

Aus der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie
der Medizinischen Fakultät
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



*Der Einfluss kindlicher Traumatisierung auf die funktionelle Konnektivität
im Resting-State.*

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

Dr. med.

(doctor medicinae)

an der Medizinischen Fakultät
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

vorgelegt von Carina Födisch
aus Gera
Magdeburg 2021

Dokumentationsblatt

Bibliographische Beschreibung:

Födisch, Carina:

Der Einfluss kindlicher Traumatisierung auf die funktionelle Konnektivität im Resting-State. - 2021. - 97 Bl., 13 Abb., 4 Tab., 1 Anl.

Kurzreferat:

Traumata in der Kindheit stellen einen Risikofaktor für die Entwicklung psychischer Erkrankungen von gesunden und Menschen mit abweichender Sexualpräferenz im Erwachsenenalter dar. Laut bisheriger Studienlage sind mit der Amygdala und dem medialen Präfrontalkortex Gehirnkorrelate von Traumata bekannt. In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss kindlicher Traumatisierung auf die funktionelle Konnektivität im Ruhezustand im 3 und 7 Tesla fMRT bei gesunden und pädophilen Probanden bzw. Sexualstraftätern ohne pädophile Sexualpräferenz untersucht. Es konnte ein Einfluss unterschiedlicher Arten von Traumata auf die Amygdala und den dorsalen anterioren cingulären Kortex, Regionen des limbischen und Salienz-Netzwerkes, auf den medialen bzw. lateralen Präfrontalkortex, Regionen des Default-Mode-Netzwerkes und des zentralen exekutiven Netzwerkes, sowie auf frontale, temporale, parietale und okzipitale Regionen detektiert werden. Dabei wurde bei gesunden Probanden ein Einfluss von Traumata sowohl auf der Amygdala-Gesamtebene im 3 Tesla fMRT als auch auf Amygdalakern-Ebene im 7 Tesla fMRT beobachtet. Somit konnten mit der Amygdala und Regionen des Default-Mode-Netzwerkes Gehirnkorrelate von Traumata bei gesunden und Menschen mit abweichender Sexualpräferenz festgestellt werden, welche sich jedoch in der Art des Traumaeflusses, der Lateralisierung der Amygdala sowie der spezifischen Seed-Region stark unterschieden. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Amygdala eine erhöhte Vulnerabilität durch kindliche Traumata aufweist und durch Verbindungen zu Arealen, wie dem Präfrontalkortex, zu einer beeinträchtigten Emotionsverarbeitung und -regulation sowie der Entwicklung emotionaler Probleme führen kann. Mit diesen Ergebnissen kann die Entwicklung geeigneter Instrumente zur Intervention und Behandlung traumatisierter Kinder und Jugendlicher gefördert und die Entwicklung internalisierender Störungen früher erkannt werden.

Schlüsselwörter:

Kindliche Traumatisierungen, Childhood Trauma Questionnaire, dorsaler anteriorer cingulärer Kortex, medialer und lateraler Präfrontalkortex, fMRT im Ruhezustand, funktionelle Konnektivität, Amygdala, Limbisches Netzwerk, Salienz-Netzwerk, Default-Mode-Netzwerk, Zentrales Exekutives Netzwerk, Vulnerabilität, Pädophilie.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
1 Einführung	1
1.1 Traumata in Kindheit und Jugend	1
1.1.1 Begriffsdefinition von Trauma.....	1
1.1.2 Begriffsdefinition und Einteilung von Kindesmisshandlung.....	2
1.1.3 Störungsmodelle und psychische Folgen von Kindheitstraumata.....	3
1.2 Pädophilie.....	4
1.3 Traumata und Pädophilie.....	6
1.4 Funktionelle Magnetresonanztomographie im Ruhezustand.....	7
1.4.1 Funktionelle Konnektivität im Ruhezustand.....	8
1.4.2 Funktionelle neuronale Netzwerke.....	9
1.5 Traumata und Resting-State.....	11
1.6 MRT und Pädophilie.....	13
1.7 Traumata, Pädophilie und Resting-State.....	15
1.8 Zielstellung der vorliegenden Arbeit.....	15
1.8.1 Hypothesen.....	17
2 Material und Methoden	19
2.1 Stichprobe.....	19
2.1.1 Studien 1 und 2 – 7 Tesla rs fMRT.....	19
2.1.2 Studie 3 – 3 Tesla rs fMRT.....	20
2.2 Messung, Verarbeitung und Auswertung der Resting-State fMRT-Daten.....	22
2.2.1 Studien 1 und 2 – 7 Tesla rs fMRT.....	22
2.2.1.1 Datenakquisition.....	22
2.2.1.2 Vorverarbeitung.....	22
2.2.1.3 Qualitätsanalyse.....	23
2.2.1.4 Regionen von besonderem Interesse (ROI).....	24
2.2.1.5 Analyse der Amygdalakerne	24
2.2.2 Studie 3 – 3 Tesla rs fMRT.....	25
2.2.2.1 Datenakquisition.....	25
2.2.2.2 Vorverarbeitung.....	25
2.2.2.3 Qualitätsanalyse.....	26
2.2.2.4 Regionen von besonderem Interesse (ROI).....	26
2.3 Psychometrische Messungen.....	26
2.3.1 Childhood Trauma Questionnaire (CTQ).....	26
2.4 Überblick verwendeter neuronaler und psychometrischer Daten.....	27
2.4.1 Studien 1 und 2.....	27
2.4.2 Studie 3.....	28
2.5 Statistische Methoden.....	28
2.5.1 Behaviorale Daten.....	28
2.5.1.1 Studien 1 und 2 – Traumata in der Kindheit.....	28
2.5.1.2 Studie 3 – Traumata in der Kindheit.....	28
2.5.2 Neuronale Daten.....	29
2.5.2.1 Studien 1 und 2 – 7 Tesla rs fMRT.....	29
2.5.2.1.1 Korrelationsanalysen mit Traumata in der Kindheit.....	29
2.5.2.2 Studie 3 – 3 Tesla rs fMRT.....	29
2.5.2.2.1 Gruppenvergleiche mit Traumata in der Kindheit.....	29
2.5.2.2.2 Korrelationsanalysen mit Traumata in der Kindheit.....	30
3 Ergebnisse	31

3.1 Stichprobenbeschreibung und – analyse	31
3.1.1 Stichprobe Studie 1 und Studie 2.....	31
3.1.1.1 Stichprobenbeschreibung und Häufigkeitsverteilung von Traumata in der Kindheit	31
3.1.2 Stichprobe Studie 3.....	32
3.1.2.1 Stichprobenbeschreibung und Häufigkeitsverteilung der Gruppenzugehörigkeit...32	
3.1.2.2 Stichprobenanalyse soziodemographischer und klinischer Stichprobenmerkmale..32	
3.2 Behaviorale Daten.....	34
3.2.1 Studien 1 und 2.....	34
3.2.1.2 Pearson – Korrelation der Formen von Traumata in der Kindheit.....34	
3.2.2 Studie 3.....	34
3.2.2.1 Pearson – Korrelation der Formen von Traumata in der Kindheit.....34	
3.2.2.2 Einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) mit Traumata in der Kindheit.....35	
3.3 Neuronale Daten	38
3.3.1 Studien 1 und 2 – 7 Tesla rs fMRT	38
3.3.1.1 Korrelationsanalysen mit Traumata in der Kindheit.....38	
3.3.1.2 Korrelationsanalysen der Amygdalakerne mit Traumata in der Kindheit.....39	
3.3.1.3 Zusammenfassung der Ergebnisse der 7 Tesla rs fMRT-Daten	40
3.3.2 Studie 3 – 3 Tesla rs fMRT.....	41
3.3.2.1 Gruppenvergleiche.....	41
3.3.2.2 Korrelationsanalysen mit Traumata in der Kindheit.....42	
3.3.2.3 Zusammenfassung der Ergebnisse der 3 Tesla rs fMRT-Daten	45
4 Diskussion.....	46
4.1 Hypothesen.....	46
4.2 Methodische Limitierungen der vorliegenden Arbeit.....	62
5 Zusammenfassung.....	65
6 Literaturverzeichnis.....	66
7 Danksagungen.....	83
8 Ehrenerklärung.....	84
9 Darstellung des Bildungsweges.....	85
10 Publikationen.....	86
11 Anhang.....	87
11.1 Fragebogen zu Kindheitserlebnissen (Childhood Trauma Questionnaire - CTQ).....	87

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Angloamerikanisch	Deutsch/ Erklärung
AIP	All pedophiles (with and without child sexual abuse)	Alle Pädophilen (mit und ohne sexuellen Kindesmissbrauch)
ANOVA	Analysis of variance	Varianzanalyse
BA	Brodman areal	Brodman Areal
BLA	Basolateral amygdala	Basolaterale Amygdala
BOLD	Blood oxygenation level dependent	Abhängig vom Blutsauerstoffgehalt
bzw.	Respectively	Beziehungsweise
CeA	Centro cortical amygdala	Zentrokortikale Amygdala
CEN	Central executive network	Zentrales Exekutives Netzwerk
CSAnP	Child sexual abuse with no pedophilia	Sexueller Kindesmissbrauch ohne Pädophilie
CSF	Cerebrospinal fluid	Cerebrospinale Flüssigkeit
CTQ	Childhood trauma questionnaire	Kindheitstraumata-Fragebögen
dACC	Dorsoanterior cingulate cortex	Dorsoanteriorer cingulärer Kortex
dIPFC	Dorsolateral prefrontal cortex	Dorsolateraler Präfrontalkortex
DMN	Default mode network	Default-Mode-Netzwerk
dmPFC	Dorsomedial prefrontal cortex	Dorsomedialer Präfrontalkortex
DPARSFA	Data processing assistant for resting-state fMRI advanced edition	Toolbox zur Analyse von Ruhezustands-fMRT-Daten
DSM-IV/-V	Diagnostic statistical manual, 4 th / 5 th revision	Diagnostisches und Statistisches Manual Psychischer Störungen, 4./5. Revision
EPI	Echo planar imaging	Echo-planare Bildgebung
FC	Functional connectivity	Funktionelle Konnektivität
FDR	False discovery rate	False Discovery Rate
FIC	Frontoinsular cortex	Frontoinsularer Kortex
fMRT	Functional magnetic resonance imaging	Funktionelle Magnetresonanztomographie
FoV	Field of view	Sichtfeld
FWE	Family wise error rate	Versuchsbezogene Irrtumswahrscheinlichkeit
HAM-A	Hamilton anxiety rating scale	Hamilton-Angst-Skala
HAM-D	Hamilton depression rating scale	Hamilton-Depressions-Skala
HC	Healthy controls	Gesunde Probanden
ICD-10	International classification of diseases, 10 th revision	Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision
IFG	Inferior frontal gyrus	Gyrus frontalis inferior
IPL	Inferior parietal lobe	Inferiorer parietaler Lobulus
k	Target cluster	Zielcluster
L	Left	Links
IPFC	Lateral prefrontal cortex	Lateraler Präfrontalkortex
M	Mean	Mittelwert
MNI	Montreal Neurological Institute	Neurologisches Institut Montreal
mPFC	Medial prefrontal cortex	Medialer Präfrontalkortex
MPRAGE	Magnetization prepared rapid acquisition gradient echo	Durch Magnetisierung wird ein Echo mit schnellem Erfassungsgradienten erzeugt

