Korrelate pädophil orientierter Probanden besser einzuordnen und zu untersuchen.

All das kann zu einem besseren Verständnis der Ätiologie und Neurobiologie von Pädophilie führen, die Abgrenzung zu anderen Störungen erleichtern, mögliche Therapieansätze zu entwickeln helfen sowie die Wirksamkeit bestehender Therapieansätze nachzuweisen.

Mittels der vorliegenden Arbeit soll festgestellt werden, ob das Alter sexueller Distraktoren die Verhaltensleistungen in der mentalen Rotation sowie die mittels fMRT erhobenen Bildgebungsdaten beeinflusst und es möglich macht, die sexuelle Präferenz der Probanden abzubilden.

1.2 Zur Entstehung sexueller Erregung

Es existieren zahlreiche theoretische Erklärungsmodelle zur Entstehung von sexueller Erregung und sexueller Aktivität. Im Gegensatz zu früheren Theorien, die Sexualität als einen primären

Trieb wie Hunger oder Durst verstehen, ist aus heutiger Sichtweise das Verständnis von Sexualität als Ergebnis von Motivations-, Emotions-, Kognitions- und autonomen Prozessen von Bedeutung. Im Folgenden werden Theorien zur Entstehung sexueller Erregung aufgeführt.

1.2.1 Theorien zur Entstehung sexueller Erregung

Sexuelle Erregung – ein Emotionsprozess

Everaerd (1989) interpretiert sexuelle Erregung als eine Emotion, vergleichbar mit Wut, Stress oder Angst. Er überträgt die Definition von Emotion durch Ekman (1984) zu großen Teilen auf den Begriff der Sexualität und der sexuellen Erregung. Laut Everaerd hat sich Sexualität entwickelt, um mit grundlegenden Lebensaufgaben fertig zu werden. Sexuelle physiologische Prozesse und Ausdrucksformen sind emotionsspezifisch und damit nicht auf andere Emotionen übertragbar. Ferner basieren sexuelle physiologische Prozesse und Ausdrucksformen auf prägenden Ereignissen (Everaerd 1989). Nach Singer (1984) lässt sich sexuelles Interesse in ein übergeordnetes Modell sexueller Erregung einordnen. Dieses Modell besteht aus drei Phasen und geht davon aus, dass ähnlich wie beim Wahrnehmen einer Emotion, beim Verarbeiten von sexuellem Interesse automatische und kontrollierte Prozesse stattfinden.

In der ersten Phase wird ein Objekt wahrgenommen und ggf. als sexuell relevant bewertet. Daraufhin wird ihm Interesse zugesprochen und zum Beispiel in Form von Blickbewegungen aufrechterhalten. Die zweite Phase beinhaltet die Annäherung an das Objekt. In der dritten Phase erfolgt eine automatisch-somatische Reaktion, die neben der genitalen Antwort aus weiteren physiologischen Veränderungen wie einer Erhöhung der Herzfrequenz oder des Muskeltonus besteht. Allerdings betont Singer zum einen, dass sexuelles Erleben auch unabhängig von der Fähigkeit somatischen Empfindens (zum Beispiel nach Rückenmarksverletzungen) möglich ist. Zum anderen, dass sich die einzelnen Phasen des Modells auch voneinander losgelöst abspielen können. Ähnlich dazu beschreiben Rosen und Beck (1988) den Prozess sexueller Erregung als eine komplexe Triade aus physiologischen, psychologischen (kognitiven und affektiven) und Verhaltenskomponenten.

Auch Spiering und Everaerd (2007) ordnen Sexualität unter die Emotionen ein. Ihr Konzept zur Verarbeitung sexueller Reize wird in Kapitel 1.2.2 behandelt.

Sexuelle Erregung - ein Motivationsprozess

Pfaus ordnet die Entstehung sexueller Erregung in seinem „Incentive Sequence Model“ (Anreiz – Abfolge-Modell) als einen Motivationsprozess ein (Pfaus 1996). Nach diesem Modell lässt sich Sexualverhalten in zwei Phasen aufgliedern, in die erste appetitive und in die folgende konsumatorische Phase. Zur ersten Phase zählt der Autor präparatorische Prozesse, wie zum Beispiel sexuelles Verlangen, zur zweiten Phase kopulatorische Prozesse wie die körperliche sexuelle Stimulation. Einige Prozesse lassen sich nach Pfaus beiden Phasen zuordnen. So gehört der Prozess sexueller Erregung sowohl zur appetitiven als auch zur konsumatorischen Phase. Sexuelle Erregung motiviert zu sexuellen Handlungen, hält diese aber auch aufrecht (Pfaus 1999). Des Weiteren ist die Entstehung sexueller Motivation nach Pfaus durch die Vorstellung oder Präsentation sexuell relevanter Reize bedingt.

Es existieren auch Modelle, in denen sexuelle Erregung sowohl als Emotion als auch als Motivation verstanden wird. So interpretieren Both et al. (2005) das Zustandekommen sexueller Erregung als ein Ergebnis **emotionaler und motivationaler Verarbeitungsprozesse** sexueller Reize, woraufhin die bewusste Wahrnehmung der Erregung zu sexuellem Verlangen führt.

Ein **Modell der dualen Kontrolle** von Sexualität entwickelten Bancroft und Janssen (2000). Dieses besagt, dass die Entstehung sexueller Erregung durch das Zusammenspiel exzitatorischer und inhibitorischer Prozesse kontrolliert wird. Die Gewichtung dieser beiden Komponenten (exzitatorisch und inhibitorisch) variiert dabei individuell. Ein daraus resultierendes Ungleichgewicht wird von den Autoren auch zur Erklärung sexueller Funktionsstörungen herangezogen. Demnach kann zum Beispiel eine erektile Dysfunktion mit einem Überwiegen der inhibitorischen, ein risikoreiches sowie ein unkontrollierbares Sexualverhalten mit einem Überwiegen der exzitatorischen Komponente in Verbindung gebracht werden (Bancroft et al. 2009). Ungeklärt bleibt, ob auch paraphile Verhaltensweisen mit einem Überwiegen der exzitatorischen bzw. einer Unterlegenheit der inhibitorischen Komponente einhergehen. Spiering und Everaerd (2007) entwickelten ein Modell zur Informationsverarbeitung sexueller Reize, das die Entstehung sexueller Erregung als ein Zusammenspiel von automatischen und kontrollierten Prozessen versteht (Zur Erläuterung des Modells siehe Kapiel 1.2.2).

Auf der Grundlage des Modells der dualen Kontrolle und der Informationsverarbeitung postuliert Bancroft (2009) im psychosomatischen Zyklus der Sexualität, dass bei Wahrnehmung eines sexuellen Reizes involvierte bewusste und unbewusste Prozesse eine Aktivierung des lim-

bischen Systems hervorrufen. Das limbische System wird mit emotionalen Verarbeitungsprozessen in Zusammenhang gebracht, die über eine Aktivierung spinaler Prozesse zu sexueller Erregung führen. Wenn dieser Erregungszustand nun bewusst wahrgenommen wird, beeinflusst das kognitive Prozesse und Bewertungsprozesse und führt zu sexuell motiviertem Verhalten sowie gegebenenfalls zum Orgasmus mit anschließender Refraktärphase.

Neurobiologische Grundlagen zur Entstehung sexueller Erregung

Durch bildgebende Verfahren (v.a. fMRT-, PET-Aufnahmen) rücken auf neurobiologische Grundlagen gestützte Theorien zur Entstehung sexueller Erregung immer mehr in den Vordergrund. Die Erkenntnisse bezüglich der an sexuellen Verarbeitungsprozessen beteiligten Hormone bzw. Neurotransmitter werden im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter ausgeführt, da sie nicht im Fokus der Untersuchungen stehen. Mit den neuronalen Grundlagen von sexueller Erregung befasst sich Kapitel 1.5.

1.2.2 Die Verarbeitung sexueller Reize

Basierend auf dem Informationsverarbeitungsansatz von Janssen et al. (2000) entwickelten Spiering und Everaerd (2007) ein Modell, nach dem die Interaktion von automatischen und kontrollierten Prozessen zu subjektiver sexueller Erregung führt.

Was unterscheidet diese Prozesse und wann kommen sie zur Anwendung? Automatische Prozesse laufen nahezu vollständig unterbewusst und häufig parallel ab, dabei benötigen sie kaum Aufmerksamkeitskapazität (Shiffrin und Schneider 1977). Im Gegensatz dazu laufen bewusst wahrgenommene kontrollierte Prozesse seriell ab und benötigen Aufmerksamkeitskapazität. Während neutrale Reize nur kontrolliert verarbeitet werden, ziehen emotional bedeutsame und evolutionär wichtige Reize auch automatisch Aufmerksamkeit auf sich. So konnten zum Beispiel Öhman et al. (2001) in einer Studie zeigen, dass Probanden evolutionär angstbehaftete Reize (Schlangen, Spinnen) schneller zwischen neutralen Reizen (Blumen, Pilze) ausmachen konnten als neutrale Reize zwischen angstbehafteten.

Vergleichbar mit evolutionär wichtigen Reizen ziehen auch sexuelle Reize automatisch Aufmerksamkeit auf sich. In verschiedenen Studien konnte nachgewiesen werden, dass Probanden eine längere Reaktionszeit beim Lösen einer Aufgabe brauchten, wenn ihnen im Vergleich zu einem sexuell nicht präferierten Reiz zeitgleich ein sexuell präferierter Reiz präsentiert wurde (Wright Jr und Adams 1994; Mokros et al. 2010; Poeppl et al. 2011). Was macht einen Reiz zu einem sexuellen Reiz? Spiering und Everaerd (2007) ordnen sexuelle Verarbeitungsprozesse

den Emotionen zu. So, wie die emotionale Salienz eines Reizes für ein Individuum, basiert auch die Bewertung eines Reizes durch ein Individuum als „sexuell relevant“ neben genetischen Grundlagen und kulturellen Gegebenheiten auf persönlichen Erfahrungen. Die Autoren nehmen an, dass Sexualität von Geburt an im Menschen verankert ist. Während der Entwicklung, unter dem Einfluss von Umweltfaktoren und verschiedenen Erfahrungen mit Sexualität –unter anderem durch taktile und visuelle Stimulation –, bilden sich individuelle sexuelle Vorlieben heraus. Die Verarbeitung sexueller Reize basiert laut den Autoren sowohl auf automatischen als auch auf kontrollierten Prozessen. Wird ein sexueller Reiz wahrgenommen, so wird ihm durch automatischen und kontrollierten Abgleich mit Gedächtnisinhalten eine sexuelle Relevanz zugesprochen. Dann, so Spiering und Everaerd, ist der Reiz in der Lage eine genitale Antwort, weitere unspezifische physiologische Reaktionen (z. B. Steigerung der Herzfrequenz) und eine Bewusstwerdung der subjektiven sexuellen Erregung hervorzurufen. Im Folgenden wird ein von Spiering und Everaerd (2007) entwickeltes Konzept vorgestellt, welches Prozesse erläutert, die bei der Verarbeitung sexueller Reize und bei der Generierung sexueller Erregung involviert sind.

Das Konzept der „Hot vs. Cold Cognition“

Laut Squire werden Gedächtnisprozesse in eine explizite und eine implizite Komponente unterteilt (Squire 1992). In Bezug auf sexuelle Bewertungsprozesse umfasst das explizite Gedächtnis zum Beispiel Erinnerungen an sexuelle Erfahrungen, sexuelle Fantasien und das Wissen über sexuelle Vorlieben und die damit verbundenen Vor- und Nachteile. Dagegen sind angeborene sexuelle Reflexe, sexuelle Automatismen oder konditionierte Empfindungen dem impliziten Gedächtnis zuzuordnen (Spiering und Everaerd 2007). Beide Komponenten können in die Generierung sexueller Erregung integriert sein. Die Autoren beschreiben in ihrem Konzept zwei Pfade für die Verarbeitung sexueller Reize. Beiden Pfaden geht eine unbewusste Aufmerksamkeitszuweisung auf die Eigenschaften des sexuellen Reizes voraus.

1. Dem sexuellen Reiz wird durch einen positiven Abgleich zwischen den Reiz-Eigenschaften und expliziten Gedächtnisinhalten Aufmerksamkeit zugewiesen, die dann zu bewusst wahrgenommenem sexuellen Interesse und zu sexueller Erregung führt. Diesen Vorgang bezeichnen die Autoren als „Cold Cognition“.
2. Ein positiver Abgleich der Reiz-Eigenschaften mit Inhalten des impliziten Gedächtnisses führt zu physiologischen Reaktionen. Erst durch die Bewusstwerdung dieser

Reaktionen kommt es zu einer bewusst wahrgenommenen sexuellen Erregung. Diesen Vorgang bezeichnen die Autoren als „Hot Cognition“.

Beide Pfade können parallel ablaufen und ineinander übergehen.

Des Weiteren haben Spiering und Everaerd (2007) die in die einzelnen Verarbeitungsprozesse sexueller Erregung involvierten Hirnregionen zugeordnet. Diese Zuordnung kann aufgrund geringer empirischer Grundlagen eher als theoretisches Konzept verstanden werden und wird im Folgenden nur kurz angeschnitten. Spiering und Everaerd berufen sich bei dieser Zuordnung vor allem auf Hypothesen zur Verarbeitung von Emotionen von LeDoux. Die Erkenntnisse wurden auf die Verarbeitung sexueller Reize übertragen, unter der Annahme, dass Sexualität als Emotion zu verstehen ist (Vergleichbar mit Kapitel 1.2.1). Explizite Gedächtnisinhalte befinden sich im Bereich des Neocortex, die Vermittlung erfolgt über neuronale Netzwerke mit dem Hippocampus (Squire 1992; McClelland et al. 1995; LeDoux 1996). Eine wichtige Rolle für das implizite Gedächtnis scheint die Amygdala zu spielen (LeDoux 1996). Ihr wird ein großer Part bei der Bewertung der Relevanz und der Generierung der physiologischen Reaktionen auf einen emotionalen und so auch sexuellen Reiz zugeschrieben (LeDoux und Phelps 1993; Rogan und LeDoux 1996). Die Bewusstwerdung dieser Reaktionen bringen Spiering und Everaerd mit der Inselregion zusammen, die darauf folgende bewusste Wahrnehmung sexueller Erregung mit dem präfrontalen Cortex und dem anterioren cingulären Cortex.

Übertragen auf das hier zu beschreibende Experiment, in dessen Rahmen sexuelle Stimuli für jeweils mehrere Sekunden präsentiert werden, ist eine bewusste Wahrnehmung der Stimuli durch die Probanden anzunehmen. Aufgrund ihrer sexuellen Eigenschaften, ist nach den zuvor erläuterten Theorien von Spiering und Everaerd, sowohl von einer automatischen als auch kontrollierten Verarbeitung und daraus resultierend von einer „Cold Cognition“ bei den Probanden auszugehen. Auf diese folgt nicht automatisch eine physiologische Reaktion im Sinne einer genitalen Antwort und eine „Hot Cognition“, damit spiegelt die „Cold Cognition“ mehr als physiologische sexuelle Erregung sexuelles Interesse wieder. Bezogen auf das Konzept der neuronalen Korrelate von Spiering und Everaerd ist eine Aktivierung in allen von ihnen benannten Hirnregionen möglich. Ein besonderes Augenmerk könnte in Bezug auf die Stimuli unseres Experiments auf die „Cold Cognition“ und damit auf hippocampale und neocortikale Bereiche gelegt werden. Da sich das Modell aber auf Emotionen im Allgemeinen bezieht, wurden als Grundlage für unser Experiment die Ergebnisse zahlreicher neuerer Studien zugrunde gelegt,

die sich explizit mit den hämodynamischen Korrelaten sexueller Erregung befassen (siehe Kapitel 1.5).

1.3 Aufmerksamkeitsprozesse bezogen auf sexuelle Reize und Kognition

In dem hier zu beschreibenden Experiment wurden den Probanden zwei um die Aufmerksamkeit des Probanden konkurrierende Reize präsentiert – ein sexueller und ein kognitiver. Der Annahme, dass die Reize bezüglich der Aufmerksamkeitszuweisung miteinander konkurrieren, liegt das Konzept einer "limitierten Aufmerksamkeit" zugrunde.

1.3.1 Limitierte Aufmerksamkeit

Im Jahr 1958 stellte Broadbent die Theorie auf, dass die Kapazität des Menschen Informationen zu verarbeiten begrenzt ist und Aufmerksamkeitsprozesse durch diese Informationsverarbeitungsbegrenzung maßgeblich beeinflusst werden (Broadbent 1958). Auf diesen Theorien aufbauend entwickelte Kahneman (1973) ein Kapazitätsmodell der Aufmerksamkeit, das von einer limitierten Aufmerksamkeit für die Verarbeitung von Reizen ausgeht. Nach dem Autor ist eine Aufmerksamkeitszuweisung für den einen oder den anderen Reiz durch die bewusste oder unbewusste Wahrnehmung der Anforderung einer Situation bedingt. Auch Desimone und Duncan (1995) beschäftigten sich mit Aufmerksamkeitsprozessen, speziell mit konkurrierenden, visuell dargebotenen Stimuli. Werden mehrere visuelle Reize parallel wahrgenommen, so konkurrieren diese laut Autoren um limitierte Verarbeitungskapazitäten. Welcher der Reize dann primär verarbeitet wird, hängt von zwei Prozessen ab. Zum einen von der visuellen Wahrnehmung besonderer Merkmale des Reizes (z. B. eine auffällige Färbung). Zum anderen sind für die Selektion relevanter Reize Kontrollmechanismen notwendig, die aus den wahrgenommenen Informationen jene herausfiltern, die für die gegenwärtige Situation relevant sind (Desimone und Duncan 1995).

Shiffrin und Schneider (1977) erarbeiteten ein noch differenzierteres Reiz-Verarbeitungs-Modell. So nahmen sie an, dass die Aufmerksamkeitskapazität nur für kontrollierte, bewusst ablaufende Prozesse limitiert ist, wohingegen automatische Prozesse (z. B. Alarm- oder Orientierungsreaktionen) unbewusst und voneinander unbeeinträchtigt parallel ablaufen. Zu kontrollierten Prozessen zählen die Autoren u. a. das Treffen von Entscheidungen oder die Bearbeitung kognitiver Aufgaben.

Das Ausmaß an Aufmerksamkeit, welches der Bearbeitung einer kognitiven Aufgabe zuteil wird, kann neben einer allgemeinen Reaktionsbereitschaft und der bewusst eingesetzten Aufmerksamkeitszuweisung (Heß et al. 2016) auch durch den Emotionszustand des Bearbeiters oder emotionale Distraktoren beeinflußt werden.

1.3.2 Emotions-Kognitions-Interaktionstheorie

„*Emotion and cognition are two major aspects of human mental life that are widely regarded as distinct but interacting*"[1] (Gray et al. 2002, S.4115).

Emotionszustände beeinflussen die Menge an Aufmerksamkeit, die einer kognitiven Aufgabe zugewiesen wird. Ellis und Ashbrook (1988) fassen in einem Review Studien zusammen, in denen gezeigt werden konnte, dass eine negative Stimmung die Gedächtnisleistung der Probanden verschlechtern kann. Blair et al. (2007) konnten anhand längerer Reaktionszeiten zeigen, dass emotionale Distraktoren die Verarbeitung einer kognitiven Aufgabe stören. In seiner Dissertationsschrift behandelt Dshemuchadse (2009) verschiedene Studien und Reviews (u. a. Ellis und Ashbrook 1988; Forgas und Bower 1988; Dalgleish und Watts 1990; Goschke 1996), die belegen, dass unterschiedliche Stimmungen das Gedächtnis, das Denken, das Urteilen sowie Wahrnehmung und Aufmerksamkeit verändern.

In einer Übersichtsarbeit fassten Drevets und Raichle (1998) die Ergebnisse von Bildgebungsstudien zusammen, die sich mit dem Phänomen der Emotion-Kognition-Interaktion auf neuronaler Ebene befasst haben. Anhand der Erfassung neuronaler Antworten bei Bearbeitung einer kognitiven Aufgabe während experimentell induzierten Emotionszuständen konnte gezeigt werden, dass die Bearbeitung kognitiver Aufgaben von Emotionszuständen (z. B. Angst, Wut) beeinflusst wird (Drevets und Raichle 1998). So korrelierte eine stärkere Aktivierung in Hirnregionen, die als relevant für kognitive Verarbeitungsprozesse gelten, mit der alleinigen Bearbeitung einer kognitiven Aufgabe, verglichen zu einer schwächeren Aktivierung in denselben Hirnregionen, die bei gleichzeitiger Präsentation einer kognitiven Aufgabe und emotionaler Distraktoren erfasst wurde. Zu den aktivierten Hirnregionen, die mit kognitiven Verarbeitungsprozessen in Verbindung gebracht werden, zählen die Autoren den dorsalen anterioren cingulären Cortex (dorsaler ACC) sowie den dorsolateralen prefrontalen Cortex.

1 Übersetzung der Referentin: Emotion und Kognition sind zwei Hauptaspekte der menschlichen Psyche, die weitgehend als verschieden und doch als interagierend betrachtet werden.

Umgekehrt konnte auch gezeigt werden, dass die Bearbeitung kognitiver Aufgaben die hämodynamische Antwort in den Hirnregionen verändert, die mit Emotionen in Zusammenhang gebracht werden. Dazu zählen nach Drevets und Raichle (1998) insbesondere die Amygdala, der posteriore mediale orbitale Cortex und der ventrale ACC. In diesen Hirnregionen zeigte sich während der Bearbeitung emotionsbezogener Aufgaben durch die Probanden erwartungsgemäß eine gesteigerte Aktivierung. Dahingegen führte die Bearbeitung einer kognitiven Aufgabe zu einer schwächeren Aktivierung derselben Regionen. Eine schwächere Aktivierung der Amygdala in Reaktion auf emotionale Reize im Zusammenhang mit kognitiven Verarbeitungsprozessen konnten auch Blair et al. (2007) und Kellermann et al. (2012) in fMRT-Studien feststellen.

Zusammenfassend ist von einer Interaktion zwischen emotionalen und kognitiven Reizen auf der Verhaltensebene sowie auf neuronaler Ebene auszugehen.

1.3.3 Aufmerksamkeitsprozesse bezogen auf sexuelle Reize und Kognition

Während neutrale Reize ausschließlich kontrolliert verarbeitet werden, unterliegt die Verarbeitung sexueller Reize automatischen und kontrollierten Prozessen (Spiering und Everaerd 2007). Dass dabei das Ausmaß der Aufmerksamkeitszuweisung auf einen Stimulus mit dem Ausmaß sexueller Erregung, den dieser hervorruft, korreliert, konnten Prause et al. (2008) demonstrieren. Sie erfassten in einer Studie (n = 69) die Aufmerksamkeitszuweisung anhand von Dotprobeaufgaben in Kombination mit sexuellen Stimuli. Auch in unserem Experiment wurde eine kognitive Aufgabe mit der Darbietung sexueller Stimuli kombiniert und es wurde eine Aufmerksamkeitszweisung auf die sexuellen Reize der Stimuli angenommen.

1.4 Methoden zur Erfassung sexuellen Interesses und sexueller Devianz

Nach Ahlers et al. (2004) konfiguriert sich „die sexuelle Präferenz-Struktur des Menschen […] auf drei wesentlichen Achsen: dem präferierten Geschlecht (eines gewünschten Partners): gegen-, beid- oder gleichgeschlechtlich; dem präferierten Alter (eines gewünschten Partners): Kinder, Jugendliche, Erwachsene, Greise; und der präferierten Art und Weise (eines gewünschten Partners bzw. Objektes oder einer Interaktion): Typ, Objekt, Modus, Praktik etc.“ (Ahlers et al. 2004, S.87).

Es ist bis heute fast unmöglich, das sexuelle Interesse oder die sexuelle Präferenz eines Menschen unabhängig von dessen subjektiver Aussage objektiv festzustellen. Es existieren zwar

zahlreiche Fragebögen, klinische Interviews und Skalen zur Erfassung von sexuellem Interesse. Diesen liegt aber die Schwierigkeit zugrunde, dass es vielen Probanden schwerfällt ihre sexuellen Präferenzen offen darzulegen, besonders dann, wenn das sexuelle Interesse weit von dem sozial erwünschten abweicht (Fiedler 2004). Da Fragebögen auf der ehrlichen Beantwortung der Fragen beruhen, ist die Validität der Testergebnisse umstritten (O'Donohue et al. 2000). Trotzdem spielen Selbsteinschätzungsverfahren aufgrund der einfachen und kostengünstigen Durchführbarkeit eine wichtige Rolle im klinischen Alltag. So wird im Folgenden beispielhaft der MSI (Multiphasic Sex Inventory) als Fragebogen kurz vorgestellt. Auf die Kinsey-Skala als ein Verfahren zur Erfassung der sexuellen Orientierung wird in Kapitel 3.5 eingegangen.

1.4.1 Der MSI (Multiphasic Sex Inventory)

Dieser von Nichols und Molinder 1984 entworfene Fragebogen besteht aus 300 Fragen, die jeweils mit „Richtig“ oder „Falsch“ zu beantworten sind und unterschiedliche Teilbereiche sexueller Devianz sowie atypisches Sexualverhalten, sexuelle Dysfunktionen und Wissen über Sexualität erfassen (Nichols et al. 1996). Ergänzt wird er durch eine Skala zur Sexualbiographie. Um ein ehrliches Antwortverhalten der Probanden zu gewährleisten, enthält der Fragebogen zusätzlich Validitätsskalen. Diese dienen der Prüfung der Absicht zum Lügen und einem Antwortverhalten aus einer sozialen Sexual-Erwünschtheit heraus. Wie Kalmus und Beech (2005) erläutern, kann somit unehrliches Antwortverhalten eines Probanden identifiziert werden, nicht aber seine Sexualpräferenz. Gerade bei forensischen Gruppen, in denen die Antworten oft aus sozialer Erwünschtheit heraus gegeben werden, stellt sich eine Diagnostik anhand des MSI als schwierig dar (Imhoff et al. 2010).

Neben den Selbsteinschätzungsverfahren wurden weitere Testverfahren entwickelt, die zum Ziel haben, sexuelle Präferenzen unabhängig von den subjektiven Angaben der Probanden zu messen. Auf einige wird im Folgenden näher eingegangen, dazu zählen die Penisplethysmographie, die Erfassung sexueller Präferenzen anhand von Aufmerksamkeitszuweisung und bildgebende Verfahren.

1.4.2 Penisplethysmographie

Die Penisplethysmographie – oder auch Phallometrie – beschreibt ein Verfahren, mit welchem Erektionszustände des Penis gemessen werden können. Eine etablierte Methode zur Messung einer Umfangsveränderung des Penis wurde von Bancroft et al. (1966) entwickelt. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Umfangsänderung mit sexueller Erregung korreliert und es somit

auch möglich sein sollte sexuelle Devianzen zu erfassen. Die Verlässlichkeit dieser Messmethode ist allerdings umstritten. So berichten Marshall und Fernandez (2000) und Marshall (2006) von verschiedenen Studien (Quinsey et al. 1975; Laws und Holmen 1978; Wydra et al. 1983; Avery-Clark und Laws 1984; Hall et al. 1988; Hall 1989), in denen gezeigt werden konnte, dass Sexualstraftäter sowohl sexuelle Erregung bei sexuell nicht relevanten Stimuli generieren als auch bei sexuell relevanten unterdrücken können. Das führt zum einen zu der Annahme, dass es durchaus möglich ist einen sexuellen Erregungszustand zu manipulieren, zum Anderen, dass sexuelle Erregung nicht mit sexuellem Verlangen gleichzusetzen ist. Nach Singer (1984) kann auch die Erektion nicht als direktes Korrelat sexueller Erregung gesehen werden, sondern entspricht nur der letzten Phase des von ihm entworfenen Drei-Phasen-Modells der sexuellen Erregung. Weitere Nachteile der Penisplethysmographie sind, dass das Verfahren arbeitsintensiv, teuer und ausschließlich bei Männern anwendbar ist (Thornton und Laws 2009). Trotzdem wird es vor allem in den USA, auch aufgrund des Mangels an Alternativen, häufig eingesetzt und gilt dort als Goldstandard für die Bestimmung sexueller Orientierung. Marshall et al. veröffentlichten 2014 Daten verschiedener Studien, die die Genauigkeit der Penisplethymographie zur Identifizierung sexuell devianten Interesses untersuchten. Hier konnten Missbrauchstäter gegenüber Kindern mit einer Spezifität von je nach Studie bis zu 83 % (Harris et al. 1992) identifiziert werden (Marshall 2014). Marshall kritisiert aber die fehlende Möglichkeit, die Missbrauchstäter mittels des Verfahrens in weitere Subgruppen einteilen zu können. Auch führt er ins Feld, dass die gemessene sexuelle Erregung durch die Teilnehmer willentlich erzeugt und manipuliert werden kann und so zu verfälschten Ergebnissen führen kann.

1.4.3 Die Erfassung sexueller Präferenzen anhand von Aufmerksamkeitszuweisung

Wie in Kapitel 1.2.2 beschrieben gibt es Grund zur Annahme, dass sexuelle Reize automatisch Aufmerksamkeit auf sich ziehen, aber auch kontrolliert verarbeitet werden. Es ist weiterhin bekannt, dass die Kapazität für die kontrollierte Verarbeitung von Reizen beschränkt ist (Shiffrin und Schneider 1977; Ellis und Ashbrook 1988; Spiering und Everaerd 2007). Darauf basieren verschiedene Ansätze zur Erfassung sexueller Präferenzen. Im Folgenden werden beispielhaft einige kognitive Ansätze zur Erfassung (devianten) sexuellen Interesses erläutert. Für einen umfassenderen Überblick wird auf die Arbeit „Cognitive approaches to the assessment of sexual interest in sexual offenders“ (Thornton und Laws 2009) verwiesen.

„Sexual Content Induced Delay“ (SCID)

Wie zuvor erläutert, ziehen sexuell präferierte Reize mehr Aufmerksamkeit auf sich, als sexuell nicht präferierte oder neutrale Reize. Das Konzept der SCID geht davon aus, dass auch Entscheidungsprozesse durch die Wahrnehmung sexueller Reize beeinflusst und dadurch verlangsamt werden (Geer und Bellard 1996; Geer und Melton 1997). Geer und Bellard (1996) konnten zeigen, dass Probanden länger brauchen, um die räumliche Anordnung von Buchstaben zu erkennen, wenn Worte mit sexuellem Inhalt gezeigt werden, als solche mit neutralem Inhalt. Das SCID Phänomen beruht auf der Annahme, dass sexuell relevante Reize Aufmerksamkeit auf sich ziehen, und dadurch mit der Verarbeitung kognitiver Aufgaben um die vorhandenen limitierten Aufmerksamkeitskapazitäten konkurrieren. So entstehen durch die Präsenz sexueller Reize Verzögerungen bei der Verarbeitung kognitiver Aufgaben.

Choice Reaction Task (CRT)

Auch das Verfahren der CRT basiert auf der Annahme, dass sexuell relevante Stimuli Aufmerksamkeit auf sich ziehen und dadurch Verzögerungen bei der Verarbeitung kognitiver Aufgaben verursachen. Die CRT besteht aus der zeitgleichen Darbietung einer kognitiven Aufgabe mit Abbildungen sexuell präferierter, sexuell nicht präferierter und neutraler Stimuli. Die kognitive Aufgabe für die Probanden ist die Bestimmung eines Punkts per Tastenklick, welcher sich auf jeweils verschiedenen Positionen auf den Abbildungen befindet. Das Verfahren wurde erstmals von Wright Jr und Adams (1994) bei einer gesunden Probandengruppe (heterosexuelle und homosexuelle Frauen und Männer) angewandt und bestätigt. Auch für die Erfassung von deviantem sexuellem Interesse bietet das Verfahren der CRT einen vielversprechenden Ansatz. So konnten Mokros et al. (2010) bei pädophilen Probanden (n=21, Kontrollgruppe (im Folgenden KG) n=21) eine signifikant längere Reaktionszeit nachweisen, wenn diesen eine kognitive Aufgabe zeitgleich mit Abbildungen von Kindern präsentiert wurde, im Vergleich zu Abbildungen von Erwachsenen. Die Stimuli wurden wie die Stimuli unseres Experimentes aus dem NRP-Set übernommen. Da auch unser Design auf der zeitgleichen Darbietung einer kognitiven Aufgabe und Abbildungen sexueller Stimuli basiert, weist es Parallelen zum Verfahren der CRT auf.

Viewing Time

Die Annahme, dass Verarbeitungsprozesse durch sexuelle Reize verlangsamt werden, liegt auch dem Verfahren der „Viewing Time“ (Laws und Gress 2004) zugrunde (Angewendet z. B. von The Abel Assessment for Sexual Interest (AASI), Abel et al. 2001). Es wird angenommen, dass sexuell präferierte Reize länger betrachtet werden, als sexuell nicht relevante Reize (Imhoff et al. 2010). Bei dem Verfahren der Viewing Time wird unbemerkt von den Probanden die Zeit gemessen, in der die Probanden verschiedene Stimuli betrachten. Dafür werden zum Beispiel Rating-Verfahren genutzt, bei denen die Probanden Stimuli durch Wahl eines Werts auf einer Skala per Tastendruck bewerten. In dem Moment der Wahl verschwindet der dargebotene Stimuli, damit kann der Proband selbst entscheiden, wie lang er diese hinauszögert. Es wird angenommen, dass er einen sexuell präferierten Stimuli später bewertet als einen neutralen oder sexuell nicht präferierten Reiz und damit die Zeitspanne der Betrachtung mit sexuellem Interesse korreliert (Laws und Gress 2004). Diese Annahme konnte bei heterosexuellen und homosexuellen gesunden Probandengruppen bereits bestätigt werden (u. a. von Quinsey et al. 1996; Imhoff et al. 2010). Harris et al. (1996) konnten in einer Studie mit 26 pädophilen Probanden (KG n=25) zwar keine verlängerte Betrachtungszeit der Abbildungen von Kindern im Vergleich zu den Abbildungen von Erwachsenen zeigen, dafür aber eine signifikant niedrigere Korrelation zwischen Viewing Time- und Ratingergebnissen im Vergleich zu den gesunden Probanden. Das Verfahren der „Viewing Time“ kommt in unserem Experiment als Teil des Rating Verfahrens (Kapitel 3.5.5) zur Anwendung.

Blickbewegungsregistrierungen

Basierend auf der Theorie von Spiering und Everaerd (2007) kann angenommen werden, dass besonders sexuell präferierte Eigenschaften unbewusst wahrgenommen werden und Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Dabei sind automatische und kontrollierte Aufmerksamkeitsprozesse involviert. Bei dem Verfahren der Registrierung von Blickbewegungen wird während der Präsentation sexueller Stimuli erfasst, welchen Stimuli und welchen Part davon die Probanden als erstes, als längstes oder wiederholt betrachten. Das geschieht ohne das Wissen der Probanden. In einer Studie von Fromberger et al. (2013) wurden Probanden (22 pädophile Probanden, acht nicht pädophile forensische Kontrollprobanden und 52 gesunde Kontrollprobanden) gleichzeitig Abbildungen von jeweils einem Erwachsenen und einem Kind präsentiert. Dabei wurden die Augenbewegungen der Probanden festgehalten. Bei den pädophilen Probanden konnte eine frühere Fixation der Kinderbilder – im Gegensatz zu den

Erwachsenenbildern – nachgewiesen werden. Im Gegensatz dazu fixierten die gesunden Kontrollprobanden zuerst die Erwachsenenbilder.

1.4.4 Bildgebende Verfahren – die funktionelle Magnetresonanztomografie

Die neurobiologischen Korrelate sexuellen Interesses zu erforschen, rückt mit bildgebenden Verfahren wie der funktionellen Magnetresonanztomografie (fMRT) oder der Positronen-Emissions-Tomografie (PET) immer weiter in das Interesse der Wissenschaft. Mit der fMRT und der PET kann durch die Messung des zerebralen Blutflusses bzw. Glukoseumsatzes die Hirnaktivität bestimmt und ein Einblick in die neuronale und die Neurotransmitter-Ebene des sexuellen Erlebens geboten werden. Da fMRT-Aufnahmen eine Grundlage unseres Experiments darstellen, soll auf diese Messmethode und die damit gewonnenen Ergebnisse zur Erfassung sexuellen Interesses näher eingegangen werden.

Die funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT) und der Bold Effekt

Die Magnetresonanztomografie stellt die Wasserverteilung im Körpergewebe dar, sie erstellt Schnittbilder des menschlichen Körpers und erlaubt vor allem eine Beurteilung des Weichteilgewebes (Dechent und Frahm 2004). Das Verfahren der fMRT erlaubt zudem die regionalen Änderungen des Blutflusses und der Sauerstoffversorgung im Gewebe zu messen. Die fMRT basiert auf dem BOLD-Effekt (blood oxygenation level dependent) und misst Veränderungen in der intravaskulären Konzentration von Desoxyhämoglobin (Dechent und Frahm 2004). Dieser Effekt wurde erstmals durch Ogawa et al. (1990) anhand von Gehirnen von Ratten beschrieben. Er basiert auf den unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften von Oxyhämoglobin (mit Sauerstoff beladenem Hämoglobin) und Desoxyhämoglobin (nicht mit Sauerstoff beladenem Hämoglobin). Oxyhämoglobin hat kaum magnetische Eigenschaften. Wird der gebundene Sauerstoff abgegeben, ist das resultierende Desoxyhämoglobin wesentlich stärker magnetisierbar (Ogawa et al. 1990). Hirnaktivität führt zu einem vermehrten Sauerstofftransport, der den Sauerstoffverbrauch übersteigt und damit zu einer Zunahme des Oxyhämoglobins im Verhältnis zum Desoxyhämoglobin führt (Dechent und Frahm 2004). Der daraus resultierende Kontrast der magnetischen Eigenschaften lässt sich mittels der fMRT abbilden.

