

Aus dem Ludwig-Meyer-Institut für forensische Psychiatrie und  
Psychotherapie

(Prof. Dr. Jürgen L. Müller)

der medizinischen Fakultät der Universität Göttingen

**Erfassung sexueller Orientierung anhand hämodynamischer und  
behavioraler Korrelate bei der simultanen Präsentation räumlich  
kognitiver Aufgaben und sexuell relevanter Distraktoren**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades

der Medizinischen Fakultät der

Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Katrin Johanna Wieser

aus

München

Göttingen 2016

Dekan: Prof. Dr. rer. nat. H. K. Kroemer

1. Berichtstatter: Prof. Dr. Jürgen Müller (Betreuer)
2. Berichtstatterin: Prof. Dr. Andrea Antal (Korreferentin)

Tag der mündlichen Prüfung: 10.01.2017

# **1 Einleitung**

<b>1.1 Einführung, Fragestellung und Motivation der Arbeit .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Methoden zur Erfassung sexuellen Interesses.....</b>	<b>5</b>
1.2.1 Physiologische Messung sexuellen Interesses mittels Penisplethysmographie.....	5
1.2.2 Nicht-physiologische Methoden zur Erfassung sexueller Präferenz.....	6
1.2.3 Aufmerksamkeitsprozesse gegenüber sexuellen Reizen als Ansatzpunkt für die Erfassung sexuellen Interesses.....	7
1.2.3.1 Viewing Time- Betrachtungszeit sexueller Stimuli.....	8
1.2.3.2 Wahlreaktionszeitparadigma (CRT).....	8
1.2.3.3 Blickbewegungsregistrierungen.....	9
1.2.4 Häodynamische Korrelate unterschiedlicher sexueller Präferenz.....	9
<b>1.3 Verarbeitung sexueller Reize.....</b>	<b>11</b>
1.3.1 Modelle zur Sexualität: Trieb, Motivation oder Emotion.....	11
1.3.2 Zu Theorien sexueller Erregung.....	12
1.3.3 Verarbeitung visueller sexueller Reize.....	14
<b>1.4 Simultane Darbietung sexueller und kognitiver Reize.....</b>	<b>17</b>
1.4.1 Verhaltensebene der simultanen Darbietung sexueller und kognitiver Reize.....	17
1.4.1.1. Limitierte Aufmerksamkeitskapazitäten für kontrollierte Reize.....	19
1.4.1.2. Sexual Content Induced Delay (SCID).....	20
1.4.2 Häodynamische Ebene der simultanen Darbietung sexueller und kognitiver Reize.....	21
<b>1.5 Neurobiologische Korrelate sexueller Erregung und Orientierung.....</b>	<b>24</b>
1.5.1 Vier-Komponenten-Modell sexueller Erregung.....	25
1.5.2 Der Einfluss des Stimulusmaterials auf die neuronalen Korrelate sexueller Erregung.....	30
1.5.2.1 Relevante Gehirnregionen aus dem Vier-Komponenten-Modell sexueller Erregung in Bezug auf nicht explizite präferierte sexuelle Reize.....	31
1.5.2.2 Häodynamische Antworten in Bezug auf nicht präferierte nicht explizite sexuelle Reize.....	35
1.5.3 Der Einfluss der sexuellen Orientierung auf die neuronalen Korrelate sexueller Erregung.....	36
1.5.3.1 Neuronale Korrelate sexueller Erregung für sexuell präferierte und sexuell nicht präferierte sexuelle Reize.....	37
1.5.3.2 Unterschiede neuronaler Korrelate sexueller Erregung für sexuell präferierte und sexuell nicht präferierte Reize.....	40

<b>1.6 Neurobiologische Korrelate mentaler Rotation .....</b>	<b>41</b>
---	-----------

## **2 Fragestellung und Herleiten der Hypothesen**

<b>2.1 Grundlegende Annahmen und Studiendesign.....</b>	<b>42</b>
<b>2.2 Hypothesen zu behavioralen Reizantworten.....</b>	<b>43</b>
<b>2.3 Hypothesen zur hämodynamischen Reizantwort.....</b>	<b>44</b>

## **3 Material und Methoden**

<b>3.1 Messung von Hirnaktivität mittels Magnetresonanztomographie .....</b>	<b>48</b>
3.1.1 Funktionsweise der Magnetresonanztomographie.....	48
3.1.2 Funktionsweise der funktionellen Magnetresonanztomographie.....	48
<b>3.2 Visuelle Stimuli.....</b>	<b>50</b>
3.2.1 Mentale Rotation.....	50
3.2.2 Not-Real-People-Set.....	51
<b>3.3 Ablauf des Experiments und Studiendesign.....</b>	<b>52</b>
3.3.1 Ablauf des Experiments.....	52
3.3.2 Studiendesign.....	53
<b>3.4 Versuchspersonen.....</b>	<b>56</b>
<b>3.5 Testungen im Rahmen der Studie.....</b>	<b>58</b>
3.5.1 Standard Progressive Matrices (SPM) zur Erfassung der Intelligenz.....	58
3.5.2 Mental Rotations Test zur Erfassung allgemeiner raumkognitiver Leistungen.....	58
3.5.3 Stimulusrating zur Erfassung der Valenz und Erregung in Bezug auf die Stimuli..	59

## **4 Methoden zur statistischen Analyse**

<b>4.1 Auswertung der Verhaltensdaten und des Stimulusratings... ..</b>	<b>60</b>
<b>4.2 Auswertung der neurofunktionellen Daten.....</b>	<b>60</b>
4.2.1 Vorverarbeitung der neurofunktionellen Daten.....	60
4.2.2 Statistische Analyse der neurofunktionellen Daten.....	61

## **5 Ergebnisse**

<b>5.1 Ergebnisse des Stimulus-Ratings und der Viewing Time.....</b>	<b>63</b>
5.1.1 Valenz.....	64
5.1.2 Erregung.....	64
5.1.3 Viewing Time.....	64
<b>5.2 Ergebnisse der Verhaltensdaten bezüglich der mentalen Rotation.....</b>	<b>65</b>
5.2.1 Falschantworten.....	66
5.2.2 Reaktionszeiten für Richtigantworten.....	66
<b>5.3 Ergebnisse der fMRT Daten.....</b>	<b>68</b>
5.3.1 Hämodynamische Antworten bei der Darbietung der Aufgabe zur mentalen Rotation.....	68
5.3.2 Hämodynamische Antworten bei der Darbietung der weiblichen sexuellen Reize.....	69
5.3.3 Hämodynamische Antworten bei der Darbietung der männlichen sexuellen Reize.....	71
5.3.4 Hämodynamische Antworten beim Vergleich der Präsentation männlicher und weiblicher sexueller Reize in der Einzelbedingung.....	72
5.3.5 Emotions-Kognitions-Interaktion: Hämodynamische Antworten beim Vergleich der Präsentation weiblicher sexueller Reize mit der Experimentalbedingung.....	73
5.3.6 Emotions-Kognitions-Interaktion: Hämodynamische Antworten beim Vergleich der Präsentation männlicher sexueller Reize mit der Experimentalbedingung.....	74
5.3.7 Hämodynamische Antworten beim Vergleich der Präsentation der Experimental- bedingung mit der Bedingung zur mentalen Rotation.....	74
5.3.8 Erfassung sexueller Orientierung in der Experimentalbedingung.....	75

## **6 Diskussion**

<b>6.1 Ergebnisse bezüglich der Verhaltensdaten.....</b>	<b>77</b>
6.1.1 Ergebnisse des Ratings: Wie angenehm und sexuell erregend waren die sexuellen Stimuli?.....	77
6.1.2 Viewing Time: Betrachtungszeit zur Validierung des Ratings und objektiver Erfassung sexuellen Interesses.....	78
6.1.3 Verhaltensdaten zur Leistung bei der Aufgabe zur mentalen Rotation: Bestätigung eines präferenzabhängigen SCID.....	79

<b>6.2 Hämodynamische Ergebnisse.....</b>	<b>80</b>
6.2.1 Erkenntnisse über neurobiologische Korrelate sexueller Aufmerksamkeit und räumlich kognitiver Prozesse .....	80
6.2.1.1 Bestätigung charakteristischer neurobiologischer Korrelate mentaler Rotation.....	80
6.2.1.2 Korrelate der kognitiven, emotionalen und autonomen Komponente sexueller Erregung bei der Darbietung sexuell präferierter Reize.....	81
6.2.1.3 Korrelate nicht präferierter sexueller Reize in visuellen, temporalen und frontalen Regionen.....	83
6.2.2 Erfassung sexueller Orientierung bei der passiven Wahrnehmung sexueller Reize.....	84
6.2.3 Bestätigung einer Emotions-Kognition-Interaktion.....	85
6.2.4 Erfassung sexueller Orientierung in der Experimentalbedingung.....	86
<b>7 <u>Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....</u></b>	<b>89</b>
<b>8 <u>Methodenkritik und Verbesserungsvorschläge.....</u></b>	<b>91</b>
<b>9 Zusammenfassung.....</b>	<b>93</b>
<b>10 Anhang.....</b>	<b>96</b>
<b>11 Literatur.....</b>	<b>117</b>

## Abkürzungsverzeichnis

### Gehirnregionen:

ACC	=	Anteriorer cingulärer Kortex
Area 6	=	Brodmann Area 6: Prämotorischer Kortex
Area 17	=	Brodmann Area 17: Primärer visueller Kortex
Area 18	=	Brodmann Area 18: Sekundärer visueller Kortex
Area 44	=	Brodmann Area 44: Broca Areal
Area 45	=	Brodmann Area 45: Broca Areal
CAU	=	Nucleus Caudatus
CER	=	Cerebellum
CIN	=	Gyrus cinguli
CLAU	=	Clastrum
hIP	=	Humaner intraparietaler Sulcus
hOC3v	=	Humaner ventraler Okzipitallappen 3
hOC4v	=	Humaner ventraler Okzipitallappen 4
hOC5	=	Humaner Okzipitallappen 5
HYP	=	Hypothalamus
INS	=	Insula
iPAR	=	Inferiorer Parietalkortex
ITG	=	Inferiorer temporaler Gyrus
MB	=	Mittelhirn
OFC	=	Orbitofrontaler Kortex
OTC	=	Okzipitotemporaler Kortex
postCC	=	Postzentraler Kortex
PräM	=	Prämotorischer Kortex
PUT	=	Putamen

SMA = Supplementär motorisches Areal  
sPAR = Superiorer Parietalkortex  
TEM = Temporaler Kortex  
TH- = Thalamus  
vSTr = Ventrales Striatum

**Weitere Abkürzungen:**

MRT-Test = Mental Rotations Test  
NRP-Set = Not-Real-People-Set  
SCID = Sexual Content Induced Delay

# 1. Einleitung

## 1.1 Einführung, Fragestellung und Motivation der Arbeit

*“the brain is the master organ in sexual function”* (McKenna 1999, S. 1)

Die Bedeutung zentralnervöser Strukturen gewinnt in der Erforschung sexuellen Erlebens und Verhaltens eine zunehmend herausragende Bedeutung. Es existieren zahlreiche Studien, welche mittels bildgebender Verfahren wie Positronen-Emissions-Tomographie (PET) oder Magnetresonanztomographie (MRT) neurobiologische Korrelate sexuellen Erlebens im Gehirn abbilden. Mit zunehmendem Wissen über neurobiologische Korrelate sexuellen Erlebens erweitern sich auch die Möglichkeiten des Einsatzes bildgebender Verfahren, z.B. im Bereich der forensischen Diagnostik. Dabei könnte der Erfassung sexueller Präferenz bzw. sexueller Orientierung eine wichtige Rolle zukommen. Verfahren zur Erfassung sexueller Präferenz sind besonders im Hinblick auf Störungen der Sexualpräferenz, den sogenannten „Paraphilien“ relevant. Zu diesen Störungen zählt laut ICD-10 auch die Pädophilie (F 65.4), definiert als eine „anhaltende oder dominierende Präferenz für sexuelle Handlungen mit einem oder mehreren Kindern vor deren Pubertät“ (ICD-10). Bis heute existiert kein objektives klinisch einsetzbares Verfahren zur Erfassung (devianten) sexuellen Interesses. Für Diagnosestellung sowie insbesondere die Einschätzung des Rückfallrisikos bei pädophilen Straftätern ist der valide Nachweis sexuellen Interesses für Kinder entscheidend (Fromberger et al. 2009). Aufgrund der Möglichkeit der Manipulation bzw. des Auftretens von sozial erwünschtem Antwortverhalten sind auf Selbstauskunft basierende Verfahren zur Erfassung sexuellen Interesses unzureichend valide (O’Donohue et al. 2000). Es besteht daher die Notwendigkeit der Entwicklung eines von der Aussage des Probanden unabhängigen Verfahrens zur Erfassung sexuellen Interesses.

Die Begriffe sexuelle Präferenz, sexuelle Orientierung und sexuelle Neigung werden häufig in der Literatur synonym (z.B. Pschyrembel 2004) bzw. wenig systematisch verwendet. Ahlers et al. schlagen 2006 eine Einteilung vor, die aus sexualwissenschaftlicher Sicht mehr Präzision für diese Begriffe anbietet. „Die sexuelle Präferenz des Menschen konfiguriert sich auf drei wesentlichen Achsen: Die sexuelle Orientierung auf ein präferiertes Geschlecht (männlich und / oder weiblich), die sexuelle Ausrichtung auf ein präferiertes Körperschema (Kinder, Pubertierende, Jugendliche, Erwachsene, Greise) und die sexuelle Neigung zu einer präferierten Art und Weise sexueller Betätigung (Typ, Objekt, Modus etc.).“ (Ahlers et al. 2006, S. 136). Des Weiteren spielt der Begriff des (sexuellen) Interesses eine Rolle.

Darunter versteht man die kognitive Anteilnahme bzw. die Aufmerksamkeit, die eine Person einer Sache oder einer anderen Person im sexuellen Kontext gegenüber aufbringt (Krapp 2009). Sexuelles Interesse hängt also eng mit Aufmerksamkeitsprozessen zusammen. In der folgenden Arbeit untersuchten wir den Vergleich hämodynamischer und behavioraler Korrelate sexueller Aufmerksamkeit bei heterosexuellen, nicht pädophilen Männern in Bezug auf männliche bzw. weibliche sexuelle Stimuli, die erwachsene Personen zeigten. Der Gegenstand unserer Untersuchungen war der Teil der sexuellen Präferenz, den Ahlers et al. als sexuelle Orientierung auf ein präferiertes Geschlecht (männlich oder weiblich) beschreiben. Außerdem spielt sexuelles Interesse im Sinne von Aufmerksamkeitsprozessen bezüglich sexueller Reize eine große Rolle, da über Aufmerksamkeitsprozesse sexuelle Orientierung dargestellt werden kann und sie sich somit zur Erfassung sexueller Orientierung eignen.

Übergeordnetes Ziel der Arbeitsgruppe in die meine Doktorarbeit sich einordnet, ist die Entwicklung eines diagnostischen Instruments für Pädophilie, das unabhängig von der subjektiven Aussage des Probanden ist. Dabei werden hämodynamische Korrelate sexuellen Erlebens bezüglich sexueller Reize betrachtet, um ein objektives Verfahren zur Erfassung sexueller Präferenz zu konzipieren. Außerdem spielt die Gewinnung von Erkenntnissen zur Ätiologie und Neurobiologie der Pädophilie eine Rolle. Im Falle meiner Arbeit wurden Daten gewonnen, die neurobiologische und behaviorale Korrelate sexueller Aufmerksamkeit von Probanden ohne Pädophilie erfassen. Hierfür untersuchten wir 22 heterosexuelle Männer zwischen 18 und 35 Jahren ohne pädophile Neigungen. Dadurch wurden Vergleichsdaten für spätere Studien zu den neurobiologischen Korrelaten pädo-sexueller Aufmerksamkeit erhoben.

Eine wichtige Rolle spielen dabei, wie bereits erwähnt, Aufmerksamkeitsprozesse in Bezug auf sexuell bevorzugte Reize im Vergleich zu sexuell nicht bevorzugten Reizen. Wir nutzten ein indirektes Studiendesign für die Erfassung sexueller Orientierung. Diesbezüglich arbeiteten wir nicht mit der alleinigen Darbietung visueller sexueller Reize, sondern präsentierten simultan räumlich-kognitive Reize (Aufgabe zur mentalen Rotation, bei der der Proband je 2 Würfelfiguren mental rotieren und dann eine Entscheidung bezüglich ihrer Stellung zueinander treffen muss). Dabei wurden sowohl hämodynamische Korrelate mittels fMRT als auch Verhaltensleistungen bezüglich der zu lösenden Aufgabe erfasst. Wir prüften damit, ob sich ein derartiges indirektes Design zur Erfassung sexueller Orientierung eignet. Die Idee zur Konzipierung eines indirekten Designs beruht auf dem Wissen um begrenzte

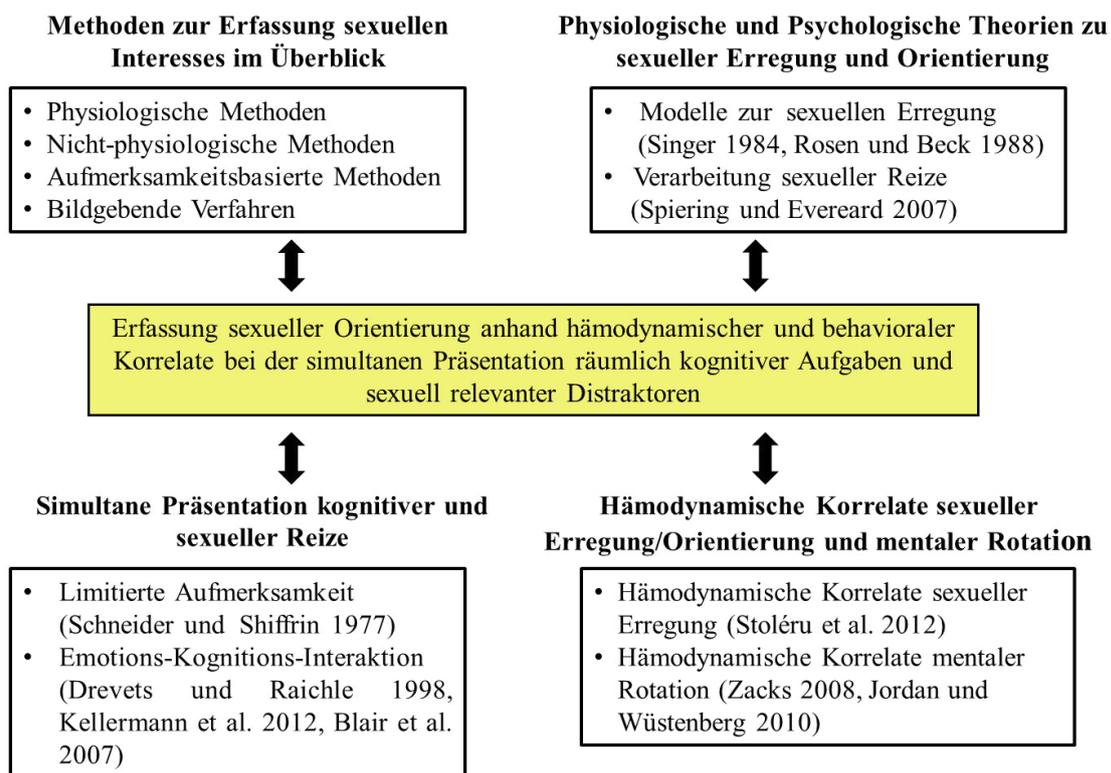
Aufmerksamkeitskapazitäten bei der kontrollierten (bewussten) Verarbeitung von Information (Schneider und Shiffrin 1977). Dabei gehen wir davon aus, dass ein sexuell relevanter Reiz neben automatischer auch kontrollierte Aufmerksamkeit auf sich zieht (Spiering und Everaerd 2007). Somit wäre die zur Verfügung stehende Aufmerksamkeitskapazität zur simultanen Bearbeitung kognitiver Aufgaben beschränkt. Diese Beschränkung fällt wahrscheinlich je nach Salienz des Reizes stärker aus und erlaubt somit die Differenzierung sexuell präferierter und nicht präferierter Reize. Die Messung hämodynamischer Korrelate sexueller Präferenz mittels alleiniger Präsentation von sexuellen Reizen wurde bisher in einigen Studien angewandt (Ponseti et al. 2006, Ponseti et al. 2012, Safron et al. 2007, Kranz und Ishai 2006, Savic et al. 2005). Innerhalb dieses Settings kann der Proband seine Wahrnehmung selbst lenken, da das Verhalten der Probanden nicht kontrolliert wird. Dadurch entsteht wahrscheinlich eine große Variabilität der hämodynamischen Antworten in den Messungen. Im Gegensatz zu passiven Designs kontrollierten wir durch die simultan präsentierte kognitive Aufgabe das Verhalten des Probanden. Somit schränken wir die Variabilität in unseren Messungen ein, da der Proband im Denken gelenkt wird, da er dazu angehalten wird die kognitive Aufgabe zu lösen.

Projekte unserer Forschungsgruppe konnten zeigen, dass die Untersuchung von Aufmerksamkeitsprozessen auf sexuell bevorzugte Reize im Vergleich zu sexuell nicht bevorzugten Reizen in Kombination mit der Messung von Verhaltensleistungen (von Herder et al. 2014) und Blickbewegungsmessungen einen vielversprechenden Ansatz für eine neue diagnostische Methode darstellt (Fromberger et al. 2013). Unser aktuelles Studiendesign mittels funktioneller Magnetresonanztomografie baut auf diesen Erkenntnissen auf und liefert zusätzlich wichtige Informationen zu hämodynamischen Korrelaten (pädo-) sexueller Aufmerksamkeit.

Die folgenden Kapitel führen in die theoretischen und experimentellen Grundlagen ein, auf denen unser Studiendesign zur Erfassung sexueller Orientierung anhand hämodynamischer und behavioraler Korrelate bei der simultanen Präsentation kognitiver und sexueller Distraktoren aufbaut. Am Ende dieses Absatzes bildet eine Übersichtsgraphik die theoretischen und experimentellen Grundlagen der Arbeit ab (siehe Abb.1). Dabei wird gezeigt, welche Methoden zur Erfassung sexuellen Interesses bisher bestehen. Diese werden im ersten Kapitel vorgestellt und mit ihren Vor- und Nachteilen diskutiert. Dabei wird gezeigt, dass einige dieser Verfahren, besonders solche, die auf Aufmerksamkeitsprozessen und hämodynamischen Korrelaten basieren, Grundlagen für unser Studiendesign liefern.

Darauf folgt eine Einführung in Theorien physiologischer und psychologischer sexueller Erregung, da diese als eine Ausprägung sexuellen Interesses für dessen Erfassung eine wichtige Rolle spielen. Da in unserer Studie die Präsentation präferierter und nicht präferierter sexueller Reize erfolgt, wird außerdem auf die Verarbeitung sexueller Reize eingegangen. Um unsere Erwartungen bezüglich der Verhaltensleistungen zur simultanen Präsentation kognitiver Reize und sexueller Reize zu erläutern, wird sich ein Kapitel mit Aufmerksamkeitsprozessen und ihrer Limitierung befassen. Da unsere Annahmen bezüglich der hämodynamischen Korrelate der zu untersuchenden Prozesse auf zahlreichen Studien aufbauen, werden diese zuletzt ausführlich vorgestellt. Diese Erläuterungen liefern dann die Basis für das anschließende Herleiten der Hypothesen.

### Theoretische und experimentelle Grundlagen der Arbeit



**Abb.1.1: Übersicht zu theoretischen und experimentellen Grundlagen der Arbeit**

## **1.2 Methoden zur Erfassung sexuellen Interesses**

Die objektive Erfassung sexuellen Interesses stellt den Untersucher vor ein nicht leicht zu lösendes Problem, wie O'Donohue et al. (2000) feststellen, da sich die Hauptfaktoren wie Phantasien, Gefühle der Anziehung und Triebgefühle im inneren Erleben des zu Untersuchenden abspielen. Trotzdem gibt es bereits zahlreiche Ansätze, die sich diesem Problem nähern. Um die sexuelle Präferenz bzw. sexuelles Interesse zu untersuchen, werden meist sexuell (interessante) Reize gezeigt, die sexuelle Erregung auslösen sollen. Sexuelle Erregung wird von Rosen und Beck (1988) als Triade aus psychologischen, physiologischen und Verhaltenskomponenten beschrieben. Wie Singer (1984) anführt, kann sexuelle Erregung innerhalb zentraler Prozesse unabhängig von somatischen und viszeralen Empfindungen stattfinden. Sexuelle Erregung spielt sich also nicht nur im physiologisch erfassbaren Rahmen ab. Zur Erfassung sexuellen Interesses können nach Kalums und Beech (2005) zum einen physiologische Methoden (Penisplethysmographie) zum anderen nicht-physiologische Methoden (klinische Interviews, Fragebögen) unterschieden werden. Eine weitere Rubrik sind außerdem die immer mehr in den Vordergrund rückenden Methoden, die Aufmerksamkeitsprozesse untersuchen. Dazu gehört die Erfassung der Viewing Time und Eye-Tracking-Verfahren. Neue Ansätze bieten zudem funktionell bildgebende Verfahren.

### **1.2.1 Physiologische Messung sexuellen Interesses mittels Penisplethysmographie (PPG)**

Um sexuelles Interesse (Präferenz) zu erfassen, werden bei der PPG Reize präsentiert, die eine physiologische sexuelle Erregung auslösen können. Es werden bei der Präsentation bestimmter visueller oder akustischer sexueller Stimuli die Erektion des Penis - entweder durch Registrierung der Zunahme des Volumens oder nur des Umfangs des Penis - gemessen. Eine Methode, die zur Messung peniler Erektion häufig Verwendung findet, wurde in den 1950er und 1960er Jahren unter anderem von Freund et al. (1958) und Bancroft et al. (1966) entwickelt. Die Autoren gehen davon aus, dass sexuelle Erregung bei Männern eng mit der penilen Erektion korreliert und die erektile Antwort daher eine brauchbare Messmethode für sexuelle Erregung sowie sexuelles Interesse darstellt.

Es zeigt sich allerdings, dass die Erektion nicht so spezifisch für sexuelle Erregung ist, wie die Autoren annahmen. Erektionen können sowohl erregungsunabhängig, spontan oder reflexiv entstehen, wie Kalmus und Beech (2005) in einem Überblick forensischer Untersuchungen zu sexuellem Interesse herausarbeiteten. Außerdem kann sexuelle Erregung laut den Autoren

auch bei Probanden mit Impotenz auftreten, also unabhängig von peniler Erektion. Dass die Sichtweise, sexuelle Erregung bilde sich in erster Linie in physiologischer Erregung ab, nicht suffizient ist, zeigt schon ein Modell sexueller Erregung von Singer (1984). Dabei nahm er eine Trichotomie sexueller Erregung aus einer „ästhetischen Antwort“, einer „annähernden Antwort“ und einer „genitalen Antwort“ an. In diesem Zusammenhang steht die „genitale Antwort“, die autonom-somatische Komponenten wie genitale Schwellung, Änderungen der Herz- bzw. Atemfrequenz umfasst, am Ende psychologischer und mentaler Prozesse. Auch der Ansatz von Bancroft (2009), der einen psychosomatischen Zyklus der Sexualität beschreibt, stellt mentale Prozesse den physiologischen voran.

Nicht nur, dass die PPG also nicht spezifisch für sexuelle Erregung ist, sie kann laut Beobachtungen von Marshall und Fernandez (2000) durch einige Probanden willkürlich mittels innerlicher Ablenkung beeinflusst werden. Aufgrund der geringen Validität gibt McConaghy (1989) außerdem ethische Bedenken in der Anwendung für Straftäter an. Laws und Gress (2004) zeigten auf, dass für die PPG nicht nur ein wirklich standardisiertes Verfahren fehlt, sondern dass das Verfahren auch andere Nachteile bietet. Dabei spielen hoher Kostenaufwand, lange Prozeduren im Labor zur Durchführung, die ausschließliche Anwendung auf männliche Probanden sowie die Notwendigkeit der motivierten Mitarbeit des Probanden eine Rolle. Außerdem darf man auch die hohe Belastung für den Probanden bei der Durchführung dieser Untersuchung nicht außer Acht lassen (Marshall 2014). Da andere Verfahren noch zu wenig erforscht und erprobt sind, findet die PPG aktuell allerdings noch häufig Verwendung und gilt in Nordamerika sogar als Goldstandard (Seto et al. 2008). Ansätze die einen stärkeren Focus auf mentale Prozesse sexueller Erregung legen, werden in folgenden Kapiteln erläutert.

## **1.2.2 Nicht-physiologische Methoden zur Erfassung sexueller Präferenz - Selbstauskunft**

Selbsteinschätzungsverfahren wie klinische Interviews, Fragebögen und Skalen zu sexuellem Interesse spielen aufgrund der einfachen Durchführbarkeit immer noch eine wichtige Rolle in vielen Studien und vor allem in der klinischen Diagnostik. Beispielhaft sollen hier nur die Kinsey-Skala (Kinsey et al. 1948) und der Multiphasic Sex Inventory (MSI, Nichols und Molinder 1984) vorgestellt und diskutiert werden. Bezüglich des Antwortverhaltens muss dabei immer auf den Faktor der „sozialen Erwünschtheit“ Rücksicht genommen werden. Dieser beeinflusst je nach Probandenkollektiv und Umfeld die Antworten unterschiedlich. Es

ist davon auszugehen, dass die Verfälschung von Ergebnissen zur sexuellen Orientierung hinsichtlich sozialer Erwünschtheit für sexuelle Präferenzen gesunder Probanden geringer ausfällt als bei sozial unerwünschten Alterspräferenzen in forensischen Kollektiven (Imhoff et al. 2010). Daher sind Selbstberichte von Probanden speziell aus dem forensischen Bereich aufgrund unzureichender Validität der Testergebnisse ungeeignet (O'Donohue et al. 2000).

Mithilfe der Kinsey-Scala (Kinsey et al. 1948) zur Selbsteinschätzung kann die eigene sexuelle Aktivität von Probanden erfasst werden. Die Scala umfasst Werte von 0-6, wobei 0 für „ausschließlich heterosexuelles Verhalten“ kodiert und 6 für „ausschließlich homosexuelles Verhalten“. Dabei werden in der Regel Werte von null und eins für heterosexuell und fünf und sechs für homosexuell zusammengefasst. Diese Einteilung ist allerdings nur hypothetisch und es liegt dafür keine Evidenz vor (Cerny und Janssen 2011). Wie oben erläutert, gelten Selbstbeurteilungsskalen für gesunde Probandenkollektive durchaus als aussagekräftig und finden daher in Studien noch häufig Verwendung, um Anhaltspunkte über die sexuelle Orientierung der Probanden zu bekommen.

Ebenfalls auf der Basis von Selbstauskünften beruht zum Beispiel der Multiphasic Sex Inventory (MSI, Nichols und Molinder 1984). Dieser Fragebogen beinhaltet 300 Fragen zu unterschiedlichen Teilbereichen sexueller Abweichung, zu Rechtfertigungen von sexuellem Verhalten, sozial erwünschtem Antwortverhalten, kognitiver Verzerrung, Leugnen sowie zu sexuellem Wissen. Zusatzskalen sollen das Antwortverhalten überprüfbar machen und lassen zumindest sehr ausgeprägte Antworttendenzen eines Probanden erkennen (Fromberger et al. 2009). Der Fragenbogen enthält zu diesem Zwecke eine Skala, die sozial erwünschtes Antwortverhalten überprüft. Wie Fromberger et al. (2009) anführen, stellten Kalmus und Beech (2005) jedoch fest, dass der Fragebogen eher geeignet ist, die „Selbstdarstellung eines Probanden aufzudecken als unterschiedliche Typen von Sexualstraftätern zu unterscheiden“ (Fromberger et al. 2009, S. 194).

### **1.2.3 Aufmerksamkeitsprozesse gegenüber sexuellen Reizen als Ansatzpunkt für die Erfassung sexuellen Interesses**

Aufmerksamkeitsprozesse spielen eine entscheidende Rolle bei der Entstehung (und Aufrechterhaltung) der sexuellen Erregung. Prause et al. (2008) zeigen, dass das Ausmaß der durch einen sexuellen Stimulus hervorgerufenen sexuellen Erregung von der Höhe der Aufmerksamkeitszuweisung auf diesen Stimulus abhängt. Diese Annahmen nutzen einige Verfahren (Viewing Time, Blickbewegungsmessungen, Wahlzeitreaktionsparadigma) um die

unterschiedliche Präferenz für sexuelle Stimuli herauszuarbeiten. Ein Vorteil dieser Verfahren könnte sein, dass sie von der subjektiven Aussage des Probanden unabhängiger sind und durch die Probanden willkürlich weniger beeinflusst werden können als die bereits beschriebenen Verfahren. Im Folgenden werden ausgewählte Ansätze vorgestellt.

### **1.2.3.1 Viewing Time- Betrachtungszeit sexueller Stimuli**

Dem Ansatz zur Erfassung der Betrachtungszeit sexueller Stimuli liegt die Annahme zugrunde, dass sexuell bevorzugten visuellen Stimuli mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird als sexuell nicht bevorzugten Stimuli (Fromberger et al. 2009). Bei dem Verfahren der Viewing Time- AASI (Abel et al. 2001) misst man unbemerkt die Betrachtungszeit unterschiedlicher sexueller Stimuli bei Probandengruppen, um über deren Dauer Hinweise auf die sexuelle Präferenz der Probanden zu bekommen. Dafür werden beispielweise Rating-Verfahren herangezogen, bei denen die Probanden dargebotene Stimuli bewerten müssen, parallel kann man dann die Viewing Time ohne Kenntnis des Probanden messen. Als Viewing Time bezeichnet man die Zeit, die von Beginn der Stimuluspräsentation bis zur Eingabe des letzten Bewertungsparameters vergeht. Dadurch soll ein durch die Probanden willkürlich nicht beeinflussbarer Eindruck ihres Interesses bezüglich der Stimuli gewonnen werden, der dann auch mit den Ergebnissen des Ratings verglichen werden kann. Es wird vermutet, dass von der Viewing Time auf sexuelles Interesse geschlossen werden kann (Laws und Gress 2004). Das Verfahren der Viewing Time kann jedoch, wie bereits erwähnt, nur korrekt durchgeführt werden wenn der Proband nicht über die Erfassung der Viewing Time aufgeklärt ist. Andernfalls wäre eine Manipulation der Ergebnisse leicht durchzuführen. Dies kann die klinische Anwendung beschränken. Es kann ferner nicht vollends gesichert werden, dass nicht wesentliche Störfaktoren wie beispielweise Ablenkungen vom Bildschirm die Viewing Time beeinflussen.

### **1.2.3.2 Wahlreaktionszeitparadigma (CRT)**

Ein indirektes Verfahren, das beschränkte Aufmerksamkeitskapazitäten nutzt und daher Ähnlichkeiten mit unserem Design aufweist, ist das Wahlreaktionszeitparadigma (CRT=*choice reaction time*), das Mokros et al. in einer Studie zur Messung sexuellen Interesses anwandten (Mokros et al. 2010). Das CRT erfasst sexuelles Interesse anhand der Aufmerksamkeitszuweisung eines dem Probanden dargebotenen Stimulus (Mokros et al. 2010). Die Aufgabe basiert darauf, dass sexuell relevante Stimuli schnell Aufmerksamkeit auf sich ziehen, wobei sie messbare Verzögerungen in der Bearbeitung kognitiver Aufgaben hervorrufen (Mokros et al. 2010). In der Studie von Mokros et al. (2010) wurden den

pädophilen- und nicht pädophilen Probanden Bilder von nackten und bekleideten Personen verschiedenen Alters präsentiert. Auf diesen Bildern projiziert wurde den Probanden eine kognitive Aufgabe dargeboten. Die kognitive Aufgabe bestand darin, einen Punkt auf dem Display so schnell wie möglich über Tastendruck zu lokalisieren. Je nach unterlegtem Bild konnten signifikant unterschiedlich längere Bearbeitungszeiten für die kognitive Aufgabe ermittelt werden. Dabei konnten signifikant längere Bearbeitungszeiten für die jeweils sexuell präferierten Reize festgestellt werden. Als ein Kritikpunkt bezüglich des CRT kann die Offensichtlichkeit des Designs, in dem der Distraktorstimulus eindeutig als solcher identifiziert werden kann, angeführt werden. Für Probanden mit dem Willen, die Ergebnisse zu manipulieren, bieten sich daher Möglichkeiten zur Beeinflussung der Reaktionszeiten.

### **1.2.3.3 Blickbewegungsregistrierungen**

Neuere vielversprechende diagnostische Ansätze zur Erfassung sexueller Orientierung konzentrieren sich auf Blickbewegungsregistrierungen im Zusammenhang mit sexueller Erregung. In unserer Forschungsgruppe konnten wir zeigen, dass pädophile von nicht pädophilen Probanden mit einer Sensitivität von 86,4% bei einer Spezifität von 90% anhand ihrer Augenbewegungen beim Betrachten störungsrelevanter Reize unterschieden werden konnten (Fromberger et al. 2013). Dabei wurden 22 pädophile Probanden, 8 nicht pädophile forensische Patienten, sowie 52 gesunde Probanden untersucht. Ihnen wurden gleichzeitig Bilder von Erwachsenen und Kindern gezeigt während ihre Augenbewegungen gemessen wurden. Bei dieser Methode wurden neben kontrollierten auch automatische Aufmerksamkeitsprozesse erfasst, die der bewussten Beeinflussbarkeit durch den Probanden mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht zugänglich sind (Fromberger et al. 2012a).

### **1.2.4 Häodynamische Korrelate unterschiedlicher sexueller Präferenz**

Mit zunehmendem Wissen über neurobiologische Korrelate sexuellen Erlebens (siehe z.B. Stoléru et al. 2012) erweitern sich die Möglichkeiten des Einsatzes bildgebender Verfahren im Bereich der Messung sexueller Präferenz. Es konnte anhand einiger Studien das grundlegende Potenzial bildgebender Verfahren bei der Erfassung sexueller Orientierung demonstriert werden. Dies wurde sowohl bei Versuchen mit gesunden Probanden (Safron et al. 2007, Kranz und Ishai 2006, Ponseti et al. 2006 sowie Savic et al. 2005) als auch bei der Anwendung bei pädophilen Probanden (Ponseti et al. 2012) gezeigt. Da diese Studien eine wichtige Grundlage für die folgenden Ausführungen darstellen, werden sie im Kapitel 1.5 „Neurobiologische Korrelate sexueller Erregung und Orientierung“ ausführlich vorgestellt.

Es soll hier nur kurz das grundlegende Vorgehen dieser Studien erläutert werden. Die genannten Studien präsentierten allesamt ihren Probanden sowohl sexuell präferierte als auch sexuell nicht präferierte Reize und kontrastierten diese mit meist neutralen Reizen, während im gleichen Zuge die dadurch entstehenden hämodynamischen Hirnantworten mittels funktioneller Magnetresonanztomographie erfasst wurden. Mit dieser Vorgehensweise konnte gezeigt werden, dass die Präsentation sexuell präferierter Reize stärkere Aktivität in für sexuelle Erregung relevanten Hirnregionen evozierte als die Präsentation nicht präferierter Reize. Ponseti et al. (2006) sprechen in diesem Fall von der Definition eines „funktionellen Endophänotypus sexueller Präferenz“. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass bei der passiven Wahrnehmung sexueller Reize einer Manipulation der Ergebnisse durch die Probanden wenig Einhalt geboten werden kann.

Die Diskussion der bisherigen Verfahren zur Erfassung sexuellen Interesses zeigt:

- 1) Physiologische Messverfahren wie die PPG weisen Probleme in der Spezifität (Kalmus und Beech 2005), der Validität (McConaghy 1989), der ethischen Vertretbarkeit (Laws und Gress 2004), der technischen Durchführung sowie der Verfälschbarkeit (Marshall und Fernadez 2000) auf.
- 2) Selbstbeurteilungsverfahren bergen die Möglichkeit von Verfälschungen im Antwortverhalten im Sinne sozialer Erwünschtheit (Imhoff et al. 2010) und sind von unzureichender Validität (O'Donohue et al. 2000).
- 3) Verfahren, die auf Aufmerksamkeitsprozessen basieren (Eye-Tracking, CRT, Viewing Time) bieten einen vielversprechenden neuen Ansatz. Diese Verfahren sind weitestgehend unabhängig von der Aussage des Probanden.
- 4) Verfahren, die auf Bildgebung basieren, liefern einen Einblick in neurobiologische Korrelate sexuellen Interesses und konnten sexuelle Präferenz abbilden (Ponseti et al. 2006). Sie bieten allerdings bei der passiven Wahrnehmung sexueller Reize die Möglichkeit zur Manipulation.

Diese Studien bilden die Grundlage für die vorgestellte Arbeit, in der wir, darauf aufbauend einen neuen Ansatz zur Erfassung sexueller Orientierung eingeführt haben. In diesem Zuge nutzten wir ein indirektes Studiendesign für die Erfassung sexueller Orientierung, d.h. wir beschränkten uns nicht auf die alleinige Darbietung visueller sexueller Reize, sondern präsentierten simultan räumlich-kognitive Reize (Aufgabe zur mentalen Rotation). Die

Bearbeitung der Aufgabe zur mentalen Rotation lenkt dabei zielgerichtet die Gedanken des Probanden. Daher gehen wir von einer geringeren Variabilität der hämodynamischen Antworten aus, da die Manipulierbarkeit durch die Probanden eingeschränkt wird. Mit dieser Vorgehensweise ist eine bessere Differenzierung zwischen präferiertem und nicht präferiertem Reiz möglich. Da wir ebenfalls Verhaltensdaten bezüglich der Bearbeitungszeit und der Fehlerrate bei Aufgabe zur mentalen Rotation erfassten, kombinierten wir also aufmerksamkeitsbasierte Verfahren ähnlich dem CRT oder dem Eye-Tracking mit bildgebenden Verfahren. In den folgenden Kapiteln wird daher immer wieder sowohl auf behaviorale als auch auf hämodynamische Korrelate sexuellen Erlebens eingegangen. Da die Erfassung sexueller Orientierung in dieser Arbeit über die Präsentation präferierter und nicht präferierter sexueller Reize erfolgt, wird sich das folgende Kapitel mit der Verarbeitung solcher Reize beschäftigen. Nach einem kurzen Überblick zu Theorien zur Sexualität wird dabei ein Modell vorgestellt, dass die Verarbeitung visueller sexueller Reize informationstheoretisch abbildet.

## **1.3 Verarbeitung sexueller Reize**

### **1.3.1 Modelle zur Sexualität: Trieb, Motivation oder Emotion**

Schon seit vielen Jahrzehnten existieren verschiedenste Modelle zur Sexualität. Während in früheren Ansätzen häufig der reine Triebcharakter der Sexualität, vergleichbar mit Hunger und Durst, betont wurde, stehen heute eher Theorien bezüglich Sexualität als Motivation (Beach 1956, Pfaus 1996) bzw. Emotion (Everaerd 1988, Spiering und Everaerd 2007, Janssen et al. 2000) im Vordergrund.