MRT	Magnetic resonance imaging	MR-Tomographie
N	Number of subjects	Anzahl der Probanden
OFC	Orbitofrontal cortex	Orbitofrontaler Kortex
PCC	Posterior cingulate cortex	Posteriorer cingulärer Kortex
PCSA	Pedophiles with child sexual abuse	Pädophile mit sexuellem Kindesmissbrauch
PET	Positron emission tomography	Positronen-Emissions-Tomographie
PFC	Prefrontal cortex	Präfrontalkortex
pMFG	Posterior medial frontal gyrus	Frontaler posterior-medialer Gyrus
PnCSA	Pedophiles with no child sexual abuse	Pädophile ohne sexuellem Kindesmissbrauch
PPC	Posterior parietal cortex	Posteriorer parietaler Kortex
PTBS	Posttraumatic stress disorder	Posttraumatische Belastungsstörung
R	Right	Rechts
r	Correlation coefficient	Korrelationskoeffizient
ReHo	Regional homogeneity	Regionale Homogenität
ROI	Region of interest	(Gehirn)region von besonderem Interesse
rsFC	Resting state functional connectivity	Funktionelle Konnektivität im Ruhezustand
rsfMRT	Resting state functional magnetic resonance imaging	Funktionelle Magnetresonanztomo- graphie im Ruhezustand
SD	Standard deviation	Standardabweichung
SFG	Superior frontal gyrus	Gyrus frontalis superior
SKID 1	Structured clinical interview for DSM-IV, axis 1: mental disorders	Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV, Achse I: Psychische Störungen
SKID 2	Structured clinical interview for DSM-IV, axis 2: personality disorders	Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV, Achse II: Persönlich- keitsstörungen
SN	Saliency network	Saliency-Netzwerk
SPM	Statistical parametric mapping	Software zur Analyse funktioneller Zusammenhänge bei bildgebenden Verfahren
STG	Superior temporal gyrus	Gyrus temporalis superior
T	Tesla	Tesla
TE	Echo time	Echozeit
TR	Time of repetition	Wiederholungszeit
u. a.	Among others	Unter anderem
vgl.	Compare	Vergleiche
vmPFC	Ventromedial prefrontal cortex	Ventromedialer Präfrontalkortex
VBM	Voxel based morphometry	Voxelbasierter Morphometrie
WM	White Matter	Weißer Substanz
z. B.	For example	Zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Formen von Missbrauch, Misshandlung und Vernachlässigung (modifiziert nach Witt et al. 2013, Abb. 1, S. 814).	3
Abbildung 2: Sexuelle Präferenzen für Körperschemata gemäß Berliner Klassifikation: teleiophil – hebephil – pädophil einschließlich Mischformen (aus Beier et al. 2013, Abb.1, S. 129).	6
Abbildung 3: Darstellung der funktionellen Netzwerke Central executive network (CEN), bestehend aus dorsolateralem Präfrontalkortex (dlPFC) und posteriorem parietalen Kortex (PPC); Saliency network (SN), bestehend aus dorsalem anterioren cingulären Kortex (dACC), frontoinsularem Kortex (FIC) und Konnektivitäten mit subkortikalen und limbischen Strukturen; Default-mode-network (DMN), bestehend aus medialem Präfrontalkortex (mPFC) und posteriorem cingulären Kortex (PCC) (aus Menon 2011).	10
Abbildung 4: Darstellung des funktionellen Netzwerkes Limbisches Netzwerk (aus Cisler 2017).	11
Abbildung 5: Darstellung der linken und rechten Amygdala in koronarer, sagittaler und axialer Schnittebene (aus Bzdok 2013).	11
Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung für die Werte des Childhood-Trauma-Questionnaire in den Subskalen Emotionaler Missbrauch, Körperlicher Missbrauch, Emotionale Vernachlässigung und Körperliche Vernachlässigung in den Studien 1 und 2.	31
Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Gruppenzugehörigkeit der Studie 3 (PCSA = Pädophile mit Kindesmissbrauch, PnCSA = Pädophile ohne Kindessmissbrauch, CSAnP = Sexualstraftäter ohne Pädophilie, HC = Gesunde Kontrollprobanden, Extra Group = Gruppe mit erfüllten Ausschlusskriterien).	32
Abbildung 8: Detaillierte Darstellung signifikanter Gruppenunterschiede hinsichtlich Kindheits-traumata in den CTQ-Subskalen Emotionaler Missbrauch, Körperlicher Missbrauch, Sexueller Missbrauch und Emotionale Vernachlässigung der Studie 3 (PCSA = Pädophile mit Kindesmissbrauch, PnCSA = Pädophile ohne Kindesmissbrauch, CSAnP = Sexualstraftäter ohne Pädophilie, HC = Gesunde Kontrollprobanden).	37
Abbildung 9: Funktionelle Konnektivitäten des dorsalen anterioren cingulären Kortex bzw. der rechten Amygdala mit Trauma assoziierten Gehirnregionen bei gesunden Probanden.	38
Abbildung 10: Funktionelle Konnektivitäten des linken bzw. rechten basolateralen Amygdala-Kerns mit Trauma assoziierten Gehirnregionen bei gesunden Probanden.	40
Abbildung 11: Funktionelle Konnektivitäten auf Amygdalakern-Ebene und Amygdala-Gesamtebene mit Trauma assoziierten Gehirnregionen bei gesunden Probanden.	41
Abbildung 12: Gruppenvergleiche hinsichtlich signifikanter Unterschiede der funktionellen Konnektivitäten bei gesunden Probanden und pädophilen Probanden.	42
Abbildung 13: Funktionelle Konnektivitäten der linken bzw. rechten Amygdala mit Trauma assoziierten Gehirnregionen in der Gruppe aller Pädophilen mit bzw. ohne Kindesmissbrauch und Sexualstraftätern ohne Pädophilie.	44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht über die verwendeten Regionen von besonderem Interesse (ROI) mit zugehöriger Seed-Region und jeweiliger Publikation (dACC = dorsaler anteriorer cingulärer Kortex, dmPFC = dorsomedialer Präfrontalkortex, PCC = posteriorer cingulärer Kortex, OFC = orbitofrontaler Kortex, vmPFC = ventromedialer Präfrontalkortex).	24
Tabelle 2:	Schweregradeinteilung der Subskalen des Childhood Trauma Questionnaire (nach Häuser et al. 2011).	27
Tabelle 3:	Soziodemographische und klinische Stichprobenmerkmale der Studie 3 (PCSA = Pädophile mit Kindesmissbrauch, PnCSA = Pädophile ohne Kindesmissbrauch, CSAnP = Sexualstraftäter ohne Pädophilie, HC = Gesunde Kontrollprobanden; SKID 1= Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV, Achse I: Psychische Störungen; SKID 2 = Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV, Achse II: Persönlichkeitsstörungen; DSM-IV = Diagnostisches und Statistisches Manual Psychischer Störungen, 4.Revision).	33
Tabelle 4:	Darstellung der Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVA hinsichtlich Kindheits-traumata der Studie 3 in den Subskalen des Childhood Trauma Questionnaire (ANOVA = Varianzanalyse, PCSA =Pädophile mit Kindesmissbrauch, PnCSA = Pädophile ohne Kindesmissbrauch, CSAnP = Sexualstraftäter ohne Pädophilie, HC = Gesunde Kontrollprobanden, Gruppenzugehörigkeit (I) und Gruppenzugehörigkeit (J): Vergleich beider Gruppen hinsichtlich CTQ-Subskala, Mittlere Differenz (I - J): Differenz zwischen den Mittelwerten aus Gruppenzugehörigkeit I und Gruppenzugehörigkeit J).	35

1 Einführung

1.1 Traumata in Kindheit und Jugend

Missbrauch und Vernachlässigung von Kindern und Jugendlichen stellen als Formen von Traumata bedeutende Risikofaktoren und damit verbundene weitreichende Konsequenzen in der Entwicklung zum Erwachsenen dar (Schmid et al. 2013). Verschiedene Studien beschäftigen sich deshalb mit den Auswirkungen von Missbrauchserfahrungen auf Heranwachsende und deren psychische Entwicklung. So konnten unter anderem Rellini et al. (2012) vor dem Hintergrund eines in der Kindheit erlebten emotionalen Missbrauchs eine veränderte Emotionsregulation junger Erwachsener beobachten, während Egeland (2009) von einer Beeinflussung des seelischen Wohlbefindens berichtete. Darüber hinaus ist die kindliche Erfahrung traumatischer Erlebnisse nicht selten mit der Entstehung psychischer Auffälligkeiten bei Betroffenen verbunden (Kessler et al. 2010, Grubaugh et al. 2011) und stellt somit einen bedeutenden Risikofaktor für die Entwicklung psychischer Erkrankungen im späteren Erwachsenenalter dar (Gilbert et al. 2009). Dabei zeigen 30 bis 50 Prozent der Erwachsenen mit psychiatrischer Erkrankung eine Vorgeschichte mit Missbrauchs- oder Vernachlässigungserfahrungen (Grubaugh et al. 2011).

Derzeit ist jedoch eine genaue Abschätzung der Kindesmisshandlung in Deutschland nur unzureichend möglich, da hierzulande noch keine systematische und einheitliche Erfassung von Fallzahlen erfolgt (Witt et al. 2013). In diesem Zusammenhang gehen Pillhofer et al. (2011) aufgrund retrospektiver Erhebungen von einer Schätzung der Lebenszeitprävalenz von 10 Prozent für Missbrauchserfahrungen in der Kindheit und Jugend aus. Häuser et al. (2011) konnten in der retrospektiven Befragung einer deutschen repräsentativen Bevölkerungsstichprobe zu den Erfahrungen von Missbrauch oder Vernachlässigung bei 1,6 Prozent der Personen einen schweren emotionalen Missbrauch, bei 2,8 Prozent einen schweren körperlichen Missbrauch und bei 1,9 Prozent einen schweren sexuellen Missbrauch in der Kindheit und Jugend feststellen. Weiterhin gaben 6,6 Prozent der Befragten an, Erfahrungen von schwerer emotionaler Vernachlässigung und 10,8 Prozent von schwerer körperlicher Vernachlässigung gemacht zu haben. Laut Witt et al. (2013) erfahren die Hälfte aller Kinder einen Missbrauch innerhalb des ersten Lebensjahres, 90 % sogar innerhalb der ersten drei Lebensjahre.

Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über Definition, Einteilung und Formen sowie Störungsmodelle und psychische Konsequenzen von Trauma und Kindesmisshandlung.