Dieser Effekt bildet die Grundlage für unser Experiment. Er ermöglicht, durch die Registrierung von Veränderungen der Oxyhämoglobinkonzentration im Blut die Abbildung des Sauerstoffbedarfs, während die Probanden die dargebotenen Reize verarbeiten. Damit wird der relative

Mehrverbrauch von Sauerstoff sichtbar, den eine Bedingung verglichen mit einer anderen Bedingung in bestimmten Hirnregionen hervorruft.

Vom forensisch-psychiatrischen Gesichtspunkt aus ergeben sich durch bildgebende Verfahren neue Möglichkeiten zur Erfassung und zum Verständnis sexueller Devianz. Um eine sexuelle Devianz erkennen und als „von der Norm abweichend“ betrachten zu können, soll hier zuerst auf die neurobiologischen Korrelate gesunden sexuellen Erlebens eingegangen werden.

1.5 Hämodynamische Korrelate sexueller Aufmerksamkeit

1.5.1 Das Vier-Komponenten-Modell sexuellen Erlebens

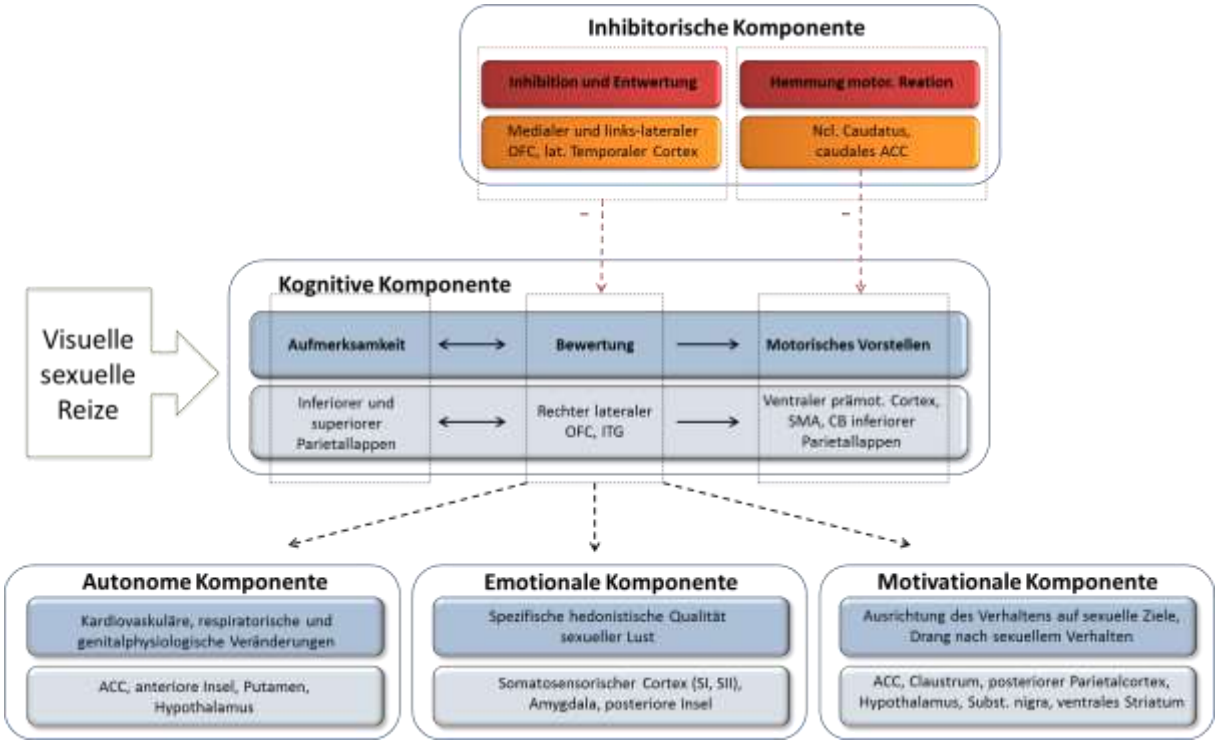


Abbildung 1: Das Vier-Komponenten-Modell sexuellen Erlebens, Stoleru et al. 2012, modifiziert von Jordan et al. 2013, S. 47

Um die neuronalen Korrelate sexuellen Erlebens erfassen zu können, muss versucht werden, die dabei involvierten Vorgänge auf neurobiologischer Ebene zu verstehen. Dafür bietet das Vier-Komponenten-Modell (Abbildung 1) eine gute Grundlage. Es wurde von Stoleru et al. (1999) und Redouté et al. (2000) anhand von PET-Studien entwickelt, bei denen heterosexuell orientierten männlichen Probanden visuelle sexuell relevante Stimuli präsentiert wurden. Es wird davon ausgegangen, dass sich die in sexuellem Erleben involvierten Vorgänge, beginnend mit der Bewertung eines Stimuli als sexuell relevant bis hin zum Zustandekommen sexueller

Erregung und kontrolliertem sexuellen Verhalten auch auf zerebraler Ebene abspielen (Meisel und Sachs 1994). Demnach wurden die bei der Wahrnehmung, Verarbeitung und Reaktion auf die sexuell relevanten Stimuli involvierten Hirnregionen als neuronale Korrelate sexuellen Erlebens identifiziert. Diese unterteilten die Autoren in eine kognitive, eine motivationale, eine emotionale und eine autonome Komponente der zerebralen Verarbeitung sexueller Reize. Inzwischen existieren zahlreiche fMRT- und PET-basierte Studien zur Erfassung neuronaler Korrelate sexuellen Erlebens. Diese Studien zeigen eine große Heterogenität bezüglich der bildgebenden Technik, der Probandenanzahl, des Geschlechts und der sexuellen Orientierung der Probanden. Auch variiert die Präsentationsform der Stimuli und es werden visuelle, olfaktorische, auditorische sexuelle Stimuli und manuelle sexuelle Stimulation verwendet. Stoleru et al. (2012) veröffentlichen ein Review mit einer Meta-Analyse von 37 Studien, die neuronale Korrelate männlicher, heterosexuell orientierter Probanden bei Präsentation visueller, sexueller Stimuli in Form von Abbildungen und Videos erfassen. Anhand dieser Arbeit gelang es, das Vier-Komponenten-Modell empirisch zu belegen und zu modifizieren. Da dieses Modell auch die theoretische Grundlage zur Interpretation unserer Bildgebungsdaten bildet, sollen seine einzelnen Komponenten und die Hirnregionen, die ihnen zugeordnet werden, näher erläutert werden. Bei der Entstehung sexueller Erregung spielen nach Stoleru exzitatorische, wie auch inhibitorische Prozesse eine Rolle. Folgende vier Komponenten werden den exzitatorischen Prozessen zugeordnet:

Durch die **kognitive Komponente** wird ein Reiz bewertet, gegebenenfalls als sexuell relevant erkannt, mit einer gesteigerten Aufmerksamkeit bedacht und mit motorischen Vorstellungen und Erinnerungen abgeglichen (z. B. Vorstellung eines sexuellen Aktes während der Verarbeitung sexueller Reize) (Stoleru et al. 2012). Der Bewertung eines Reizes geht dessen Wahrnehmung voran und damit eine Aktivierung der mit dem Wahrnehmungsprozess assoziierten Hirnregionen; dazu zählen vor allem lateral okzipitale und temporale Bereiche. Es wird angenommen, dass diese Hirnregionen sowohl bei der unspezifischen Verarbeitung von Reizmerkmalen („low-level visual features“ wie Farbe, Form, usw.) als auch bei generell emotionalen Bewertungsvorgängen aktiviert werden und bei spezifischer sexueller Erregung von Bedeutung sind (Jordan et al. 2013). Zu den neuronalen Korrelaten kognitiver Verarbeitungsprozesse gehören nach Stoleru et al. (2012) der linke inferiore temporale Cortex, der rechte laterale orbitofrontale Cortex (OFC) und der superiore Parietallappen (SPL). Weiterhin nennt er Hirnregionen, die für

die motorische Vorstellung sexueller Handlungen von Bedeutung sind wie der inferiore Parietallapen (IPL), der linke ventrale prämotorische Cortex, das supplementär motorische Areal (SMA) und das Cerebellum. Bei der Mehrzahl der von Stoleru et al. beschriebenen bildgebenden Studien erfolgte bei der Wahrnehmung visueller sexueller Stimuli durch Probanden eine gesteigerte Aktivierung in Bereichen des **inferioren temporalen Cortex**, besonders im **Gyrus fusiformis**. Es ist anzunehmen, dass diese Bereiche nicht nur bei der Verarbeitung der low-level visual features, sondern auch beim Erkennen und bei der Bewertung des sexuellen Charakters eines Stimulus von Bedeutung sind. So konnte gezeigt werden, dass das Ausmaß der Aktivierung dieser Bereiche mit dem Ausmaß peniler Schwellung korreliert (Ferretti et al. 2005). Der **rechte laterale OFC** war bei 14 (38%) der von Stoleru et al. untersuchten Studien bei der Wahrnehmung visueller sexueller Stimuli involviert. Es gibt einige Studien, die die Funktion des OFC in Emotions- und Motivationsprozessen unabhängig seiner Bedeutung für das sexuelle Erleben untersucht haben (Rolls 2000; Blood und Zatorre 2001; O'Doherty 2007). Als Ergebnis konnte ihm eine wichtige Rolle bei der Bewertung eines Reizes zugeschrieben werden. Darüber hinaus scheint der Bewertungsprozess selbst in der Lage zu sein einen Belohnungseffekt hervorzurufen (O'Doherty 2007). Ishai (2007) veröffentlichte 2007 eine fMRT Studie, in der visuelle sexuelle Stimuli in Form von attraktiven Gesichtern als Belohnung für die Probanden eingesetzt wurden. Es konnte gezeigt werden, dass heterosexuell orientierte Männer mit einer stärkeren Aktivierung des OFC auf Abbildungen von Frauengesichtern als auf Abbildungen von Männergesichtern reagierten. Das führt zu der Annahme, dass die Aktivierung des OFC bei Präsentation sexueller Stimuli dadurch zustande kommt, dass die für Probanden sexuell relevanten Stimuli selbst einen Belohnungscharakter haben. Eine Aktivierung sowohl des **SPL**, wie auch des IPL korreliert häufig mit einer gesteigerten Aufmerksamkeit für sexuell relevante Reize. Der SPL scheint an dem Prozess sexueller Erregung, hervorgerufen durch visuelle sexuelle Stimuli (Ponseti et al. 2006; Schiffer et al. 2008a; Schiffer et al. 2008b) wie auch durch taktile sexuelle Stimulation (Georgiadis et al. 2010), beteiligt zu sein.

Prozesse, die das Verhalten auf einen sexuell relevanten Reiz ausrichten, sind der **motivationalen Komponente** zugehörig. Zu diesen gehören nach Stoleru et al. das bewusste und unbewusste Empfinden von sexuellem Verlangen sowie das Bedürfnis sexuelles Verhalten auszudrücken. Die beschriebenen Prozesse gehen mit einer Aktivierung des anterioren cingulären Cortex, des posterioren parietalen Cortex, des Claustrum, der Substantia nigra, des Hypotha-

lamus und des ventralen Striatums einher. Die in den von Stoleru untersuchten Studien gefundene mehrheitliche Aktivierung des **ACC** steht in Zusammenhang mit der gemessenen penilen Schwellung der Probanden (Redouté et al. 2000; Mouras et al. 2008). Bush et al. (2000) haben den ACC nach seinen affektiven und kognitiven Funktionsanteilen unterteilt. Der affektive, rostral gelegene Teil ist bei der Erfassung von emotionalen und motivationalen Inhalten von wahrgenommenen Reizen sowie bei der Regulation emotionaler Antworten von Bedeutung (Jordan et al. 2013). Für die Generierung, aber auch Hemmung zielgerichtet sexuellen Verhaltens sind vor allem prämotorische Anteile des kognitiven kaudal gelegenen Teils zuständig. Die Brodmann Areale 24 und 32, die u. a. das ACC repräsentieren, sind bei der Kontrolle autonomer Funktionen wie bei körperlicher sexueller Erregung involviert (Robinson und Mishkin 1968). Aktivierungen im **posterioren parietalen Cortex** scheinen mit dem Bedürfnis Bewegungen auszuführen, verknüpft zu sein. Seine Aktivierung bei Präsentation sexueller Stimuli kann nach Stoleru et al. der Ausdruck für das Bedürfnis der Probanden sein, aufgrund der wahrgenommenen Reize, sexuelle Handlungen auszuführen. Aktivierungen im Claustrum, in der Substantia nigra, im Hypothalamus und im ventralen Striatum sind in den untersuchten bildgebenden Studien nicht konstant zu finden. Wenn Aktivierungen im **Claustrum** zu finden sind, korrelieren sie mit dem Ausmaß peniler Schwellung. Arnow et al. (2002) weist u. a. dem Claustrum eine Rolle bei der Transformation von visuellen Informationen in vorgestellte taktile Stimulation zu. Des Weiteren wird angenommen, dass die dopaminreiche Substantia nigra wie auch der Hypothalamus bei motivationalen Prozessen sexueller Erregung aktiviert werden. Darüber hinaus wird der Hypothalamus mit autonomen erektilen Prozessen in Verbindung gebracht. Stoleru et al. beschreiben eine mögliche Korrelation der Aktivierung des ventralen Striatums mit Belohnungsprozessen durch visuelle sexuelle Reize.

Die **emotionale Komponente** umfasst im Wesentlichen den hedonistischen Anteil sexueller Erregung, dazu gehört beispielsweise das Gefühl von Euphorie, das sich bei sexueller Erregung einstellt. Stoleru et al. ordnen dieser Komponente gesteigerte Aktivierungen in den primären und sekundären somatosensorischen Cortices, in der posterioren Inselregion und in der Amygdala zu. Das Ausmaß der Aktivierung von den **somatosensorischen Cortices** sowie der Inselregion korrelierte mit Kennzeichen sexueller Erregung, zum Beispiel mit peniler Schwellung. Diese Bereiche scheinen somit bei der Wahrnehmung körperlicher sexueller Erregung involviert zu sein. Eine Aktivierung der Inselregion wurde in über 60% der von Stoleru et al.

untersuchten Studien gefunden. Passend zu der Annahme, dass die Inselregion bei der Verarbeitung viszeraler sensorischer Prozesse involviert ist (Craig 2003), konnten Georgiadis und Holstege (2005) zeigen, dass manuelle sexuelle Stimulation eine starke Aktivierung vor allem der **posterioren Inselregion** hervorruft. Im Gegensatz zu einer deutlich vorhandenen Beteiligung der **Amygdala** an sexuellen Verarbeitungsprozessen in tierexperimentellen Studien (Hull und Dominguez 2007), erfolgte eine gesteigerte Aktivierung in nur 35% der von Stoleru et al. untersuchten Studien. Eine mögliche Erklärung ist die Relevanz olfaktorischer Stimuli für sexuelles Verhalten im Tierreich, da diese vor allem in der medialen Amygdala verarbeitet werden (Stoleru et al. 2012). Wann und in welchem Ausmaß sie bei der Präsentation von sexuellen Stimuli bei menschlichen Probanden reagiert, ist nicht vollständig geklärt. Die Amygdala ist an der Filterung und Verarbeitung multimodaler sensorischer Informationen beteiligt sowie an der Weiterleitung dieser an das ventrale Striatum, an den Hypothalamus, an autonome Zentren im Hirnstamm und an präfrontale Hirnregionen. Derzeit wird ihr eine Rolle bei der Bewertung des emotionalen Wertes von wahrgenommen Reizen, auch von solchen die für ein Individuum sexuell besetzt sind, zugeschrieben (Ferretti et al. 2005). Nach Murray (2007) finden Interaktionen zwischen der Amygdala, inferior temporalen und perihinalen Cortices und dem OFC statt, die dazu dienen visuelle und affektive Signale zu bewerten und einen Reaktionsprozess auszulösen.

Die physiologischen Prozesse, die das sexuelle Erleben begleiten, werden zur **autonomen Komponente** gezählt. Zu diesen Prozessen gehören hormonelle, kardiovaskuläre und genitale Veränderungen, die nach Stoleru et al. mit einer gesteigerten Aktivierung im ACC, in der anterioren Insula, im Putamen und im **Hypothalamus** einhergehen. Die Rolle des **ACC** bei autonomen erektilen Prozessen sowie die des kognitiven Teils des ACC bei der Generierung und Hemmung zielgerichteten sexuellen Verhaltens, wurden zuvor beschrieben. Neben einer Involvierung der Inselregion bei der Verarbeitung viszeraler sensorischer Prozesse, scheint die **anteriore Insula**, zusammen mit dem ACC, relevant für die Bewertung emotionaler Inhalte zu sein. Außerdem werden Aktivierungen der anterioren Insula wie auch des **Putamens** mit Erektionsprozessen in Verbindung gebracht.

Die **inhibitorischen Prozesse** des Vier-Komponenten-Modells dienen der Kontrolle sexuellen Verhaltens, indem sie einen hemmenden Einfluss auf die kognitiven Prozesse sexuellen Erlebens ausüben. Ein Teil dieser inhibitorischen Komponente setzt an den Abläufen sexueller Erregung an, seine neuronalen Korrelate sind nach Stoleru et al. der laterale Temporalcortex, der

mediale und linke laterale OFC. Ein weiterer Teil dient der Hemmung motorischer Reaktionen auf einen Reiz, hierbei wurden Aktivierungen im Nucleus caudatus und im kaudalen ACC gefunden.

Das Vier-Komponenten-Modell zeigt die Komplexität der mit sexuellem Erleben in Zusammenhang stehenden Prozesse auf und ermöglicht einen umfassenden Einblick in deren neurobiologische Grundlagen. Obwohl es sich auf zahlreiche Studien beruft und durch sie gestützt wird, kann es nur eine vorläufige Erklärung für die Entstehung sexuellen Verlangens sein. So kann die Zuordnung der Regionen zu ihrer funktionalen Bedeutung nicht eindeutig belegt werden. Wie Jordan et al. (2013) betonen, sind die oben genannten Hirnregionen nicht nur an sexuellem Erleben beteiligt, sondern auch an vielen weiteren Prozessen. Auch zeigten die Studien Diskrepanzen bezüglich der gefundenen aktivierten Hirnregionen, was vermutlich vor allem daran liegt, dass sich die Studien hinsichtlich der Untersuchungsmethoden und der verwendeten Stimuli unterschieden.

Der Großteil der untersuchten Studien nutzte explizit erregende Stimuli, zum Beispiel Video- und Abbildungsmaterial von sexueller Interaktion oder erregten Genitalien. Um später unsere Bildgebungsdaten mit denen anderer Studien zur Erfassung sexuellen Erlebens vergleichen zu können, wird an dieser Stelle auf die neuronalen Korrelate von Studien eingegangen, deren verwendete Stimuli unseren ähneln.

1.5.2 Explizit erregende und nicht explizit erregende Stimuli

In unserem Experiment wurden den Probanden keine explizit erregenden Stimuli präsentiert. Die Abbildungen, die wir als sexuell relevante Stimuli nutzten, zeigen zwar unbekleidete Frauen, diese befinden sich jedoch weder in aufreizenden Posen, noch in sexueller Interaktion. Somit stellte sich für uns die Frage, ob die Stimuli auf alle Komponenten sexueller Erregung nach Stoleru einwirken und zum Beispiel körperliche sexuelle Erregung bei den Probanden hervorrufen würden.

Auch Schiffer et al. (2008), Hamann et al. (2004) und Mouras et al. (2003) nutzten simple Abbildungen unbekleideter Frauen als Stimulusmaterial zur Erfassung sexuellen Interesses. Wieser (2016) betonte in einem Vergleich dieser drei Studien mit Studien, die explizit erregende Stimuli nutzen, dass sich die neuronalen Korrelate der jeweils teilnehmenden Probanden nicht wesentlich unterscheiden. Erwähnenswert ist jedoch, dass in den Studien, deren Stimuli als nicht explizit erregend eingestuft wurden, im Gegensatz zu den anderen, folgende Hirnregionen

keine gesteigerten Aktivierungen aufwiesen: Das SMA, der posteriore parietale Cortex, das Claustrum und der Temporalcortex. Kurz zusammengefasst werden das SMA mit der motorischen Vorstellung sexueller Handlungen, der posteriore parietale Cortex mit dem Bedürfnis sexuelle Handlungen auszuführen, das Claustrum mit peniler Schwellung und der Temporalcortex mit inhibitorischen Prozessen von sexueller Erregung in Verbindung gebracht. Als mögliche Erklärung können die Annahmen dienen, dass nicht explizit erregende Stimuli nicht zu einer körperlichen sexuellen Erregung und somit nicht zu einer Aktivierung des Claustrums führen, des Weiteren nicht mit sexuellen Handlungen in Verbindung gebracht werden und somit keine Aktivierungen im SMA und im posterioren parietalen Cortex hervorrufen. Unter der Annahme, dass die Wahrnehmung nicht explizit erregender Stimuli keine Kontrollprozesse auslöst, die zu einer Inhibition sexueller Erregung führen; kann die fehlende Aktivierung im Temporalcortex erklärt werden. Wie Wieser (2016) in ihrer Dissertationsarbeit hervorgehoben hat, ist mit einer, im Vergleich zu den durch explizit erregende Stimuli hervorgerufenen Aktivierungen mit niedrigeren Aktivierungen in den, für sexuelles Erleben relevanten Hirnregionen zu rechnen (Wieser 2016). Da die neuronalen Korrelate aber ansonsten mit denen des Vier-Komponenten-Modells übereinstimmen, scheinen die Stimuli sexuelle Verarbeitungsprozesse anzuregen und das Modell als Grundlage für die Interpretation unserer Bildgebungsdaten anwendbar zu sein.

1.6 Das Paradigma der Mentalen Rotation und zugehörige neuronale Korrelate

Die direkte Messung hämodynamischer Korrelate sexueller Präferenz mittels alleiniger Präsentation von sexuellen Reizen wurde bisher in einigen Studien angewandt (für einen Überblick siehe Stoleru et al. 2012). Eine Messung, bei der die sexuellen Reize nur passiv wahrgenommen werden, ist durch den Probanden vermutlich leicht manipulierbar. Die Erfassung sexueller Präferenzen anhand von Aufmerksamkeitszuweisung, während zwei um Aufmerksamkeit konkurrierende Reize präsentiert werden, ist vermutlich schwerer zu manipulieren und könnte zu objektiveren Ergebnissen führen. Dass die Untersuchung von Aufmerksamkeitsprozessen auf sexuell bevorzugte Reize im Vergleich zu sexuell nicht bevorzugten Reizen in Kombination mit der Messung von Blickbewegungsmessungen Potential für die klinische Diagnostik aufweist, konnten Studien unserer Forschungsgruppe bereits zeigen (Fromberger et al. 2012; Fromberger et al. 2013). Auch die Erfassung sexuellen Interesses, basierend auf der Nutzung von Raumkognitionsleistungen, wurde schon erprobt (von Herder et al. 2014). Darauf aufbauend nutzten wir das Paradigma der mentalen Rotation zur Untersuchung von Aufmerksamkeitszuweisung

und zur Messung der Verhaltensleistungen – mit dem Ziel durch die Messung sexuellen Interesses unter zeitgleicher kognitiver Belastung eine geringe Manipulationsmöglichkeit seitens der Probanden zu erreichen.

Das Verfahren der mentalen Rotation geht auf Shepard und Metzler (1971) zurück und ist seitdem ausführlich untersucht worden (Paschke 2010). Shepard und Metzler entwarfen paarweise angeordnete, dreidimensionale Würfelfiguren, die in einem unterschiedlich großen Winkel um die z-Achse rotiert sind. Ein Würfelpaar besteht dabei entweder aus zwei gespiegelten oder zwei gleichen, aber unterschiedlich im Raum gedrehten Figuren. Anhand dieser Würfelpaare testeten Shepard und Metzler die Fähigkeit von Probanden, diese Würfel mental zu drehen und zu entscheiden ob sie ineinander überführbar sind oder nicht. Dabei untersuchten die Autoren wie sich verschiedene Winkelunterschiede auf die mentale Rotationsfähigkeit der Probanden auswirkten und sie erfassten die Reaktionszeit bei der Bearbeitung der Aufgabe. Es konnte gezeigt werden, dass die Größe des Rotationswinkels die Reaktionszeiten beeinflusst (Shepard und Metzler 1971; Jordan et al. 2001; Paschke 2010). In unserem Experiment verwendeten wir einen Satz Rotationsfiguren, die im Rahmen einer Diplomarbeit von Paschke (2007) zusammengestellt und auf ihre Winkeldifferenz überprüft wurden (Paschke 2007; Paschke et al. 2012). Für eine genauere Beschreibung der von uns verwendeten Figuren siehe Kapitel 3.3.1.

Neuronale Korrelate mentaler Rotation

Verschiedene Forschungsgruppen (u. a. Cohen et al. 1996; Jordan et al. 2001; Zacks 2008; Milivojevic et al. 2009) beschäftigten sich mit der Zuordnung von aktivierten Hirnregionen bei der Bearbeitung mentaler Rotationsaufgaben. Als neuronale Korrelate sind der inferiore und superiore Parietalcortex (Zacks 2008), der frontale Cortex (Cohen et al. 1996; Milivojevic et al. 2009), motorische und prämotorische Areale (Zacks 2008), sowie okzipitale und temporale Hirnregionen (Cohen et al. 1996; Jordan et al. 2001) zu nennen.

1.7 Hämodynamische Korrelate pädophiler Aufmerksamkeit

Da unsere Studie Vergleichsdaten für eine geplante Folgestudie mit pädophil orientierten Probanden liefern soll, ist es relevant, auch die neuronalen Korrelate pädophilen Interesses zu erläutern. Nach Fromberger et al. (2009) lassen sich Studien zu neuronalen Korrelaten pädophilen Erlebens in drei Kategorien einteilen, auf die im Folgenden eingegangen werden soll. Da es sich nur um einen Überblick handeln soll und eine Separierung der heterosexuell pädophil und homosexuell pädophil orientierten Probanden aufgrund der geringen Anzahl von Studien

schwierig wäre, werden im Folgenden beide Orientierungen unter dem Begriff „pädophil“ zusammengefasst.

Es existieren einige **Einzelfallstudien**, in denen Fälle von neu aufgetretenen pädophilen Verhaltensweisen auf neurobiologischer Ebene untersucht wurden. So konnten Mendez et al. (2000) bei zwei Männern (60 und 67 Jahre alt), die durch pädophile Handlungen auffielen, mittels PET-Untersuchungen einen Hypometabolismus im rechten Temporallappen nachweisen. Burns und Swerdlow (2003) beschrieben einen Fall von einem 40-jährigen Mann, dessen pädophile Verhaltensmuster sich nach der Entfernung eines Tumors im OFC zurückbildeten und sich bei einem späteren Tumorrezidiv wieder massiv verstärkten. Diese Befunde, wenngleich sie nicht repräsentativ sind, deuten auf eine Verknüpfung zwischen Dysfunktionen im **Temporal- und im Frontallappen** und pädophilen Verhaltensweisen hin. Eine direkte Verbindung ist aber äußerst fraglich, da diese Hirnregionen nicht als spezifisch für pädophile Handlungen gelten können. Nach heutiger Annahme korrelieren Aktivierungen im Temporallappen u. a. mit gesteigerter Sexualität (Fromberger et al. 2009), Aktivierungen im Frontallappen u. a. mit verminderter Impulskontrolle (Knoch 2007). Wahrscheinlicher ist deshalb, dass diese Bereiche dabei beteiligt sind, schon bestehende pädophile Neigungen in pädophile Verhaltensweisen umzusetzen.

Mittels CT- und MRT-Untersuchungen gefundene **strukturelle neuroanatomische Befunde** bei Pädophilie stellen sich als widersprüchlich dar. So konnten durch eine Studie mit 15 pädophilen Probanden (KG n = 15) eine Volumenminderung der rechten **Amygdala** sowie eine Minderung der grauen Substanz in der rechten Amygdala, im bilateralen **Hypothalamus**, in der Septumregion, in der Substantia innominata und in der Stria terminalis gezeigt werden. Außerdem waren bei 8 von 15 Probanden Erweiterungen des anterioren Temporalhorns des rechten Seitenventrikels zu sehen (Schiltz et al. 2007). In einer weiteren Studie (pädophile Probanden n = 18, KG n = 24) wurde eine Volumenreduktion im ventralen Striatum, im **OFC** und im Cerebellum festgestellt (Schiffer et al. 2007) und in einer weiteren (pädophile Probanden n = 65, KG n = 62) eine Volumenreduktion der weißen Substanz des Fasciculus occipitofrontalis superior (FOS) und des rechten Fasciculus arcuatus (Cantor et al. 2008). Obwohl die Ergebnisse eine hohe Spannweite aufweisen, ist zu erkennen, dass neuroanatomische Unterschiede zwischen pädophilen Probanden und einer nicht pädophilen Kontrollgruppe bestehen. Dem Fasciculus (FOS und Fasciculus arcuatus) schreiben Cantor et al. (2008) eine verbindende Funktion

zwischen den in die Wahrnehmung sexueller Reize involvierten Cortices zu. Die meisten anderen in den Studien gefundenen Hirnregionen wurden in Kapitel 1.7 im Kontext des Vier-Komponenten-Modells erläutert und gelten ebenfalls als relevant für die Verarbeitung sexueller Reize. Zwar gilt keine dieser Regionen als charakteristisch für Pädophilie, die Korrelation zwischen dieser sexuellen Devianz und strukturellen anatomischen Auffälligkeiten in Bereichen, die als bedeutsam für sexuelles Erleben gelten, ist doch auffällig.

Da die meisten **funktionellen neuroanatomischen Befunde** zu Pädophilie und auch die vorliegende Studie die Methode der fMRT nutzt, soll hier kurz auf bisherige Ergebnisse zur Erforschung der pädophilen Störung mittels fMRT eingegangen werden. Insgesamt lässt sich bei einem Großteil der Studien feststellen, dass bei der Betrachtung von Kinderbildern durch pädophile Probanden ähnliche Hirnregionen aktiviert werden, wie bei der Betrachtung von Erwachsenenbildern durch „gesunde“ Kontrollprobanden (Fonteille et al. 2012; Tenbergen et al. 2015). Abweichende Ergebnisse werden im Folgenden erläutert. In einer Studie von Wiebking et al. (2006) wurden den Probanden (pädophile Probanden n = 13, KG n = 7) sexuelle, emotionale und neutrale visuelle Stimuli präsentiert. Die sexuellen Stimuli enthielten keine Abbildungen von Kindern, sondern lediglich Abbildungen von Frauen und Männern. Während der Präsentation der sexuellen Stimuli konnte bei den pädophilen Probanden eine schwächere Aktivierung im Hypothalamus, in der Substantia grisea centralis, in der Inselregion und im lateralen Parietalcortex nachgewiesen werden als bei der Präsentation der emotionalen Stimuli. Bei der Präsentation der emotionalen Stimuli (im Vergleich zu den neutralen) fand sich eine schwächere Aktivierung im dorsomedialen Präfrontalcortex, in der Amygdala und im Hippocampus. Die pädophilen Probanden zeigten zudem eine deutlich schlechtere Leistung bei der Emotionserkennung und -differenzierung. Als Ursache wurde eine neuronal basierte emotionale Unreife diskutiert. Eine Studie von Walter et al. (2007), in der dieselben Stimuluskategorien verwendet wurden, kam zu ähnlichen Ergebnissen. Zusätzlich wurden bei der Präsentation sexueller Stimuli bei 13 pädophilen Probanden (KG n = 14) zu den von Wiebking et al. gefundenen schwächer aktivierten Regionen schwächere Aktivierungen in Teilen des frontalen und des okzipitalen Cortex gefunden. In Bezug auf die emotionalen Stimuli stimmten die Ergebnisse überein.

In einer weiteren Studie von Schiffer et al. wurden 11 homosexuellen pädophilen (KG n = 12) und 8 heterosexuellen pädophilen Probanden (KG n = 12) Abbildungen von Jungen und Männern bzw. Mädchen und Frauen als visuelle sexuelle Stimuli präsentiert (Schiffer et al. 2008a; Schiffer et al. 2008b). Bei den heterosexuellen pädophilen Probanden wurden bei Präsentation

der Mädchenbilder im Vergleich zur Präsentation der Frauenbilder stärkere Aktivierungen im dorsolateralen präfrontalen Cortex, in der Inselregion, im Thalamus, im Hippocampus und im okzipitalen temporalen Cortex gefunden. Außerdem fiel bei den heterosexuellen pädophilen Probanden eine schwächere Aktivierung des OFC bei Präsentation des sexuell relevanten Reizes (verglichen mit der heterosexuell orientierten KG) auf.

Dagegen wurden bei den homosexuellen pädophilen Probanden im Vergleich zur Kontrollgruppe stärkere Aktivierungen im Gyrus fusiformis sowie im dorsolateralen präfrontalen Cortex (eventuell aufgrund von stärkeren kognitiven Verarbeitungsprozessen) sichtbar. Bei Betrachtung von Bildern unbekleideter Kinder fanden sich also unterschiedliche Aktivierungen bei den heterosexuell orientierten, verglichen mit den homosexuell orientierten Probanden.

Sartorius et al. (2008) nutzten das Oddball-Paradigma zur Untersuchung unbewusster emotionaler Verarbeitungsprozesse. Die Hirnaktivität wurde gemessen, während die Probanden unter verschiedenen visuell präsentierten Reizen (sexuelle, emotionale und neutrale) einen bestimmten neutralen Reiz (Zielreiz) finden und auf diesen reagieren sollten. Die sexuellen Reize bestanden aus Abbildungen von Mädchen, Jungen, Frauen und Männern. Bei den 10 (homosexuellen) pädophilen Probanden zeigte sich bei der Präsentation der Kinderbilder eine stärkere Aktivierung der Amygdala als bei der (heterosexuellen) Kontrollgruppe (KG n =10). Die Aktivierung der Amygdala bei Wahrnehmung der Kinderbilder durch die pädophilen Probanden war auch stärker, verglichen mit der Wahrnehmung der Erwachsenenbilder durch die Kontrollgruppe. Die verstärkte Aktivierung könnte laut den Autoren entweder durch die Angst vor sozialer Unerwünschtheit der Probanden beim Betrachten der Kinderbilder bedingt sein oder als Ausdruck für einen unkontrollierten Wahrnehmungsprozess des emotionalen Inhaltes der Bilder zu verstehen sein. Die Aussagekraft der Studie ist allerdings als zweifelhaft anzusehen, da homosexuelle pädophile Probanden mit heterosexuellen, nicht pädophilen Probanden verglichen wurden. Auch bei der Auswertung der durch die Stimulipräsentation hervorgerufenen neuronalen Korrelate wurde nicht nach Geschlechterunterschieden der abgebildeten Personen unterschieden (nur nach der Unterscheidung Kinder- versus Erwachsenenbilder).

Poeppl et al. (2011) benutzten für ihre Studie ein ähnliches Design wie das, welches in unserem Experiment verwendet wurde. So bestanden ihre Stimuli auch aus Abbildungen von Personen verschiedener Altersgruppen (Kinder, Adoleszenz, Erwachsenenalter; Tanner Stufen 1,3,5) des Not Real People Set (NRP-Set, Pacific Psychological Assessment Corporation, 2004) und die Probanden (9 pädophile Probanden, KG n = 11) mussten zeitgleich zur Betrachtung der Bilder

eine Aufgabe erfüllen. Diese Aufgabe (choice reaction time task (CRTT)) bestand darin einen Punkt im Bild zu finden und das per Tastenklick zu bestätigen, während die Reaktionszeit gemessen wurde. Als Ergebnis konnten Poeppl et al. zum einen eine längere Reaktionszeit bei zeitgleicher Präsentation der für die Probanden jeweils sexuell relevanten Reize festhalten, im Gegensatz zur zeitgleichen Präsentation der sexuell nicht relevanten Reize. Zum anderen wurden folgende stärkere hämodynamische Antworten bei pädophilen Probanden, die Kinderbilder (Tanner Stufe 1) und die CRTT-Aufgabe präsentiert bekamen als bei der Präsentation der Jugendlichen-/ Erwachsenenabbildungen gefunden: in visuell relevanten Cortices, im fusiformen und mittleren temporalen Gyrus, in der Inselregion, im frontalen Gyrus, im Mesencephalon und im Cerebellum. Ponseti et al. (2012) führten eine Studie mit 24 pädophilen und 32 nicht pädophilen Probanden durch, deren neuronalen Korrelate während der Präsentation von Abbildungen unbekleideter Kinder und Erwachsener aufgezeichnet wurden. Die Studie zeigte, passend zu den für die Probanden jeweils sexuell präferierten Reize, Aktivierungen in Hirnregionen, die nach Stoleru et al. (2012) für die Verarbeitung sexueller Erregung relevant sind. So wurden bei den pädophilen Probanden bei Präsentation unbekleideter Kinderbilder höhere Aktivierungen im Nucleus caudatus, im cingulären Cortex, in der Inselregion, im fusiformen Gyrus, im okzipitalen Cortex, im Thalamus, in der Amygdala und im Cerebellum gefunden als bei nicht pädophilen Probanden, die dieselben Stimuli sahen. Nach Ponseti et al. 2012 kann man Pädophilie durch eine fMRT Untersuchung mit 95%iger Wahrscheinlichkeit korrekt zuordnen. Kritisch anzumerken ist hier die niedrige Signifikanzschwelle bei der Auswertung (p, unkorrigiert <.001) und der Umstand, dass in der Studie nur Probanden untersucht wurden, die offen zu ihren pädophilen Neigungen standen. Somit ist nicht klar, ob die Ergebnisse willentlich manipuliert werden könnten.