Im Zusammenhang mit Sexualität als Motivation stellt Beach (1956) Theorien auf Basis von tierexperimentellen Untersuchungen vor. Er nimmt eine Einteilung eines sequentiellen Ablaufes von Sexualverhalten vor. Dabei beschreibt er ein Attraktionssystem mit einer appetitiven (präparatorischen), einer konsumatorischen (kopulatorischen) und einer postkonsumatorischen Komponente (Beach 1956). Pfaus (1996) stellte später fest, dass die appetitive und die konsumatorische Reaktion zeitlich nicht direkt trennbar sein müssen. Außerdem führt er an, dass im Gegensatz zu früheren „Triebtheorien“, bei denen interne Reize eine große Rolle spielen, ein sexuell kompetenter Stimulus vorhanden sein muss, um sexuelle Motivation auszulösen.

Im Vergleich dazu stellen Everaerd (1988), Spiering und Everaerd (2007) und Janssen et al. (2000) Theorien zur Sexualität als Emotion vor. Everaerd kommt in seiner Abhandlung „*sex*

*as an emotion*“ von 1988 zu dem Schluss, dass Sexualität in vielen Gesichtspunkten der Definition von Emotion entspricht. Er stützt sich hierbei auf die Definition von Emotion durch Ekman (1984) und integriert in diese den Begriff Sexualität: 1. Sexualität hat sich entwickelt um mit fundamentalen Lebensaufgaben umzugehen. 2. Der Anpassung an den Zweck entwickelten sich unterschiedliche Verhaltensmuster für jede Emotion. *Was* (Verhalten und physiologische Prozesse) also passiert und *wann* (Ereignisse die die Emotion hervorrufen) es passiert ist emotionsspezifisch unterschiedlich für Sexualität, Angst, Hass, Wut etc. 3. Es gibt für Sexualität ein zusammenhängendes Muster von Verhalten und physiologischen Prozessen, das mit prototypischen Ereignissen einhergeht. In Janssen (2007) ordnen Spiering und Everaerd Sexualität erneut unter den Emotionen ein. Da einige unserer Annahmen auf diesen Theorien basieren, werden diese im Kapitel 1.3.3 ausführlich vorgestellt.

### **1.3.2 Zu Theorien sexueller Erregung**

„Die sexuelle Reaktion ist beim Menschen grundsätzlich gekennzeichnet durch subjektive Gefühle sexueller Erregung und physiologische Veränderungen des Körpers (...)“ (Förstl 2006, S. 767). Um sexuelle Abläufe zu verstehen, ist der Begriff der sexuellen Erregung von Bedeutung. Diese definiert Everaerd als eine emotionale Erfahrung, die das Bewusstwerden einer autonomen sexuellen Erregung, die Erwartung einer Belohnung und ein motiviertes Verlangen umfasst (Everaerd 1989).

Eine Phaseneinteilung der menschlichen Sexualreaktion in Erregung, Plateau, Orgasmus und Rückbildung wurde von Masters und Johnson (1966) aufgestellt und später von Kaplan (1979) um die initiale Phase des sexuellen Verlangens ergänzt. Wie Förstl (2006) allerdings betont, gelten diese besonders auf genitalphysiologischen Veränderungen basierenden Modelle als nicht mehr vollständig. Spätere Modelle zur sexuellen Erregung bieten differenziertere Betrachtungsweisen an.

Schon früh beschäftigte sich Singer (1984) mit der Erfassung von Prozessen sexueller Erregung. Dabei nahm er eine Trichotomie sexueller Erregung aus einer „ästhetischen Antwort“, einer „annähernden Antwort“ und einer „genitalen Antwort“ an. Die „ästhetische Antwort“ wird mit dem hedonistischen Gefühl als Antwort auf einen sexuellen Stimulus (ein attraktives Gesicht oder eine angenehme Stimme) in Verbindung gebracht. Ausdruck dieses Prozesses könnte dann zum Beispiel die Bemühung sein, den sexuellen Stimulus im Blick zu behalten. Die „annähernde Antwort“ beinhaltet zielgerichtete Körperbewegungen zum

sexuellen Objekt hin und den Wunsch Körperkontakt zu erreichen. Die „genitale Antwort“ umfasst autonom-somatische Komponenten wie genitale Schwellung, Änderungen der Herz- bzw. Atemfrequenz, des Muskeltonus und so weiter. Die Beschreibung von Rosen und Beck (1988) von sexueller Erregung als Triade aus psychologischen, physiologischen und Verhaltenskomponenten zeigt zwar eine andere Dreiteilung sexueller Erregung, bietet aber offensichtliche Überschneidungen, da auch schon die Einteilung von Singer Verhaltenskomponenten, psychologische sowie physiologische Prozesse umfasst. In einem Modell der dualen Kontrolle von Bancroft und Janssen wird das Zusammenspiel zwischen sexueller Exzitation und Inhibition in Bezug auf sexuelle Erregung und damit einhergehendes Verhalten erläutert (Bancroft 2009). Die Gewichtung von exzitatorischen und inhibitorischen Prozessen bestimmt laut diesem Modell, ob eine sexuelle Antwort bei einem Individuum zu einem bestimmten Zeitpunkt erfolgt oder nicht. Dabei wird die individuelle Variabilität dieser Prozesse betont.

Sexualität unterliegt nach einem Ansatz von Bancroft (2009) einem psychosomatischen Zyklus. Auf die Wahrnehmung eines sexuellen Reizes, beeinflusst durch bewusste sowie unbewusste Prozesse, folgt eine Aktivierung im limbischen System. Über das limbische System wird das spinale und peripher-neuronale System aktiviert und führt zur genitalen und weiteren peripheren Erregung. Durch bewusste Wahrnehmung der Erregung des eigenen Körpers kommt es erneut zu kognitiven Bewertungsprozessen, im Rahmen derer wieder das limbische System aktiviert wird. Es folgt wiederum eine spinale und peripher neuronale Antwort, die zu motiviertem sexuellem Verhalten und zum Orgasmus mit anschließender Refraktärphase führt. Ein Einstieg in diesen Kreislauf ist an verschiedenen Punkten möglich (z.B. erotische Imagination, optischer Reiz, taktile Stimulation), der Kreislauf muss nicht immer alle Elemente umfassen und ist an vielen Stellen stör- bzw. unterbrechbar (Förstl 2006). Durch diesen Kreislauf wird deutlich, dass sexuelles Verlangen der sexuellen Erregung vorangeht, dieser wiederum ein sexueller Stimulus. Die Beschäftigung mit der Verarbeitung visueller sexueller Stimuli, die in dem beschriebenen Zyklus einen möglichen Anstoßpunkt darstellen, ist also grundlegend für das Verständnis sexueller Erregung und sexuellen Verhaltens.

Zum genaueren Verständnis von Prozessen sexueller Erregung sind neurobiologische Erkenntnisse zu Vorgängen im zentralen Nervensystem, neue Konzepte der Informationsverarbeitung sowie Modelle zur Emotions-Kognitions-Interaktion aktuell von Wichtigkeit (Förstl 2006). Da diese Erkenntnisse auch für die vorliegende Arbeit wichtig

sind, werden in den beiden folgenden Kapiteln zunächst die psychologischen Ansätze beschrieben. Im Kapitel 1.5. werden aktuelle neurobiologische Arbeiten zu diesem Thema vorgestellt und diskutiert.

### **1.3.3 Verarbeitung visueller sexueller Reize**

Janssen et al. (2000) stellen, wie unter Kapitel 1.3.1. bereits erwähnt, eine Beziehung zwischen Prinzipien emotionaler Verarbeitung und Verarbeitung sexueller Reize heraus. Prinzipien, die sie aus der Theorie der Verarbeitung emotionaler Reize übertragen, sind die „Vielfalt der Bedeutungen“ (Janssen et al. 2000, S. 1) und die „Interaktion automatischer und kontrollierter Prozesse“ (Janssen et al. 2000, S. 1). Unter „Vielfalt der Bedeutungen“ ist zu verstehen, dass sexuelle Stimuli mehr als eine Bedeutung haben können. Sexuelle Erregung kann dabei mit anderen Emotionen guter (Freude) oder schlechter Natur (Angst, Wut) einhergehen. Unterschiedliche Bedeutungen sexueller Stimuli können unterschiedliche physiologische- und Verhaltensreaktionen bzw. Erfahrungen hervorrufen (Everaerd et al. 2000). Bei der „Interaktion automatischer und kontrollierter Prozesse“ geht es bei Janssen et al. (2000) um die Auffassung, dass sich verschiedene Level kognitiver Verarbeitung auf subjektive und physiologische Komponenten sexueller Erregung unterschiedlich auswirken. Automatische Prozesse werden nach Schneider und Shiffrin (1977) als schnell, parallel ablaufende, unbewusste Prozesse bezeichnet, die wenig oder keine Aufmerksamkeitskapazität verbrauchen. Die Bezeichnung „automatisch“ rührt daher, dass diese Prozesse weitestgehend unabhängig von den Intentionen und dem Bewusstsein einer Person ablaufen. Kontrollierte Prozesse können hingegen bewusst vom Individuum vollzogen werden, laufen seriell ab und benötigen Aufmerksamkeitskapazität. Daher sind diese Prozesse laut Schneider und Shiffrin (1977) limitiert.

Spiering und Everaerd (2007) gehen davon aus, dass neutrale Reize ausschließlich kontrolliert und bewusst wahrgenommen werden. Sexuelle Reize können sowohl automatisch als auch kontrolliert verarbeitet werden. Hier wird eine Analogie zu anderen evolutionär bedeutsamen Reizen aufgezeigt, z.B. die Angstreaktion auf Spinnen oder Schlangen (Öhman et al. 2001), die auch automatisch verarbeitet werden können. Spiering und Everaerd (2007) entwickelten aufbauend auf Janssen et al.s (2000) emotionstheoretischer Einordnung ein Modell für die Informationsverarbeitung sexueller Reize als Interaktion kontrollierter und automatischer Prozesse, die schließlich subjektive sexuelle Erregung auslösen.

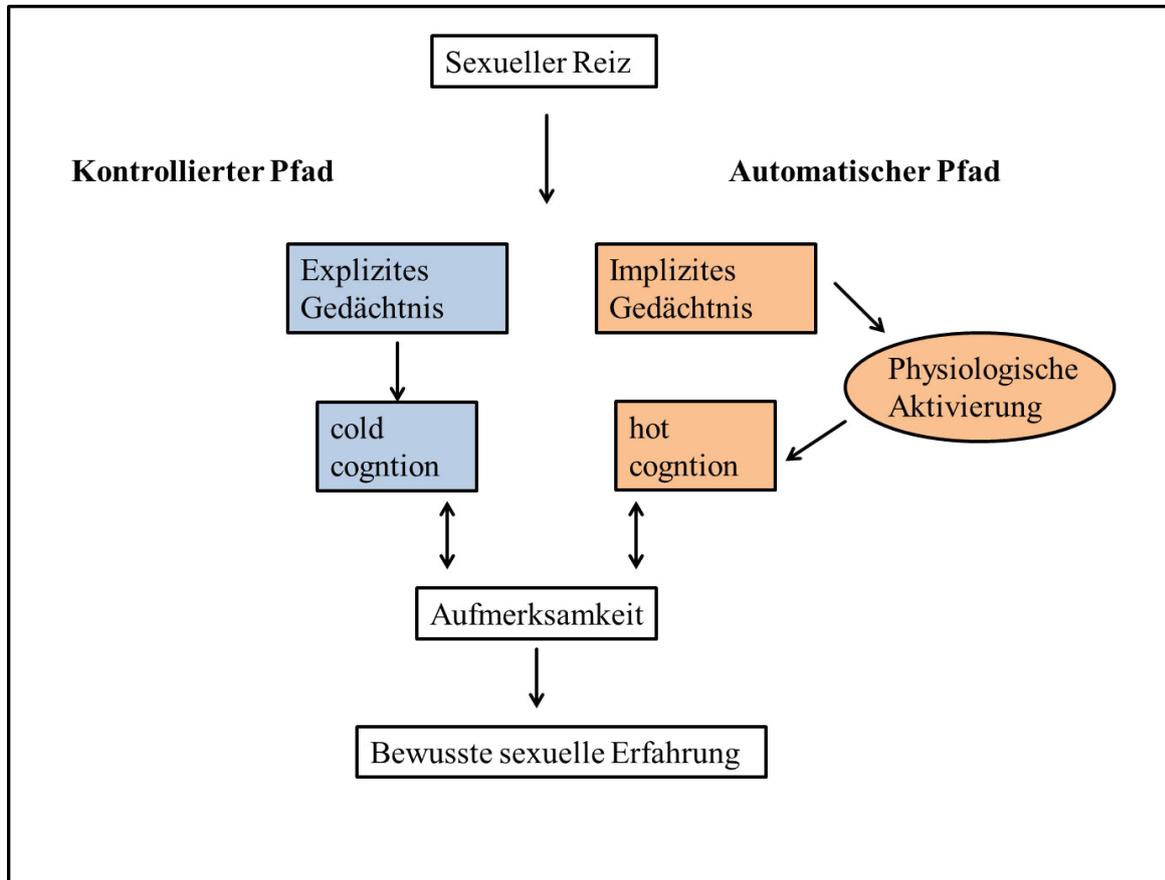
Die Analogie von Prozessen sexueller Verarbeitung und Prozessen emotionaler Verarbeitung spielt auch für dieses Modell eine wichtige Rolle. Emotionale (bzw. sexuelle) Prozesse hängen laut Spiering und Everaerd (2007) von der Bewertung des Stimulus ab. Ein Stimulus ist nicht von selbst sexuell, ihm kommt erst durch seine Verarbeitung und Bewertung eine sexuelle Bedeutung zu. Diese Bewertung umfasst auch Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsprozesse, die in gegenseitiger Wechselwirkung stehen. Bezüglich der Gedächtnisprozesse gilt es, das implizite (prozedural) vom expliziten (deklarativ) zu unterscheiden (Squire 1992; Tulving und Schacter 1990). Wichtig ist dabei, dass das explizite Gedächtnis bewusst zugänglich ist, das implizite nicht. In Bezug auf sexuelle Inhalte umfasst das explizite Gedächtnis Erinnerungen an sexuelle Begegnungen, Einstellungen gegenüber Sexualität, sexuelle Fantasien sowie Abwägungen über „Kosten“ und „Nutzen“ von Sexualität. Darüber definiert ein Individuum einen Stimulus als sexuell. Implizites sexuelles Gedächtnis bezieht sich auf angeborene sexuelle Reflexe, automatisierte sexuelle Abläufe und klassisch konditionierte Empfindungen (Spiering und Everaerd 2007).

Im Folgenden werden beide möglichen Pfade der Verarbeitung sexueller Reize, der kontrollierte sowie der automatische, beschrieben und schematisch dargestellt. Beide Pfade können nebeneinander ablaufen, d.h. eine Information kann automatisch und kontrolliert verarbeitet werden.

**Automatischer Pfad:** Sexuelle Stimuli ziehen, nach den Prinzipien automatischer Verarbeitung, Aufmerksamkeit auf sich. Es folgt die Phase des Abgleichens der Reizmerkmale mit sexuellen Inhalten unter Einbeziehung des impliziten Gedächtnisses. Fällt diese zugunsten des sexuellen Charakters des Reizes aus, erfolgt eine genitale sexuelle Erregung. Über *bodily feedback*, die Wahrnehmung der körperlichen Erregung, entsteht nun die bewusste Erfahrung dieser Erregung, von den Autoren als *hot cognition* bezeichnet. Daraus resultiert dann die subjektive Erfahrung sexueller Erregung.

**Kontrollierter Pfad:** Wenn ein sexueller Reiz bewusst Aufmerksamkeit auf sich zieht, handelt es sich um den kontrollierten Pfad. Es erfolgt ein Abgleich der Reizmerkmale mit Inhalten des expliziten Gedächtnisses. Wird dabei der Reiz als emotional (sexuell) eingeschätzt, entsteht nach Spiering und Everaerd (2007) eine sogenannte *cold cognition*. Daraufhin resultiert eine bewusste subjektive sexuelle Erfahrung. Die folgende Abbildung zeigt das eben beschriebene Modell schematisch.

In diesem Modell wird die Aktivierung einer sexuellen Antwort als Interaktion von automatischen und kontrollierten Prozessen angesehen. In einer ersten Verarbeitungsstufe aktiviert ein sexueller Stimulus automatisch ein sexuelles Netzwerk. Danach folgt die bewusste Wahrnehmung der Stimulus und löst kontrollierte Prozesse aus (Spiering et al. 2002).



**Abb. 1.3.3: Verarbeitung sexueller Reize modifiziert nach Spiering und Everaerd (2007)**

In unserem Studiendesign präsentierten wir den Probanden sexuelle Reize aus dem NRP-Set (*Not Real People visual stimuli*-Set, Gress und Laws 2004). Dieses Set wird in Kapitel 3.2.2 noch ausführlich vorgestellt, hier soll nur kurz erwähnt werden, dass es sich um Bilder nackter Personen mit nicht explizit sexuellem Inhalt, handelt.

Da in unserer Studie sexuelle Stimuli verwendet wurden, die bewusst wahrgenommen wurden, gingen wir von einer automatischen und kontrollierten Verarbeitung aus. Daraus resultiert unter anderem eine *cold cognition* beim Probanden, die nicht zwangsläufig zu einer sexuellen Erregung im physiologischen Sinn führt. Außerdem unterliegt die kontrollierte Verarbeitung auch limitierten Aufmerksamkeitskapazitäten. Die automatische Reizverarbeitung findet diesen Reizen gegenüber auch statt. Unserer Annahme nach wird aber bei den gezeigten, nicht explizit sexuellen Reizen, nicht zwangsläufig eine bewusst

wahrnehmbare physiologische sexuelle Erregung induziert. Everaerd und Spiering (2007) formulieren in ihrem Artikel spezifische Fragen, die die *hot cognition* und die *cold cognition* beim Probanden betreffen. Die Frage zur *hot cognition* zielt dabei auf die sexuelle Erregung ab: “In welchem Maße fühlen sie sich in diesem Moment sexuell erregt?“ (Spiering und Everaerd 2007, S. 177). Dagegen dreht sich die Frage zur *cold cognition* um die eigene Wahrnehmung des sexuell erregenden Charakters des Stimulus: “In welchem Maße finden Sie das zuletzt gezeigte Bild sexuell erregend?“ (Spiering und Everaerd 2007, S. 177). In unserem Design liegt das Augenmerk besonders auf den *cold cognitions*, da wir uns weniger mit sexueller Erregung als mehr mit sexuellem Interesse als Ausprägung sexueller Orientierung auseinandersetzen.

Everaerd und Spierings Modell der Verarbeitung sexueller Reize liefert somit Grundlagen, sowohl für unsere behavioralen Hypothesen als auch für unsere Hypothesen zu hämodynamischen Veränderungen während der Präsentation sexueller Reize. Everaerd und Spiering entwarfen auch ein Modell von an der Verarbeitung sexueller Reize beteiligten Hirnregionen. Dieses ist allerdings, wie die Autoren selbst bestätigen, theoretischer Natur und wenig empirisch begründet. Außerdem bezieht es sich durch seine Hauptquelle bei LeDoux (1996) auf Emotionen und nicht speziell auf Sexualität. Es wird an dieser Stelle nicht vorgestellt, da in folgenden Kapiteln noch ausgiebig Modelle zu neuronalen Korrelaten sexueller Erregung vorgestellt werden, die ihren Ursprung in einer Fülle von bildgebenden Studien zu diesem Thema haben.

## **1.4 Simultane Darbietung sexueller und kognitiver Reize**

### **1.4.1 Verhaltensebene der simultanen Darbietung sexueller und kognitiver Reize**

Für unser Studiendesign spielen Aufmerksamkeitsprozesse und ihre Limitierung eine wichtige Rolle, da wir unseren Probanden konkurrierende Reize präsentierten (sexuelle Reize, kognitive Reize), für deren Verarbeitung wir eine limitierte Aufmerksamkeitskapazität annahmen. Außerdem spielen Aufmerksamkeitsprozesse eine entscheidende Rolle bei der Entstehung und Aufrechterhaltung der sexuellen Erregung. Prause et al. (2008) zeigten, dass das Ausmaß, der durch einen sexuellen Stimulus hervorgerufenen sexuellen Erregung, von der Höhe der Aufmerksamkeitszuweisung auf diesen Stimulus abhängt. Diese Annahmen nutzten wir um bei heterosexuellen männlichen Probanden die Präferenz für unterschiedliche sexuelle Stimuli zu erfassen.

*„Jeder weiß, was Aufmerksamkeit ist. Es ist die Besitzergreifung des Geistes, in deutlicher und lebhafter Weise, von einem von anscheinend mehreren gleichzeitig möglichen Objekten oder Gedankengängen. Zuwendung und Konzentration des Bewusstseins gehören zu ihren Voraussetzungen. Sie impliziert Vernachlässigung einiger Dinge, um andere besser verarbeiten zu können, und sie ist ein Zustand mit einem echten Gegenteil, nämlich dem verwirrten, benommenen, zerstreuten Zustand, der auf Französisch distraction und auf Deutsch Zerstretheit heißt.“* William James, Principles of Psychology (1890), S. 403-404

Trotz und gerade weil dieses berühmte Zitat schon so häufig bemüht wurde um Grundprinzipien von Aufmerksamkeitsprozessen verständlich zu machen, ist es sinnvoll, James Aussage von 1890 zu Beginn anzuführen. James betont hier nämlich bereits einen grundlegenden Ansatz begrenzter Aufmerksamkeit durch das Erwähnen der *„Vernachlässigung einiger Dinge, um andere besser verarbeiten zu können“*. Diese Vorstellung gilt nach heutigen Erkenntnissen teilweise immer noch. Jedoch gibt es aktuell komplexere Ansätze zur Informationsverarbeitung, die dazu genauere Differenzierungen vornehmen. Diese werden im Folgenden erläutert und liefern einen ersten Eindruck, was bei der Darbietung konkurrierender Reize auf Ebene der Informationsverarbeitung stattfindet.

Für unser Studiendesign ist es nun interessant, wie Aufmerksamkeitsprozesse sich verhalten, wenn mehrere Reize um die Aufmerksamkeit konkurrieren. Kahnemann (1973) stellte in „Attention and Effort“ die Frage nach der Begrenzung von Aufmerksamkeitsprozessen: *„Können zwei simultane aber unabhängige Inputs gleichzeitig verarbeitet werden?“* (Kahnemann 1973, S. 136). Er führt in dem zitierten Werk ein Kapazitätsmodell der Aufmerksamkeit ein. Grundsätzlich geht er hier von jederzeit limitierten Kapazitäten der Aufmerksamkeit aus. Darum müssen diese Kapazitäten in Bezug auf bestimmte Situationen selektiert werden. Er greift dabei in Grundzügen die „Filtertheorie des menschlichen Informationsverarbeitungssystems“ von Broadbent auf (Broadbent 1958). Menschliches Informationsverarbeitungsvermögen ist laut den Autoren wie durch einen Kanal mit endlicher Kapazität begrenzt. Aufmerksamkeit wird als selektiver und durch Informationsbegrenzung charakterisierter Prozess beschrieben.

Desimone und Duncan (1995) beschäftigten sich mit Aufmerksamkeitsprozessen in Bezug auf visuelle Stimuli. Laut den Autoren konkurrieren parallel dargebotene Reize um limitierte Verarbeitungskapazitäten wenn eine kontrollierte Verarbeitung der Reize erfolgt. Dabei spielt der Begriff der Selektivität eine große Rolle, die als die Fähigkeit, ungewollte Information

herauszufiltern, beschrieben wird. Die Autoren führen den Begriff des Aufmerksamkeitsbias ein, der dafür steht, dass ein konkurrierender Reiz für die Verarbeitung ausgewählt wird. Dies kann sowohl durch „bottom-up“ Prozesse (Analyse von Reizmerkmalen) als auch durch „top-down“ (kognitive Einflüsse auf die Wahrnehmung) Prozesse vermittelt sein. Bundesen (1990) beschreibt die Selektion von Reizmerkmalen als Kategorisierung von Wahrnehmungen. Die Geschwindigkeit der Verarbeitung eines Stimulus wird durch Reizmerkmale bestimmt, die passenden Kategorien zugeordnet werden können. Außerdem spielt der Grad der Pertinenz (Übereinstimmung der zugewiesenen Kategorie mit der Zielkategorie) eines Reizes eine Rolle. Diese Prozesse müssen auch bei der Aufmerksamkeitszuweisung in Bezug auf sexuelle Reize stattfinden. Da Prause et al. (2008) zeigen, dass das Ausmaß, der durch einen sexuellen Stimulus hervorgerufenen sexuellen Erregung, von der Höhe der Aufmerksamkeitszuweisung auf diesen Stimulus abhängt, sind diese Prozesse für sexuelle Erregung von hoher Bedeutung. In diesem Zusammenhang wird der Begriff der Salienz eines Reizes eingeführt. Salienz (Auffälligkeit) bedeutet, dass ein Reiz aus dem Kontext hervorgehoben wird und dadurch dem Bewusstsein leichter zugänglich ist als ein nicht-salienter Reiz. Die Salienz eines Reizes bestimmt somit die Aufmerksamkeitszuweisung. Die Salienz eines Reizes hängt von seiner Intensität, Neuigkeit, Bedürfnis-Relevanz (*biological need*) und seiner ökologischen Validität ab. Wir vermuten, dass diese Bedürfnis-Relevanz, und somit die Salienz eines sexuellen Reizes in hohem Maße mit der sexuellen Orientierung des jeweiligen Individuums zusammenhängt. Die Motivation der wahrnehmenden Person spielt ebenfalls eine Rolle für die Wahrnehmung eines Reizes (Stroebe 2002).

#### **1.4.1.1 Limitierte Aufmerksamkeitskapazitäten für kontrollierte Reize**

Schneider und Shiffrin (1977) entwickelten ein sehr differenzierteres Modell von Aufmerksamkeitsprozessen, das die Grundlage für viele weitere Theorien liefert. Es verdeutlicht im Vergleich zu früheren Theorien, dass Aufmerksamkeit limitiert sein kann, oder nicht. Dies hängt davon ab wie der entsprechende Reiz verarbeitet wird. Nach Schneider und Shiffrin (1977) haben nur kontrollierte Prozesse der Informationsverarbeitung limitierte Aufmerksamkeitskapazität. Wie bereits im Kapitel über die Verarbeitung sexueller Reize beschrieben, unterscheiden Schneider und Shiffrin (1977) automatische und kontrollierte Prozesse bei der menschlichen Informationsverarbeitung. Während automatische Prozesse schnell, unbewusst und parallel ablaufen können, werden kontrollierte Prozesse als langsamer, bewusst und seriell ablaufend beschrieben. Daraus resultiert laut den Autoren, dass kontrollierte Prozesse einer limitierten Aufmerksamkeitskapazität unterliegen, automatische

nicht. Solche kontrollierten Prozesse umfassen beispielsweise Entscheidungen, Übungen und Abrufen von Kurz- und Langzeitgedächtnis, also bewusste kognitive Prozesse. Unter diese Art Prozess fällt auch die Aufgabe zur mentalen Rotation, bei der der Proband aktiv und bewusst Würfelfiguren mental rotieren und dann eine Entscheidung bezüglich ihrer Einordnung treffen muss. Automatische Prozesse betreffen laut Schneider und Shiffrin beispielweise die Informationsverarbeitung bezüglich einer roten Ampel, die bei einem Autofahrer Bremsverhalten auslöst. Neutrale Reize (in unserer Studie die Aufgabe zur mentalen Rotation) werden nach Spiering und Everaerd (2007) ausschließlich über den kontrollierten Pfad verarbeitet, sexuelle Reize können auf beiden Pfaden verarbeitet werden. Wird ein sexueller Stimulus bewusst wahrgenommen, triggert er kontrollierte Prozesse (Spiering et al. 2002).

Wir gehen daher davon aus, dass die bewusst wahrgenommenen Reize unseres Studiendesigns, also sowohl die sexuellen als auch die kognitiven Reize, auch kontrolliert verarbeitet werden und somit um die limitierte Aufmerksamkeitskapazität konkurrieren.

#### **1.4.1.2 Sexual Content Induced Delay (SCID)**

Nun bleibt die Frage, auf welche Weise sich diese Konkurrenz um Aufmerksamkeitskapazitäten auf die jeweiligen Verarbeitungsprozesse auswirkt. Wir setzten in unserem Studiendesign einen sexuellen Reiz als Distraktor ein, der die Probanden beim Lösen der Aufgabe zu mentalen Rotation stört. Diese Annahme beruht darauf, dass sexuelle Signale, Informationsprozesse verlangsamen können. Dieses Phänomen nennt sich Sexual Content Induced Delay (SCID), d.h. durch sexuelle Inhalte induzierte Verzögerung (Geer und Bellard 1996). Eine mögliche Erklärung für dieses Phänomen ist eine Verzögerung bei Entscheidungsprozessen bezüglich erotischer Stimuli (Geer und Bellard 1996; Geer und Melton 1997). Es wird angenommen, dass der SCID-Effekt auftritt, wenn ein salienter sexueller Reiz Aufmerksamkeitsprozesse triggert (beansprucht) und damit mit anderen zu verarbeitenden Reizen/Aufgaben um die limitierten Aufmerksamkeitskapazitäten (zur Verarbeitung kontrollierter Reize) konkuriert bzw. interferiert. Dies führt zur Verzögerung in der Aufgabenbearbeitung (vgl. Gress et al. 2009, S. 89).

Gress et al. (2013) interpretieren die Ausprägung des SCID-Effekts als Maß der Beeinflussung von Selbstregulationsmechanismen. Der SCID-Effekt scheint in Relation zu sexuellem Verlangen zu stehen (Conaglen 2004, Mokros et al. 2010). Sowohl Conaglen als auch Mokros et al. konnten zeigen, dass präferierte sexuelle Stimuli stärkere Verzögerungen bei der Lösung kognitiver Aufgaben hervorriefen als weniger präferierte.

Aus den erläuterten Theorien zu Aufmerksamkeitsprozessen in Kombination mit Theorien zur Verarbeitung sexueller Reize kann Folgendes abgeleitet werden:

- 1) Kontrollierte Prozesse der Informationsverarbeitung unterliegen limitierten Aufmerksamkeitsprozessen (Schneider und Shiffrin 1977).
- 2) Bewusste kognitive Prozesse werden kontrolliert verarbeitet (Schneider und Shiffrin 1977).
- 3) Sexuelle Reize können sowohl kontrolliert als auch automatisch verarbeitet werden (Spiering und Everaerd 2007).
- 4) Wenn sexuelle Reize bewusst wahrgenommen werden, werden sie auch kontrolliert verarbeitet (Spiering et al. 2002).
- 5) Konkurrieren sexuelle mit kognitiven Reizen, zeigt sich das Phänomen des Sexual Content Induced Delay (SCID) (Geer und Bellard 1996).
- 6) Das SCID fällt bei präferierten sexuellen Reizen stärker aus als bei nicht präferierten (Conaglen 2004, Mokros et al. 2010).

Unter der Annahme dieser Aussagen, kann in einem experimentellen Design in dem sexuelle Reize mit kognitiven Reizen konkurrieren, durch die Interpretation von Verhaltensdaten sexuelle Präferenz erfasst werden.

#### **1.4.2 Häodynamische Ebene der simultanen Darbietung sexueller und kognitiver Reize**

Die simultane Darbietung von kognitiven und sexuellen Reizen lässt nicht nur die Interpretation behavioraler Ergebnisse zu, sondern liefert auch in der Literatur beschriebene spezifische Interaktionen auf häodynamischer Ebene. Die Kenntnis über diese Interaktionen kann auch genutzt werden um sexuelle Orientierung abzubilden.

Die Analogie zwischen Sexualität und Emotion liefert eine Grundlage zu Annahmen über die Interaktion zwischen kognitivem Reiz und sexuellen Reiz. Wie bereits im Kapitel 1.3 ausführlich vorgestellt, kann Sexualität unter den Emotionen eingeordnet werden (Everaerd 1988, Spiering und Everaerd 2007). Somit können Modelle zur Emotions-Kognitions-Interaktion auf Annahmen über Sexualitäts-Kognitions-Interaktion übertragen werden.

Die Forschung auf dem Gebiet der Emotions-Kognitions-Interaktion hat eine lange Tradition, nicht nur in der Neurowissenschaft sondern vor allem in der Psychologie. Erkenntnisse dazu, die hauptsächlich auf Verhaltensdaten basieren, wie z.B. das SCID wurden bereits in Kapitel 1.2.3 zu Aufmerksamkeitsprozessen bei konkurrierenden Reizen vorgestellt. Das folgende

Kapitel fokussiert daher auf Studien zur Emotions-Kognitions-Interaktion unter Verwendung bildgebender Verfahren. Die Ergebnisse dieser Studien stellen eine wichtige Grundlage für die Annahmen zu hämodynamischen Reaktionen bezogen auf unser Studiendesign dar.

Die Emotions-Kognitions-Interaktion wurde auf hämodynamischer Ebene in zahlreichen Studien untersucht. Eine wesentliche Erkenntnis bezüglich der Interaktion zeigt sich im Sinne einer Suppression der emotionalen Hirnantwort durch die Anwesenheit eines kognitiven Reizes. Die exemplarische Vorstellung ausgewählter Studien soll dies verdeutlichen.

In einem Review beschrieben Drevets et al. (1998) den aktuellen Stand der damaligen Forschung zur Interaktion von Emotion und Kognition im Bereich der Bildgebungsforschung. Dabei entwickelten sie Hypothesen zur reziproken Suppression des zerebralen Blutflusses bei emotionalen und kognitiven Prozessen. Es wurde gezeigt, dass als Reaktion auf emotionsbezogene Aufgaben, die für emotionale Verarbeitung angenommenen Hirnregionen einen erhöhten Blutfluss im Vergleich zu den Kontrollbedingungen der einbezogenen Studien zeigten. Weiter zeigte sich ein erniedrigter Blutfluss in diesen Hirnregionen, während des Bearbeitens einer Aufmerksamkeit auf sich ziehenden, kognitiven Aufgabe. Die Autoren nahmen auf dieser Basis ein Modell der Emotions-Kognitions-Interaktion an, das mit einer verminderten emotionalen Aktivität bei höheren kognitiven Prozessen einhergeht (Drevets et al. 1998). Im Gegensatz dazu zeigten die Ergebnisse einen erhöhten Blutfluss während des Bearbeitens einer Aufmerksamkeit auf sich ziehenden, kognitiven Aufgabe in den, in diesem Review für die Verarbeitung kognitiver Prozesse angenommenen Hirnregionen. Während experimentell induzierten pathologischen emotionalen Zuständen wurde in diesen für kognitive Prozesse angenommenen Regionen ein erniedrigter Blutfluss gemessen. Die Autoren folgerten daraus, dass die neuronale Aktivität in kognitionsrelevanten Arealen während intensiver emotionaler Zustände (extreme Angst, schwere Depression) supprimiert ist (Drevets et al. 1998). Die von Drevets et al. (1998) zusammengefassten Erkenntnisse ließen sich in späteren Studien, wie z.B. von Blair et al. (2007) teilweise bestätigen. Die Autoren untersuchten den Einfluss von zielgerichteten Prozessen (im Sinne der Verarbeitung einer kognitiven Aufgabe) auf die hämodynamischen Antworten in Bezug auf emotionale Bilder und umgekehrt. Dazu präsentierten sie 22 gesunden Probanden (10 Männer, 12 Frauen) neutrale oder emotionale Bilder (*IAPS-International Affective Picture System*) mit oder ohne simultaner Darbietung einer kognitiven Aufgabe (Vergleich der Anzahl von Ziffern). Dabei zeigten sie, dass die kognitive Aufgabe die hämodynamische Antwort auf emotionale Bilder

störte. Die hämodynamische Antwort nahm im inferioren Frontalkortex und der bilateralen Amygdala ab, wenn die Belastung durch zielgerichtete Prozesse zunahm. Sie zeigten außerdem auf der Verhaltensebene, dass emotionale Distraktoren zielgerichtete Prozesse stören. Die Probanden zeigten langsamere Reaktionszeiten bei der simultanen Darbietung emotionaler Bilder als bei der Darbietung neutraler Bilder. Dies galt sowohl für positive sowie für negative emotionale Distraktoren.

Aktuelle Studien bestätigen die Annahme der Suppression der emotionalen Hirnantwort durch kognitive Inhalte. Kellermann et al. (2012) führten eine fMRT Studie zur Modulation der Verarbeitung emotionaler Stimuli durch kognitive Anforderungen mit 36 (17 Frauen, 19 Männer) gesunden Probanden durch. Den Probanden wurden Finger-Sequenzen präsentiert, die sie sich merken sollten. Nach einer kurzen Pause wurden ihnen dann emotionale Bilder oder ein grüner Punkt präsentiert. Die Probanden sollten die erinnerte Finger-Sequenz reproduzieren sobald das Bild verschwunden war. Die Analyse, der dabei involvierten hämodynamischen Antworten, zeigte ähnliche Ergebnisse wie bei Drevets et al. (1998), diese Ergebnisse konnten das reziproke Verhalten von Emotion und Kognition bestätigen. Die Analyse zeigte, dass mit zunehmenden kognitiven Anforderungen, neuronale Antworten in Amygdala und orbitofrontalem Kortex (OFC) auf Bilder mit emotionalem Inhalt abnahmen.

Die exemplarisch aufgeführten Studien bestätigen eine hämodynamisch darstellbare Emotions-Kognitions-Interaktion im Sinne einer

- 1) Suppression der emotionalen Hirnantwort durch kognitive Reize (Drevets et al. 1998, Kellermann et al. 2012, Blair et al. 2007).  
⇒ Annahme: Im Sinne der Analogie von Sexualität und Emotion (Everaerd 1988) erfolgt eine Suppression der sexuellen Hirnantwort durch kognitive Reize.
- 2) Suppression der kognitiven Hirnantwort durch intensive emotionale Zustände (extreme Angst, schwere Depression) (Drevets et al. 1998).

Da die in den beschriebenen Studien ermittelten Hirnregionen sich auf emotionale Stimuli beziehen, können wir für unser Design mit sexuellen Reizen nur das Modell, nicht aber die ermittelten Hirnregionen der reziproken Emotions-Kognitions-Interaktion adaptieren. Hirnregionen, die mit sexueller Erregung und Interesse in Verbindung stehen, werden in Kapitel 1.5. erläutert. Für diese wird, aufgrund der Analogie von Emotion und Sexualität das eben erläuterte Modell angewendet.

Eine Sexualitäts-Kognitions-Interaktion in unserem Design könnte sich in einer Suppression der Gehirnaktivität in Arealen für die Verarbeitung sexueller Reize durch die simultane Präsentation des kognitiven Reizes äußern. Wir nehmen außerdem an, dass die Suppression der sexuellen Verarbeitung dann weniger stark ausgeprägt ist, wenn der präferierte Reiz gezeigt wird, da dieser stärkere Salienz besitzt. Dies würde eine Differenzierung zwischen präferiertem und nicht präferiertem Reiz möglich machen. Da Verarbeitungen der sexuellen Reize, die wir unseren gesunden heterosexuellen Probanden präsentierten nicht mit einer pathologischen Emotion wie bei Drevets et al. (1998) zu vergleichen sind, ist die Suppression der Gehirnaktivität in Arealen für kognitive Prozesse durch die sexuellen Stimuli nicht unbedingt zu erwarten. Die Ergebnisse von Blair et al. (2007), d.h. langsamere Reaktionszeiten bei der simultanen Darbietung emotionaler Bilder und einer kognitiven Aufgabe, lassen aber, wie schon beim SCID deutlich wird (Geer und Bellard 1996) vermuten, dass Emotionen bzw. sexuelle Reize die Bearbeitung einer kognitiven Aufgabe stören. Dies kann jedoch nicht automatisch mit einer erniedrigten Hirnaktivität in den kognitive Prozesse verarbeitenden Hirnregionen in Verbindung gebracht werden. Als Folge der Störung der kognitiven Prozesse könnte ebenfalls eine verstärkte Rekrutierung kognitiver Areale resultieren (Kompus et al. 2009).

Das Kapitel zur Emotions-Kognitions-Interaktion zeigt, dass sowohl auf Verhaltensebene als auch auf hämodynamischer Ebene eine Interaktion zwischen kognitivem und sexuellem Reiz erfolgt, die zur Differenzierung zwischen präferiertem und nicht präferiertem Reiz genutzt werden kann. Grundlage für die Interpretation der hämodynamischen Ergebnisse ist die Kenntnis der neurobiologischen Korrelate der Verarbeitung sexueller und kognitiver Reize. Diese wird in den folgenden Kapiteln ausführlich erläutert.

## **1.5 Neurobiologische Korrelate sexueller Erregung und Orientierung**

In den vergangenen Jahrzehnten wurde mittels zahlreicher Methoden versucht, neurobiologische Korrelate sexueller Erregung zu erfassen. Das Wissen über neurobiologische Korrelate sexueller Erregung basierte in früheren Studien, wie beispielsweise in Arbeiten von Meisel und Sachs (1994), auf tierexperimentellen Daten. Inzwischen sind aber auch einige Studien mit menschlichen Probandengruppen unter Nutzung verschiedenster methodischer Ansätze durchgeführt worden. Redouté et al. (2000) berichten über elektroenzephalographische Studien wie Cohen et al. (1985), bei denen gesunden Rechtshändern visuelle sexuelle Stimuli präsentiert wurden, die zu rechts temporalen

Aktivierungen und verstärkter rechts-links-Asymmetrie temporaler Aktivität führten. Mittels der Erfassung sexueller subjektiver Erfahrungen und körperlicher Reaktionen konnten in Zusammenhang mit fokalen epileptischen Anfällen Schlüsse auf betroffene neuronale Netzwerke gezogen werden. Fokale epileptische Anfälle, die mit genitalen Empfindungen (begleitet von Wohlempfinden oder Angst) einhergingen, konnten mit temporalen Regionen und limbischen Strukturen in Verbindung gebracht werden (Landré et al. 1993). Für motorische Ausprägungen der fokalen Anfälle (z.B. Patient griff nach seinen Genitalien) wurden Entladungen im anterioren Cingulum (ACC) identifiziert. Hinweise für neurobiologische Korrelate sexueller Erregung lieferten außerdem Studien zu Hirnläsionen. So zeigten beispielsweise neurochirurgische Studien eine Beteiligung von frontalen und temporalen Regionen an der Kontrolle sexuellen Verhaltens (Freeman 1973, Terzian und Dalle Ore 1955).

Bildgebende Verfahren wie PET (Positronen-Emissions-Tomografie) und fMRT (funktionelle Magnetresonanztomografie), die auf verschiedene Arten und Weisen (regionaler zerebraler Blutfluss, Glucoseumsatz) indirekt Hirnaktivität messen, rücken bei der Erforschung neurobiologischer Korrelate sexueller Erregung in den letzten Jahren aufgrund des technischen Fortschritts immer mehr in den Vordergrund.

### **1.5.1 Vier-Komponenten-Modell sexueller Erregung**

Mehrere Studien der letzten Jahre schafften auf der Basis von Bildgebungsverfahren einen Überblick über neuronale Korrelate sexueller Erregung (siehe Hu et al. 2008, Karama et al. 2002, Redouté et al. 2000, Ponseti et al. 2006, Safron et al. 2007 usw.). Die bisherigen Ergebnisse basieren vor allem auf bildgebenden Studien, in denen jeweils visuelle sexuelle Reize präsentiert wurden und die Probanden nur die Aufgabe hatten, diese zu betrachten. Die aktuell empirisch am besten belegte Grundlage für Annahmen in Bezug auf neuronale Korrelate sexueller Erregung bildet das Vier-Komponenten-Modell. Es wurde von Stoléru et al. (1999) und Redouté et al. (2000) unter Nutzung der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) entwickelt und von Stoléru et al. (2012) auf Basis einer Übersichtsarbeit zu Studien über neuroanatomische Korrelate sexueller Erregung ergänzt. Da dieses Modell eine wichtige Grundlage für die theoretischen Annahmen in der vorliegenden Arbeit bildet, wird es im Folgenden vorgestellt.