1.1.1 Begriffsdefinition von Trauma

Unter dem Begriff Trauma wird laut Möller, Laux und Deister (2005) ein Erlebnis verstanden, welches mit starker seelischer Erschütterung/ seelischem Schock verbunden sein und ein Mensch nicht angemessen verarbeiten kann. Dabei werden laut der Deutschsprachigen Gesellschaft für Psychotraumatologie (DeGPT) als traumatisierende Ereignisse meist Naturkatastrophen, schwere Unfälle oder Erkrankungen, aber auch Erfahrungen von psychischer, körperlicher und sexueller Gewalt sowie schwere Verlust- und Vernachlässigungserfahrungen bezeichnet. Der Begriff Trauma (griechisch: Wunde, Verletzung) wurde von Oppenheim 1889 eingeführt und wird als eine belastende Situation oder Ereignis mit außergewöhnlicher

Bedrohung bzw. katastrophentypigen Ausmaßes beschrieben, welches kurz oder lang anhaltend sein kann und eine tiefe Verstörung hervorruft (Bonekamp 2008). Dabei sind laut Autor für die Einordnung eines traumatischen Ereignisses auch die eigenen persönlichen Empfindungen während des Ereignisses wie Furcht, Hilflosigkeit und Entsetzen relevant. Es werden einmalige und unvorhersehbare Ereignisse als *Typ-I-Traumata* bezeichnet (z. B. Autounfall), wiederholt auftretende Traumata werden *Typ-II-Traumata* genannt (z. B. jahrelanger sexueller Missbrauch) (Bonekamp 2008). Während *Typ-I-Traumata* häufiger mit klassischen Symptomen der PTBS [Anmerkung: Posttraumatische Belastungsstörung] einhergehen, führen *Typ-II-Traumata* meist zu einem komplexen Symptombild mit komorbiden Störungen (Bonekamp 2008). Weiterhin kann man Traumata entsprechend unterteilen, ob das Ereignis der Traumatisierung durch Menschen verursacht wurde (z. B. Vergewaltigung, Raubüberfall) oder ob es sich um Natur- oder Technikkatastrophen handelt (Flugzeugunglück, Erdbeben) (Bonekamp 2008).

1.1.2 Begriffsdefinition und Einteilung von Kindesmisshandlung

Gemäß der International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, German Modification (ICD-10-GM 2013) werden die Kindesmisshandlung und ihre Formen als „Missbrauch von Personen“ unter der Rubrik T74. im Kapitel XIX: 'Verletzungen, Vergiftungen und bestimmte andere Folgen äußerer Ursachen' erfasst. Definiert wird die Misshandlung in Kindheit und Jugend (*child maltreatment*) durch das National Center of Disease Control and Prevention (CDC) als „jede begangene Handlung oder Unterlassung von Eltern oder anderen Bezugspersonen, welche zu einer tatsächlichen, potenziellen oder drohenden Schädigung des Kindes führen“ (eigene Übersetzung, nach Leeb et al. 2008, S.11). In diesem Zusammenhang werden ‚Acts of Commission‘ (*Child Abuse*) als begangene verbale oder körperliche Taten definiert, welche wiederum in drei Typen von Missbrauch unterteilt werden: körperliche Misshandlung, sexueller Missbrauch und psychologische Misshandlung. Weiterhin werden ‚Acts of Omission‘ (*Child Neglect*) unterschieden, welche als körperliche, emotionale, medizinische oder erzieherische Vernachlässigung bzw. fehlende Beaufsichtigung definiert sind (Leeb et al. 2008). Darüber hinaus können Misshandlungen hinsichtlich der Häufigkeit (einmalig bis langjährig) sowie des Schweregrades (leicht bis schwer) unterschieden werden (Leeb et al. 2008). Laut Krug et al. (2002) wird der sexuelle Missbrauch noch weiter aufgegliedert in die Unterformen „Hands-on-Taten“ mit körperlichem Kontakt und „Hands-off-Taten“ ohne Körperkontakt sowie zusätzlich zu oben genannten Misshandlungsformen als weitere Form der Unterlassung das Ausgesetztsein häuslicher Gewalt unterschieden. Dabei scheinen verschiedene Formen von Traumata häufiger nebeneinander aufzutreten, ungünstige Sozialisationsbedingungen mit einem erhöhten Risiko, mehrfach misshandelt zu werden, verbunden zu sein (Häuser et al. 2011) und ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Missbrauchsformen und der Beeinträchtigung der psychischen Gesundheit zu existieren (Edwards et al. 2003). Die folgende Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Formen von Missbrauch, Misshandlung und Vernachlässigung, modifiziert nach Witt et al. 2013, Abb.1, S. 814.

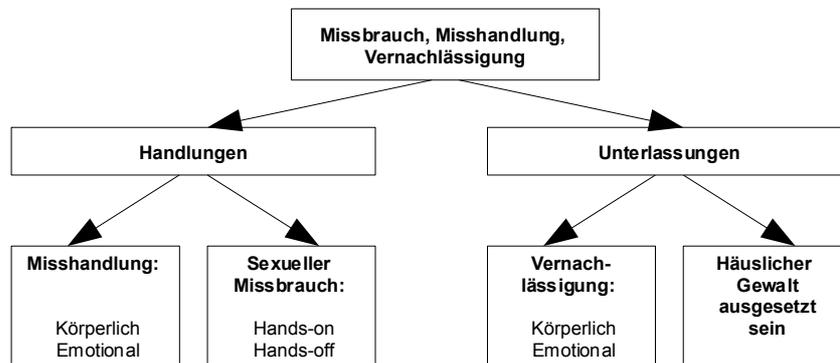


Abbildung 1: Formen von Missbrauch, Misshandlung und Vernachlässigung, modifiziert nach Witt et al. 2013, Abb.1, S. 814).

1.1.3 Störungsmodelle und psychische Folgen von Kindheitstraumata

Hinsichtlich der Entstehung und Folgen von Traumata im Sinne einer PTBS werden verschiedene Störungsmodelle diskutiert. Laut *lerntheoretischer Sicht* werden während eines Traumas im Sinne einer klassischen Konditionierung neutrale Reize mit dem Erleben von Bedrohung und Angst verknüpft, weshalb in der Folge auch Reize ohne Trauma diese Gefühle auslösen können (Bonekamp 2008). Durch die Vermeidung der neutralen Reize im Sinne einer operanten Konditionierung kommt es zu einer negativen Verstärkung. Zudem können sich laut dem Autor dadurch ungünstige und dysfunktionale Kognitionen entwickeln und bisherige persönliche Überzeugungen und Erwartungen verändern. Weiterhin wird ein Trauma als *außergewöhnliches Stressereignis* betrachtet, welches die kindlichen Bewältigungskompetenzen überfordert (Bonekamp 2008). Dabei wird das Beschwerdebild des Kindes oder Jugendlichen durch die Merkmale des Traumas (z. B. Art, Schwere, Dauer), des Individuums (z. B. Alter, Geschlecht, Persönlichkeit) und des Umfeldes (z. B. Eigenschaften der Eltern, des sozialen Netzwerkes) beeinflusst, die durch Bewertungs- und Bewältigungsprozesse vermittelt und verändert werden. Laut dem Autor scheint dabei besonders die subjektiv wahrgenommene Bedrohlichkeit während des Traumas relevant zu sein. Weiterhin kommen vermehrt ungünstige, schuldgefühlgenerierende Kausalattributionen, als auch vermeidende Bewältigungsstrategien zum Einsatz, welche die Symptomatik ungünstig verstärken. Des Weiteren kommt der *kognitiven Verarbeitung* des Traumas eine wichtige Bedeutung zu (Bonekamp 2008). Dabei kommt es zu einer unzureichenden Verarbeitung des Traumas hinsichtlich seiner Bedeutung. In der Folge kann dies zu Erinnerungen mangelnder Kontrollierbarkeit und somit zu einem Gefühl des Wiedererlebens des Traumas führen. Hinsichtlich *neurobiologischer Modelle* wird ein Zusammenhang zwischen neuroendokrिनologischen Veränderungen und der Symptomatik diskutiert. Dabei wird von einer Überstimulation stressabhängiger Hormone und Neuromodulatoren während des Traumas ausgegangen, welche Gedächtnisprozesse beeinflussen und zu Veränderungen in Stressregulationssystemen führen (Bonekamp 2008). De Bellis (2005) konnte darüber hinaus feststellen, dass Erfahrungen von Vernachlässigung während der Kindheit oder Jugend zu einem Mangel an angemessener Stimulation oder Interaktion führen, welche das Gehirn während der Reifung benötigt. Diese durch repetitives Erleben von Vernachlässigung entstehende Deprivation kann eine Reduktion neuronaler Aktivität bedingen, welche mit

einer Abnahme der synaptischen Konnektivität und neuronalen Überlebenszeit verbunden sein und zu schweren Beeinträchtigungen der Gehirnorganisation und Konnektivität von Netzwerken führen kann (Anda et al. 2006). Somit kann es im Rahmen der Entwicklung zu einer Beeinträchtigung von emotionalen, verhaltensbezogenen sowie kognitiven Funktionen kommen (Wang et al. 2014).

Aus *psychoanalytischer Sicht* wird die Symptomatik als Resultat einer mangelnden Abwehr traumatischer Erlebnisse und kompensatorische Reaktionsmuster als pathologische Abwehrformen dieses Traumas interpretiert (Bonekamp 2008).

Die psychischen Folgen kindlicher Traumata werden nach Moggi (2005) unmittelbar bzw. bis zu zwei Jahren nach Beginn dieser in Kurzzeitfolgen sowie in Langzeitfolgen eingeteilt, welche sich oft erst in der Pubertät oder im Erwachsenenalter zeigen. Bei den Kurzzeitfolgen unterscheidet Moggi internalisierende Reaktionsformen, wie Depression, Angst oder Rückzug und psychosomatische Störungen sowie externalisierende Reaktionsformen wie Aggression und Gewalt, Störungen des Sozialverhaltens, Weglaufen von zu Hause oder übermäßiges Zutrauen zu Fremdpersonen. Zu den Langzeitfolgen zählen laut Moggi emotionale, interpersonale und sexuelle Störungen sowie Persönlichkeitsstörungen und verschiedene Arten von Traumafolgestörungen. Während emotionale Störungen meist mit Depression, einem niedrigen Selbstwertgefühl, Suizidalität, Substanzmissbrauch oder posttraumatischen Belastungsstörungen verbunden sind, kann bei interpersonalen Störungen häufig eine Reviktimisierung beobachtet werden, bei welcher die betroffenen Personen im Verlauf ihres Lebens erneut zum Missbrauchsopfer werden. Die sexuellen Störungen umfassen laut Moggi meist sexuelle Orientierungsstörungen, sexuelle Funktionsstörungen und Promiskuität. Laut des Autors kann man darüber hinaus auch Einschränkungen im sozialen Bereich wie Misstrauen, Probleme der sozialen Anpassung, chronische Unzufriedenheit in intimen Beziehungen sowie Furcht oder Feindseligkeit beobachten.