Im Vergleich weisen die Ergebnisse der zuvor genannten Studien bezüglich der in Zusammenhang mit pädophilem Interesse gefundenen Hirnregionen Unterschiede auf, und es sollte davon abgesehen werden, Schlussfolgerungen in Bezug auf die Ätiologie der pädophilen Störung zu ziehen. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht neuronaler Korrelate pädophilen Interesses.

Tabelle 1: Mittels fMRT gefundene Aktivierungen in Hirnregionen bei Betrachtung sexueller Stimuli durch pädophile Probanden

	Anzahl der Probanden	Stärkere Aktivierungen bei Kinderbildern im Vergleich zu Bildern von Erwachsenen	Schwächere Aktivierungen bei Kinderbildern im Vergleich zu Bildern von Erwachsenen	Schwächere Aktivierungen bei Erwachsenen-bildern im Vergleich zu Bildern von Kindern
Wiebking et al. (2006)	13 pädophile Probanden KG n = 7			Hypothalamus, Substantia grisea centralis, Inselregion, lateraler Parietalcortex
Walter et al. (2007)	13 pädophile Probanden KG n = 14			Hypothalamus, Substantia grisea centralis, Inselregion, lateraler Parietalcortex, frontaler und okzipitaler Cortex
Schiffer et al. (2008a)	11 homosexuelle pädophile Probanden KG n = 12	Gyrus fusiformis, dorsolateraler präfrontaler Cortex		
Schiffer et al. (2008b)	8 heterosexuelle pädophile Probanden KG n = 12	dorsolateraler präfrontaler Cortex, Inselregion, Thalamus, Hippocampus, okzipitaler temporaler Cortex	OFC	
Sartorius et al. (2008)	10 homosexuelle pädophile Probanden; Heterosexuelle KG n = 10	Amygdala		
Poeppl et al. (2011)	9 pädophile Probanden KG n = 11	visuell relevante Cortices, fusiformer und mittlerer temporaler Gyrus, Inselregion, frontaler Gyrus, Mesencephalon, Cerebellum		

Ponseti et al. (2012)	24 pädophile Probanden KG n = 32	Nucleus caudatus, cingulärer Cortex, Inselregion, fusiformer Gyrus, okzipitaler Cortex, Thalamus, Amygdala, Cerebellum		

Bezogen auf unser Experiment, werden bei der Betrachtung der Kinderbilder durch die Probanden aller Voraussicht nach Hirnregionen aktiviert werden, die sich von denen in Tabelle 1 gezeigten unterscheiden. Die teilnehmenden Probanden haben keine pädophile Neigung und somit sollten die Kinderbilder nicht den sexuell relevanten Reiz für sie darstellen.

Stattdessen können die Aktivierungen in Hirnregionen als Anhaltspunkt gelten, die bei der Betrachtung von Kinderbildern durch nicht pädophile Probanden gefunden wurden. Schiffer et al. und Poeppl et al. führten in ihren Veröffentlichungen ebenfalls die aktivierten Hirnregionen bei der gesunden Kontrollgruppe von nicht pädophilen erwachsenen Probanden auf. So wurde während der Darbietung von Kinderbildern bei der Kontrollgruppe durch Schiffer et al. (2008b) eine gesteigerte Aktivierung des Putamens festgestellt. Poeppl et al. (2011) konnten neben der gesteigerten Aktivierung im Putamen eine gesteigerte Aktivierung im supramarginalen Gyrus sowie im inferioren parietalen Lobus ausmachen. Als eine Interpretation dieser Ergebnisse nehmen Poeppl et al. an, dass die Kinderbilder unabhängig von einer sexuellen Relevanz sehr wohl angenehme Gefühle beim Betrachter hervorrufen können (Poeppl et al. 2011).

Tabelle 2: Mittels fMRT gefundene Aktivierungen in Hirnregionen bei Betrachtung von Kinderbildern durch Erwachsene ohne pädophile Neigung

	Anzahl der Probanden	Stärkere Aktivierungen bei Kinderbildern im Vergleich zu Bildern von Erwachsenen
Schiffer et al. (2008b)	12 heterosexuelle Probanden	Putamen
Poeppl et al. (2011)	11 Probanden	supramarginaler Gyrus, inferiorer parietaler Lobus

2 Die Hypothesen und deren Herleitung

Wie zuvor erläutert, existieren multiple Ansätze zur Erfassung sexuellen Interesses und sexueller Devianzen (Kapitel 1.5). Anhand von Fragebögen und klinischen Interviews werden Angaben zu sexuellem Interesse festgehalten, durch die Penisplethysmographie wird sexuelle Erregung gemessen, zahlreiche Bildgebungsstudien erfassten neuronale Korrelate der passiven Wahrnehmung sexueller Reize (u. a. Stoleru et al. 2012). All diese Ansätze wurden bereits bei Probanden mit devianten sexuellen Interessen angewendet. Insbesondere hier besteht aber, u. a. aus sozialer Erwünschtheit heraus, die Gefahr der Manipulierbarkeit der Ergebnisse durch falsche Angaben oder durch Unterdrückung einer sexuellen Erregung. Um die Gefahr der Manipulation zu minimieren, widmen sich neue Ansätze der Erfassung sexueller Präferenzen anhand von Aufmerksamkeitszuweisung (u. a. CRT, Viewing Time). Auch wir wählten für unsere Studie ein Design, welches auf der zeitgleichen Darbietung eines kognitiven und eines sexuellen Reizes beruht und als Ziel die Erfassung sexuellen Interesses anhand von Aufmerksamkeitszuweisung verfolgt. Wir wählten als kognitiven Reiz eine aktive von den Probanden zu bearbeitende Aufgabe, die eine Manipulation im Gegensatz zu einer passiven Wahrnehmung erschweren sollte. Das Ausmaß der Aufmerksamkeit erfassten wir zum Einen auf der Verhaltensebene. Das Neuartige unseres Designs war aber die zusätzliche Erfassung der neuronalen Korrelate bei der Bearbeitung der kognitiven Aufgabe und der Präsentation der sexuellen Stimuli. Ob sexuelles Interesses durch unser Design erfasst werden kann, wurde anhand einer Stichprobe mit gesunden Probanden auf der Verhaltensebene wie auch auf neuronaler Ebene überprüft.

2.1 Das Konzept limitierter Aufmerksamkeit und emotionaler kognitiver Interaktion in Bezug auf die von uns verwendeten sexuellen Stimuli

Wir gehen davon aus, dass die bewusst wahrgenommenen Reize unseres Studiendesigns kontrolliert verarbeitet werden, die kognitiven Reize ausschließlich, die sexuellen sowohl über den automatischen als auch zu einem großen Teil über den kontrollierten Pfad. Nach Shiffrin und Schneider (1977) ist die Aufmerksamkeitskapazität für kontrollierte Prozesse und damit auch für die Verarbeitung der von uns präsentierten Reize limitiert. Daher ist anzunehmen, dass die Reize (ein kognitiver und ein sexueller) um die limitierte Aufmerksamkeitskapazität konkurrieren (Kapitel 1.2.2 und 1.3).

Wie zuvor erläutert wurde, ist von einer Interaktion zwischen emotionalen und kognitiven Reizen auf der Verhaltensebene sowie auf der neuronalen Ebene auszugehen. Nach Everaerd (1989) kann sexuelle Erregung unter die Emotionen eingeordnet werden (Kapitel1.2.1). Demzufolge sollten kognitive Verarbeitungsprozesse auch durch sexuelle Distraktoren gestört werden. Umgekehrt sollte die kognitive Aufgabe auch die Verarbeitung der sexuellen Reize stören und somit zu einer Suppression der sexuellen Hirnantwort führen.

Basierend auf dem Modell der Verarbeitung sexuell relevanter Reize von Spiering und Everaerd (2007) ist zu erwarten, dass ein sexuell relevanter Reiz mehr Aufmerksamkeit auf sich lenkt, als ein sexuell nicht relevanter Reiz. Der Annahme entsprechend konnten schon Prause et al. (2008) anhand von Dotprobeaufgaben in Kombination mit sexuellen Stimuli zeigen, dass das Ausmaß der Aufmerksamkeitszuweisung auf einen Stimulus mit dem Ausmaß sexueller Erregung, den dieser hervorruft, korreliert.

Daraus resultiert die Annahme, dass auch in unserem Experiment die Bearbeitung der kognitiven Aufgabe bei simultaner Darbietung der sexuell präferierten Reize in höherem Maße beeinträchtigt ist, als bei der Darbietung der sexuell nicht präferierten Reize. Ob ein Stimulus als sexuell relevant eingeordnet und wahrgenommen wird, hängt nach dem Drei-Achsen-Modell der Sexualpräferenz von Ahlers et al. (2004) von der sexuellen Orientierung auf das männliche und/oder weibliche Geschlecht, dem präferierten Alter und der bevorzugten Art und Weise sexueller Handlungen des Probanden ab.

Aufgrund der vor der fMRT – Testung vorgenommenen Befragungen und Einordnung in der Kinsey-Skala (siehe Kapitel 3.5.1) wird angenommen, dass für die Probanden dieser Studie, heterosexuell orientierte Männer ohne pädophile Neigung, die Abbildungen der unbekleideten erwachsenen Frauen den sexuell präferierten Reiz darstellen. Die Abbildungen der unbekleideten erwachsenen Männer und Kinder beider Geschlechter sollen dagegen den sexuell nicht präferierten Reiz darstellen. In dieser Arbeit wird sich die Auswertung auf den Vergleich der Reaktionen auf die Altersunterschiede beschränken. Das hat den Vorteil, dass die Ergebnisse nicht durch die Geschlechterunterschiede beeinflusst werden. Verglichen werden somit die Reaktionen der Probanden auf die Abbildungen unbekleideter Frauen, den potentiell sexuell relevanten Reiz und auf die Abbildungen unbekleideter Mädchen, den potentiell sexuell nicht relevanten Reiz.

2.2 Die Hypothese bezüglich der Verhaltensdaten

Das Ausmaß der Aufmerksamkeitszuweisung auf Verhaltensebene wurde anhand von Reaktionszeiten und Fehlerraten bei Bearbeitung der kognitiven Aufgabe unter zeitgleicher Präsentation sexueller Stimuli bemessen. Im Rahmen der hier beschriebenen Studie bearbeiteten die Probanden eine mentale Rotationsaufgabe. Von Herder (2014) konnte in einer Studie mit männlichen heterosexuellen (n = 16) und homosexuellen (n = 34) Probanden ohne pädophile Neigung bei der Bearbeitung mentaler Rotationsaufgaben eine höhere Fehlerrate nachweisen, wenn simultan Abbildungen von unbekleideten Erwachsenen dargeboten wurden, als bei der Darbietung von Abbildungen unbekleideter Kinder.

Hypothese 1 – Fehlerquote und Bearbeitungszeit
Davon ausgehend ist für unser Design eine höhere Fehlerrate bei der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe bei zeitgleicher Darbietung der Frauenbilder als bei zeitgleicher Darbietung der Mädchenbilder zu erwarten.

Des Weiteren sollte die Bearbeitungszeit der Aufgaben bei zeitgleicher Darbietung der Frauenbilder länger sein als bei zeitgleicher Darbietung der Mädchenbilder.

2.3 Die Hypothesen bezüglich der hämodynamischen Ergebnisse

Das Ausmaß der Aufmerksamkeitszuweisung auf hämodynamischer Ebene wurde mittels kranieller Magnetresonanztomografie-Aufnahmen erfasst. Zu den möglichen neuronalen Korrelaten sexuellen Erlebens (Wahrnehmung und Verarbeitung eines sexuellen Reizes) gehören nach dem von Stoleru et al. (2012) oben beschriebenen Vier-Komponenten-Modell der anteriore cinguläre Cortex, die anteriore Insel, das Putamen, der Hypothalamus (Autonome Komponente), der somatosensorische Cortex, die Amygdala, die posteriore Insel (Emotionale Komponente) der anteriore cinguläre Cortex, das Claustrum, der posteriore Parietalcortex, der Hypothalamus, die Substantia nigra, das ventrale Striatum (Motivationale Komponente), der inferiore und superiore Parietallappen, der rechte, laterale OFC, der inferiore temporale Cortex, der ventrale prämotorische Cortex, das supplementär-motorische Areal, der inferiore Parietallappen des Cerebellums (Kognitive Komponente), der mediale und links laterale OFC, der laterale Temporallappen und der Nucleus Caudatus (inhibitorische Komponente). Um die Formulierung der Hypothesen übersichtlich zu gestalten, werden diese Regionen im Folgenden als **Areale 1** bezeichnet.

Als mögliche neuronale Korrelate für räumlich kognitive Verarbeitung bezeichnet man nach Zacks (2008) und Jordan und Wüstenberg (2010) den inferioren und superioren Parietalcortex inkl. des intraparietalen Sulcus, motorische und prämotorische Hirnregionen, okzipitale und inferior temporale sowie evtl. inferior frontale Bereiche. Diese Regionen werden als **Areale 2** bezeichnet.

Da es sich bei allen dargebotenen Stimuli um visuelle Reize handelt, ist bei deren Wahrnehmung und Verarbeitung von einer Aktivierung visuell relevanter Hirnregionen auszugehen. Zu den möglichen neuronalen Korrelaten für visuelle Wahrnehmung gehören okzipitale und okzipito-temporale Areale wie der inferiore und mittlere okzipitale Cortex inklusive dem Gyrus lingualis, extrastriatale Regionen, der Precuneus und der Cuneus (Schiller 1986; DeYoe et al. 1996; Jordan und Wüstenberg 2010). Diese Regionen werden als **Areale 3** bezeichnet.

2.3.1 Die Kontrollbedingungen

Als Kontrollbedingungen bezeichnen wir die alleinige Darbietung der verschiedenen Stimuli. So werden den Probanden sexuell relevante Stimuli, sexuell nicht relevante Stimuli und mentale Rotationsaufgaben ohne eine Ablenkung präsentiert.

Hypothese 2 – Der sexuell relevante Reiz

Bei der alleinigen Darbietung der Frauenbilder wird eine Aktivierung in den Hirnregionen, die als mögliche neuronale Korrelate sexuellen Erlebens (Wahrnehmung und Verarbeitung eines sexuellen Reizes) beschrieben wurden, erwartet (Areale 1). Des Weiteren werden Aktivierungen in den Hirnregionen erwartet, die als mögliche neuronale Korrelate für visuelle Wahrnehmung beschrieben wurden (Areale 3).

Hypothese 3 – Der sexuell nicht relevante Reiz

Bei der alleinigen Darbietung der Mädchenbilder wird eine Aktivierung in den Hirnregionen erwartet, die laut Literatur in die Verarbeitung von Kinderbildern durch nicht pädophile Probanden involviert sind. Dazu zählen das Putamen, der supramarginale Gyrus und der inferiore parietale Lobus (Schiffer et al. 2008b; Poeppl et al. 2011). Darüber hinaus ist von einer Aktivierung in den Hirnregionen auszugehen, die nach Stoleru et al. (2012) als neuronale Korrelate von Aufmerksamkeitszuweisung und Bewertung sexueller Reize gelten. Dazu gehören der inferiore und superiore Parietallappen, der rechte laterale OFC, sowie der inferiore temporale

Cortex, insbesondere der Gyrus fusiformis. Außerdem sind Aktivierungen in den Arealen 3 zu erwarten.

Hypothese 4 – Vergleich der sexuellen Stimuli

Vergleicht man die beiden sexuellen Stimuluskategorien miteinander, erwarten wir bei der alleinigen Darbietung der Frauenbilder eine signifikant stärkere Aktivierung in den Hirnregionen die mit sexuellem Erleben in Zusammenhang gebracht werden (Areale 1), als bei der alleinigen Darbietung der Mädchenbilder. Im Gegensatz dazu erwarten wir bei der Darbietung der Mädchenbilder, im Vergleich zur Darbietung der Frauenbilder, keine gesteigerte Aktivierung in diesen Hirnregionen.

Hypothese 5 – Die mentale Rotationsaufgabe

Bei der alleinigen Darbietung der mentalen Rotationsaufgabe wird eine hämodynamische Antwort in Zentren für räumlich kognitive Verarbeitung erwartet. Dazu gehören nach Zacks (2008) und Jordan und Wüstenberg (2010) der inferiore und superiore Parietalcortex inkl. des intraparietalen Sulcus, motorische und prämotorische Hirnregionen, okzipitale und inferior temporale, sowie evtl. inferior frontale Bereiche (Areale 2). Weiter erwarten wir Aktivierungen in den Arealen, die als relevant für visuelle Verarbeitungsprozesse gelten; okzipitale und okzipito-temporale Areale, extrastriatale Regionen, der Precuneus und der Cuneus (Schiller 1986; DeYoe et al. 1996; Jordan und Wüstenberg 2010).

2.3.2 Die Experimentalbedingungen

In den Experimentalbedingungen 1 und 2 werden den Probanden zeitgleich zur Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe die sexuellen Stimuli präsentiert. Als Experimentalbedingung 1 (E 1) wird die Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe bei zeitgleicher Präsentation der sexuell relevanten Stimuli, den Frauenbildern, bezeichnet. Als Experimentalbedingung 2 (E 2) wird die Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe bei zeitgleicher Präsentation der sexuell nicht relevanten Stimuli, den Mädchenbildern, bezeichnet.

Hypothese 6 – E 1 und E 2

Bei den Experimentalbedingungen erwarten wir aufgrund der zeitgleichen Darbietung der sexuellen Reize und der mentalen Rotationsaufgabe Aktivierungen in den Arealen, die als neuronale Korrelate sexuellen Erlebens (Areale 1), kognitiver Verarbeitung (Areale 2) und visueller Verarbeitung (Areale 3) gelten.

Emotion-Kognition-Interaktion in Bezug auf unsere Bedingungen

Hypothese 7 – Vergleich der alleinigen Darbietung des sexuell relevanten Reizes mit E 1

Wie in Kapitel 1.4 erläutert, ist nach der Emotions-Kognitions-Interaktion eine Suppression der emotionalen und somit auch der sexuellen Hirnantwort durch den kognitiven Reiz anzunehmen (Drevets und Raichle 1998; Blair et al. 2007; Dshemuchadse 2009). Im Kontrast zu E 1 erwarten wir somit bei der alleinigen Darbietung der sexuell relevanten Reize eine stärkere hämodynamische Antwort in den Arealen 1.

Hypothese 8 – Vergleich der Experimentalbedingungen

Hypothese 8.a – Vergleich von E 1 mit E 2

Durch den sexuell relevanten Reiz ist eine geringere Suppression der emotionalen Hirnantwort zu erwarten als durch den sexuell nicht relevanten Reiz. Das bedeutet, dass beim Lösen der mentalen Rotationsaufgabe bei zeitgleicher Darbietung der Frauenbilder (E 1) voraussichtlich - neben der Aktivierung in den Arealen 2 - stärkere Aktivierungen in den Arealen 1 sichtbar werden als bei zeitgleicher Darbietung der Mädchenbilder (E 2).

Hypothese 8.b – Vergleich von E 2 mit E 1

Bei Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe bei zeitgleicher Präsentation der Mädchenbilder (E 2) wird im Gegensatz zur zeitgleichen Präsentation der Frauenbilder (E 1) eine geringere Aktivität in den Arealen 1 erwartet.

Hypothese 9 – Vergleich von E 1 mit der mentalen Rotationsaufgabe

In der Kontrastierung von E 1 mit der alleinigen Bearbeitung der Rotationsaufgabe wird eine stärkere Aktivierung in den Hirnregionen, die mit sexuellem Erleben in Zusammenhang gebracht werden, erwartet.

3 Material und Methoden

3.1 Der Ablauf des Experiments

Die Durchführung des Experiments wurde auf zwei Termine aufgeteilt.

Der erste Termin diente zum einen dazu, die Probanden über den Ablauf und die Untersuchungen aufzuklären. Es erfolgte ein Informationsgespräch und die Probanden erhielten eine schriftliche Probandeninformation und einen MRT-Fragebogen sowie eine Einverständniserklärung zur Teilnahme an unserer Studie. Bei Einverständnis wurden anschließend mittels eines Stammdatenblattes grundlegende Daten der Probanden erhoben. Die sexuelle Orientierung wurde anhand der Kinsey-Skala und Fragen zum Ausschluss pädophiler Neigungen ermittelt. Es wurden der Mental Rotation Test (Peters et al. 1995) zur Erfassung kognitiver Fähigkeiten, ein Intelligenztest (die Standard Progressive Matrices, Kratzmeier und Horn 1988) und ein Training am Computer zur Einweisung in den experimentellen Ablauf durchgeführt. Insgesamt dauerte der erste Termin ca. zwei Stunden.

3.2 Die fMRT-Messung

Am zweiten Termin erfolgten die fMRT-Messung sowie ein anschließendes Stimulusrating der während der Messung gesehenen Bilder und eine Erfassung der Befindlichkeit vor und nach der Messung. Insgesamt dauerte der zweite Termin ca. zweieinhalb Stunden.

Die fMRT-Messung erfolgte am 3 Tesla Siemens-Magnetom TIM Trio der AG MR-Forschung in der Neurologie und Psychiatrie (P: Dechent, I. Pfahlert; http://www.med.uni-goettingen.de/de/content/forschung/18202.html) und gliederte sich in eine anatomische und eine funktionelle Messung auf. Während der funktionellen Messung präsentierten wir den Probanden über eine spezielle Brille mittels dem Programm Presentation® (http://www.neurobs.com) die Stimuli. Die Aufgabe zur mentalen Rotation wurde per Knopfdruck beantwortet. Die anatomische Messung (T1) umfasste 176 Schichten, Voxel: 1x1x1 mm, die funktionellen Messungen (TR = 2 Sekunden) 33 Schichten, Voxel: 3x3x3 mm und 513 Volumina pro Durchgang.

3.3 Die Probanden

Im Rahmen der Studie wurden die Daten von 22 heterosexuellen männlichen Probanden ausgewertet. Von ursprünglich 29 an der Studie Teilnehmenden, mussten die Daten von sieben

Probanden aufgrund technischer Störungen des fMRT, bei einem weiteren wegen zu starker Bewegungsartefakten herausgenommen werden.

Die Probanden wurden hauptsächlich über Aushänge an verschiedenen Einrichtungen der Georg-August-Universität Göttingen rekrutiert. Allen war gemein, dass sie als Schulabschluss das Abitur absolviert hatten und sich im Studium befanden. Die Probanden erhielten keinen finanziellen Ausgleich, einige konnten sich jedoch in ihrem Studiengang die Versuchspersonenstunden anrechnen lassen.

3.4 Sicherheit und Datenschutz

Die Teilnahme an der Studie war freiwillig, die Einwilligung zu jedem Zeitpunkt und ohne Nachteile zu befürchten widerrufbar. Vor Beginn wurden die Probanden ausführlich über den Ablauf und die Inhalte der Untersuchungen informiert. Insbesondere wurden sie über die Messmethode der fMRT aufgeklärt, anhand von Fragebögen wurde die Eignung für diese Untersuchung festgestellt. Die Probandeninformation und Einwilligung befinden sich als Textdokument im Anhang.

Personenbezogene Daten wurden mittels alphanumerischer Kodierung pseudonymisiert ausgewertet und archiviert.

3.5 Die Stimuli

3.5.1 Die mentale Rotationsaufgabe

Für die räumlich kognitive Aufgabe diente uns das Paradigma der mentalen Rotation, basierend auf dreidimensionalen Würfelfiguren, die von Shepard und Metzler (1971) entworfen und von Paschke et al. (2007) modifiziert wurden. Die in unserer Studie verwendeten Figuren bestanden aus jeweils 10 quadratischen Würfeln, welche in vier geraden Linien aufgereiht waren. Diese Linien (bestehend aus drei mal drei und ein mal vier zusammenhängenden Würfeln) waren gegeneinander in einem rechten Winkel versetzt auf unterschiedliche Weise angeordnet. Jede der so entstandenen Figuren wurde dann ein, um die z-Achse rotiertes oder ein um die z-Achse rotiertes und an der z-y-Ebene gespiegeltes Duplikat gegenüber gestellt. So ergeben sich zwei Bedingungen: deckungsgleich (Abbildung 2a) oder gespiegelt (Abbildung 2b). Die Figuren wurden den Probanden immer paarweise präsentiert. Die Aufgabe bestand darin zu erkennen, ob es sich um dieselben Figuren handelte, das heißt ob die Figuren durch mentales Drehen ineinander überführbar waren oder nicht.

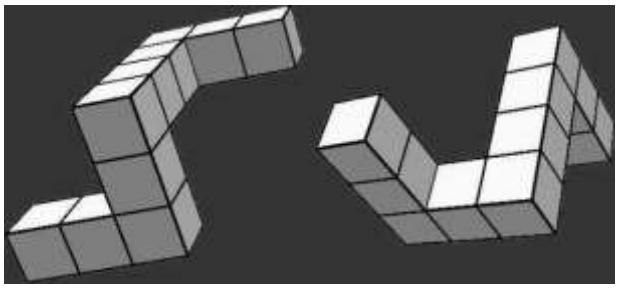


Abbildung 2a: **Die mentale Rotationsaufgabe. Bedingung deckungsgleich.**

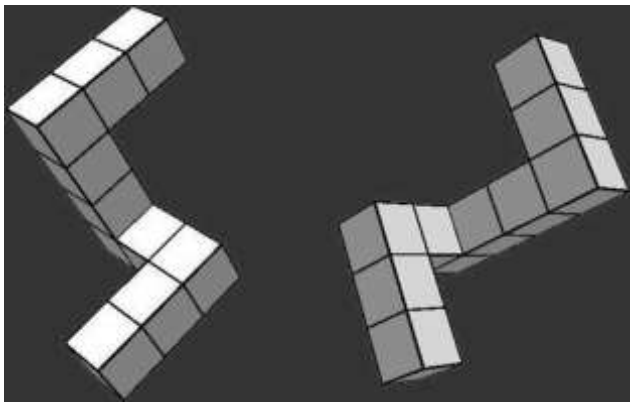


Abbildung 2b: **Die mentale Rotationsaufgabe. Bedingung gespiegelt.**

3.5.2 Die sexuell relevanten und sexuell nicht relevanten Stimuli

Als visuelle sexuelle Stimuli dienten uns Bilder aus dem „Not Real People Visual Stimuli Set A + B" (NRP-Set, Pacific Psychological Assessment Corporation, 2004). Die im Set enthaltenen Bilder stellen keine realen Menschen dar, sondern sind aus Abbildungen verschiedener Menschen (mindestens drei pro Bild) zusammengesetzte, am Computer modifizierte Darstellungen von Personen. Somit sehen die nun entstandenen Personen noch immer wirklichkeitsgetreu aus, eine Wiedererkennung kann jedoch ausgeschlossen werden. Das NRP – Set besteht aus zwei Sets mit jeweils 80 Bildern, die eine Hälfte zeigt leicht bekleidete, die andere Hälfte unbekleidete Personen. Die Personen sind nach ihrem Geschlecht und den fünf Stufen der pubertären Entwicklung der sekundären Geschlechtsorgane nach Tanner (1973) untergliedert.

Um die sexuelle Relevanz der Stimuli (abhängig von der sexuellen Orientierung der Probanden) sicherzustellen, verwendeten wir für unsere Studie ausschließlich Bilder unbekleideter Personen und ließen für eine klare Unterscheidung zwischen Erwachsenen- (Tannerstufen 4, 5) und

Kinderbildern (Tannerstufen 1, 2) die „mittlere“ Entwicklungsstufe 3 weg. Somit präsentierten wir den Probanden insgesamt 64 Abbildungen unbekleideter Frauen, Männer, Mädchen und Jungen der Tannerstadien 1,2,4 und 5 (beispielhaft Abbildung 3). Jede dieser Kategorien war mit jeweils vier verschiedenen Bildern vertreten (z. B. vier Abbildungen unbekleideter Frauen, Tannerstadium 5). Die abgebildeten Personen befinden sich nicht in sexuell aufreizenden Positionen oder sexuellen Handlungen, es ist daher streitbar ob es sich um sexuell explizite Reize handelt. Da nach §184b StGB die Verbreitung von Bildern unbekleideter Kinder in „unnatürlich geschlechtsbetonter Körperhaltung“ als strafbar gilt, werden die Stimuli im Folgenden mit verdeckten Geschlechtsteilen exemplarisch dargestellt.

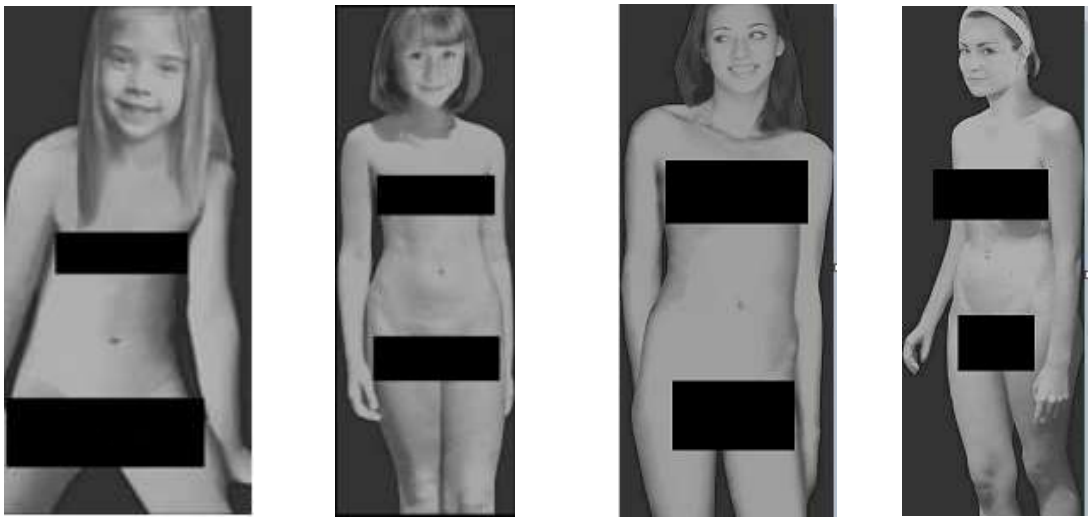


Abbildung 3a,b,c,d: Weibliches Geschlecht, Tannerstadium 1,2,4,5, Stimuli bekleidet

3.6 Experimentelles Design und Durchführung

3.6.1 Die Experimentalbedingung

In der Experimentalbedingung wurden den Probanden zeitgleich mentale Rotationsfiguren und sexuell relevante Reize (Experimentalbedingung 1, zum Beispiel Abbildung 4a) oder sexuell nicht relevante Reize (Experimentalbedingung 2, zum Beispiel Abbildung 4b) präsentiert. Bei der Bearbeitung kognitiver Aufgaben sowie bei der Betrachtung sexueller Reize finden Aufmerksamkeitsprozesse statt. Diese werden von limitierten Aufmerksamkeitskapazitäten bestimmt (siehe Kapitel 1.3). Durch die zeitgleiche Darbietung der unterschiedlichen Stimuli muss die Aufmerksamkeit unter ihnen verteilt werden, die Höhe der Aufmerksamkeitszuweisung wird vermutlich von der sexuellen Relevanz der sexuellen Stimuli beeinflusst (vgl. Kapitel 1.3.1). Die Höhe der Aufmerksamkeitszuweisung sollte in unserem Experiment anhand der

Leistungen bei der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe gemessen werden. Die Fehlerrate und die Reaktionszeit bei der Bearbeitung der Aufgaben wurden erfasst und dienten später der Ermittlung der erbrachten Leistungen. Die neuronalen Korrelate beider Experimentalbedingungen wurden mittels fMRT erfasst und später miteinander verglichen.

Abbildung 4a,b: a: E 1: Zeitgleiche Präsentation der mentalen Rotationsaufgabe und des sexuell relevanten Reizes, b: E 2: Zeitgleiche Präsentation der mentalen Rotationsaufgabe und des sexuell nicht relevanten Reizes

3.6.2 Das Studiendesign

Die Untersuchung der hämodynamischen und behavioralen Veränderungen während der Präsentation der Experimentalbedingungen wurde mittels self-paced-Blockdesign durchgeführt. Die fMRT-Messung wurde durch eine kurze Pause in zwei Sessions unterteilt. Session eins bestand aus drei, Session zwei aus zwei Durchgängen. Ein Durchgang beinhaltete jeweils acht Stimulations- und acht Baselineblöcke, wobei die Kontroll- und Experimentalbedingungen randomisiert dargeboten wurden und jeder Block 64 Sekunden dauerte. Die Stimuli der Kontrollbedingung 2 (K 2, alleinige Präsentation der unbekleideten Personen) wurden jeweils vier Sekunden präsentiert, ein Block beinhaltete somit 16 Bilder. Die Präsentationslänge der Stimuli in den Experimentalbedingungen und in der Kontrollbedingung 1 (K 1, alleinige Präsentation der mentalen Rotationsaufgabe) war von der Bearbeitungszeit der mentalen Rotationsaufgabe durch die Probanden abhängig. Nach Beantwortung einer Aufgabe durch „Tastenklick“ erschien der nächste Stimulus. Ohne vorherige Antwort wurden die Stimuli maximal acht Sekunden präsentiert. Die dadurch entstandene unterschiedliche Stimulusanzahl pro Block musste bei der späteren Auswertung berücksichtigt werden. Ein Baselineblock bestand aus der der einfachen Präsentation eines Fixationskreuzes und wurde nach jedem Stimulationsblock gezeigt, um

eine ausreichende Erholung der hämodynamischen Reaktion auf den vorangegangenen Block zu gewährleisten. Ein exemplarischer Ablauf des Studiendesigns ist in Abbildung 5 dargestellt.

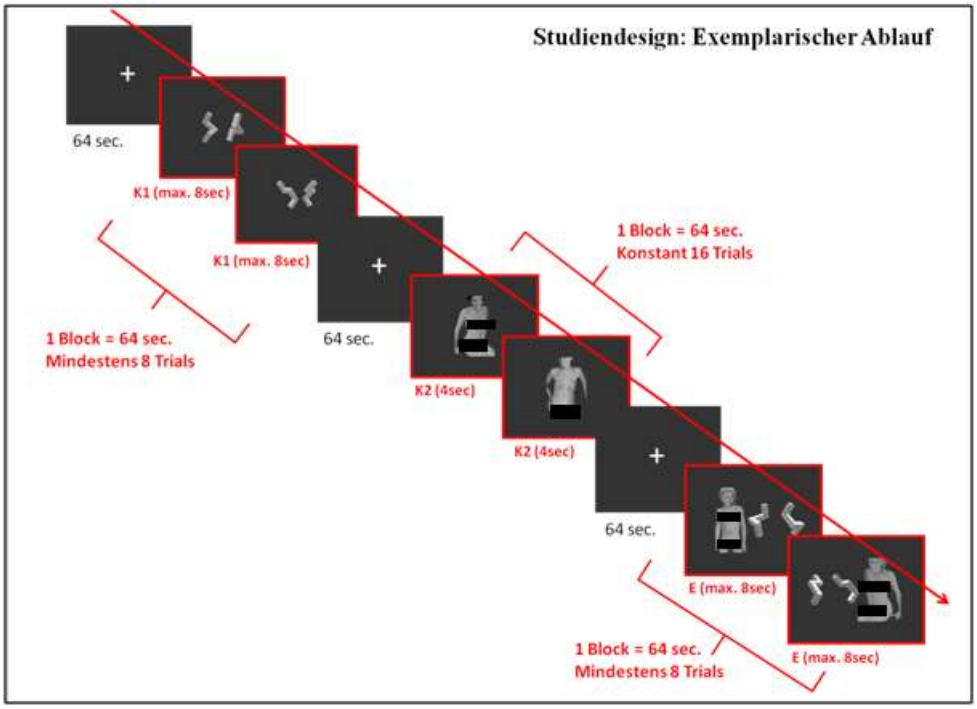


Abbildung 5: Studiendesign: Exemplarischer Ablauf

3.7 Materialien

3.7.1 Kinsey-Skala zur Erfassung der sexuellen Orientierung

Zur subjektiven Erfassung der sexuellen Orientierung der Probanden nutzten wir die siebenstufige Kinsey-Skala, die 1948 von A. C. Kinsey (Kinsey et al. 2003) entwickelt wurde. Sie umfasst die Werte „0“ bis „6“, wobei „0“ für ausschließlich heterosexuelle Fantasien und Verhaltensweisen und „6“ für ausschließlich homosexuelle Fantasien und Verhaltensweisen steht. In unsere Studie wurden nur Personen eingeschlossen, die entweder „0“ oder „1“ (überwiegend heterosexuelle, nur gelegentlich homosexuelle Fantasien und Verhaltensweisen) auf der Skala ankreuzten. Die Kinsey-Skala befindet sich als Abbildung im Anhang VII.