Redouté et al. führten 2000 eine PET-Studie durch und untersuchten dabei neun gesunde heterosexuelle Männer. Die Autoren gingen entsprechend der Annahmen von Meisel und

Sachs (1994) davon aus, dass das zentrale Nervensystem in allen aufeinanderfolgenden Phasen sexuellen Erlebens und Verhaltens, von der Bewertung sexueller Relevanz externer Stimuli bis hin zur Kontrolle sexuellen Verhaltens, eine Rolle spielt. Den Probanden wurden während einer PET-Messung visuelle sexuelle Stimuli abgestufter Intensität präsentiert. Die Autoren erfassten Kennzeichen sexueller Erregung durch Selbstbeurteilungsbögen, Messung von peniler Schwellung, Blutdruck, Herzfrequenz und Testosteronkonzentration. In Bezug auf die sexuellen Stimuli in Korrelation mit Kennzeichen sexueller Erregung identifizierten Redouté et al. zerebrale Korrelate sexuellen Erlebens. Diese Hirnregionen ordneten sie vier verschiedenen Komponenten sexueller Erregung, bestehend aus einer kognitiven, einer autonomen, einer emotionalen sowie einer motivationalen Komponente, zu. Im Rahmen eines Review über 37 Artikel und einer Meta-Analyse zu daraus ausgewählten Studien über neuroanatomische Korrelate sexueller Erregung, erweiterten Stoléru et al. (2012) das oben beschriebene Modell. Deshalb wird im Folgenden das modifizierte Modell detailliert vorgestellt (siehe auch Abb. 1.5.1). In den Artikeln, die Stoléru et al. (2012) auswerteten, wurden homo- und heterosexuellen Männern und Frauen sexuelle Reize in Form von Fotos, Videos und Geruchstoffen präsentiert und mittels PET oder fMRT die dadurch induzierten hämodynamischen Antworten erfasst. Dabei wurden die hämodynamischen Antworten auf die sexuellen Reize meist mit neutralen Reizen kontrastiert. Das aus den Studien ermittelte Vier-Komponenten-Modell sexueller Erregung beschreibt die neuronale Verarbeitung sexueller Reize, die Entstehung sexueller Erregung und sexuellen Verhaltens durch exzitatorische und inhibitorische Prozesse. Als Reaktion auf einen sexuellen Reiz folgt eine Interaktion verschiedener Komponenten sexueller Erregung. Zu den exzitatorischen Prozessen werden eine kognitive, eine autonome, eine emotionale sowie eine motivationale Komponente gerechnet. Weiter wird eine fünfte, sogenannte inhibitorische Komponente ergänzend angenommen.

Die **kognitive Komponente** umfasst zunächst die Bewertung des Reizes, die Aufmerksamkeit dem Reiz gegenüber, sowie Prozesse motorischen Vorstellens. Die Wahrnehmung des Reizes muss den genannten Prozessen vorangehen und geht laut den Autoren mit der Aktivierung lateraler okzipitaler und temporaler Hirnregionen einher. Im Anschluss daran kann dann auch die kognitive Verarbeitung folgen.

Für Bewertungsprozesse wird eine Beteiligung des rechten lateralen orbitofrontalen Kortex (OFC) und des inferioren temporalen Kortex angenommen. Nach O'Doherty (2007) ist der **OFC** am Bewerten eines Reizes beteiligt. Reize können bei dieser Bewertung laut dem Autor

einen starken Effekt mit Belohnungscharakter haben, der dazu führt, dass diese Reize in Zukunft angestrebt werden. Dieser Mechanismus könnte für sexuelle Reize (besonders präferierte) ebenfalls zutreffen. Man kann weiter davon ausgehen, dass Aktivierungen im **inferioren temporalen Kortex** mit dem sexuell erregenden Charakter visueller Stimuli und nicht nur den sogenannten „low-level- features“ (Helligkeit, Farbe, Form) in Verbindung zu bringen sind (Stoléru et al. 2012). Aktivierungen in diesem Bereich können außerdem direkt mit dem Ausmaß peniler Schwellung korreliert werden (Redouté et al. 2000). **Inferiore und superiore parietale Gehirnregionen** (IPL, SPL) werden bei Stoléro et al. (2012) Aufmerksamkeitsprozessen bezüglich sexuell relevant bewerteter Reize zugeordnet. Wenn sich Probanden im Zusammenhang mit Prozessen der Verarbeitung sexueller Reize, sexuelle Handlungen vorstellen, spielen **motorische Areale** eine Rolle, wie der ventrale prämotorische Kortex, das supplementär motorische Areal (SMA) und das Cerebellum. Außerdem ist hierbei auch der IPL involviert.

Die spezifische hedonistische Qualität sexueller Lust repräsentiert die **emotionale Komponente**, der Aktivierungen in den somatosensorischen Kortices (I, II), der Amygdala und der posterioren Insula zugeordnet werden (Stoléru et al. 2012). Die **posteriore Insula** vermittelt viszerale sensorische Prozesse. Daher sind die Insula sowie **somatosensorische Regionen** an der Wahrnehmung körperlicher sexueller Erregung beteiligt. Die **Amygdala** ist in die Bewertung emotionaler Inhalte von Reizen involviert. Murray (2007) führt an, dass die Amygdala für die Verarbeitung emotionaler Aspekte von Belohnung essentiell ist. Dies schließt laut dem Autor Aspekte von Valenz (positiv oder negativ) und Aspekte des relativen Werts (z.B. gut vs. sehr gut) mit ein. Die Amygdala dient als sogenannte Schaltstation, die sensorische Information verarbeitet und dann mit anderen Strukturen wie dem OFC, sensorischen Strukturen, dem inferioren temporalen Kortex sowie dem perirhinalen Kortex interagiert. Über den OFC werden im Anschluss laut Murray (2007) belohnungsabhängige Entscheidungsprozesse eingeleitet.

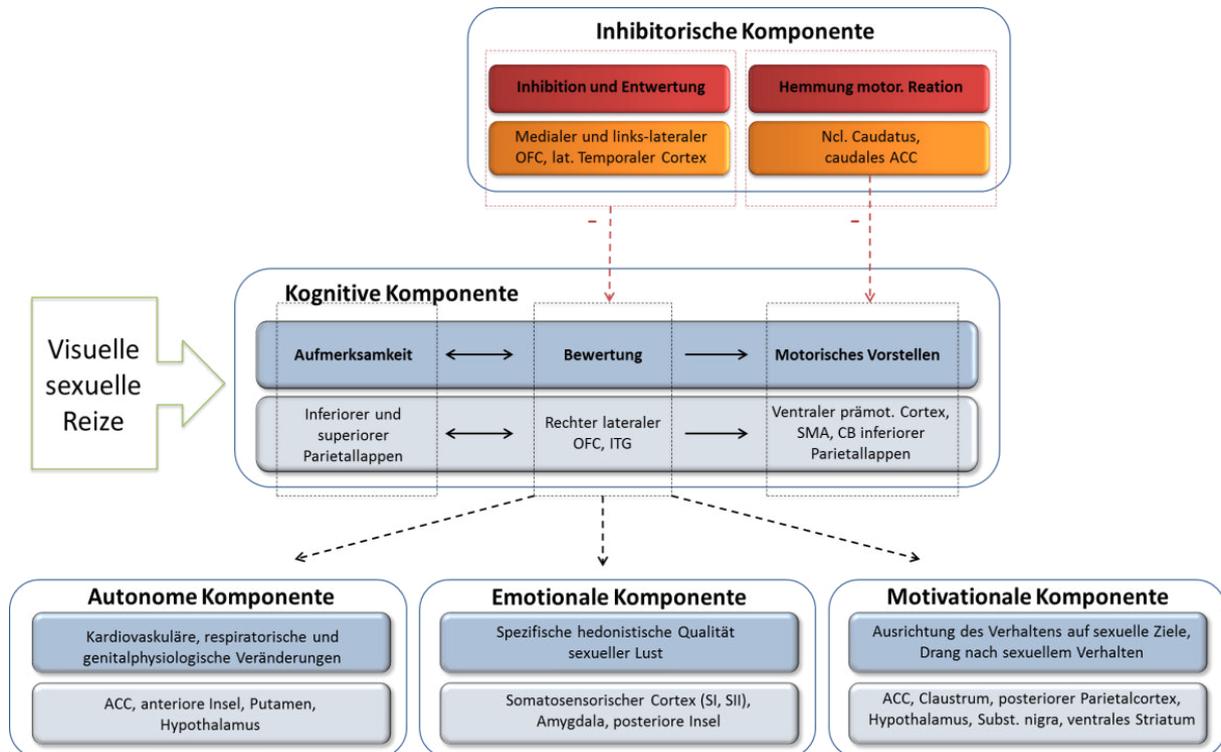
Die **motivationale Komponente** beschreibt den Drang nach sexuellem Verhalten und die Ausrichtung des Verhaltens auf sexuelle Ziele. Als neurobiologische Korrelate dieser Prozesse beschreiben Stoléro et al. (2012) das anteriore Cingulum (ACC), das Claustrum, den posterioren parietalen Kortex, den Hypothalamus, die Substantia nigra und das ventrale Striatum. Der **ACC** wird sowohl mit dem Ausmaß peniler Schwellung als auch mit dem der wahrgenommenen sexuellen Erregung in Verbindung gebracht. Bush et al. (2000) nehmen eine funktionelle Unterteilung des ACC vor, die einen kognitiven dorsal gelegenen Teil von

einem affektiven rostral gelegenen Teil unterscheidet. Der affektive Teil repräsentiert die Erfassung der Salienz emotionaler und motivationaler Information sowie die Regulation emotionaler Antwort (Stoléru et al. 2012). Das dorsale Cingulum spielt eine Rolle für die Initiation und Kontrolle zielgerichteten sexuellen Verhaltens (Stoléru et al. 2012). Aktivierungen im **Clastrum** zeigten in drei Studien aus Stoléru et al.s Übersichtsarbeit (2012) eine positive Korrelation mit peniler Schwellung (Arnou et al. 2002, Georgiadis et al. 2010, Mouras et al. 2008). Weiter wird angenommen, dass eine Aktivierung der rechten Claustrum/Insula Region mit cross-modalem Informationstransfer in Verbindung gebracht werden kann. Dieser Prozess spielt zum Beispiel dann eine Rolle, wenn visuelle Stimuli in Vorstellungsprozesse taktiler Stimulation transferiert werden. Hypothalamische Gebiete scheinen sowohl für autonome (penile Schwellung) sowie motivationale Anteile sexueller Erregung wichtig zu sein. Aktivierungen in der Substantia nigra, welche zahlreiche dopaminerge Neurone enthält, die für sexuelles Verhalten eine Rolle spielen, werden ebenfalls der motivationalen Komponente zugeschrieben. **Striatale** Aktivierungen könnten laut Stoléru et al. (2012) mit erwarteter oder erfolgter Belohnung durch visuelle sexuelle Reize korrelieren.

Die **autonome Komponente** setzt sich aus kardiovaskulären, hormonellen, respiratorischen und genitalphysiologischen Veränderungen zusammen. Stoléru et al. (2012) ordnen diesen Prozessen die folgenden Areale als neurobiologische Korrelate zu: das ACC, die anteriore Insula, das Putamen und der Hypothalamus. Putamen sowie anteriore Insula werden für Prozesse der Erektion als wichtig erachtet. Menon et al. (2010) beschreiben außerdem ein Netzwerk, das Insula und ACC miteinschließt und an der Selektion von Reizen aufgrund ihrer Salienz beteiligt ist, sowie an der Initiation passender Kontrollsignale, die sich dann auf das individuelle Verhalten auswirken.

Einflussnehmend auf die kognitive Komponente umfasst die **inhibitorische Komponente** eine potentielle Entwertung eines sexuellen Reizes und die Inhibition sowie die Hemmung motorischer Reaktionen. Die ist für Kontrolle sexuellen Verhaltens notwendig. So kann z.B. sexuelles Verhalten in unpassenden oder auch risikobehafteten Situationen gehemmt werden. Stoléru et al. (2012) beschreiben dabei zwei Mechanismen. Zum einen die Entwertung sexueller Erregung, zum anderen die Hemmung einer motorischen Reaktion. Neurobiologische Korrelate der Entwertung sind vor allem der mediale und der linke laterale OFC, sowie der laterale temporale Cortex. Die Hemmung der motorischen Reaktion wird durch den Nucleus Caudatus und den caudalen (kognitiven) Teil des ACC repräsentiert. Die

beteiligten Hirnregionen der einzelnen Komponenten sind in der folgenden Abbildung von Jordan et al. 2013 modifiziert nach Stoléru et al. 2012 aufgeführt.



**Abb. 1.5.1: Vier-Komponenten-Modell sexueller Erregung modifiziert nach Jordan et al. (2013), S.47 auf Grundlage von Stoléru et al. (2012)**

Dieses umfassende und durch viele Einzelstudien sowie den angeführten Review und die Meta-Analyse (Stoléru et al. 2012) unterstützte Modell liefert eine gute Grundlage dazu, welche Hirnregionen an den verschiedenen Komponenten sexueller Erregung beteiligt sind. Wichtig ist zu erwähnen, dass nicht jede aufgeführte Hirnregion in jeder der Studien die Stoléru et al. (2012) zitieren, erfasst wurde, sondern die Autoren eine Zusammenfassung aller in den Studien gefundenen Regionen vorgenommen haben. Außerdem werden in diesem Modell die Hirnregionen den einzelnen Komponenten nur „hypothetisch“ zugeordnet. Einzelnachweise, die Zuordnung betreffend, liegen noch nicht vor. Zudem muss die Heterogenität der einbezogenen Studien mit berücksichtigt werden. Poepl et al. (2013) beschrieben in einer Meta-Analyse über Studien zu neurobiologischen Korrelaten sexueller Erregung die Heterogenität der in Stoléru et al.s Meta-Analyse (2012) eingeschlossenen Studien. Diese Heterogenität ist bedingt durch Unterschiede in der bildgebenden Technik, den Signifikanzschwellen sowie der Probandenanzahl. Besonders die Unterschiede bezüglich der präsentierten sexuellen Stimuli, von olfaktorischen Stimuli (Savic et al. 2005) über Videos mit Geschlechtsverkehr (Ferretti et al. 2005) hin zu verschiedensten Arten von Photographien

(nackte Frauen bei Schiffer et al. 2008, Geschlechtsverkehr bei Klucken et al. 2009, erregte Genitalien bei Ponseti et al. 2006) führen zu Problemen bei der Vergleichbarkeit der Untersuchungen. Zur Identifizierung der Hirnregionen, die bei der Präsentation von Reizen involviert sind, die denen, die in unserer Studie verwendet wurden ähneln, müssen die dementsprechenden Studien herangezogen werden.

### **1.5.2 Der Einfluss des Stimulusmaterials auf die neuronalen Korrelate sexueller Erregung**

Sprechen wir in dieser Arbeit von sexuellen Reizen, nehmen wir eine grundsätzliche Unterteilung in sexuell explizite und sexuell nicht explizite Reize vor. Als sexuell explizite Reize bezeichnen wir solche mit ausdrücklich und unmissverständlich sexuellem Inhalt, wie beispielsweise Darstellungen von Geschlechtsverkehr oder erregten Genitalien. Sexuell nicht explizite Reize bezeichnen dagegen solche Darstellungen, die sexuellen Inhalt miteinschließen, jedoch keinen ausdrücklich sexuellen Charakter innehaben, wie beispielweise die Abbildung nackter Personen mit nicht erregten Genitalien. Des Weiteren unterscheiden wir zwischen präferierten und nicht präferierten sexuellen Reizen. Diese Unterteilung bezieht sich auf die jeweilige sexuelle Orientierung des untersuchten Probanden. Bei einem heterosexuellen, nicht-pädophilen Probandenkollektiv gehen wir von einer sexuellen Präferenz für erwachsene weibliche sexuelle Reize aus.

In den meisten Studien zu neurobiologischen Korrelaten sexueller Prozesse aus Stoléru et al. (2012) wurden explizit erregende sexuelle Stimuli wie erregte Genitalien (Ponseti et al. 2006) oder Geschlechtsverkehr (beispielsweise Feretti et al. 2005, Bühler et al. 2008, Mouras et al. 2008, Safron et al. 2007, Hu et al. 2008) gezeigt. Dabei werden mentale sowie körperliche Aspekte sexueller Erregung beobachtet. Dies zeigen beispielsweise die Ergebnisse der Penislethysmographie und der Selbstbeurteilungsskalen bei Mouras et al. (2008).

In unserem Studiendesign wurden keine explizit erregenden Stimuli gezeigt, sondern Bilder von nackten Personen ohne erregte Genitalien oder sexuelle Interaktion. Bei der Präsentation von Kinderbildern (wie in unserer Studie) verbietet sich aus ethischen und juristischen Gründen eine sexuell explizite Darstellung. Wir gehen davon aus, dass diese nicht expliziten sexuellen Stimuli in der Regel keine körperliche sexuelle Erregung hervorrufen, sehr wohl aber zu Antworten in neuronalen Netzwerken führen, die sexuelle Orientierung bzw. sexuelles Interesse verarbeiten. Ähnliches nimmt schon Singer (1984) an, indem er anführt, dass sexuelle Erregung innerhalb zentraler Prozesse unabhängig von somatischen und viszeralen

Empfindungen stattfinden kann. Wie schon im Kapitel über die Verarbeitung sexueller Reize erwähnt, gehen wir daher bei der Präsentation unserer nicht expliziten Stimuli nicht unbedingt von einer bewusst wahrgenommenen physiologischen sexuellen Erregung aus.

Betrachtet man nun die oben mit ihrer vermuteten Funktion beschriebenen Gehirnareale, so könnte man annehmen, dass bei einem Studiendesign mit nicht expliziten sexuellen Reizen eine zumindest geringere Aktivität in Regionen, die besonders mit peniler Schwellung bzw. Erektion korreliert waren (inferiorer temporaler Kortex, ACC, Claustrum, Putamen, Insula, Hypothalamus), zu erwarten ist. Allerdings zeigen die Ausführungen zu neuronalen Korrelaten sexueller Erregung von Stoléru et al. 2012 im Einzelnen, dass keine dieser Hirnregionen ausschließlich in den Prozess der penilen Schwellung bzw. Erektion involviert, sondern auch an anderen essentiellen Prozessen der Verarbeitung sexueller Reize beteiligt ist. Daher kann eine Einteilung in dieser Art nicht verlässlich genutzt werden.

Folglich wählten wir einen anderen Weg, um Unterschiede in der Verarbeitung sexuell expliziter und sexuell nicht expliziter Reize herauszuarbeiten. Im Folgenden werden Studien vorgestellt, die mit nicht explizit sexuellen Reizen arbeiteten. Die Ergebnisse dieser Studien werden dann, übertragen auf das Vier-Komponenten-Modell, in dem sonst hauptsächlich explizite sexuelle Reize verwendet werden miteinander verglichen.

#### **1.5.2.1 Relevante Gehirnregionen aus dem Vier-Komponenten-Modell sexueller Erregung in Bezug auf nicht explizite präferierte sexuelle Reize**

Einige Studien wie Mouras et al. 2003, Schiffer et al. 2008, Hamann et al. 2004 nutzten weniger explizite sexuelle Stimuli wie z.B. nackte Frauen und können daher besser mit unserem Design verglichen werden, in dem Bilder nackter Personen ohne erregte Genitalien oder sexuelle Handlungen aus dem „Not Real People Visual Stimuli Set“ (NRP-Set, Pacific Psychological Assessment Corporation, Victoria Kanada, 2004) gezeigt werden. Dieses Set wird in Kapitel 3.2.2. ausführlich vorgestellt. Im folgenden Kapitel werden relevante Hirnregionen zusammengefasst, die bei der Darbietung sexuell nicht expliziter präferierter Reize (hier: Frauenbilder) stärker aktiv sind als bei neutralen Reizen.

Hamann et al. (2004) untersuchten in einer fMRT-Studie 28 heterosexuelle Männer und 14 Frauen in Bezug auf die hämodynamischen Antworten auf visuelle sexuelle Stimuli. Von besonderem Interesse für uns sind die Ergebnisse für die männlichen Probanden im Falle der Präsentation von Bildern nackter Frauen im Vergleich mit der Präsentation einer Neutralbedingung. Die Neutralbedingung beinhaltete hier angenehme soziale Interaktionen zwischen teilweise oder vollständig bekleideten Männern und Frauen mit minimalem oder

sexuell nicht offensichtlichem Charakter wie therapeutische Massageszenen, Hochzeiten, Tanzen. Dabei konnten stärkere hämodynamische Antworten im Hypothalamus identifiziert werden, wenn die sexuellen Reize (nackte Frauen in Modelposes) gezeigt wurden, als bei der Neutralbedingung.

Weitere Erkenntnisse liefert eine Studie von Schiffer et al. (2008). Sie untersuchten mittels fMRT die Auswirkung sexueller Orientierung pädothiler heterosexueller (n=8) und nicht pädothiler heterosexueller Probanden (n=12) auf die neurofunktionellen Ergebnisse. Den Probanden wurden Bilder bekleideter (neutraler Reiz) und unbekleideter Frauen sowie Mädchen (sexueller Reiz) präsentiert. Die im Falle der gesunden Probanden relevanten Hirnregionen, die bei dem Vergleich des sexuell präferierten Reizes mit der Neutralbedingung hämodynamische Antworten lieferten, sind die Amygdala, das anteriore Cingulum, der superiore und inferiore Parietallappen, der orbitofrontale Kortex, der prämotorische Kortex, der inferiore temporale Kortex, das Putamen sowie der Nucleus Caudatus.

Ergebnisse bezüglich hämodynamischer Antworten auf nicht explizit sexuelle Stimuli lieferten außerdem Mouras et al. (2003), indem sie 9 gesunde männliche Probanden mithilfe von fMRT untersuchten. Den Probanden wurden als sexueller Reiz Bilder nackter Frauen dargeboten, als Neutralbedingung Bilder von Frauen bei der Arbeit. Die Ergebnisse bezüglich des Vergleiches der sexuellen mit der Neutralbedingung zeigten stärkere Antworten im postzentralen Kortex, der Insula, den Mittelhirnstrukturen, dem superioren und inferioren Parietallappen, dem prämotorischen Kortex, dem inferioren temporalen Gyrus und dem Cerebellum. Die folgende Tabelle (Tabelle 1.5.2.1a) zeigt zusammenfassend Hirnregionen, die in den verschiedenen Studien bei der Präsentation präferierter nicht expliziter sexueller Reize (S) stärker aktiv waren als bei den jeweiligen Neutralbedingungen (N). Diese Hirnregionen werden dem Vier-Komponenten-Modell zugeordnet.

**Tabelle 1.5.2.1a: Tabelle zu hämodynamischen Antworten bei der Darbietung nicht expliziter sexueller Reize. Aufgeführt sind die jeweiligen Studien, Stichproben, verwendeten Stimuli und die ermittelten Hirnregionen für den Kontrast sexuell präferierter versus neutraler Reiz ( S>N).**

sPAR=superiorer Parietalkortex, iPAR=inferiorer Parietalkortex, INS=Insula, CIN=Gyrus cinguli, CER=Cerebellum, AMY=Amygdala, HYP=Hypothalamus, CLA=Clastrum, ACC=anteriorer cingulärer Kortex, PUT=Putamen, CAU=Nucleus Caudatus, VStr=ventrales Striatum, PräM=prämotorischer Kortex, OFC=orbitofrontaler Kortex, TEM=temporaler Kortex, postCC=post centraler Kortex, ITG=inferioer temporaler Gyrus

Studie	Stimuli	4 Komponenten Modell				
		Emotional	Motivational	Kognitiv	Autonom	Inhibitorisch
<b>Mouras 2003</b> (N=8, hetero, männlich)	<b>Sexuell:</b> Nackte Frauen - <b>Neutral:</b> Frauen bei der Arbeit	postCC, INS	Mittelhirn	sPAR, iPAR, präM, ITG, CER	INS	
<b>Schiffer 2008</b> (N=12, hetero, männlich)	<b>Sexuell:</b> Nackte Frauen - <b>Neutral:</b> Angezogene Frauen	AMY	ACC	sPAR, iPAR OFC präM ITG	ACC, PUT,	OFC, ACC, CAU
<b>Hamann 2004</b> (N=14, hetero, männlich)	<b>Sexuell:</b> Nackte Frauen - <b>Neutral:</b> Massage, Hochzeit		HYP		HYP	

Man könnte erwarten, dass die hämodynamischen Ergebnisse bezüglich der Verarbeitung nicht expliziter sexueller Reize zu denen bezüglich expliziter Reize variieren. Das vorgestellte Vier-Komponenten-Modell sexueller Erregung stützt sich überwiegend auf Studien zu explizit sexuellen Reizen. Die wenigen Studien aus diesem, die speziell die Verarbeitung nicht explizit sexueller Reize untersuchten, wurden in diesem Abschnitt vorgestellt. In der folgenden Tabelle werden die charakteristischen Hirnregionen für die Verarbeitung explizit sexueller Reize mit denen nicht explizit sexueller Reize verglichen.

**Tabelle 1.5.2.1b: Tabelle zur Gegenüberstellung relevanter Hirnregionen für die Verarbeitung nicht expliziter sexueller Reize (Mouras et al. 2003, Schiffer et al. 2008, Hamann et al. 2004) und expliziter sexueller Reize aus dem Vier-Komponenten-Modell (Stoléru et al. 2012). Nicht übereinstimmende Regionen sind rot markiert.**

sPAR=superiorer Parietalkortex, iPAR=inferiorer Parietalkortex, INS=Insula, CIN=Gyrus cinguli, CER=Cerebellum, AMY=Amygdala, HYP=Hypothalamus, CLA=Clastrum, ACC=anteriöer cingulärer Kortex, PUT=Putamen, CAU=Nucleus Caudatus, VStr=ventrales Striatum, PräM=prämotorischer Kortex, OFC=orbitofrontaler Kortex, TEM=temporaler Kortex, postCC=post zentraler Kortex, ITG=inferiöer temporaler Gyrus, MB= Midbrain

Stimuli	4 Komponenten Modell				
	Emotional	Motivational	Kognitiv	Autonom	Inhibitorisch
<b>Nicht explizite sexuelle Reize</b>	postCC INS AMY	ACC HYP MB	sPAR iPAR PräM ITG CER OFC	INS ACC PUT HYP	OFC ACC CAU
<b>Explizite sexuelle Reize (Vier-Komponenten-Modell)</b>	postCC INS AMY	ACC HYP MB pPAR CLAU	sPAR iPAR PräM ITG CER OFC SMA	INS ACC PUT HYP	OFC ACC CAU TEM

Wie die gegenüberstellende Tabelle (Tab. 1.5.2.1b) oben zeigt, weichen die relevanten Hirnregionen aus den Studien zu explizit sexuellen und nicht explizit sexuellen Reizen nur geringfügig voneinander ab. Diese leichten Abweichungen lassen sich eventuell über die jeweiligen Studiendesigns und Aufnahmetechniken erklären. Da sich die Regionen bezüglich der Darbietung der explizit sexuellen Reize von denen der nicht explizit sexuellen Reize wenig unterscheiden, kann man darauf schließen, dass sich die Verarbeitung dieser Reize auf andere Art unterscheidet.

Es existiert die Annahme, dass sexuell explizite Bilder stärkere Aktivierungen hervorrufen als sexuell nicht explizite Bilder (z. B. Murnen und Stockton 1997, Spiering et al. 2004).

Möglicherweise spielt also die Stärke der hämodynamischen Antworten innerhalb entsprechend ähnlicher Netzwerke die maßgebliche Rolle für den Vergleich explizit sexueller und nicht explizit sexueller Reize. Diese hätte zur Folge, dass man für die Darbietung nicht explizit sexueller Reize wie in unserem Design (Not-Real-People-Set) die Regionen des Vier-Komponenten-Modell sehr wohl heranziehen kann. Gegebenenfalls muss mit schwächer ausgeprägten Aktivierungen als bei der Darbietung explizit sexueller Reize gerechnet werden.

### **1.5.2.2 Hämodynamische Antworten in Bezug auf nicht präferierte nicht explizite sexuelle Reize**

Die in Kapitel 1.5.2.1 erläuterten Studien untersuchten hämodynamische Reaktionen auf präferierte sexuell nicht explizite Reize. Wenn man zur Differenzierung sexueller Orientierung aber auch Reaktionen auf nicht präferierte sexuelle Reize erfassen will, lohnt es sich vorher dabei involvierte Hirnregionen zusammenzufassen.

In den aufgeführten Studien aus Stoléru et al. (2012) wurden entweder Abbildungen von Geschlechtsverkehr oder Bilder nackter Frauen (5 Studien von 21) als sexueller Stimulus gezeigt. Bei beiden Varianten war also der präferierte sexuelle Reiz für heterosexuelle Probanden einbezogen. Sie liefern Anhaltspunkte welche Hirnregionen bei präferierten sexuellen Reizen im Vergleich zur Neutralbedingung stärker aktiv sind. In unserem Studiendesign zeigten wir den heterosexuellen Probanden auch Bilder von nackten Männern um die Reaktionen auf präferierte sexuelle Reize mit denen auf nicht präferierte sexuelle Reize zu vergleichen. Hirnregionen, die hier von Bedeutung sein könnten, untersuchten Paul et al. (2008) mittels fMRT. Die Stichprobe umfasste 12 heterosexuelle und 12 homosexuelle männliche Probanden. Als sexuelle Stimuli wurden Filmausschnitte von heterosexuellen und homosexuellen männlichen Paaren beim Geschlechtsverkehr oder Oralverkehr genutzt. Neutrale Stimuli waren Filmausschnitte mit Paaren bei der Arbeit oder im Gespräch. Die Autoren untersuchten unter anderem welche Hirnregionen bei der Präsentation des für die jeweilige Gruppe nicht präferierten Reizes im Kontrast mit der Neutralbedingung stärkere Antworten lieferten. Das heißt, die Antworten, die im Falle der heterosexuellen Probanden als Reaktion auf männliche sexuelle Reize erfasst wurden. Die hierbei ermittelten Hirnregionen waren: die Amygdala, der Nucleus Caudatus, die Insula, das Putamen, der inferiore Frontalkortex, der mittlere Frontalkortex, der okzipitale Kortex, der parietale Kortex, der temporale Kortex sowie Mittelhirnstrukturen. Die Autoren trafen Annahmen über intensive autonome Prozesse bezüglich der Verarbeitung von der sexuellen Orientierung

entgegengesetzten Reizen. Für diese nahmen die Autoren zumindest zu einem kleinen Teil einen aversiven Charakter an. Darüberhinaus stellten Paul et al. (2008) den Hypothalamus als eine “key region” für sexuelle Erregung heraus. Dieser zeigte keine Aktivierung, wenn der jeweiligen Probandengruppe, die Bilder des gegenteiligen Stimulus zu ihrer sexuellen Orientierung präsentiert wurden. Diese Ergebnisse liefern Anhaltspunkte welche Hirnregionen bei der Verarbeitung nicht präferierter sexueller Reize involviert sind. Dabei muss berücksichtigt werden, dass Paul et al. (2008) Filmausschnitte mit sexuell explizitem Inhalt und keine Photographien nutzten, wie wir in unserer Studie.

Insgesamt ist festzustellen, dass in allen Tabellen und den meisten Ausführungen über die vorher genannten Studien zu sexueller Erregung der Kontrast sexueller Reiz vs. neutraler Reiz gezeigt wird. Wir ziehen diese Vergleiche in unserer Untersuchung heran, um Anhaltspunkte für involvierte Hirnregionen für den Vergleich der sexuellen Reize mit einer Baseline-Bedingung (weißes Fixationskreuz auf weißem Grund) in unserer Studie heranzuziehen.

Zusammenfassend zeigt sich also in Bezug auf hämodynamische Korrelate bei der Wahrnehmung sexueller Reize Folgendes:

- 1) Ein Vier-Komponenten-Modell beschreibt Komponenten sexueller Erregung (exzitatorisch: emotional, motivational, kognitiv, autonom; inhibitorisch) und weist diesen jeweils charakteristische Hirnregionen zu (Stoléru et al. 2012).
- 2) Die Gehirnregionen, die bei der Wahrnehmung nicht explizit sexueller Reize aktiv sind, unterscheiden sich kaum von denen, die in die Wahrnehmung explizit sexueller Reize involviert sind. Hierbei ist die Stärke der Aktivierung vermutlich eher ausschlaggebend für diese Differenzierung (Murnen und Stockton 1997, Spiering et al. 2004).
- 3) Nicht präferierte sexuelle Reize rufen auch Aktivierungen in Regionen hervor, die für die Verarbeitung sexueller Reize angenommen werden (Paul et al. 2008).

### **1.5.3 Der Einfluss der sexuellen Orientierung auf die neuronalen Korrelate sexueller Erregung**

Im Rahmen der Untersuchung der sexuellen Präferenz ist es auch von Interesse, inwieweit sich die neuronalen Korrelate bei der Wahrnehmung sexuell präferierter und sexuell nicht

präferierter Reize unterscheiden bzw. Gemeinsamkeiten aufweisen. Daher werden im Folgenden Studien mit dieser Fragestellung diskutiert

### **1.5.3.1 Neuronale Korrelate sexueller Erregung für sexuell präferierte und sexuell nicht präferierte sexuelle Reize**

Am häufigsten wurden in bisherigen Studien, die Stoléru et al. (2012) im Überblick darstellten, sexuell explizite Interaktionen (Geschlechtsverkehr) als visuelle sexuelle Stimuli verwendet und mit einer neutralen Bedingung verglichen. Beispielsweise wurden emotionale Reize oder Reize aus dem Sportbereich als „neutrale“ Bedingung präsentiert (vgl. Beauregard et al. 2001, Arnow et al. 2002, Karama et al. 2002). Wir nutzten in unserer Studie Bilder nackter Personen (Frauen, Männer, Mädchen und Jungen) aus dem „Not Real People Visual Stimuli Set“ (NRP-Set, Pacific Psychological Assessment Corporation, Victoria Kanada, 2004), für die wir eine unterschiedliche individuelle sexuelle Präferenz annahmen. Wir gingen davon aus, dass für unsere heterosexuellen nicht pädophilen Probanden die Bilder der nackten Männer keinen neutralen sondern einen nicht präferierten sexuellen Reiz darstellen, die Frauenbilder einen präferierten sexuellen Reiz. Studien zeigen, dass sexuelle Stimuli, egal ob präferierter oder nicht präferierter Reiz, stärkere hämodynamische Antworten in spezifischen neuronalen Strukturen hervorrufen als nicht sexuelle Reize. Bei Ponseti et al. (2006) konnte gezeigt werden, dass sexuell relevante Hirnregionen bei expliziten sexuellen Reizen, egal ob präferiert oder nicht präferiert, stärker aktiv waren als bei den neutralen Reizen. Die betroffenen Hirnregionen sind vor allem der mittlere okzipitale Gyrus und temporale okzipitale Regionen.

Im Folgenden werden einige Studien vorgestellt (Ponseti et al. 2006, Savic et al. 2005, Kranz und Ishai 2006 sowie Safron et al. 2007), die zeigen, dass sexuelle Präferenz einen starken Einfluss auf die neuronale Antwort auf sexuelle Stimuli hat und welche Hirnregionen dabei involviert sind.

Ponseti et al. 2006 führten eine Studie durch, in der unter fMRT-Messung Probanden (12 heterosexuelle Frauen und Männer, 15 homosexuelle Männer und 14 homosexuelle Frauen) präferierte und nicht präferierte visuelle sexuelle Stimuli (sexuell erregte Genitalien) sowie nicht sexuelle Stimuli (Landschaften, Sport, Tiere) präsentiert wurden. Hierbei sollten Unterschiede in der Aktivierung neuronaler Netzwerke zwischen präferiertem und nicht präferiertem sexuellen Reiz sowie nicht sexuellem Reiz untersucht werden. Welche Reize für die jeweilige Probandengruppe als präferiert gelten, wurde durch ein der Studie vorgezogenes

Stimulus-Rating mit Probanden bestimmt, die nicht in die MRT Studie eingeschlossen waren. Die Ergebnisse zeigten stärkere hämodynamische Antworten bei der Präsentation präferierter sexueller Reize im ventralen Striatum und im zentromedianen Thalamus sowie im prämotorischen Kortex als bei der Präsentation nicht präferierter Reize. Außerdem fanden die Autoren stärkere Antworten im posterioren intraparietalen Sulcus, dem superioren Parietallappen, dem Precuneus und dem parietookzipitalen Sulcus. Im Vergleich der gesamten sexuellen Reize (präferierte und nicht präferierte) zu den neutralen Reizen waren stärkere Aktivierungen in der temporooccipitalen Junction, dem postzentralen Sulcus, dem supramarginalen Gyrus, dem Sulcus intraparietalis posterior, dem parietalen opercularen Kortex, dem inferioren Parietallappen, dem posterioren intraparietalen Sulcus, dem anterioren Cingulum, dem orbitofrontalen Kortex, dem Thalamus, dem ventralen Striatum und dem Pulvinar zu beobachten (Ponseti et al. 2006).

In einer jüngeren Studie von Ponseti et al. 2012 wurden 24 pädophile sowie 32 nicht pädophile männliche Probanden (homosexuelle und heterosexuelle) zu hämodynamischen Korrelaten der Präsentation visueller sexueller Reize untersucht. Den Probanden wurden Bilder nackter Erwachsener und Kinder gezeigt, wobei die Erwachsenenbilder erregte Genitalien abbildeten. Zum Vergleich wurden auch nicht sexuelle Bilder aus dem International Affective Picture System gezeigt. Dabei fanden die Autoren präferenzspezifische Gehirnaktivität in Regionen, die wie oben bei Stoléru et al. 2012 erläutert, an Prozessen der Verarbeitung sexuell erregender Stimuli beteiligt sind. Diese waren Nucleus caudatus, Cingulum, Insula, der fusiforme Gyrus, der temporale Kortex, der okzipitale Kortex, Thalamus, Amygdala, und Cerebellum.

Die Wahrnehmung von Gesichtern stand bei Kranz und Ishai 2006 im Fokus. Sie führten eine fMRT-Studie mit 40 hetero- und homosexuellen Männern und Frauen (jeweils n=10) durch, bei denen Gesichter als visuelle sexuelle Stimuli eingesetzt wurden. Zielsetzung war die Untersuchung neuronaler Aktivierung in Bezug auf präferierte und nicht präferierte Reize (hier auf das Geschlecht des dargestellten Gesichtes bezogen). Die Ergebnisse zeigten stärkere Aktivierung im Thalamus und orbitofrontalen Kortex bei Präsentation des präferierten Reizes im Vergleich zum nicht präferierten Reiz.

Eine andere Form des Stimulus nutzten Savic et al. 2005. Dabei setzten sie Probanden Testosteronderivaten aus dem männlichen Schweiß sowie Östrogen-ähnlichen Steroiden aus dem weiblichen Urin aus. Es wurden Vergleiche in den Hirnaktivierungen (mittles PET) auf die jeweiligen Pheromone bei hetero- und homosexuellen Männern sowie heterosexuellen

Frauen berechnet. Sie zeigten, dass Riechen von Pheromonverbindungen bei männlichen Probanden verstärkte neuronale Aktivität im Hypothalamus abhängig vom präferierten Reiz hervorruft.

Diese Studien zeigten Hirnregionen, die bei der Präsentation der sexuell präferierten Reize stärkere Aktivität evozierten als bei der Präsentation der sexuell nicht präferierten Reize. Diese Hirnregionen wurden in der folgenden Übersichtstabelle zusammengefasst, schematisch dargestellt und in das bereits oben erläuterte Vier-Komponenten-Modell eingeordnet.

**Tabelle 1.5.3.1: Tabelle zu hämodynamischen Antworten bei der Darbietung präferierter und nicht präferierter sexueller Reize. Aufgeführt sind die jeweiligen Studien, Stichproben, verwendeten Stimuli und die ermittelten Hirnregionen für den Kontrast präferierter sexueller Reiz versus nicht präferierter sexueller Reiz (Präf >nPräf)**

sPAR=superiorer Parietalkortex, iPAR=inferiorer Parietalkortex, OTC=occipitotemporaler Kortex, INS=Insula, CIN=Gyrus cinguli, CER=Cerebellum, AMY=Amygdala, HYP=Hypothalamus, CLA=Clastrum, ACC=anteriöer cingulärer Kortex, PUT=Putamen, CAU=Nucleus Caudatus, VStr=ventrales Striatum, PräM=Prämotorischer Kortex, OFC=orbitofrontaler Kortex, TEM=temporaler Kortex

Studie	Stimuli	4 Komponenten Modell				
		Emotional	Motivational	Kognitiv	Autonom	Inhibitorisch
<b>Kranz und Ishai 2006</b>	<b>Sexuell:</b> Männliche und weibliche Gesichter			OFC		OFC
<b>Savic 2005</b>	<b>Sexuell:</b> Riechen von Pheromonen		HYP		HYP	
<b>Ponseti 2006</b>	<b>Sexuell:</b> Erregte Genitalien <b>- Neutral:</b> Landschaft, Sport, Tiere		VStr	sPAR PräM		
<b>Ponseti 2012</b>	<b>Sexuell:</b> Nackte Personen <b>- Neutral:</b> IAPS	INS, AMY	CIN	TEM, CER	CIN, INS	CAU,CIN, TEM

### **1.5.3.2 Unterschiede neuronaler Korrelate sexueller Erregung für sexuell präferierte und sexuell nicht präferierte Reize**

Wie die erläuterten Studien und die Übersichtstabelle zeigen, äußert sich sexuelle Präferenz in der Stärke der hämodynamischen Antworten in bestimmten Gehirnregionen aus dem Vier-Komponenten-Modell sexueller Erregung. Natürlich muss dabei stets berücksichtigt werden, dass die Studien das Studiendesign betreffend Unterschiede aufweisen und in den Studien unterschiedliche Hirnregionen identifiziert wurden. Man sieht jedoch, dass Regionen aus allen Komponenten des Vier-Komponenten-Modells gefunden wurden. Stärkere Aktivierungen im Thalamus, der so im Vier-Komponenten-Modell nach Stoléru et al. (2102) keine Erwähnung findet, spielen laut Kanz und Ishai (2006) und Ponseti et al. (2006, 2012) ebenfalls eine Rolle. Die Reaktion thalamischer Strukturen auf die Präsentation sexueller Reize wird in Verbindung mit der generellen emotionalen Erregung, aber auch mit der Wahrnehmung der Erektion diskutiert (Jordan et al. 2013).