1.2 Pädophilie

Gemäß des ICD-10-GM (2013) wird die Pädophilie zu den Störungen der Sexualpräferenz gezählt und bezeichnet eine sexuelle Vorliebe für Kinder männlichen und/ oder weiblichen Geschlechtes, welche sich noch vor dem Eintritt in die Pubertät bzw. in einem frühen Stadium der Pubertät befinden. Laut des DSM-5 (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, American Psychiatric Association 2015) wird die Pädophilie in die Kategorie der paraphilen Störungen eingeteilt. Dabei beschreibt das Diagnosekriterium A diese Paraphilie als eine „über einen Zeitraum von mindestens 6 Monaten wiederkehrende und intensive sexuelle Erregung [...], Phantasien, dranghafte Bedürfnisse oder Verhaltensweisen“ (American Psychiatric Association 2015, S.943) hinsichtlich einer sexuellen Ausrichtung auf Kinder. Das Kriterium B gilt wiederum als erfüllt, wenn „der Betroffene [...] diese sexuell dranghaften Bedürfnisse mit einer nicht einwilligenden Person ausgelebt [hat], oder die sexuell dranghaften Bedürfnisse oder Phantasien verursachen in klinisch bedeutsamer Weise Leiden oder Beeinträchtigungen in sozialen, beruflichen oder anderen wichtigen Funktionsbereichen“ (American Psychiatric Association 2015, S.943). Nach Beier et al. (2015) leiden die Personen „unter normabweichenden sexuellen Impulsen [...], die Bestandteil ihrer sexuellen

Präferenzstruktur sind“ und sich „zunächst auf der Phantasieebene [zeigen] und [...] zu entsprechenden Handlungen führen [können], welche wiederum selbst- oder fremdschädigenden Charakter aufweisen können“ (Beier et al. 2015, S. 107). Im Gegenzug wird diese Sexualpräferenz erst dann als Störung mit Behandlungsbedürftigkeit eingestuft, wenn ein klinisch bedeutsamer Leidensdruck im sozialen Kontext bzw. eine Selbst- oder Fremdgefährdung aufgrund der sexuellen Vorliebe besteht.

Gemäß Beier et al. (2013) und Beier et al. 2015 (S.107) lässt sich die menschliche sexuelle Präferenzstruktur hinsichtlich des 'Geschlechtes des präferierten Partners', des 'körperlichen Entwicklungsalters des präferierten Partners' sowie der 'Art und Weise der sexuellen Interaktionen und Praktiken mit dem präferierten Partner' beschreiben. Diese Merkmale der Sexualpräferenz lassen sich auf drei Ebenen klinisch untersuchen: 1. Ebene der Phantasie; 2. Ebene des Verhaltens; 3. Ebene des Selbstkonzeptes, wobei der Sexualphantasie der größte diagnostische Aussagewert hinsichtlich der sexuellen Präferenzstruktur zugeschrieben wird. Sowohl der 'Verhaltensebene' als auch der 'Ebene des Selbstkonzeptes' werden eine geringere diagnostische Aussagekraft bescheinigt, da sowohl stattfindende sexuelle Techniken unabhängig von eigentlichen sexuellen Präferenzen praktiziert werden können als auch sexuelle Vorlieben aufgrund sozialer Erwünschtheit aus der individuellen sexuellen Präferenzstruktur abgegrenzt werden (Beier et al. 2015). Dabei stellt das körperliche Entwicklungsalter des präferierten Partners ein relevantes Merkmal zur Beschreibung der Sexualpräferenz dar (Ponseti et al. 2012). Nach Blanchard et al. (2000) wird die Sexualpräferenz bezüglich eines erwachsenen Geschlechtspartners mit 'vollständig ausgebildetem Körperschema' als "Teleiophilie" bezeichnet. Abgrenzend dazu wird der Begriff der "Hebephilie" nach Glueck (1955) verwendet, wenn die Sexualpräferenz auf das 'frühpubertäre Körperschema', also dem Übergang zwischen 'kindlichem und erwachsenem Körperschema' gerichtet ist. Dies entspricht einer körperlichen und geschlechtlichen Entwicklungsreife der Tanner-Stadien 2 und 3, wobei die Stadieneinteilung von Stadium 1 = kindlicher Entwicklungsstatus bis hin zu Stadium 5 = erwachsener Entwicklungsstatus reicht (Marshall und Tanner 1969, Marshall und Tanner 1970). Bezieht sich die sexuelle Präferenz jedoch auf das 'nicht oder nicht voll geschlechtsreife Entwicklungsalter' von Kindern, so wird dafür seit von Krafft-Ebing (1886) der Begriff der "Pädophilie" verwendet. Für die Ermittlung der Sexualpräferenz hinsichtlich des körperlichen Entwicklungsalters des präferierten Partners kann die Ebene der Phantasien herangezogen werden (Beier et al. 2013). In der Berliner Klassifikation, welche im Rahmen des Präventionsprojektes „Dunkelfeld“ entwickelt wurde, können dahingehend teleiophile, hebephile und pädophile Präferenzen als auch parallel vorhandene Mischformen sexueller Phantasien abgebildet werden. Die folgende Abbildung 2 gibt einen Überblick über sexuelle Präferenzen für Körperschemata gemäß Berliner Klassifikation: teleiophil – hebephil – pädophil einschließlich Mischformen (aus Beier et al. 2013, Abb.1, S. 129).

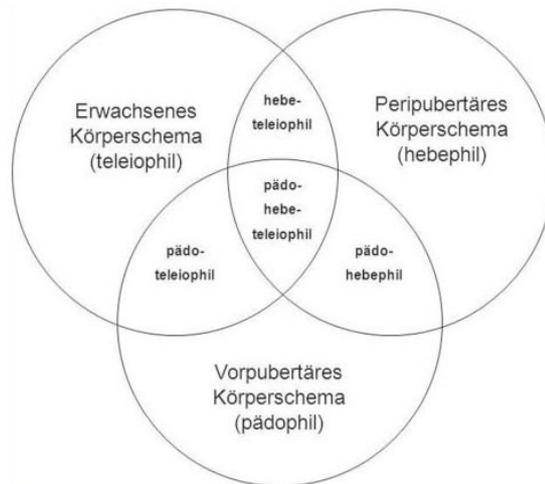


Abbildung 2: Sexuelle Präferenzen für Körperschemata gemäß Berliner Klassifikation: teleiophil – hebephil – pädophil einschließlich Mischformen (aus Beier et al. 2013, Abb.1, S. 129).

Etwa 30 - 60 % der Kindesmissbrauchstäter können der Gruppe der Pädophilen zugeordnet werden, wobei von diesen jedoch nur ein geringer Anteil als "kernpädophil", d.h. mit ausschließlicher sexueller Orientierung auf Kinder und ein größerer Anteil als "nicht ausschließlicher Typus" mit sexueller Orientierung für Kinder und erwachsene Partner bezeichnet werden kann (Schiffer 2014). Davon abzugrenzen sind des Weiteren nicht-pädophile Sexualstraftäter, welche keine sexuelle Neigung zu Kindern haben und sexuelle Handlungen aus anderen Beweggründen wie z. B. einer leichteren Verfügbarkeit der Kinder vollziehen.

Betrachtet man die Ursachen und Entstehungsmechanismen von Pädophilie bzw. sexueller Präferenzstörungen, so kann von einer multifaktoriellen Genese ausgegangen werden, welche sowohl biologische und lerntheoretische als auch integrative Ansätze umfasst (Schiffer 2014). Dahingehend wird für die Entwicklung psychologischer Funktionen wie der Emotion, Motivation, Wahrnehmung, Erinnerung oder Kontrolle von einer Interaktion der Hirnentwicklung, beeinflusst durch genetische und biologische Faktoren, sowie des sozialen Lernens, beeinflusst durch soziokulturelle Faktoren und persönliche Umstände, ausgegangen (Ward et al. 2006). Diese psychologischen Funktionen können durch genetische Vererbung, neuronale Dysfunktionen oder Entwicklungsstörungen beeinträchtigt werden und zu klinischen Symptomen führen, welche sich in Problemen der Emotionsregulation, in sozialen Schwierigkeiten, kognitiver Verzerrung oder deviantem sexuellen Erregungsmuster mit Ausübung pädophiler Interessen äußern können (Ward et al. 2006).

Ausgehend von einer vermutlich hohen Dunkelziffer gehen Schätzungen bezüglich der Prävalenz von Pädophilie in Deutschland von etwa 0,23 % bis 3,3 % der männlichen Bevölkerung aus (Beier et al. 2015).

1.3 Traumata und Pädophilie

Von Hilton und Mezey (1996) wurde der sogenannte "victim-to-victimiser cycle" proklamiert und im Sinne einer "Abused-Abuser-Hypothese" bereits in mehreren Studien hinsichtlich eines Zusammenhangs zwischen der Erfahrung sexuellen Missbrauchs in der eigenen Kindheit und dem Begehen eines sexuellen Missbrauchs als Erwachsener diskutiert. So konnte festgestellt werden, dass männliche Opfer mit Erfahrungen von

sexuellem Missbrauch in der eigenen Kindheit aufgrund spezieller Erfahrungen und Muster kindlichen Verhaltens stärker gefährdet sind, im weiteren Lebensverlauf selbst einen sexuellen Missbrauch zu begehen (Glasser et al. 2001, Salter et al. 2003). Dies konnte auch von der Arbeitsgruppe Jespersen et al. (2009) bestätigt werden. Sie fand heraus, dass Sexualstraftäter (engl. sex offenders) eine höhere Rate eigener sexueller Missbrauchserfahrungen als Nicht-Sexualstraftäter (engl. non-sex offenders), jedoch nicht mehr Erfahrungen von körperlichen Misshandlungen aufwiesen. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass Probanden mit pädophiler Sexualpräferenz im Vergleich zu gesunden Probanden häufiger in der Kindheit sexuellen Annäherungen durch Erwachsene ausgesetzt waren sowie erste sexuelle Kontakte im Alter von 13 Jahren mit einem mindestens fünf Jahre älteren Partner erlebten (Cohen et al. 2010). Darüber hinaus zeigten Probanden mit pädophiler Sexualpräferenz signifikant höhere Traumatisierungswerte als gesunde Probanden, weshalb angenommen wird, dass Erfahrungen von sexuellem Missbrauch in der Kindheit einen bedeutsamen Risikofaktor für die Entwicklung von pädophilem Verhalten darstellen (Cohen et al. 2010). Somit kann vermutet werden, dass bei Probanden mit Kindesmissbrauch häufiger eigene Missbrauchserfahrungen in der Vergangenheit und somit stärkere Traumatisierungen als bei Probanden ohne Kindesmissbrauch vorliegen. Diesbezüglich wird jedoch auch der Einfluss umweltbedingter Faktoren, wie Erfahrungen von Vernachlässigung in der Kindheit, ein Mangel an elterlicher Aufsicht bzw. intrafamiliäre Gewalt diskutiert (Salter et al. 2003).