3.7.2 Stammdatenblatt

Jeder an der Studie teilnehmende Proband füllte einen standardisierten Fragebogen aus, mit dem soziodemographische Daten wie das Alter, die Staatsangehörigkeit, der Familienstatus und der höchste erreichte Bildungsabschluss ermittelt wurden. Außerdem wurden die Sehfähigkeit

sowie psychiatrische Erkrankungen abgefragt und es gab einen studienspezifischen Teil, der Fragen zu sexueller Aktivität, Kinderwünschen, sexuellen Fantasien und sexuellen Erfahrungen mit Minderjährigen beinhaltete. Diese Fragen dienten vor allem dem Ausschluss pädophiler Neigungen der Probanden.

3.7.3 Mentaler Rotationstest zur Erfassung der allgemeinen raumkognitiven Leistungen

Zur Erfassung der allgemeinen raumkognitiven Leistungen der Probanden wendeten wir den mentalen Rotationstest (MRT) (Peters et al. 1995) an. Der MRT ist ein „Paper-Pencil-Test", der die Fähigkeit überprüft, dreidimensionale, gezeichnete Würfel mental zu drehen. Die Aufgabe besteht darin, eine Würfelfigur mit vier anderen Würfelfiguren zu vergleichen und zu entscheiden, welche beiden der vier identisch zu der Ausgangsfigur sind und sich durch Rotieren in sie überführen lassen. Der Test ist in eine Übungsphase sowie zwei dreiminütige Testphasen aufgeteilt. In beiden Testphasen sind 12 Aufgaben zu bearbeiten, sie werden durch eine zweiminütige Pause voneinander getrennt.

3.7.4 Intelligenztest: SPM - Raven's Standard Progressive Matrices (Raven, J.C.)

Der „Progressive Matrizentest" ist ein sprachfreier Multiple Choice Test zur Erfassung der kognitiven Leistung. Dabei sind die Ergebnisse „weitgehend unabhängig von Alter, Bildung, Nationalität und körperlicher Verfassung der Testpersonen" und „für die Anwendung in interkulturell vergleichenden Untersuchungen geeignet" (Diagnostische Testverfahren, Testkatalog. 2014, S. 14. Pearson Assessment & Information GmbH. Frankfurt/M.). Nach J. Raven (2000) beschrieb der Entwickler J. C. Raven (1902-1970) dieses Testverfahren als ein direktes und einfaches Messinstrument von „allgemeiner Intelligenz". Dieser Begriff wurde durch Spearman (1904) determiniert und steht für eine allumfassende bereichsübergreifende Intelligenz – dem „generellen Intelligenzfaktor", dem nach Spearmans „Zwei – Faktoren – Theorie" weitere spezifische Faktoren untergeordnet sind. Durch den Matrizentest können nach J. C. Raven sowohl die deduktiven, als auch die reproduktiven Fähigkeiten, also die Hauptbestandteile von „allgemeiner Intelligenz" nach Spearman ermittelt werden. Die Ergebnisse des Tests lassen sich in Intelligenzquotienten ausdrücken. Standardisiert wurde der Test 1938 durch die erste umfassende Datenerhebung anhand von Testdurchführungen. Mittlerweile gibt es eine umfangreiche Datenbasis für die Testergebnisse von Personen verschiedener Altersgruppen, Nationalitäten und Bildungsniveaus. Auch existieren inzwischen verschiedene Versionen des „Progressiven

Matrizentest“, wir benutzten die ursprüngliche Form, die „Standard Progressive Matrices“ (SPM). Bearbeitet und normiert wurde die deutsche Version 1998 durch Horn.

Zur Testdurchführung:

Die Aufgabe für die Testpersonen bestand darin, ein vorgegebenes unvollständiges Muster dadurch zu vervollständigen, dass sie aus einer Auswahl möglicher Antwortmöglichkeiten das zu ergänzende Teil auswählten. Es wurden 60 grafische Aufgaben bearbeitet, die in fünf Sets mit je 12 Aufgaben untergliedert waren. Der Schwierigkeitsgrad stieg im Verlauf jedes Sets an, es gab kein Zeitlimit für die Bearbeitung der Aufgaben.

3.7.5 Stimulusrating und Viewing Time

Das Stimulusrating diente einer subjektiven Bewertung der Stimuli durch die Probanden. Nach der fMRT-Messung bewerteten die Probanden die zuvor präsentierten Stimuli aus dem „Not Real People“ Set bezüglich ihrer Valenz und ihrer sexuellen Erregbarkeit. Dazu wurden die Abbildungen der unbekleideten Personen in randomisierter Reihenfolge sowie zwei neunstufige Likertskalen (benannt nach R. Likert (1903-1981)) auf einem Computerbildschirm gezeigt. Bei der Skala zur Erfassung der Valenz der Stimuli erstreckten sich die Antwortmöglichkeiten von 1 (sehr unangenehm) bis 9 (sehr angenehm), bei der Skala zur sexuellen Erregung von 1 (nicht erregend) bis 9 (sehr erregend). Ohne das Wissen der Probanden wurde zusätzlich für jede Stimulusbewertung die „Viewing Time“ erfasst, also die Zeit, die von Beginn der Stimuluspräsentation bis zur Eingabe des letzten Bewertungsparameters verging. Es wird grundsätzlich angenommen, dass die „Viewing Time“ mit dem Ausmaß sexuellen Interesses, den ein Stimulus hervorruft, korreliert (Laws und Gress 2004). So konnte von Israel und Strassberg (2009) gezeigt werden, dass die Betrachtungszeit für sexuell präferierte Stimuli länger ist als die für sexuell nicht präferierte Stimuli.

3.7.6 Befindlichkeitsfragebogen

Der Fragebogen diente der Untersuchung, ob die Präsentation der Stimuli einen Effekt auf die subjektive Gemütsverfassung der Probanden ausübte. So gaben die Probanden auf einer neunstufigen Likertskala (nach R. Likert (1903-1981)) von 1 (gar nicht) bis 9 (sehr stark) an wie angeekelt, ängstlich, ärgerlich, fröhlich, glücklich, sexuell erregt, traurig und wütend sie vor und nach der fMRT-Messung waren. Da wir den Befindlichkeitsfragebogen erst im Laufe unserer Untersuchungen einführten, wurde er nur von neun unserer Probanden bearbeitet.

4 Datenanalyse

4.1 Die Verhaltensdaten

Die Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe

Die Auswertung der Verhaltensdaten erfolgte mittels des Statistikprogramms PASW Statistics 20 (SPSS Inc.). Dafür wurden die Mittelwerte der Reaktionszeiten und der prozentuellen Fehlerquote bei der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgaben ermittelt und mittels t-Tests miteinander verglichen.

Das Rating und die Viewing Time

Für jede Stimuluskategorie wurde der Median aus den Bewertungen der Bilder durch die Probanden auf der neunstufigen Likert Skala bestimmt. Anschließend konnten die mittlere angegebene Valenz und die mittlere angegebene Erregung beider Stimuluskategorien miteinander verglichen werden. Aus der Viewing Time, die während des Stimulus-Rating durch die Probanden für jeden Stimulus festgehalten wurde, wurde ein Mittelwert pro Proband für die Betrachtungszeit pro Stimuluskategorie berechnet. Die Mittelwerte der Viewing Time bei Betrachtung der Frauen- und der Mädchenabbildungen wurden dann mittels t-Tests miteinander verglichen.

4.2 Die Bildgebungsdaten

Die Bildgebungsdaten wurden mittels der Auswertungssoftware SPM Version 8 (Statistical Parametric Mapping) ausgewertet. Diese Software wurde vom „Functional Imaging Laboratory“ des „Institute for Cognitive Neurology“ der Universität London entwickelt und ist kostenlos erhältlich (http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/). Die Software basiert auf dem Programm MATLAB Version R2010a (MATLAB, The Mathworks, Inc.).

Funktionelle Datensätze setzen sich aus vier Dimensionen zusammen; drei räumlichen und einer zeitlichen. Die Bilder bestehen jeweils aus einer identischen Anzahl von Voxeln (=Bildelemente), welche auf einem dreidimensionalen Gitter angeordnet sind. Jeder Voxel gehört dabei zu einem Signalzeitverlauf, welcher aus so vielen Zeitpunkten besteht wie Einzelbilder im Datensatz vorhanden sind (Wohlschläger und Kellermann 2013).

4.2.1 Die Vorverarbeitung der Daten

Um die funktionellen Datensätze für die statistische Analyse vorzubereiten, musste zuerst eine Vorverarbeitung unserer Daten erfolgen. Diese diente der Minimierung von Artefakten sowie

der Anpassung der Datensätze, um eine Vergleichbarkeit zwischen den Probanden zu erreichen. Die Vorverarbeitung der Daten gliederte sich in folgende Schritte:

Bewegungskorrektur (Realign): Es war unmöglich für die Probanden, jedwede Kopfbewegung während einer Messung zu unterdrücken. Da das Gehirn durch kleinste Bewegungen während der Aufnahmen verschoben abgebildet wurde, waren die entstandenen Einzelbilder nicht immer deckungsgleich. Durch die Bewegungskorrektur wurden alle Einzelbilder an einem Referenzbild ausgerichtet und zur Deckung gebracht (Wohlschläger und Kellermann 2013). In unserer Untersuchung diente das erste Bild jeder Serie als Referenzbild.

Koregistrierung: Mit der Koregistrierung wurden alle Aufnahmen eines untersuchten Gehirns auf ein räumlich einheitliches Maß gebracht. D.h., dass die Positionen der funktionellen Bilder eines Probandengehirns an die individuell anatomischen (strukturellen) Bilder desselben angeglichen wurden (Wohlschläger und Kellermann 2013).

Segmentierung: Die anatomischen Bilder wurden auf der Voxel-Ebene nach grauer und weißer Substanz sowie Cerebrospinalflüssigkeit aufgeteilt. Dadurch entstanden Einzelbilder dieser drei Gehirnanteile.

Normalisierung: Die Neuroanatomie der verschiedenen teilnehmenden Probanden war nicht vollkommen identisch. Deshalb wurden die funktionellen Bilder wie auch das anatomische Bild eines jeden untersuchten Gehirns an ein Referenzgehirn (Template) angeglichen. Die Normalisierung gewährleistete, dass die gleichen anatomischen Strukturen jedes Gehirns auf denselben Koordinaten lagen. Somit wurde die Vergleichbarkeit zwischen einzelnen Probanden und zwischen Probandengruppen gewährleistet.

Glätten (Smoothing): Große Signalsprünge innerhalb der Datensätze wurden geglättet, indem der Bildgrauwert jedes Voxels mit dem der benachbarten Voxel verrechnet wurde. So verbesserte sich das Signal-Rausch-Verhältnis, und zufällige Effekte konnten heraus gemittelt werden (Wohlschläger und Kellermann 2013).

4.2.2 Die statistische Analyse der Daten

Die verarbeiteten Daten wurden in verschiedene Varianzteile zerlegt, die dann mittels des allgemeinen linearen Modells (ALM) miteinander verglichen und statistisch ausgewertet wurden.

Das ALM analysiert den Zusammenhang zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen und umfasst die klassischen Verfahren der Regressionsanalyse, der Varianzanalyse, der Kovarianzanalyse und der Diskriminanzanalyse (Kurt Holm, Almo Statistik-System, http://www.almo-statistik.de). Das ALM wurde auf unser spezifisches Design (Zeitlicher Verlauf der unterschiedlichen Bedingungen, Anzahl der Bilder) angewendet. So konnte nachvollzogen werden, ob das Signal in einem Voxel mit der Darbietung der Stimuli korrelierte. Im ersten Schritt, der „first level specification" wurden die statistischen Analysen für jeden Probanden separat durchgeführt. Dann folgte der Vorgang der „estimation", eine Abschätzung der Parameter des Designs. Dieser Vorgang ermöglichte es einzelne Vergleiche verschiedener Versuchsbedingungen für den jeweiligen Probanden zu berechnen und statistische Zusammenhänge zwischen Hypothesen und beobachteten Aktivierungen zu erkennen. Durch die „second level specification" ließen sich Unterschiede zwischen den einzelnen Bedingungen auf Gruppenebene herausarbeiten. Anschließend wurden t-tests durchgeführt, um die durch die verschiedenen Bedingungen hervorgerufenen Aktivierungen miteinander vergleichen zu können. Die Vergleiche der Einzelbedingungen mit der Baseline wurden mittels „Einstichproben" – t - Tests durchgeführt, die Vergleiche der Einzelbedingungen miteinander mittels „gepaarten" t – Tests. Für die Einstichproben-t – Tests wurde die Signifikanzschwelle auf $p<.05$ mit korrigiertem Niveau festgelegt. Für die gepaarten t – Tests galt eine Signifikanzschwelle auf unkorrigiertem Niveau. Je nachdem wann bei dem Vergleich der verschiedenen Bedingungen stärkere Aktivierungen in Hirnregionen gefunden werden konnten, variierte diese zwischen $p<.001$, $p<0.01$ und $p<.05$. Für alle Testformen wurde ein „spatial extend" von fünf Voxeln festgelegt, d.h. dass eine Aktivierung in mindestens fünf nebeneinanderliegenden Voxeln notwendig war, um die jeweilige Signifikanzschwelle zu überschreiten.

Um eine anatomische und zytoarchitektonische Zuordnung der aktivierten Hirnregionen vorzunehmen und die ermittelten Cluster interpretieren zu können, nutzten wir die von Eickhoff et al. (2005) entwickelte SPM-Plugin Anatomy Toolbox 1.8.

Die folgende Tabelle erläutert die im Folgenden verwendeten Abkürzungen für verschiedene Hirnregionen und gibt die für die zytoarchitektonische Zuordnung relevanten Quellen an.

Tabelle 3: Zytoarchitektonische Kurzbezeichnungen, Anatomy Toolbox 1.8, modifiziert nach Eickhoff et al. (2005)

Zytoarchitektonische Kurz-Bezeichnung	**Bedeutung**	**Quelle**

(Anatomy Toolbox 1.8)		
hIP	Humaner intraparietaler Sulcus	Choi et al. 2006
IPC	Inferiorer parietaler Cortex	Eickhoff et al. 2006
SPL	Superiorer lobulus parietalis	Eickhoff et al. 2006 Eickhoff et al. 2005
hOC5	Humaner Okzipitallappen 5	Malikovic et al. 2007
hOC4v	Humaner ventraler Okzipitallappen 4	Rottschy et al. 2007
hOC3v	Humaner ventraler Okzipitallappen 3	Rottschy et al. 2007
Area 17	Brodmann Area 17: Primärer visueller Cortex	Amunts et al. 2000
Area 18	Brodmann Area 18: Sekundärer visueller Cortex	Amunts et al. 2000
Area 6	Brodmann Area 6: prämotorischer Cortex	Geyer (2004)
HIPP	Hippocampus	Amunts et al. 2005
TH-	Thalamus	Behrens et al. (2003)
Area 44	Brodmann Area 44: Broca Areal	Amunts et al. (1999)
Area 45	Brodmann Area 45: Broca Areal	Amunts et al. (1999)
Amyg	Amygdala	Amunts et al. (2005)

5 Ergebnisse

5.1 Stichprobenbeschreibung und Vortestungen

An der endgültigen Auswertung der Studie waren 22 heterosexuelle Männer beteiligt. Von 29 teilnehmenden Probanden konnten die Bildgebungsdaten von sieben Probanden aufgrund technischer Störungen und Bewegungsartefakten nicht ausgewertet werden.

5.1.1 Stammdaten

Das mittlere Alter der Probanden betrug 24,22 Jahre (SD: 2,94 Jahre).

21 Probanden gaben als höchsten erreichten Bildungsabschluss das Abitur, ein Proband das Fachabitur an. Alle Probanden befanden sich im Studium.

Die Studienfächer: Fünf Probanden studierten Medizin, fünf Psychologie, zwei Soziologie und jeweils einer: Agrarwissenschaft, Arabistik, Arabistik und Volkswirtschaft, Betriebswirtschaftslehre, Chemie, Forstwissenschaften, Geschichte und Politik, Mechatronik, Volkswirtschaftslehre und Politik, Soziologie und Sport.

Alle Probanden besitzen die deutsche Staatsangehörigkeit, 19 waren Rechtshänder und drei Linkshänder. 14 gaben bezüglich ihrer Sehfähigkeit keine Beeinträchtigung an, acht waren Brillenträger.

Kein Proband wies psychiatrische Erkrankungen in der Anamnese auf.

Die „studienspezifischen“ Fragen

Hier folgt die Auswertung der Antworten der Probanden auf die Fragen bezüglich ihrer sexuellen Aktivität und Interessen.

Auf die Frage: „Erster **Geschlechtsverkehr im Alter von:“** haben zwei Probanden mit „noch nie“ geantwortet. Die restlichen 20 Probanden hatten ihren ersten Geschlechtsverkehr zwischen dem 13. und dem 20. Lebensjahr. Das mittlere Lebensalter in Jahren für den ersten Geschlechtsverkehr lag bei 16,05 (SD: 1,61).

Auf die Frage nach der „**derzeitigen sexuellen Aktivität“** fanden sich 15 Probanden mit und sieben Probanden ohne Geschlechtsverkehr. Von den 15, die derzeit Geschlechtsverkehr hatten, befanden sich zehn Probanden in einer festen Partnerschaft.

Auf die Frage nach „**der Länge der partnerschaftlichen Beziehungen“** ergab sich eine mittlere Beziehungsdauer von 31 Monaten (SD 25,9).

Bei der Frage nach einem grundsätzlichen **Kinderwunsch** haben vier Probanden mit: „**Es besteht generell kein Kinderwunsch“** und 18 Probanden mit: „**Es besteht ein prinzipieller Kinderwunsch“** geantwortet.

Die Fragen:- „**Hatten Sie seit ihrem 19. Lebensjahr schon einmal sexuelle Phantasien mit einem/ einer minderjährigen (jünger als 14 Jahre)“** sowie: „**Haben Sie diese Phantasien seit Ihrem 19. Lebensjahr schon einmal ausgelebt“** wurden von allen Probanden verneint.

Für unsere Studie waren vor allem die letzten beiden Fragen interessant. Da alle Probanden sexuelle Phantasien sowie die Auslebung sexueller Phantasien mit Minderjährigen (jünger als 14 Jahre) verneinten, gingen wir davon aus, dass bei keinem Probanden ein pädophiles Interesse bestand.

5.1.2 Die Vortestungen

Der Mentale Rotationstest

Die Probanden lösten die Aufgabe des mentalen Rotationstests mit einem Mittelwert von 12,1 und einer Standardabweichung von 4,7. Damit entsprechen die Ergebnisse nahezu den von Peters et al. (1995) erhobenen Daten für die Bearbeitung des Tests durch männliche Studenten mit einem Mittelwert von 12,2 und einer Standardabweichung von 5,3.

Der „Standard Progressive Matrices“(SPM) Test

Der durchschnittliche Intelligenzquotient der 22 Probanden war mit einem Wert von 128,6 (SD: 4,3) überdurchschnittlich hoch.

Die Kinsey-Skala

Auf der Kinsey-Skala kreuzten 16 Probanden bezüglich ihrer sexuellen Ausrichtung eine „0“ an, was ausschließlich heterosexuellem Verhalten entspricht. Sechs Probanden gaben eine „1“ an, diese Antwort entspricht gelegentlich homosexuellem Verhalten, überwiegend heterosexuellem Verhalten. Damit konnten wir davon ausgehen, dass unserer Probanden bezüglich ihrer Sexualität heterosexuell orientiert waren.

Die Folgende Tabelle (Tabelle 4) bietet eine Übersicht über die Ergebnisse der Vortestungen.

Tabelle 4: Auswertung der Vortestungen – (Ergebnisse des Mentalen Rotationstests, des SPM-Tests und der Kinsey-Skala)

Der mentale Rotationstest	Der SPM – Test Intelligenzquotient	Die Kinsey-Skala
MW: 12,1 (SD: 4,7)	MW: 128,6 % (SD: 4,3)	„0“ → 16 x „1“ → 6 x

Der Befindlichkeitsfragebogen

Insgesamt veränderten sich die Emotionen der Probanden durch die Untersuchung kaum, und es wurden nur kleine Verschiebungen auf der neunstufigen Likert-Skala festgestellt. Die individuellen Einzelwerte der Verschiebungen sind in Tabelle 5 deskriptiv dargestellt.

Tabelle 5: Befindlichkeiten vor und nach der Untersuchung, ↑ = Zunahme, ↓ = Abnahme

	Vor Untersuchung	Nach Untersuchung
Wütend	2	1↓
Glücklich	5 7	2↓ 6↓
	3 5 5	4↑ 6↑ 7↑
Angeekelt	1 1	2↑ 3↑
Sexuell erregt	1	2↑
Fröhlich	8	7↓
	4 7	5↑ 8↑
Ängstlich	2	1↓
Traurig	2 2 3 4	1↓ 1↓ 2↓ 3↓
Ärgerlich	2	1↓

Hieraus ergibt sich ein weitgehend unbeeinträchtigter Gemütszustand der Probanden vor und nach der Untersuchung.

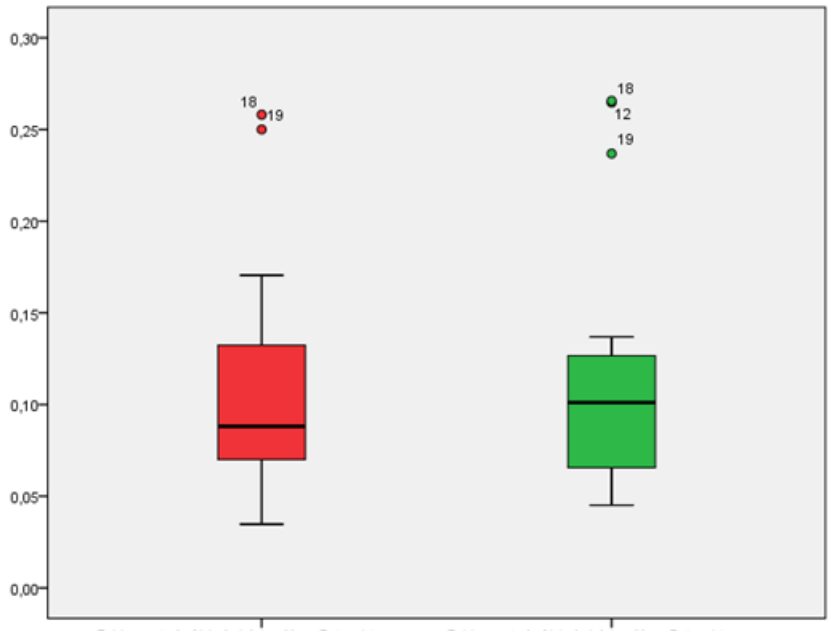
5.2 Verhaltensdaten

Für die Auswertung der Verhaltensdaten wurden der prozentuale Anteil der Falschantworten sowie die mittlere Bearbeitungszeit bei Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe erfasst. Mittels gepaarten T-Tests erfolgte dann der Vergleich zwischen den Verhaltensdaten, die bei

Bearbeitung der Rotationsaufgabe und zeitgleicher Präsentation von Abbildungen unbekleideter Frauen und denen die bei zeitgleicher Präsentation von Abbildungen unbekleideter Mädchen erfasst wurden.

Um die Verhaltensdaten, die bei den verschiedenen Bedingungen erfasst wurden, vergleichen und einordnen zu können, wurden die prozentuale Fehlerquote sowie die mittlere Bearbeitungszeit auch für die alleinige Präsentation der Rotationsaufgabe erfasst. Die prozentuale Fehlerquote ergab dabei einen Mittelwert von 13,65 (SD: 5,99). Die mittlere Reaktionszeit aller richtig gelösten Aufgaben betrug 2213,65 ms (SD: 557,70).

5.2.1 Die Fehlerquote



Abbildungen der unbekleideten Frauen zeitgleich mit Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe

Abbildungen der unbekleideten Mädchen zeitgleich mit Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe

Abbildung 6: Die Fehlerquoten im Vergleich, auf der y-Achse ist die Fehlerquote in % abgebildet

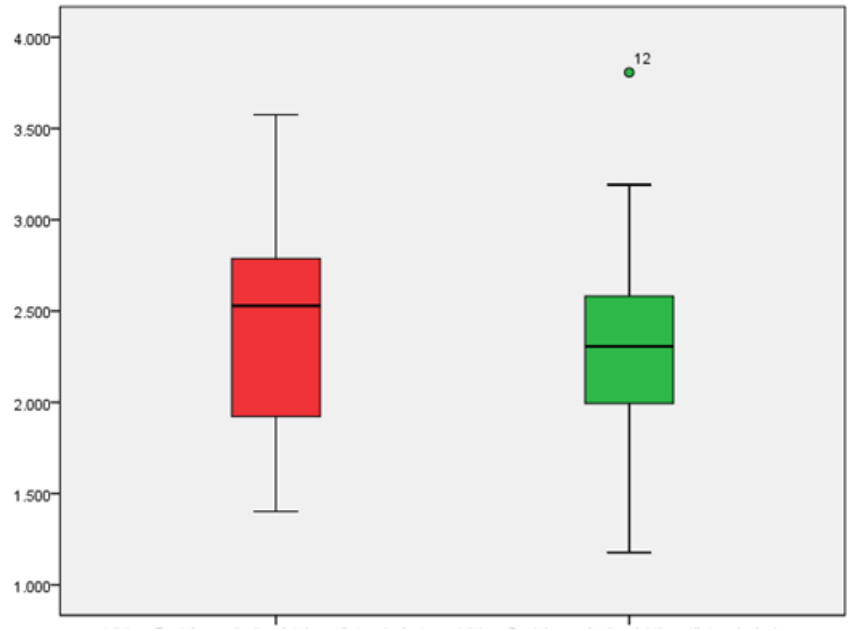
Zur Untersuchung des Maßes der Beeinträchtigung beim Lösen der mentalen Rotationsaufgaben bei zeitgleicher Darbietung von Abbildungen unbekleideter Frauen, im Unterschied zur zeitgleichen Darbietung von Abbildungen unbekleideter Mädchen, wurde die mittlere Fehlerquote in % für beide Bedingungen ermittelt und verglichen. Während den Probanden zeitgleich die Abbildungen unbekleideter Frauen präsentiert wurden, kamen sie mit einem Mittelwert von 10,90 % (SD: 5,88) der Fragen zu einem falschen Ergebnis. Bei zeitgleicher Darbietung der

Abbildungen unbekleideter Mädchen betrug der Mittelwert der Falschantworten 11,07 % (SD: 6,43). Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied bei t(22) = -,234, p = ,818.

Tabelle 6: Anteil inkorrekt gelöster Aufgaben im Vergleich

	Mittel-Wert	Standard-abweichung	Standardfehler Mittelwert
Anteil inkorrekt gelöster Aufgaben bei zeitgleicher Darbietung von Frauenbildern in %	10,90	5,88	1,23
Anteil inkorrekt gelöster Aufgaben bei zeitgleicher Darbietung von Mädchenbildern in %	11,07	6,44	1,34

5.2.2 Die Bearbeitungszeit (Reaktionszeit)



Mittlere Reaktionszeit aller richtig gelösten Aufgaben bei zeitgleicher Betrachtung von Abbildungen unbekleideter Frauen

Mittlere Reaktionszeit aller richtig gelösten Aufgaben bei zeitgleicher Betrachtung von Abbildungen unbekleideter Mädchen

Abbildung 7: Die Bearbeitungszeiten im Vergleich, auf der y-Achse sind die Bearbeitungszeiten in ms abgebildet

Der mittleren Bearbeitungszeit wurde die Bearbeitungszeit der jeweils richtig gelösten Aufgaben pro Bedingung zugrunde gelegt. Bei der Experimentalbedingung 1 betrug der Mittelwert für richtig gelöste Aufgaben 2403,22 ms (SD: 572,98). Für die mittlere Bearbeitungszeit bei

richtig gelösten Aufgaben während der 2. Experimentalbedingung ergab sich der Mittelwert 2307,55 (SD: 580,92). Bei t(22) = 1,613, p = ,121 zeigte sich kein signifikanter Unterschied.

Tabelle 7: Die Bearbeitungszeiten im Vergleich

	Mittelwert	Standard-abweichung	Standardfehler Mittelwert
Bearbeitungszeit korrekt gelöster Aufgaben bei zeitgleicher Darbietung von Frauenbildern in ms	2403,22	572,98	119,48
Bearbeitungszeit korrekt gelöster Aufgaben bei zeitgleicher Darbietung von Mädchenbildern in ms	2307,55	580,92	121,13

5.3 Die Ergebnisse der fMRT-Untersuchung

Die Ergebnisse werden anhand der in Kapitel 2 aufgestellten Hypothesen bezogen auf die einzelnen Bedingungen in Tabellenform dargestellt.

Aufgeführt sind jeweils

- die Cluster (wie viele Voxel umfasst ein Cluster; hierbei gilt bei uns für jeden T-Test ein Minimum von 5 Voxeln) mit den jeweiligen Maxima
- der T-Wert
- die Gehirnregionen
- die dominante Hemisphäre (H)
- die zytoarchitektonische Areale (ab einer Wahrscheinlichkeit von 20%)
- die MNI Koordinaten (x, y und z)

Falls sich mehrere Maxima in derselben Hirnregion befinden, werden nur die MNI Koordinaten mit dem höchsten T-Wert genannt. Das Abkürzungsverzeichnis für die gefundenen Hirnregionen ist in Tabelle 3 aufgeführt.

Zu jeder Bedingung wird eine Abbildung der aktivierten Hirnregionen gezeigt.

5.3.1 Die Kontrollbedingungen

Hämodynamische Antworten bei der Darbietung von Abbildungen unbekleideter Frauen

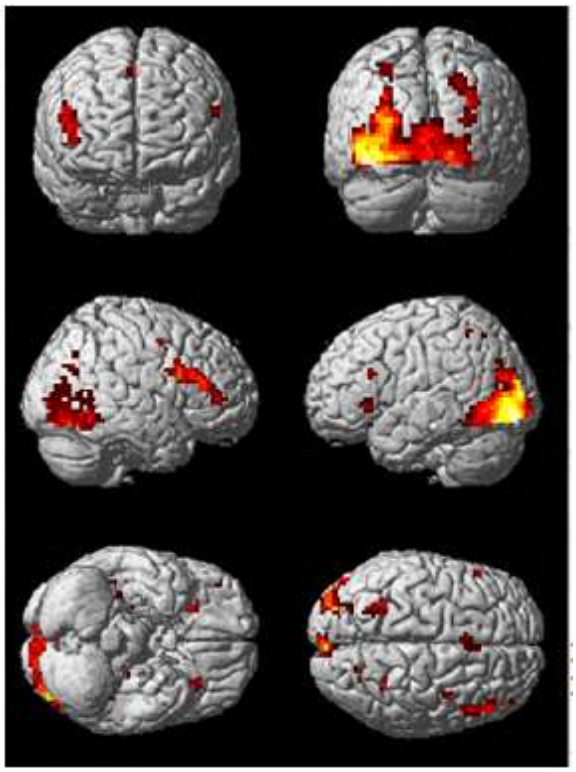


Abbildung 8: Aktivierungen bei der Darbietung des sexuell relevanten Reizes im Vergleich zur Baseline - Bedingung

In dem Vergleich der Darbietung des sexuell relevanten Reizes mit dem Baseline Kontrast wurden, wie in Tabelle 8 dargestellt, auf einem FWE korrigierten Niveau von $p < .05$ stärkere Aktivierungen im Gyrus fusiformis, dem SMA und dem superioren Parietallappen (SPL) gefunden. Des Weiteren wurden stärkere Aktivierungen in der Amygdala, im Lobus insularis, im Thalamus, im Hippocampus, im Gyrus präcentralis und im Gyrus frontalis festgestellt. Weiter zeigten sich Antworten in für visuelle Verarbeitung relevanten Arealen; in okzipitalen und okzipito-temporalen Arealen wie dem inferioren und mittleren Gyrus occipitalis, dem Gyrus lingualis und dem Cuneus.

Tabelle 8: Hämodynamische Ergebnisse bei der Verarbeitung der sexuell relevanten Stimuli im Vergleich zur Baseline - Bedingung (auf einem FWE korrigierten Niveau von p < .05)

Cluster	T	Gehirnregionen	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	Y	z
Cluster 1 (1774)	17.89	Gyrus fusiformis	R	-	37	-64	-15
	14.98	Mittlerer Gyrus occipitalis	L	Area 18 (20%)	-30	-93	8
	14.78	Gyrus lingualis	R	hOC3v (70%), Area 18 (50%)	21	-86	-8
	14.31	Inferiorer Gyrus occipitalis	R	hOC4v (30%)	34	-77	-5
	14.25	Inferiorer Gyrus occipitalis	L	hOC4v (20%)	-40	-77	-12
	14.19	Gyrus fusiformis	L	-	-40	-64	-12
Cluster 2 (195)	12.27	Thalamus	R	Th-Parietal (73%)	18	-26	-2
	9.17	Keine nähere Angabe	L	Th-Parietal (62%), Th-Visual (52%)	-20	-29	-2
	9.07	Keine nähere Angabe	R	Th-Visual (37%), Th-Temporal (34%), Th-Parietal (20%)	28	-22	-5
Cluster 3 (181)	10.94	IGF (Pars triangularis)	R	-	40	13	24
	9.25	IGF (Pars triangularis)	R	Area 45 (40%)	47	29	17
	7.99	Mittlerer Gyrus frontalis	R	-	47	42	8
Cluster 4 (60)	8.89	Keine nähere Angabe	L	Area 2 (40%), SPL (20%), Area 1 (20%)	-24	-48	49
Cluster 5 (33)	7.89	IGF (Pars triangularis)	L	-	-36	26	1
	7.55	IGF (Pars orbitalis)	L	-	-27	26	-12
Cluster 6 (23)	8.30	SMA	L	Area 6 (50%)	-4	13	52
	7.15	SMA	R	Area 6 (20%)	5	22	52
Cluster 7 (17)	8.55	Amygdala	R	Amygdala (70%)	31	-3	-18
Cluster 8 (16)	7.79	Lobus insularis	R	-	28	22	-12
Cluster 9 (8)	7.98	IGF (Pars triangularis)	L	Area 45 (70%), Area 44 (30%)	-56	22	24
Cluster 10 (7)	6.93	Gyrus präcentralis	R	Area 6 (30%)	40	0	49
Cluster 11 (5)	6.24	Amygdala	L	Amygdala (90%), Hippocampus (20%)	-27	-3	-21

Hämodynamische Antworten bei der Darbietung von Abbildungen unbekleideter Mädchen

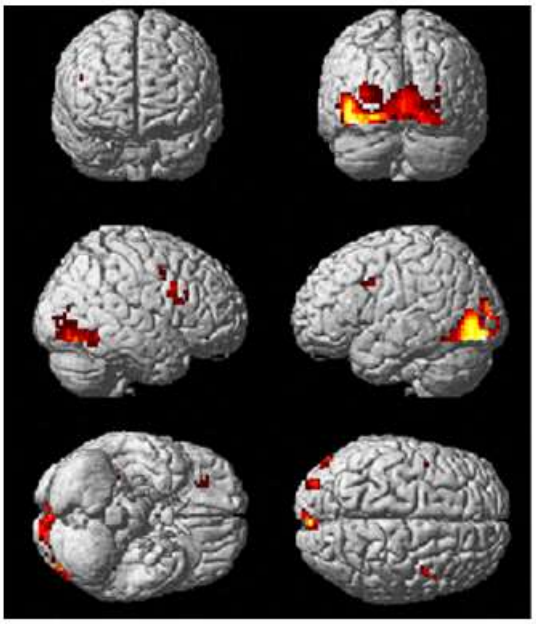


Abbildung 9: Aktivierungen bei der Darbietung des sexuell nicht relevanten Reizes im Vergleich zur Baseline - Bedingung

Bei der alleinigen Darbietung der Mädchenbilder im Vergleich mit der Baseline - Bedingung fand sich eine stärkere Aktivierung im Gyrus fusiformis und im mittleren OFC. Außerdem zeigte sich eine Aktivierung im mittleren und inferioren Gyrus occipitalis, dem Cuneus, dem Gyrus calcarinus, dem Gyrus präcentralis sowie im Gyrus frontalis.