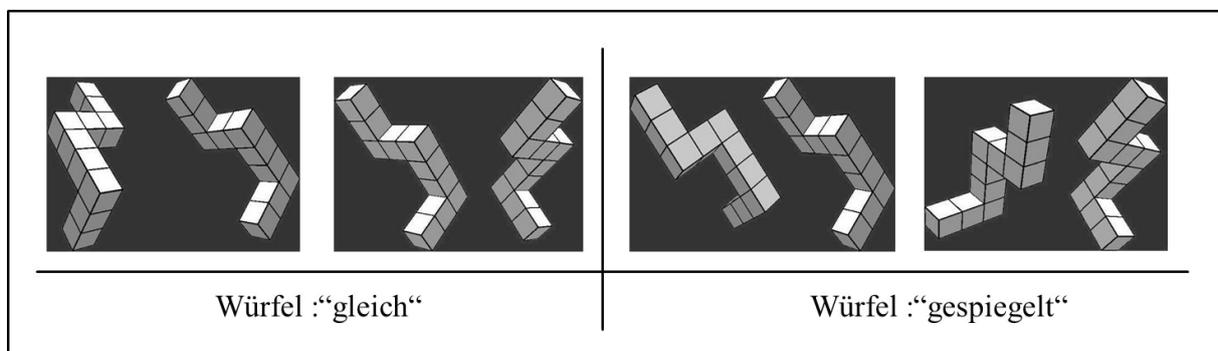
Die Zusammenschau der Studien zur sexuellen Orientierung und Wahrnehmung sexueller Reize ergibt:

- ⇒ Sexuelle Präferenz äußert sich in der Stärke der hämodynamischen Antworten in einigen Regionen aus dem Vier-Komponenten-Modell. Dabei sind alle Komponenten repräsentiert (Ponseti et al. 2006, Savic et al. 2005, Kranz und Ishai 2006).

In diesem Kapitel wurden hämodynamische Korrelate der Wahrnehmung sexueller Reize und sexueller Präferenz vorgestellt. Wichtigste Grundlage dafür bildet das Vier-Komponenten-Modell sexueller Erregung (Stoléru et al. 2012). Dabei konnte mit zusammenfassenden Tabellen gezeigt werden, dass sich das Vier-Komponenten-Modell auch auf die Wahrnehmung sexuell nicht expliziter Reize anwenden lässt und dass sich sexuelle Präferenz in der Ausprägung hämodynamischer Antworten in einigen Regionen aus dem Vier-Komponenten-Modell äußert. Bei der simultanen Darbietung sexueller und kognitiver Reize sind natürlich ebenfalls neurobiologische Korrelate kognitiver Prozesse von Bedeutung. Da wir in unserem Studiendesign die Aufgabe zur mentalen Rotation nutzen, wird diese im folgenden Kapitel mit ihren hämodynamischen Korrelaten eingeführt.

## 1.6 Neurobiologische Korrelate mentaler Rotation

Die mentale Rotation ist eine auf neurobiologischer Ebene bereits intensiv untersuchte räumlich-kognitive Funktion. In der Regel erhält der Proband hierbei 2 zwei- oder dreidimensionale Reize, die mental zu rotieren sind. Shepard und Metzler (1971) untersuchten erstmalig dieses Paradigma anhand einer Aufgabe, bei der sie 8 Probanden paarweise Zeichnungen dreidimensionaler Würfelfiguren darboten. Die Probanden hatten die Aufgabe, zu entscheiden, ob diese Würfelfiguren gegeneinander rotiert (also ineinander überführbar) oder gespiegelt (nicht ineinander überführbar) sind. Dabei konnte für die identischen Figuren ein Zusammenhang zwischen der Winkeldifferenz der beiden Figuren und der Bearbeitungszeit der Aufgabe nachgewiesen werden. Je größer der Winkelunterschied (von  $0^\circ$  bis  $180^\circ$  in Schritten von  $20^\circ$ ) zwischen den Würfelfiguren war, umso größer waren die Bearbeitungszeiten, d.h. die Zeit, welche die Probanden bis zur Entscheidung benötigten. Daraus kann geschlossen werden, dass die Zeit, die ein Proband braucht, um zwei dieser Würfelfiguren als gleich zu erkennen, mit der Zeit korreliert, die er braucht, um die eine Figur soweit mental zu rotieren, bis sie sich mit der anderen Figur deckt. Daher und aufgrund der Schilderung von Lösungsstrategien für die Aufgabe durch die Probanden schlussfolgerten die Autoren, dass beim Lösen dieser Aufgabe ein Prozess abläuft, der als eine mentale Repräsentation eines physischen Rotationsprozesses verstanden werden kann.



**Abb. 1.6: Aufgabe zur mentalen Rotation mit jeweils gleichen und gespiegelten Würfelpaaren**

Die für die Bearbeitung dieser Aufgabe relevanten Hirnregionen sind in Arbeiten mittels fMRT untersucht worden. Aus unserer Arbeitsgruppe liegen Verhaltens- und Bildgebungsdaten zur mentalen Rotation aus Untersuchungen mit über 80 Probanden vor (z.B. Jordan et al. 2001, Jordan et al. 2002, Jordan und Wüstenberg 2010). Zacks (2008) identifizierte anhand einer Meta-Analyse über 32 PET- und fMRT-Studien zur mentalen Rotation maßgeblich beteiligter Hirnregionen: Der inferiore und superiore Parietalkortex inklusive des intraparietalen Sulcus sowie motorische und prämotorische Hirnregionen.

Jordan und Wüstenberg (2010) untersuchten 83 gesunde Probanden mittels fMRT, indem sie ihnen Paare dreidimensionaler Würfelfiguren präsentierten, die gemäß der bekannten Aufgabe zur mentalen Rotation als rotiert oder gespiegelt erkannt werden mussten. Dabei konnten sie zeigen, dass okzipitale und inferior temporale sowie evtl. inferior frontale Bereiche in den Prozess der mentalen Rotation involviert sind (Jordan und Wüstenberg 2010). Die Autoren beschreiben basierend auf früheren Arbeiten von Heil und Rolke (2002) und Parsons et al. (2003) die Prozesse der Informationsverarbeitung, die für die involvierten Hirnregionen angenommen werden. Primäre visuelle Verarbeitung findet im okzipitalen Kortex statt. Die Identifizierung von Orientierung liegt in höheren visuellen Zentren und dem System visuellen Gedächtnisses wie extrastriatalen Regionen und dem Precuneus. Räumliche Verarbeitung und Vergleich räumlicher Inhalte oder sogar die mentale Rotation selbst findet im ventralen und dorsalen visuellen Pfad statt, der temporale und parietale Regionen mit einschließt. Formvergleiche zur Entscheidungsfindung finden wahrscheinlich in frontalen Gedächtnisregionen statt. Die Auswahl der Antwort, Ausführung und mögliche „motorische Stimulation“ werden im frontal kortikalen motorischen System lokalisiert (Jordan und Wüstenberg 2010).

In Kapitel 1. wurden die notwendigen theoretischen und experimentellen Grundlagen für den Aufbau unseres Studiendesigns zur Erfassung sexueller Orientierung geschaffen und erläutert. Auf Basis dieser Grundlagen werden im folgenden Kapitel unsere Arbeitshypothesen abgeleitet.

## **2. Fragestellung und Herleiten der Hypothesen**

### **2.1 Grundlegende Annahmen und Studiendesign**

In der hier vorzustellenden Arbeit wurden hämodynamische und behaviorale Korrelate bei der simultanen Präsentation räumlich kognitiver Aufgaben und sexuell relevanter Distraktoren untersucht. Eine wichtige Rolle spielen hierbei Aufmerksamkeitsprozesse in Bezug auf sexuell präferierte Reize im Vergleich zu nicht präferierten Reizen. Dabei wurden sowohl Verhaltensleistungen als auch neurobiologische Korrelate pädo-(sexuellen) Erlebens (mittels fMRT) bestimmt um eine Methode zur Erfassung sexueller Orientierung zu entwickeln. mithilfe dieses indirekten Designs, das die Aufmerksamkeit des Probanden während der Wahrnehmung der sexuellen Reize auf die kognitive Aufgabe lenkt, erwarteten wir eine geringere Möglichkeit zur Manipulation der Ergebnisse durch den Probanden. Für die unterschiedlichen Stimuluskategorien (nackte Männer und Frauen) erwarteten wir in unserem

Studiendesign einen präferenzspezifischen Effekt auf die Stärke und Ausprägung der hämodynamischen Antworten sowie die Bearbeitung der kognitiven Aufgabe.

Als sexuelle Distraktoren wurden die Bilder nackter Personen aus dem NRP-Set in den Kategorien „Mann“, „Frau“, „Mädchen“, „Junge“ verwendet. Als räumlich kognitive Aufgabe nutzten wir die Aufgabe zur mentalen Rotation.

Es wurde mittels Blockdesign untersucht, welche hämodynamischen und behavioralen Veränderungen bei der simultanen Darbietung mentaler Rotationsreize und sexuell präferierter bzw. sexuell nicht präferierter Reize auftreten. Daher wurden drei Bedingungen präsentiert. In der **Experimentalbedingung (E)** fand die simultane Darbietung von sexuell präferiertem bzw. sexuell nicht präferiertem Reiz und von einer Aufgabe zur mentalen Rotation statt. Dabei entschied der Proband per Mausklick ob die Würfelfiguren gespiegelt und rotiert oder nur rotiert sind. Es wurden außerdem Kontrollbedingungen zur differentiellen Bestimmung hämodynamischer und behavioraler Veränderungen eingeführt. Die **Kontrollbedingung 1 (K1)** war die alleinige Darbietung der Aufgabe zur mentalen Rotation bei der, der Proband wieder per Mausklick entschied ob die Würfelfiguren gespiegelt und rotiert oder nur rotiert sind. In der **Kontrollbedingung (K2)** wurden die sexuellen Stimuli aus dem NRP-Set allein dargeboten.

## 2.2 Hypothesen zur behavioralem Reizantwort

Die Bearbeitung einer räumlich-kognitiven Aufgabe (hier: Mentale Rotationsaufgabe) müsste durch die simultane Darbietung sexuell relevanter Reize (NRP Set Bilder) beeinträchtigt sein. Wie bereits im Kapitel 1.3. „Verarbeitung sexueller Reize“ beschrieben, nahmen wir eine bewusste, kontrollierte Verarbeitung an, und zwar für beide Reize. Für neutrale und bewusst wahrgenommene sexuelle Reize besteht laut Schneider und Shiffrin (1977) eine limitierte Aufmerksamkeitskapazität.

Als Messgrößen für die Erfassung der Leistung beim Lösen der Aufgabe, dienen die Bearbeitungszeit sowie die Fehlerrate. Auf Basis des Sexual Content Induced Delay (Geer und Bellard 1996), erwarten wir verlängerte Bearbeitungszeiten bei simultaner Darbietung mit dem sexuell bevorzugten Reiz, im Vergleich zum sexuell nicht bevorzugten Reiz. In entsprechenden Experimenten zeigten gesunde männliche heterosexuelle Probanden erhöhte Fehlerraten in mentalen Rotationsaufgaben, wenn simultan sexuell bevorzugte Reize dargeboten werden, im Vergleich zur simultanen Darbietung sexuell nicht bevorzugter Reize (von Herder et al. 2013).

In dieser Arbeit erwarteten wir für die heterosexuellen Probanden bei der Darbietung der „erwachsenen Frauen“ höhere Fehlerraten und längere Bearbeitungszeiten als bei der Darbietung der „Kinderbilder“ und der Bilder der „erwachsenen Männer“. Es soll dadurch eine Differenzierung zwischen präferiertem sexuellen Reiz und nicht präferiertem sexuellen Reiz möglich sein.

In dieser Arbeit liegt der Schwerpunkt auf der Differenzierung des Geschlechtereffektes bezüglich der Darbietung der „Erwachsenenbilder“. Es lag also das Augenmerk auf dem Vergleich der hämodynamischen Antworten bezüglich der männlichen und weiblichen sexuellen Stimuli. Die Frauenbilder gelten in diesem Fall für unsere heterosexuellen, nicht pädophilen Probanden als präferierter Reiz. Im Folgenden werden auf der Basis des angenommenen SCID und der Ergebnisse von v.Herder (2013) die Hypothesen zur behavioralen Reizantwort (Hb 1-2) formuliert.

**Hb1:** Bei der simultanen Darbietung der „Erwachsenen Frauenbilder“ und der Aufgabe zur mentalen Rotation wird eine höhere Fehlerrate bei der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe erwartet, als bei der simultanen Darbietung der „Erwachsenen Männerbilder“ und der Aufgabe zur mentalen Rotation.

**Hb2:** Bei der simultanen Darbietung der „Erwachsenen Frauenbilder“ und der Aufgabe zur mentalen Rotation wird eine längere Reaktionszeit bei der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgabe erwartet, als bei der simultanen Darbietung der „Erwachsenen Männerbilder“ mit der Aufgabe zur mentalen Rotation.

### **2.3 Hypothesen zur hämodynamischen Reizantwort**

Während der Darbietung der Stimuli wurden die hämodynamischen Antworten im Sinne des BOLD-Effektes mittels fMRT gemessen. Der BOLD-Effekt (engl. *blood oxygenation level dependent*) bezeichnet in der Magnetresonanztomographie die Abhängigkeit des Bildsignals vom Sauerstoffgehalt in den roten Blutkörperchen (Ogawa et al. 1990). Hiervon kann indirekt auf die Gehirnaktivität geschlossen werden. Dieser Effekt wird im Kapitel 3.1.2. Material und Methoden ausführlich erläutert.

In der Kontrollbedingung K2 (visueller sexueller Reiz) erwarteten wir hämodynamische Antworten in den, in der Literatur beschriebenen Hirnregionen, die an der Verarbeitung sexueller Erregung beteiligt sind (Stoléru et al. 2012, Jordan et al. 2013, Redouté et al. 2000).

Dies sind der orbitofrontale Kortex, der laterale und der inferiore Temporalkortex, der Nucleus Caudatus, das anteriore Cingulum, der inferiore und superiore und posteriore Parietallappen, der prämotorische Kortex, das Cerebellum, die Insula, das Putamen, der Hypothalamus, der somatosensorische Kortex, die Amygdala, das Claustrum, die Substantia nigra sowie das ventrale Striatum (Stoleru et al. 2012, Jordan et al. 2013). Unser Studiendesign unterscheidet sich bezüglich der Stimulusauswahl von vielen Studien aus den eben zitierten Arbeiten, da diese im Vergleich zu unseren nicht expliziten sexuellen Reizen häufig sexuell explizite Reize nutzten. Wie bereits im Kapitel 1.5. zu den hämodynamischen Korrelaten sexueller Erregung beschrieben, konnten wir trotz dieser Unterschiede bezüglich der Stimulusauswahl die im Vier-Komponenten-Modell nach Stoléru et al. (2012) beschriebenen Hirnregionen erwarten wenn der sexuelle bevorzugte Reiz („Frauenbilder“) gezeigt wird. Wenn wir die „Männerbilder“ zeigten, erwarteten wir in denen von Paul et al. (2008) beschriebenen Regionen für die Präsentation nicht präferierter sexueller Reize im Vergleich zur Baseline, stärkere Antworten.

In der Kontrollbedingung K1 (mentale Rotation) erwarteten wir hämodynamische Antworten in den, in der Literatur beschriebenen Hirnregionen, die an der Verarbeitung dieser Aufgabe beteiligt sind (Zacks 2008, Jordan und Wüstenberg 2010).

Bei dem Vergleich der präferierten sexuellen Reize in der Kontrollbedingung K2 mit den nicht präferierten sexuellen Reizen wurde erwartet, dass sich stärkere hämodynamische Antworten in den, in der Literatur beschriebenen Hirnregionen finden, die an der Verarbeitung sexueller Erregung beteiligt sind, wenn der präferierte Reiz gezeigt wird. (Ponseti et al. 2006, Savic et al. 2005, sowie Kranz und Ishai 2006, Safron et al. 2007).

Betrachtet man die Analogie von Sexualität und Emotion (Everaerd 1988, Janssen et al. 2000, Spiering und Everaerd 2007), kann man für die Experimentalbedingung E Modelle zur Emotions-Kognitions-Interaktion heranziehen. Das Modell der Emotions-Kognitions-Interaktion beschreibt eine Suppression der emotionalen Hirnantwort bei Anwesenheit eines kognitiven Stimulus (Drevets und Raichle 1998, Kellermann et al. 2012, Blair et al. 2007). Dieses Modell adaptierten wir für die Interaktion des sexuellen Stimulus und des kognitiven Stimulus. Wir nahmen weiter an, dass diese Suppression geringer ausfällt wenn der präferierte sexuelle Reiz gezeigt wird. Dies macht dann auch in der Experimentalbedingung eine Differenzierung zwischen präferiertem und nicht präferiertem Reiz möglich.

Im Folgenden werden die Hypothesen zur hämodynamischen Komponente (Hh 1-7) aufgeführt:

### **Einzelbedingungen: Hämodynamische Korrelate sexuellen Interesses und mentaler Rotation**

**Hh1: K1 (Kontrollbedingung 1):** Wir erwarteten, dass in der ersten Kontrollbedingung (K1), in der nur die Mentale Rotationsaufgabe zu lösen war, die für diese Aufgabe charakteristischen Hirnregionen involviert sein werden (**Areale 1**), wie der inferiore und superiore Parietalcortex inkl. des intraparietalen Sulcus, motorische und prämotorische Hirnregionen, okzipitale und inferior temporale, sowie evtl. frontale Bereiche (Zacks 2008, Jordan und Wüstenberg 2010). Diese Areale werden im Folgenden als Areale 1 bezeichnet.

**Hh2: K2a (Kontrollbedingung 2a):** Die alleinige Darbietung von für den jeweiligen Probanden sexuell präferierten Reizen (hier die Bilder nackter Frauen) sollte hämodynamische Antworten in den Hirnregionen hervorrufen, die laut Literatur in die Verarbeitung visueller sexueller Reize involviert sind, die den präferierten sexuellen Reiz enthalten (**Areale 2**), wie dem Orbitofrontalen Kortex, dem lateralen und inferioren Temporalkortex, dem Nucleus Caudatus, dem Anteroren Cingulum, dem inferioren und superioren und posterioren Parietallappen, dem prämotorischen Kortex, dem Cerebellum, der Insula, dem Putamen, dem Hypothalamus, dem somatosensorischen Kortex, der Amygdala, dem Claustrum, der Substantia nigra sowie dem ventralen Striatum (Stoléru et al. 2012, Jordan et al. 2013). Diese Areale werden im Folgenden als Areale 2 bezeichnet.

**Hh3: K2b (Kontrollbedingung 2b):** Die alleinige Darbietung von für den jeweiligen Probanden sexuell nicht präferierten Reizen (hier die Bilder nackter Männer) sollte hämodynamische Antworten in den Hirnregionen hervorrufen, die laut Literatur in die Verarbeitung nicht präferierter visueller sexueller Reize involviert sind, wie die Amygdala, der Nucleus Caudatus, die Insula, das Putamen, der inferiore temporale Gyrus, frontalen Areale, der okzipitale Kortex, der parietale Kortex, der temporale Kortex, Cuneus/ Präcuneus, somatosensorischer Kortex, prämotorischer Kortex sowie Mittelhirnstrukturen (Paul et al. 2008, Safron et al. 2007).

## **Erfassung sexueller Orientierung bei der passiven Wahrnehmung sexueller Reize**

**Hh4: K2a (Kontrollbedingung 2a) vs. K2b:** Die Darbietung von für den jeweiligen Probanden sexuell präferierten Reizen (Bilder nackter Frauen) sollte stärkere hämodynamische Antworten in den Hirnregionen hervorrufen, die laut Literatur bei der Verarbeitung präferierter sexueller Reize stärker involviert sind, als in die Verarbeitung nicht präferierter Reize (Bilder nackter Männer). Diese Regionen beinhalten den Thalamus, Amygdala, Insula, Claustrum, anteriores Cingulum, Hypothalamus, ventrales Striatum, superioren Parietalkortex, Cerebellum, Orbitofrontalkortex, prämotorischen Kortex, Temporallappen, Putamen und nucleus Caudatus (Ponseti et al. 2006 und 2012, Savic et al. 2005 sowie Kranz und Ishai 2006, Safron et al. 2007).

## **Erfassung sexueller Orientierung: Emotions-Kognition-Interaktion**

**Hh5: K2a und b (Kontrollbedingung 2a und b) vs. E (Experimentalbedingung) :** Im Kontrast der Einzelbedingung in der sexuelle Reize (K2) gezeigt werden mit der Experimentalbedingung (E) erwarten wir stärkere hämodynamische Antworten in den Arealen 2 (Vier-Komponenten-Modell) für die Kontrollbedingung 2, da nach Adaptation einer Emotions-Kognitions-Interaktion durch den kognitiven Reiz eine Suppression der sexuellen Hirnantwort in der Experimentalbedingung stattfinden sollte (Drevets und Raichle 1998, Blair et al. 2007, Kellermann et al. 2012).

**Hh6: E (Experimentalbedingung) vs. K1 (Kontrollbedingung 1):** In der Kontrastierung der Experimentalbedingung (E) mit der Aufgabe zur mentalen Rotation (Kontrollbedingung 1) wird eine stärkere hämodynamische Antwort in den Arealen 2 (Vier-Komponenten-Modell) erwartet.

**Hh7:(Experimentalbedingung-präfer vs. Kontrollbedingung 1) VS (Experimentalbedingung-nichtpräfer vs. Kontrollbedingung 1):** Im Vergleich der hämodynamischen Antworten zwischen Experimentalbedingung (E) und Kontrollbedingung 1 (K1) (Mentale Rotation) wird insbesondere bei den für die jeweilige Person sexuell präferierten Reizen (Kombination mit Frauenbildern) eine stärkere Aktivität in den Arealen 2 erwartet als bei sexuell nicht präferierten Reizen (Kombination mit Männerbildern) (Drevets et al. 1998, Blair et al. 2007, Kellermann et al. 2012).

### **3. Material und Methoden**

#### **3.1 Messung von Hirnaktivität mittels Magnetresonanztomographie**

Zur indirekten Messung der Hirnaktivität verwendeten wir in unserer Studie die funktionelle Magnetresonanztomographie. Die Magnetresonanztomographie ist ein bildgebendes Verfahren das Schnittbilder des menschlichen Körpers erzeugt. Sie wird vor allem in der medizinischen Diagnostik, inzwischen aber auch in der Forschung zur Darstellung von Struktur und Funktion der Gewebe und Organe im Körper eingesetzt. Sie basiert physikalisch auf den Prinzipien der Kernspinresonanz und wird daher auch als Kernspintomographie bezeichnet. Unsere funktionelle Magnetresonanzmessung erfolgte am 3 Tesla Siemens-Magnetom TIM Trio der AG MR-Forschung in der Neurologie und Psychiatrie (Leitung: PD Dr. P. Dechent, Durchführung: I. Pfahlert). Die anatomische Messung (T1-Messung) umfasste 176 Schichten, die funktionellen Messungen (TR= 2sec) 33 Schichten. Pro Durchgang wurden 513 Volumina erfasst.

##### **3.1.1. Funktionsweise der Magnetresonanztomographie**

Die Magnetresonanztomographie basiert auf starken Magnetfeldern sowie Hochfrequenzsendern mit denen bestimmte Atomkerne (meistens die Wasserstoffkerne/Protonen) im Körper resonant angeregt werden. Diese induzieren dann im hochfrequenzempfindlichen Empfängersystem elektrische Signale die mittels Computer in Bilder verarbeitet werden (Weishaupt et al. 2009).

Eine wesentliche Grundlage für den Bildkontrast sind unterschiedliche Relaxationszeiten (T1- und T2-Zeit) verschiedener Gewebearten. Daneben spielt auch die unterschiedliche Protonendichte (Wasserstoff-Atome) in den unterschiedlichen Geweben (z. B. Muskel, Knochen) eine Rolle für den Bildkontrast (Weishaupt et al. 2009). Eine detaillierte Erläuterung zur Funktionsweise der MRT findet sich im Teil 1. des Anhangs.

##### **3.1.2. Funktionsweise der funktionellen Magnetresonanztomographie**

Mittels funktioneller Kernspintomographie ist es möglich, indirekt neuronale Reaktionen auf externe Reize zu messen. Bei diesen Messungen ist die lokale Oxygenierung des Blutes der entscheidende, die Signalintensität beeinflussende Parameter. Diese kann aufgrund des BOLD (*blood oxygen level dependent*) Effektes gemessen werden. Der BOLD-Effekt ist die Grundlage der funktionellen MRT. Er basiert auf dem O<sub>2</sub>-Gehalt des Blutes – einem

indirekten Indikator für die kortikale Metabolismusrate und somit für die neuronale Aktivität (Seidentopf 2001).

**Der BOLD-Effekt** wurde **1990 von Ogawa** et al. beschrieben: Die Grundlage für diesen Effekt sind unterschiedliche magnetische Eigenschaften von oxygeniertem und desoxygeniertem Blut aufgrund des an Hämoglobin gebundenen Eisens. Wenn Hämoglobin mit Sauerstoff beladen wird, wird das Eisen im Häm-Molekül oxygeniert, dabei entsteht Oxyhämoglobin. Oxyhämoglobin hat aufgrund des oxygenierten Zustandes des Eisens kaum magnetische Eigenschaften, man nennt es deshalb auch diamagnetisch. Nicht oxygeniertes Hämoglobin nennt man Desoxyhämoglobin. Dessen Eisenatome besitzen ihre vollen magnetischen Eigenschaften, man nennt es deshalb auch paramagnetisch. Das paramagnetische Desoxyhämoglobin verursacht in seinem unmittelbaren Umfeld Magnetfeldinhomogenitäten und induziert in der Umgebung der Gefäße einen lokalen Magnetfeldgradienten (Ogawa et al. 1990). Es führt zu einer Verkürzung der T2\*-Relaxationszeit.

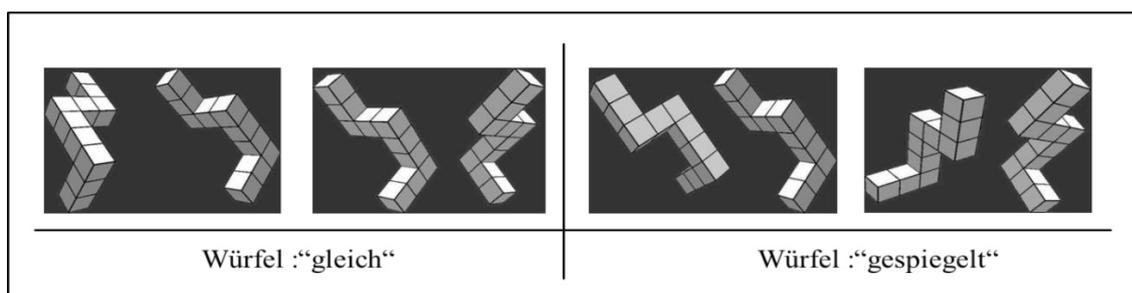
### **Signalzunahme in der T2\* Gewichtung bei kortikaler Aktivität**

Wird ein Hirnareal (beispielsweise durch visuelle Reize) stimuliert, kommt es zu einer Steigerung der kortikalen Metabolismusrate. Daraufhin reagiert dieses Areal mit einem erhöhten regionalen zerebralen Blutfluss (Seidentopf 2001). Wichtig für den BOLD-Effekt ist nun das Verhältnis von Oxyhämoglobin zu Desoxyhämoglobin im zu untersuchenden Gewebe. Ist ein Gehirnareal neuronal aktiv, übersteigt der Sauerstofftransport den Sauerstoffverbrauch. Somit steigt der Sauerstoffgehalt im venösen Schenkel des Kapillarnetzes (Seidentopf 2001). Das Verhältnis von Oxyhämoglobin zu Desoxyhämoglobin verschiebt sich zu Gunsten des Oxyhämoglobins. Die Abnahme des Anteils des paramagnetischen desoxygenierten Hämoglobins führt dazu, dass sich die in der Umgebung auftretenden Magnetfeldinhomogenitäten verringern. „Eine daraus resultierende langsamere Dephasierung der Protonenspins in der angeregten Schicht, führt zu einem Signalanstieg im T2\* gewichteten Gradientenbild in der aktiven Hirnregion.“(Seidentopf 2001, S. 54).

## 3.2 Visuelle Stimuli

### 3.2.1 Mentale Rotation

Als Stimuli für die Aufgabe zur mentalen Rotation nutzten wir horizontal angeordnete Paare von Würfel­figuren entsprechend dem ursprünglichen Experiment der mentalen Rotation von Shepard und Metzler (1971). Diese wurden im Rahmen einer Diplomarbeit am Institut für Psychologie der Universität Göttingen erstellt und validiert (Paschke 2007). Eine Rotationsfigur besteht aus zehn orthogonalen Würfeln, die so angeordnet sind, dass vier gerade Reihen, einmal zu vier und dreimal zu drei Würfeln entstehen, die jeweils im rechten Winkel aneinander liegen (siehe Abb. 3.2.1). Die unterschiedliche Anordnung der einzelnen Reihen und Ausrichtung der rechten Winkel führt zu unterschiedlichen Referenzfiguren. Diese dreidimensionalen Figuren wurden so dargestellt, dass auf dem zweidimensionalen Bildschirm keine Okklusionseffekte auftraten, das heißt, dass jeder Würfel erkennbar war und nicht durch andere Teile des Stimulus verdeckt wurde. Der Eindruck der Dreidimensionalität wurde verstärkt durch Kontrastierung einzelner Seiten der Figuren mit unterschiedlichen Graustufen. So ergaben sich zwei mögliche Bedingungen für ein Stimuluspaar: rotiert und deckungsgleich, also durch mentale Rotation ineinander überführbar oder rotiert und gespiegelt. Für unsere Studie wählten wir 64 Stimuli mit einer z-axialen Winkeldifferenz von  $80^\circ$  aus. Sowohl im ursprünglichen Experiment nach Shepard und Metzler als auch in der den verwendeten Stimuli zu Grunde liegenden Arbeit (Paschke 2007) konnten für diesen Rotationswinkel im Vergleich zu Differenzen von  $0^\circ$  bis  $180^\circ$  mittellange Reaktionszeiten (um 2500 ms) ermittelt werden. Die in Anspruch genommenen kognitiven Ressourcen sollten für die unterschiedlichen Stimulustypen jeweils gleich groß sein, da die abhängige Variable nicht wie in den eigentlichen Rotationsexperimenten die Reaktionszeit in Abhängigkeit von der Winkeldifferenz, sondern die Reaktionszeit in Abhängigkeit von der Distraktorkategorie war. Daher wählten wir in unserem Experiment nur die oben genannte Winkeldifferenz aus.



**Abb. 3.2.1:** Jeweils zwei „gleiche“ (nur rotiert) und „gespiegelte“ (rotiert und gespiegelt) Würfelpaare aus unserem Experiment

### 3.2.2 Not-Real-People-Set

Für die Präsentation der visuellen sexuellen Reize wurde das Not-Real-People-Visual-Stimuli-Set (*Pacific Psychological Assessment Corporation, Victoria Kanada, 2004*) eingesetzt.

Das NRP-Set setzt sich aus zwei Sets à 80 Abbildungen zusammen, die nach Geschlecht, Bekleidung und den 5 Tanner-Stadien für primäre und sekundäre sexuelle Charakteristika kategorisiert sind (Tanner 1973). Bei dieser Einteilung spielen die Entwicklung der Brust, der Geschlechtsorgane und der Schambehaarung eine Rolle. Die Bilder unterscheiden sich außerdem in den Kategorien „leicht bekleidet“ und „nackt“. Pro Tanner-Kategorie gibt es jeweils vier Bilder (z.B. vier Bilder „nackter Männer“ im Tannerstadium 5). Im NRP-Set werden keine echten Individuen dargestellt, sondern aus mehreren verschiedenen Individuen mit dem Computer „zusammengesetzte“ Darstellungen von Menschen, bei denen außerdem Haarfarbe, Augenfarbe und Hautfarbe verfremdet wurden. Dadurch ist eine Wiedererkennung der abgebildeten Personen ausgeschlossen. Um dem Einfluss von zusätzlichen Effekten auf die Verarbeitung der Reize, wie z.B. Farben und Hintergründe zu minimieren und den Focus auf den visuellen sexuellen Charakter der Reize zu legen, werden alle Bilder standardisiert auf schwarzem Hintergrund und nicht farbig dargestellt. Zudem werden in dieser Studie nur Bilder der Tannerstufen 1, 2, 4 und 5 verwendet, um eine eindeutige Zuordnung zu „Kinderbildern“ (Tannerstufen 1 und 2) und „Erwachsenenbildern“ (Tannerstufen 4 und 5) möglich zu machen. Vor dem Hintergrund, dass in diese Studie auch Kinderbilder mit einbezogen wurden, wird klar, dass wir ein Stimulus-Set ohne explizit sexuellen Charakter gewählt haben. Die Personen werden in diesem Set nicht in aufreizend sexuellen Posen dargestellt. In der folgenden Abbildung 3.2.2 werden Beispiele von sexuellen Stimuli aus dem NRP-Set zu jeder verwendeten Tannerstufe gezeigt. Die Genitalien auf den Kinderbildern werden in dieser Arbeit aufgrund von §184b StGB nicht abgebildet. Daher sind die Genitalien auf allen folgenden Bildern, welche nackte Personen abbilden, mit einem schwarzen Balken verdeckt dargestellt.

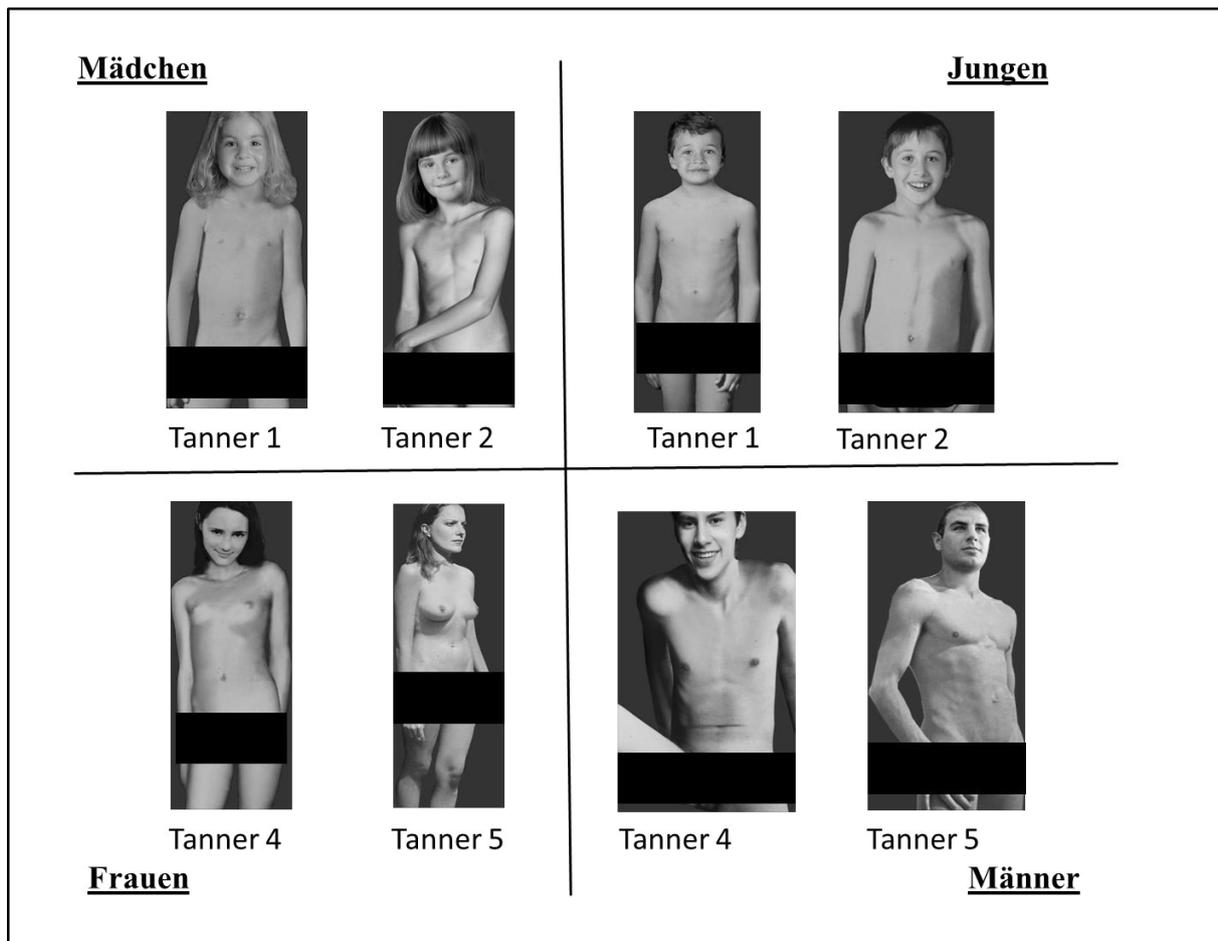


Abb. 3.2.2: Beispiele der sexuellen Stimuli aus dem NRP-Set, „Kinderbilder“ (Tannerstufen 1 und 2) und „Erwachsenenbilder“ (Tannerstufen 4 und 5)

### 3.3 Ablauf des Experiments und Studiendesign

#### 3.3.1 Ablauf des Experiments

Tabelle 3.3.1: Übersichtstabelle zu den zwei Untersuchungsterminen, in die sich unser Experiment gliederte. Es sind dabei die jeweiligen Testungen und Untersuchungen pro Untersuchungstag aufgeführt. MRT (A)= Mental Rotations Test( Peters et al. 1995); MRT-Fragebogen=Fragebogen zu Tauglichkeit für die Magnetresonanztomographie; SPM=Raven Intelligenztest; fMRT Messung=funktionelle Magnetresonanztomographie.

1. Termin (ca. 2 Stunden)	2. Termin (ca. 2,5 h)
Probandeninformation (Anhang 3.3.), Einverständniserklärung (Anhang 3.4.), Stammdatenblatt (Anhang 3.2.), MRT(A), MRT-Fragebogen, Standard Progressive Matrices (SPM) , Training	Befindlichkeitsbogen, fMRT-Messung, Stimulus-Rating

Das Experiment gliederte sich in zwei Untersuchungstermine (siehe Tabelle 3.3.1). Der gesamte Zeitaufwand pro Proband betrug in etwa 4,5 Stunden. Der erste Termin dauerte ca. 2 Stunden und beinhaltete das Informations- und Aufklärungsgespräch, einen Fragebogen zu Risiken, Kontraindikationen und Voraussetzungen für die MRT-Untersuchung, die Erfassung der Stammdaten, die Erfassung der sexuellen Orientierung durch die Kinsey Skala, den Intelligenztest (Standard Progressive Matrices) und den Mental Rotations Test (MRT(A), Peters et al. 1995) um die allgemeinen raumkognitiven Leistungen zu erfassen. Außerdem erfolgte eine Trainingssession zur Einführung in den experimentellen Ablauf. Beim 2. Termin mit etwa 2,5 Stunden Dauer erfolgte die MRT Messung, die sich in eine anatomische und eine funktionelle Messung gliederte. Dabei wurden den Probanden im Magnetresonanztomographen mittels einer speziellen Brille die sexuellen und kognitiven Stimuli präsentiert. Zur Präsentation der Reize und Erfassung der Verhaltensdaten verwendeten wir Presentation® (<http://www.neurobs.com>). Die Bearbeitung der Aufgabe zur mentalen Rotation erfolgte für die Probanden mit Hilfe einer Antwortbox, per Knopfdruck. Die funktionelle Messung umfasste 5 Durchläufe à ca 17 Minuten. Nach den ersten 3 Durchgängen konnten die Probanden über eine halbe Stunde Pause außerhalb des Scanners verfügen. Im Anschluss an die Messung folgte noch ein Stimulusrating der gesehenen Bilder am Computer.

### **3.3.2 Studiendesign**

Die Präsentation der Reize erfolgte im Sinne eines Blockdesigns, d.h. die Reize wurden blockweise präsentiert, in einem Block nur Reize einer Bedingung, in einem anderen Block eine weitere Bedingung und so weiter. Wir untersuchten welche hämodynamischen und behavioralen Veränderungen bei der simultanen Darbietung mentaler Rotationsreize und sexuell präferierter bzw. sexuell nicht präferierter Reize auftraten (**Experimentalbedingung E, Abbildung 3.3.2c**). Zwei Kontrollbedingungen wurden zum Vergleich eingeführt. Es wurde zum einen die Aufgabe zur mentalen Rotation für sich alleinstehend dargeboten, und damit die laut Literatur involvierten Gehirnareale untersucht (**Kontrollbedingung K1, Abbildung 3.3.2a**). Zum anderen wurden die sexuellen Reize präsentiert und die darauf resultierenden hämodynamischen Antworten gemessen (**Kontrollbedingung K2, Abbildung 3.3.2b**). Durch den Vergleich der Experimentalbedingung mit jeweils einer Kontrollbedingung wurden die oben genannten Hypothesen getestet.

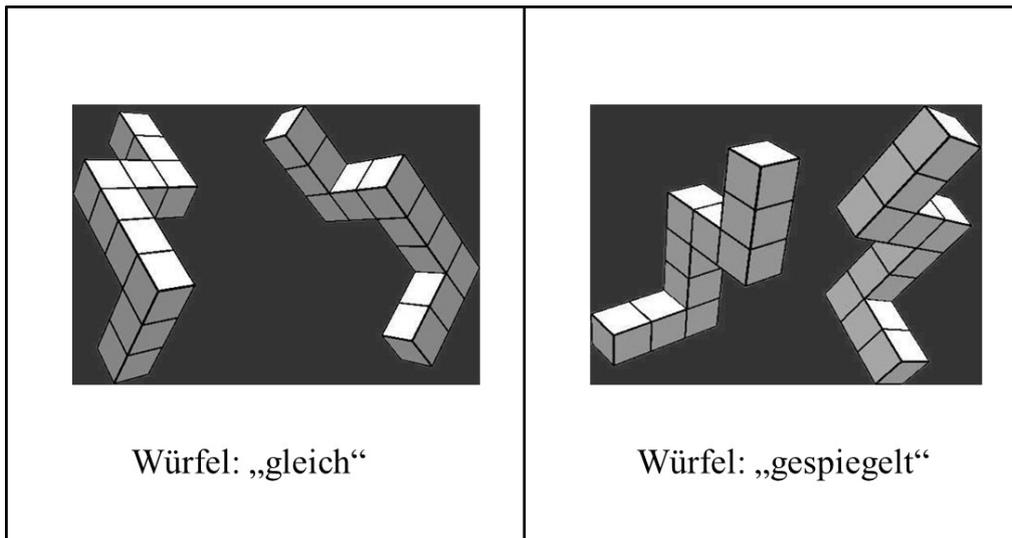


Abb. 3.3.2a: Kontrollbedingung 1 mit Stimuli zur mentalen Rotation.