1.4 Funktionelle Magnetresonanztomographie im Ruhezustand

Sowohl nicht-invasive Methoden der funktionellen Bildgebung als auch die Erforschung einzelner sowie mehrerer interagierender Hirnregionen und ihrer spezifischen Funktionen haben sich in den letzten Jahren verstärkt etabliert und für die Erforschung neuropsychiatrischer Mechanismen an Bedeutung gewonnen. In den Neurowissenschaften stellt dabei die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) eine bildgebende Methode dar, die menschliche Gehirnaktivität in unterschiedlich starken Magnetfeldern und in einer hohen räumlichen sowie zeitlichen Auflösung zu messen. Dadurch konnte in den letzten Jahren ein großer Beitrag zur Erforschung psychischer Erkrankungen und zugrunde liegender neuronaler Korrelate dysfunktionaler Gehirnaktivitäten bzw. Netzwerkprozesse geleistet werden (Derntl et al. 2010). Zudem werden als westeuropäischer Standard häufig Fragebögen und Selbstauskünfte in der Erhebung sexueller Vorlieben (Jordan et al. 2020) sowie erfahrener Traumata eingesetzt, welche anfällig für Fälschungen oder Verleugnungen sind (Snowden et al. 2011), weshalb die fMRT als Instrument zur Objektivierung eingesetzt werden kann, um den diagnostischen Prozess bei Pädophilie bzw. Traumatisierungen zu unterstützen (Jordan et al. 2020). Dies macht sich die vorliegende Arbeit zu Nutze, um den Einfluss von Kindheitstraumata auf die menschliche Gehirnaktivität zu untersuchen. Dabei können mithilfe des BOLD-Effektes (engl.: blood oxygenation level dependent) Veränderungen der Hirnaktivierung anhand unterschiedlicher magnetischer Eigenschaften der roten Blutkörperchen und deren Oxygenierungsänderungen ermittelt werden (Ogawa et al. 1990). Im Rahmen einer neuronalen Aktivierung bestimmter Gehirnregionen kommt es zu einem erhöhten Sauerstoffverbrauch mit lokaler Erweiterung von Blutgefäßen, was in der Folge zu einer stärkeren

Durchblutung mit sauerstoffreichem (oxygeniertem) Blut und somit zu einer detektierbaren Signalverstärkung in der T_2^* - Gewichtung während der fMRT-Messung führt. Demgegenüber führt sauerstoffarmes (desoxygeniertes) Blut in Regionen ohne neuronale bzw. geringerer Aktivierung zu einer Abschwächung der MRT-Signals während der Messung (Stöcker und Shah 2013).

1.4.1 Funktionelle Konnektivität im Ruhezustand

Bislang existieren vermehrt aufgabenorientierte Untersuchungen, welche jedoch mit der Limitation verbunden sind, durch steigende Anforderungen verschiedener Paradigmen an gesunde Probanden und Patienten mit krankheitsbezogener Funktionseinschränkung von deren Leistungsfähigkeit und Kooperation abhängig zu sein. Darüber hinaus können aufgabenorientierte Experimente häufig nur einen Teilbereich einer vielschichtigen Gehirnfunktionsstörung beleuchten bzw. abbilden sowie leistungsabhängige Effekte oder eine Fehlinterpretation der Bedeutung bestimmter Gehirnregionen durch das experimentelle Setting begünstigen (Walter 2014), weshalb an dieser Stelle der Untersuchung von Gehirnregionen oder Netzwerken im Ruhezustand (Resting-State) eine besondere Bedeutung zukommt. Dahingehend wurde erstmalig im Jahre 1995 eine funktionelle Verbindung im Bereich des menschlichen Motorcortex entdeckt, ohne ein aufgabenbasiertes motorisches Paradigma durchzuführen (Biswal et al. 1995). Durch diese Forschungsgruppe konnten dabei zeitliche Korrelationen spontaner Signalfluktuationen zwischen einzelnen Gehirnregionen mit einer Frequenz unter 0,1 Hz detektiert werden. Es wird somit davon ausgegangen, dass eine bestimmte Aufgabenstellung zu einer Konnektivität von gleichartig aktivierten Gehirnregionen führt, welche auch bei Abwesenheit dieser Aufgabe, d.h. im Ruhezustand zu beobachten ist (Barnes et al. 2009). Meist werden bei der Messung des Ruhezustands in Publikationen identische Durchführungen des Messdurchgangs beobachtet, weshalb man von weitgehend standardisierten Untersuchungen ausgehen kann (Walter 2014). Für die vereinfacht durchführbare und meist fünf bis zehn Minuten andauernde Messung werden dabei entweder die Instruktionen gegeben, die Augen offen oder geschlossen zu halten, sich nicht zu bewegen und an nichts Spezifisches zu denken bzw. mit geöffneten Augen auf ein Fixationskreuz zu sehen, wobei abhängig von der Instruktionsmethode Unterschiede in den Aktivierungen während des Ruhezustandes festgestellt werden konnten (Benjamin et al. 2010).

Durch "interregionale Ansätze", welche auch in der vorliegenden Arbeit zur Analyse Verwendung finden, wird die funktionelle Konnektivität bzw. das Ausmaß der Korrelation der Spontanaktivität zwischen einer Region ("seed") und allen anderen Punkten im menschlichen Gehirn untersucht. Dieses Verfahren wird auch als "seedbasierte Methode" bezeichnet. Die funktionelle Konnektivität im Resting-State (rsFC) wird dabei als Korrelation der ermittelten BOLD-Signalzeitverläufe in zwei verschiedenen Regionen des Gehirns beschrieben. Dafür werden sogenannte "Regions of Interest (ROI)" definiert und deren mittlerer Signalverlauf zur Erstellung von Konnektivitätskarten für jeweils eine Ausgangsregion verwendet. Hierbei wird das Ausmaß der Korrelation zwischen der "seed region" und der Signalfluktuations jedes einzelnen Punktes im Gehirn untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass Gehirnregionen und eine damit verbundene hohe Konnektivität zu spezifischen anderen Regionen mit der Erfüllung gemeinsamer Aufgaben assoziiert

sind (Biswal et al. 1995, Damoiseaux et al. 2006) und folglich spezifischen neuronalen Netzwerken zugerechnet werden können. Die funktionellen Ruhenetzwerke weisen dabei eine hohe räumliche Stabilität über einzelne Individuen als auch intraindivuell über verschiedene Messzeitpunkte auf (Shehzad et al. 2009, Zuo et al. 2010). Individuelle Unterschiede konnten hinsichtlich des Geschlechtes und des Alters gefunden werden (Biswal et al. 2010). Weiterhin konnte eine räumliche Überlappung der Ruhenetzwerke mit Aktivierungen während aufgabenbasierten fMRT-Messungen detektiert werden (Greicius et al. 2003, Fox et al. 2007).

1.4.2 Funktionelle neuronale Netzwerke

Von den bislang entdeckten verschiedenen funktionellen neuronalen Netzwerken kommen in der vorliegenden Arbeit dem Salienz-Netzwerk, dem Default-Mode-Netzwerk und dem Limbischen Netzwerk eine besondere Bedeutung zu, da hier ein Zusammenhang mit Kindheitstraumata bzw. frühem kindlichen Stress (engl. Early life stress (ELS), welcher oft im Zusammenhang mit traumatischen Erfahrungen von Missbrauch, Vernachlässigung oder elterlichem Verlust stehen, gesehen wird (Philip et al. 2013, van der Werff et al. 2013, Marusak et al. 2015, Cisler 2017). Das Salienz-Netzwerk (engl. Salience network, SN) besteht aus dem bilateralen dorsalen anterioren cingulären Cortex (dACC) und dem bilateralen anterioren insulären Cortex und scheint eine entscheidende Rolle in der Identifizierung von relevanten internalen bzw. externalen Reizen für die Steuerung des eigenen menschlichen Verhaltens einzunehmen (Seeley et al. 2007). Das Default-Mode-Netzwerk (engl. Default mode network, DMN) wird auch als Ruhezustands-Netzwerk bezeichnet und besteht aus dem posterioren cingulären Kortex (PCC), dem Precuneus, dem inferioren parietalen Lappen (IPL), dem lateralen temporalen Kortex, dem Hippocampus sowie dem medialen präfrontalen Kortex (mPFC) mit den Subregionen dorsomedialer und ventromedialer Präfrontalkortex (dmPFC/ vmPFC) (Raichle et al. 2001, Buckner et al. 2008). Das DMN soll dabei in die Verarbeitung selbstbezogener Informationen einbezogen sein sowie den Abruf episodischer, semantischer und autobiographischer Erinnerungen vermitteln (Kim 2012). Es zeigt eine hohe neuronale Aktivität im Resting-State und wird inhibiert bei Aufgaben, welche eine erhöhte Aufmerksamkeit für externe Stimuli erfordern (Greicius et al. 2004). Darüber hinaus wird ein weiteres Netzwerk diskutiert, welches in Verbindung mit dem DMN und SN steht und bei Dysfunktionen innerhalb dieser Netzwerkverbindungen zu psychischen Problemen beitragen kann (Menon 2011). Das Zentrale Exekutive Netzwerk (engl. Central executive network, CEN) beinhaltet als Schlüsselkomponente den dorsolateralen Präfrontalkortex (dlPFC) und den posterioren parietalen Kortex (PPC) (Menon und Uddin 2010, Menon 2011), ist aktiv während kognitiv herausfordernder Aufgaben und ist relevant für höhere kognitive Funktionen, wie Handlungsplanung und Entscheidungsfindung bei zielgerichtetem Verhalten, Problemlösung, Arbeitsgedächtnis und Aufmerksamkeitskontrolle (Menon 2011). In der Abbildung 3 werden die funktionellen Netzwerke des CEN, SN und DMN noch einmal zum besseren Überblick grafisch dargestellt (aus Menon 2011).

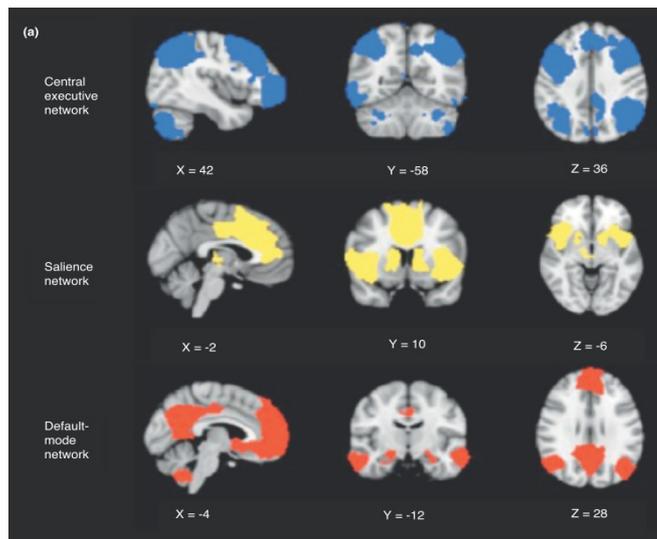


Abbildung 3: Darstellung der funktionellen Netzwerke Central executive network (CEN), bestehend aus dorsolateralem Präfrontalkortex (dlPFC) und posteriorem parietalen Kortex (PPC); Saliency network (SN), bestehend aus dorsalem anterioren cingulären Kortex (dACC), frontoinsularem Kortex (FIC) und Konnektivitäten mit subkortikalen und limbischen Strukturen; Default-mode-network (DMN), bestehend aus medialem Präfrontalkortex (mPFC) und posteriorem cingulären Kortex (PCC) (aus Menon 2011).