Tabelle 9: Hämodynamische Ergebnisse bei der Verarbeitung der sexuell nicht relevanten Stimuli im Vergleich zur Baseline - Bedingung (auf einem FWE korrigierten Niveau von p < .05)

Cluster	T	Gehirnregionen	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	Y	z
Cluster 1 (927)	18.86	Inferiorer Gyrus occipitalis	R	hOC4 (20%)	37	-67	-12
	14.69	Gyrus fusiformis	R	-	40	-48	-18
	13.00	Inferiorer Gyrus occipitalis	L	hOC4 (20%)	-40	-77	-12
	11.59	Gyrus fusiformis	L	hOC4 (50%)	-30	-77	-12
	11.24	Mittlerer Gyrus occipitalis	L	hOC5 (30%)	-43	-74	-2
	10.28	Cuneus	R	Area 17 (70%), Area 18 (20%)	14	-93	8
	10.02	Gyrus calcarinus	L	Area 17 (80%), Area 18 (30%)	-4	-99	4
Cluster 2 (40)	7.72	IGF (Pars opercularis)	R	Area 44 (20%)	47	10	27
	6.46	IGF (Pars triangularis)	R	Area 45 (20%)	47	22	27
Cluster 3 (13)	6.74	Gyrus präcentralis	L	-	-43	3	33
Cluster 4 (7)	6.57	Gyrus präcentralis	R	-	47	3	40
Cluster 5 (7)	8.08	Mittlerer OFC	R	-	31	38	-12

Hämodynamische Antworten bei der Darbietung von Abbildungen unbekleideter Frauen im Vergleich zu der Darbietung von Abbildungen unbekleideter Mädchen

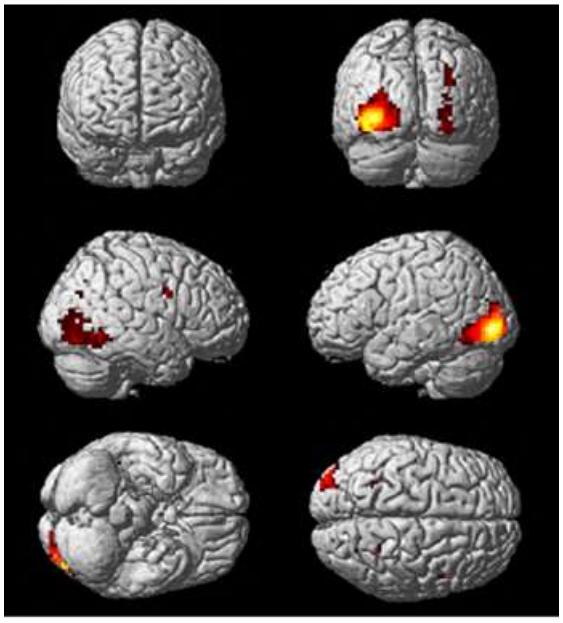


Abbildung 10: Aktivierungen bei der Darbietung des sexuell relevanten Reizes im Vergleich zur Darbietung des sexuell nicht relevanten Reizes

Im Vergleich der alleinigen Darbietung des sexuell relevanten Reizes zur alleinigen Darbietung des sexuell nicht relevanten Reizes wurde eine stärkere Aktivierung im Gyrus fusiformis, sowie im inferioren und superioren Parietallappen gefunden. Weiterhin zeigte sich eine Antwort im Hippocampus, im Thalamus, in motorischen (Gyrus präcentralis) und in visuellen (mittlerer, inferiorer und superiorer Gyrus occipitalis) Arealen.

Tabelle 10: Hämodynamische Ergebnisse bei der Verarbeitung der sexuell relevanten Stimuli im Vergleich zu der Antwort bei Verarbeitung der sexuell nicht relevanten Stimuli (auf einem unkorrigierten Niveau von p < .001)

Cluster	T	Gehirnregionen	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z
Cluster 1 (528)	9.34 6.27 5.17	Mittlerer Gyrus occipitalis Inferiorer Gyrus occipitalis Gyrus fusiformis	L L L	- - -	-36 -40 -33	-83 -64 -12	-2 -5 -12
Cluster 2 (327)	7.45 6.79	Keine nähere Angabe Gyrus fusiformis	R R	- -	34 40	-74 -48	1 -18
Cluster 3 (29)	4.08	Keine nähere Angabe	L	Th-Prämotorisch (26%)	-14	-16	-5
Cluster 4 (21)	4.09 4.01	Mittlerer Gyrus occipitalis Superiorer Gyrus occipitalis	R R	- -	31 31	-70 -67	30 40
Cluster 5 (14)	4.38	IPL	L	-	-27	-51	46
Cluster 6 (14)	4.23	Gyrus präcentralis	R	Area 6 (20%)	50	3	30
Cluster 7 (8)	3.82	Hippocampus	R	-	28	-29	-5
Cluster 8 (6)	3.86	Keine nähere Angabe	R	SPL (7PC) (50%), SPL (5L) (20%), Area 2 (20%)	24	-48	49

Hämodynamische Antworten bei der Darbietung von Abbildungen unbekleideter Mädchen im Vergleich zu der Darbietung von Abbildungen unbekleideter Frauen

Abbildung 11: Aktivierungen bei der Darbietung des sexuell nicht relevanten Reizes im Vergleich zur Darbietung des sexuell relevanten Reizes

Es finden sich in diesem Vergleich auf unkorrigiertem Niveau ($p < .001$) bei einem Minimum von 5 Voxeln keine Aktivierungen in Hirnregionen.

Hämodynamische Antworten bei der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe

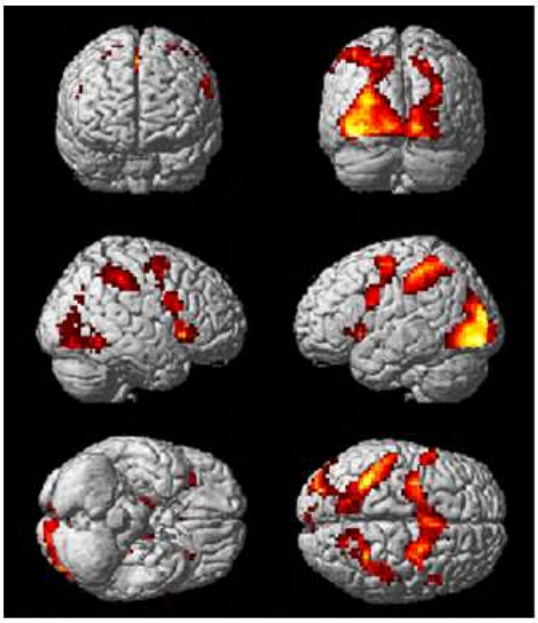


Abbildung 12: Aktivierungen bei der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe im Vergleich zur Baseline - Bedingung

Bei der alleinigen Darbietung der mentalen Rotationsaufgabe fanden sich im Vergleich zur Baseline - Bedingung stärkere Aktivierungen in motorischen (Gyrus präcentralis) und prämotorischen (SMA) Arealen, im superioren Parietallappen, in okzipitotemporalen und okzipitalen Arealen, im Lobus insularis, im Putamen, im Thalamus, im Gyrus cinguli, im superioren Gyrus frontalis und im Gyrus fusiformis. Darüber hinaus wurden Antworten in für visuelle Verarbeitungsprozesse relevanten Hirnregionen (mittlerer, inferiorer und superiorer Gyrus occipitalis und im Gyrus lingualis) erfasst.

Tabelle 11: Hämodynamische Ergebnisse bei der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe im Vergleich zur Baseline - Bedingung (auf einem FWE korrigierten Niveau von p < .05)

Cluster	T	Gehirnregionen	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z
Cluster 1 (3052)	18.59	Inferiorer Gyrus occipitalis	L	hOC4v (30%)	-33	-83	-5
	17.75	Gyrus lingualis	R	Area 17(60%), Area 18(40%), hOC3v (20%)	15	-90	-5
	17.74	Mittlerer Gyrus occipitalis	R	-	31	-74	24
	17.70	Superiorer Gyrus occipitalis	L	-	-24	-70	36
	16.47	Gyrus fusiformis	R	hOC4v (60%), hOC3v (40%), Area 18 (20%)	31	-80	-12
	16.45	SPL	L	SPL (7A) (50%)	-20	-61	52
	15.86	Mittlerer Gyrus occipitalis	L	hOC3v (20%)	-24	-93	4
	15.73	SPL (7A)	R	SPL (7A) (40%), hIP3 (20%)	24	-54	52
Cluster 2 (2349)	17.74	Lobus insularis	L	-	-30	19	4
	15.89	SMA	L	Area 6 (80%)	-4	3	52
	14.79	Superiorer Gyrus frontalis	R	Area 6 (20%)	24	-3	56
	14.58	Thalamus	L	Th-Parietal (58%), Th-Visual (36%), Th-Temporal (34%), Th-Prefrontal (22%)	-20	-29	4
	13.61	Thalamus	R	Th-Parietal (71%)	21	-26	1
	12.55	Keine nähere Angabe	R	Th-Prefrontal (29%)	18	-3	8
	12.50	SMA	R	Area 6 (20%)	8	13	46
	12.37	Keine nähere Angabe	R	Th-Prefrontal (50%), Th-Prämotorisch (34%)	18	-10	8
Cluster 3 (77)	9.14	Gyrus präcentralis	L	Area 6 (30%), Area 44 (30%)	-59	6	24
Cluster 4 (7)	7.48	Mittlerer Gyrus cingulus	R	-	8	3	30

5.3.2 Die Experimentalbedingungen (im Folgenden E 1 und E 2)

Hämodynamische Antworten bei der Verarbeitung der sexuell relevanten Stimuli in Kombination mit der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe (E 1)

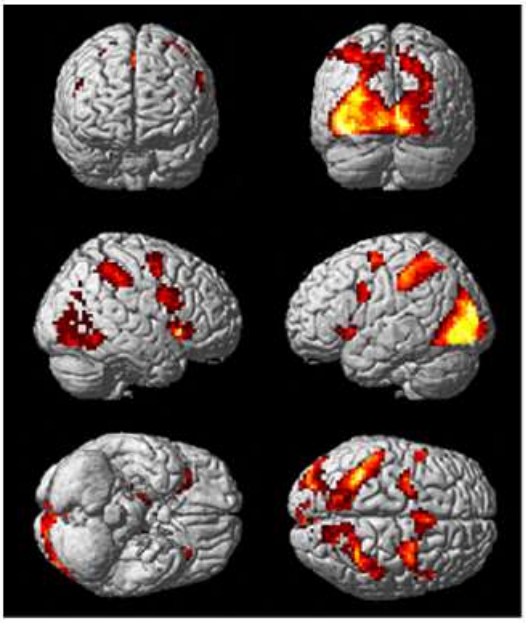


Abbildung 13: Aktivierungen bei E 1 im Vergleich zur Baseline - Bedingung

Es wurden Aktivierungen im superioren und inferioren Parietallappen, in motorischen (Gyrus präcentralis) und prämotorischen (SMA) Regionen gefunden. Weiterhin zeigten sich Aktivierungen im Gyrus fusiformis, im SPL, im Lobus insularis , im OFC, im ACC, im Thalamus, im inferioren und mittleren Gyrus frontalis und im Gyrus cinguli. Als Korrelate einer visuellen Verarbeitung zeigten sich Antworten im mittleren, inferioren und superioren Gyrus occipitalis und im Gyrus lingualis.

Tabelle 12: Hämodynamische Ergebnisse bei der Verarbeitung der sexuell relevanten Stimuli in Kombination mit der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe im Vergleich zu der Antwort bei der Baseline - Bedingung (auf einem FWE korrigierten Niveau von p < .05)

Cluster	T	Gehirnregionen	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z
Cluster 1 (3983)	18.14	Gyrus fusiformis	L	-	-33	-61	-8
	17.43	IPL	R	hIP3 (50%), SPL (7PC) (30%), Area 2 (20%)	37	-45	52
	17.16	Gyrus fusiformis	R	-	34	-54	-8
	17.12	Inferiorer Gyrus occipitalis	L	-	-40	-67	-12
	16.28	Mittlerer Gyrus occipitalis	L	hOC3v (20%)	-24	-93	4
	15.43		L	-	-24	-70	33
	15.37	Superiorer Gyrus occipitalis	R	Area 17 (60%), Area 18 (40%)	15	-90	-5
	14.97	Gyrus lingualis	R	SPL (7A) (40%), hIP3 (20%)	24	-54	52
Cluster 2 (1307)	13.82	Thalamus	R	Th-Parietal (62%), Th-Temporal (38%), Th-Visual (34%)	24	-26	-2
	13.19	Putamen	R	-	28	19	1
	12.62	Thalamus	L	Th-Parietal (46%), Th-Visual (41%), Th-Temporal (39%)	-20	-29	1
	11.28						
		Lobus insularis	L	-	-30	22	1
Cluster 3 (358)	14.19	Mittlerer Gyrus frontalis	R	-	28	-3	52
	10.61	SMA	R	Area 6 (60%)	8	13	46
	7.31	Mittlerer Gyrus cingulus	R	-	8	26	30
Cluster 4 (121)	9.34	Gyrus präcentralis	L	Area 6 (30%)	-33	-3	62
	8.47	Mittlerer Gyrus frontalis	L	Area 6 (30%)	-27	-6	52
Cluster 5 (86)	9.93	IGF (Pars opercularis)	R	Area 44 (60%)	53	10	24

Zusätzlich fanden sich bei dem Vergleich auf einem unkorrigierten Niveau (p < .001) noch folgende Aktivierungen in Hirnregionen, die für die Verarbeitung sexueller Reize relevant sind:

Tabelle 13: Hämodynamische Ergebnisse bei der Verarbeitung der sexuell relevanten Stimuli in Kombination mit der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe im Vergleich zu der Antwort bei der Baseline - Bedingung (auf einem unkorrigierten Niveau von p < .001)

Cluster	T	Gehirnregionen	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z
Cluster 2 (25)	4.67	Anteriorer cingulärer Cortex	L	-	-1	6	27
Cluster 4 (9)	4.96	Superiorer OFC	R	-	24	42	-12

Hämodynamische Antworten bei der Verarbeitung der sexuell nicht relevanten Stimuli in Kombination mit der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe (E 2)

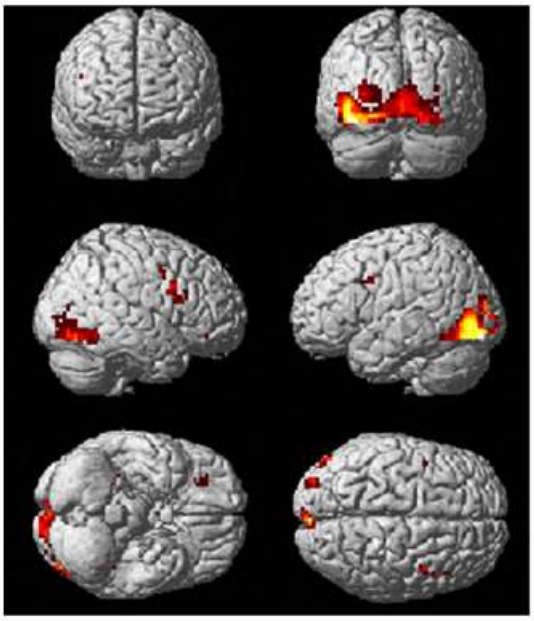


Abbildung 14: Aktivierungen bei E 2 im Vergleich zur Baseline - Bedingung

In dem Vergleich von E 2 mit der Baseline - Bedingung zeigten sich Antworten im inferioren und superioren Parietallappen, im Gyrus fusiformis, im Lobus insularis, im Thalamus, im Gyrus frontalis, in prämotorischen (SMA), in motorischen Hirnregionen (Gyrus präcentralis, Cerebellum) und in Zentren für visuelle Verarbeitung (Mittlerer, inferiorer und superiorer Gyrus occipitalis, Gyrus lingualis und Gyrus calcarinus).

Tabelle 14: Hämodynamische Ergebnisse bei der Verarbeitung der sexuell nicht relevanten Stimuli in Kombination mit der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe im Vergleich zu der Antwort bei Darbietung der Baseline - Bedingung (auf einem FWE korrigierten Niveau von p < .05)

Cluster	T	Gehirnregionen	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z
Cluster 1 (3791)	22.27	Mittlerer Gyrus occipitalis	L	-	-30	-86	17
	19.12	Inferiorer Gyrus occipitalis	L	-	-43	-77	-8
	18.09	Mittlerer Gyrus occipitalis	R	-	31	-77	17
	17.86	Cerebellum	R	Lobus VI (100%)	8	-74	-15
	17.25	Gyrus fusiformis	R	hOC4v (50%), hOC3v (30%)	31	-77	-12
	16.76	Gyrus lingualis	R	Area 18 (60%), Area 17 (50%), hOC3v (30%)	15	-86	-5
	16.26	IPL	R	SPL (7A) (50%), SPL (7PC) (30%), hIP3 (20%)	28	-54	52
	16.07	Gyrus calcarinus	R	Area 17 (70%), Area 18 (30%)	12	-86	11
	15.73	Gyrus calcarinus	L	Area 18 (70%), Area 17 (60%), hOC3v (20%)	-4	-86	-8
	15.65	Superiorer Gyrus occipitalis	L	-	-24	-67	33
Cluster 2 (158)	10.89	Gyrus präcentralis	R	-	31	-6	56
Cluster 3 (122)	8.04	Superiorer Gyrus frontalis	L	Area 6 (40%)	-24	-3	62
	7.67	Mittlerer Gyrus frontalis	L	Area 6 (30%)	-30	-6	52
Cluster 4 (103)	9.97	Thalamus	L	Th-Parietal (46%), Th-Visual (41%), Th-Temporal (39%)	-20	-29	1
Cluster 5 (101)	9.93	Lobus insularis	L	-	-27	26	1
Cluster 6 (81)	7.86	SMA	L	Area 6 (40%)	-8	6	52
Cluster 7 (79)	13.10	Thalamus	R	Th-Parietal (48%), Th-Temporal (41%), Th-Visual (22%)	21	-29	4
Cluster 8 (56)	9.48	IGF (Pars opercularis)	R	Area 44 (60%)	53	10	24
Cluster 9 (28)	7.90	Gyrus präcentralis	L	Area 6 (50%)	-56	6	36

Emotions-Kognitions-Interaktion:

Hämodynamische Antworten beim Vergleich der alleinigen Darbietung der sexuell relevanten Reize mit E 1

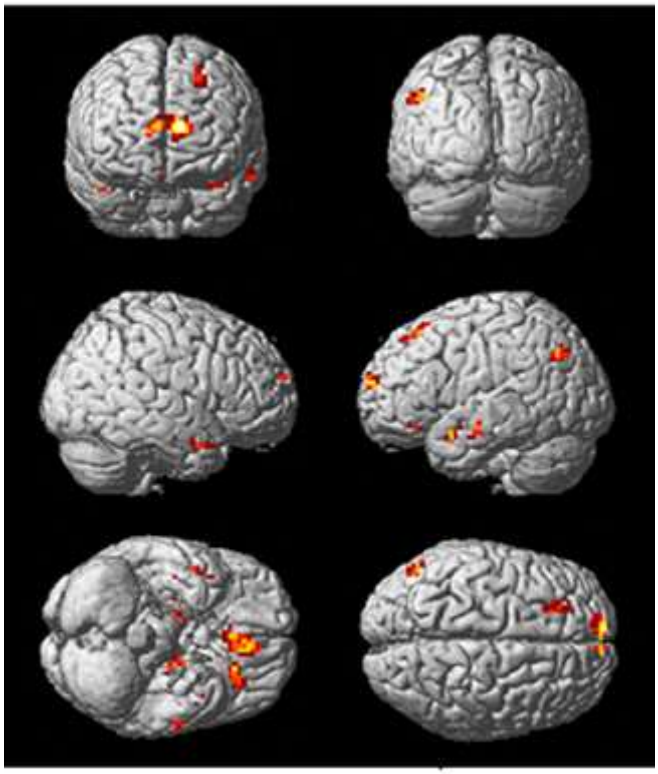


Abbildung 15: Aktivierungen bei der alleinigen Darbietung der sexuell relevanten Stimuli im Vergleich zu E 1

In diesem Vergleich zeigte sich eine stärkere Aktivierung in der Amygdala, im OFC, im Hippocampus, im Gyrus frontalis, im Temporallappen, im mittleren cingulären Cortex und im Gyrus angularis.

Tabelle 15: Hämodynamische Ergebnisse bei der alleinigen Darbietung der sexuell relevanten Stimuli im Vergleich zur Darbietung der Kombination der sexuell relevanten Stimuli mit der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe (auf einem unkorrigierten Niveau von p < .001)

Cluster	T	Gehirnregionen	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z
Cluster 1 (141)	7.75	Hippocampus	L	Hipp (CA) (50 %) Amyg (SF) (40%), Amyg (CM) (30%), Hipp (SUB) (20 %), Hipp (HATA) (20%), Amyg (LB) (20 %)	-20	-10	-15
	5.16	Temporallappen	L	-	-36	6	-21
		Amygdala	L	-	-30	3	-21
Cluster 2 (88)	4.89	Mittlerer OFC	L	-	-4	32	-12
Cluster 3 (85)	5.36	Superiorer Gyrus medialis	L	-	-8	64	20
	4.75	Superiorer Gyrus frontalis	L	-	-14	58	14
	4.53	Superiorer Gyrus medialis	R	-	8	58	17
Cluster 4 (76)	6.33	Hippocampus	R	Amyg (LB) (90%), Hipp (CA) (20%)	31	-10	-13
Cluster 5 (25)	5.62	IGF (Pars orbitalis)	L	-	-24	29	-12
Cluster 6 (20)	4.27	Gyrus angularis	L	IPC (PGp) (60%)	-49	-70	40
Cluster 7 (19)	4.74	Mittlerer Gyrus frontalis	L	-	-24	32	52
Cluster 8 (11)	4.11	Mittlerer Gyrus temporalis	L	-	-59	-10	-21
Cluster 9 (8)	4.69	Mittlerer Gyrus temporalis	R	-	50	0	-28
Cluster 10 (6)	3.88	Mittlerer cingulärer Cortex	R	-	2	-35	36

Vergleich der hämodynamischen Antworten der Experimentalbedingungen

Aktivierungen bei der Darbietung von E 1im Vergleich zu E 2

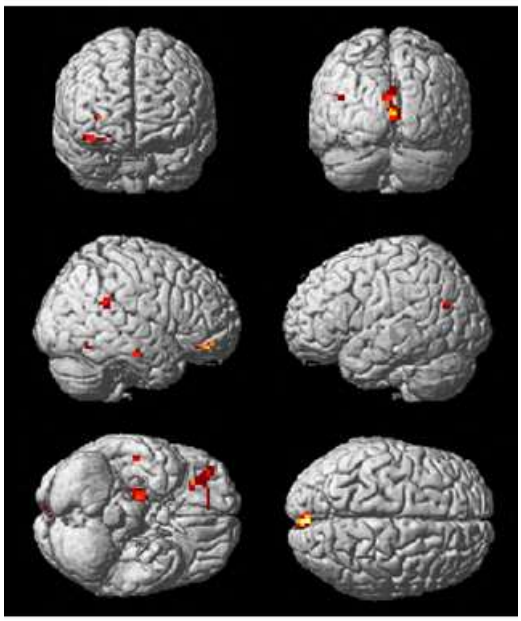


Abbildung 16: Aktivierungen bei E 1 im Vergleich zu E 2

In diesem Vergleich konnten stärkere Aktivierungen im Gyrus fusiformis, im inferioren Parietallappen, im OFC, im Thalamus, im Gyrus supramarginalis, im Hippocampus, im Gyrus parahippocampalis und in inferior temporalen Bereichen festgestellt werden. Visuelle Verarbeitungsprozesse zeigten sich durch stärkere Aktivierungen im mittleren Gyrus occipitalis, im Gyrus lingualis, im Gyrus calcarinus, im Gyrus angularis und im Cuneus.

Tabelle 16: Hämodynamische Ergebnisse bei E 1 im Vergleich zu E 2 (auf einem unkorrigierten Niveau von p < .05)

Cluster	T	Gehirnregionen	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z
Cluster 1 (46)	2.60 2.50	Gyrus calcarinus Cuneus	R L	- Area 18 (60%)	5 -1	-96 -90	8 20
Cluster 2 (22)	2.20	Mittlerer OFC	R	-	28	42	-15
Cluster 3 (20)	2.90	Gyrus parahippocampalis	R	-	18	-16	-21
Cluster 4 (18)	2.22	Gyrus angularis Gyrus supramarginalis	R R	IPC (30%) hIP2 (20%)	47 47	-45 -38	24 30
Cluster 5 (17)	2.41 2.05	Keine nähere Angabe Thalamus	R R	Hipp (20%) Th-Somatosensorisch (57%), Th-Motorisch (40%), Th-Prämotorisch (37%)	24 18	-16 -19	-8 -2
Cluster 6 (8)	1.91	Gyrus lingualis	R	hOC3v (80%), Area 18 (40%), hCO4v (40%)	21	-74	-12
Cluster 7 (7)	2.08	Gyrus fusiformis	R	-	40	-61	-15
Cluster 8 (6)	1.90	Mittlerer Gyrus occipitalis	L	IPC (60%)	-43	-70	24
Cluster 9 (6)	2.01	Superiorer OFC	R	-	21	45	-12
Cluster 10 (6)	2.11	Inferiorer Gyrus temporalis	R	-	50	-19	-21

Aktivierungen bei der Darbietung von E 2 im Vergleich zu E 1

Abbildung 17: Aktivierungen bei E 2 im Vergleich zu E 1

In dem Vergleich von E 2 mit E 1 wurde eine stärkere Aktivierung im SMA festgestellt.

Tabelle 17: Hämodynamische Ergebnisse bei E 2 im Vergleich zu E 1 (auf einem unkorrigierten Niveau von p < .05)

Cluster	T	Gehirnregionen	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z
Cluster 1 (19)	2.78	SMA	R	Area 6 (60%)	12	-19	65

Hämodynamische Antworten bei E 1 im Vergleich zur alleinigen Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe

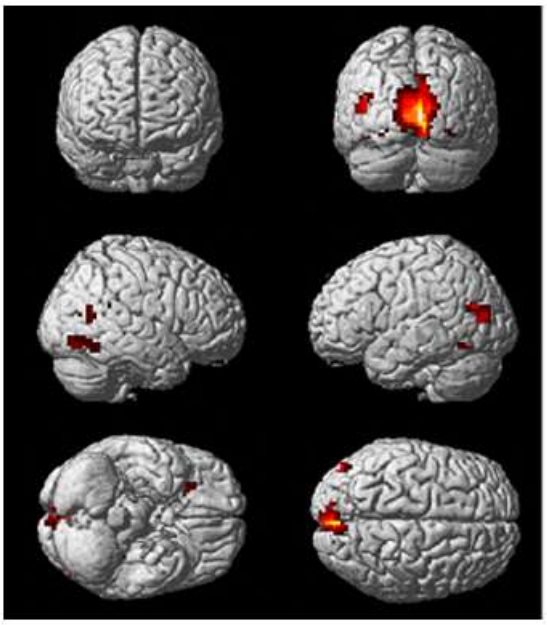


Abbildung 18: Aktivierungen bei der Darbietung der sexuell relevanten Stimuli in Kombination der mentalen Rotationsaufgabe im Vergleich zur alleinigen Darbietung der mentalen Rotationsaufgabe

In dem Vergleich der ersten Experimentalbedingung mit der alleinigen Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe zeigten sich Antworten im Gyrus fusiformis, im Lobus insularis, im Gyrus cinguli, im Hippocampus und in visuellen Zentren (Mittlerer Gyrus occipitalis, Gyrus lingualis, Gyrus calcarinus, Gyrus angularis, Cuneus).

Tabelle 18: Hämodynamische Ergebnisse bei E 1 im Vergleich zur alleinigen Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe (auf einem unkorrigierten Niveau von p < .001)

Cluster	T	Gehirnregionen	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z
Cluster 1 (1824)	9.63	Gyrus lingualis	R	Area 17 (60%)	18	-74	1
	8.83	Gyrus calcarinus	R	Area 17 (100%), Area 18 (30%)	5	-77	4
	8.56	Gyrus lingualis	L	Area 17 (60%), Area 18 (50%), hOC3v (20%)	-4	-80	-2
	8.54	Gyrus calcarinus	L	Area 17 (90%), Area 18 (30%)	-4	-86	1
	6.23	Gyrus fusiformis	R	-	40	-54	-18
	6.20	Cuneus	L	Area 18 (60%), Area 17 (30%)	-1	-90	17
	5.64	Gyrus fusiformis	L	-	-36	-58	-15
Cluster 2 (62)	5.11	Mittlerer Gyrus occipitalis	L	hOC5 (30%), IPC (20%)	-46	-77	11
Cluster 3 (13)	4.56	Lobus insularis	R	-	28	22	-12
Cluster 4 (11)	3.62	Posteriorer cingulärer Cortex	R	-	2	-42	11
Cluster 5 (7)	4.81	Hippocampus (CA)	R	Hipp (CA) (70%), Hipp (FD) (60%)	18	-35	4
Cluster 6 (5)	3.90	Precuneus	R	-	15	-51	33
Cluster 7 (5)	3.94	Gyrus angularis	R	IPC (PFm) (30%), IPC (PGa) (20 %)	44	-45	24
	3.94	Superiorer Gyrus temporalis	R	IPC (PFm) (30 %), IPC (PGa) (20 %)	50	-45	20
Cluster 8 (5)	3.63	Hippocampus (SUB)	L	Hipp (SUB) (20%)	-14	-35	1

5.4 Ergebnisse der Stimulusbeurteilung

5.4.1 Bewertung bezüglich Valenz und Erregung

Beim Rating bewerteten die Probanden alle in der Untersuchung gezeigten Bilder auf einer neunstufigen Likertskala bezüglich deren „Valenz“ (Grad wie angenehm ein Bild ist) und durch diese erzeugte „sexuelle Erregung“.

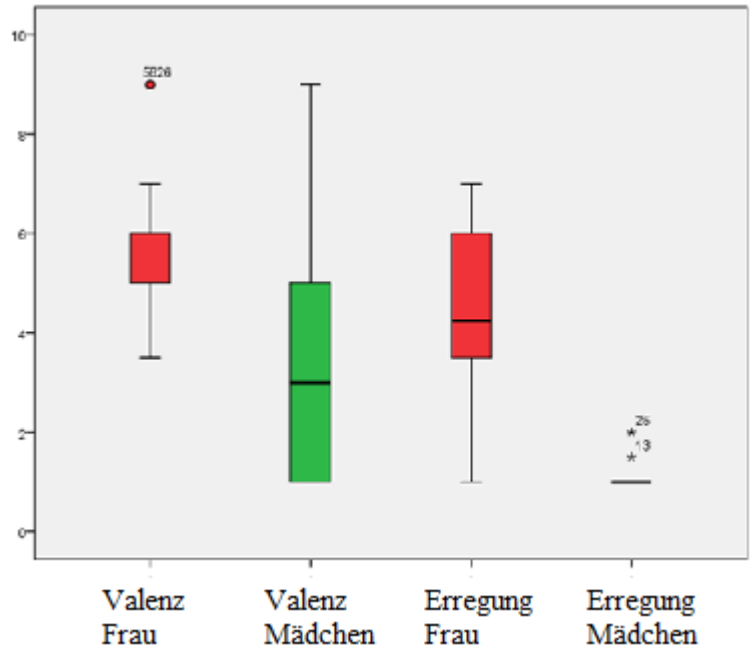


Abbildung 19: Angaben der Probanden bezüglich der Valenz und der sexuellen Erregbarkeit der Frauen- und Mädchenabbildungen

Auf der y-Achse sind die Zahlenwerte 1 – 10 aufgeführt, wobei 10 für eine hohe Valenz/ Erregung steht.

In der Kategorie „Valenz“ betrug der Median bei der Bewertung der Frauenbilder 6, bei der Bewertung der Mädchenbilder betrug er 3. In der Kategorie „Sexuelle Erregung“ lag der Median bei der Bewertung der Frauenbilder bei 4, bei der Bewertung der Mädchenbilder bei 1.

Tabelle 19: Angaben der Probanden bezüglich der Valenz und der sexuellen Erregbarkeit der Frauen- und Mädchenabbildungen

	Minimum	Maximum	Median
Valenz – Frau	3.50	9.00	6.00
Valenz – Mädchen	1.00	9.00	3.00
Erregung – Frau	1.00	7.00	4.00
Erregung Mädchen	1.00	2.00	1.00

Besonders große Unterschiede ergaben sich, wie in Tabelle 19 aufgeführt, in der Kategorie „Sexuelle Erregung“. Während einige Frauenbilder hier mit einem Maximalwert von 7.00 bewertet wurden, erreichte keines der Mädchenbilder eine höhere Bewertung als 2.00. In beiden Kategorien bewerteten die Probanden die Frauenbilder als signifikant angenehmer, beziehungsweise sexuell erregender, als die Mädchenbilder (Wilcoxon Rangsummentest $p < .05$).

5.4.2 Viewing Time

Während die Probanden die Bilder bewerteten, wurde ohne ihr Wissen die Zeit gemessen, in der sie ein Bild betrachteten. Bei den Frauenbildern ergab sich eine mittlere Betrachtungszeit von 7989,75 ms (SD 3038,93). bei den Mädchenbildern betrug die mittlere Betrachtungszeit 5770,89 ms (SD: 1447,28). Der gepaarte t-Test ($p< .05$) ergab eine signifikant längere Betrachtungszeit für die Frauenbilder.

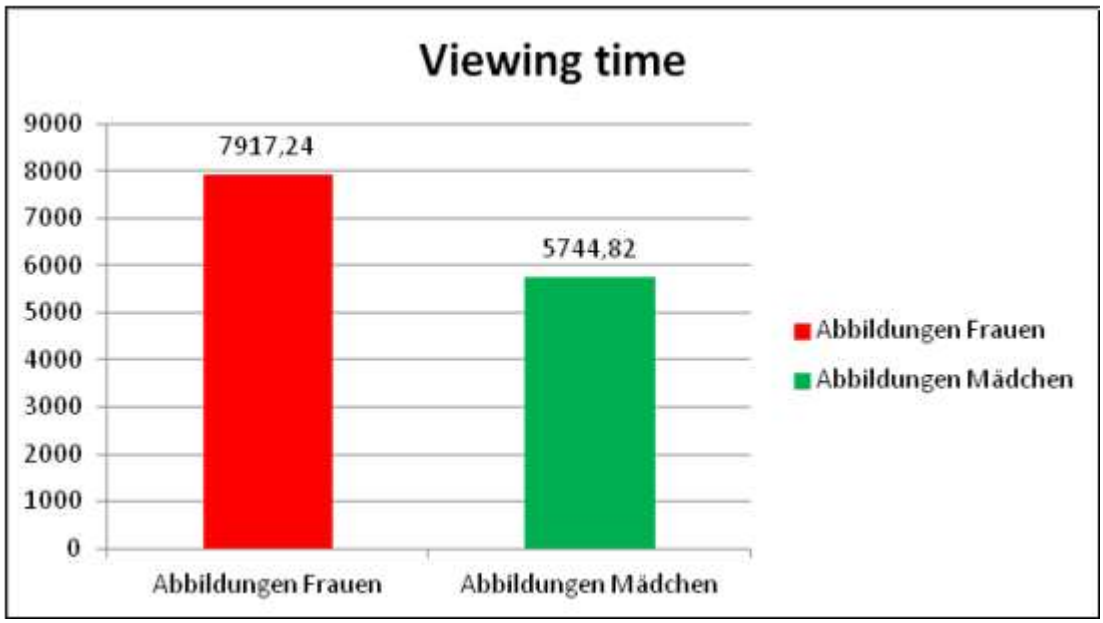


Abbildung 20: Erfasste Viewing Time während der Darbietung der Frauen- und Mädchenabbildungen. Auf der y-Achse ist die Zeit in Millisekunden aufgeführt.

6 Diskussion

6.1 Stichprobenbeschreibung und Vortestungen

Der im SPM-Test ermittelte durchschnittliche Intelligenzquotient unserer Probanden ergab einen Wert von 128,6 und lag damit überdurchschnittlich hoch. Dass der SPM-Test für unsere Probandengruppe wahrscheinlich zu einfach war, lag eventuell daran, dass die Gruppe Personen im Studium und mit einem hohen Bildungsniveau umfasste. Dass die einzelnen Ergebnisse aber mit einer Standardabweichung von 4,3 relativ nah beieinander liegen, deutet auf ein ähnliches Bildungsniveau der Testpersonen hin und führt damit zu der Annahme, dass die Fähigkeit der Probanden zum Lösen der mentalen Rotationsaufgabe vergleichbar ist.

6.2 Die Verhaltensdaten - Beeinflusst das Alter sexueller Distraktoren die Verhaltensleistungen in der Mentalen Rotation?

Die allgemeinen Rotationsleistungen unserer Probanden, gemessen an der Fehlerquote und der Bearbeitungszeit, stimmen mit den in vorherigen Untersuchungen erfassten Leistungen bei Bearbeitung mentaler Rotationsaufgaben überein (Paschke 2007; 2010; von Herder et al. 2014). Es fand sich aber kein differenziell unterschiedlicher Einfluss der beiden unterschiedlichen Distraktoren. So zeigten sich bei der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe im Vergleich der Kombinationsbedingungen, die entweder die sexuell relevanten oder die sexuell nicht relevanten Stimuli beinhalteten, weder bei der Fehlerquote noch bei der Bearbeitungszeit signifikante Unterschiede. Hypothese 1 muss damit verworfen werden.