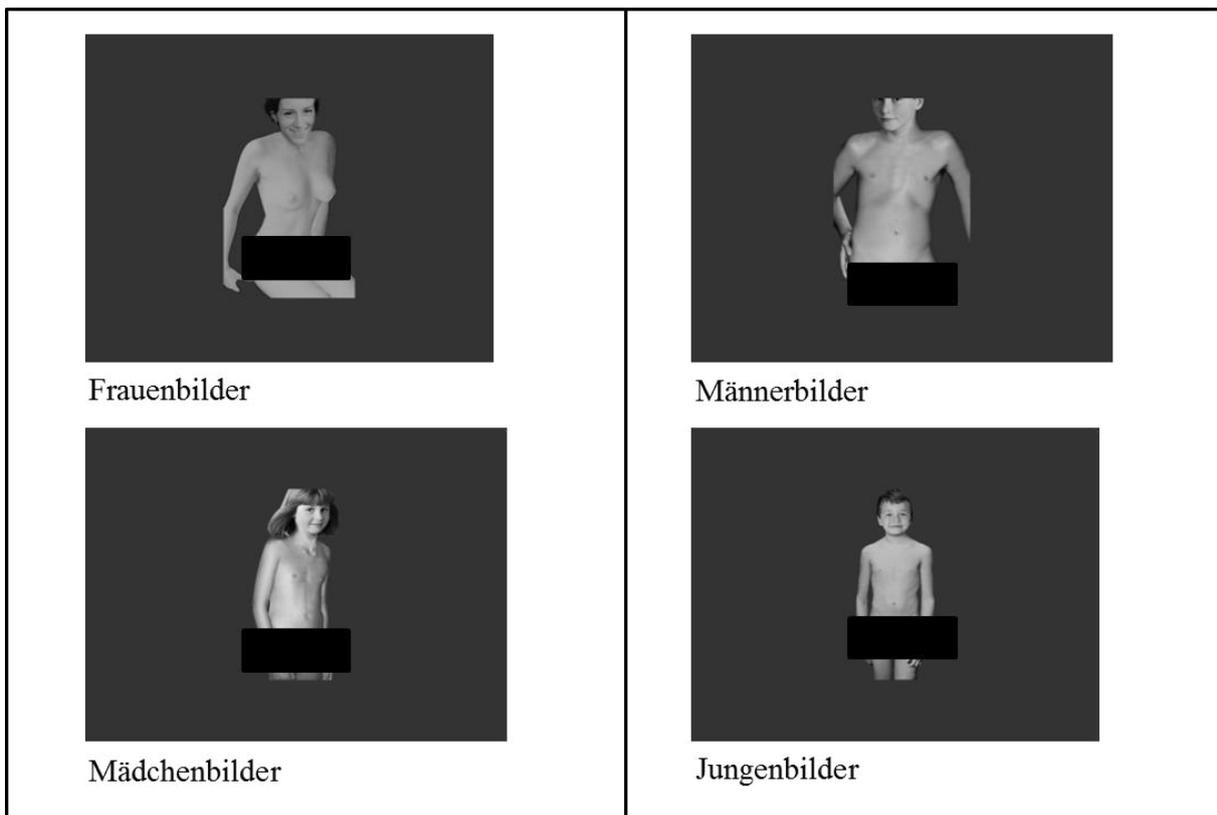
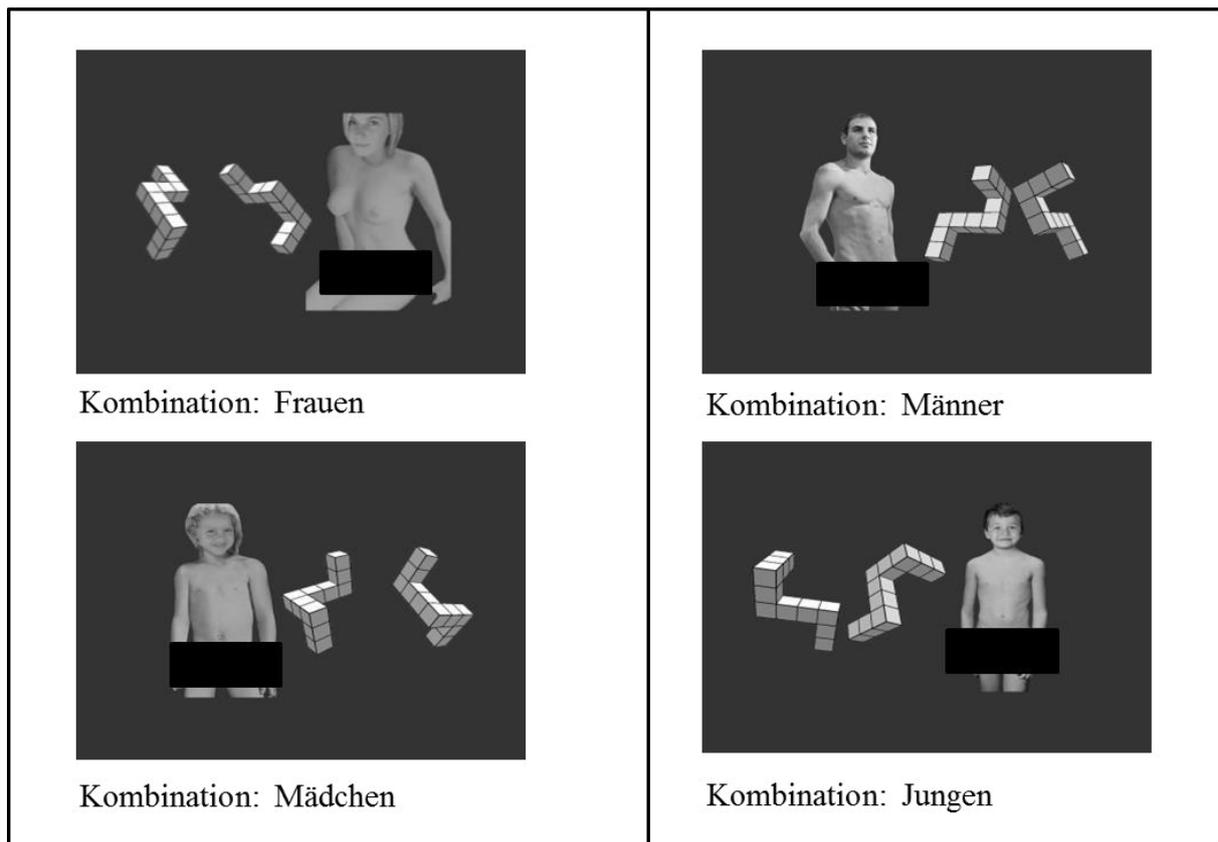
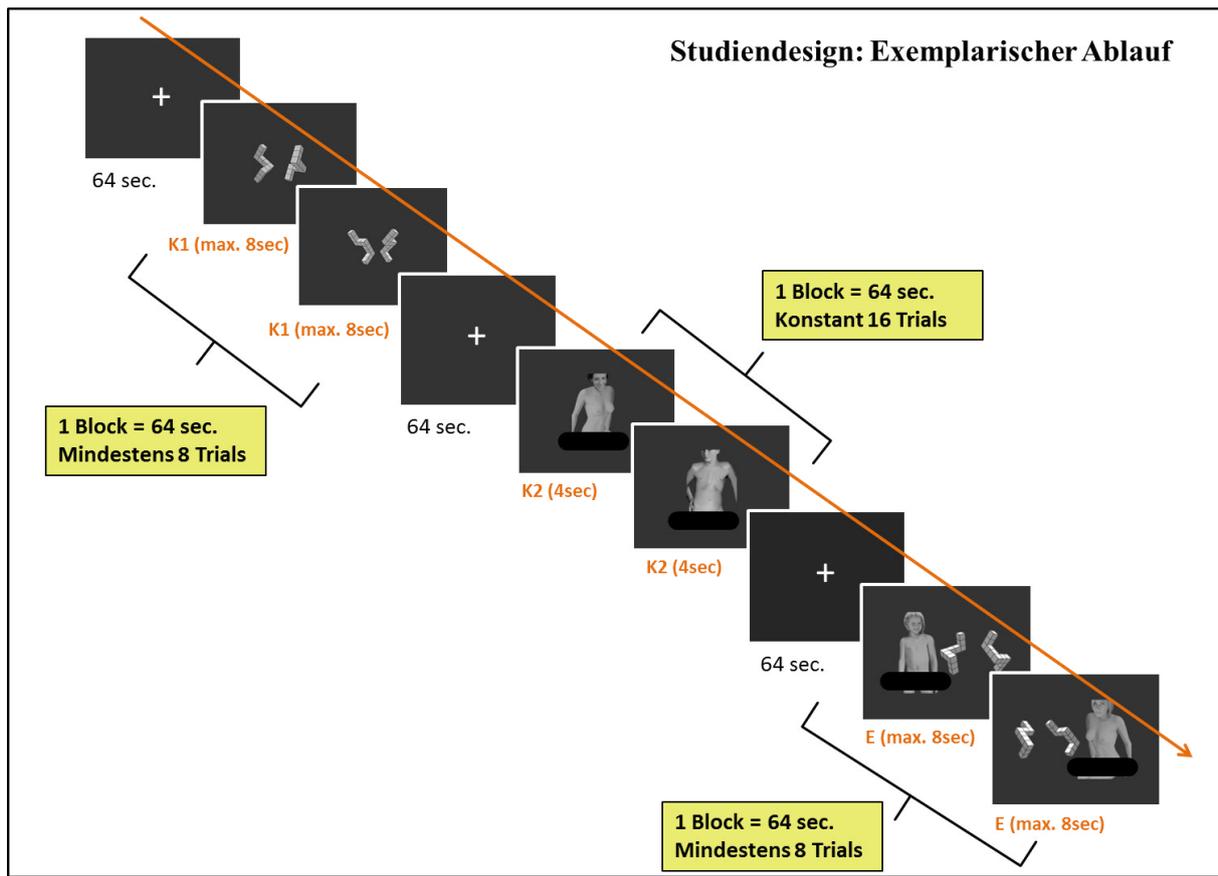


Abb. 3.3.2b: Kontrollbedingung 2 mit Stimuli aus dem NRP-Set.



**Abb. 3.3.2c: Experimentalbedingung mit einer Kombination aus sexuellen und kognitiven Reizen.**

Alle drei Bedingungen wurden randomisiert dargeboten. Die fMRT-Messung gliederte sich in 2 Sessions, wobei Session 1 aus drei Durchgängen bestand und Session 2 aus zwei Durchgängen. Ein Durchgang dauerte in etwa 17 Minuten und beinhaltete 8 Bedingungsblöcke à 64 Sekunden und 8 Baselineblöcke. Die Baselinebedingung stellte ein weißes Fixationskreuz auf schwarzem Grund dar und diente zur Erholung der hämodynamischen Antwort, die durch den vorangegangenen Block entstanden ist. Bei der Experimentalbedingung und in der Kontrollbedingung 1 wurden die Stimuli maximal 8 Sekunden präsentiert, bevor der nächste Stimulus erschien. Beantwortete der Proband die Aufgabe per Knopfdruck früher, erschien sofort ein neuer Stimulus. Dadurch entstand eine unterschiedliche Stimulusanzahl pro Block, die später bei der Auswertung berücksichtigt werden musste. Die Stimuli in der Kontrollbedingung 2 wurden jeweils 4 Sekunden präsentiert, pro Block wurden daher konstant 16 Bilder gezeigt. In 40 Bedingungsblöcken wurden somit 8 Blöcke zu K1, 16 Blöcke zu K2 sowie zu E gezeigt. Pro 16 Blöcke von K2 und E wurden viermal die Frau, der Mann, das Mädchen und der Junge allein oder in Kombination gezeigt. Seurinck et al. zeigte, dass mit diesem Design der kognitive Prozess bei mentalen Rotationsaufgaben gut abgebildet werden kann (Seurinck et al. 2005).



**Abb. 3.3.2.f: Exemplarischer Ablauf des Studiendesigns**

K1= Kontrollbedingung 1, K2= Kontrollbedingung 2, E=Experimentalbedingung

### 3.4 Versuchspersonen

An der endgültigen Auswertung unserer Studie wurden die Daten von 22 heterosexuellen Männern (Alter 24,22; SD: 2,94 Jahre) einbezogen. Von ursprünglich 29 teilnehmenden Probanden mussten 6 Probanden aufgrund von technischen Störungen in der fMRT Messung und ein Proband wegen zu starken Bewegungsartefakten während der Messung ausgeschlossen werden. Die Rekrutierung der Probanden erfolgte hauptsächlich über Aushänge an verschiedenen Einrichtungen der Georg-August-Universität Göttingen.

Einschlusskriterien für die Teilnahme waren männliches Geschlecht, heterosexuelle Orientierung und Einwilligungsfähigkeit. Ausschlusskriterien waren Rücknahme der Einverständniserklärung, sexuelle Phantasien oder Erfahrungen mit Minderjährigen und mangelnde MRT Tauglichkeit.

Die freiwillige Teilnahme an der Studie wurde zu jedem Zeitpunkt berücksichtigt, d.h die Probanden konnten zu jedem Zeitpunkt des Experiments die Teilnahme beenden. Die Probanden erhielten keine finanzielle Vergütung. Da die Teilnehmer hauptsächlich aus dem

studentischen Milieu stammten, konnten sich einige im Rahmen von psychologischen und sozialwissenschaftlichen Studiengängen sogenannte Versuchspersonenstunden für ihr Studium anrechnen lassen. Alle Probanden wiesen einen Schulabschluss mit Abitur auf und setzten sich aus Medizin-, Sozialwissenschafts-, Psychologie-, Politik-, Volkswissenschafts-, Forstwissenschafts-, Chemie- und Sportstudenten zusammen.

Vor Beginn der Studie wurden alle Probanden ausführlich in mündlicher sowie schriftlicher Form auf den Ablauf der Studie und die möglichen Risiken aufgeklärt (Siehe Anhang 3.3). In Form eines Einwilligungsbogens (Siehe Anhang 3.4) erklärten die Probanden die zu jederzeit widerrufbare freiwillige Teilnahme.

Die Tauglichkeit für eine MRT (Magnetresonanztomographie) im Sinne des Ausschlusses von untersuchungsrelevanten Erkrankungen oder Störfaktoren (Metall im Körper etc.) wurde über einen standardisierten Fragebogen der Universitätsmedizin Göttingen gewährleistet. Dieser kann im Anhang unter 3.6. eingesehen werden.

Die sexuelle Orientierung der Probanden spielte im Rahmen der Untersuchung eine wichtige Rolle. Daher wurde die sexuelle Orientierung mithilfe der Kinsey-Skala (Kinsey 1948) zur Selbsteinschätzung der eigenen sexuellen Aktivität erfasst. Diese kann im Anhang 3.1. eingesehen werden. Die Scala umfasst Werte von 0-6, wobei 0 für „ausschließlich heterosexuelles Verhalten“ kodiert und 6 für „ausschließlich homosexuelles Verhalten“. Dazwischen finden sich Abstufungen, wie etwa „gelegentlich homosexuelles Verhalten“ (1). In unsere Studie schlossen wir nur Probanden ein, die als hauptsächlich heterosexuell eingestuft werden konnten, also nur Werte von 0 und 1. Von den 21 Probanden gaben 16 eine 0 an und 6 Probanden eine 1.

Mit Hilfe eines Stammdatenblattes (Siehe Anhang 3.2), erfassten wir weitere Fakten bezüglich biographischer Daten, Händigkeit, Sehfähigkeit und studienspezifische Daten zum Sexualleben der Probanden. Alle Probanden gaben hierbei eine deutsche Staatsangehörigkeit an. Was den Familienstatus betraf, waren 14 Probanden ledig und 8 Probanden lebten in Partnerschaft. Bezüglich der Sehfähigkeit konnte auf Beeinträchtigungen während der fMRT-Messungen eingegangen werden. Das Tragen von Kontaktlinsen war eine Möglichkeit, die spezielle Einstellung der Brille zur Darstellung der Stimuli auf die angegebene Dioptrien Zahl eine andere. An der Studie nahmen 19 Rechtshänder und 3 Linkshänder teil. Schwerwiegende psychiatrische Vorerkrankungen wurden über Selbstauskunft ausgeschlossen. Es wurden außerdem speziell auf unsere Studie ausgerichtet Daten zur Sexualität unserer Probanden abgefragt. Dies beinhaltete Fragen nach dem Alter beim ersten Geschlechtsverkehr, derzeitige

sexuelle Aktivität, längste partnerschaftliche Beziehung, Kinderwunsch sowie Fragen zu sexuellen Phantasien mit Minderjährigen.

Die gezeigten Fragen wurden von allen Probanden verneint, was auf eine nicht pädophile sexuelle Orientierung in der Selbsteinschätzung schließen lässt. In Bezug auf ihre derzeitige sexuelle Aktivität gaben 15 Probanden an häufiger bis regelmäßig Geschlechtsverkehr zu haben, 7 Probanden gaben an aktuell keinen regelmäßigen Geschlechtsverkehr zu haben.

### **3.5 Testungen im Rahmen der Studie**

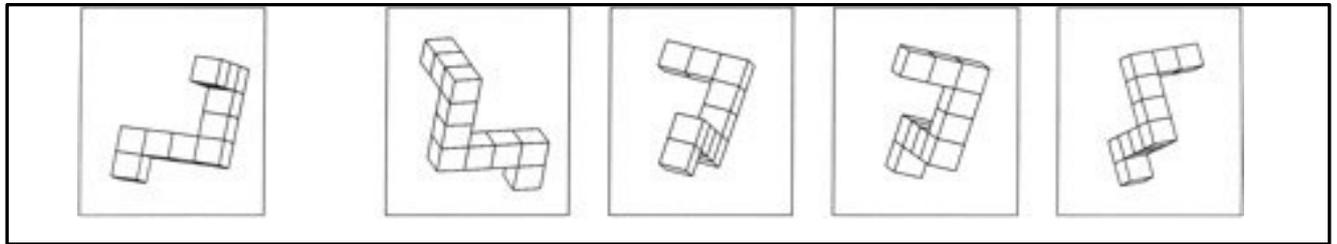
#### **3.5.1 Standard Progressive Matrices (SPM) zur Erfassung der Intelligenz**

Aussagen über die kognitiven Fähigkeiten der Probanden erhielten wir über die Bearbeitung der Standard Progressive Matrices (SPM) nach Raven und Horn (1998). In diesem Test werden sowohl reproduktive als auch deduktive Fähigkeiten getestet, Bestandteile der allgemeinen Intelligenz (Faktor g) im Sinne Spearmans (Spearman 1938). Besonderheit dieses Tests ist, dass er nonverbal und kulturunabhängig die Intelligenz erfasst, indem über die Lösung der ersten Aufgaben das Lösungsprinzip auch ohne Instruktion deutlich wird (Kratzmeier und Horn 1988). Der Test besteht aus 60 Aufgaben und ist in 5 Aufgabengruppen (A-E) mit jeweils ansteigendem Schwierigkeitsgrad aufgeteilt. Bei den einzelnen Testaufgaben soll ein vorhandenes Muster erkannt werden und das darin fehlende Element aus einer Reihe möglicher Elemente ausgewählt werden (Multiple Choice). Unsere Ergebnisse zeigten einen mittleren Intelligenzquotienten von 128,63 mit einer Standardabweichung von 4,31.

#### **3.5.2 Mental Rotations Test zur Erfassung allgemeiner raumkognitiver Leistungen**

Zur Erfassung allgemeiner raumkognitiver Leistungen, setzten wir den **Mental Rotations Test** (MRT, Peters et al. 1995) ein. Der MRT(A) umfasst nach einer kurzen Einleitung und Übungssequenz 24 Items (siehe Abbildung 3.5.2.), von denen jeweils 12 in 3 Minuten bearbeitet werden müssen. Dazwischen erhält der Proband zwei Minuten Pause. Aufgabe ist es hier, die Würfelfiguren mental zu rotieren und zu entscheiden welche 2 aus 4 Auswahlmöglichkeiten sich in die Ausgangsfigur (Figur links in Abb. 3.5.2.) überführen lassen und welche nicht. Die Ergebnisse zeigten einen Mittelwert von 12.13 bei einer Standardabweichung von 4,66 bei einem Maximalpunktwert von 24. Diese Werte entsprechen

etwa den von Peters et al. 1995 veröffentlichten Vergleichswerten für männliche Studenten: Mittelwert 12.2 und Standardabweichung 5.3.



**Abb. 3.5.2: Exemplarische Aufgabe aus dem MRT (Mental Rotations Test, Peters et al. 1995):** Aufgabe ist die Würfelfiguren mental zu rotieren und zu entscheiden welche 2 aus 4 Auswahlmöglichkeiten sich in die links gezeigte Ausgangsfigur überführen lassen und welche nicht.

### **3.5.3 Stimulusrating zur Erfassung der Valenz und Erregung in Bezug auf die sexuellen Stimuli**

Zum jeweils letzten Termin führten wir mit jedem Probanden ein computergestütztes Stimulusrating durch. Die Probanden bewerteten die eben dargebotenen sexuellen Stimuli aus dem NRP-Set hinsichtlich ihrer Valenz (wie angenehm ist das Bild?) und ihrer sexuellen Erregung (wie erregend ist das Bild?). Den Probanden wurden zur Beurteilung zwei Likertskalen dargeboten, jeweils von 1 (sehr unangenehm / nicht erregend) bis 9 (sehr angenehm / sehr erregend). Zusätzlich wurde während des Ratings ohne die Kenntnis der Probanden die Viewing Time erfasst. Als Viewing Time bezeichnet man die Zeit, die von Beginn der Stimuluspräsentation bis zur Eingabe des letzten Bewertungsparameters verging. Dadurch soll ein, durch die Probanden willkürlich nicht beeinflussbarer, Eindruck ihres Interesses bezüglich der Stimuli gewonnen werden. Es wird angenommen, dass von der Viewing Time auf sexuelles Interesse geschlossen werden kann (Laws und Gress 2004). Das Rating umfasst somit Prinzipien der Selbstbeurteilung sexuellen Interesses durch die Probanden, sowie Prinzipien der Erfassung sexuellen Interesses, die vom Probanden nicht willentlich beeinflusst werden. Die Ergebnisse dieses Ratings werden im Ergebnisteil ausführlich vorgestellt.

## 4. Methoden zur statistischen Analyse

### 4.1 Auswertung der Verhaltensdaten und des Stimulusratings

Die Verhaltensdaten wurden mithilfe des Statistikprogramms PASW Statistics 20 (SPSS Inc.) ausgewertet. Bezüglich der Aufgabe zur mentalen Rotation wurden die Reaktionszeiten bei Richtigantworten und prozentuelle Fehlerquoten mittels t-Tests bezüglich der, in den Hypothesen angenommenen Mittelwertunterschiede, untersucht.

Für Valenz und Erregung im Stimulusrating wurde pro Stimulustyp der Median auf der neunstufigen Likert-Skala ermittelt. Diese Werte wurden mit Hilfe eines Wilcoxon Rangsummentests verglichen. Für die Viewing Time wurde ein Mittelwert für die jeweilige Betrachtungszeit pro Stimulus berechnet. Diese Mittelwerte wurden dann mithilfe von gepaarten t-Tests verglichen.

### 4.2 Auswertung der neurofunktionellen Daten

Die Verarbeitung der bildgebenden Daten erfolgte über die Auswertungssoftware SPM Version 8 (Statistical Parametric Mapping; <http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/>). Diese basiert auf dem Programm MATLAB Version R2010a (MATLAB, The Mathworks, Inc.).

Ein vierdimensionaler fMRT Datensatz besteht aus drei räumlichen und einer zeitlichen Dimension. Jedes Bild aus der Zeitserie setzt sich aus der selben Voxelzahl zusammen. Diese Voxel sind auf einem dreidimensionalen Gitter angeordnet und können im Zeitverlauf verschiedenen Zeitpunkten zugeordnet werden (Schneider und Fink 2013).

#### 4.2.1 Vorverarbeitung der neurofunktionellen Daten

Bevor die statistischen Analysen bezüglich der Daten aus der Bildgebung durchgeführt werden konnten, mussten die Daten aufbereitet werden. Ziel dieser Vorverarbeitung ist es, die für fMRT-Zeitserien bekannten Artefakte zu bearbeiten und zu minimieren, aber auch die Daten mit den ebenfalls erhobenen neuroanatomischen Daten vergleichbar zu machen (Schneider und Fink 2013). Bestandteile dieser Vorverarbeitung sind die Bewegungskorrektur (*realignment*), Koregistrierung, Segmentierung, Normalisierung und Glättung (*smoothing*). Die **Bewegungskorrektur** dient dazu auch minimale Kopfbewegungen des Probanden während der Messung auszugleichen, da durch sie die Aufnahmen der Zeitserie möglicherweise verdreht oder verschoben abgebildet werden. Im sogenannten *realignment*

wird jedes Einzelbild durch Drehung und Verschiebung im Sinne der sogenannten *rigid-body-transformation* auf das erste Bild der Serie reorientiert (Friston et al. 1996). Dabei können Verschiebungen bis zu 2 mm und Rotationsunterschiede bis zu 0,5° korrigiert werden. Einer der Probanden musste aufgrund von Bewegungsartefakten, die darüber hinausgingen, aus der weiteren Verarbeitung ausgeschlossen werden. **Koregistrierung** nennt man den räumlichen Abgleich von Volumenaufnahmen desselben Probanden mit unterschiedlichen Bildgebungsmodalitäten (vgl. Schneider und Fink 2013). In unserem Fall wurden die individuellen anatomischen Bilder auf die individuellen funktionellen Daten koregistriert. Über die **Segmentierung** wurden Einzelbilder der grauen und weißen Hirnsubstanz sowie der Cerebrospinalflüssigkeit erzeugt. Die **Normalisierung** der Bilder diente dazu identische anatomische Strukturen verschiedener Probandengehirne aufeinander abzubilden (Schneider und Fink 2013). Position und Größe von T1-Bild und funktionellen Bildern wurden an Referenzgehirne (Templates) für anatomische bzw. funktionelle Bilder angeglichen. Somit waren Vergleiche zwischen den Probanden möglich. Die zuletzt durchgeführte **Glättung** erfolgte, indem der Bildgrauwert jedes Voxels mit dem der benachbarten Voxel verrechnet wurde, um das Signal-Rausch-Verhältnis zu verbessern und vor allem zufällig hohe oder niedrige Werte zu minimieren. Dadurch war eine klarere Differenzierung der aktiven Hirnareale, für die später zu berechnenden Kontraste zwischen Kontroll- und Experimentalbedingung, möglich.

#### **4.2.2 Statistische Analyse der neurofunktionellen Daten**

Anschließend an die Vorverarbeitung der neurofunktionellen Daten erfolgte die statistische Auswertung derselben mit Hilfe des allgemeinen linearen Modells (ALM). Dieses tritt an die Stelle einer Vielzahl von statistischen Tests und enthält als Spezialfälle viele wichtige Modelle, wie die der Varianzanalyse, der Regressionsanalyse oder der Kovarianzanalyse. „Das Prinzip der im ALM verwendeten statistischen Tests besteht darin, beobachtete Daten in verschiedene Varianzanteile zu zerlegen, um diese miteinander zu vergleichen.“ (Schneider und Fink 2013, S. 158). Grundlegend besteht die Annahme, dass durch diese Analyse ein linearer Zusammenhang zwischen den beobachteten Daten und den bekannten Einflussvariablen untersucht werden kann. Das heißt, das ALM testet, ob das gemessene Signal in einem Voxel tatsächlich mit der Präsentation der Stimuli zusammenhängt, oder ob das Voxel gar nicht auf diese Stimulation „reagiert“ (Schneider und Fink 2013). Bei der

Erstellung dieses Modells wurde auf den verzögerten Beginn der BOLD-Antwort Rücksicht genommen.

Zunächst wurde die sogenannte *first level specification* vorgenommen, bei der die statistischen Analysen für jeden Probanden einzeln durchgeführt wurden. Nach dieser Spezifizierung wurde das berechnete Modell nach der *Restricted-Maximum-Likelihood-method* (ReML) im Schritt *estimation* geschätzt. In Folge dieser „Schätzung“ entstanden Dateien, die als SPM-Dateien *statistic parametric maps* bezeichnet werden. Mit diesen konnten dann einzelne Vergleiche verschiedener Versuchsbedingungen für den jeweiligen Probanden berechnet werden. Diese Vergleiche innerhalb der einzelnen Probanden lieferten die Grundlage für die darauf folgenden Gruppenvergleiche. Die berechneten Kontraste orientierten sich an den, in den Hypothesen aufgeführten Vergleichen.

Um die hämodynamischen Antworten auf die einzelnen Bedingungen miteinander zu vergleichen wurden t-tests (paired und single) durchgeführt. Für die Vergleiche der einzelnen Bedingungen (E, K1, K2) mit der Baseline wurden *one-sample t-Test* (Einstichproben- t-Tests) durchgeführt. Die Signifikanzschwelle wurde auf  $p < .05$  mit korrigiertem Niveau (FWE- *Family wise error*) und einem *spatial extend* von 5 Voxeln festgelegt. Mit letzterem wurde festgelegt, dass mindestens 5 räumlich zusammenhängende Voxel die oben genannte Signifikanzschwelle überschreiten mussten um als signifikant erkannt zu werden. Für die Vergleiche der einzelnen Bedingungen (E, K1, K2) miteinander wurden *paired-sample t-Test* (t-Test bei verbundenen Stichproben) durchgeführt. Hier wurde die Signifikanzschwelle je nach Vergleich auf unkorrigiertem Niveau auf  $p < .001$  oder  $p < 0.01$  und einem *spatial extend* von 5 Voxeln festgelegt.

Das SPM-Plugin: *Anatomy Toolbox 1.8* (Eickhoff et al. (2005) über <http://www.fz-juelich.de>) wurde von uns genutzt um eine anatomische und zytoarchitektonische Zuordnung der aktivierten Hirnregionen vorzunehmen und die ermittelten Cluster zu interpretieren. Die folgende Tabelle erläutert die für die Arbeit relevanten Abkürzungen und gibt die für die zytoarchitektonische Zuordnung relevanten Quellen an.

**Tabelle 4.2.2: Tabelle zur zytoarchitektonischen Zuordnung der Hirnregionen aus der Anatomy Toolbox 1.8 (Eickhoff et al., 2005, über <http://www.fz-juelich.de>)**

<b>Zytoarchitektonische Kurz-Bezeichnung (Anatomy Toolbox 1.8)</b>	<b>Bedeutung</b>	<b>Quelle</b>
hIP	Humaner intraparietaler Sulcus	Choi et al. 2006
IPC	Inferiorer parietaler Kortex	Eickhoff et al. 2006
SPL	Superiorer Parietallappen	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 Kortex	Geyer,S. (2004)
HIPP	Hippocampus	Amunts et al. 2005
TH-	Thalamus	Behrens et al., (2003)
Area 44	Brodmann Area 44: Broca Areal	Amunts,K. et al., (1999)
Area 45	Brodmann Area 45: Broca Areal	Amunts,K. et al., (1999)
Amyg	Amygdala	Amunts,K. et al., (2005)

## 5. Ergebnisse

### 5.1 Ergebnisse des Stimulus-Ratings und der Viewing Time

Im Anschluss an das Experiment wurde, wie in Kapitel 3.5.3 beschrieben, die Bewertung der Distraktorstimuli durch die Probanden vorgenommen. Dabei wurden sowohl die Valenz als auch die Erregung bezüglich der Stimuli anhand von neunstufigen Likert-Skalen bewertet. Außerdem wurde parallel die Betrachtungszeit gemessen. Für Valenz und Erregung wurde pro Proband und pro Stimulustyp der Median auf der neunstufigen Likert-Skala ermittelt. In der Tabelle 5.1 werden die ermittelten Mediane dieser Mediane pro Stimulustyp aufgeführt. Für die Viewing Time wurde pro Proband ein Mittelwert für die jeweilige Betrachtungszeit pro Stimulustyp berechnet. Diese Mittelwerte wurden dann mit Hilfe von gepaarten T-Tests verglichen.

**Tabelle 5.1: Ergebnisse für Median, Minimum und Maximum bezüglich der Ratingdaten für Valenz und Erregung des präsentierten Stimulusmaterials auf einer Likert-Skala von eins bis neun.**

Stimulus	Valenz			Erregung		
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum
<b>Frau</b>	6	3.5	9	4.3	1	7
<b>Mann</b>	4	1	7.5	1	1	1

Für die Bewertung der Valenz der weiblichen sexuellen Stimuli ergab sich ein Median von 6 (Minimum 3.5; Maximum 9). Die Valenz der männlichen sexuellen Stimuli wurde mit einem Median von 4 (Min 1; Max 7.5) niedriger bewertet. Die Probanden bewerteten die Erregung durch die weiblichen sexuellen Stimuli mit einem Median von 4.3 (Min1; Max 7), während die Erregung durch die männlichen sexuellen Stimuli bei einem Median von 1 (Min 1; Max 1) erwartungsgemäß niedrig ausfiel.

### **5.1.1 Valenz**

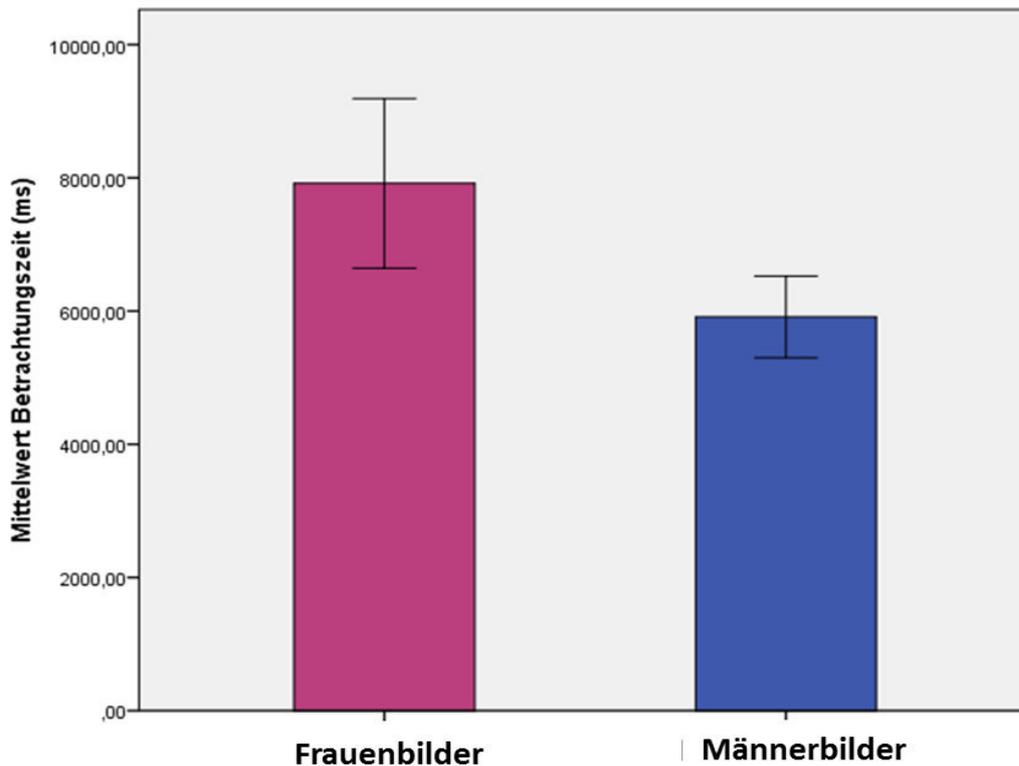
Unterschiede zwischen den Stimuluskategorien bzgl. der Valenzeinschätzung wurden mit Hilfe eines Wilcoxon Rangsummentests ermittelt. Dieser zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen den Medianen  $p < .05$ ;  $z$ -Wert=-3.944. Die Männerbilder wurden also in der Valenz signifikant niedriger bewertet als die Frauenbilder.

### **5.1.2 Erregung**

Unterschiede zwischen den Stimuluskategorien bzgl. der Erregung wurden wiederum mit Hilfe eines Wilcoxon Rangsummentests ermittelt. Dieser zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen den Medianen  $p < .05$ ;  $z$ -Wert=-4.033. Die Männerbilder wurden also in der Erregung signifikant niedriger bewertet als die Frauenbilder.

### **5.1.3 Viewing Time**

Bei den Betrachtungszeiten zeigte sich für die weiblichen sexuellen Stimuli, ein Mittelwert von 7917.23 ms (SD 2985.12). Wenn die männlichen Distraktorstimuli auftauchten, ergab sich ein Mittelwert von 5912.03 ms (SD 1436.06). Der gepaarte t-Test zeigte bei  $t(21) = 4.40$ ,  $p < .05$  einen signifikanten Unterschied mit signifikant längeren Betrachtungszeiten für die weiblichen sexuellen Stimuli. Dies wird auch in der Abbildung 5.1.3 deutlich.



**Abb. 5.1.3: Mittlere Betrachtungszeit in Millisekunden (ms) über die Stimuluskategorien für die Männer und die Frauenbilder. Fehlerbalken: Standardfehler.**

## **5.2 Ergebnisse der Verhaltensdaten bezüglich der mentalen Rotation**

Als Verhaltensparameter wurden die Reaktionszeit für Richtigantworten sowie der prozentuelle Anteil an Falschantworten in der mentalen Rotationsaufgabe ausgewertet. Im Rahmen paarweiser t-Tests wurden die Bedingungen, die die weiblichen sexuellen Stimuli enthielten mit denen verglichen, die die männlichen sexuellen Stimuli enthielten.

In der Kontrollbedingung 1 erfolgte die Erfassung der basalen Rotationsleistung durch Präsentation der Rotationsaufgaben ohne die Distraktorstimuli. Dabei zeigte sich ein Mittelwert für die mittlere Reaktionszeit von 2213.65 Millisekunden (SD 557.70) bei richtig beantworteten Rotationsaufgaben. Außerdem ermittelten wir für die prozentuelle Fehlerquote einen Mittelwert von 13.65 % (SD 5.99).

### 5.2.1 Falschantworten

Bei den prozentuellen Anteilen der Falschantworten zeigte sich für die Aufgabe zur mentalen Rotation, die in Kombination mit den weiblichen sexuellen Stimuli gezeigt wurden, ein Mittelwert von 10.89 % (SD 5.88). Wenn die männlichen Distraktorstimuli auftauchten, ergab sich ein Mittelwert von 11.70 % (SD 9.38). Es zeigte sich keine signifikante Unterscheidung bei  $t(22) = 2.11, p = .574$ .

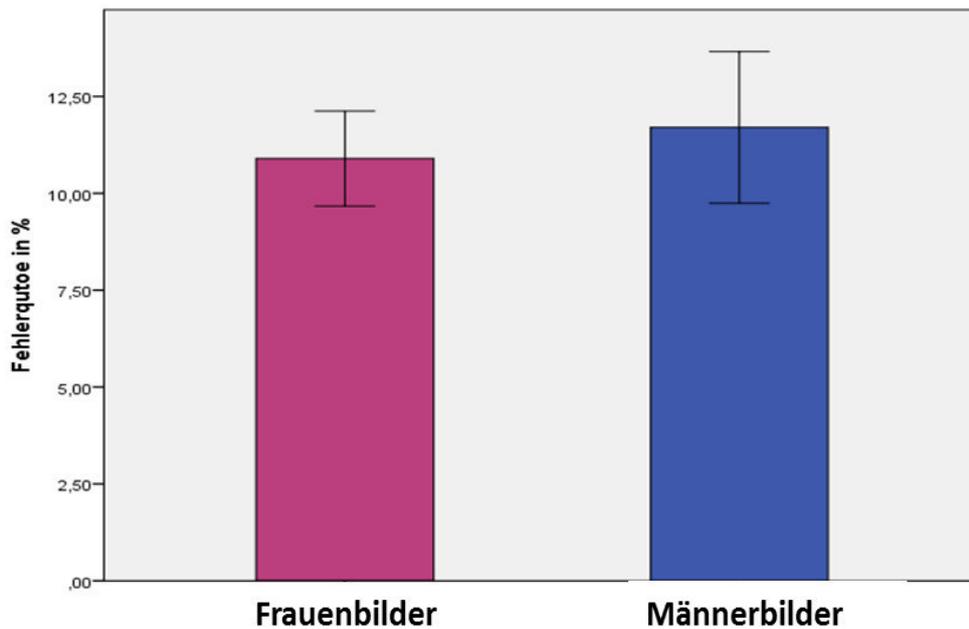
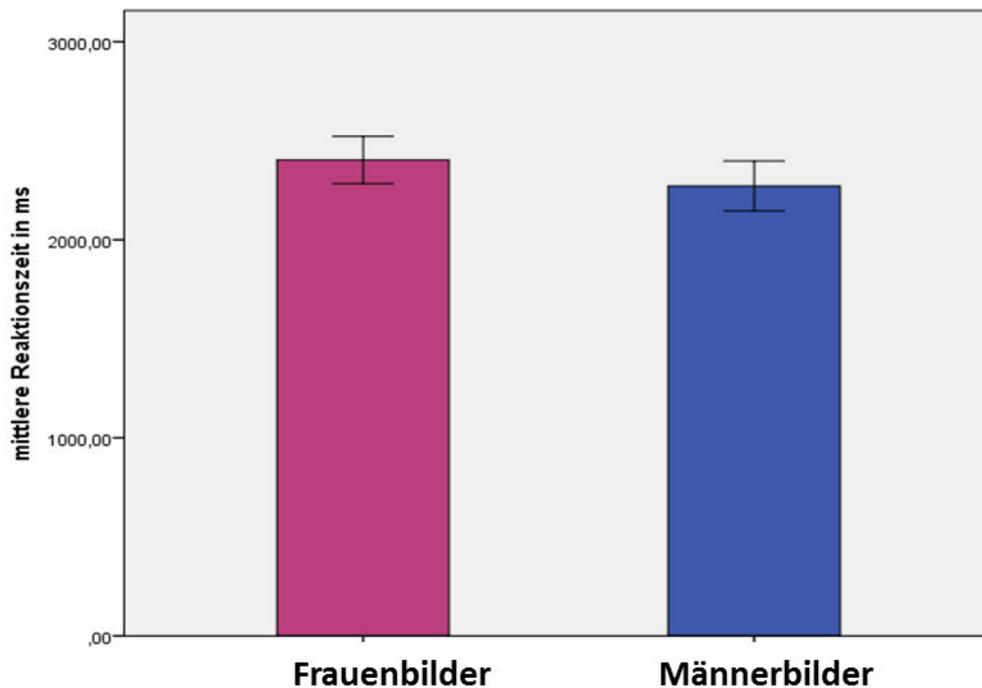


Abb. 5.2.2 Mittlere Fehlerquote in Prozent pro Stimuluskategorie (Fehlerbalken=Standardfehler) in der mentalen Rotationaufgabe

### 5.2.2 Reaktionszeit für Richtigantworten

Bei den Reaktionszeiten für die Richtigantworten errechnete sich für die Aufgabe zur mentalen Rotation, die in Kombination mit den weiblichen sexuellen Stimuli gezeigt wurde, ein Mittelwert von 2403.21 ms (SD 572.98). Wenn die männlichen Distraktorstimuli auftauchten, trat ein Mittelwert für die Reaktionszeit von 2271.85 ms (SD 604.11) auf. Bei einem  $t(22) = 2.98, p=.007$  wurde der Unterschied signifikant, d.h. die Reaktionszeit bei der simultanen Darbietung der Frauenbilder war signifikant länger als bei der simultanen Darbietung der Männerbilder (siehe Abb. 5.2.3).



**Abb. 5.2.3 Mittelwerte für die Reaktionszeiten in Millisekunden (ms) bei Richtigantworten pro Stimuluskategorie (Fehlerbalken=Standardfehler)**

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse für die Verhaltensdaten bezüglich der Aufgabe zur mentalen Rotation zusammen. Dabei wird nochmals deutlich, dass die Probanden für das Lösen der Aufgabe zur mentalen Rotation längere Reaktionszeiten zeigten, wenn simultan die weiblichen Distraktorstimuli gezeigt wurden, im gleichen Zuge aber nicht mehr Fehler auftraten als bei der simultanen Präsentation der männlichen Distraktorstimuli.

**Tabelle 5.2.3: Mittlere Reaktionszeiten in Millisekunden für das korrekte Beantworten der Rotationsaufgaben sowie prozentuelle Fehlerquoten in Bezug auf die einzelnen Stimuluskategorien. SD: Standardabweichung.**

Stimulus	Reaktionszeit [ms]		Fehler [%]	
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD
<b>Frau</b>	2403,21	572,98	10,89	5,88
<b>Mann</b>	2271,85	604,11	11,70	9,38

### 5.3 Ergebnisse der fMRT-Daten

Die Auswertung mit SPM lieferte die folgenden hämodynamischen Daten, die in diesem Kapitel nach den Hypothesen sortiert dargestellt werden. Dabei werden jeweils ausführliche Tabellen mit MNI (Montreal Neurological Institute)-Koordinaten, T-Werten und zytoarchitektonischer Zuordnung angeführt. Des Weiteren werden Darstellungen der aktiven Hirnregionen, projiziert auf ein Standard-Gehirn, abgebildet.