Das Limbische Netzwerk besteht aus der Amygdala, dem anterioren und posterioren cingulären Kortex, der Insula, dem orbitofrontalen Kortex (OFC), dem parahippocampalen Gyrus und dem dlPFC und nimmt eine entscheidende Rolle in der Verarbeitung von Emotionen ein (Stein et al. 2007). Der mPFC ist mit dem zugehörigen ACC in die Regulation von Emotionen (Veer et al. 2011) involviert und scheint eine modulierende Funktion auf die emotionale Reaktionsfähigkeit auszuüben (van der Werff et al. 2013). Die Amygdala ist durch ihre multiplen neuronalen Verbindungen an Prozessen der Regulation, Verarbeitung und Gedächtniskonsolidierung von emotionalen Erfahrungen und der Verknüpfung von Informationen externer Reize mit Prozessen der Entscheidungsfindung, Belohnungsverarbeitung und der Aufmerksamkeit beteiligt (LeDoux 2000, Baxter und Murray 2002, Adolphs 2006). Sie besteht aus einer Vielzahl von Kernen (Nuclei), welche unter anderem für den Ausdruck von Emotionen und die Wahrnehmung von Gesichtern (Davis und Whalen 2001, Adolphs und Spezio 2006) relevant sind. Diese Nuclei können einer oberflächlichen Kerngruppe, bestehend aus kortikalen, medialen und zentralen Nuclei und einer tiefen Kerngruppe, bestehend aus basalen und lateralen Nuclei, zugeordnet werden (Bach et al. 2011). Weiter aufgetrennt ist die basolaterale Amygdala (BLA) bedeutsam für die Bewertung affektiv sensorischer Informationen und die Integration kortikaler Assoziationsbereiche zur Regulation emotionaler Reaktionen (Jovanovic und Ressler 2010), während die zentromediale Amygdala wesentlich für die Generierung von Verhaltensreaktionen (LeDoux 2003) ist. Superfizielle Kerngruppen sind hingegen an affektiven und olfaktorischen Prozesse beteiligt (Roy et al. 2009). In den Abbildungen 4 und 5 wird das funktionelle Netzwerk des Limbischen Netzwerkes sowie die linke und rechte Amygdala noch einmal zum besseren Überblick grafisch dargestellt (aus Cisler 2017, aus Bzdok 2013).

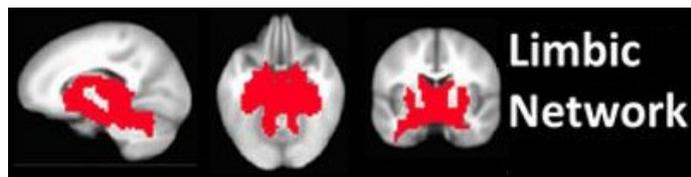


Abbildung 4: Darstellung des funktionellen Netzwerkes Limbisches Netzwerk (aus Cisler 2017).



Abbildung 5: Darstellung der linken und rechten Amygdala in koronarer, sagittaler und axialer Schnittebene (aus Bzdok 2013).

Betrachtet man die normative Entwicklung des Gehirns, so kommt es in den ersten fünf Lebensjahren zu einer Entwicklung der grauen und weißen Substanz und damit zu einer generellen Ausdehnung des Gehirnvolumens, obwohl sich das Gehirn bereits in der Gebärmutter zu einem Großteil entwickelt. Im Alter von sieben bis 17 Jahren ist bei gleichbleibender Gesamtgröße des Gehirns durch die verstärkte Myelinisierung eine fortschreitende Zunahme der weißen Substanz und eine Abnahme der grauen Substanz zu beobachten (Giedd et al. 1999, Paus et al. 1999, Bremner 2006), wobei bestimmte Bereiche der grauen Substanz, wie der frontale und parietale Cortex (Sowell et al. 1999) als auch die Amygdala in dieser Phase der Kindheit an Größe zunehmen (Giedd et al. 1996). Im Verlauf der menschlichen Entwicklung kommt es zu einer Spezifizierung der Konnektivitätsmuster der Amygdala-Kerngebiete (Saygin et al. 2015). Deshalb ist eine erhöhte Vulnerabilität und eine damit assoziierte abweichende Gehirnentwicklung durch den frühen Einfluss von Traumata in der Kindheit oder Jugend zu vermuten. Dabei können Störungen sowohl in einzelnen Gehirnregionen eines Netzwerkes (z. B. durch Verlust der grauen bzw. weißen Substanz) als auch innerhalb der Verbindungen zwischen Gehirnregionen (z. B. durch gestörte axonale Pfade) auftreten (Menon 2011). Jedoch sollte eine Aktivitätsänderung in einer Gehirnregion im Resting-State nicht ausschließlich im Sinne einer relevanten pathologischen Beeinträchtigung interpretiert (Menon 2011) und einer spezifischen Erkrankung zugeordnet, sondern vielmehr als „funktionelle Endophänotypen verstanden werden, welche in mehreren Erkrankungen zu finden sind, und deren klinische Relevanz sich vor allem aus der Gesamtheit aller Veränderungen“ und somit aus dem „Kontext ihrer globalen Auswirkungen“ ableitet (Walter 2014, S. 84).

1.5 Traumata und Resting-State

Verschiedene Studien beschäftigen sich mit dem Einfluss traumatischer Ereignisse in Kindheit und Jugend auf die Entwicklung von Gehirnstrukturen und deren Funktionalität.

So konnte im Rahmen emotionaler Verarbeitungsparadigmen eine verstärkte Aktivierung der Amygdala von Probanden bei der Verarbeitung von angstauslösenden Gesichtern festgestellt werden, welche selbst Erfahrungen von emotionalem Missbrauch und Vernachlässigung in der Kindheit erlebt haben (Dannowski

et al. 2012, van Harmelen et al. 2012). Darüber hinaus konnte eine Volumenreduktion im mPFC bei Probanden mit vermehrten Kindheitstraumata gefunden werden (van Harmelen et al. 2010), welcher eine entscheidende Rolle in der Regulation von Emotionen (Veer et al. 2011) sowie der Modulation emotionaler Reaktionsfähigkeit (van der Werff et al. 2013) einnimmt, als auch eine starke Verbindung zur Amygdala aufweist (van Harmelen et al. 2010). So schlussfolgerten Dannlowski et al. (2012), dass strukturelle Störungen in diesem Bereich zu einer Beeinträchtigung der Emotionsverarbeitung und -regulation und damit zur Entwicklung emotionaler Störungen führen können.

Im Rahmen verschiedener Resting-State-fMRT-Studien konnten außerdem neuronale Netzwerke bei Gesunden, bei Patienten mit einer PTBS und bei substanzabhängigen Patienten identifiziert werden, welche mit Traumatisierungen in der Kindheit assoziiert sind (van der Werff et al. 2013, Birn et al. 2014, Dean et al. 2014). Dabei wird von einem Zusammenhang zwischen erlebten Kindheitstraumata und einer Beeinträchtigung der funktionellen Konnektivität innerhalb als auch zwischen diesen neuronalen Netzwerken ausgegangen (Philip et al. 2016). So konnten Philip et al. (2013) bei Probanden mit Kindheitstraumata und ELS eine signifikante Abnahme der Konnektivität im DMN zwischen dem PCC und mPFC (vmPFC) sowie dem inferioren temporalen Kortex feststellen und gehen von einem Zusammenhang zwischen Traumaexposition und Veränderungen der Konnektivität von Regionen des DMN im Resting-State aus, welche durch eine beeinträchtigte mPFC-Funktion erklärt werden kann. Damit bestätigten sie Befunde früherer Forschergruppen, welche eine Assoziation zwischen ELS bzw. traumatischen Kindheitserfahrungen und Struktur- und Funktionsänderungen im PFC fanden (Andersen et al. 2008, Bluhm et al. 2009). Analog dazu konnten auch Marusak et al. (2015) eine Dysfunktion des SN sowie eine Veränderung der Konnektivität zwischen Regionen des SN und DMN bei Jugendlichen feststellen, welche traumatische Erlebnisse erfahren hatten.

Weiterhin konnte ein Einfluss von Kindheitstraumata auf die funktionelle Konnektivität im Resting-State in Regionen des Limbischen Netzwerkes und des SN festgestellt werden (van der Werff et al. 2013). Dabei konnten die Autoren bei Probanden mit emotionalem Missbrauch oder Vernachlässigung eine schwächere Konnektivität zwischen Amygdala und Precuneus sowie Insula/ Hippocampus als auch eine schwächere Konnektivität zwischen dACC und Precuneus und frontalen Regionen des Gehirns (mPFC) beobachten. Auch Birn et al. (2014) konnten bei Probanden mit vermehrten Kindheitstraumata eine geringere Konnektivität zwischen Amygdala und vmPFC sowie dem IPFC, als auch eine geringere Konnektivität zwischen Hippocampus und mPFC sowie dem dlPFC feststellen. Ähnliche Befunde fanden diesbezüglich auch Burghy et al. (2012), Heringa et al. (2013) und Cisler (2017). Dabei wird eine Aktivierung der Amygdala als Bedrohungs- bzw. Emotionsverarbeitung und eine Aktivierung des mPFC im Sinne einer Emotionsregulation bzw. -hemmung interpretiert (Rauch et al. 2006). Außerdem wird ein schwächerer hemmender bzw. regulierender Einfluss des mPFC auf die Amygdala bzw. eine geringere Gesamtkommunikation zwischen Regionen des DMN und des Limbischen Netzwerkes abhängig von der Erfahrung emotionalen Missbrauchs in der Kindheit diskutiert (Cisler 2017).

Ausgehend von diesen Befunden wird angenommen, dass Kindheitstraumata möglicherweise ventrale

präfrontal-subkortikale Kreisläufe schwächen, welche für eine automatische Angstregulation relevant sind, jedoch dabei kompensatorisch dorsale präfrontal-subkortikale Pfade stärken, welche in die Regulation von Emotionen involviert sind (Phillips et al. 2008). Dahingehend scheint eine Fehladaptation mit der Entstehung von internalisierenden Symptomen (Burghy et al. 2012, Herringa et al. 2013, Pagliaccio et al. 2015), einer emotionalen Abstumpfung sowie einer verstärkten nachdenklichen Verarbeitung mit negativem emotionalen Kontext (Disner et al. 2011) und einem erhöhten Risiko für die mögliche Ausbildung einer Depression (Cisler et al. 2013) im Erwachsenenalter verbunden zu sein. Zudem wird eine Abnahme von Verbindungen in kortikalen Netzwerken, welche zur Steuerung der Aufmerksamkeit und der sozialen Kognition relevant sind sowie eine Zunahme von Verbindungen, die an der emotionalen Wahrnehmung, dem selbstbezogenen Denken und der Selbstwahrnehmung beteiligt sind, diskutiert (Teicher et al. 2014). Diese strukturellen und funktionellen Veränderungen des Gehirns können dabei am ehesten als adaptive Reaktionen nach Traumatisierung interpretiert werden (Teicher et al. 2016), welche zu Beeinträchtigungen führen, eigene Emotionen zu regulieren, Gedanken oder Absichten anderen Individuen und sich selbst zuzuschreiben (Theory of Mind, ToM), sich selbst einem sozialen Kontext bewusst zu sein oder über sich selbst mit negativem Inhalt nachzudenken (Teicher et al. 2014). Ähnliche Ergebnisse konnten bereits von Tottenham et al. (2010), Tottenham und Sheridan (2010) sowie Pechtel und Pizzagalli (2011) gefunden werden.