Es bleibt unklar, warum die Abbildungen unbekleideter Frauen nicht wie erwartet durch das Binden von Aufmerksamkeit, die Bearbeitung der Rotationsaufgabe durch den Effekt der zuvor erläuterten SCID (Sexual content induced delay) verzögerten. Einen möglichen Erklärungsansatz bietet das Blockdesign, bei dem immer mehrere Stimuli der gleichen Altersgruppe hintereinander präsentiert wurden. Durch diesen Wiederholungseffekt konnten sich die Probanden an die jeweiligen Reize gewöhnen und die Bindungsfähigkeit der limitierten Aufmerksamkeitskapazitäten nahm eventuell ab. Zudem könnte die Darstellungsweise der unbekleideten Frauen ein beeinflussender Faktor auf die ähnliche Reaktion der beiden unterschiedlichen Reize gewesen sein. So wäre es möglich, dass Frauen in explizit pornographischen Posen eine stärkere Anziehungskraft auf die Probanden ausgeübt hätten und kognitive Verarbeitungsprozesse damit in höherem Maße beeinträchtigt hätten.

6.3 Hämodynamische Ergebnisse - Beeinflusst das Alter sexueller Distraktoren die mittels fMRT erhobenen Bildgebungsdaten?

Im Folgenden werden die Bildgebungsdaten anhand der Reihenfolge der Hypothesen und der dazu gefundenen Ergebnisse diskutiert.

6.3.1 Neuronale Korrelate der passiven Wahrnehmung sexuell relevanter Reize

Bei der Präsentation der unbekleideten Frauen zeigten sich bei den Probanden Aktivierungen in Gehirnarealen, die nach dem Vier-Komponenten-Modell als relevant für sexuelle Verarbeitungsprozesse gelten. Damit konnte Hypothese 2 bestätigt werden. Die gefundenen Aktivierungen im Gyrus fusiformis, dem SMA, dem Gyrus präcentralis (als Region prämotorischer und supplementär-motorischer Prozesse) und dem superioren Parietallappen (SPL) lassen sich der kognitiven Komponente des Vier-Komponenten-Modells zuordnen. Wie zuvor beschrieben, spielt der **Gyrus fusiformis** eine wichtige Rolle bei der Bewertung der Relevanz eines sexuellen Reizes. Es ist für unser Experiment anzunehmen, dass diese Aktivierung Ausdruck eines Bewertungsprozesses der dargestellten Stimuli durch die Probanden ist. Dem **SMA** wird nach einer Übersichtsarbeit von Halsband und Lange (2006), die die Ergebnisse verschiedener funktioneller und klinischer Studien zusammenfasst, eine bedeutende Rolle bei der Vorbereitung und Durchführung von Bewegungen, insbesondere aufeinanderfolgender Bewegungsabläufe, zugeschrieben. In Zusammenhang mit den von uns präsentierten sexuellen Reizen kann die Aktivierung des SMAs durch die Vorstellung einer Annäherung oder sexuellen Handlung, die durch die unbekleideten Frauen hervorgerufen wird, begründet sein. Aktivierungen im **SPL** korrelieren häufig mit einer gesteigerten Aufmerksamkeit für sexuell relevante Reize und sind nach Studien von Ponseti et al. (2006) und Schiffer et al. (Schiffer et al. 2008a; Schiffer et al. 2008b) an dem Prozess sexueller Erregung, hervorgerufen durch visuelle sexuelle Stimuli, beteiligt. Da auch unsere Studie mit visuellen sexuellen Stimuli arbeitet, erweist sich die Beteiligung des SPLs als stimmig.

Des Weiteren riefen die Frauenbilder Aktivierungen in bedeutsamen Hirnregionen für die emotionale Komponente, in der Amygdala (Abbildung 22) sowie im Lobus insularis hervor. Der **Amygdala** wird eine bedeutsame Rolle bei der Bewertung des emotionalen Wertes von wahrgenommen Reizen zugeschrieben (LeDoux 1996). Der **Lobus insularis** ist nach Stoleru et al. bei der Wahrnehmung körperlicher sexueller Erregung involviert und zählt auch zur kognitiven

Komponente sexueller Erregung. Nach den Aussagen unserer Probanden kam es durch die Betrachtung der Bilder zwar nicht zu einer durch körperliche Erregung ausgedrückten sexuellen Erregung. Der Inselregion wird aber auch eine bedeutsame Rolle bei der Wahrnehmung und Bewertung emotionaler Inhalte zugeschrieben (Benuzzi et al. 2008; Mouras et al. 2008). Somit kann die Aktivierung dieser Region, wie auch der Amygdala, Ausdruck der Bewertung des emotionalen Werts der sexuell relevanten Stimuli durch die Probanden sein. Auch die gefundene Aktivierung im **Thalamus** ist im Kontext dieser emotionalen Bewertung zu erklären, da auch dieser eine wichtige Rolle bei emotionalen Prozessen inne hat (Loughead et al. 2008). Nach Stoleru et al. (2012) ist der Thalamus ein Korrelat der allgemeinen emotionalen Aktivität, die mit sexueller Erregung einhergeht. Aktivierungen im Thalamus, in der Amygdala und im Gyrus fusiformis korrelieren mit emotionalen Verarbeitungs- und Bewertungsprozessen. So finden sich z. B. hämodynamische Korrelate in diesen Regionen, wenn Probanden verschiedene, emotionale Gesichtsausdrücke richtig benennen sollen (Loughead et al. 2008).

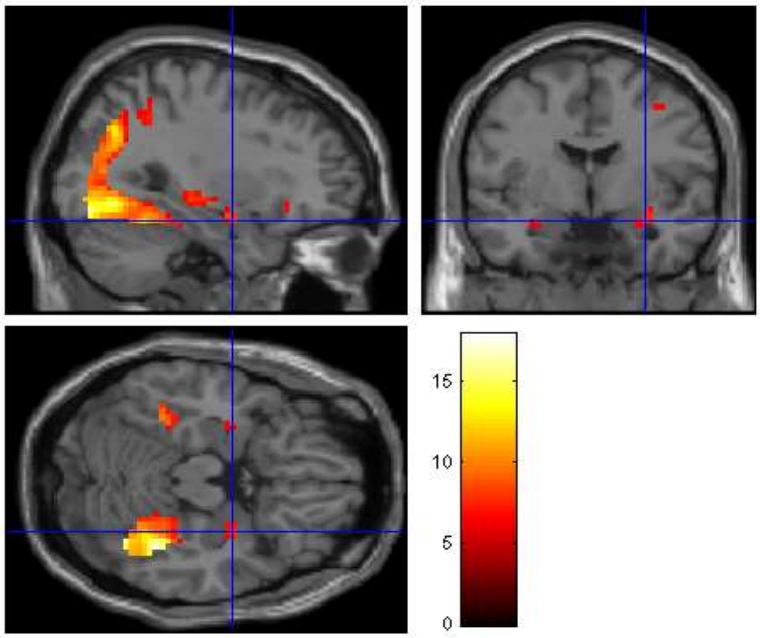


Abbildung 21: Aktivierung der Amygdala bei alleiniger Präsentation der Frauenbilder im Vergleich zur Baseline - Bedingung ($p < .05$, korrigiert)

Da der **Hippocampus** einen wichtigen Part an Gedächtnisprozessen inne hat (Eichenbaum et al. 1996; Lepage et al. 1998; Preston und Gabrieli 2008), kann die in ihm gefundene Aktivierung einen Abgleich der sexuellen Reize mit Gedächtnisinhalten widerspiegeln. Weiter zeigte

sich eine Aktivierung im **Gyrus frontalis.** In zwei von den durch Stoleru et al. (2012) beschriebenen Studien wurden Aktivierungen im Gyrus frontalis und im Gyrus präcentralis in Zusammenhang mit der Wahrnehmung sexueller Stimuli gefunden (Holstege et al. 2003; Kühn und Gallinat 2011). Ordnen wir Sexualität wie zuvor als eine Emotion ein, findet man den Gyrus frontalis sowie die Amygdala und den Lobus insularis als neuronale Korrelate der Wahrnehmung affektiver Stimuli in zahlreichen Studien. So beschreiben Molenberghs et al. (2012) anhand einer Metaanalyse von 125 Studien neuronale Korrelate des „Spiegelneuronensystems", die während der Wahrnehmung aktiver Handlungen, aber auch während der Wahrnehmung verschiedener Emotionen, aktiv sind. Anhand von 21 Studien wurden als neuronale Korrelate für die Wahrnehmung und Bewertung ausgedrückter Emotionen folgende Regionen ermittelt, die auch bei unserer Bedingung der passiven Wahrnehmung des sexuellen Reizes durch die Probanden aktiviert waren: Der Gyrus frontalis, die Amygdala und der Lobus insularis. Die Aktivierungen in diesen Regionen bei Betrachtung der Frauenbilder können in diesem Zusammenhang als Korrelate einer emotionalen Verarbeitung der Bilder gewertet werden. Darüber hinaus zeigten sich wie erwartet Antworten in für visuelle Verarbeitung relevanten Arealen; in okzipitalen und okzipito-temporalen Arealen wie dem inferioren und mittleren Gyrus occipitalis, dem Gyrus lingualis und dem Cuneus. Diese Antworten sind als Ergebnis der visuellen Verarbeitung der Bilder zu werten.

6.3.2 Neuronale Korrelate der passiven Wahrnehmung sexuell nicht relevanter Reize

Bei der alleinigen Darbietung der unbekleideten Mädchen im Vergleich mit der Baseline - Bedingung fand wie angenommen eine stärkere Aktivierung im nach Stoleru et al. der kognitiven Komponente sexueller Verarbeitung zugehörigen **Gyrus fusiformis** statt. Diese Aktivierung kann durch einen Bewertungsprozess der gesehenen Reize durch die Probanden erklärt werden. Der mittlere **OFC** stellt ein relevantes Areal der inhibitorischen Komponente nach dem Vier-Komponenten-Modell dar. Der OFC gilt als neurobiologisches Korrelat von Impuls- und Verhaltensregulationsprozessen (Roberts et al. 2007). Somit kann seine Beteiligung auch als Ausdruck einer inhibitorischen Reaktion auf mögliche, durch die Kinderreize hervorgerufene sexuelle Verarbeitungsprozesse verstanden werden. Auch ist der OFC als Teil frontaler Hirnbereiche bei der Bewertung emotionaler Valenz gesehener Reize von Bedeutung (Molenberghs et al. 2012). Die im OFC und im Gyrus frontalis gefundene Aktivierung kann durch eine stattgefundene Bewertung der Mädchenbilder erklärt werden. Die bei den Probanden gefundenen Aktivierungen in visuellen Arealen (dem mittleren und inferioren Gyrus occipitalis, dem Cuneus

und dem Gyrus calcarinus) sind vermutlich das Ergebnis der visuellen Verarbeitung der Bilder. In keiner der in Hypothese 3 aufgezählten Areale, die in vorherigen Studien als neuronale Korrelate sexuell nicht präferierter Reizverarbeitung genannt wurden, fanden wir eine hämodynamische Antwort. Da die oben genannten Areale nur aufgrund der Ergebnisse zweier Studien mit insgesamt 23 (Kontroll-) Probanden beschrieben wurden (Schiffer et al. 2008a; Schiffer et al. 2008b; Poeppl et al. 2011), erscheint die Diskrepanz zu unseren Ergebnissen nicht überraschend. Im Gegensatz zu den durch die Frauenbilder hervorgerufenen Aktivierungen, fanden wir bei Präsentation der Mädchenbilder bis auf die Aktivierungen im Gyrus fusiformis, im Gyrus frontalis und im mittleren OFC keine hämodynamischen Antworten in den zum Vier-Komponenten-Modell zählenden Areale. Dies bestätigt den Teil von Hypothese 3, dass die Abbildungen unbekleideter Mädchen im Gegensatz zu denen unbekleideter Frauen signifikant weniger Aktivierungen in den neuronalen Korrelaten für sexuelle Verarbeitungsprozesse hervorrufen.

6.3.3 Neuronale Korrelate beim Vergleich der alleinigen Darbietung der Abbildungen unbekleideter Frauen und denen der unbekleideten Mädchen

Bei dem Vergleich der alleinigen Darbietung der Frauenbilder im Vergleich zur alleinigen Darbietung der Mädchenbilder fanden sich stärkere Aktivierungen im **Gyrus fusiformis**, dem inferioren und **superioren Parietallappen**. Dies bestätigt die Erwartung, dass die Frauenreize im Gegensatz zu den Mädchenreizen Aktivierungen in sexuellen neuronalen Korrelaten hervorrufen und somit mehr sexuelle Relevanz für die Probanden besitzen. Wie oben erläutert, kann die stärkere Beteiligung des **Thalamus** als Ergebnis der Betrachtung der Frauenbilder Ausdruck einer emotionalen Bewertung der Bilder sein. Die stärkere Aktivierung des **Hippocampus** kann aufgrund dessen Beteiligung an Gedächtnisprozessen (Eichenbaum et al. 1996; Lepage et al. 1998; Preston und Gabrieli 2008) als Abgleich der sexuellen Reize mit Gedächtnisinhalten interpretiert werden. Spiering und Everaerd (2007) schreiben dem Hippocampus einen wichtigen Part bei der Verarbeitung sexueller Reize zu, da der Abgleich von Gedächtnisinhalten laut Autoren zur Bewertung sexueller Stimuli gehört. Explizite Gedächtnisinhalte befinden sich nach LeDoux (1996) und Squire (1992) im Bereich des Neocortex und werden über neuronale Netzwerke, u. a. durch den Hippocampus, aktiviert (Squire 1992; McClelland et al. 1995; LeDoux 1996). Der Hippcampus scheint somit an dem Abgleich von Reizmerkmalen eines sexuellen Stimuli mit expliziten Gedächtnisinhalten beteiligt zu sein und damit an der Bewertung

der sexuellen Relevanz des Stimulis. Interessanterweise wurden durch die Präsentation der unbekleideten Frauen im Vergleich zu der Präsentation unbekleideter Mädchen stärkere Aktivierungen in **visuellen neuronalen Arealen** (mittlerer, inferiorer und superiorer Gyrus occipitalis) gefunden. Eine stärkere Aktivierung der visuellen Zentren fanden auch Stoleru et al. (2012) in mehreren Studien in Zusammenhang mit sexuell relevanten visuellen Reizen im Gegensatz zu sexuell nicht relevanten Reizen und interpretierte diese als Ausdruck einer größeren Aufmerksamkeitszuweisung. Diese höhere Aufmerksamkeitszuwendung unterstützt die theoretische Annahme, dass sexuelle Reize Aufmerksamkeit auf sich ziehen (Spiering und Everaerd 2007) und dass das Ausmaß der Aufmerksamkeitszuwendung mit der Relevanz der sexuellen Eigenschaften eines Reizes korreliert (Prause et al. 2008).

Im Gegenvergleich (Präsentation der unbekleideten Mädchen im Vergleich zur Präsentation unbekleideter Frauen) fanden sich bei der von uns gewählten Signifikanzschwelle (auf einem unkorrigierten Niveau von $p < .001$) **keine Aktivierungen** in den fMRT-Aufnahmen. Diese Ergebnisse bestätigen die Hypothese 4. Des Weiteren bestärken sie die Annahme, dass unbekleidete Frauen für unsere Probanden den präferierten und den sexuell relevanten Reiz und unbekleidete Mädchen den nicht präferierten und sexuell nicht relevanten Reiz darstellen.

6.3.4 Neuronale Korrelate der alleinigen Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe

Bei der alleinigen Darbietung der mentalen Rotationsaufgabe fanden sich im Vergleich zur Baseline - Bedingung wie erwartet stärkere Aktivierungen in Zentren, die für räumlich kognitive Verarbeitungsprozesse relevant sind und in vorherigen Studien als neuronale Korrelate bei der Bearbeitung von mentalen Rotationsaufgaben gefunden wurden (Zacks 2008; Jordan und Wüstenberg 2010). So zeigten sich erwartungsgemäß Aktivierungen im SPL, in motorischen und prämotorischen Arealen, in okzipitalen und okzipitotemporalen Arealen wie dem mittleren, inferioren und superioren Gyrus occipitalis und im Gyrus fusiformis (Zacks 2008; Jordan und Wüstenberg 2010). Des Weiteren können die Aktivierungen in den okzipitalen Arealen sowie im Gyrus lingualis als Korrelate einer visuellen Verarbeitung der Stimuli verstanden werden. Hypothese 5 konnte damit bestätigt werden. Darüber hinaus zeigten sich noch weitere Aktivierungen, die im Folgenden diskutiert werden. Die Aktivierungen im **Lobus insularis** und **Gyrus frontalis** können durch deren Rolle bei kognitiven Prozessen zu erklären sein. Nieuwenhuys hat in einem Review von 2012 anhand einer Zusammenfassung zahlreicher funktioneller Studien verschiedene Funktionen der Inselregion herausgearbeitet und beschrieben. Bezogen auf

die in unserem Experiment gefundene Aktivierung im Lobus insularis bei Präsentation der mentalen Rotationsaufgabe ist folgender Erklärungsansatz von Bedeutung. Die anteriore Inselregion spielt eine Rolle bei kognitiven Prozessen. Dabei bezieht sich Nieuwenhuys (2012) auf ein Review von Cole und Schneider (2007) in dem anhand von funktionellen Bildgebungsstudien gezeigt wird, dass die anteriore Inselregion, in einem Netzwerk mit dem ACC, motorischen und prämotorischen Arealen, dem präfrontalen Cortex und dem posterioren Parietalcortex eine wichtige Rolle für kognitive Kontrollprozesse inne hat. Anhand von weiteren Bildgebungsstudien (zusammengefasst von Mutschler et al. 2009 und Kurth et al. 2010) konnte laut Nieuwenhuys et al. gezeigt werden, dass der Lobus insularis in zahlreiche kognitive Funktionen wie Aufmerksamkeitsprozesse, involviert ist. Sowohl der **Lobus insularis** als auch der **Thalamus** und der **Gyrus cinguli** sind nach Wrase et al. (2007) und Kammerer (2009) als Komponenten des Belohnungssystems in die Motivation kognitive Aufgaben korrekt zu lösen, involviert. Aktivierungen im **Putamen** wurden bereits in vorherigen Bildgebungsstudien bei der Durchführung von erlernten motorischen Aufgaben gefunden (Jueptner et al. 1997; Badgaiyan et al. 2008).

6.3.5 Neuronale Korrelate bei zeitgleicher Präsentation der Abbildungen unbekleideter Frauen und Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe (E 1)

Bei E 1 im Vergleich zur Baseline - Bedingung wurden Aktivierungen in Arealen festgestellt, die relevant für räumlich **kognitive Verarbeitungsprozesse** sind (Zacks 2008; Jordan und Wüstenberg 2010). So fanden sich Aktivierungen im superioren und inferioren Parietallappen, in motorischen (Gyrus präcentralis) und prämotorischen (SMA) Regionen und im Gyrus frontalis. Auch die gefundenen hämodynamischen Antworten im Thalamus und im Gyrus cinguli korrelieren mit der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgaben durch die Probanden. Der SPL und der IPL, der Gyrus präcentralis sowie das SMA sind darüber hinaus in das Vier-Komponenten-Modell sexuellen Erlebens von Stoleru et al. (2012) einzuordnen. Der IPL ist nach Ciaramelli et al. (2008), durch seine Rolle beim unbewussten Abruf von Gedächtnisinhalten, wesentlich an der Aufmerksamkeitszuweisung auf, für ein Individuum relevante Reize beteiligt. Insgesamt wurden Aktivierungen in folgenden Hirnregionen gefunden, die nach Stoleru et al. (2012) eine relevante Rolle in der Verarbeitung sexueller Reize spielen: im **Gyrus fusiformis**, im superioren und **inferioren Parietallappen**, im Gyrus präcentralis, im **SMA** (Kognitive Komponente), im **ACC** (Autonome und motivationale Komponente) und im **Lobus insularis** (Emotionale und autonome Komponente). Diese Ergebnisse zeigen, dass die sexuell relevanten

Reize, trotz zeitgleicher Bearbeitung der Aufgaben durch die Probanden, Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Da sowohl der Lobus insularis als auch das ACC wie zuvor beschrieben eine wichtige Rolle bei kognitiven Prozessen zu spielen scheinen, ist bei der gefundenen Aktivierung in diesen Arealen nicht zu unterscheiden, ob sie durch die Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe oder durch den sexuellen Reiz verursacht wurde. Die gefundene Aktivierung im Thalamus kann im Kontext einer emotionalen Bewertung der Bilder verstanden werden (Loughead et al. 2008). Ein weiteres hämodynamisches Korrelat bildete der superiore **OFC**. Diesem wird als Teil frontaler Hirnregionen eine Rolle bei der Bewertung emotionaler Reize zugeschrieben (Molenberghs et al. 2012). Erwartungsgemäß zeigten sich durch die hämodynamischen Antworten im mittleren, inferioren und superioren Gyrus occipitalis und im Gyrus lingualis auch Korrelate einer visuellen Verarbeitung.

6.3.6 Neuronale Korrelate bei zeitgleicher Präsentation der Abbildungen unbekleideter Mädchen und Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe (E 2)

In dem Vergleich von E 2 mit der Baseline - Bedingung zeigten sich Antworten im inferioren und superioren Parietallappen, in prämotorischen (SMA) und in motorischen Hirnregionen (Gyrus präcentralis, Gyrus fusiformis, Cerebellum). Diese Regionen gelten als relevant für räumlich kognitive Verarbeitungsprozesse. Weiterhin lassen sich der inferiore und superiore Parietallappen, der Gyrus fusiformis, der Gyrus präcentralis sowie das SMA auch der kognitiven Komponente sexueller Erregung nach Stoleru et al. (2012) zuordnen. Auch die Aktivierungen im Lobus insularis und im Gyrus frontalis können, wie zuvor erläutert, sowohl als Korrelate sexuellen Erlebens (Lobus insularis; autonome oder emotionale Komponente) als auch kognitiver Verarbeitung eingeordnet werden. Die Aktivierung im **Thalamus** kann als Ausdruck einer emotionalen Bewertung der Bilder erklärt werden. Zudem zeigten sich Aktivierungen in Zentren für visuelle Verarbeitung (Mittlerer, inferiorer und superiorer Gyrus occipitalis, Gyrus lingualis und Gyrus calcarinus).

Bei der Darbietung von E 1 und E 2 im Vergleich zur Baseline - Bedingung wurden Aktivierungen in Arealen, die als neuronale Korrelate sexuellen Erlebens, kognitiver Verarbeitung und visueller Verarbeitung gelten – Areale 1,2 und 3 – gefunden. Hypothese 6 wurde somit bestätigt. Auf die Unterschiede zwischen den Aktivierungen von E 1 und E 2 im Vergleich wird in Kapitel 6.3.8 und Kapitel 6.3.9 eingegangen.

6.3.7 Neuronale Korrelate beim Vergleich der alleinigen Präsentation unbekleideter Frauen mit E 1

Bei der alleinigen Darbietung der sexuell relevanten Reize konnte im Gegensatz zur Darbietung von E 1 eine stärkere hämodynamische Antwort in Arealen gefundenen werden, in denen sexuelle Verarbeitungsprozesse ablaufen. So fanden sich hämodynamische Antworten in der **Amygdala** und im mittleren **OFC**. Die Amygdala zählt nach Stoleru et al. (2012) zur emotionalen Komponente, der mittlere OFC zur inhibitorischen Komponente sexueller Verarbeitung. Darüber hinaus spielt die Amygdala, wie zuvor beschrieben, eine wichtige Rolle bei der Bewertung der Relevanz emotionaler Reize (Molenberghs et al. 2012). Ihr wird ein Part bei der Generierung physiologischer Reaktionen auf einen emotionalen und so auch sexuellen Reiz zugeschrieben (LeDoux und Phelps 1993; Rogan und LeDoux 1996). Auch an impliziten Gedächtnisprozessen scheint die Amygdala beteiligt zu sein (LeDoux 1996). Dem **Hippocampus**, in dem bei dem Vergleich der alleinigen Präsentation mit E 1 ebenfalls eine Aktivierung gefunden wurde, wird eine Rolle bei der Anregung expliziter Gedächtnisinhalte zugeschrieben (Squire 1992; LeDoux 1996). Da laut Spiering und Everaerd (2007) der Abgleich von Gedächtnisinhalten laut Autoren zur Bewertung sexueller Stimuli gehört, können die Aktivierungen in der Amygdala und im Hippocampus als neuronale Korrelate sexueller Verarbeitung verstanden werden. Die stärkere Aktivierung in diesen Regionen bei alleiniger Betrachtung der Abbildungen, im Gegensatz zu der Betrachtung bei zeitgleicher Bearbeitung der Rotationsaufgabe, könnte dadurch erklärbar sein, dass die Probanden ihre Aufmerksamkeit ungeteilt den Bildern zuwenden konnten und damit ein Abgleich der sexuellen Reize mit Gedächtnisinhalten stattfinden konnte. Diese Erklärung kann auch für die gefundene, stärkere Aktivierung im **Temporallappen** angewendet werden, welchem auch ein wichtiger Part bei Gedächtnisprozessen zugeschrieben wird (Preston und Gabrieli 2008). Dem **cingulären Cortex** wird ein Part bei der Wahrnehmung und Bewertung emotionaler Inhalte zugeschrieben (Benuzzi et al. 2008). Somit kann die Aktivierung dieser Region als Ausdruck der Bewertung des emotionalen Werts der sexuell relevanten Stimuli durch die Probanden verstanden werden. Darüber hinaus weisen die gefundenen Aktivierungen im mittleren OFC und im Temporallapen auf eine Beteiligung der inhibitorischen Komponente des Vier-Komponenten-Modells sexueller Erregung nach Stoleru et al. (2012) hin. Sie können als Ausdruck regulatorischer Prozesse der durch die Frauenabbildungen hervorgerufenen emotionalen und sexuellen Verarbeitungsprozesse verstanden werden. Insgesamt fanden sich bei der alleinigen Darbietung der sexuellen Stimuli im Vergleich zu E 1

Aktivierungen in neuronalen Korrelaten emotionaler und sexueller Verarbeitungsprozesse. Hypothese 7 konnte bestätigt werden.

6.3.8 Neuronale Korrelate beim Vergleich von E 1 mit E 2

In dem Vergleich der zeitgleichen Darbietung der Frauenbilder beim Lösen der mentalen Rotationsaufgabe zu der zeitgleichen Darbietung der Mädchenbilder konnten, entsprechend der Erwartungen, Aktivierungen in neuronalen Zentren für sexuelle Verarbeitungsprozesse gefunden werden. So fanden sich stärkere Aktivierungen im **Gyrus fusiformis**, im inferioren **Parietallappen**, in **inferior temporalen Bereichen und** im mittleren **OFC.** Der Gyrus fusiformis sowie der IPL sind nach Stoleru et al. (2012) der kognitiven Komponente sexueller Verarbeitungsprozesse zuzuordnen. Wie zuvor beschrieben gelten diese Regionen auch als Korrelate kognitiver Verarbeitungsprozesse und wurden im Rahmen unseres Experiments auch bei der alleinigen Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe gefunden. Der IPL ist darüber hinaus durch seine Rolle beim automatischen Abruf von Gedächtnisinhalten wesentlich an der Aufmerksamkeitszuweisung auf, für ein Individuum relevante Reize beteiligt (Ciaramelli et al. 2008). Eine weitere Aktivierung zeigte sich im rechten **Gyrus supramarginalis.** Der Gyrus supramarginalis gehört zum inferioren Parietallappen und ist nach Ciaramelli et al. (2008) dann aktiv, wenn besonders wichtige, prägende oder emotionale Gedächtnisinhalte abgerufen werden. Die stärkere Aktivierung im rechten Gyrus supramarginalis bei der Kombinationsbedingung, die den sexuell relevanten Reiz beinhaltet, kann für einen Verarbeitungsprozess des emotionalen Werts der Reize und für eine höhere emotionale Relevanz der hier wahrgenommenen Reize sprechen. Bewerten wir die Wahrnehmung der sexuellen Reize als eine Emotion, spricht dies für eine höhere sexuelle Relevanz der „Frauenreize“. Die Aktivierung im inferioren Parietallappen und damit auch im Gyrus marginalis kann auch durch eine stärkere Aufmerksamkeit auf die Rotationsfiguren bedingt sein, die dann notwendig ist, wenn die Ablenkung durch die sexuell relevanten Reize besonders stark ist. Inferior temporale Bereiche sind nach Stoleru et al. (2012) der emotionalen Komponente sexueller Verarbeitungsprozesse zuzuordnen. Die dort gefundene Aktivierung ist durch eine stattgefundene Bewertung der emotionalen Valenz der gesehenen Reize erklärbar. Des Weiteren gilt der mittlere OFC als neurobiologisches Korrelat von Impuls- und Verhaltensregulationsprozessen (Roberts et al. 2007) und ist der inhibitorischen Komponente des Vier-Komponenten-Systems zuzuordnen. Darüber hinaus spielt der Gyrus frontalis, dem der OFC zugehörig ist, als Teil des Spiegelneuronensystems eine Rolle sowohl bei der

Wahrnehmung von Emotionen als auch bei der Wahrnehmung von aktiven Handlungen. In diesem Kontext ist die in ihm gefundene Aktivierung bei E 1 im Vergleich zu E 2 zum Einen als Ausdruck der Wahrnehmung emotionaler/ sexueller Reizmerkmale zu verstehen (Molenberghs et al. 2012). Zum Zweiten kann sein Part bei der Wahrnehmung von Handlungen als Hinweis auf eine mögliche Vorstellung sexueller Handlungen bei den Probanden, ausgelöst durch die sexuellen Reize unserer Stimuli, diskutiert werden. Mouras et al. (2008) konnten in einer Studie mit zehn Probanden zeigen, dass die Vorstellung sexueller Handlungen mit Aktivierungen in frontalen Hirnbereichen assoziiert sind. Ein weiteres hämodynamisches Korrelat der Bedingung E 1 im Vergleich zu E 2 zeigte sich im **Thalamus**. Wie zuvor beschrieben, ist der Thalamus in emotionale Verarbeitungs- und Bewertungsprozesse involviert (Loughead et al. 2008) und kann als ein Korrelat der allgemeinen emotionalen Aktivität, die mit sexueller Erregung einhergeht, verstanden werden. Darüber hinaus zeigten sich Aktivierungen im **Hippocampus** und im **Gyrus parahippocampalis.** Diese Regionen gelten als relevante neuronale Zentren für Gedächtnisprozesse (Eichenbaum et al. 1996; Lepage et al. 1998; Preston und Gabrieli 2008). Die Aktivierungen in diesen Zentren werten wir als Ausdruck des Abgleichs der sexuell relevanten Reize mit Gedächtnisinhalten. Weiterhin zeigten sich **stärkere visuelle Verarbeitungsprozesse**. Wie zuvor erläutert, scheint eine stärkere Aktivierung in visuellen Zentren mit einer höheren Aufmerksamkeitszuteilung für die gesehenen Reize einher zugehen. Die Abbildungen unbekleideter Frauen scheinen mehr Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen, als die Abbildungen unbekleideter Mädchen. Daher stimmt die gefundene Aktivierung in visuellen Zentren mit unseren Erwartungen überein. Insgesamt bestätigten die, bei der Bedingung E 1 im Vergleich zu E 2, gefundenen Ergebnisse, dass unsere Probanden stärker auf die Frauenreize als auf die Mädchenreize reagieren, auch wenn diese neben den Rotationsaufgaben als Distraktoren eingesetzt werden. Hypothese 8a konnte bestätigt werden.

6.3.9 Neuronale Korrelate beim Vergleich von E 2 mit E 1

In dem Vergleich von E 2 mit E 1 wurde nur eine stärkere Aktivierung im SMA festgestellt. Diese Aktivierung kann sowohl als Korrelat kognitiver als auch sexueller Verarbeitungsprozesse verstanden werden. Die geringere Aktivität in den Arealen 1 verglichen mit der stärkeren Aktivität in diesen Arealen bei dem Vergleich von E 1 mit E 2 bestätigt die Hypothese 8b.

6.3.10 Neuronale Korrelate beim Vergleich von E 1 mit der alleinigen Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe

Bei dem Vergleich von E 1 mit der alleinigen Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe zeigten sich erwartungsgemäß hämodynamische Antworten in Hirnregionen, die mit sexuellem Erleben in Zusammenhang gebracht werden. So zeigte sich eine stärkere Antwort im **Gyrus fusiformis**, der nach Stoleru et al. (2012) der kognitiven Komponente zugehörig ist. Eine weitere, stärkere Antwort fand sich im **Lobus insularis**, der, wie zuvor beschrieben, sowohl eine Rolle in emotionalen als auch in autonomen Anteilen sexueller Verarbeitung zu spielen scheint. Darüber hinaus fanden sich Antworten in **visuellen Zentren** (im mittleren Gyrus occipitalis, im Gyrus lingualis, im Gyrus calcarinus, im Gyrus angularis und im Cuneus). Die gefundenen Aktivierungen können durch eine höhere Anstrengung, die mit der Ablenkung durch die sexuellen Stimuli beim Lösen der Aufgabe einhergeht, bedingt sein. Die hämodynamischen Korrelate in Zentren für sexuelle und visuelle Verarbeitungsprozesse können aber auch als Ausdruck dafür gewertet werden, dass die sexuell relevanten Reize trotz zeitgleicher Bearbeitung der kognitiven Aufgabe Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Eine Aktivierung im **Hippocampus** wurde während des Experiments wiederholt im Zusammenhang mit der Präsentation der sexuell relevanten Stimuli gefunden. Auch hier (E 1) ist sie als Ausdruck des Abgleiches der dargestellten Reize mit Gedächtnisinhalten zu verstehen. Die Aktivierung im **cingulären Cortex** spricht, wie zuvor erläutert, für eine Bewertung des emotionalen Werts der sexuell relevanten Stimuli durch die Probanden. Hypothese 9 konnte bestätigt werden.

6.4 Zusammenfassung der hämodynamischen Ergebnisse

Die hämodynamischen Korrelate, die bei Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe gefunden wurden, entsprechen den von Zacks (2008) und Jordan und Wüstenberg (2010) beschriebenen Regionen für räumlich kognitive Verarbeitungsprozesse.

Der sexuell relevante Reiz rief Aktivierungen in Regionen hervor, die nach Stoleru et al. (2012) der kognitiven Komponente (Gyrus fusiformis, SMA, SPL, Gyrus präcentralis), der emotionalen Komponente (Amygdala, Lobus insularis) und der autonomen Komponente (Lobus insularis) sexueller Erregung zugehörig sind. Es fand sich kein Korrelat der motivationalen und der inhibitorischen Komponente.

Der sexuell nicht relevante Reiz rief Aktivierungen nur in Regionen hervor, die nach Stoleru et al. (2012) zur kognitiven (Gyrus fusiformis, Gyrus präcentralis) und zur inhibitorischen Komponente (OFC) gehören.

Im Vergleich der Darbietung des sexuellen Reizes mit dem sexuell nicht relevanten Reiz fanden sich hämodynamische Korrelate in Regionen, die nach Stoleru et al. (2012) der kognitiven Komponente (Gyrus fusiformis, IPL und SPL) sexueller Erregung zugehörig sind. Darüber hinaus fanden sich Korrelate einer visuellen Verarbeitung. Im Gegenvergleich zeigten sich bei gleicher Signifikanzschwelle keine Aktivierungen.

Bei der zeitgleichen Darbietung der mentalen Rotationsaufgabe und sexueller Distraktoren (E 1 und E 2) zeigten sich erwartungsgemäß Aktivierungen in Arealen, die relevant für räumlich kognitive Verarbeitungsprozesse sind (Zacks 2008; Jordan und Wüstenberg 2010) sowie in Arealen die nach Stoleru et al. (2012) eine relevante Rolle bei der Verarbeitung sexueller Reize spielen.

Bei der zeitgleichen Präsentation des sexuell relevanten Reizes und der mentalen Rotationsaufgabe wurden Aktivierungen in Regionen gefunden, die nach dem Vier-Komponenten-Modell sexueller Erregung zur kognitiven Komponente (Gyrus fusiformis, SPL und IPL, Gyrus präcentralis, SMA), zur autonomen Komponente (ACC und Lobus insularis), zur emotionalen Komponente (Lobus insularis) und zur motivationalen Komponente (ACC) zählen. Bei E 2 wurden Aktivierungen in Regionen gefunden, die zur kognitiven Komponente (Gyrus fusiformis, SPL und IPL, Gyrus präcentralis, SMA), zur autonomen Komponente (Lobus insularis) und zur emotionalen Komponente (Lobus insularis) zählen.

Bei der alleinigen Darbietung des sexuell relevanten Reizes zeigten sich gemäß einer Emotion-Kognition-Interaktion Regionen für sexuelle Verarbeitungsprozesse nach dem Vier-Komponenten-Modell (Amygdala und OFC) stärker aktiv als bei der zeitgleichen Darbietung mit der mentalen Rotationsaufgabe. Darüber hinaus zeigten sich bei der alleinigen Präsentation des sexuellen Reizes im Vergleich zu E 1 stärkere Aktivierungen in weiteren Regionen, die an emotionalen/ sexuellen Verarbeitungsprozessen beteiligt sind; im Hippocampus, im cingulären Cortex und im Temporallappen.