#### 5.3.1 Hämodynamische Antworten bei der Darbietung der Aufgabe zur mentalen Rotation

Im Vergleich der Bedingung mit der Aufgabe zur mentalen Rotation mit der Baseline-Bedingung, zeigen sich stärkere Antworten in okzipitalen und okzipito-temporalen Arealen wie dem inferioren okzipitalen Kortex, dem superioren okzipitalen Kortex, dem medialen okzipitalen Kortex, dem fusiformen Gyrus und dem Gyrus lingualis. Weiter zeigten sich Antworten in motorischen (präzentraler Kortex) und prämotorischen Regionen (supplementär motorisches Areal). Als weitere typische Hirnregion im Zusammenhang mit mentaler Rotation ermittelten wir den superioren Parietallappen. Zusätzlich traten hämodynamische Antworten im Thalamus, der Insula, dem superioren Frontalkortex sowie im mittleren Cingulum auf (siehe Abbildung 5.3.1 sowie Tabelle 5.3.1). Die, in der Tabelle aufgeführten, zytoarchitektonischen Areale sind in Tabelle 4.2.2 weiter oben im Text erläutert. Konnten die ermittelten Hirnareale mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 20 % den zytoarchitektonischen Arealen aus der Anatomy Toolbox 1.8 (Eickhoff et al. 2005, über <http://www.fz-juelich.de>) zugeordnet werden, sind diese in der Tabelle aufgeführt. Konnte kein passendes zytoarchitektonisches Areal zugeordnet werden ist ein \* abgebildet.

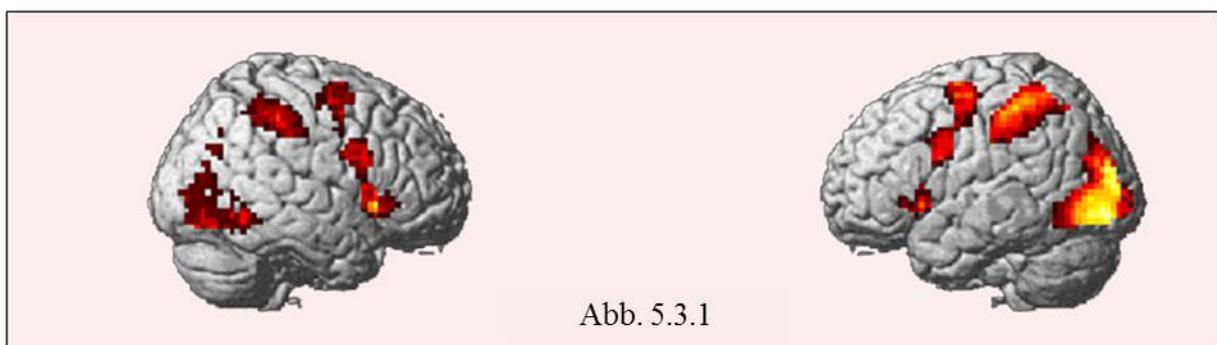


Abb. 5.3.1

**Abb. 5.3.1:** Gehirnareale, die in der Bedingung mit der Aufgabe zur mentalen Rotation stärkere Antworten zeigten als in der Baselinebedingung, FWE korrigiertes Niveau ( $p < .05$ .)

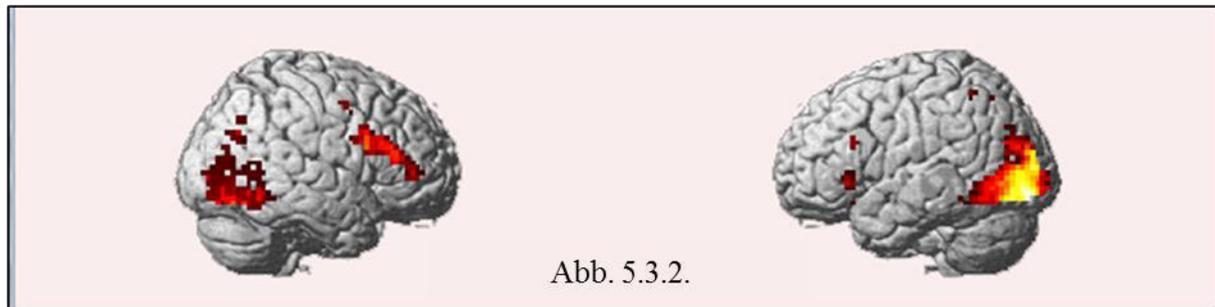
**Tabelle 5.3.1: Gehirnareale, die bei der Präsentation der Aufgabe zur mentalen Rotation stärker aktiv waren als bei der Baselinebedingung (  $T > 6.3$ , FWE korr.,  $p < .05$ ). Aufgeführt sind das Cluster (Voxelgröße) mit den jeweiligen Maxima, das Gehirnareal, die Hemisphere (H), die MNI Koordinaten x, y und z und der der T-Wert des jeweiligen Maximums. Zytoarchitektonische Areale sind ebenfalls aufgeführt.**

Cluster	Gehirnregion	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z	T
<b>Cluster 1</b> <b>(3052)</b>	Gyrus occipitalis inferior	L	hOC4v (V4)	-33	-83	-5	18.59
	Gyrus occipitalis superior	L	hIP3	-24	-70	36	17.70
	Gyrus occipitalis medius	R	*	31	-74	24	17.74
	Gyrus occipitalis medius	L	hOC3v (V3v), Area 18	-24	-93	4	15.86
	Gyrus fusiformis	R	hOC4v (V4), hOC3v (V3v), Area 18	31	-80	-12	16.47
	Gyrus lingualis	R	Area 17, Area 18 hOC3v (V3v)	15	-90	-5	17.75
	Lobus parietalis superior	L	SPL (7A)	-20	-61	52	16.45
<b>Cluster 2</b> <b>(2349)</b>	Lobus insularis	L	*	-30	19	4	17.74
	SMA	L	Area 6	-4	3	52	15.89
	SMA	R	Area 6	8	13	46	12.50
	Gyrus frontalis superioir	R	Area 6	24	-3	56	14.79
	Thalamus	L	Th-Parietal, Th-Visual, Th-Temporal, Th-Prefrontal	-20	-29	4	14.58
	Thalamus	R	Th-Parietal	21	-26	1	13.61
<b>Cluster 3</b> <b>(77)</b>	Gyrus präcentralis	L	Area 6, Area 44	-59	6	24	9.14
<b>Cluster 4</b> <b>(7)</b>	Gyrus cinguli medius	R	*	8	3	30	7.48

### 5.3.2 Hämodynamische Antworten bei der Darbietung der weiblichen sexuellen Reize

In der Kontrastierung der Bedingung mit den weiblichen sexuellen Reizen mit der Baseline-Bedingung (FWE,  $p < .05$ ) zeigten sich stärkere Antworten in visuellen Arealen wie dem inferioren okzipitalen Kortex, dem medialen okzipitalen Kortex, dem fusiformen Gyrus und dem Gyrus lingualis. Darüber hinaus fanden sich Antworten in motorischen Regionen wie dem supplementär motorischen Areal (SMA) und dem präzentralen Kortex, der Insula, der

Amygdala, dem Thalamus sowie im medialen und inferioren Frontalkortex (siehe Abbildung 5.3.2 sowie Tabelle Tabelle 5.3.2).



**Abb. 5.3.2:** Gehirnareale, die in der Bedingung mit den Frauenbildern stärkere Antworten zeigten als in der Baselinebedingung , FWE korrigiertes Niveau ( $p < .05$ ).

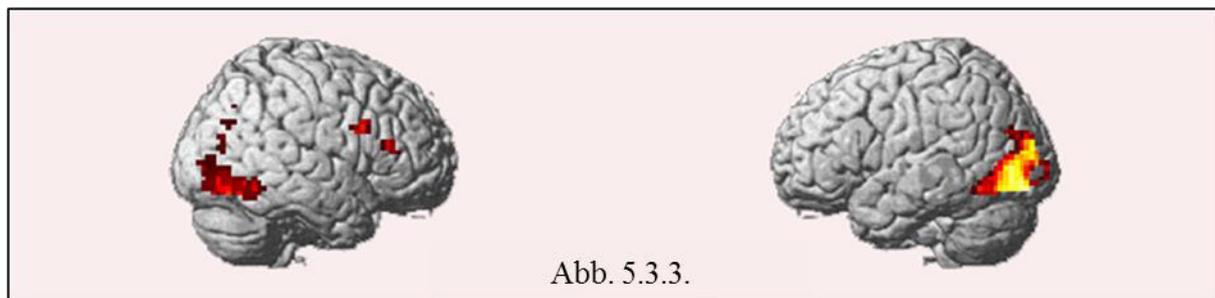
**Tab. 5.3.2:** Folgende Tabelle zeigt Gehirnareale, die bei der Präsentation der weiblichen sexuellen Stimuli stärker aktiv waren als bei der Baselinebedingung ( $T > 6.18$ , FWE korrigiert,  $p < .05$ ).

Cluster	Gehirnregion	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z	T
<b>Cluster 1 (1774)</b>	Gyrus fusiformis	R	hOC4v (V4)	37	-64	-15	17.89
	Gyrus fusiformis	L	hOC4v (V4)	-33	-74	-12	14.12
	Gyrus occipitalis medius	L	Area 18, hOC3v (V3v)	-30	-93	8	14.98
	Gyrus occipitalis inferior	L	hOC4v (V4)	-40	-77	-12	14.25
	Gyrus occipitalis inferior	R	hOC4v (V4)	34	-77	-5	14.31
	Gyrus lingualis	R	hOC3v (V3v), Area 18	21	-86	-8	14.78
<b>Cluster 2 (195)</b>	Thalamus	R	Th-Visual	18	-26	-2	12.27
<b>Cluster 3 (181)</b>	Gyrus frontalis inferior	R	Area 44	40	13	24	10.94
	Gyrus frontalis medius	R	*	47	42	8	7.99
<b>Cluster 4 (33)</b>	Gyrus frontalis inferior	L	*	-36	26	1	7.89
<b>Cluster 5 (23)</b>	SMA	L	Area 6	-4	13	52	8.30
	SMA	R	Area 6	5	22	52	7.15
<b>Cluster 6 (17)</b>	Amygdala	R	Amyg (LB), Amyg (SF)	31	-3	-18	8.55
<b>Cluster 7 (16)</b>	Insula	R	*	28	22	-12	7.79

<b>Cluster 8 (8)</b>	Gyrus frontalis inferior	L	Area 44, Area 45	-56	22	24	7.98
<b>Cluster 9 (7)</b>	Gyrus präcentralis	R	Area 6	40	0	49	6.93
<b>Cluster 10 (5)</b>	Amygdala	L	Amyg (LB), Hipp (CA)	-27	-3	-21	6.24

### 5.3.3 Hämodynamische Antworten bei der Darbietung der männlichen sexuellen Reize

Außer in visuellen Arealen zeigten sich bei der Kontrastierung der Bedingung mit den männlichen sexuellen Reizen mit der Baseline-Bedingung stärkere hämodynamische Antworten im inferioren temporalen Kortex, inferioren Frontalkortex und Thalamus (siehe Abbildung 5.3.3 sowie Tabelle 5.3.3).



**Abb. 5.3.3:** Gehirnareale, die bei der Präsentation der männlichen sexuellen Stimuli stärker aktiv waren als bei der Baselinebedingung, FWE korrigiertes Niveau ( $p < .05$ ).

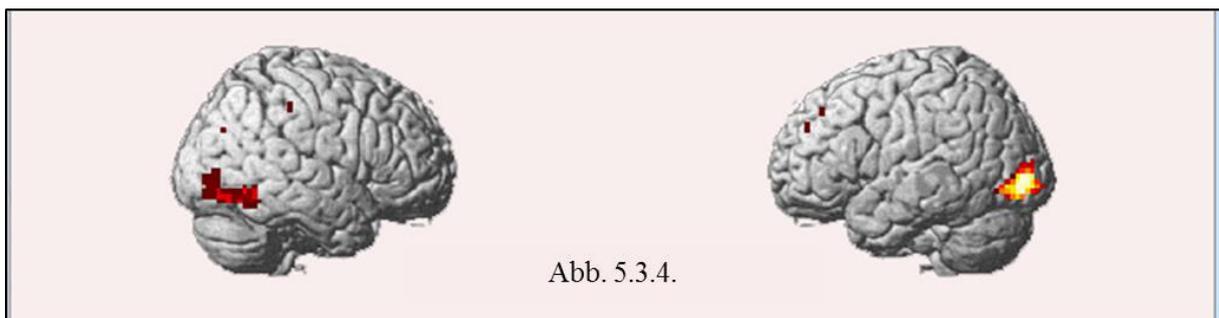
**Tab. 5.3.3:** Folgende Tabelle zeigt Gehirnareale, die bei der Präsentation der männlichen sexuellen Stimuli stärker aktiv waren als bei der Baselinebedingung ( $T > 5.95$ , FWE korrigiert,  $p < .05$ ).

Cluster	Gehirnregion	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z	T
<b>Cluster 1 (1134)</b>	Gyrus occipitalis inferior	R	hOC4v (V4)	37	-70	-8	15.01
	Gyrus occipitalis inferior	L	hOC4v (V4)	-33	-80	-8	12.07
	Gyrus occipitalis medius	L	*	-43	-58	-12	11.10
	Gyrus fusiformis	R	*	37	-42	-18	13.19
	Gyrus fusiformis	L	*	-36	-67	-12	11.70
	Gyrus lingualis	R		hOC3v (V3v), Area 18	21	-86	-8

	Gyrus temporalis inferior	R	*	40	-54	-12	12.20
<b>Cluster 2 (68)</b>	Gyrus occipitalis medius	R	*	31	-74	24	9.68
<b>Cluster 3 (21)</b>	Gyrus frontalis inferior (p. Opercularis)	R	Area 44	50	10	27	6.99
<b>Cluster 4 (15)</b>	Gyrus frontalis inferior (p. Triangularis)	R	Area45	50	32	14	7.09
<b>Cluster 5 (14)</b>	Thalamus	L	Th-Visual, Th-Temporal, Th-Parietal	-17	-29	1	7.53
<b>Cluster 6 (11)</b>	Gyrus calcarinus	L	Area 17*	2	-83	-8	6.26

### 5.3.4 Hämodynamische Antworten beim Vergleich der Präsentation männlicher und weiblicher sexueller Reize in der Einzelbedingung

Außer in okzipitalen Arealen zeigten sich stärkere hämodynamische Antworten bei der Präsentation der weiblichen sexuellen Stimuli als bei der Präsentation der männlichen sexuellen Stimuli im gyrus temporalis inferior, gyrus fusiformis und dem Supplementär motorischen Areal (SMA). (siehe Abbildung 5.3.4 sowie Tabelle 5.3.4).



**Abb. 5.3.4:** Gehirnnareale, die bei der Präsentation der weiblichen sexuellen Stimuli stärker aktiv waren als bei der Präsentation der männlichen sexuellen Stimuli, unkorrigiertes Niveau ( $p < .001$ , uncorr.).

**Tabelle 5.3.4: Gehirnareale, die bei der Präsentation der weiblichen sexuellen Stimuli stärker aktiv waren als bei der Präsentation der männlichen sexuellen Stimuli ( $T > 3.53$ , unkorrigiert,  $p < .001$ ).**

Cluster	Gehirnregion	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z	T
<b>Cluster 1 (191)</b>	Gyrus occipitalis medius	L	hOC3v (V3v)	-36	-90	1	5.51
	Gyrus occipitalis inferior	L	hOC4v (V4)	-27	-83	-8	4.87
<b>Cluster 2 (131)</b>	Gyrus temporalis inferior	R	hOC5 (V5)	44	-61	-8	6.13
	Gyrus occipitalis inferior	R	hOC4v (V4), hOC3v (V3v)	34	-77	-12	5.01
	Gyrus calcarinus	R	Area 17, Area18	18	-93	-5	4.68
	Gyrus fusiformis	R	hOC3v (V3v)	31	-83	-5	4.49
<b>Cluster 3 (20)</b>	SMA	R	Area 6	8	19	56	4.90
<b>Cluster 4 (6)</b>	Gyrus occipitalis medius	R	*	31	-74	30	4.11
<b>Cluster 5 (5)</b>	Gyrus fusiformis	L	*	-33	-61	-12	3.87

### **5.3.5 Emotions-Kognitions-Interaktion: Hämodynamische Antworten beim Vergleich der Präsentation weiblicher sexueller Reize mit der Experimentalbedingung**

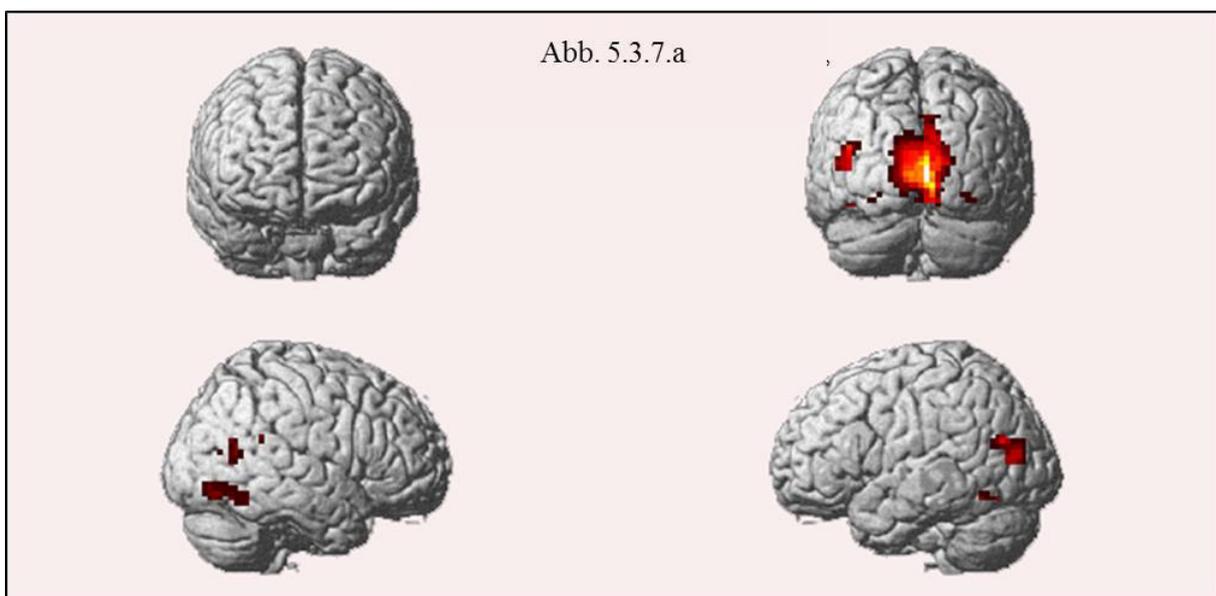
Bei der Ermittlung von Gehirnarealen, die bei der Präsentation der weiblichen sexuellen Stimuli (K2a) stärker aktiv waren als bei der Präsentation der Experimentalbedingung, die die weiblichen sexuellen Stimuli enthielt, zeigten Hippocampus, Amydala, Gyrus orbitalis medius, gyrus medialis superior, gyrus frontalis superior, gyrus frontalis inferior, gyrus frontalis medius, gyrus angularis sowie temporale Regionen (Siehe Tabelle 2.3.1 im Anhang).

### **5.3.6 Emotions-Kognitions-Interaktion: Häodynamische Antworten beim Vergleich der Präsentation männlicher sexueller Reize mit der Experimentalbedingung**

Bei der Ermittlung von Gehirnarealen, die bei der Präsentation der männlichen sexuellen Stimuli (K2b) stärker aktiv waren als bei der Präsentation der Experimentalbedingung, die die männlichen sexuellen Stimuli enthielt, zeigten sich Hippocampus, Amygdala, Precuneus, posteriores und anteriores Cingulum, gyrus angularis, gyrus medialis superior, gyrus temporalis medius sowie der gyrus orbitalis medius (Siehe Tabelle 2.3.2 im Anhang).

### **5.3.7 Häodynamische Antworten beim Vergleich der Präsentation der Experimentalbedingung mit der Bedingung zur mentalen Rotation**

Bei der Ermittlung von Gehirnarealen, die bei der Präsentation der Experimentalbedingung, die die weiblichen sexuellen Reize enthielt, stärker aktiv waren als bei der Präsentation der Aufgabe zur mentalen Rotation zeigten sich die in Tabelle 2.3.3 (Anhang) und Abbildung 5.3.7a dargestellten Regionen. Diese umfassten den gyrus lingualis, gyrus calcarinus, gyrus fusiformis, den Cunes, gyrus occipitalis medius, die Insula, das posteriore Cingulum, den Precuenus, den gyrus angularis, temporale Regionen sowie den Hippocampus.



**Abb. 5.3.7a: Gehirnareale, die bei der Präsentation der Experimentalbedingung, die die weiblichen sexuellen Reize enthielt, stärker aktiv waren als bei der Präsentation der Aufgabe zur mentalen Rotation, unkorrigiertes Niveau ( $p < .001$ ).**

Bei der Ermittlung von Gehirnarealen, die bei der Präsentation der Experimentalbedingung, die die männlichen sexuellen Reize enthielt, stärker aktiv waren als bei der Präsentation der Aufgabe zur mentalen Rotation zeigten sich in Tabelle 2.3.4 (Anhang) und Abbildung 5.3.7b dargestellten Regionen. Diese umfassen Gyrus lingualis und Gyrus calcarinus.



**Abb. 5.3.7b:** Gehirnareale, die bei der Präsentation der Experimentalbedingung, die die männlichen sexuellen Reize enthielt, stärker aktiv waren als bei der Präsentation der Aufgabe zur mentalen Rotation, unkorrigiertes Niveau ( $p < .001$ ).

### **5.3.8 Erfassung sexueller Orientierung in der Experimentalbedingung**

In der Kontrastierung der Experimentalbedingung, die die weiblichen sexuellen Reize enthielt mit der Experimentalbedingung, die die männlichen sexuellen Reize enthielt (uncorr.,  $p < .01$ ), zeigen sich stärkere Antworten im Hippocampus, inferioren Frontalkortex, dem präzentralen Kortex und dem Temporalpol. Diese Regionen sind in der Tabelle 5.3.8. aufgeführt. Bei einer liberaleren Schwelle von  $p < .05$  uncorr. zeigten sich die aufgezeigten Cluster in größerer Ausdehnung und zusätzlich Antworten in Insula, Precuneus, IPL, SPL, fusiformen Gyrus, SMA, Cingulum, ITG. In den Abbildungen 5.3.8a und 5.3.8b werden Schnittbilder dargestellt in denen ausgewählte, ermittelte Hirnregionen mit einem Fadenkreuz markiert sind.

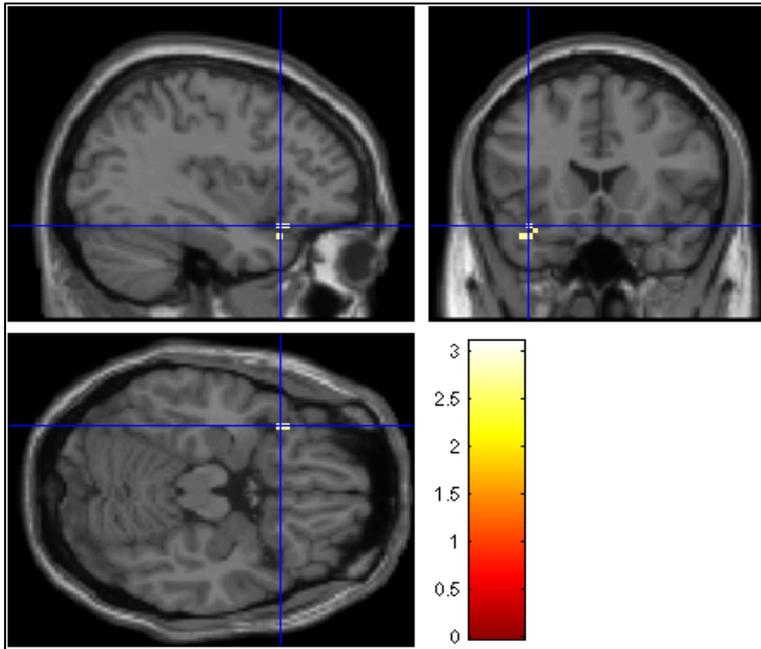


Abb. 5.3.8a: Gehirnareale, die in der Kontrastierung der Experimentalbedingung, die die weiblichen sexuellen Reize enthielt mit der Experimentalbedingung, die die männlichen sexuellen Reize enthielt, stärkere Antworten zeigten. Zerebrale Schnittbilder sagital, coronar und transversal mit Markierung (Fadenkreuz) des Gyrus frontalis inferior ( $p < .01$ , unkorrr), die Farbskala gibt den t-Wert an.

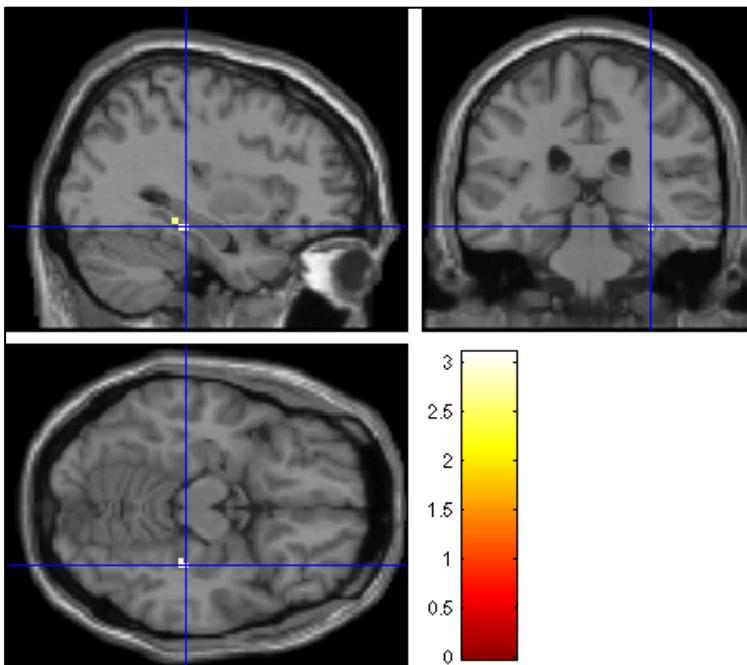


Abb. 5.3.8b: Gehirnareale, die in der Kontrastierung der Experimentalbedingung, die die weiblichen sexuellen Reize enthielt mit der Experimentalbedingung, die die männlichen sexuellen Reize enthielt, stärkere Antworten zeigten. Zerebrale Schnittbilder sagital, coronar und transversal mit Markierung (Fadenkreuz) des Hippocampus ( $p < .01$ , unkorrr.), die Farbskala gibt den t-Wert an.

**Tabelle 5.3.8: Folgende Tabelle zeigt Gehirnareale, die in der Experimentalbedingung, die die weiblichen sexuellen Stimuli enthielt, stärker aktiv waren als in der Experimentalbedingung, die die männlichen sexuellen Stimuli enthielt ( $T > 2.52$ , unkorrigiert Niveau,  $p < .01$ ).**

Cluster	Gehirnregion	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z	T
<b>Cluster 1 (8)</b>	Gyrus präcentralis	L	Area 44	-49	13	30	2.97
	Gyrus frontalis inferior	L	Area 44	-46	10	27	2.94
<b>Cluster 2 (5)</b>	Gyrus parahippocampalis	R	Hipp (CA), Hipp (FD)	34	-29	-15	3.10
<b>Cluster 3 (5)</b>	Gyrus frontalis inferior	L		-36	19	-18	2.77
	Temporalpol	L		-40	19	-24	2.72

## 6. Diskussion

In der vorliegenden Untersuchung wurde geprüft, ob das verwendete Design mit der simultanen Darbietung räumlich kognitiver Aufgaben und sexuell relevanter Distraktoren geeignet ist sexuelle Orientierung zu erfassen. Außerdem galt es, neurobiologische Korrelate sexuellen Interesses und mentaler Rotation zu untersuchen. Dabei wurden sowohl Verhaltensleistungen als auch hämodynamische Korrelate sexuellen Interesses herangezogen.

### 6.1 Ergebnisse bezüglich der Verhaltensdaten

Die Ergebnisse des Stimulusratings und der Viewing Time gaben Aufschluss über den Grad der sexuellen Relevanz der Stimuluskategorien. Des Weiteren gaben die Verhaltensdaten bezüglich der Aufgabe zur mentalen Rotation Aufschluss über die Leistung der Probanden bei der jeweils simultan dargebotenen Stimuluskategorie.

#### 6.1.1 Ergebnisse des Ratings: Wie angenehm und sexuell erregend waren die sexuellen Stimuli?

Das Rating der Stimuli wurde an neun-stufigen Likert-Skalen auf den Achsen Valenz und Erregung durchgeführt. Es zeigte auf beiden Achsen signifikant höhere Werte für die weiblichen Stimuli als für die männlichen Stimuli. Diese Ergebnisse decken sich bezüglich der Präferenz mit den Erwartungen an unsere Stichprobe heterosexueller nicht pädophiler

Männer. Allerdings lassen die medianen Werte für die Erregung von 4,3 für die Frauenbilder und 1 für die Männerbilder darauf schließen, dass die Stimuli keinen besonders erregenden Charakter aufweisen. Die Begründung dafür könnte in der Auswahl der nicht expliziten sexuellen Stimuli aus dem NRP-Set liegen. Ergebnisse von Murnen und Stockton (1997) sowie Spiering et al. (2004) zeigten, dass eine höhere Explizitheit sexueller Reize zu höherer subjektiver Erregung bei heterosexuellen Männern führt. In einer Studie aus unserer Forschungsgruppe, in der explizit sexuelle Stimuli mit denen aus dem NRP-Set verglichen wurden, konnte belegt werden, dass sexuell relevante explizite Reize (pornographische Frauenbilder) höhere Werte auf der Skala sexueller Erregung erhielten als sexuell relevante nichtexplizite Reize (NRP-Frauen) (Hofter 2012). Da wir in unserem Experiment auch sexuelles Interesse an Minderjährigen untersuchten, verboten ethische und rechtliche Grenzen aber die Verwendung explizit sexueller Reize.

Die Valenz fällt mit der gleichen Tendenz wie die Erregung eher niedrig aus. Prause et al. zeigten, dass erregende Stimuli meist auch mit einer hohen Valenz bewertet werden (Prause et al. 2008). In unserem Fall könnte ein ähnlicher Zusammenhang dazu führen, dass die wenig erregenden Stimuli auch als weniger angenehm empfunden wurden.

Trotzdem lässt sich über den signifikanten Unterschied des Ratings zwischen männlichen und weiblichen sexuellen Reizen zeigen, dass sich der gewünschte Effekt, nämlich die Erfassung der sexuellen Orientierung darstellen lässt. Außerdem zeigen forensische Studien wie etwa Mokros et al. (2010), Laws und Gress (2004) und Fromberger et al. (2012b), dass das NRP-Stimulus-Material für die Erfassung sexuellen Interesses vor forensischem Hintergrund geeignet ist.

### **6.1.2 Viewing Time: Betrachtungszeit zur Validierung des Ratings und objektiver Erfassung sexuellen Interesses**

Durch die Erfassung der Viewing Time ist es möglich, eine von der Probandenaussage unabhängige Überprüfung der Rating-Ergebnisse vorzunehmen (Laws und Gress 2004). Dadurch kann gezeigt werden, dass sich das tatsächliche sexuelle Interesse von den Angaben des Probanden unterscheidet. Im Falle der vorliegenden Ergebnisse deckten sich die Aussagen des Ratings mit denen der Viewing Time. Die Probanden betrachteten die Frauenbilder signifikant länger als die Männerbilder. Die Verfälschung von Ergebnissen zur sexuellen Orientierung hinsichtlich sozialer Erwünschtheit fällt für sexuelle Präferenzen gesunder

Probanden geringer aus als bei sozial unerwünschten Alterspräferenzen in forensischen Kollektiven (Imhoff et al. 2010). In unserer heterosexuellen, nicht pädophilen Stichprobe gleichen die objektiven Ergebnisse der Viewing Time also den subjektiven Ergebnissen des Ratings. Daher stützen die Ergebnisse der Viewing Time unsere Annahmen zur sinnvollen Verwendbarkeit des NRP-Sets zur Erfassung sexueller Orientierung.

### **6.1.3 Verhaltensdaten zur Leistung bei der Aufgabe zur mentalen Rotation: Bestätigung eines präferenzabhängigen SCID**

Über die Messung der Fehlerrate und der Bearbeitungszeit für die Aufgabe zur mentalen Rotation erfassten wir die Leistung der Probanden abhängig vom jeweils simultan präsentierten Stimulus. Für das verwendete Design erwarteten wir für die heterosexuellen Probanden bei der Darbietung der „Erwachsenen Frauen“ höhere Fehlerraten (Hb1) und längere Bearbeitungszeiten (Hb2) als bei der Darbietung der „erwachsenen Männer“. Im Sinne von Hb1 zeigte sich keine signifikant höhere Fehlerrate, daher muss diese Hypothese verworfen werden. Möglicherweise spielen hierbei Wiederholungseffekte aufgrund des Blockdesigns eine Rolle (Schneider und Fink 2013). Diese können aufgrund der blockweisen Darbietung der Stimuli aus der gleichen Kategorie auftreten. Im Sinne von Hb2 zeigte sich allerdings eine signifikant höhere Reaktionszeit für die Richtigantworten, wenn die Aufgabe zur mentalen Rotation simultan mit den weiblichen sexuellen Reizen gezeigt wurde. Die simultane Präsentation sexuell präferierter Reize beeinflusst die Leistung bezüglich der Bearbeitungszeit bei der Aufgabe zur mentalen Rotation folglich stärker, als die simultane Präsentation sexuell nicht präferierter Reize. Dadurch bestätigt sich das Modell eines präferenzabhängigen *sexual induced delay* (Geer und Bellard 1996). Eine mögliche Erklärung für dieses Phänomen ist eine Verzögerung bei Entscheidungsprozessen bezüglich erotischer Stimuli (Geer und Bellard 1996, Geer und Melton, 1997). Es wird angenommen, dass der SCID auftritt, wenn ein salienter sexueller Reiz Aufmerksamkeitsprozesse triggert (beansprucht) und damit mit anderen zu verarbeitenden Reizen/Aufgaben um die limitierten Aufmerksamkeitskapazitäten (zur Verarbeitung kontrollierter Reize) konkuriert bzw. interferiert. Dies führt zur Verzögerung in der Aufgabenbearbeitung (vgl. Gress und Laws 2009, S. 89).

Gress et al. (2013) interpretieren die Ausprägung des SCID-Effekts als Maß der Beeinflussung von Selbstregulationsmechanismen. Unsere Ergebnisse bestätigen die

Annahme von Conaglen et al. (2004) und Mokros et al. (2010), dass das SCID in Relation zu sexuellem Verlangen steht. Diesen Effekt nutzten wir zur Erfassung sexueller Orientierung.

## **6.2 Hämodynamische Ergebnisse**

Die hämodynamischen Ergebnisse liefern Erkenntnisse über neurobiologische Korrelate sexueller Aufmerksamkeit und räumlich kognitiver Prozesse. Ferner nutzten wir die hämodynamischen Ergebnisse zur Erfassung sexueller Orientierung.

### **6.2.1 Erkenntnisse über neurobiologische Korrelate sexueller Aufmerksamkeit und räumlich kognitiver Prozesse**

#### **6.2.1.1 Bestätigung charakteristischer neurobiologischer Korrelate mentaler Rotation**

In der Einzelbedingung, in der wir hämodynamische Korrelate mentaler Rotation erfassten, stellten wir die Hypothese (Hh1) auf, dass die für diese Aufgaben charakteristischen Hirnregionen entsprechende Antworten liefern. Dabei erwarteten wir Antworten in visuellen Netzwerken, im inferioren und superioren Parietalcortex inkl. des intraparietalen Sulcus, motorischen und prämotorischen Hirnregionen, okzipitalen und inferior temporalen, sowie evtl. in frontalen Bereichen (Zacks 2008, Jordan und Wüstenberg 2010). Die, in unserem Experiment für die Aufgabe zur mentalen Rotation ermittelten hämodynamischen Antworten, bestätigen die erwarteten Netzwerke. Okzipitale und okzipitotemporale Areale wie der inferiore okzipitale Kortex, superiore okzipitale Kortex, mediale okzipitale Kortex, der fusiforme Gyrus und der Gyrus lingualis liefern Antworten gemäß der Hypothese (Hh1). Weiter zeigten sich hypothesenkonform Antworten in motorischen (präzentraler Kortex) und prämotorischen Regionen (supplementär motorisches Areal). Als weitere Hirnregionen im Zusammenhang mit mentaler Rotation ermittelten wir den superioren Parietallappen und den superioren Frontallappen. Welchen Teilaspekten der mentalen Rotation die einzelnen Hirnregionen zugewiesen werden können, wurde bereits im Kapitel 1.6. ausführlich dargestellt.

Nicht hypothesenkonform zeigten sich zusätzlich hämodynamische Antworten im Thalamus, der Insula sowie im mittleren Cingulum. Eine Beteiligung des Thalamus ist aufgrund seiner

Filterfunktion für jedwede sensorische Information nicht verwunderlich. Fast alle neuronalen Stimuli, die den Kortex erreichen, müssen den Thalamus passieren (Jones 1985). Auch eine Beteiligung des Cingulum kann im Zusammenhang mit kognitiven Aufgaben auftreten. Dem Cingulum wird beispielsweise die Zuständigkeit für die gerichtete Aufmerksamkeit zugeschrieben (Breedlove et al. 2007). So könnten Aktivierungen in diesem Bereich als Ausdruck der gerichteten Aufmerksamkeit auf die Aufgabe zur mentalen Rotation erklärt werden. Critchley et al. (2001) bringen die Insula mit Stresssituationen, wie beispielsweise arithmetischen Aufgaben, in Zusammenhang. So könnte man vermuten, dass eine Aktivierung in der Insula, Ausdruck einer Stressreaktion im Zuge der Bearbeitung der Aufgabe zur mentalen Rotation unter dem aufkommenden Leistungsdruck der Untersuchungssituation ist.

Die Ergebnisse zu den hämodynamischen Korrelaten mentaler Rotation lassen sich folgendermaßen zusammenfassend interpretieren:

- 1) In der Literatur bekannte Netzwerke (Zacks 2008, Jordan und Wüstenberg 2010) im Zusammenhang mit mentaler Rotation wurden bestätigt.
- 2) Zusätzlich zeigten sich Aktivierungen in Hirnregionen, die für generelle Verarbeitung sensorischer Prozesse (Thalamus), zielgerichtete Aufmerksamkeitsprozesse (Cingulum) und Stressreaktionen (Insula) angenommen werden.

### **6.2.1.2 Korrelate der kognitiven, emotionalen und autonomen Komponente sexueller Erregung bei der Darbietung sexuell präferierter Reize**

Die alleinige Darbietung von, für unsere Probandengruppe sexuell präferierten Reizen (hier die Bilder nackter Frauen), sollte hämodynamische Antworten in den Hirnregionen hervorrufen, die laut Literatur in die Verarbeitung präferierter sexueller Reize involviert sind (Hh2). Dabei erwarteten wir Antworten in Regionen wie dem orbitofrontalen Kortex, dem lateralen und inferioren Temporalkortex, dem Nucleus Caudatus, dem anterioren Cingulum, dem inferioren, superioren und posterioren Parietallappen, dem prämotorischen Kortex, dem Cerebellum, der Insula, dem Putamen, dem Hypothalamus, dem somatosensorischen Kortex, der Amygdala, dem Claustrum, der Substantia nigra sowie dem ventralen Striatum (Stoléru et al. 2012, Jordan et al. 2013).

Okzipitale und okzipitotemporale Areale wie der inferiore okzipitale Kortex, der mediale okzipitale Kortex, der fusiforme Gyrus und der Gyrus lingualis wurden im Sinne einer visuellen Verarbeitung ermittelt. Die hämodynamischen Antworten, die zusätzlich bei der Darbietung der weiblichen sexuellen Reize stärker ausfielen als bei der Darbietung der

Baseline-Bedingung, bestätigen zum Teil das Vier-Komponenten-Modell sexueller Erregung. Die kognitive Komponente lässt sich durch Antworten in motorischen und prämotorischen Regionen wie dem präzentralen Kortex und dem supplementär motorischen Areal stützen. Die autonome Komponente wird in unseren Messungen durch Antworten in der Insula repräsentiert. Antworten in der Insula und der Amygdala stützen die emotionale Komponente. Entsprechend der motivationalen und der inhibitorischen Komponente wurden keine signifikanten hämodynamischen Antworten gefunden. Somit kann die Hypothese Hh2 nur zum Teil bestätigt werden.

Die Aspekte, die eine potentielle Entwertung eines sexuellen Reizes sowie die Hemmung motorischer Reaktionen betreffen, stehen bei unserem Studien-Design also nicht im Vordergrund. Solche Mechanismen kontrollieren sexuelles Verhalten z.B. in unpassenden oder auch risikobehafteten Situationen (Stoléru et al. 2012). Möglicherweise empfanden die Probanden unser experimentelles Setting nicht als unpassend oder risikobehaftet, wodurch eine Hemmung sexuellen Verhaltens nicht notwendig war. Ein anderer Grund könnte der nicht explizit sexuelle Charakter unserer angewendeten Stimuli sein. Höhere Explizitheit sexueller Reize führt zu höherer subjektiver Erregung bei heterosexuellen Männern ((Murnen und Stockton 1997, Spiering et al. 2004)). Vielleicht lösen weniger explizite Reize eine geringe Motivation im Sinne des Drangs nach sexuellem Verhalten aus. Folglich steht eine Inhibition dieses Verhaltens nicht im Vordergrund.

Zusätzlich und nicht hypothesenkonform fanden wir wiederum hämodynamische Antworten im Thalamus. Solche Aktivierungen im Zusammenhang mit sexuellen Reizen treten in den Studien aus Stolérus Review (Stoléru et al. 2012) ebenfalls immer wieder auf, werden aber nicht explizit einer der vier Komponenten zugeordnet. Thalamische Aktivierung wird als Korrelat genereller emotionaler Erregung betrachtet, die sexuelle Erregung begleitet (Karama et al. 2002, Walter et al. 2008, Metzger et al. 2010). Außerdem wurden Aktivierungen im medialen und inferioren Frontalkortex gemessen. Der inferiore Frontalkortex ist als Teil des Spiegel-Neuronen-Systems generell beim Beobachten Anderer, aber auch beim Beobachten emotionaler beziehungsweise affektiver Stimuli aktiv (Molenberghs et al. 2011). Auf dieses Thema wird im Kapitel 6.2.4 noch im Detail eingegangen.