Viele Studien, welche den Einfluss kindlicher Traumatisierung auf die rsFC untersuchen, benutzten unterschiedliche Instrumente zur Messung von Kindheitstraumata, beleuchteten teilweise nur bestimmte Unterformen von Traumatisierung bzw. verwendeten in ihren Analysen nur Gesamtwerte der Traumatisierung (van der Werff et al. 2013, Phillip et al. 2013, Dean et al. 2014). Es wird dahingehend vermutet, dass es in bestimmten Gehirnregionen zu Beeinträchtigungen der FC abhängig von der Art des Missbrauchs kommt und aufgrund sensibler Phasen in der kognitiven Entwicklung eine Anfälligkeit für Missbrauchserfahrungen zu beobachten ist (Andersen et al. 2008, Dannlowski et al. 2012).

1.6 MRT und Pädophilie

Erste Studien zur Erforschung neurobiologischer Grundlagen und struktureller Gehirnveränderungen bei Pädophilie konnten in Untersuchungen mit voxelbasierter Morphometrie (VBM) bei pädophilen Probanden eine Volumenreduktion der grauen Substanz in Regionen der Amygdala, Hypothalamus, orbitofrontalem Kortex, ventralem Striatum und Cerebellum feststellen (Schiltz et al. 2007, Schiffer et al. 2007). Poepl et al. (2013) beobachteten im Speziellen eine Volumenreduktion der grauen Substanz der rechten zentromedialen Amygdala sowie die Assoziation pädosexueller Präferenzen für jüngere Kinder mit einer Volumenreduktion der grauen Substanz von Insula, dorsolateralen präfrontalen Kortexbereichen, orbitofrontalem Kortex und Gyrus angularis. Andere Forschergruppen ermittelten zudem eine Volumenreduktion der weißen Substanz in Temporallappen sowie Parietallappen bei pädophilen und hebephilen Probanden (Cantor und Blanchard 2012). Neuere Studien zeigten ein größeres Volumen der grauen Substanz im rechten temporalen Pol bei Pädophilen ohne Kindesmissbrauch sowie die Assoziation einer Volumenreduktion der grauen Substanz im dmPFC und ACC mit einem erhöhten Risiko für wiederholten sexuellen Kindesmissbrauch bei Pädophilen

auf, weshalb davon ausgegangen wird, dass eher der Kindesmissbrauch bei Pädophilie als die Pädophilie an sich mit Veränderungen der grauen Substanz verbunden ist (Schiffer et al. 2017). Lett et al. (2018) konnten wiederum bei Pädophilen mit Kindesmissbrauch gegenüber Pädophilen ohne Kindesmissbrauch eine geringere kortikale Dicke im rechten Motorkortex, eine reduzierte kortikale Oberfläche in bilateral frontalen und temporalen Arealen sowie Regionen der Insula und des Cingulums als auch eine Reduktion der fraktionierten Anisotropie der weißen Substanz, insbesondere im Corpus Callosum feststellen. Im Rahmen der Erforschung sexueller Erregung bei Pädophilie konnte in PET-Studien (Positronen-Emissions-Tomographie) eine geringere regionale zerebrale Metabolisierungsrate für Glucose im rechten inferioren temporalen Kortex und Gyrus frontalis superior festgestellt werden, welche nach Präsentation auditorischer Reize von Mädchen und Frauen bei pädophilen Probanden geringer wurde und bei der Kontrollgruppe zunahm, was die Forscher als veränderte kortikale Regulation sexueller Erregung bei Pädophilen interpretierten (Cohen et al. 2002). Weiterhin wurde bei pädophilen Straftätern eine veränderte funktionelle Konnektivität in frontokortikalen und limbischen Hirnregionen beobachtet, die auf eine veränderte Verarbeitung sexueller Reize hindeuten (Kärgel et al. 2015). Dahingehend konnte im Rahmen der Darbietung neutraler, emotionaler und sexueller Bilder eine geringere Aktivierung im Hypothalamus, der Inselregion und im lateralen parietalen Cortex bei sexuellen Bildern gegenüber emotionalen Bildern bei pädophilen Probanden festgestellt werden, während Bilder mit emotionalem Inhalt im Vergleich zu neutralen Bildern eine geringe Aktivierung des dmPFC und des Amygdala-Hippocampus-Komplexes auslösten (Walter et al. 2007). In diesem Zusammenhang wird eine beeinträchtigte Regulation der vegetativ-autonomen Komponente sowie eine schwächere kortikale Kontrolle sexueller Erregung diskutiert (Walter et al. 2007). Weiterhin konnte bei der Darbietung sexuell relevanter Stimuli eine verstärkte Aktivierung in präfrontalen und occipitotemporalen Arealen, speziell im Gyrus fusiformis und im linken dlPFC (Schiffer et al. 2008) bei pädophilen Probanden gegenüber gesunden Probanden beobachtet werden, welche auf eine stärkere kognitive Beteiligung bei der Verarbeitung sexuell relevanter Stimuli bei Pädophilen hinweisen (Schiffer 2014). Kärgel et al. (2015) untersuchten die funktionelle Integration von Hirnregionen bei Personen mit Pädophilie mit bzw. ohne sexuellen Kindesmissbrauch im Resting-State und konnten bei pädophilen Probanden, welche sexuellen Missbrauch an Kindern begangen haben, eine verminderte funktionelle Konnektivität im Limbischen Netzwerk sowie im DMN im Vergleich zu gesunden Probanden und pädophilen Probanden ohne sexuellen Kindesmissbrauch feststellen. So zeigten die Autoren eine verminderte Konnektivität zwischen der Amygdala und dem vmPFC, bestehend aus ACC, OFC und anteriorem PFC auf, welche eher mit sexuellem Kindesmissbrauch anstatt mit Pädophilie assoziiert war. Kneer et al. (2019) beobachteten wiederum eine verminderte Konnektivität im Resting-State zwischen der zentromedialen Amygdala und dem dlPFC bei pädophilen Probanden mit sexuellem Kindesmissbrauch und vermuten eine eingeschränkte Top-Down Hemmungskontrolle präfrontaler über limbische Strukturen, welche zu sexuell abweichendem Verhalten und Kindesmissbrauch führen kann. Kärgel et al. (2017) fanden zudem in einem Go-NoGo-Paradigma ein stärkeres inhibitorisches Kontrollverhalten sowie eine stärkere Aktivierung im linken posterioren cingulären und superioren frontalen Gyrus bei Pädophilen ohne sexuellen Kindesmissbrauch gegenüber Pädophilen mit sexuellem

Kindesmissbrauch, weshalb von einer effektiveren Hemmungskontrolle bei Pädophilen ohne sexuellen Kindesmissbrauch ausgegangen wird. Weiterhin konnten in einem Paradigma zur Untersuchung der moralischen Urteilsfähigkeit unterschiedliche Aktivierungen in Regionen des posterioren cingulären und insulären Kortex, des Precuneus und des temporo-parietalen Überganges zwischen Pädophilen und Kontrollprobanden bei der Beurteilung sexueller Übergriffe gegenüber Kindern und Erwachsenen festgestellt werden, weshalb eine unterschiedliche moralische Verarbeitung sexueller Übergriffe bei Pädophilen vermutet wird (Massau et al. 2017). Es wird somit angenommen, dass strukturelle Veränderungen des Gehirns bei Pädophilen neuronale Netzwerke und deren funktionelle Konnektivität sexueller Verarbeitung beeinflussen und somit zu einer veränderten sexuellen Erregung als auch zu affektiven und neurokognitiven Beeinträchtigungen führen können (Poepl et al. 2015).

1.7 Traumata, Pädophilie und Resting-State

Nach ausführlicher Recherche konnten keine Studien ermittelt werden, welche den Einfluss von Kindheitstraumata auf die funktionelle Konnektivität im Resting-State bei pädophilen Patienten untersuchen. Ausgehend von bisher publizierten Ergebnissen (Glasser et al. 2001, Salter et al. 2003, Jespersen et al. 2009) wird davon ausgegangen, dass Probanden mit begangenem Kindesmissbrauch häufiger eigene Missbrauchserfahrungen in der Vergangenheit und somit stärkere Traumatisierungen als Probanden ohne Kindesmissbrauch aufweisen. Weiterhin wurde in bisherigen Arbeiten ein Einfluss von Kindheitstraumata auf Regionen des Limbischen Netzwerkes, im Speziellen der Amygdala (van Harmelen et al. 2012, van der Werff et al. 2013) sowie des DMN und des SN (Philip et al. 2013, Marusak et al. 2015) bei Gesunden diskutiert. Auch bei Pädophilen mit sexuellem Kindesmissbrauch konnten Veränderungen der funktionellen Konnektivität in Regionen des Limbischen Netzwerkes, im Speziellen der Amygdala, des DMN sowie des CEN im Vergleich zu gesunden und pädophilen Probanden ohne sexuellen Kindesmissbrauch im Resting-State festgestellt werden, weshalb eine Assoziation mit sexuellem Kindesmissbrauch anstatt mit Pädophilie (Kärgel et al. 2015) sowie eine eingeschränkte Top-Down Hemmungskontrolle präfrontaler über limbische Strukturen vermutet werden, welche zu sexuell abweichendem Verhalten und Kindesmissbrauch führen kann (Kneer et al. 2019). Somit wird auch in der vorliegenden Arbeit davon ausgegangen, dass Probanden mit pädophiler bzw. teleiophiler Sexualpräferenz mit Kindesmissbrauch stärkere Traumatisierungen als Gesunde oder Probanden mit pädophiler Sexualpräferenz ohne Kindesmissbrauch aufweisen und diese erfahrenen Kindheitstraumata zu Veränderungen der funktionellen Konnektivität in Regionen des Limbischen Netzwerkes, im Speziellen der Amygdala, des DMN, des CEN sowie des SN im Resting-State führen, welche mit Beeinträchtigungen der Emotionsregulation und emotionalen Wahrnehmung verbunden sein können (Teicher et al. 2014).