Bei dem Vergleich der zeitgleichen Darbietung der kognitiven Aufgabe mit dem sexuell relevanten Reiz fanden sich im Gegensatz zur zeitgleichen Darbietung des sexuell nicht relevanten Reizes (E 1 im Vergleich zu E 2) Aktivierungen in Regionen, die zur kognitiven Komponente

(Gyrus fusiformis, IPL, inferior temporale Bereiche) und zur inhibitorischen Komponente (mittlerer OFC) sexueller Erregung zählen. Darüber hinaus fanden sich hämodyanamische Korrelate in wichtigen Regionen emotionaler/ sexueller Verarbeitungsprozesse, im Thalamus, im Gyrus marginalis und im Gyrus frontalis, in relevanten Zentren für Gedächtnisprozesse (Hippocampus, Gyrus parahippocampalis) und in visuellen Arealen. Im Gegenvergleich (E 2 mit E 1) konnte nur eine Aktivierung im SMA gefunden werden. Damit konnte der sexuell relevante Reiz trotz der zeitgleichen Darbietung der kognitiven Aufgabe gemäß einer Emotion-Kognition-Interaktion mehr Aufmerksamkeit auf sich ziehen als der sexuell nicht relevante Reiz. Es gelang also mittels unseres indirekten Designs in der Experimentalbedingung emotionales/ sexuelles Interesse und die sexuelle Präferenz der Probanden abzubilden.

7 Die Ergebnisse bezüglich der Hypothesen im Überblick

Die Hypothese 1 konnte nicht bestätigt werden.

So zeigten sich im Vergleich der Experimentalbedingungen, die entweder die sexuell relevanten oder die sexuell nicht relevanten Stimuli beinhalteten, weder bei der Fehlerquote noch bei der Bearbeitungszeit signifikante Unterschiede.

Die Hypothese 2 konnte bestätigt werden.

Es zeigten sich bei der Präsentation von Abbildungen unbekleideter Frauen Aktivierungen in Gehirnarealen, die nach dem Vier-Komponenten-Modell als relevant für sexuelle Verarbeitungsprozesse gelten.

Die Hypothese 3 konnte teilweise bestätigt werden.

Bei der alleinigen Darbietung der unbekleideten Mädchen erwiesen sich die gefundenen Aktivierungen im Gyrus fusiformis und in den visuellen Arealen als hypothesenkonform. In keiner der in Hypothese 3 aufgezählten Areale, die in vorherigen Studien als neuronale Korrelate sexuell nicht präferierter Reizverarbeitung genannt wurden, fanden wir eine hämodynamische Antwort. Dieser Teil der Hypothese erwies sich als nicht hypothesenkonform.

Die Hypothese 4 konnte bestätigt werden.

Durch die Präsentation der unbekleideten Frauen wurden im Vergleich zu der Präsentation unbekleideter Mädchen stärkere Aktivierungen in sexuellen (Gyrus fusiformis, SPL und IPL) und visuellen neuronalen Zentren gefunden. Im Gegenvergleich fanden sich auf demselben Niveau keine Aktivierungen.

Die Hypothese 5 konnte bestätigt werden.

Bei der alleinigen Darbietung der mentalen Rotationsaufgabe fanden sich im Vergleich zur Baseline - Bedingung stärkere Aktivierungen in Zentren, die für räumlich kognitive Verarbeitungsprozesse relevant sind und in Arealen, die eine Rolle bei der Bearbeitung erlernter motorischer Aufgaben und im Belohnungssystem spielen.

Die Hypothese 6 konnte bestätigt werden.

Bei den Bedingungen E 1 und E 2 wurden Aktivierungen in Arealen gefunden, die als relevant für räumlich kognitive, für visuelle und für sexuelle Verarbeitungsprozesse gelten.

Die Hypothese 7 konnte bestätigt werden.

Bei der alleinigen Darbietung der sexuell relevanten Reize konnte im Vergleich zur Darbietung der Experimentalbedingung 1 eine stärkere hämodynamische Antwort in Arealen gezeigt werden, in denen sexuelle Verarbeitungsprozesse ablaufen.

Die Hypothese 8 konnte bestätigt werden.

In dem Vergleich der zeitgleichen Darbietung der Frauenbilder beim Lösen der mentalen Rotationsaufgabe (E 1) zu der zeitgleichen Darbietung der Mädchenbilder (E 2) konnten, passend zur Hypothese 8a, Aktivierungen in neuronalen Zentren für sexuelle Verarbeitungsprozesse (Areale 1) gefunden werden. Bei dem Gegenvergleich E 2 verglichen mit E 1 wurde, passend zur Hypothese 8b, eine geringere Aktivität in den Arealen 1 festgestellt.

Die Hypothese 9 konnte bestätigt werden.

Beim Vergleich von E 1 mit der alleinigen Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe fanden sich hämodynamische Antworten in Hirnregionen, die mit sexuellem Erleben in Zusammenhang gebracht werden.

8 Kritik und Ausblick

8.1 Die Probandenauswahl

Die teilnehmenden 22 Probanden befanden sich alle im Studium, wurden über Aushänge rekrutiert und nahmen unentgeltlich an der Studie teil. Sie schnitten überdurchschnittlich gut im Raven Matrizentest ab und haben daher vermutlich hohe deduktive als auch reproduktive Fähigkeiten (Raven 2000). Für die Vergleichbarkeit mit den Daten der geplanten Probandengruppe mit pädophilen Neigungen können diese Eigenschaften ein Problem darstellen. Da es vermutlich schwierig ist Probanden mit pädophilen Neigungen über Aushänge für eine Studie zur Erfassung von (Pädo-) Sexualität zu rekrutieren, wird man voraussichtlich auf eine Rekrutierung von Probanden in Strafanstalten zurückgreifen. Dieses pädophil orientierte, teils straffällige Probandenkollektiv wird der Erwartung nach ein höheres durchschnittliches Alter, einen niedrigeren Bildungsabschluss und eventuell schlechtere Ergebnisse im Matrizentest aufweisen, als unsere „Kontrollgruppe“. Damit würde die Gefahr einhergehen, dass die pädophil orientierten Probanden auch größere Schwierigkeiten mit der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe haben könnten, was die Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen unserer Probanden erschwert. Um dieses Risiko zu minimieren, schlossen wir keine Studenten mit den Studiengängen Mathematik und Physik in die Studie ein. Unsere Probanden meldeten sich eigenständig und häufig aus einer Neugier heraus bei uns, und es war nicht von einer Motivation zur Manipulation der Ergebnisse auszugehen. Pädophil orientierte Probanden würden vielleicht versuchen, ihre sexuelle Orientierung zu verdecken, ob aus sozialer Erwünschtheit heraus oder der Angst vor Verurteilung oder Konsequenzen aufgrund der Antworten. Bezüglich des vermuteten Alters- und Bildungsunterschieds könnte eventuell eine Bezahlung der Probanden für die Teilnahme an der Studie hilfreich sein und Personen aus verschiedenen Altersgruppen und Bildungsschichten für eine zukünftige Teilnahme motivieren.

Da unsere Probandengruppe aus heterosexuellen männlichen Personen besteht, kann sie auch nur Vergleichsdaten für eine heterosexuelle pädophil orientierte Probandengruppe liefern. Im Rahmen des Forschungsprojekts, in das sich die hier vorgestellte Studie eingliedert, ist der Einschluss homosexueller nicht pädophil orientierter und ggf. weiblicher Probanden geplant, um eine möglichst breite Datenbasis für den späteren Vergleich mit den Daten heterosexuell und homosexuell orientierter pädophiler Probanden zu schaffen.

8.2 Die Stimuli

Als visuelle sexuelle Stimuli verwendeten wir modifizierte Bilder aus dem „Not Real People Visual Stimuli Set" (NRP-Set, Pacific Psychological Assessment Corporation, 2004). Die abgebildeten Personen sind aus Abbildungen verschiedener Menschen zusammengesetzt und befinden sich nicht in sexuell aufreizenden Positionen oder sexuellen Handlungen. Eventuell würden die Effekte bei den Verhaltensdaten bezüglich der unterschiedlichen Stilmulikategorien größer ausfallen, wenn die abgebildeten Personen sexuell anzüglicher präsentiert wären. Da der Paragraph §184b StGB die Verbreitung von Bildern unbekleideter Kinder in „unnatürlich geschlechtsbetonter Körperhaltung" unter Strafe stellt, wäre die Realisierung einer Studie mit explizit aufreizenden Kinderabbildungen nicht einfach durchzusetzen.

8.3 Die hämodynamischen Ergebnisse

Die durch das Verfahren der fMRT erfassten hämodynamischen Korrelate während der Betrachtung der sexuellen Stimuli nutzen wir zur Untersuchung der sexuellen Aufmerksamkeit der Probanden. Die Relevanz, die wir verschiedenen Hirnregionen bei der Verarbeitung sexueller Reize zuschrieben, basiert auf einer Übersichtarbeit, die die neuronalen Korrelate bei der Wahrnehmung sexueller Stimuli zahlreicher Studien zusammenfasst (Stoleru et al. 2012). Obwohl eine hohe Übereinstimmung zwischen der Aktivierung in einzelnen Hirnregionen und der Wahrnehmung sexueller Stimuli gefunden wurde, bleibt es nur eine Annahme, dass diese Aktivierungen sexuelles Interesse widerspiegeln. Die fMRT erfasst die Hirnaktivität über die Messung von Blutfluss und – oxygenierung (BOLD-Effekt, Kapitel 1.4.4) indirekt und die Aktivierung einer Hirnregion kann von vielen Faktoren beeinflusst werden. So beinhaltet die Wahrnehmung eines sexuellen Reizes verschiedene kognitive Prozesse, wobei nicht ein Prozess einer bestimmten Hirnregion zugeordnet werden kann. Einzelne Hirnregionen sind an verschiedenen Verarbeitungsprozessen beteiligt. Dass die bei uns gefundenen aktivierten Regionen bei der Wahrnehmung der sexuellen Stimuli mit denen einer breiten Forschungsliteratur übereinstimmen, kann als Anhaltspunkt für die sexuelle Orientierung der Probanden gewertet werden.

8.4 Das Design

Die Hypothese bezüglich unserer Verhaltensdaten konnte nicht bestätigt werden. So kam es nicht zu einer signifikanten Beeinträchtigung der Bearbeitung der kognitiven Aufgabe durch den sexuell präferierten Reiz. Diesen Ergebnissen könnte, wie zuvor erläutert wurde, das Blockdesign zugrunde liegen, durch welches sich die Probanden in der 64 Sekunden andauernden Präsentationszeit pro Bedingung an die Reize gewöhnen konnten. Das Blockdesign wurde gewählt, um durch die „Summation“ der hämodynamischen Antworten die Effekte der einzelnen Bedingungen zu stärken. Für ein zukünftiges Projekt, in dem Aufmerksamkeitsprozesse in Bezug auf sexuelle Stimuli untersucht werden, ist zu überlegen, das Blockdesign durch ein Design zu ersetzen, in dem alle Stimuli einzeln randomisiert dargeboten werden. So könnten Gewöhnungseffekte eventuell vermieden werden. Dieses Design wird schon jetzt in den Untersuchungen zur Blickbewegungsregistrierung unserer Arbeitsgruppe verwendet, es wäre aber sicher auch als Design für fMRT-Untersuchungen interessant.

9 Zusammenfassung und Fazit

Die hier vorgestellte Studie diente der Erfassung behavioraler und mittels fMRT ermittelter hämodynamischer Korrelate sexueller Verarbeitung. Wir nutzten dafür ein indirektes Design mittels dessen den 22 teilnehmenden Probanden zeitgleich visuelle sexuelle Reize und kognitive Aufgaben präsentiert wurden. Durch die Ablenkung durch den kognitiven Reiz sollte, im Gegensatz zu einer alleinigen Präsentation sexueller Reize, eine Manipulation der Aufmerksamkeitszuweisung erschwert werden. Das Design basiert auf der Annahme, dass die Aufmerksamkeitskapazität des Menschen limitiert ist und Reize mit höherem emotionalen / sexuellen Charakter mehr Aufmerksamkeit binden, als emotional / sexuell nicht relevante Reize (Spiering und Everaerd 2007). Die sexuellen Stimuli in unserem Experiment umfassten verschiedene Reize (unbekleidete Kinder und unbekleidete Erwachsene beider Geschlechter), für die teilnehmenden heterosexuellen Probanden ohne pädophile Neigung dienten Abbildungen unbekleideter Frauen als sexuell relevanter Reiz. Die Daten dieser Probandengruppe sollen im weiteren Verlauf für einen Vergleich mit den Daten von Probanden mit pädophilen Neigungen genutzt werden. Es existieren bereits zahlreiche Studien, die sich mit den neurobiologischen Grundlagen von Sexualität, sexuellen Störungen und Paraphilien beschäftigt haben, doch hat sich bis jetzt kein Instrument als verlässliches Diagnostikum der Pädophilie für die klinische Praxis erwiesen. Unser Design soll durch die indirekte Erfassung sexueller Präferenz eine Manipulation der Ergebnisse seitens der Probanden, zum Beispiel aufgrund sozialer Erwünschtheit heraus, erschweren.

Wir erwarteten, dass sich durch die Aufmerksamkeit bindende, aktiv zu bearbeitende mentale Rotationsaufgabe bei zeitgleicher Darbietung verschiedener sexueller Reize, durch eine zum Teil unbewusste höhere Aufmerksamkeitszuweisung auf die relevanten Reize, eine sexuelle Präferenz abzeichnen lässt. Dies sollte auf behavioraler Ebene eine Ablenkung durch den sexuell präferierten Reiz in Form einer höheren Fehlerrate und einer längeren Bearbeitungszeit im Sinne eines „Sexual Content Induced Delay“ (Geer und Bellard 1996) bei der Bearbeitung der kognitiven Aufgabe hervorrufen.

Auf hämodynamischer Ebene erwarteten wir trotz zeitgleicher Bearbeitung der kognitiven Aufgabe eine höhere Aktivierung in Hirnregionen, die mit sexuellen Verarbeitungsprozessen assoziiert sind, wenn sexuell relevante Stimuli präsentiert werden, als bei Präsentation sexuell nicht relevanter Stimuli. Als Grundlage für die Zuschreibung von Hirnregionen sexueller Verarbei-

tung nutzten wir eine Übersichtsarbeit von Stoleru et al. (2012), in der die Korrelate verschiedener Bildgebungsstudien zur Erfassung sexuellen Interesses zusammengefasst wurden. Als Grundlage für die erwarteten aktivierten Hirnregionen bei der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe zogen wir die von Zacks (2008) und Jordan und Wüstenberg (2010) beschriebenen Regionen für räumlich kognitive Verarbeitungsprozesse heran.

Auf der Verhaltensebene fand sich, entgegen unserer Erwartungen, kein signifikanter Unterschied bei der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe bezüglich Fehlerrate und Bearbeitungszeit bei zeitgleicher Darbietung der unterschiedlichen sexuellen Distraktoren. Dies kann, wie zuvor beschrieben, möglicherweise in der blockweisen Darbietung der sexuellen Stimuli oder der nicht explizit aufreizenden Darstellung der Stimuli begründet sein.

Auf der hämodynamischen Ebene wurden unsere Annahmen weitgehend bestätigt. Bei der Bearbeitung der kognitiven Aufgabe fanden sich Aktivierungen in Hirnregionen, die als relevant für räumlich kognitive Verarbeitungsprozesse gelten (Zacks 2008, Jordan und Wüstenberg 2010).

Bei der Darbietung der relevanten sexuellen Reize fanden sich, im Vergleich zu der Darbietung der sexuell nicht relevanten Reize, Aktivierungen in Regionen, die nach dem Vier-Komponenten-Modell von Stoleru et al. (2012) als relevant für sexuelle Verarbeitungsprozesse gelten. Darüber hinaus war die Präsentation der sexuell relevanten Stimuli – verglichen mit der von sexuell nicht relevanten Stimuli – mit einer höheren Aktivierung in Arealen visueller Verarbeitung verbunden. Dabei fanden sich Korrelate sowohl sexueller als auch visueller Aufmerksamkeit nicht nur bei der alleinigen Darstellung der relevanten sexuellen Stimuli sondern auch bei der zeitgleichen Darbietung der relevanten sexuellen Stimuli mit der kognitiven Aufgabe – jeweils verglichen mit der Darbietung der sexuell nicht relevanten Stimuli.

Zur Auswertung der Ergebnisse der kombinierten Darbietung der relevanten sexuellen Stimuli mit der kognitiven Aufgabe (E 1) im Vergleich zu der kombinierten Darbietung der nicht relevanten sexuellen Stimuli (E 2) zogen wir ein Modell zur Emotions-Kognitons-Interaktion (Drevets et al. 1998) heran. Dieses Modell beschreibt eine gegenseitige Beeinflussung emotionaler und kognitiver Hirnantworten. So sollte eine emotionale Hirnantwort durch einen kognitiven Reiz supprimiert werden, genauso sollten kognitive Verarbeitungsprozesse durch relevante emotionale Stimuli beeinflusst werden. Aufbauend auf der Definition von Sexualität als einer Emotion (Everaerd 1989) sollte dieses Modell auch auf die zeitgleiche Verarbeitung sexueller

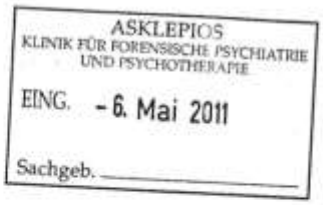
und kognitiver Reize anzuwenden sein. Davon ausgehend, erwarteten wir, dass eine Suppression durch einen kognitiven Reiz geringer ausfällt, wenn ein relevanter sexueller Reiz im Vergleich zu einem sexuell nicht relevanten Reiz gezeigt wird.

Diese Annahme konnte bestätigt werden. Bei zeitgleicher Präsentation der kognitiven Aufgabe und den Abbildungen unbekleideter Frauen (E 1) fanden sich, verglichen mit der zeitglichen Darbietung unbekleideter Mädchen (E 2), Aktivierungen in hämodynamischen Korrelaten sexueller, emotionaler und visueller Verarbeitung. Es zeigten sich Aktivierungen in Regionen, die nach Stoleru et al. (2012) zur kognitiven Komponente (Gyrus fusiformis, IPL, inferior temporale Bereiche) und zur inhibitorischen Komponente (mittlerer OFC) sexueller Erregung zählen. Darüber hinaus fanden sich hämodyanamische Korrelate in wichtigen Regionen emotionaler/ sexueller Verarbeitungsprozesse, im Thalamus, im Gyrus marginalis und im Gyrus frontalis sowie in relevanten Zentren für Gedächtnisprozesse und in visuellen Arealen. In dem Vergleich der neuronalen Korrelate von E 2 mit E 1 fand sich nur eine stärkere Aktivierung in einem, zur kognitiven Komponente sexueller Verarbeitung zählenden Areal (SMA).

Damit gelang es uns mittels unseres indirekten Designs, sexuelle und emotionale Präferenz trotz der aufmerksamkeitsfokussierenden kognitiven Aufgabe zu erfassen. In zukünftigen Studien sollte es gelingen, die sexuelle Präferenz zusätzlich auch über Effekte auf der Verhaltensebene abzubilden. Schon jetzt konnten wir anhand der hämodynamischen Daten sexuell relevante von sexuell nicht relevanten Reizen unterscheiden und damit vielleicht einen Grundstein für ein von der Aussage des Probanden unabhängiges Messinstrument für sexuelle Orientierung legen.

10 Anhang

I – Votum durch die Ethikkommission



UNIVERSITÄTSMEDIZIN GÖTTINGEN : UMG

Ethikkommission der Med. Fakultät, Robert-Koch-Straße 40, 37075 Göttingen

Herrn
Prof. Dr. med. Jürgen L. Müller
Asklepios Klinik für Forensische Psychiatrie
und Psychotherapie
Rosdorfer Weg 70
37081 Göttingen

Medizinische Fakultät
Ethikkommission
Vorsitzender: Prof. Dr. Jürgen Brockmöller
Referentin
Regierungsrätin Doris Wettschereck
0551 / 39-8644 **Telefon**

37099 Göttingen **Briefpost**
Robert-Koch-Straße 40, 37075 Göttingen
Adresse
0551 / 39-6629 **Telefon**
0551 / 39-9536 **Fax**
ethik@med.uni-goettingen.de **E-Mail**
www.ethikkommission.med.uni-goettingen.de

03.05.2011sc – gö Datum

Antragsnummer:	**20/11/10(bitte stets angeben)**
Studientitel:	Hämodynamische und behaviorale Korrelate (pädo)-sexueller Aufmerksamkeit
Antragsteller:	Prof. Dr. med. Jürgen L. Müller, Dipl.-Psych. Peter Fromberger, Dr. med. Kirsten Jordan, Abt. Psychiatrie und Psychotherapie, PD Dr. med. Peter Dechent, Abt. Neuroradiologie, UMG

Folgende Unterlagen wurden zur Bewertung vorgelegt:

- Anschreiben nebst Erläuterungen vom 8.3.2011
- Prüfplan , Version 1.1 vom März 2011
- Informationsschriften und Einverständniserklärungen (Stimulusbeurteilung, Wahrnehmung, Mental Rotation vom 8.3.2011
- Fragebögen vom 8.3.2011
- SOP-2 zur Datenarchivierung, 30.10.2010
- Aushang Probandenrekrutierung vom 8.3.2011

Sehr geehrter Herr Prof. Dr. Müller, sehr geehrte Damen und Herren,

nach Ergänzung der vorliegenden Dokumente und Beantwortung der im vorläufigen Votum aufgeführten Fragen in ihrem Schreiben vom 8.3.2011 bestehen nunmehr keine ethischen und rechtlichen Bedenken gegen die Durchführung des oben genannten Forschungsvorhabens.

Nehmen Sie in der Informationsschrift „Stimulusbeurteilung" auf, dass keine Risiken mit der Studie verbunden sind.

Wir wünschen viel Erfolg bei der Durchführung Ihres Projektes.

Die Ethik-Kommission weist darauf hin, dass die ärztliche und juristische Verantwortung bei den jeweiligen Prüfärzten verbleibt.

Auf die Einhaltung einschlägiger Gesetze und Rechtsvorschriften wird hingewiesen. Die nach Rechtslage notwendigen Unterrichtungen (u. A. Prüfplanänderungen, entsprechende Zwischenfallsereignisse, neue Datenlage, Nachmeldung von Prüfzentren, Abschlussbericht) sind der Ethik-Kommission unverzüglich vorzulegen.

Die Ethik-Kommission bestätigt, dass sie auf Grundlage nationaler Gesetze, Vorschriften sowie der GCP/ICH-Richtlinie arbeitet.

Mit freundlichen Grüßen
i. A.
Prof. Dr. med. J. Brockmöller
Vorsitzender der Ethik-Kommission

II – Probandeninformation

Universitätsmedizin Göttingen, 37099 Göttingen
Zentrum 16 Psychosoziale Medizin, Abteilung Psychiatrie und Psychotherapie –
Schwerp. Forensische Psychiatrie und Psychotherapie, von Sieboldstr. 5, 37075 Göttingen

Zentrum Psychosoziale Medizin
Abteilung Psychiatrie und Psychotherapie
Schwerpunkt Forensische Psychiatrie und Psychotherapie
Direktor: Prof. Dr. Jürgen L. Müller
37099 Göttingen
Von Sieboldstraße 5 – 37075 Göttingen

Informationen zur Studie: Hämodynamische und behaviorale Korrelate (pädo)-sexueller Aufmerksamkeit „Mentale Rotation“

Sehr geehrte Damen, sehr geehrte Herren,

Mit diesem Schreiben möchten wir Sie über unsere geplante Studie informieren.
Zuerst möchten wir Sie darauf hinweisen, dass die Teilnahme an dieser wissenschaftlichen Untersuchung freiwillig ist.

Die Untersuchungen dienen dazu, die psychologischen und biologischen Grundlagen eines (pädo)-sexuellen Interesses besser zu verstehen. Ein besseres Verständnis dieser Grundlagen ermöglicht die Entwicklung neuer Behandlungsmöglichkeiten und neuer diagnostischer Methoden. Durch die Abbildung von Strukturen und Funktionen im Gehirn mittels bildgebender Verfahren sollen neue diagnostische Ansätze entwickelt werden. In der Studie, an der Sie teilnehmen werden unterschiedlicher Gruppen **gesunder Personen** untersucht. Die Daten bilden die Grundlage, um Prozesse sexueller Aufmerksamkeit im Gehirn gesunder Personen mit denen im Gehirn von Personen mit einem pädophilem Interesse zu vergleichen. Damit möchten wir neue Erkenntnisse im Hinblick auf die Entstehung und Diagnostik dieser Störung erlangen.

Im Folgenden erhalten Sie Allgemeine Informationen zur Magnetresonanz-Tomographie, zu Sicherheitsaspekten und zum Ablauf der Studie:

Allgemeine Informationen zur Magnetresonanz-Tomografie (MRT)
Es werden keine Röntgenstrahlen oder radioaktiven Stoffe verwendet.
Während der Untersuchung befindet sich Ihr Körper in einem Magnetfeld. Radiowellenimpulse mit UKW-Frequenzen erzeugen Echosignale, die von empfindlichen Antennen aufgefangen werden. Ein Computer errechnet hieraus Schnittbilder Ihres Körpers.
Nach Einführung der MRT vor über 20 Jahren sind nunmehr mehrere Millionen Untersuchungen weltweit durchgeführt worden; es haben sich keine nachteiligen Neben- oder Nachwirkungen gezeigt. Nach dem Stand unseres Wissens sind bei den von uns verwendeten Bedingungen keine schädigenden Wirkungen zu erwarten.

Bitte fragen Sie uns, wenn Sie etwas nicht verstanden haben oder wenn Sie mehr über die Untersuchungsmethode erfahren wollen. Wir geben Ihnen gerne weitere Auskunft im Gespräch. Bitte fragen Sie nach allem, was Ihnen wichtig erscheint.

Die Untersuchung wird in einem speziellen Raum durchgeführt, um Störungen durch lokale Rundfunksender zu vermeiden. Sie liegen auf einer Liege, die sich in eine etwa 65 cm große Öffnung des Gerätes bewegt. Die Untersuchungszeit beträgt ca. zweimal 1 – 1,5h. Sie werden allerdings nur dann untersucht, wenn sie das typische funktionsbedingte Klopfen hören, das durch das Zuschalten schwacher Magnetfelder verursacht wird. Von der Untersuchung selbst ist im Normalfall nichts zu spüren. Bei bestimmten Untersuchungen können in seltenen Fällen Nerven stimuliert werden, was zu einem leichten „Kribbeln" oder Zucken von Muskeln während der Messung führen kann, aber keinerlei Gefahr für Sie darstellt. Trotzdem kann die Untersuchung als unangenehm wahrgenommen werden, sie werden sich auf sehr engen Raum befinden, sind bewegungseingeschränkt und es kann anstrengend sein, sich während der gesamten Untersuchungszeit auf die Aufgaben zu konzentrieren. Selbstverständlich können Sie die Untersuchung jederzeit abbrechen.
Sie sollten ruhig und entspannt liegen, sich während der Untersuchung nicht bewegen und insbesondere den Kopf ruhig halten. Über eine Notfallklingel und eine Gegensprechanlage können Sie jederzeit mit dem Untersucher, der Sie auch sehen kann, Kontakt aufnehmen. Nach Möglichkeit sollten Sie hierfür aber eine Pause zwischen den Messungen abwarten.
Obwohl die durchgeführte Untersuchung keine diagnostische Untersuchung ist, besteht die Möglichkeit, dass pathologische Befunde entdeckt werden (Zufallsfund). In der *Einverständniserklärung* haben Sie die Wahlmöglichkeit, ob Sie, sollte sich ein Hinweis auf einen solchen Zufallsfund ergeben, dies mitgeteilt bekommen möchten oder nicht.

Sicherheit
Bevor Sie den Untersuchungsraum betreten, ist es unbedingt notwendig, alle metallischen Gegenstände abzulegen, die sich an Ihrem Körper, an Ihrer Kleidung, oder in Ihren Taschen befinden (z. B. Mobiltelefone, Münzen, Kugelschreiber, Schlüssel, Haarspangen, Uhren, Schmuck, Brillen, Gürtel, Hörgeräte). Bitte beachten Sie auch, dass Scheckkarten mit Magnetstreifen außerhalb des Untersuchungsraumes bleiben müssen. Sie werden sonst im Magnetfeld gelöscht.
Die Untersuchung selbst ist ein völlig ungefährliches Verfahren. Für gewisse Risikogruppen, z. B. Personen mit Metallteilen im Körper (Implantaten), mit stark angegriffenem Herz-Kreislaufsystem oder unter dem Einfluss bestimmter Medikamente, birgt sie jedoch z. T. erhebliche Gefahren. So können beispielsweise im Magnetfeld Knochenschrauben verdreht und Gefäßclips gelöst werden oder es kann eine Überlastung des Herz-Kreislaufsystems auftreten.
Damit wir eine Gefährdung für Sie ausschließen können, erhalten Sie von uns einen Fragebogen, den Sie bitte gründlich durchlesen und gewissenhaft ausfüllen.

Ablauf der Studie:
Die Untersuchungen umfassen insgesamt ca. 4,5-5 h, die sich auf zwei Termine aufteilen.
Bei Vorgespräch werden Sie umfassend schriftlich und mündlich über das Ziel der Studie, Verhaltensmaßregeln und eventuelle Risiken bei der Untersuchung aufgeklärt.
Bei einem **ersten Termin** wird Ihnen ein Fragebogen zu Ihrer sexuellen Orientierung vorgelegt. Sie erhalten eine Einführung in den Ablauf der eigentlichen Messung im Magnetresonanztomographen und ein Training in den Aufgaben zur Mentalen Rotation. Dabei geht es darum, möglichst schnell und korrekt zu entscheiden, ob zwei gleichzeitig, über einen Computer präsentierte, dargebotene geometrische Figuren identisch sind oder nicht. Parallel zu den Rotationsfiguren werden Ihnen Bilder von unbekleideten Kindern und Erwachsenen gezeigt. Dieser Teil wird voraussichtlich eine Stunde dauern.
Dann wird im Magnetresonanztomographen zunächst eine anatomische Aufnahme erstellt, auf der man die Struktur Ihres Gehirns erkennen kann. Darauf folgt die Messung mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT), bei der die Aktivität Ihres Gehirns gemessen wird. Dabei werden

Ihnen nun über einen Bildschirm parallel zu den Rotationsfiguren Bilder präsentiert, die unbekleidete Kinder oder Erwachsene zeigen. Ihre Aufgabe ist es wiederum, zu entscheiden, ob die beiden geometrischen Figuren identisch sind oder nicht. Die Messung im Magnetresonanztomographen wird ca. 1-1,5 Stunden dauern.
Beim **zweiten Termin** wird ein Intelligenztest mit Ihnen durchgeführt, dieser wird ca. eine Stunde dauern. Dann folgt der zweite Teil der fMRT-Messung, der auch 1-1,5 Stunden dauern wird. Der Ablauf ist mit dem des ersten Termins identisch. Zum Ende des zweiten Termins werden sie noch gebeten, die Bilder die Sie gesehen haben zu beurteilen.

Datenschutz:
Alle im Rahmen dieser Studie bezüglich Ihrer Person erhobenen Daten und Informationen werden pseudonymisiert verarbeitet. Pseudonymisierung bedeutet Verschlüsselung von Daten/Proben ohne Namensnennung nur mit Nummern codiert. Die Zuordnung der Daten oder Proben zu einer Person ist nur möglich, wenn hierfür der Schlüssel eingesetzt wird, mit dem die Daten pseudonymisiert wurden. Die personenbezogenen Daten/Proben werden unter besonderen Schutzvorkehrungen getrennt von den pseudonymisierten Daten aufbewahrt (bis zum Abschluss der Datenerhebung an der Schwerpunktprofessur für forensische Psychiatrie und Psychotherapie (Rosdorfer Weg 70, 37081 Göttingen)). Eine Entschlüsselung ist nur durch die verantwortlichen Studienärzte möglich. Dritte erhalten keinen Einblick in Originalunterlagen.
Selbstverständlich ist es Ihnen jederzeit möglich, ohne Angaben von Gründen und ohne dass Ihnen hieraus Nachteile entstehen, von der Teilnahme an dieser Studie zurückzutreten. Sie haben die Möglichkeit, Auskunft über die gespeicherten Daten zu erhalten. Sie können Ihr Einverständnis zur Speicherung personenbezogener Daten jederzeit widerrufen. Im Falle des Widerrufs werden alle gespeicherten personenbezogenen Daten gelöscht.

Wenn Sie sich bereit erklären an dieser Studie teilzunehmen, möchten wir Sie bitten die beiliegende *Einwilligungserklärung* und den *Fragebogen MR-Untersuchung* zu lesen, auszufüllen und – falls Sie keine weiteren Fragen mehr haben – zu unterschreiben.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Kirsten Jordan
Studienverantwortliche

Dipl.-Psych. Peter Fromberger
Studienverantwortlicher

III – Einverständniserklärung

Universitätsmedizin Göttingen, 37099 Göttingen
Zentrum 16 Psychosoziale Medizin, Abteilung Psychiatrie und Psychotherapie –
Schwerp. Forensische Psychiatrie und Psychotherapie, von Sieboldstr. 5, 37075 Göttingen

Zentrum Psychosoziale Medizin
Abteilung Psychiatrie und Psychotherapie
Schwerpunkt Forensische Psychiatrie und Psychotherapie
Direktor: Prof. Dr. Jürgen L. Müller
37099 Göttingen
Von Sieboldstraße 5 – 37075 Göttingen

Briefpost
ASKLEPIOS Klinik für Forensische Psychiatrie und Psychotherapie
Rosdorfer Weg 70 * 37081 Göttingen
0551 / 402-2102 **Telefon**
0551 / 402-2110 **Fax**

Einwilligungserklärung zur Studie: Hämodynamische und behaviorale Korrelate (pädo)-sexueller Aufmerksamkeit

Name, Vorname:_____

Hiermit willige ich ein an der Studie „Hämodynamische und behaviorale Korrelate (pädo)-sexueller Aufmerksamkeit.“ teilzunehmen.
Ich wurde von einem Studienverantwortlichen vollständig über Wesen, Bedeutung und Tragweite der Studie aufgeklärt. Ich habe den Informationstext gelesen und verstanden sowie den Fragebogen zur MR-Untersuchung ausgefüllt. Ich hatte die Möglichkeit, Fragen zu stellen, und habe die Antworten verstanden und akzeptiere sie. Ich bin über die mit der Teilnahme an der Untersuchung verbundenen Risiken und den möglichen Nutzen informiert worden.
Ich hatte ausreichend Zeit, mich zur Teilnahme an dieser Untersuchung zu entscheiden und weiß, dass die Teilnahme **freiwillig** ist. Ich weiß, dass ich jederzeit und ohne Angaben von Gründen diese Zustimmung widerrufen kann, ohne dass sich dieser Entschluss nachteilig auf eventuell spätere ärztliche Behandlungen auswirken wird.
Mir ist bekannt, dass meine persönlichen Daten in verschlüsselter Form (pseudonymisiert) gespeichert werden. (Pseudonymisierung bedeutet Verschlüsselung von Daten/Proben ohne Namensnennung nur mit Nummern codiert. Die Zuordnung der Daten oder Proben zu einer Person ist nur möglich, wenn hierfür der Schlüssel eingesetzt wird, mit dem die Daten pseudonymisiert wurden. Die personenbezogenen Daten/Proben werden unter besonderen Schutzvorkehrungen getrennt von den pseudonymisierten Daten aufbewahrt. Eine Entschlüsselung ist nur durch die verantwortlichen Studienärzte möglich. Dritte erhalten keinen Einblick in Originalunterlagen).
Ich erkläre mich damit einverstanden, dass die im Rahmen der Studie von mir erhobenen Daten für die Entwicklung und Anwendung von Verfahren zur Erforschung der in der Studie genannten Grunderkrankung genutzt und verarbeitet werden dürfen. Die Messdaten werden getrennt hiervon aufbewahrt. Ihre Verwendung erfolgt in namentlich nicht kenntlicher Form.

Mir ist bekannt, dass ich Auskunft über die gespeicherten Daten erhalten kann, und dass ich mein Einverständnis zur Speicherung der personenbezogenen Daten jederzeit widerrufen kann. Im Falle des Widerrufs werden alle gespeicherten personenbezogenen Daten gelöscht.

Obwohl die durchgeführte Untersuchung keine diagnostische Untersuchung ist, besteht die Möglichkeit, dass pathologische Befunde entdeckt werden (Zufallsfund). Sie haben die Wahlmöglichkeit, ob Sie in einem solchen Fall über den Zufallsfund informiert werden möchten oder nicht. Bitte kreuzen Sie entsprechend an:

Über einen Hinweis auf einen Zufallsfund möchte ich informiert werden. JA NEIN

Auf Wunsch erhalte ich eine Kopie des Informationsblattes, des Fragebogens und dieser Einwilligungserklärung. Ich erkläre hiermit meine freiwillige Teilnahme an dieser Untersuchung.

Name:…….. Vorname:…….

Geburtsdatum:…….