Die Ergebnisse zu den hämodynamischen Korrelaten der Wahrnehmung sexuell präferierter Reize lassen sich folgendermaßen zusammenfassend interpretieren:

- 1) Es bestätigen sich Annahmen über Antworten in visuellen Arealen sowie in Arealen der kognitiven Komponente (präzentraler Kortex, supplementär motorisches Areal), der autonomen Komponente (Insula) und der emotionalen Komponente (Insula, Amygdala) des Vier-Komponenten-Modells der sexuellen Erregung.
- 2) Entsprechend der motivationalen und der inhibitorischen Komponente wurden keine Antworten gefunden. Möglicherweise geringer Drang nach sexuellem Verhalten und wenig Hemmung motorischer Emotionen aufgrund des Studiendesigns mit nicht explizit sexuellen Reizen.
- 3) Zusätzlich wurden hämodynamische Antworten in Regionen ermittelt, die für die generelle Verarbeitung sensorischer Prozesse (Thalamus) und für das Beobachten emotionaler bzw. affektiver Stimuli (inferiorer Frontalkortex) angenommen werden.

### **6.2.1.3 Korrelate nicht präferierter sexueller Reize in visuellen, temporalen und frontalen Regionen**

Die alleinige Darbietung von für den jeweiligen Probanden sexuell nicht präferierten Reizen (hier: „erwachsene Männer“), sollte hämodynamische Antworten in den Hirnregionen hervorrufen, die laut Paul et al. (2008) in die Verarbeitung nicht präferierter visueller sexueller Reize involviert sind (Hh3). Diese sind insbesondere die Amygdala, der Nucleus caudatus, die Insula, das Putamen, der inferiore Frontalkortex, der mittlere Frontalkortex, der okzipitale Kortex, der parietale Kortex, der temporale Kortex sowie Mittelhirnstrukturen. Neben visuellen Arealen zeigten sich bei der Kontrastierung der Bedingung mit den männlichen sexuellen Reizen mit der Baseline-Bedingung hypothesenkonform stärkere hämodynamische Antworten im inferioren temporalen Kortex und inferioren Frontallappen. Außerdem zeigte der Thalamus stärkere Aktivität. Der inferiore temporale Kortex wird der kognitiven Komponente des Vier-Komponenten-Modells zugeordnet. Man kann davon ausgehen, dass Aktivierungen im inferioren temporalen Kortex mit dem sexuell erregenden Charakter visueller Stimuli und nicht nur den sogenannten „*low-level-features*“ (Helligkeit, Farbe, Form) in Verbindung zu bringen sind (Stoléru et al. 2012). Wieder kann der Gyrus frontalis inferior für das Beobachten emotionaler bzw. affektiver Stimuli angenommen werden. Dieser wurde als Ergänzung zu den erwarteten Regionen ermittelt.

Wie bereits im Kapitel 1.5 zu neurobiologischen Korrelaten sexueller Orientierung aufgezeigt, äußert sich sexuelle Präferenz vor allem in der Stärke der hämodynamischen Antworten. Dass, die ermittelten Regionen für die nicht präferierten Reize in unserer Studie eher spärlich ausfallen, kann darin begründet liegen, dass der diesbezügliche Kontrast wegen der Vergleichbarkeit auf dem gleichen Signifikanzniveau berechnet wurde wie der Kontrast für die sexuell präferierten Reize. Möglicherweise waren die Effekte in den übrigen erwarteten Regionen dafür zu schwach. Dieses Ergebnis, in Kombination mit dem zu hämodynamischen Korrelaten sexuell präferierter Reize, lässt hier schon einen Hinweis auf die sexuelle Orientierung zu.

Die Ergebnisse zu den hämodynamischen Korrelaten sexuell nicht präferierten Reize lassen sich folgendermaßen zusammenfassend interpretieren:

- 1) Es zeigten sich Antworten in visuellen Arealen
- 2) Ermittelte Hirnregionen repräsentierten ausschließlich eine kognitive Komponente sexueller Erregung (inferioren temporalen Kortex)
- 3) Erneut wurden Aktivitäten im der inferioren Frontalkortex festgestellt und können im Zusammenhang mit dem Beobachten emotionaler bzw. affektiver Stimuli betrachtet werden

## **6.2.2 Erfassung sexueller Orientierung bei der passiven Wahrnehmung sexueller Reize**

Durch Vergleich der Einzelbedingungen (Frauenbilder vs. Männerbilder) in denen die sexuellen Reize passiv wahrgenommen wurden, nahmen wir an, Hinweise auf die sexuelle Orientierung der Probanden zu erhalten (Hypothese Hh4). Wie schon im Kapitel 1.5 zu den „Neurobiologischen Korrelaten sexueller Orientierung“ beschrieben, scheint sich die sexuelle Orientierung bezüglich sexueller Reize nicht in Aktivierungen in unterschiedlichen Netzwerken zu äußern. Viel mehr erwarteten wir unterschiedlich starke Ausprägungen der hämodynamischen Antworten, je nach präsentiertem Stimulus in ein und demselben Netzwerk, dem Vier-Komponenten-Modell sexueller Erregung. Bei der Darbietung von, für die Probanden sexuell präferierten Reizen (Frauenbilder) erwarteten wir stärkere hämodynamische Antworten in den Hirnregionen, die laut Literatur in die Verarbeitung präferierter visueller sexueller Reize stärker involviert sind als die Darbietung von, für den jeweiligen Probanden sexuell nicht präferierten Reizen (Männerbilder). Diese beinhalten den Thalamus, die Amygdala, die Insula, den Hypothalamus, das ventrale Striatum, den

superioren Parietalkortex, den Orbitofrontalkortex, den prämotorischen Kortex, den Temporallappen und den nucleus Caudatus. (Ponseti et al. 2006 und 2012, Savic et al. 2005, Kranz und Ishai 2006, Safron et al. 2007).

Auf einem unkorrigiertem Niveau von  $p < .001$ , zeigten sich allerdings für die Frauenbilder nur stärkere Antworten als für die Männerbilder in visuellen und motorischen Arealen. Auf einem liberaleren Signifikanzniveau (0.05) ermittelten wir außer visuellen Arealen, hypothesenkonform stärkere hämodynamische Antworten in Regionen der kognitiven Komponente (superioren Parietallappen, Gyrus präcentralis), der autonomen Komponente (Putamen, Insula), der emotionalen Komponente (Insula) und der motivationalen Komponente (Cingulum) sexueller Erregung sowie dem Thalamus. Nicht hypothesenkonform ermittelten wir Antworten im gyrus frontalis medius und gyrus frontalis inferior. Auf diese frontalen Regionen wird in Kapitel 6.2.4 im Detail eingegangen.

### **6.2.3 Bestätigung einer Emotions-Kognition-Interaktion**

Die Analogie zwischen Sexualität und Emotion liefert eine Grundlage zu Annahmen über die Interaktion zwischen kognitivem und sexuellem Reiz. Zur Erfassung sexueller Orientierung in der Experimentalbedingung zogen wir ein Modell der Emotions-Kognitions-Interaktion heran. Die Suppression der emotionalen Hirnantwort durch den kognitiven Reiz konnten wir anhand unserer Daten bestätigen. Dabei zeigte sich, dass die alleinige Darbietung der weiblichen sexuellen Reize, stärkere hämodynamische Antworten in temporalen Regionen, der Amygdala und dem Cingulum auslöste als die Darbietung der weiblichen sexuellen Reize in Kombination mit der Aufgabe zur mentalen Rotation. Dieses Ergebnis bestätigt zum Teil das adaptierte Modell zur Emotions-Kognitions-Interaktion bei dem wir für die alleinige Darbietung der sexuellen Reize stärkere Antworten in den Regionen aus dem Vier-Komponenten-Modell annahmen als bei der Kombinationsbedingung (Hypothese Hh5). Nach dem Modell zur Emotions-Kognitions-Interaktion findet durch die Verarbeitung der kognitiven Aufgabe eine Suppression der emotionalen Hirnantwort statt. (Drevtes et al. 1998, Blair et al. 2007, Kellermann et al. 2012).

Die Darbietung der männlichen sexuellen Reize allein rief stärkere hämodynamische Antworten in temporalen Regionen, der Amygdala, dem Precuneus und dem Cingulum hervor als die Darbietung der männlichen sexuellen Reize in Kombination mit der Aufgabe zur mentalen Rotation. Zusätzlich zu den erwarteten Regionen fanden sich stärkere Antworten im

Hippocampus, dem Gyrus orbitalis medius, dem Gyrus medialis superior, dem Gyrus frontalis superior und medius, dem Gyrus angularis.

Für die Überprüfung der Emotions-Kognitions-Interaktion zeigt sich:

- 1) Einige Hirnregionen für die Verarbeitung sexueller Reize sind bei der alleinigen Darbietung der sexuellen Reize stärker aktiv als bei der simultanen Darbietung mit dem kognitiven Reiz.
- 2) Dies trifft sowohl für die weiblichen als auch für die männlichen sexuellen Reize zu, welche beide einen sexuellen bzw. emotionalen Charakter aufweisen. Repräsentierte Komponenten sind die kognitive Komponente (temporalen Regionen), die emotionale Komponente (Amygdala) und für das Cingulum auch noch die autonome und motivationale Komponente sexueller Erregung.

#### **6.2.4 Erfassung sexueller Orientierung in der Experimentalbedingung**

In der Kontrastierung der Experimentalbedingung, die die weiblichen sexuellen Stimuli enthielt, mit der Aufgabe zur mentalen Rotation erwarteten wir stärkere hämodynamische Antworten in Arealen des Vier-Komponenten-Modells (Hypothese Hh6). Wir ermittelten stärkere Antworten in visuellen Arealen, der Insula, dem Cingulum und dem Precuneus. Darüber hinaus zeigten sich stärkere Antworten im Hippocampus, im superioren Temporalkortex und im Gyrus angularis. Für die Kontrastierung der Experimentalbedingung, die die männlichen sexuellen Stimuli enthielt, mit der Aufgabe zur mentalen Rotation zeigten sich stärkere hämodynamische Antworten nur in visuellen Arealen.

Der Vergleich der Experimentalbedingung, die die weiblichen sexuellen Reize (abzüglich der Regionen für die mentale Rotation) enthielt, mit der Experimentalbedingung, die die männlichen sexuellen Reize (abzüglich der Regionen für die mentale Rotation) enthielt, stellt einen der wichtigsten Kontraste dar (Hh7). Wir ermittelten zunächst die Hirnregionen, die bei der Experimentalbedingung stärker aktiv waren, als bei der alleinigen Darbietung der Aufgabe zur mentalen Rotation. Anschließend verglichen wir diese Ergebnisse bezüglich der Stärke der hämodynamischen Antworten je nach simultan präsentiertem sexuellem Stimulus. Man kann mit den hier gewonnenen Ergebnissen zeigen, dass es unser indirektes Design möglich macht sexuelle Orientierung zu erfassen. Wir erwarteten für diesen Kontrast stärkere hämodynamische Antworten in Regionen des Vier-Komponenten-Modells, wenn der

weibliche sexuelle Reiz simultan präsentiert wurde, im Vergleich mit der simultanen Präsentation des männlichen sexuellen Reizes (Hypothese Hh7). Begründet sehen wir dies in einer erwarteten geringeren Suppression der emotionalen Hirnantwort in Anwesenheit des präferierten Reizes (Drevets et al. 1998, Blair 2007, Kellermann et al.2012).

Als wichtigste Ergebnisse zeigten sich hypothesenkonform bei den weiblichen Reizen stärkere Antworten im präzentralen Kortex und im Temporalpol im Vergleich zu den männlichen Reizen. Weiter ermittelten wir zusätzlich zu unseren Hypothesen stärkere Antworten im Hippocampus und im inferioren Frontalkortex ( $p > .01$ , uncorr.). Diese nicht hypothesenkonformen Ergebnisse sind aufgrund dessen, dass sie auf einem unkorrigierten Signifikanzniveau ermittelt wurden, vorsichtig zu interpretieren, da dadurch die Gefahr von falsch positiven Ergebnissen steigt. Antworten im Hippocampus (Doya 2008) und im inferioren Frontalkortex auf sexuelle Reize (Kühn und Gallinat 2011, Holstege et al. 2003) sind jedoch in der einschlägigen Literatur erwähnt und können daher unter Vorbehalt diskutiert werden.

Spiering und Everaerd (2007) nehmen in einem hypothetischen Model der Verarbeitung sexueller Reize eine maßgebliche Beteiligung des Hippocampus an, da sie Gedächtnisinhalte für die Verarbeitung sexueller Reize als wichtig erachten. Man kann für die Verarbeitung von (sexuellen) Gedächtnisinhalten eine Interaktion zwischen Hippocampus und Amygdala annehmen. Nach LeDoux (1996) und Squire (1992) werden explizite Gedächtnisinhalte im Neokortex gespeichert und durch den Hippocampus angeregt. Wird ein sexueller Reiz kontrolliert verarbeitet, findet ein Abgleich der Reizmerkmale mit Inhalten des expliziten Gedächtnisses statt. Wird dabei der Reiz als emotional (sexuell) eingeschätzt, entsteht nach Spiering und Everaerd (2007) eine sogenannte „cold cognition“ aus der eine bewusste subjektiv sexuelle Erfahrung resultiert. Dies könnte eine Einordnung von Hippocampus-Aktivität in eine kognitive Komponente sexueller Erregung implizieren.

Weiter scheint der Hippocampus Teil eines Netzwerkes zu sein, das die belohnungsabhängige Selektion spezieller Handlungen verarbeitet (Doya 2008). In diesem Zusammenhang könnte der Hippocampus in einem sexuellen Kontext einer motivationalen Komponente zugeordnet werden.

Man kann die hämodynamischen Antworten im inferioren Frontalkortex ebenfalls mit der Verarbeitung sexueller Reize in Verbindung bringen. In der Metaanalyse von Stoléru et al. (2012) zu hämodynamischen Antworten auf visuelle sexuelle Stimuli wurden diese Regionen in zwei Studien ebenfalls ermittelt (Kühn und Gallinat 2011, Holstege et al. 2003).

Molenberghs et al. (2011) betrachten diese Region als Teil des Spiegelneuronensystems, das eine wichtige Rolle beim Beobachten und Vorstellen von Handlungen beziehungsweise Betrachten affektiver Stimuli spielt. Man kann vermuten, dass der Mechanismus, der im Spiegelneuronensystem abläuft, eine Art „Als-ob-Schleife“ darstellt. Diese kann im Kontext des Vorstellens sexueller Handlungen eine Rolle spielen. Tsoury-Shamay et al. (2009) weisen dem inferioren Frontalkortex die Hauptrolle im Spiegelneuronensystem für die emotionale Empathie zu. Erneut kann diese im Sinne einer Analogie von Emotion und Sexualität betrachtet werden. Pretson und DeWaal (2002) diskutieren einen Wahrnehmung und Handlung verknüpfenden Mechanismus basierend auf Annahmen zur Verarbeitung von Emotion und Empathie, die im Spiegelneuronensystem lokalisiert wird. Ein ähnlicher Mechanismus im Spiegelneuronensystem wird für die Verarbeitung sexueller Reize angenommen. Beobachter visueller sexueller Stimuli reagieren im Sinne des motivationalen Zustands, der durch die visuellen sexuellen Interaktionen dargestellt wird. Dabei zeigen sich bei den Beobachtern motorische Aktivierungen, die mit den gezeigten Darstellungen assoziiert sind (Mouras et al. 2008). Die eben erläuterten Ausführungen zu den möglichen Funktionen des Hippocampus und des inferioren Frontalkortex unterstreichen ihre Rolle in der Verarbeitung sexueller Reize.

Bei einem liberaleren Signifikanzniveau von  $p < .05$  (uncorr.) zeigten sich bei dem Vergleich der Experimentalbedingungen (Hh7) darüber hinaus die erwarteten Effekte mit stärkeren Aktivierungen in Regionen aus dem Vier-Komponenten-Modell sexueller Erregung wenn die weiblichen Reize auftauchten. Dabei zeigten sich zusätzlich zu den auf  $p > .01$  erwähnten Hirnregionen stärkere Aktivierungen in der Insula, dem Precuneus, dem inferioren Parietallappen, dem superioren Parietallappen, dem Gyrus fusiformis, dem supplementär motorischen Areal, dem Cingulum und dem inferioren temporalen Kortex. Somit sind alle Komponenten des Modells außer der inhibitorischen Komponente enthalten. Wie bereits in Kapitel 6.2.1.2 erwähnt gingen wir davon aus, dass Aspekte, die eine potentielle Entwertung eines sexuellen Reizes sowie die Hemmung motorischer Reaktionen betreffen, bei dem geschilderten Studien-Design nicht im Vordergrund stehen.

Kann auf der Basis der oben geschilderten Ergebnisse die Frage beantwortet werden, ob man mit diesem indirekten Design, welches die simultane Präsentation sexueller Reize mit einer Aufgabe zur mentalen Rotation umfasste, sexuelle Orientierung erfassen kann?

Zusammenfassend kann man zur Erfassung sexueller Orientierung in der Experimentalbedingung sagen, dass simultan präsentierte weibliche Reize stärkere Aktivierung in einigen Hirnregionen hervorriefen als männliche Reize. Dabei spielten Regionen, die für die Verarbeitung sexueller Gedächtnisinhalte (Hippocampus, Spiering und Everaerd 2007), das Vorstellen sexueller Handlungen (präzentraler Kortex, Moulier et al. 2006), die Wahrnehmung des sexuellen Charakters eines Stimulus (temporale Regionen, Stoléru et al. 2012) und das Betrachten sexueller Stimuli (inferiorer Frontalkortex, Mohlenberghs et al. 2011) angenommen werden, die wichtigste Rolle. Außerdem riefen weibliche Reize auf einem liberaleren Signifikanzniveau stärkere Aktivierung in Regionen des Vier-Komponenten-Modells sexueller Erregung hervor, als männliche Reize. Umgekehrt ließen sich keine sexuell relevanten stärkeren Antworten messen, die bei der Experimentalbedingung, die die männlichen Reize enthielt stärker waren, als bei der, die die weiblichen enthielt.

Trotz der aufmerksamkeitsfokussierenden Aufgabe konnten wir also eindeutige Effekte im Zusammenhang mit sexueller Orientierung ermitteln, denn die weiblichen Reize riefen in der Experimentalbedingung stärkere hämodynamische Antworten in den relevanten Regionen hervor als die männlichen.

## **7. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen**

In der vorgestellten Arbeit wurden hämodynamische und behaviorale Korrelate bei der simultanen Präsentation räumlich kognitiver Aufgaben und sexuell relevanter Distraktoren untersucht. Dazu untersuchten wir 22 heterosexuelle Probanden ohne pädophile Neigungen und psychische Erkrankungen mittels fMRT, um eine Vergleichsgruppe für dasselbe Experiment mit pädophilen Probanden zu schaffen. Wir nutzten ein indirektes Studiendesign zur Erfassung sexuellen Interesses, d.h. indem wir nicht mit der alleinigen Darbietung visueller sexueller Reize arbeiteten, für die wir unterschiedliche Präferenzannahmen, sondern simultan räumlich-kognitive Reize (Aufgabe zur mentalen Rotation) präsentierten. Über die Verhaltensdaten bezüglich der Aufgabe zur mentalen Rotation erwarteten wir sexuelle Orientierung abbilden zu können. Die hämodynamischen Daten sollten Erkenntnisse zu neurobiologischen Korrelaten sexuellen Erlebens liefern und es auf dieser Ebene möglich machen sexuelle Orientierung zu erfassen. Beide Ansätze der Erfassung sexueller Orientierung waren dabei weitestgehend unabhängig von der Aussage des Probanden und so konzipiert, dass eine Verfälschung der Ergebnisse möglichst schwer war.

Bezüglich der Verhaltensdaten bestätigte sich ein präferenzabhängiges SCID anhand signifikant höherer Reaktionszeit für die Richtiganworten wenn die Aufgabe zur mentalen Rotation simultan mit den weiblichen sexuellen Reizen gezeigt wurde. Dieser Effekt auf der Verhaltensebene kann zur Erfassung sexueller Orientierung genutzt werden. Es ergab sich keine Bestätigung einer höheren Fehlerquote, wenn die Aufgabe zur mentalen Rotation simultan mit den weiblichen sexuellen Reizen gezeigt wurde. Dieser Effekt kann möglicherweise in der blockweisen Darbietung unserer Stimuli begründet liegen.

Erkenntnisse bezüglich der hämodynamischen Daten untermauerten in der Literatur bekannte Netzwerke (Zacks 2008, Jordan und Wüstenberg 2010) im Zusammenhang mit Aufgaben zur mentalen Rotation. Des Weiteren bestätigten sich Annahmen für die Darbietung sexuell präferierter Reize über Antworten in visuellen Arealen sowie in Arealen der kognitiven Komponente (präzentraler Kortex, supplementär motorisches Areal), der autonomen Komponente (Insula) und der emotionalen Komponente (Insula, Amygdala) des Vier-Komponenten-Modells. Entsprechend, der ebenfalls im Vier-Komponenten-Modell sexueller Erregung enthaltenen Komponenten, wie der motivationalen und der inhibitorischen Komponente wurden keine Antworten gefunden. Die, für die Darbietung sexuell nicht präferierter Reize ermittelten Hirnregionen, repräsentierten ausschließlich eine kognitive Komponente sexueller Erregung (inferiorer temporaler Kortex).

Sexuell präferierte Reize riefen stärkere hämodynamische Antworten in visuellen und motorischen Arealen hervor als sexuell nicht präferierte Reize. Es bestätigte sich eine Emotions-Kognitions-Interaktion im Sinne einer Suppression der emotionalen/sexuellen Hirnantwort durch die Darbietung der Aufgabe zur mentalen Rotation, sowohl bei simultaner Präsentation der weiblichen, als auch der männlichen sexuellen Reize. Repräsentierte Komponenten waren die kognitive Komponente (temporale Regionen), die emotionale Komponente (Amygdala) und die autonome und motivationale Komponente sexueller Erregung (Cingulum).

In der Erfassung sexueller Orientierung in der Experimentalbedingung konnten wir trotz der aufmerksamkeitsfokussierenden Aufgabe eindeutige Effekte im Zusammenhang mit sexueller Präferenz ermitteln. Die weiblichen Reize riefen stärkere hämodynamische Antworten in den relevanten Regionen hervor als die männlichen Reize. Dabei spielten Regionen, die für die Verarbeitung sexueller Gedächtnisinhalte (Hippocampus, Spiering und Everaerd 2007), das Vorstellen sexueller Handlungen (präzentraler Kortex, Moulier et al. 2006), die Wahrnehmung der sexuellen Charakters eines Stimulus (Temporale Regionen, Stoléru et al.

2012) und das Betrachten sexueller Stimuli (inferiorer Frontalkortex, Mohlenberghs et al. 2011) angenommen werden, die wichtigste Rolle. Diese Ergebnisse zeigen, dass unser angewendetes indirektes Verfahren zur Erfassung sexueller Orientierung vielversprechend ist. Außerdem unterstreichen sie die Bedeutung des inferioren Frontalkortex und des Hippocampus als Korrelate sexueller Präferenz.

## **8. Methodenkritik und Verbesserungsvorschläge**

Der folgende Abschnitt umfasst eine Methodenkritik bezüglich Probandenauswahl, Messverfahren und Stimulusauswahl. Ferner werden Ausblick und Verbesserungsvorschläge bezüglich des vorgestellten Experiments dargelegt.

Wie bereits in Kapitel 3.4. erwähnt, erfolgte die Probanden-Rekrutierung über Aushänge mit dem Titel: „Für eine spannende MRT Studie zu sexuellem Interesse suchen wir heterosexuelle männliche Probanden zwischen 18 und 35 Jahren“. Man kann vermuten, dass Menschen, die freiwillig und unentgeltlich an einer Studie zu sexuellem Interesse teilnehmen, dem Thema Sexualität in der Regel eher unbefangen gegenüber stehen. Dies, und die Vermutung, dass solche Probanden tendenziell mehr Erfahrung mit dem Thema Sexualität haben, erlebten wir im Kontakt mit unserern Probanden und bestätigte sich auch schon in einer Studie von Strassberg und Lowe (1995). Diese Beobachtung könnte sowohl die behavioralen als auch die hämodynamischen Antworten beeinflussen. Beispielsweise ist bei unserem Probandenkollektiv von einer geringen Motivation zur Manipulation der Ergebnisse auszugehen. Zum Vergleich der Ergebnisse mit einem wie im Rahmen unserer Studie geplantem, Probandenkollektiv mit pädophilen Probanden sind diese Probanden also nicht optimal gewählt. Eine detaillierte Sexualanamnese und die daraufhin gezielte Auswahl von Studienteilnehmern sowie ein finanzieller Anreiz zur Studienteilnahme könnte diesbezüglich eine größere Variabilität gewährleisten.

Bei der Stimulation durch die Aufgabe zur mentalen Rotation müssen einige beeinflussende Faktoren diskutiert werden. Die Händigkeit, das akademische Studiengebiet und der Testosteronspiegel sind beispielsweise Faktoren, die einen Einfluss auf die räumliche Wahrnehmungsleistung haben könnten. Dabei scheint der Einfluss der Händigkeit so gering auszufallen, dass er vernachlässigt werden kann (Peters et al. 1995). Weil das akademische Studiengebiet der Probanden einen starken Einfluss auf die Rotationsleistung hat (Peters et al. 1995, Peters et al. 2006), erfassten wir es in einem Fragebogen und schlossen Studenten aus mathematisch geprägten Studiengängen (Mathematik, Physik etc.) aus. Die Erfassung des

Testosteronspiegels wurde nicht durchgeführt, daher konnten eventuelle hormonell bedingte Effekte nicht berücksichtigt werden.

Die vorliegende Arbeit zieht viele ihrer Schlüsse aus funktionellen MRT-Daten. Die Änderung des bereits erläuterten BOLD-Signals erlaubt dabei indirekt Rückschlüsse auf die Änderung der Hirnaktivierung (Logothetis et al. 2001). Es darf jedoch nicht vernachlässigt werden, dass diese Methode eine indirekte Erfassung von Hirnaktivität darstellt. Dabei können keine exakten kausalen Zusammenhänge zwischen hämodynamischen Antworten und Hirnaktivität hergestellt werden. Selbst wenn dies möglich wäre, ist noch nicht klar, inwieweit die Hirnaktivität bei der Betrachtung von Stimuli tatsächlich mit der sexuellen Orientierung beziehungsweise daraus resultierendem Verhalten zusammenhängt. In der vorliegenden Studie wurden durch die Messung der Viewing Time und der Leistung bei der Aufgabe zur mentalen Rotation allerdings auch Verhaltensdaten zu den präsentierten Reizen ermittelt. Da diese bezüglich des Geschlechtereffekts tendenziell mit den hämodynamischen Ergebnissen übereinstimmen, werden hier Korrelate sexueller Orientierung auf zwei Achsen erfasst. Möglicherweise lässt sich mit einer Kombination aus diesen Verfahren in Zukunft eine vom Patienten unabhängige Aussage über seine sexuelle Orientierung machen. Bei einem zukünftigen Einsatz eines solchen Verfahrens beispielsweise zur Diagnostik von Paraphilien, kann auf die sexuelle Orientierung und auf das daraus resultierende Verhalten nur in Einbeziehung vieler anderer Faktoren geschlossen werden. Der Einsatz der fMRT kann also in der Diagnostik von Paraphilien nur ein Puzzlestück unter vielen anderen sein. Dabei muss außerdem immer die Gefahr des Missbrauchs solcher Verfahren im Auge behalten werden, da diesbezügliche Ergebnisse einen stigmatisierenden Charakter haben können.

Die im Rahmen dieser Doktorarbeit vorgestellte Studie ist Teil eines Forschungsprojektes zur Entwicklung eines von der Probandenaussage unabhängigen Diagnostikums für Pädophilie. Die hier vorgestellte Arbeit beschäftigte sich ausschließlich mit der Erfassung sexueller Orientierung auf ein bestimmtes Geschlecht und dies nur in Bezug auf Erwachsene. Daher werden in einer weiteren Arbeit von Isabel Methfessel die vorliegenden Daten, die auch sexuelle Kinderstimuli beinhalten, auf die Alterspräferenz untersucht. So entstehen daraus Vergleichsdaten, für die Anwendung des Verfahrens bei pädophilen Probanden. Im Folgenden kann dieses Design auf weitere Stichprobengruppen wie homosexuelle Probanden und pädophile Probanden angewandt werden. Es ist wichtig, in diesem Zusammenhang zu testen, ob das Design auch für pädophile Probanden anwendbar ist. Beispielsweise könnte es möglich sein, dass der Schwierigkeitsgrad der Aufgabe zur mentalen Rotation angepasst werden muss. Um einen stärkeren Verhaltenseffekt zu erhalten, könnte außerdem die

Umstellung von einem Block-Design auf ein Event-related Design sinnvoll sein, da damit Wiederholungseffekte geringer ausfallen.

## **9. Zusammenfassung**

In der vorliegenden Arbeit wurden hämodynamische und behaviorale Korrelate bei der simultanen Präsentation räumlich kognitiver Aufgaben und sexuell relevanter Distraktoren untersucht. Dazu untersuchten wir 22 heterosexuelle Probanden ohne pädophile Neigungen und psychische Erkrankungen mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT), um eine Vergleichsgruppe für dasselbe Experiment mit pädophilen Probanden zu schaffen. Wir nutzten ein indirektes Studiendesign zur Erfassung sexuellen Interesses, wir arbeiteten also nicht mit der alleinigen Darbietung visueller sexueller Reize, für die wir unterschiedliche Präferenzannahmen, sondern simultan räumlich-kognitive Reize (Aufgabe zur mentalen Rotation) präsentierten.

Dieser Ansatz der Erfassung sexuellen Interesses baut teilweise auf dem Modell der Verarbeitung sexueller Reizmerkmale durch Spiering und Everaerd von 2007 auf. Die Autoren gingen davon aus, dass bewusst wahrgenommene sexuelle Reize und neutrale Reize auf eine bewusste, kontrollierte Weise verarbeitet werden und somit limitierter Aufmerksamkeit unterliegen. Darauf gründeten sich unsere Annahmen zu behavioralen Korrelaten der simultanen Darbietung eines sexuellen mit einem kognitiven Reiz. Dabei erwarteten wir im Sinne eines Sexual Content Induced Delay SCID (Geer und Bellard 1996) längere Bearbeitungszeiten bei der Aufgabe zur mentalen Rotation wenn simultan der sexuell präferierte Reiz gezeigt wird. Außerdem nahmen wir an, dass bei der simultanen Darbietung der präferierten Reize höhere Fehlerraten bei der Aufgabe zur mentalen Rotation auftreten.

In Bezug auf Annahmen zu hämodynamischen Korrelaten der Darbietung sexueller Reize bildete die wichtigste Grundlage die von Stoléru et al. (2012) überarbeitete Version des Vier-Komponenten-Modells sexueller Erregung, in dem sexuelle Erregung in vier Komponenten unterteilt wird, denen jeweils charakteristische Hirnregionen zugeordnet werden. Um sexuelle Präferenz zu erfassen, nutzten wir ein einfaches Design, indem wir hämodynamische Antworten auf unterschiedliche sexuelle Reize miteinander verglichen. Grundlage dafür bildeten Studien, die präferierte sexuelle Reize mit nicht präferierten sexuellen Reizen bezüglich der hämodynamischen Antworten verglichen haben wie Safron et al. (2007), Ponseti et al. (2006 und 2012), Kranz und Ishai (2006) und Savic et al. (2005). Außerdem nutzten wir ein indirektes Design zur Erfassung der sexuellen Präferenz, indem wir simultan

die sexuellen Reize mit den kognitiven Reizen darboten. Wir adaptierten ein Modell zur Emotions-Kognitions-Interaktion aufgrund der Analogie von Emotion und Sexualität (Everaerd 1988). Dieses beschreibt eine Suppression der emotionalen Hirnantwort bei Anwesenheit eines kognitiven Stimulus (Drevets und Raichle 1998, Kellermann et al. 2012, Blair et al. 2007). Wir nahmen an, dass diese Suppression geringer ausfällt, wenn der präferierte sexuelle Reiz gezeigt wird. Dies macht eine Differenzierung zwischen präferiertem und nicht präferiertem Reiz möglich.

Bezüglich der Verhaltensdaten bestätigte sich ein präferenzabhängiges SCID anhand signifikant höherer Reaktionszeit für die Richtigerantworten, wenn die Aufgabe zur mentalen Rotation simultan mit den weiblichen sexuellen Reizen gezeigt wurde. Dieser Effekt auf der Verhaltensebene kann zur Erfassung sexueller Orientierung genutzt werden. Es ergab sich keine Bestätigung einer höheren Fehlerquote, wenn die Aufgabe zur mentalen Rotation simultan mit den weiblichen sexuellen Reizen gezeigt wurde. Diese kann möglicherweise in der blockweisen Darbietung unserer Stimuli begründet liegen.

Erkenntnisse bezüglich der hämodynamischen Daten untermauerten in der Literatur bekannte Netzwerke (Zacks 2008, Jordan und Wüstenberg 2010) im Zusammenhang mit mentaler Rotation. Des Weiteren bestätigten sich Annahmen für die Darbietung sexuell präferierter Reize über Antworten in visuellen Arealen sowie in Arealen der kognitiven Komponente (präzentraler Kortex, supplementär motorisches Areal), der autonomen Komponente (Insula) und der emotionalen Komponente (Insula, Amygdala) des Vier-Komponenten-Modells. Entsprechend der motivationalen und der inhibitorischen Komponente wurden keine signifikant stärkeren Antworten gefunden.

Wenn sexuell präferierte Reize passiv wahrgenommen wurden, riefen sie stärkere hämodynamische Antworten in visuellen und motorischen Arealen hervor als sexuell nicht präferierte Reize. Es bestätigte sich eine Emotions-Kognitions-Interaktion sowohl für die weiblichen als auch für die männlichen sexuellen Reize. Relevante Komponenten sind die kognitive Komponente (temporalen Regionen), die emotionale Komponente (Amygdala) und für das Cingulum die autonome und motivationale Komponente sexueller Erregung.

In der Erfassung sexueller Orientierung in der Experimentalbedingung konnten wir trotz der aufmerksamkeitsfokussierenden Aufgabe eindeutige Effekte im Zusammenhang mit sexueller Orientierung ermitteln. Die weiblichen Reize riefen stärkere hämodynamische Antworten in den relevanten Regionen hervor als die männlichen. Dabei spielten Regionen, die für die

Verarbeitung sexueller Gedächtnisinhalte (Hippocampus, Spiering und Everaerd 2007), das Vorstellen sexueller Handlungen (präzentraler Kortex, Moulier et al. 2006), die Wahrnehmung der sexuellen Charakters eines Stimulus (temporale Regionen) und das Betrachten sexueller Stimuli (inferiorer Frontalkortex, Mohlenberghs et al. 2011) angenommen werden, die wichtigste Rolle. Unsere Ergebnisse zeigen, dass dieses indirekte Verfahren zur Erfassung sexueller Orientierung vielversprechend ist. Außerdem unterstreichen sie die Bedeutung des inferioren Frontalkortex und des Hippocampus als Korrelate sexueller Präferenz. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden bereits auf dem Symposium für empirische Forschung in der forensischen Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie (EFPPP) vorgestellt und im EFPPP-Jahrbuch von 2014 veröffentlicht (Wieser et al. 2014).

## 10. Anhang

### 1. Funktionsweise der funktionellen Magnetresonanztomographie im Detail

**Der Kernspin und der Atomkern als Dipol:** Wasserstoffatome besitzen als Kern nur ein einziges Teilchen, ein Proton. Um dieses Proton kreist das Elektron der Hülle (Weishaupt et al. 2009, S.1). Da das Wasserstoffatom im Körper sehr häufig vorkommt und sein Verhalten im Magnetfeld durch seinen einfachen Aufbau gut verstanden ist, basiert auf seinem Verhalten im Magnetfeld die Magnetresonanztomographie (MRT). Grundlage für die Magnetresonanstechnik ist der Eigendrehimpuls eines Atomkerns um seine Längsachse (Kernspin). Dieser Eigendrehimpuls der elektrischen Ladung erzeugt ein magnetisches Moment, d.h. der Atomkern verhält sich wie ein kleiner Magnet (Weishaupt et al. 2009, S.1).

**Magnetisierung von Spins und Hochfrequenzimpuls:** Ein von außen angelegtes Magnetfeld führt dazu, dass sich die Spins wie Kompassnadeln entlang des Feldes ausrichten (Weishaupt et al. 2009). Als Folge der Auslenkung beginnen die Spins um die Feldrichtung des statischen Magnetfeldes zu präzedieren, d. h. die Spins rotieren um die Feldrichtung des statischen Magnetfeldes. Diese sogenannte Präzessionsbewegung erfolgt in einer bestimmten Frequenz, die als Larmorfrequenz bezeichnet wird (Weishaupt et al. 2009, S.2). Durch einen zusätzlichen Hochfrequenzimpuls (in 90 Grad zum Magnetfeld) lässt sich diese Magnetisierung aus der Richtung des statischen Feldes auslenken. Durch diesen HF-Impuls (Anregungsimpuls in der Larmorfrequenz) präzedieren die Spins zunächst nicht mehr ungeordnet, sondern synchron, d.h. in Phase. Dies bezeichnet man als Phasenkohärenz. Die Auslenkung der Gewebemagnetisierung kann über die in einer Spule (Empfängerstromkreis) induzierte Spannung gemessen werden und dann mit empfindlichen Verstärkern und Computern für die Bildgebung verarbeitet werden.

**Relaxationszeiten und Bildkontrast:** Nach Abschalten des Hochfrequenzimpulses nimmt die transversale Magnetisierung ab (Transversale Relaxation) T<sub>2</sub>- Zeit, die Spins richten sich also wieder parallel zum statischen Magnetfeld aus (Longitudinale Relaxation) T<sub>1</sub> -Zeit. Für diese sogenannte Relaxation benötigen Protonen je nach Gewebe eine charakteristische Abklingzeit. Daher unterscheiden sich die verschiedenen Gewebearten charakteristisch in ihrem Signal, was zu verschiedenen Signalstärken (Helligkeiten im MR Bild) und somit zum Bildkontrast führt (Weishaupt et al. 2009, S.9). Die 4 wichtigsten gewebespezifischen Parameter für die Kontrastierung sind Protonendichte, Längsrelaxationszeit T<sub>1</sub> und die Querrelaxationszeiten T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub>\* (Schneider und Fink 2013). Dabei ist die Protonendichte

ein Maß für die Anzahl der im Gewebe vorhandenen Wasserstoffatome. Die T1-Relaxationszeit (Spin-Gitter-Relaxation oder Längsrelaxation) ist ein Maß für die Geschwindigkeit, mit der sich die ursprüngliche Längsausrichtung der Spins zum äußeren Magnetfeld nach Abschalten des HF- Impulses wieder einstellt. Die Zeit, nach der 63 % des Signals zerfallen sind, nennt man T2-Relaxationszeit (Spin-Spin-Relaxation oder Querrelaxation) (Seidentopf, 2001). Durch Wechselwirkungen der Wasserstoffkerne wird die Phasenkohärenz (synchrone Präzession) der Spins aufgehoben.

T2\*-gewichtete MR-Bilder sind besonders sensitiv gegenüber Änderungen in den magnetischen Eigenschaften der Probe und daher gut geeignet für die funktionelle MRT (Schneider und Fink 2013).

**Ortskodierung:** Um die Signale den einzelnen Volumenelementen (Voxeln) zuordnen zu können, wird mit linear ortsabhängigen Magnetfeldern (Gradientenfeldern) eine Ortskodierung erzeugt. „Die Gradienten sorgen dafür, dass dem bisher als zeitlich und räumlich statisch angesehenen starken äußeren Magnetfeld ein räumlich linear variierendes schwaches Magnetfeld überlagert wird. Dadurch kann man die Larmorfrequenzen der Protonen in (...) räumlicher Lage unterscheiden.“ (Schneider und Fink 2013) Ein erster Gradient liegt bei der Anregung an und stellt sicher, dass nur eine einzelne Schicht des Körpers die passende Larmorfrequenz besitzt, also nur die Spins dieser Schicht ausgelenkt werden (*Schichtselektionsgradient*). Ein zweiter Gradient quer zum ersten wird nach der Anregung kurz eingeschaltet und bewirkt eine kontrollierte Dephasierung der Spins dergestalt, dass in jeder Bildzeile die Präzession der Spins eine andere Phasenlage hat (*Phasenkodiergradient*). Der dritte Gradient wird während der Messung rechtwinklig zu den beiden anderen geschaltet; er sorgt dafür, dass die Spins jeder Bildspalte eine andere Präzessionsgeschwindigkeit haben, also eine andere Larmorfrequenz senden (*Auslesegradient, Frequenzkodiergradient*) (Seidentopf, 2001). Das empfangene Signal gehört zu einer bestimmten Schicht des Körpers und enthält eine Kombination aus Frequenz- und Phasenkodierung, die der Computer in ein zweidimensionales Bild umrechnen kann.

## 2. Zusätzliche Tabellen und Abbildungen zu hämodynamischen Ergebnissen

### 2.1 Hämodynamische Antworten bei der simultanen Darbietung der Aufgabe zur mentalen Rotation mit den weiblichen sexuellen Reizen

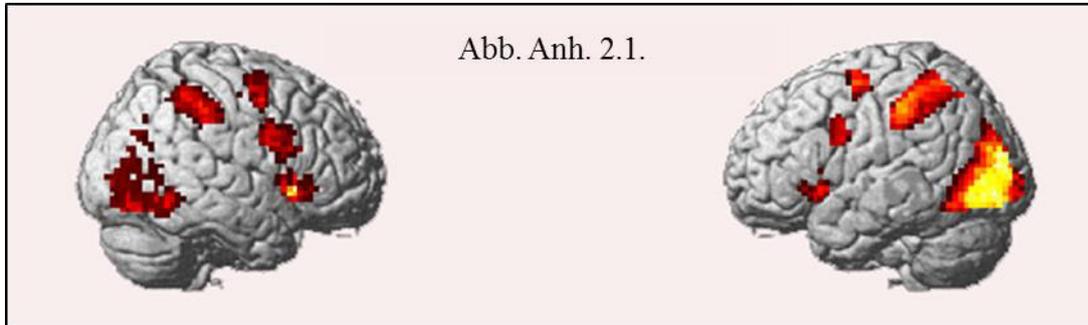


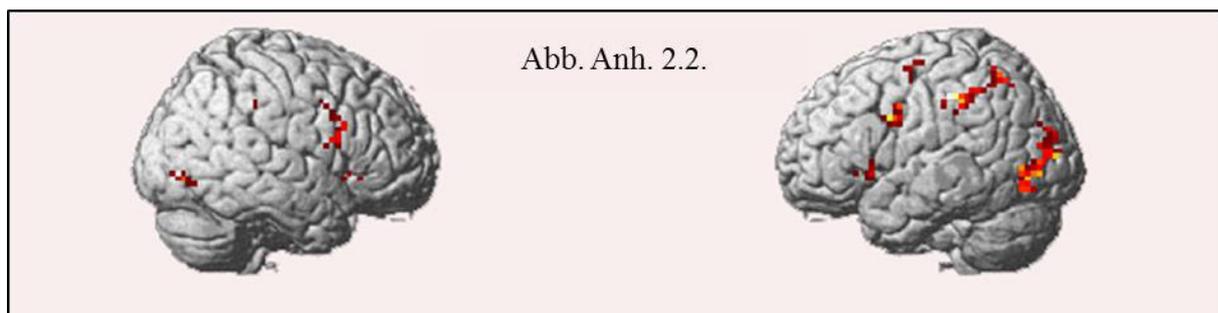
Abb. Anh. 2.1: Gehirnareale, die bei der simultanen Präsentation der weiblichen sexuellen Stimuli mit der Aufgabe zur mentalen Rotation stärker aktiv waren als bei der Baselinebedingung ( $T > 6.15$ , FWE korrigiert,  $p < .05$ ).

Tabelle Anh. 2.1: Folgende Tabelle zeigt Gehirnareale, die bei der simultanen Präsentation der weiblichen sexuellen Stimuli mit der Aufgabe zur mentalen Rotation stärker aktiv waren als bei der Baselinebedingung ( $T > 6.15$ , FWE korrigiert,  $p < .05$ ). Aufgeführt sind das Cluster (Voxelgröße) mit den jeweiligen Maxima, das Gehirnareal, die Hemisphere (H), die MNI Koordinaten x, y und z und der der T-Wert des jeweiligen Maximums. Zytoarchitektonische Areale sind ebenfalls aufgeführt.

Cluster	Gehirnregion	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z	T
<b>Cluster 1 (3983)</b>	Gyrus fusiformis	L	*	-33	-61	-8	18.14
	Gyrus fusiformis	R	*	34	-54	-8	17.16
	Lobus parietalis inferior	R	hIP3, SPL (7PC), Area 2	37	-45	52	17.43
	Gyrus occipitalis inferior	L	*	-40	-76	-12	17.12
	Gyrus occipitalis medius	L	hOC3v (V3v)	-24	-93	4	16.28
	Gyrus occipitalis superior	L	*	-24	-70	33	15.43
	Gyrus lingualis	R	Area 17, Area 18, hOC3v (V3v)	15	-90	-5	15.37
<b>Cluster 2 (1307)</b>	Putamen	R	*	28	19	1	13.19
	Thalamus	L	Th-parietal, Th-visual, Th-temporal	-20	-29	1	12.62

	Lobus insularis	L	*	-30	22	1	11.28
<b>Cluster 3 (358)</b>	Gyrus frontalis medius	R	*	28	-3	52	14.19
	SMA	R	Area 6	8	13	46	10.83
	Cortex cingularis medius	R	*	8	26	30	7.31
<b>Cluster 4 (121)</b>	Gyrus präcentralis	L	Area 6	-33	-3	62	9.34
	Gyrus frontalis medius	L	Area 6	-27	-6	52	8.47
<b>Cluster 5 (86)</b>	Gyrus frontalis inferior (p.opercularis)	R	Area 44	53	10	24	9.93
<b>Cluster 6 (48)</b>	Gyrus präcentralis	L	Area 44	-52	6	27	8.53

## 2.2 Hämodynamische Antworten bei der simultanen Darbietung der Aufgabe zur mentalen Rotation mit den männlichen sexuellen Reizen



**Abb. Anh. 2.2:** Gehirnareale, die bei der simultanen Präsentation der männlichen sexuellen Stimuli mit der Aufgabe zur mentalen Rotation stärker aktiv waren als bei der Baselinebedingung ( $T > 5.94$ , FWE korrigiert,  $p < .05$ ).

**Tabelle Anh. 2.2:** Folgende Tabelle zeigt Gehirnareale, die bei der simultanen Präsentation der männlichen sexuellen Stimuli mit der Aufgabe zur mentalen Rotation stärker aktiv waren als bei der Baselinebedingung ( $T > 5.94$ , FWE korrigiert,  $p < .05$ ).

Cluster	Gehirnregion	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z	T
<b>Cluster 1 (80)</b>	Lobus parietalis inferior	L	SPL (7PC), hIP3	-30	-51	49	13.57
	Lobus parietalis superior	L	*	-20	-54	49	11.32
<b>Cluster 2 (53)</b>	Gyrus occipitalis inferior	L	hOC4v (V4)	-36	-74	-12	12.34
	Gyrus occipitalis medius	L	*	-43	-77	-2	12.21

<b>Cluster 3 (52)</b>	Lobus parietalis inferior	R	hIP3	31	-54	46	13.07
	Lobus parietalis superior	R	SPL (7P), SPL (7A)	18	-64	52	8.70
	Gyrus angularis	R	hIP3	28	-61	46	12.70
<b>Cluster 4 (31)</b>	Lobus insularis	L	*	-27	19	11	8.78
<b>Cluster 5 (30)</b>	SMA	R	Area 6	8	13	46	9.35
	SMA	L	Area 6	-1	13	52	8.15
	Cortex cingularis medius	R	*	8	19	43	7.33
	Cortex cingularis medius	L	*	-4	16	40	6.76
<b>Cluster 6 (29)</b>	Gyrus lingualis	L	Area 17	2	-77	4	11.75
	Gyrus calcarinus	L	Area 17	-8	-80	8	8.57
<b>Cluster 7 (21)</b>	Gyrus präcentralis	L	*	-52	6	30	9.88
<b>Cluster 8 (21)</b>	Gyrus fusiformis	R	hOC4v (V4)	31	-77	-5	11.37
	Gyrus occipitalis inferior	R	hOC4v (V4)	37	-70	-8	7.30
<b>Cluster 9 (19)</b>	Gyrus frontalis inferior (p. opercularis)	R	Area 44	50	13	30	8.86
	Gyrus frontalis inferior (p. triangularis)	R	Area 44	47	13	24	7.62
	Gyrus präcentralis	R	Area 44	47	6	36	6.58
<b>Cluster 10 (18)</b>	Gyrus lingualis	R	Lobule VI (Hem)	8	-67	-12	10.00
	Cerebellum	R	*	21	-51	15	8.61
<b>Cluster 11 (17)</b>	Lobus insularis	R	*	34	26	1	8.24
<b>Cluster 12 (13)</b>	SMA	L	*	-1	0	59	9.46
<b>Cluster 13 (13)</b>	Gyrus präcentralis	L	Area 6	-33	-6	59	10.36
<b>Cluster 14 (9)</b>	Thalamus	L	Th-parietal	-20	-26	8	9.87
<b>Cluster 15 (8)</b>	Gyrus occipitalis medius	L	*	-36	-90	17	9.65
<b>Cluster 16</b>	Gyrus frontalis superior	R	*	24	0	56	11.87

(6)							
<b>Cluster 17 (6)</b>	Thalamus	R	Th-parietal,Th-temporal	21	-29	11	7.31
<b>Cluster 18 (6)</b>	Gyrus fusiformis	R	*	40	-45	-12	13.08
<b>Cluster 19 (6)</b>	Gyrus fusiformis	R	*	31	-51	-18	10.19
<b>Cluster 20 (5)</b>	Gyrus occipitalis medius	L	*	-30	-90	20	10.28
<b>Cluster 21 (5)</b>	Hippocampus	R	Hipp (FD), Th-Temporal, Hipp (CA)	21	-32	-2	10.20

## 2.3 Weitere Tabellen zu hämodynamischen Antworten

Tabelle Anh. 2.3.1: Gehirnareale, die bei der Präsentation der weiblichen sexuellen Stimuli stärker aktiv waren als bei der Präsentation der Experimentalbedingung die die weiblichen sexuellen Stimuli enthielt ( $T > 3.53$ , unkorrigiert,  $p < .001$ ).

Cluster	Gehirnregion	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z	T
<b>Cluster 1 (141)</b>	Hippocampus	L	Hipp (CA) Amyg (SF) Amyg (CM)	-20	-10	-15	7.75
	Temporal Pol	L	*	-36	6	-21	5.16
	Amygdala	L	*	-30	3	-21	5.08
<b>Cluster 2 (88)</b>	Gyrus orbitalis medius	L	*	-4	32	-12	4.89
<b>Cluster 3 (85)</b>	Gyrus medialis superior	L	*	-8	64	20	5.36
	Gyrus medialis superior	R	*	8	58	17	4.53
	Gyrus frontalis superior	L	*	-14	58	14	4.75
<b>Cluster 4 (76)</b>	Hippocampus	R	Amyg (LB) Hipp (CA)	31	-6	-18	6.33
<b>Cluster 5 (25)</b>	Gyrus frontalis inferior	L	*	-24	29	-12	5.62
<b>Cluster 6 (20)</b>	Gyrus angularis	L	IPC (PGp)	-49	-70	40	4.27
<b>Cluster 7 (19)</b>	Gyrus frontalis superior	L	*	-20	22	59	3.95

	Gyrus frontalis medius	L	*	-24	32	52	4.74
<b>Cluster 8 (11)</b>	Gyrus temporalis medius	L	*	-59	-10	-21	4.11
<b>Cluster 9 (8)</b>	Gyrus temporalis medius	R	*	50	0	-28	4.69
	Medialer Temporal Pol	R	*	44	13	-28	3.69
<b>Cluster 10 (6)</b>	Cortex cingularis medius	R	*	2	-35	36	3.88

**Tabelle Anh. 2.3.2: Folgende Tabelle zeigt Gehirnareale, die bei der Präsentation der männlichen sexuellen Stimuli stärker aktiv waren als bei der Präsentation der Experimentalbedingung, die die männlichen sexuellen Stimuli enthielt ( $T > 3.53$ , unkorrigiert,  $p < .001$ ).**

Cluster	Gehirnregion	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z	T
<b>Cluster 1 (47)</b>	Precuneus	R	*	2	-58	24	5.25
	Precuneus	L	*	-1	-64	27	4.67
	Cortex cingularis posterior	L	*	-4	-38	33	4.98
<b>Cluster 2 (40)</b>	Gyrus angularis	L	IPC (PGp) IPC (PGa)	-40	-70	43	6.63
	Gyrus temporalis medius	L	*	-59	-61	14	4.52
<b>Cluster 3 (23)</b>	Gyrus orbitalis medius	L	*	-8	48	-5	6.39
	Cortex cingularis anterior	L	*	-4	35	-5	6.18
<b>Cluster 4 (19)</b>	Amygdala	L	Amyg (SF), Amyg (CM), Amyg (LB)	-17	-6	-18	6.25
<b>Cluster 5 (13)</b>	Cortex cingularis anterior	L	*	-1	54	-2	5.18
	Gyrus medialis superior	L	*	-4	54	4	3.79
<b>Cluster 6 (10)</b>	Cortex cingularis anterior	R	*	2	26	-5	4.87
<b>Cluster 7 (5)</b>	Hippocampus	R	Hipp (CA), Hipp (SUB), Hipp (FD)	24	-13	-15	4.95
	Amygdala	R	Amyg (LB), Amyg (SF), Hipp (CA)	28	-6	-15	4.73

**Tabelle Anh. 2.3.3: Folgende Tabelle zeigt Gehirnareale, die bei der Präsentation der Experimentalbedingung, die die weiblichen sexuellen Reize enthielt stärker aktiv waren als bei der Präsentation der Aufgabe zur mentalen Rotation ( $T > 3.53$ , unkorrigiert,  $p < .001$ ).**

Cluster	Gehirnregion	H	Zytoarchitektonisches Areal	x	y	z	T
<b>Cluster 1 (1824)</b>	Gyrus lingualis	R	Area 17	18	-74	1	9.63
	Gyrus lingualis	L	Area 17, Area18, hOC3v (V3v)	-4	-80	-2	8.56
	Gyrus calcarinus	R	Area 17, Area 18	5	-77	4	8.83
	Gyrus calcarinus	L	Area 17, Area 18	-4	-86	1	8.54
	Gyrus fusiformis	R	*	40	-54	-18	6.23
	Gyrus fusiformis	L	*	-36	-58	-15	5.64
	Cuneus	L	Area 17, Area 18	-1	-90	17	6.20
<b>Cluster 2 (62)</b>	Gyrus occipitalis medius	L	hOC5 (V5), IPC (PGp)	-46	-77	11	5.11
<b>Cluster 3 (13)</b>	Lobus insularis	R	*	28	22	-12	4.56
<b>Cluster 4 (11)</b>	Cortex cingularis posterior	R	*	2	-42	11	3.62
<b>Cluster 5 (5)</b>	Precuneus	R	*	15	-51	33	3.90
<b>Cluster 6 (5)</b>	Gyrus angularis	R	IPC (PFm), IPC (PGa)	44	-45	24	3.94
	Gyrus temporalis superior	R	IPC (PFm), IPC (PGa)	50	-45	20	3.94
<b>Cluster 7 (5)</b>	Hippocampus	L	Hipp (SUB)	-14	-35	1	3.63

**Tabelle Anh. 2.3.4: Folgende Tabelle zeigt Gehirnareale, die bei der Präsentation der Experimentalbedingung, die die männlichen sexuellen Reize enthielt stärker aktiv waren als bei der Präsentation der Aufgabe zur mentalen Rotation ( $T > 3.53$ , unkorrigiert,  $p < .001$ ).**

<b>Cluster</b>	<b>Gehirnregion</b>	<b>H</b>	<b>Zytoarchitektonisches Areal</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>z</b>	<b>T</b>
<b>Cluster 1 (29)</b>	Gyrus lingualis	L	Area 17	2	-77	4	7.56
	Gyrus calcarinus	L	Area 17, Area 18	-8	-83	1	6.16
<b>Cluster 2 (17)</b>	Gyrus lingualis	R	Area 18, hOC3v (V3v)	12	-64	-2	7.13
<b>Cluster 3 (5)</b>	Gyrus calcarinus	R	Area 17	18	-75	8	6.96

### 3. Unterlagen zur Studie

#### 3.1 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

## 3.2 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:

### 3.3 Studieninformation

#### **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 pädosexuellem 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 unbedeckten 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 unbedeckte 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

### 3.4 Einwilligungserklärung

#### 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 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. Ich erkläre mich damit einverstanden, dass die im Rahmen der Studie von mir erhobenen Daten für die Entwicklung und Anwendung von Verfahren in der biomedizinischen Forschung 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:.....

Göttingen, den .....

\_\_\_\_\_  
Unterschrift des Probanden

\_\_\_\_\_  
Unterschrift des Studienverantwortlichen

### 3.5 MRT Fragebogen

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? .....	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
2	Wurden Sie schon einmal an Kopf oder Herz operiert? Wenn ja, warum? .....	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
3	Befinden sich <b>an</b> oder <b>auf</b> Ihrem Körper Metallteile oder metallhaltige Geräte (z.B. Beinprothesen, Elektroden, Katheter, Langzeit-EKG, Bestrahlungsquellen, Akupunkturnadeln, Piercing)? Wenn ja, welche? ..... abnehmbar? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

4	Befinden sich <b>in</b> 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?.....	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
5	Tragen Sie <b>magnetisch</b> fixierte Implantate (z. B. Zahnprothesen, Glasauge)?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
6	Haben Sie beruflich oder privat mit der Verarbeitung von Metallen zu tun?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
7	Tragen Sie (außer Amalgam-Füllungen) Zahnersatz, Brücken oder Zahnklammern/-spangen? Wenn ja: welche?.....abnehmbar? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> 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?.....	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
9	Leiden Sie unter Diabetes oder einem Anfallsleiden (z.B. Epilepsie)?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
10	Neigen Sie zu Klaustrophobie, Schwindel- oder Panikanfällen?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
11	Sind Sie tätowiert oder haben Sie ein permanentes Make-up?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
12	Ist bei Ihnen eine Kontrastmittel-Allergie bekannt?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
13	Leiden Sie unter anderen Allergien? wenn ja, welche?.....	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
14	Nehmen Sie zurzeit regelmäßig Medikamente ein? wenn ja, welche?.....	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
15	Haben Sie in den letzten 24 Stunden Medikamente oder Alkohol zu sich genommen?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
16	Wurde in den letzten 3 Tagen eine MRT-Untersuchung durchgeführt?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
17	Traten nach früheren Untersuchungen mit Kontrastmitteln Nebenwirkungen auf? wenn ja, welche?.....	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
18	Besteht oder bestand bei Ihnen eine Nierenfunktionsstörung?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

**Nur von Frauen auszufüllen:**

19	Besteht die Möglichkeit, dass Sie schwanger sind?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
20	Tragen Sie eine Kupferspirale?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

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

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

– wird vom Personal ausgefüllt –

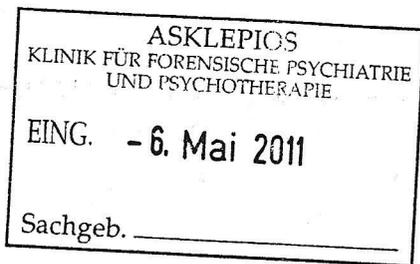
Untersuchung unbedenklich

KEINE Untersuchung möglich

Bemerkungen:.....

Datum:.....      Unterschrift:.....

### **3.6 Ethikvotum**



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 Brockmüller  
**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 Zwischenfallereignisse, 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

  
Prof. Dr. med. J. Brockmüller  
Vorsitzender der Ethik-Kommission

## 11. Literatur:

Abel GG, Jordan A, Hand CG, Holland LA und Phipps A (2001): Classification models of child molesters utilizing the Abel Assessment for Sexual Interest. *Child Abuse and Negl* 25, 703 – 718

Ahlers CJ, Schaefer GA, Beier KM (2006): Das Spektrum der Sexualstörungen und ihre Klassifizierbarkeit im ICD-10 und DSM-IV. *Sexuologie* 12 (3/4), 120 – 152

Amunts K, Schleicher A, Bürgel U, Mohlberg H, Uylings HB, Zilles K (1999): Broca's region revisited: cytoarchitecture and intersubject variability. *J Comp Neurol* 412(2), 319-41

Amunts K, Malikovic A, Mohlberg H, Schormann T und Zilles K (2000): Brodmann's Areas 17 and 18 brought into stereotaxic space - Where and how variable? *NeuroImage* 11, 66–84

Amunts K, Kedo O, Kindler M, Pieperhoff P, Mohlberg H, Shah NJ, Habel U, Schneider F und Zilles K (2005): Cytoarchitectonic mapping of the human amygdala, hippocampal region and entorhinal cortex: Intersubject variability and probability maps. *Anat and Embryol (Berl)* 210, 343–352

Arnow B, Desmond J, Banner L, Glover G, Solomon A, Polan M, Lue T, Atlas S (2002): Brain activation and sexual arousal in healthy, heterosexual males. *Brain* 125, 1014–1023

Baars BJ (1998): Metaphors of consciousness and attention in the brain. *Trends Neurosci* 21, 58–62

Bancroft J: Models of human sexuality: The role of theory. In: Bancroft J (Hrsg.): *Human sexuality and its problems*. Churchill Livingstone, Edinburgh 2009, 5-19

Bancroft JHJ, Jones HG, Pullan BR (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

Beach F (1956): Characteristics of masculine "sex drive". *Nebr Symp Motiv* 4, 1-32

Beach F (1976): Cross-species comparisons and the human heritage. *Arch Sex Behav* 5, 469-485

Beauregard M, Lévesque J, Bourgouin P (2001): Neural correlates of conscious selfregulation of emotion. *J Neurosci* 21, RC165

Behrens TE, Johansen-Berg H, Woolrich MW, Smith SM, Wheeler-Kingshott CA, Boulby PA, Barker GJ, Sillery EL, Sheehan K, Ciccarelli O, Thompson AJ, Brady JM, Matthews PM (2003): Non-invasive mapping of connections between human thalamus and cortex using diffusion imaging. *Nat Neurosci* 6(7), 750-7

- Blair KS, Smith BW, Mitchell, DG, Morton J, Vythilingham M, Pessoa L, Fridberg D, Zametkin A, Nelson EE, Drevets WC, Pine DS, Martin A, Blair JRJ (2007): Modulation of emotion by cognition and cognition by emotion. *Neuroimage* 35, 430–40
- Breedlove M, Rosenzweig MR, Watson NV: *Biological Psychology. An Introduction to Behavioral, Cognitive and Clinical Neuroscience*. 5. Auflage; Sinauer Associates, Sunderland 2007
- Broadbent DE: *Perception and communication*. Pergamon press, London 1958
- Bundesen C (1990): A theory of visual attention. *Psychol Rev* 97, 523
- 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
- Bush G, Luu P, Posner M (2000): Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends Cogn Sci* 4, 215–222
- Cerny JA, Janssen E (2011): Patterns of sexual arousal in homosexual, bisexual, and heterosexual men. *Arch Sex Behav* 40, 687–697
- Chivers M, Rieger G, Latty E, Bailey M (2004): A Sex Difference in the Specificity of Sexual Arousal. *Psychol Sci* 15, (11),736-744
- Choi HJ, Zilles K, Mohlberg H, Schleicher A, Fink GR, Armstrong E & Amunts, K (2006): Cytoarchitectonic identification and probabilistic mapping of two distinct areas within the anterior ventral bank of the human intraparietal sulcus. *Journal Comp Neurol* 495(1), 53–69
- Cohen AS, Rosen RC, Goldstein L (1985): EEG hemispheric asymmetry during sexual arousal: psychophysiological patterns in responsive, unresponsive, and dysfunctional men. *J Abnorm Psychol* 94, 580 –590
- Conaglen HM (2004): Sexual content induced delay: A Reexamination investigating relation to sexual desire. *Arch Sex Behav*, 33, 359–367
- Critchley HD, Mathias CJ, Dolan RJ (2001): Neuroanatomical basis for first- and second-order representations of bodily states. *Nat Neurosci* 4(2), 207–212
- Desimone R, Duncan J (1995): Neural mechanisms of selective visual attention. *Annu Rev Neurosci* 18, 193–222
- Doya K (2008): Modulators of decision making. *Nat Neurosci* 11, 410–416
- Drevets WC und 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
- Eickhoff SB, Schleicher A, Zilles K und Amunts K (2005a): The Human Parietal Operculum. I. Cytoarchitectonic mapping of subdivisions. *Cereb Cortex* 16(2), 254–267

- Eickhoff SB, Stephan KE, Mohlberg H, Grefkes C, Fink GR, Amunts K und Zilles K (2005b): A new SPM toolbox for combining probabilistic cytoarchitectonic maps and functional imaging data. *Neuroimage* 25(4), 1325–1335
- Ekman P (1984): Expression and the nature of emotion. In: Scherer KR, Ekman P (Hrsg.): *Approaches to emotion*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale 1984
- Everaerd W (1988): Commentary on sex research: Sex as an emotion. *J Psychol Human Sex* 1, 3–15
- Everaerd W (1989): Commentary on Sex Research. *J Psychol Human Sex* 1(2), 3-15
- Everaerd W & Spiering M (2007): “The sexual unconscious”. In Janssen E. (Hrsg.) *The psychophysiology of sex*. Indiana University Press, Bloomington 2007
- Everaerd W, Laan E & Spiering M: Male sexuality. In: Szuchman LT und Muscarella F (Hrsg.): *The psychological science of human sexuality*. Wiley, New York 2000, S.60–100
- Feretti A, Caulo M, del Gratta C, Di Matteo R, Merla A, Montorsi F, Pizzella V, Pompa P, Rigatti P, Rossini PM, Salonia A, Tartaro A und Romani GL (2005): Dynamics of male sexual arousal: Distinct components of brain activation revealed by fMRI. *Neuroimage* 26, 1086–1096
- Förstl H, Hautzinger M, Roth G: *Neurobiologie psychischer Störungen*. Springer Medizin Verlag, Heidelberg 2006
- Freeman W (1973): Sexual behavior and fertility after frontal lobotomy. *Biol Psychiatry* 6, 97–104
- Freund K, Diamant J, & Pinkava, V (1958): On the validity and reliability of the phalloglethysmographic (Php) diagnosis of some sexual deviations. *Rev Czech Med*, 4(2), 145-151
- Friston KJ, Williams S, Howard R, Franckowiak RSJ, Turner R (1996): Movement-related effects in fMRI time-series. *Magn Reson Med* 35, 346-355
- Fromberger P & Mueller JL: fMRT und Blickregistrierung bei sexueller Erregung: Neue Perspektiven für die Grundlagenforschung bei pädosexuellen Straftätern? In Mueller J (Hrsg): *Neurobiologie forensisch-relevanter Störungen*. 1. Auflage; Kohlhammer, Stuttgart 2010, S. 440-451
- Fromberger P, Stolpmann G, Jordan K & Mueller JL (2009): Neurobiologische Forschung bei Paedophilie. Ergebnisse und deren Konsequenzen fuer die Diagnostik paedosexueller Straftaeter. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 20, 193-205
- Fromberger P, Jordan K, von Herder J, Steinkrauss H, Nemetschek R, Stolpmann G und Müller JL (2012a): Initial orienting towards sexually relevant stimuli: Preliminary evidence from eye movement measures. *Arch Sex Behav* 41(4), 919-928

Fromberger P, Jordan K, Steinkrauss H, von Herder J, Witzel J, Stopplamm G, Körner Herwig B, Müller JL (2012b): 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, Körner Herwig B, Müller JL (2013): Eye movements in pedophiles: automatic and controlled attentional processes while viewing prepubescent stimuli. *J Abnorm Psychol* 122, 587–599

Fuster JM: The prefrontal cortex: Anatomy, physiology, and neuropsychology of the frontal lobe. 3. Auflage; Lippincott Raven, New York 1997

Geer JH und Bellard HS (1996): Sexual content induced delays in unprimed lexical decisions: Gender and context effects. *Arch Sexl Behav* 25, 379–395

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

Georgiadis JR, Farrell MJ, Boessen R, Denton AD, Gavrilesco 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

Geyer S (2004): The Microstructural Border Between the Motor and the Cognitive Domain in the Human Cerebral Cortex. *Adv Anat Embryol Cell Biol* 174, 1-89

Gray J, Braver T, Raichle M (2002): Integration of emotion and cognition in the lateral prefrontal cortex. *PNAS* 99( 6), 4115–4120

Gress, CLZ und Laws DR: NRP (Not Real People) Stimulus Sets A und B. Victoria, Pacific Psychological Assessment Corporation, Victoria BC 2004

Gress CLZ und Laws DR: Measuring sexual deviance: Attention-based measures. In Beech AR, Craig LA und Browne KD (Eds) *Assesment and treatment of sex offenders*, Chichester, UK: Wiley 2009, 109-128

Gress CLZ, Anderson JO, Laws DR (2013): Delays in attentional processing when viewing sexual imagery: The development and comparison of two measures. *Legal Criminol Psych* 18, 66–82

Hamann S, Herman R, Nolan C, Wallen K (2004): Men and women differ in amygdale response to visual sexual stimuli. *Nat Neurosci* 7, 411–416

Heil M, Rolke B (2002): Toward a chronopsychophysiology of mental rotation. *Psychophysiology* 39, 414–422

Hofter C (2011): Die Verarbeitung subliminal dargebotener visueller sexueller Reize - Eine fMRT-Studie mit gesunden, heterosexuellen Männern. Masterarbeit Psychologie, Georg-Elias-Müller-Institut für Psychologie, Georg-August-Universität Göttingen

Holstege G, Georgiadis J, Paans A, Meiners L, van der Graaf F, Reinders A (2003): Brain activation during human male ejaculation. *J Neurosci* 23, 9185–9193

Hu SH, Wei N, Wang QD, Yan LQ, Wei EQ, Zhang MM, Hu JB, Huang ML, Zhou WH, Xu Y (2008): Patterns of brain activation during visually evoked sexual arousal differ between homosexual and heterosexual men. *Am J Neuroradiol* 29, 1890–1896

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

James W: *The Principles of Psychology*. Dover Publications, New York 1890

Janssen E. (Hrsg.) *The psychophysiology of sex*. Indiana University Press, Bloomington 2007

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

Jones EG: *The Thalamus*. Plenum Press, New York 1985

Jordan K und Wüstenberg T (2010): The Neural Network of Spatial Cognition and its Modulation by Biological and Environmental Factors. *J Individ Diff* 31, 83-90

Jordan K, Heinze HJ, Lutz K, Kanowski M und Jäncke L. (2001): Cortical activations during the Mental Rotation of different visual objects. *Neuroimage* 13, 143-152

Jordan K, Wüstenberg T, Heinze HJ, Jäncke L (2002): Different changes in cortical activation patterns after training in a mental rotation task. *Neuropsych* 40(13), 2397–2408

Jordan K, Fromberger P und Müller JL: *Neurobiologie der Sexualität und sexueller Störungen*. In: Briken P und Berner M (Hrsg.): *Praxisbuch Sexuelle Störungen*. Thieme Verlag, Stuttgart 2013, S.47)

Kagerer S, Klucken T, Wehrum S, Zimmermann M, Schienle A, Walter B, Vaitl D und Stark R (2011): Neural activation toward erotic stimuli in homosexual and heterosexual males. *J Sex Med* 8, 3132–3143

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

Kalmus E, Beech AR (2005): Forensic assessment of sexual interest: A review. *Aggression and Violent Behavior* 10, 193–217

Kaplan HS: *Disorders of sexual desire and other new concepts and techniques in sex therapy*. Brunner/Mazel, New York 1979

Karama S, Lecours AR, Leroux JM, Bourgouin P, Beaudoin G, Joubert S, Beaugard M (2002): Areas of brain activation in males and females during viewing of erotic film excerpts. *Hum Brain Mapp* 16, 1–13

Kellermann T, Sternkopf M, Schneider F, Habel, Turetsky B, Zilles K und Eickhoff S (2012): Modulating the processing of emotional stimuli by cognitive demand. *Soc Cogn Affect Neurosci Brain Res* 7, 263-273

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

Klucken T, Schweckendiek J, Merz C, Tabbert K, Walter B, Kagerer S, Vaitl D, Stark R: (2009): Neural activations of the acquisition of conditioned sexual arousal: effects of contingency awareness and sex. *J Sex Med* 6, 3071–3075

Kompus K, Higdahl K, Öhmann A, Marklund P, Nyberg L (2009): Distinct control networks for cognition and emotion in the prefrontal cortex. *Neuroscience Letters* 467, 76–80

Kranz F, Ishai A (2006): Face perception is modulated by sexual preference. *Curr Biol* 16, 63–68

Krapp A: Interesse. In: D. Rost (Hrsg.): *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. 2. Auflage; PVU, Weinheim 2009, 286-294

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

Kühn S und Gallinat J (2011): A quantitative meta-analysis on cue-induced males sexual arousal. *J. Sex Med* 8, 2269–2275

Landre´ E, Ghossoub M, Chassoux F, Broglin D, Devaux B, Turak B, Bancaud J (1993): Sensations génales paroxystiques bilatérales d'origine temporo-sylvienne dans l'épilepsie partielle (a` propos de cinq observations). *Epilepsies* 5, 205–213

Laws DR und Gress CLZ (2004): Seeing things differently: The viewing time alternative to penile plethysmography. *Legal Criminol Psych* 9, 183–196

LeDoux J: *The emotional brain*. Touchstone, New York 1996

Logothetis NK, Pauls J, Augath M, Trinath T, Oeltermann A (2001): Neurophysiological investigation of the basis of the fMRI signal. *Nature* 412 (6843), 150–7

Malikovic A, Amunts K, Schleicher A, Mohlberg H, Eickhoff SB, Wilms M, Palomero-Gallagher N; Armstrong E & Zilles K (2006): Cytoarchitectonic analysis of the human extrastriate cortex in the region of V5/MT+: A probabilistic, stereotaxic map of Area hOc5. *Cereb Cortex*, 17(3), 562–574

Mansfield P (1977): Multi-planar image formation using NMR spin echoes. *J Phys C Solid State Phys* 10, 55–8.

Marshall, W. L. (2014). Phallometric assessments of sexual interests: an update. *Current Psychiatry Reports*, 16(428), 1-7

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

Masters WH, Johnson VE: *Human sexual response*. Little/Brown, Boston 1966

- McConaghy N (1989): Validity and ethics of penile circumference measures of sexual arousal: A critical review. *Arch Sex Behav* 18, 357–369
- McKenna K (1999): The brain is the master organ in sexual function: Central nervous system control of male and female sexual function. *Int J Impot Res* 11(Suppl 1), S48–S55
- 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
- Menon V, Uddin LQ (2010): Saliency, switching, attention and control: A network model of insula function. *Brain structure & function*, 214, 655-667
- Metzger CD, Eckert U, Steiner J, Sartorius A, Buchmann JE, Stadler J, Tempelmann C, Speck O, Bogerts B, Abler B, Walter M (2010) : High field fMRI reveals thalamocortical integration of segregated cognitive and emotional processing in mediodorsal and intralaminar thalamic nuclei. *Frontiers of Neuroanatomy* 4, 138
- Mohlenberghs P, Cunnington R, Mattingley JB (2011): Brain regions with mirror properties: A meta-analysis of 125 human fMRI studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 36, 341–349
- Mokros A, Dombert B, Osterheider M, Zappalà A, Santtila P (2010): Assessment of pedophilic sexual interest with an attentional choice reaction time task. *Arch Sex Behav* 39, 1081–1090
- Morris JS (2002): How do you feel? *Trends Cogn Sci* 6, 317–319
- Moulier V, Mouras H, Péligrini-Issac M, Glutron D, Rouxel R, Grandjean B, Bittoun J and Stoléro S (2006): Neuroanatomical correlates of penile erection evoked by photographic stimuli in human males. *Neuroimage* 33, 689–699
- Mouras H, Stoléro S, Bittoun J, Glutron D, Péligrini-Issac M, Paradis A, Burnod Y (2003): Brain processing of visual sexual stimuli in healthy men: a functional magnetic resonance imaging study. *Neuroimage* 20, 855–869
- Mouras H, Stoléro S, Moulier V, Péligrini-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
- Murnen SK und Stockton M (1997): Gender and self-reported sexual arousal in response to sexual stimuli: A meta-analytic review. *Sex Roles* 37 (3/4), 139–153
- Murray EA (2007): The amygdala, reward and emotion. *Trends Cogn Sci* 11, 489-497
- Nichols H, Molinder I (1984): Manual for the multiphasic sex inventory. Available from the authors at 437, Bowes Drive, Tacoma, WA, 89466
- Noonan MP, et al. (2012) : Re-evaluating the role of the orbitofrontal cortex in reward and reinforcement. *Euro J Neurosci* 35, 997-1010

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 USA* 87, 9868-9872

Öhman A, Flykt A & Esteves F (2001): Emotion drives attention: Detecting the snake in the grass. *J Exp Psychol: General* 130, 466–478

Park K, Kang H, Seo J, Kim H, Ryu S, Jeong G (2001a): Blood-oxygenationlevel- dependent functional magnetic resonance imaging for evaluating cerebral regions of female sexual arousal response. *Urology* 57, 1189–1194

Park K, Seo J, Kang H, Ryu S, Kim H, Jeong G (2001b): A new potential of blood oxygenation level dependent (BOLD) functional MRI for evaluating cerebral centers of penile erection. *Int J Impot Res* 13, 73–81

Parsons, L.M. (2003). Superior parietal cortices and varieties of mental rotation. *Trends Cogn Sci* 7, 515–517

Paschke K (2007): Die Untersuchung von Blickbewegungen bei der Lösung von Aufgaben zur Mentalen Rotation nach Shepard und Metzler (1971). Diplomarbeit, Georg-Elias-Müller Institut für Psychologie, Georg- August-Universität Göttingen

Paul T, Schiffer B, Zwarg T, Krüger T, Karama S, Schedlowski M, Forsting M, Gizewski E (2008): Brain response to visual sexual stimuli in heterosexual and homosexual males. *Hum Brain Mapp* 29, 726–735

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 and cognition* 28, 39–58

Peters M, Lehmann W, Takahira S, Takeuchi Y. & Jordan K (2006): Mental Rotation Test Performance in cross-cultural samples (n = 3367): Overall sex differences and the role of academic program in performance. *Cortex*, 42, 1005–1014

Peoppl TB, Nitschke J, Santilla P, Schecklmann M, Langguth B, Greenlee MW, Osterheider M, Mokros A (2103): Association between brain structure and phenotypic characteristics in Pedophilia. *J Psych Res* 47(5), 678-85

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

Ponseti J, Bosinski H, Wolff S, Peller M, Jansen O, Mehdorn H, Büchel C, Siebner H (2006): A functional endophenotype for sexual orientation in humans. *Neuroimage* 33, 825–833

Ponseti J, Granert O, Jansen O, Wolf S, Beier K, Neutze J, Deutschl G, Mehdorn H, Siebner H, Bosinski H (2012): Assessment of pedophilia using hemodynamic brain response to sexual stimuli. *Arch Gen Psychiatry* 69(2), 187–94

Posner MI (1994): Attention: The mechanisms of consciousness. *Proc Natl Acad Sci USA* 91, 7398–7403

Posner MI, Walker JA, Friedrich FJ, Rafal RD (1984): Effects of parietal injury on covert orienting of attention. *J Neurosci* 4(7), 1863-1874

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 SD, de Waal FB (2002): Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behav Brain Sci* 25, 1–20

Pschyrembel: Klinisches Wörterbuch. 260. Auflage; de Gruyter, Berlin 2004

Redouté J, Stoléru S, Grégoire M, Costes N, Cinotti L, Lavenne F, Le Bars D, Forest M, Pujol J (2000) : Brain processing of visual sexual stimuli in human males. *Hum Brain Mapp* 11, 162–177

Rosen R und Beck J (1988): Patterns of sexual response. In: Rosen R, Beck J (Hrsg.): Patterns of Sexual Arousal. Psychophysiological Processes and Clinical Applications. Guilford Press, New York 1988, S. 23–52

Rottschy C, Eickhoff SB, Schleicher A, Mohlberg H, Kujovic M, Zilles K & Amunts K (2007): Ventral visual cortex in humans: Cytoarchitectonic mapping of two extrastriate areas. *Hum Brain Mapp* 28(10), 1045–1059

Safron A, Barch B, Bailey JM, Gitelman DM, Parrish TB, Reber PJ (2007): Neural correlates of sexual arousal in homosexual and heterosexual men. *Behav Neurosci* 121, 237-248

Savic I, Berglund H, Lindstrom P (2005): Brain response to putative pheromones in homosexual men. *Proc Natl Acad Sci USA*. 102, 7356–7361

Schiffer B, Paul T, Gizewski E, Forsting M, Leygraf N, Schedlowski M & Kruger THC (2008): Functional brain correlates of heterosexual pedophilia. *Neuroimage* 41, 80 – 91

Schneider F, Fink G: Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie. 2.Auflage; Springer Medizin Verlag, Heidelberg 2013

Schneider W, Shiffrin RM (1977): Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychol Rev* 84, 127–190

Seidentopf C: Das funktionelle MRI zur Untersuchung cerebraler Reaktionen auf die Stimulation des Akupunkturpunktes BL-67 mit dem Akupunkturlaser. Med. Diss. Medizinische Fakultät der Leopold Franzens Universität Innsbruck 2001

Seto MC: Pedophilia and sexual offending against children: Theory, assesment and intervention. American Psychological Association, Washington DC 2008

- Seurinck R, Vingerhoets G, Vandemaele P, Deblaere K & Achten E (2005): Trial pacing in mental rotation tasks. *Neuroimage* 25, 1187-1196
- Shepard RN & Metzler J (1971): Mental rotation of three-dimensional objects. *Science* 171, 701-703
- Singer B (1984): Conceptualizing sexual arousal and attraction. *J Sex Res* 20, 230-240
- Spearman C (1938): Measurement of intelligence. *Scientia* 64, 75-82
- Spiering M, Everaerd W, & Elzinga B (2002): Conscious processing of sexual information: Interference caused by sexual primes. *Arch Sex Behav* 31, 159-164
- Spiering M, Everaerd W: The sexual unconscious. In: Janssen E (Hrsg.): *The psychophysiology of sex*. Indiana University Press, Bloomington, Indianapolis 2007, S.166-183
- Spiering M, Everaerd W & Laan E (2004): Conscious processing of sexual information: Mechanisms of appraisal. *Arch Sex Behav* 33(4), 369-380
- Squire LR (1992): Memory and the hippocampus: A synthesis from findings with rats, monkeys, and humans. *Psychol Rev* 99, 195-231
- Stoléru S, Gregoire MC, Gerard D, Decety J, Lafarge E, Cinotti L, Lavenne F, Le Bars D, Vernet-Maury E, Rada H, Collet C, Mazoyer B, Forest MG, Magnin F, Spira A, Comar D (1999): Neuroanatomical correlates of visually evoked sexual arousal in human males. *Arch Sex Behav* 28, 1-21
- Stoléru S, Fonteille V, Cornélis C, Joyal C, Moulier V (2012): Functional neuroimaging studies of sexual arousal and orgasm in healthy men and women: A review and meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 36, 1481-1509
- Strassberg DS und Lowe K (1995): Volunteer bias in sexuality research. *Arch Sexl Behav* 24, 369-382
- Stroebe W, Jonas K. und Hewstone M: *Sozialpsychologie. Eine Einführung*. Springer, Berlin 2002
- Talairach J, Tournoux, P: *Co-Planar Stereotaxic Atlas of the Human Brain*. Thieme, Stuttgart 1988
- Tanner JM: *Wachstum und Reifung des Menschen*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1962
- Tassi P & Muzet A (2001): Defining the states of consciousness. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 25, 175-191
- Terzian J, Dalle Ore G (1955): Syndrome of Kluver and Bucy reproduced in man by bilateral removal of temporal lobes. *Neurology* 5, 373-380

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

Tsoory-Shamay GS, Ahron-Peretz A, Perry D (2009): Two systems for empathy. A double dissociation between emotional and cognitive empathy in inferior frontal gyrus versus ventromedial prefrontal lesions. *Brain* 132, 617-627

Tulving E und Schacter DL (1990): Priming and human memory systems. *Science* 247, 301–306

von Herder J, Jordan K, Fromberger P, Steinkrauss H und Müller JL: Die Erfassung sexuellen Interesses unter kognitiver Belastung. In: J. L. M. Michael Rösler, Peer Briken, Petra Retz-Junginger, Wolfgang Retz, Florence Philipp-Wiegemann (Hrsg.): EFPPP Jahrbuch 2014. Empirische Forschung in der forensischen Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2014

Walter M, Bermpohl F, Mouras H, Schiltz K, Tempelmann C, Rotte M, Heinze H, Bogerts B, Northoff G (2008): Distinguishing specific sexual and general emotional effects in fMRI-subcortical and cortical arousal during erotic picture viewing. *Neuroimage* 40, 1482–1494

Weishaupt D, Köchli VD, Marinček B: Wie funktioniert MRI. Eine Einführung in Physik und Funktionsweise der Magnetresonanzbildgebung. 6. Auflage; Springer Medizin Verlag, Heidelberg 2009

Wieser K, Methfessel I, Jordan K, Fromberger P und Müller JL: Erfassung sexueller Orientierung anhand hämodynamischer und behavioraler Korrelate. In: J. L. Müller, M. Rösler, P. Briken, P. Fromberger und K. Jordan (Hrsg.): EFPPP-Jahrbuch 2014 - Empirische Forschung in der forensischen Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin 2014, S. 12-26

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

## Danksagung

Prof. Dr. Jürgen L. Müller danke ich für die Vergabe des interessanten Promotionsthemas und für die Möglichkeit diese Arbeit am Ludwig-Meyer-Institut für forensische Psychiatrie und Psychotherapie durchführen zu können.

Isabel Methfessel, ich danke Dir von ganzem Herzen für die schöne Zeit unserer Zusammenarbeit an der Datenerhebung durch alle Höhen und Tiefen.

Für die Durchführung der MRT-Messung danke ich Ilona Pfahlert, die gemeinsam mit uns viele Wochenenden und Überstunden verbracht hat und dabei stets gut Laune verbreitete.

Mein ganz besonderer Dank gilt Priv. Doz. Dr. Kirsten Jordan für die außergewöhnlich freundliche und konstruktive Betreuung meiner Arbeit. Jede Phase dieser Arbeit wurde von ihr intensiv, professionell und warmherzig begleitet. Ihr kompetenter Rat und ihre Hilfe kamen mir in zahlreichen Angelegenheiten sehr zugute.