Gewicht:……..

Göttingen, den …….

_____ _____

Unterschrift des Probanden Unterschrift des Studienverantwortlichen

IV – Fragebogen zur MRT Untersuchung

HUM	V

Fragebogen MR-Untersuchung

Fassung 9/2010

Untersuchung: Magnetresonanz-Tomografie oder Spektroskopie

MR-Forschung in der Neurologie und Psychiatrie

Universitätsmedizin Göttingen - Georg-August-Universität Göttingen

Lesen Sie sich zu Ihrer eigenen Sicherheit diesen Fragebogen gründlich durch und beantworten Sie gewissenhaft alle Fragen. Wenn Sie sich nicht sicher sind oder eine Frage nicht verstehen, wenden Sie sich bitte an einen unserer Mitarbeiter. Unterschreiben Sie anschließend den Fragebogen und lassen Sie sich von einem Mitarbeiter einweisen, bevor Sie den Magnet-Bereich betreten.

Wichtig: Aufgrund des sehr starken Magnetfeldes dürfen keinerlei Gegenstände oder Geräte, die aus Metall sind oder Metall enthalten könnten, mit in den Untersuchungsraum genommen werden. Legen Sie solche Gegenstände und Geräte (z. B. Mobiltelefone, Münzen, Kugelschreiber, Schlüssel, Haarspangen, Uhren, Schmuck, Brillen, Gürtel, Hörgeräte, Funkrufempfänger) unbedingt vorher ab!

Achtung: der Magnet ist immer an!

Betreten Sie den Untersuchungsraum nur nach Aufforderung durch das Personal!

Bitte Zutreffendes ankreuzen:

1	Sind Sie Träger eines Herzschrittmachers, Defibrillators, Hörgeräts, Medikamentenpumpe (Insulin?), Neurostimulators, Implantat mit Magnetventil (z. B. künstlicher Darmausgang)? Wenn ja, welche? ……	Ja Nein
2	Wurden Sie schon einmal an Kopf oder Herz operiert? Wenn ja, warum? ……	Ja Nein
3	Befinden sich **an** oder **auf** Ihrem Körper Metallteile oder metallhaltige Geräte (z. B. Beinprothesen, Elektroden, Katheter, Langzeit-EKG, Bestrahlungsquellen, Akupunkturnadeln, Piercing)? Wenn ja, welche? ……abnehmbar? Ja Nein	Ja Nein
4	Befinden sich **in** Ihrem Körper Metallteile oder Implantate, die z. B. bei einer Operation oder Verletzung mit einem metallischen Fremdkörper in Ihren Körper gelangt sind (z. B. Hüftprothesen, künstliche Gelenke, Herzklappen, Gefäßverschlüsse oder -erweiterungen, chirurgische Clips, Knochenschrauben oder -platten, Spirale, Shunts, Katheter, Elektroden, Spulen, Bestrahlungsquellen, Granatsplitter, Projektile, Stents)? Wenn ja: welche?.....	Ja Nein
5	Tragen Sie **magnetisch** fixierte Implantate (z. B. Zahnprothesen, Glasauge)?	Ja Nein
6	Haben Sie beruflich oder privat mit der Verarbeitung von Metallen zu tun?	Ja Nein

7	Tragen Sie (außer Amalgam-Füllungen) Zahnersatz, Brücken oder Zahnklammern/-spangen? Wenn ja: welche?.....abnehmbar? Ja Nein	Ja Nein
8	Leiden Sie unter einer schweren Erkrankung der Atemwege, des Herz-Kreislaufsystems oder des Bewegungssystems (z. B. Asthma, Herzschwäche, Herzrhythmusstörungen, Lähmungen)? Wenn ja: welche?.....	Ja Nein
9	Leiden Sie unter Diabetes oder einem Anfallsleiden (z. B. Epilepsie)?	Ja Nein
10	Neigen Sie zu Klaustrophobie, Schwindel- oder Panikanfällen?	Ja Nein
11	Sind Sie tätowiert oder haben Sie ein permanentes Make-up?	Ja Nein
12	Ist bei Ihnen eine Kontrastmittel-Allergie bekannt?	Ja Nein
13	Leiden Sie unter anderen Allergien? wenn ja, welche?.....	Ja Nein
14	Nehmen Sie zurzeit regelmäßig Medikamente ein? wenn ja, welche?.....	Ja Nein
15	Haben Sie in den letzten 24 Stunden Medikamente oder Alkohol zu sich genommen?	Ja Nein
16	Wurde in den letzten 3 Tagen eine MRT-Untersuchung durchgeführt?	Ja Nein
17	Traten nach früheren Untersuchungen mit Kontrastmitteln Nebenwirkungen auf? wenn ja, welche?.....	Ja Nein
18	Besteht oder bestand bei Ihnen eine Nierenfunktionsstörung?	Ja Nein

Nur von Frauen auszufüllen:

19	Besteht die Möglichkeit, dass Sie schwanger sind?	Ja Nein
20	Tragen Sie eine Kupferspirale?	Ja Nein

Ich habe diese Information und alle mich betreffenden Fragen verstanden und nach bestem Wissen wahrheitsgemäß beantwortet.

Datum:…… Unterschrift:……

– wird vom Personal ausgefüllt –

☐ Untersuchung unbedenklich

☐ KEINE Untersuchung möglich

Bemerkungen:.....

Datum:..... Unterschrift:.....

V – Stammdatenblatt

Stammdatenblatt – gesunde Probanden

VP-Nr.: _____

Erhebungsdatum: ___.___._____

Ort:_____

Untersucher/in: _____

Soziodemographische Daten

1. Geburtsjahr: ____.____._____

2. Alter (in Jahren): _____

3. Staatsangehörigkeit:

☐ deutsch ☐ andere: _____

4. Familienstatus:

☐ ledig
☐ in Partnerschaft lebend
☐ verheiratet
☐ geschieden bzw. getrennt lebend
☐ verwitwet

5. Höchster erreichter Bildungsabschluss:

☐ kein Schulabschluss
☐ Hauptschule
☐ Realschule
☐ Gymnasium

Gesundheit

1. Sehfähigkeit:

☐ keine Beeinträchtigungen
☐ Brillenträger

☐ Kontaktlinsen

Wenn ja: Dioptrien rechts:_____ links:_____

2. Hatten Sie schon einmal eine psychiatrische Erkrankung?

☐ Nein

☐ Ja, und zwar _____.

Studienspezifische Fragen

1. Erster Geschlechtsverkehr im Alter von (in Jahren): _____

2. Derzeitige sexuelle Aktivität:

☐ Ich befinde mich in einer Partnerschaft mit Geschlechtsverkehr.

☐ Ich befinde mich in einer Partnerschaft ohne Geschlechtsverkehr.

☐ Ich befinde mich nicht in einer Partnerschaft und habe häufiger Geschlechtsverkehr.

☐ Ich befinde mich nicht in einer Partnerschaft und habe derzeitig keinen Geschlechtsverkehr.

☐ Ich hatte noch nie Geschlechtsverkehr.

3. Die längste partnerschaftliche Beziehung dauerte:_____

4. Kinderwunsch:

☐ Es besteht generell kein Kinderwunsch.

☐ Es besteht ein prinzipieller Kinderwunsch.

☐ Es besteht ein aktueller Kinderwunsch.

5. Hatten Sie seit Ihrem 19. Lebensjahr schon einmal sexuelle Phantasien mit einem / einer Minderjährigen (jünger als 14 Jahre)?

☐ ja, mit einem/einer Minderjährigen gleichen Geschlechts

☐ ja, mit einem/einer Minderjährigen des anderen Geschlechts

☐ nein

6. Haben Sie diese Phantasien seit Ihrem 19. Lebensjahr schon einmal ausgelebt?

- ☐ ja, mit einem/einer Minderjährigen gleichen Geschlechts
- ☐ ja, mit einem/einer Minderjährigen des anderen Geschlechts
- ☐ nein

7. Händigkeit

- ☐ Rechtshänder
- ☐ Linkshänder

8. Studienfach

VI – Kinsey-Skala

Kinsey-Skala

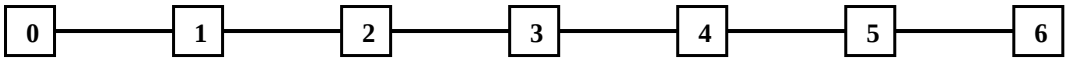
VP-Code.:_____

Erhebungsdatum: ____ . ____. _____

Ort:_____

Alter: _____ Jahre

Die nachfolgende Skala dient zur *Selbsteinschätzung der Ausrichtung Ihrer sexuellen Aktivität*. Bitte kreuzen Sie diejenige Zahl an, die Ihrer Ansicht nach am Besten auf Sie zutrifft.



heterosexuell homosexuell

Beschreibung der einzelnen Skalenwerte:

0 = ausschließlich heterosexuelles Verhalten

1 = gelegentlich homosexuelles Verhalten

2 = häufiger als gelegentlich homosexuelles Verhalten

3 = hetero- und homosexuelles Verhalten etwa gleichhäufig

4 = häufiger als gelegentlich heterosexuelles Verhalten

5 = gelegentlich heterosexuelles Verhalten

6 = ausschließlich homosexuelles Verhalten

VII – Befindlichkeitsfragebogen

Befindlichkeitsfragbogen – Initiale Orientierung (prae)

Sehr geehrter Studienteilnehmer,

im Folgenden werden Ihnen einige Fragen zu Ihrem derzeitigen Befinden gestellt.
Bitte geben Sie auf der neunstufigen Antwortskala an, wie sehr eine genannte Empfindung im Moment auf Sie zutrifft.

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Gar nicht — **Sehr stark**

Bitte beziehen Sie sich auf Ihr momentanes Befinden!

Momentan fühle ich mich…

wütend	1	2	3	4	5	6	7	8	9
glücklich	1	2	3	4	5	6	7	8	9
angeekelt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
sexuell erregt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
fröhlich	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ängstlich	1	2	3	4	5	6	7	8	9
traurig	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ärgerlich	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Befindlichkeitsfragbogen – Initiale Orientierung (post)

Sehr geehrter Studienteilnehmer,

im Folgenden werden Ihnen einige Fragen zu Ihrem derzeitigen Befinden gestellt.
Bitte geben Sie auf der neunstufigen Antwortskala an, wie sehr eine genannte Empfindung im Moment auf Sie zutrifft.

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Gar nicht **Sehr stark**

Bitte beziehen Sie sich auf Ihr momentanes Befinden!

Momentan fühle ich mich…

wütend	1	2	3	4	5	6	7	8	9
glücklich	1	2	3	4	5	6	7	8	9
angeekelt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
sexuell erregt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
fröhlich	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ängstlich	1	2	3	4	5	6	7	8	9
traurig	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ärgerlich	1	2	3	4	5	6	7	8	9

11 Literaturverzeichnis

Abel GG, Jordan A, Hand CG, Holland LA, Phipps A (2001): Classification models of child molesters utilizing the Abel Assessment for sexual interest. Child Abuse Negl 25, 703-718

Ahlers CJ, Schaefer GA, Beier KM (2004): Erhebungsinstrumente in der klinischen Sexualforschung und der sexualmedizinischen Praxis–ein Überblick über die Fragebogenentwicklung in Sexualwissenschaft und Sexualmedizin. Sexuologie 11, 74-97

Alanko K, Salo B, Mokros A, Santtila P (2013): Evidence for heritability of adult men's sexual interest in youth under age 16 from a population-based extended twin design. J Sex Med 10, 1090-1099

Arnow BA, Desmond JE, Banner LL, Glover GH, Solomon A, Polan ML, Lue TF, Atlas SW (2002): Brain activation and sexual arousal in healthy, heterosexual males. Brain 125, 1014-1023

Avery-Clark CA, Laws D (1984): Differential erection response patterns of sexual child abusers to stimuli describing activities with children. Behav Ther 15, 71-83

Badgaiyan RD, Fischman AJ, Alpert NM (2008): Explicit motor memory activates the striatal dopamine system. Neuroreport 19, 409-412

Bancroft J: Sexual arousal and response: the psychosomatic circle. Human sexuality and its problems. 3. Auflage; Churchill Livingstone, Edinburgh 2009, 55-143

Bancroft J, Janssen E (2000): The dual control model of male sexual response: a theoretical approach to centrally mediated erectile dysfunction. Neurosci Biobehav Rev 24, 571-579

Bancroft JH, Jones HG, Pullan B (1966): A simple transducer for measuring penile erection, with comments on its use in the treatment of sexual disorders. Behav Res Ther 4, 239-241

Bancroft J, Graham CA, Janssen E, Sanders SA (2009): The dual control model: current status and future directions. J Sex Res 46, 121-142

Benuzzi F, Lui F, Duzzi D, Nichelli PF, Porro CA (2008): Does it look painful or disgusting? Ask your parietal and cingulate cortex. J Neurosci 28, 923-931

Berner M, Kockott G: Sexuelle Störungen (Verhaltenstherapie: Grundlagen-Methoden-Anwendungsgebiete). Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2012

Blair KS, Smith BW, Mitchell DG, Morton J, Vythilingam M, Pessoa L, Fridberg D, Zametkin A, Sturman D, Nelson EE (2007): Modulation of emotion by cognition and cognition by emotion. NeuroImage 35, 430-440

Blood AJ, Zatorre RJ (2001): Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. Proc Natl Acad Sci U S A 98, 11818-11823

Both S, Everaerd W, Laan E (2005): Sexuelles Begehren und sexuelle Erregung. Z Sex-Forsch 18, 364-380

Broadbent D: Perception and communication. Pergamon. Press, London 1958

Bühler M, Vollstädt-Klein S, Klemen J, Smolka MN (2008): Does erotic stimulus presentation design affect brain activation patterns? Event-related vs. blocked fMRI designs. Behav Brain Funct 4, 30

Burns JM, Swerdlow RH (2003): Right orbitofrontal tumor with pedophilia symptom and constructional apraxia sign. Arch Neurol 60, 437-440

Bush G, Luu P, Posner MI (2000): Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. Trends Cogn Sci 4, 215-222

Cantor JM, Kabani N, Christensen BK, Zipursky RB, Barbaree HE, Dickey R, Klassen PE, Mikulis DJ, Kuban ME, Blak T (2008): Cerebral white matter deficiencies in pedophilic men. J Psychiatr Res 42, 167-183

Ciaramelli E, Grady CL, Moscovitch M (2008): Top-down and bottom-up attention to memory: a hypothesis (AtoM) on the role of the posterior parietal cortex in memory retrieval. Neuropsychologia 46, 1828-1851

Cohen MS, Kosslyn SM, Breiter HC, DiGirolamo GJ, Thompson WL, Anderson A, Bookheimer S, Rosen BR, Belliveau J (1996): Changes in cortical activity during mental rotation A mapping study using functional MRI. Brain 119, 89-100

Craig AD (2003): Interoception: the sense of the physiological condition of the body. Curr Opin Neurobiol 13, 500-505

Dalgleish T, Watts FN (1990): Biases of attention and memory in disorders of anxiety and depression. Clin Psychol Rev 10, 589-604

Dechent P, Frahm J (2004): Funktionelle Magnetresonanz-Tomografie des menschlichen Gehirns. Neuroforum 3, 229-236

Desimone R, Duncan J (1995): Neural mechanisms of selective visual attention. Annu Rev Neurosci 18, 193-222

DeYoe EA, Carman GJ, Bandettini P, Glickman S, Wieser J, Cox R, Miller D, Neitz J (1996): Mapping striate and extrastriate visual areas in human cerebral cortex. Proc Natl Acad Sci 93, 2382-2386

Dilling H, Mombour W, Schmidt MH (Hrsg.): Internationale Klassifikation psychischer Störungen: ICD-10 Kapitel V (F), Klinisch-diagnostische Leitlinien. 10. überarb. Auflage; Hogrefe, Bern 2015

Drevets WC, Raichle ME (1998): Reciprocal suppression of regional cerebral blood flow during emotional versus higher cognitive processes: Implications for interactions between emotion and cognition. Cognition Emotion 12, 353-385

Eichenbaum H, Schoenbaum G, Young B, Bunsey M (1996): Functional organization of the hippocampal memory system. Proc Natl Acad Sci 93, 13500-13507

Eickhoff SB, Stephan KE, Mohlberg H, Grefkes C, Fink GR, Amunts K, Zilles K (2005): A new SPM toolbox for combining probabilistic cytoarchitectonic maps and functional imaging data. NeuroImage 25, 1325-1335

Ekman P: Expression and the nature of emotion. In: Scherer KR, Ekman P (Hrsg.): Approaches to emotion. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale 1984, 319-344

Ellis HC, Ashbrook PW: Resource allocation model of the effects of depressed mood states on memory. In: Fiedler K, Forgas JP (Hrsg.): Affect, cognition and social behavior. Hogrefe, Toronto 1988, 25-43

Everaerd W (1989): Commentary on sex research: Sex as an emotion. J Psychol Human Sex 1, 3-15

Ferretti A, Caulo M, Del Gratta C, Di Matteo R, Merla A, Montorsi F, Pizzella V, Pompa P, Rigatti P, Rossini PM (2005): Dynamics of male sexual arousal: distinct components of brain activation revealed by fMRI. NeuroImage 26, 1086-1096

Fiedler P: Sexuelle Orientierung und sexuelle Abweichung: Heterosexualität-Homosexualität-Transgenderismus und Paraphilien-sexueller Missbrauch-sexuelle Gewalt. Beltz, Basel 2004, 429

Fonteille V, Cazala F, Moulier V, Stoleru S (2012): Pedophilia: contribution of neurology and neuroimaging techniques. L'Encephale 38, 496-503

Forgas JP, Bower GH (1988): Affect in social judgments. Austr J Psychol 40, 125-145

Fromberger P, Stolpmann G, Jordan K, Müller JL (2009): Neurobiologische Forschung bei Pädophilie – Ergebnisse und deren Konsequenzen für die Diagnostik pädosexueller Straftäter. Z Neuropsychol 20, 193-205

Fromberger P, Jordan K, Steinkrauss H, von Herder J, Witzel J, Stolpmann G, Kroner-Herwig B, Müller JL (2012): Diagnostic accuracy of eye movements in assessing pedophilia. J Sex Med 9, 1868-1882

Fromberger P, Jordan K, Steinkrauss H, von Herder J, Stolpmann G, Kroner-Herwig B, Müller JL (2013): Eye movements in pedophiles: automatic and controlled attentional processes while viewing prepubescent stimuli. J Abnorm Psychol 122, 587-599

Geer JH, Bellard HS (1996): Sexual content induced delays in unprimed lexical decisions: gender and context effects. Arch Sex Behav 25, 379-395

Geer JH, Melton JS (1997): Sexual content-induced delay with double-entendre words. Arch Sex Behav 26, 295-316

Georgiadis JR, Holstege G (2005): Human brain activation during sexual stimulation of the penis. J Comp Neurol 493, 33-38

Georgiadis JR, Farrell MJ, Boessen R, Denton DA, Gavrilescu M, Kortekaas R, Renken RJ, Hoogduin JM, Egan GF (2010): Dynamic subcortical blood flow during male sexual activity with ecological validity: a perfusion fMRI study. NeuroImage 50, 208-216

Goschke T (1996): Gedächtnis und Emotion: Affektive Bedingungen des Einprägens, Erinnerns und Vergessens. Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich C, Serie II, Bd 4, 603-692

Gray JR, Braver TS, Raichle ME (2002): Integration of emotion and cognition in the lateral prefrontal cortex. Proc Natl Acad Sci U S A 99, 4115-4120

Hall GCN (1989): Sexual arousal and arousability in a sexual offender population. J Abnorm Psychol 98, 145

Hall GCN, Proctor WC, Nelson GM (1988): Validity of physiological measures of pedophilic sexual arousal in a sexual offender population. J Consult Clin Psychol 56, 118

Halsband U, Lange RK (2006): Motor learning in man: a review of functional and clinical studies. J Physiol Paris 99, 414-424

Hanson RK, Morton-Bourgon KE (2009): The accuracy of recidivism risk assessments for sexual offenders: a meta-analysis of 118 prediction studies. Psychol Assess 21, 1-21

Harris GT, Rice ME, Quinsey VL, Chaplin TC, Earls C (1992): Maximizing the discriminant validity of phallometric assessment data. Psychol Assess 4, 502

Harris GT, Rice ME, Quinsey VL, Chaplin TC (1996): Viewing Time as a measure of sexual interest among child molesters and normal heterosexual men. Behav Res Ther 34, 389-394

Heß K, Mair J, Stolzenburg J: Neuropsychologische Syndrome und Störungen des Bewusstseins. Neurologie. Springer, Berlin Heidelberg 2016

Hull EM, Dominguez JM (2007): Sexual behavior in male rodents. Horm Behav 52, 45-55

Imhoff R, Schmidt AF, Nordsiek U, Luzar C, Young AW, Banse R (2010): Viewing Time effects revisited: prolonged response latencies for sexually attractive targets under restricted task conditions. Arch Sex Behav 39, 1275-1288

Ishai A (2007): Sex, beauty and the orbitofrontal cortex. Int J Psychophysiol 63, 181-185

Israel E, Strassberg DS (2009): Viewing Time as an objective measure of sexual interest in heterosexual men and women. Arch Sex Behav 38, 551-558

Janssen E (2011): Sexual arousal in men: a review and conceptual analysis. Horm Behav 59, 708-716

Janssen E, Everaerd W, Spiering M, Janssen J (2000): Automatic processes and the appraisal of sexual stimuli: Toward an information processing model of sexual arousal. J Sex Res 37, 8-23

Jordan K, Wüstenberg T (2010): The neural network of spatial cognition and its modulation by biological and environmental factors. J Ind Diff 31, 83-90

Jordan K, Heinze HJ, Lutz K, Kanowski M, Jancke L (2001): Cortical activations during the mental rotation of different visual objects. NeuroImage 13, 143-152

Jordan K, Fromberger P, Müller JL: Neurobiologie der Sexualität und sexueller Störungen. In: Briken P, Berner M (Hrsg.): Praxisbuch Sexuelle Störungen. Thieme Verlag, Stuttgart 2013, 43-52

Jueptner M, Stephan K, Frith C, Brooks D, Frackowiak R, Passingham R (1997): Anatomy of motor learning. I. Frontal cortex and attention to action. J Neurophysiol 77, 1313-1324

Kahneman D: Attention and effort. Prentice Hall, Englewood Cliffs 1973

Kalmus E, Beech AR (2005): Forensic assessment of sexual interest: A review. Aggress Violent Behav 10, 193-217

Kellermann TS, Sternkopf MA, Schneider F, Habel U, Turetsky BI, Zilles K, Eickhoff SB (2012): Modulating the processing of emotional stimuli by cognitive demand. Soc Cogn Affect Neurosci Brain Res 7, 263-273

Kinsey AC, Pomeroy WB, Martin C: The sexual behavior in the human male. Saunders, Oxford 1948

Knoch D (2007): Funktionelle Hemisphärenasymmetrie der Selbstkontrolle? Zeitschrift für Neuropsychologie 18, 183-192

Krafft-Ebing R von: Psychopathia sexualis mit besonderer Berücksichtigung der konträren Sexualempfindung. Eine medizinisch-gerichtliche Studie für Ärzte und Juristen. 13. Auflage; F. Enke, Stuttgart 1907

Kratzmeier H, Horn R (1988): SPM. Standard Progressive Matrices. Manual.

Laws DR, Holmen ML (1978): Sexual response faking by pedophiles. Criminal Justice and Behavior 5, 343-356

Laws DR, Gress CL (2004): Seeing things differently: The Viewing Time alternative to penile plethysmography. Legal Criminol Psych 9, 183-196

LeDoux JE: The emotional brain. Touchstone, New York 1996

LeDoux JE, Phelps EA: Emotional networks in the brain. In: Lewis M, Haviland JM (Hrsg.): Handbook of emotions. Guilford Press, New York 1993, 109-118

Lepage M, Habib R, Tulving E (1998): Hippocampal PET activations of memory encoding and retrieval: the HIPER model. Hippocampus 8, 313-322

Loughead J, Gur RC, Elliott M, Gur RE (2008): Neural circuitry for accurate identification of facial emotions. Brain Res 1194, 37-44

Marshall WL (2006): Clinical and research limitations in the use of phallometric testing with sexual offenders. Sexual Offender Treatment 1, 1-18

Marshall WL (2014): Phallometric assessments of sexual interests: an update. Curr Psychiatry Rep 16, 1-7

Marshall WL, Fernandez YM (2000): Phallometric testing with sexual offenders: limits to its value. Clin Psychol Rev 20, 807-822

McClelland JL, McNaughton BL, O'Reilly RC (1995): Why there are complementary learning systems in the hippocampus and neocortex: insights from the successes and failures of connectionist models of learning and memory. Psychol Rev 102, 419

Meisel RL, Sachs BD: The physiology of male sexual behavior. In: Knobil E, Neill JD (Hrsg.): The physiology of reproduction. 2. Auflage; Raven Press, New York 1994, S. 3–105

Mendez MF, Chow T, Ringman J, Twitchell G, Hinkin CH (2000): Pedophilia and temporal lobe disturbances. J Neuropsychiatry Clin Neurosci 12, 71-76

Milivojevic B, Hamm JP, Corballis MC (2009): Functional neuroanatomy of mental rotation. J Cogn Neurosci 21, 945-959

Mokros A, Dombert B, Osterheider M, Zappala A, Santtila P (2010): Assessment of pedophilic sexual interest with an attentional choice reaction time task. Arch Sex Behav 39, 1081-1090

Molenberghs P, Cunnington R, Mattingley JB (2012): Brain regions with mirror properties: a meta-analysis of 125 human fMRI studies. Neurosci Biobehav Rev 36, 341-349

Mouras H, Stoleru S, Bittoun J, Glutron D, Pelegrini-Issac M, Paradis AL, Burnod Y (2003): Brain processing of visual sexual stimuli in healthy men: a functional magnetic resonance imaging study. NeuroImage 20, 855-869

Mouras H, Stoleru S, Moulier V, Pelegrini-Issac M, Rouxel R, Grandjean B, Glutron D, Bittoun J (2008): Activation of mirror-neuron system by erotic video clips predicts degree of induced erection: an fMRI study. NeuroImage 42, 1142-1150

Murray EA (2007): The amygdala, reward and emotion. Trends Cogn Sci 11, 489-497

Nichols H, Molinder Id (1984): Manual for the Multiphasic Sex Inventory (MSI). Deutsche Bearbeitung von Deegener G (1996): Fragebogen zur Erfassung psychosexueller Merkmale bei Sexualtätern.

Nieuwenhuys R (2012): The insular cortex: a review. Prog Brain Res 195, 123-163

O'Doherty JP (2007): Lights, camembert, action! The role of human orbitofrontal cortex in encoding stimuli, rewards, and choices. Ann N Y Acad Sci 1121, 254-272

O'Donohue W, Regev LG, Hagstrom A (2000): Problems with the DSM-IV diagnosis of pedophilia. Sexual Abuse 12, 95-105

Ogawa S, Lee TM, Kay AR, Tank DW (1990): Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation. Proc Natl Acad Sci U S A 87, 9868-9872

Ohman A, Flykt A, Esteves F (2001): Emotion drives attention: detecting the snake in the grass. J Exp Psychol Gen 130, 466-478

Paschke K: Die Untersuchung von Blickbewegungen bei der Lösung von Aufgaben zur Mentalen Rotation nach Shepard und Metzler (1971). Diplomarbeit, Göttingen 2007

Paschke K: Die multimodale Untersuchung kognitiver Prozesse der Mentalen Rotation. Med. Diss. Göttingen 2010

Paschke K, Jordan K, Wustenberg T, Baudewig J, Müller JL (2012): Mirrored or identical--is the role of visual perception underestimated in the mental rotation process of 3D-objects?: a combined fMRI-eye tracking-study. Neuropsychologia 50, 1844-1851

Peters M, Laeng B, Latham K, Jackson M, Zaiyouna R, Richardson C (1995): A redrawn Vandenberg and Kuse mental rotations test: different versions and factors that affect performance. Brain Cogn 28, 39-58

Pfaus JG (1996): Frank A. Beach award. Homologies of animal and human sexual behaviors. Horm Behav 30, 187-200

Pfaus JG (1999): Revisiting the concept of sexual motivation. Annu Rev Sex Res 10, 120-156

Poeppl TB, Nitschke J, Dombert B, Santtila P, Greenlee MW, Osterheider M, Mokros A (2011): Functional cortical and subcortical abnormalities in pedophilia: A combined study using a choice reaction time task and fMRI. J Sex Med 8, 1660-1674

Ponseti J, Bosinski HA, Wolff S, Peller M, Jansen O, Mehdorn HM, Buchel C, Siebner HR (2006): A functional endophenotype for sexual orientation in humans. NeuroImage 33, 825-833

Ponseti J, Granert O, Jansen O, Wolff S, Beier K, Neutze J, Deuschl G, Mehdorn H, Siebner H, Bosinski H (2012): Assessment of pedophilia using hemodynamic brain response to sexual stimuli. Arch Gen Psychiatry 69, 187-194

Prause N, Janssen E, Hetrick WP (2008): Attention and emotional responses to sexual stimuli and their relationship to sexual desire. Arch Sex Behav 37, 934-949

Preston AR, Gabrieli JD (2008): Dissociation between explicit memory and configural memory in the human medial temporal lobe. Cereb Cortex 18, 2192-2207

Quinsey VL, Steinman CM, Bergersen SG, Holmes TF (1975): Penile circumference, skin conductance, and ranking responses of child molesters and "normals" to sexual and nonsexual visual stimuli. Behav Ther 6, 213-219

Quinsey VL, Ketsetzis M, Earls C, Karamanoukian A (1996): Viewing Time as a measure of sexual interest. Ethol Sociobiol 17, 341-354

Redouté J, Stoleru S, Gregoire MC, Costes N, Cinotti L, Lavenne F, Le Bars D, Forest MG, Pujol JF (2000): Brain processing of visual sexual stimuli in human males. Hum Brain Mapp 11, 162-177

Roberts A, Reekie Y, Braesicke K (2007): Synergistic and Regulatory Effects of Orbitofrontal Cortex on Amygdala Dependent Appetitive Behavior. Ann N Y Acad Sci 1121, 297-319

Robinson BW, Mishkin M (1968): Alimentary responses to forebrain stimulation in monkeys. Exp Brain Res 4, 330-366

Rogan MT, LeDoux JE (1996): Emotion: systems, cells, synaptic plasticity. Cell 85, 469-475

Rolls ET (2000): The orbitofrontal cortex and reward. Cereb Cortex 10, 284-294

Rosen RC, Beck JG: Patterns of sexual arousal: Psychophysiological processes and clinical applications. Guilford Press, New York 1988

Sartorius A, Ruf M, Kief C, Demirakca T, Bailer J, Ende G, Henn FA, Meyer-Lindenberg A, Dressing H (2008): Abnormal amygdala activation profile in pedophilia. Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci 258, 271-277

Schiffer B, Peschel T, Paul T, Gizewski E, Forsting M, Leygraf N, Schedlowski M, Krueger TH (2007): Structural brain abnormalities in the frontostriatal system and cerebellum in pedophilia. J Psychiatr Res 41, 753-762

Schiffer B, Krueger T, Paul T, de Greiff A, Forsting M, Leygraf N, Schedlowski M, Gizewski E (2008a): Brain response to visual sexual stimuli in homosexual pedophiles. J Psychiatry Neurosci 33, 23-33

Schiffer B, Paul T, Gizewski E, Forsting M, Leygraf N, Schedlowski M, Kruger TH (2008b): Functional brain correlates of heterosexual paedophilia. NeuroImage 41, 80-91

Schiller PH (1986): The central visual system. Vision Res 26, 1351-1386

Schiltz K, Witzel J, Northoff G, Zierhut K, Gubka U, Fellmann H, Kaufmann J, Tempelmann C, Wiebking C, Bogerts B (2007): Brain pathology in pedophilic offenders: evidence of volume reduction in the right amygdala and related diencephalic structures. Arch Gen Psychiatry 64, 737-746

Shepard RN, Metzler J (1971): Mental rotation of three-dimensional objects. Science 171, 701-703

Shiffrin RM, Schneider W (1977): Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a Gen theory. Psychol Rev 84, 127

Singer B (1984): Conceptualizing sexual arousal and attraction. J Sex Res 20, 230-240

Spiering M, Everaerd W: The sexual unconscious. In: Janssen E (Hrsg.): The psychophysiology of sex. Indiana University Press, Bloomington 2007, 166-183

Squire LR (1992): Memory and the hippocampus: a synthesis from findings with rats, monkeys, and humans. Psychol Rev 99, 195-231

Stoleru S, Gregoire MC, Gerard D, Decety J, Lafarge E, Cinotti L, Lavenne F, Le Bars D, Vernet-Maury E, Rada H (1999): Neuroanatomical correlates of visually evoked sexual arousal in human males. Arch Sex Behav 28, 1-21

Stoleru S, Fonteille V, Cornelis C, Joyal C, Moulier V (2012): Functional neuroimaging studies of sexual arousal and orgasm in healthy men and women: a review and meta-analysis. Neurosci Biobehav Rev 36, 1481-1509

Tanner JM (1973): Growing up. Sci Am 229, 34-43

Tenbergen G, Wittfoth M, Frieling H, Ponseti J, Walter M, Walter H, Beier KM, Schiffer B, Kruger TH (2015): The neurobiology and psychology of pedophilia: recent advances and challenges. Front Hum Neurosci 9, 1-20

Thornton D, Laws DR: Cognitive approaches to the assessment of sexual interest in sexual offenders (Wiley series in forensic clinical psychology). Wiley-Blackwell, Malden 2009

von Herder J, Jordan K, Fromberger P, Steinkrauss H und Müller JL: Die Erfassung sexuellen Interesses unter kognitiver Belastung. In: Rösler M, Müller JL, Briken P, Retz-Junginger P, Retz W, Philipp-Wiegemann F (Hrsg.): EFPPP Jahrbuch 2014. Empirische Forschung in Forensischer Psychiatrie, Psychotherapie und Psychologie. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2014, 27-41

Walter M, Witzel J, Wiebking C, Gubka U, Rotte M, Schiltz K, Bermpohl F, Tempelmann C, Bogerts B, Heinze HJ (2007): Pedophilia is linked to reduced activation in hypothalamus and lateral prefrontal cortex during visual erotic stimulation. Biol Psychiatry 62, 698-701

Wiebking C, Witzel J, Walter M, Gubka U, Northoff G (2006): Vergleich der emotionalen und sexuellen Prozessierung zwischen Gesunden und Patienten mit einer Pädophilie–eine kombinierte Studie aus Neuropsychologie und fMRT. Forensische Psychiatrie und Psychotherapie 2, 79-93

Wieser KJ: Erfassung sexueller Orientierung anhand hämodynamischer und behavioraler Korrelate bei der simultanen Präsentation räumlich kognitiver Aufgaben und sexuell relevanter Distraktoren. Diss. Göttingen 2016

Wohlschläger A, Kellermann T: Datenanalyse: Vorverarbeitung, Statistik und Auswertung. In: Schneider F, Fink G (Hrsg.): Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie. 2.Auflage; Springer Medizin Verlag, Heidelberg 2013, 151-171

Wrase J, Kahnt T, Schlagenhauf F, Beck A, Cohen MX, Knutson B, Heinz A (2007): Different neural systems adjust motor behavior in response to reward and punishment. NeuroImage 36, 1253-1262

Wright Jr LW, Adams HE (1994): Assessment of sexual preference using a choice reaction time task. J Psychopathol Behav Assess 16, 221-231

Wydra A, Marshall W, Earls C, Barbaree H (1983): Identification of cues and control of sexual arousal by rapists. Behav Res Ther 21, 469-476

Zacks JM (2008): Neuroimaging Studies of Mental Rotation: A Meta-analysis and Review. J Cog Neurosci 20, 1-19

Danksagung

Herr Prof. Dr. Jürgen Müller, Ihnen danke ich für die Möglichkeit, dieses spannende Thema im Rahmen meiner Dissertation bearbeiten zu dürfen. Mein besonderer Dank aber gilt Ihren motivierenden und aufbauenden Worten.

Mein größter Dank geht an Priv. Doz. Kirsten Jordan. Danke für die professionelle, intensive und warmherzige Betreuung, die viele Zeit, die Du investiert hast. Dafür, dass Du immer ansprechbar warst, kompetenten Rat wusstest und geduldig geblieben bist.

Ich danke Katrin Wieser, mit der ich gemeinsam die Probanden rekrutiert, die Messungen betreut und die Daten ausgewertet habe. Danke für die unzähligen Stunden beim Aufhängen der Aushänge, bei den Vortestungen, während der Messungen und vor dem Computer. Danke fürs Durchhalten -und für die schönen und lustigen Momente.

Danke an Ilona Pfahlert. Es war ein großes Glück, dass Du unsere Messungen betreut hast, spät abends und an Wochenenden, mit Kaffee und Schokolade. Danke für deine Herzlichkeit und Kompetenz und dafür, dass Du mir (fast) das Stricken beigebracht hast.

Ein großer Dank geht an unsere Probanden, die sich unentgeltlich, mit Neugier, Interesse und großem Engagement auf die Messungen eingelassen und viel Zeit investiert haben.