1.8 Zielstellung der vorliegenden Arbeit

Die Zielstellung der hier vorliegenden Arbeit ist es, den Einfluss kindlicher Traumatisierung auf die funktionelle Konnektivität im Resting-State bei Gesunden und Patienten mit besonderem Risiko für

Traumatisierung zu untersuchen. Dabei soll versucht werden, Netzwerke kindlicher Traumatisierung zu identifizieren sowie zu prüfen, ob es Regionen bzw. spezifische Unterregionen im menschlichen Gehirn gesunder Probanden gibt, welche mit Traumata assoziiert sind und ob es Unterschiede in der Konnektivität zu Probanden mit pädophiler, hebephiler bzw. teleiophiler Sexualpräferenz mit bzw. ohne Kindesmissbrauch gibt, welche im Vergleich häufiger als Gesunde traumatisiert sind. Dazu werden 7 Tesla rs fMRT-Daten der Studie 1 und Studie 2 (vgl. Kapitel 2.1.1) sowie 3 Tesla rs fMRT-Daten der Studie 3 (vgl. Kapitel 2.1.2) gesunder Probanden verwendet, um zu prüfen, ob in verschiedenen Stichproben ähnliche korrespondierende Gehirnregionen detektiert werden können, die mit der Erfahrung von Traumatisierungen in der Kindheit assoziiert sind. Zum Vergleich werden 3 Tesla rs fMRT-Daten der Studie 3 von Probanden mit pädophiler, hebephiler bzw. teleiophiler Sexualpräferenz mit bzw. ohne Kindesmissbrauch herangezogen. Als eine bedeutende Hirnregion wird die Amygdala, Leitstruktur des Limbischen Netzwerkes, diskutiert. Im Verlauf der menschlichen Entwicklung kommt es zu einer Spezifizierung der Konnektivitätsmuster der Amygdala-Kerngebiete, weshalb eine Vulnerabilität dieser Spezifizierung abhängig von erfahrenen Traumata in der Kindheit zu vermuten ist. Ausgehend von vielversprechenden Ergebnissen hinsichtlich der Amygdala-Konnektivität bei Traumatisierungen werden somit in einem weiteren Schritt Amygdala-Subkerne gesunder Probanden im Ruhezustand im hochauflösenden 7 Tesla fMRT untersucht, um spezifische Unterregionen zu identifizieren, welche etwaig mit Traumata assoziiert sein können. Hochfeld-MRT-Messungen mit einer Magnetfeldstärke von 7 Tesla ermöglichen eine hohe räumliche Auflösung und somit eine genaue Detektierung von spezifischen Netzwerken. Die Wissenschaft steht bei dieser Untersuchungsqualität noch am Anfang. Es konnte bislang gezeigt werden, dass fMRT-Untersuchungen bei 7 Tesla mit einer höheren räumlichen Auflösung sowie einer höheren Sensitivität gegenüber niedrigeren Feldstärken möglich sind (Hoffmann et al. 2009). Durch das erhöhte Signal-zu-Rausch-Verhältnis sowie eine größere Sensitivität sind im 7 Tesla gegenüber 3 Tesla detailreichere Darstellungen des Gehirns und möglicher Pathologien in der neurowissenschaftlichen Forschung möglich (van der Kolk et al. 2013). Dadurch könnten einerseits Erkenntnisse aus der Erforschung neurobiologischer Korrelate kindlicher Traumatisierung auf die derzeit für klinische Anwendungen noch am meisten genutzten 3 Tesla-Systeme übertragen als auch andererseits die Umsetzung klinischer Fragestellungen auf der Ebene von 7 Tesla-Systemen erprobt werden.

Bislang existieren viele aufgabenbasierte fMRT-Studien zur Untersuchung von Gehirnregionen. Weiterhin gibt es Publikationen zu Traumata, frühem kindlichen Stress und deren Auswirkungen, welche jedoch meist mit anderen Instrumenten bzw. Fragebögen untersucht wurden. Darüber hinaus besteht durch das Verbundprojekt NeMUP - „neural mechanisms underlying pedophilia“ - Neuronale Mechanismen von Pädophilie und sexuellem Kindesmissbrauch: Ursachen, Diagnose und Behandlung mit den Standorten Berlin, Essen, Hannover, Hamburg, Kiel und Magdeburg erstmalig eine große Stichprobe mit unterschiedlichen Patientengruppen hinsichtlich pädophiler bzw. teleiophiler Sexualpräferenz. Eine Verknüpfung der Untersuchung des Einflusses kindlicher Traumatisierung mittels des Fragebogens Childhood Trauma Questionnaire (CTQ) auf die rsFC von Gesunden im 3 Tesla und 7 Tesla fMRT sowie im Speziellen auf Amygdala-Kerngebiete im 7 Tesla fMRT von Gesunden als auch der Vergleich hinsichtlich

unterschiedlicher Einflüsse kindlicher Traumatisierung auf die funktionelle Konnektivität im Resting-State bei pädophiler, hebephiler bzw. teleiophiler Sexualpräferenz im 3 Tesla fMRT blieb bisher unerforscht. Das Ziel soll dabei sein, neurobiologische Strukturen und neuronale Netzwerke zu identifizieren, welche im menschlichen Gehirn mit Traumatisierung korreliert sind. Die Untersuchungen im Ruhezustand können dazu beitragen, Unterschiede in der Konnektivität funktioneller Schaltkreise zwischen Erwachsenen abhängig von erfahrenen Traumata zu beleuchten, ohne durch aufgabenbasierte Paradigmen beeinflusst zu werden. Die Ergebnisse sollen einen Beitrag für die Untersuchung des Einflusses verschiedener Formen von Traumata leisten und der Verbesserung der Diagnostik und Therapie von Menschen mit Traumatisierung und Traumafolgestörungen dienen. Zudem können funktionelle Konnektivitäten in Ruhenetzwerken zur Aufklärung zugrunde liegender neurobiologischer Mechanismen kindlicher Traumatisierung beitragen und zukünftig als diagnostische Biomarker zum Einsatz kommen (Yu et al. 2019).

1.8.1 Hypothesen

Ausgehend von bisher publizierten Studien (Dannlowski et al. 2012, van der Werff et al. 2013, Kärgel et al. 2015) wird in der vorliegenden Arbeit von einem Einfluss traumatischer Erfahrungen auf die rsFC in Gehirnregionen bei gesunden und pädophilen Probanden bzw. Sexualstraftätern ohne pädophile Sexualpräferenz ausgegangen. Dahingehend soll untersucht werden, welche Gehirnregionen bzw. funktionellen Netzwerke im Ruhezustand mit verschiedenen Arten von Kindheitstraumata in Beziehung stehen. Es wird dabei angenommen, dass bestimmte Formen von Traumata häufiger parallel erlebt werden und somit ein Zusammenhang im Auftreten bestimmter Formen von Traumata zu erwarten ist. Weiterhin wird vermutet, dass Probanden mit pädophiler bzw. hebephiler (*PCSA* = pedophile with child sexual abuse) und mit teleiophiler Sexualpräferenz sowie begangenem Kindesmissbrauch (*CSAnP* = non-pedophile with child sexual abuse) höhere Traumatisierungswerte als gesunde Probanden (*HC* = healthy controls) und Probanden mit pädophiler Sexualpräferenz ohne begangenem Kindesmissbrauch (*PnCSA* = pedophile with no child sexual abuse) aufweisen. Es wird außerdem davon ausgegangen, dass unterschiedliche Arten von Kindheitstraumata mit Veränderungen der funktionellen Konnektivität von Gehirnregionen im Resting-State bei gesunden Probanden korreliert sind. Ausgehend von den publizierten Ergebnissen hinsichtlich eines Einflusses von Kindheitstraumata auf das limbische Netzwerk und im Speziellen der Amygdala (van Harmelen et al. 2012, van der Werff et al. 2013) wird vermutet, dass eine Beeinträchtigung der funktionellen Konnektivität bei gesunden Probanden sowohl auf der Amygdala-Gesamtebene als auch in den Amygdala-Subkernen im 7 Tesla rs fMRT festgestellt werden kann. Zudem wird davon ausgegangen, dass unterschiedliche Arten von Kindheitstraumata die funktionelle Konnektivität in vergleichbaren Gehirnregionen sowohl bei gesunden Probanden als auch bei Patienten mit besonderem Risiko für Traumatisierung beeinflussen. Folgende Hypothesen werden in der vorliegenden Arbeit untersucht und diskutiert:

- Hypothese I:** *Die verschiedenen Formen von Traumata und deren Erfahrungen in der Kindheit oder Jugend sind häufig miteinander korreliert.*
- Hypothese II:** *Probanden mit Kindesmissbrauch (PCSA, CSAnP) weisen höhere Traumatisierungswerte als gesunde Probanden (HC) und Probanden ohne Kindesmissbrauch (PnCSA) auf.*
- Hypothese III:** *Unterschiedliche Arten von Kindheitstraumata sind mit Veränderungen der funktionellen Konnektivität von Gehirnregionen im Resting-State bei gesunden Probanden korreliert.*
- Hypothese IV:** *Ein Einfluss von Kindheitstraumata auf die funktionelle Konnektivität bei gesunden Probanden kann sowohl auf Amygdala-Gesamtebene als auch auf Amygdalakern-Ebene im 7 Tesla rs fMRT festgestellt werden.*
- Hypothese V:** *Unterschiedliche Arten von Kindheitstraumata beeinflussen die funktionelle Konnektivität in vergleichbaren Gehirnregionen bei gesunden Probanden und Patienten mit besonderem Risiko für Traumatisierung.*

2 Material und Methoden

2.1 Stichprobe

2.1.1 Studien 1 und 2 – 7 Tesla rs fMRT

Um den Einfluss unterschiedlicher Arten von Traumata auf die funktionelle Konnektivität in verschiedenen Gehirnregionen bei Gesunden im hochauflösenden 7 Tesla fMRT zu untersuchen, wurden Studiendaten von gesunden Kontrollpersonen verwendet, welche im Zeitraum von 2012 bis 2015 in Magdeburg im Rahmen der durchgeführten Studien 1 und 2 erhoben wurden.

Innerhalb der Studie 1 sollten dabei motivationsrelevante Hirnsysteme mittels multimodaler Bildgebung und neurohistologischen Verfahren bei gesunden Kontrollpersonen sowie Patienten mit unipolarer Depression und bipolaren Störungen im Hochfeld-MRT mit einer Magnetfeldstärke von 7 Tesla untersucht werden, um zu erforschen, welche Regionen im menschlichen Gehirn für die krankhaft veränderte Stimmung im Rahmen der Depression eine besondere Bedeutung haben. Mithilfe bildgebender Verfahren wie der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) zur Messung der Gehirnaktivität und der Magnetresonanzspektroskopie (MRS) zur Bestimmung der Konzentration körpereigener Botenstoffe wurden diese Regionen auf eine veränderte Funktionsweise sowie auf eine Veränderung von biochemischen Stoffen untersucht. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg genehmigt. In der vorliegenden Arbeit hatten lediglich Studiendaten der gesunden Kontrollprobanden Relevanz für die Analyse.

Im Rahmen der placebokontrollierten, doppelblinden und randomisierten Studie 2 sollten die Wechselwirkungen zwischen körpereigenen Botenstoffen, der Gehirnaktivität, der Wirkung auf die Gefühle und der Einfluss des Arzneimittels Ketamin auf diese Prozesse, welches in niedriger Dosierung bei depressiven Patienten antidepressive Eigenschaften besitzt, bei gesunden Versuchspersonen und Menschen mit einer Depression untersucht werden. Mithilfe bildgebender Verfahren wie der fMRT und der MRS sollten die durch Ketamin hervorgerufenen Veränderungen im Gehirn untersucht und bei Patienten die Stärke und Dauer des antidepressiven Effektes eingeschätzt werden. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg genehmigt. In der vorliegenden Arbeit hatten lediglich Studiendaten der gesunden Kontrollprobanden Relevanz für die Analyse.

Bezüglich der Datenerhebung wurden gesunde Kontrollprobanden durch Aushänge rekrutiert und deren Befragungen und Untersuchungen in den jeweiligen Forschungseinrichtungen durchgeführt. Befragungen und Untersuchungen der Patienten erfolgten im Rahmen eines Aufenthaltes in psychiatrischen Kliniken der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg sowie in kooperierenden Kliniken im Umkreis. Die Teilnahme an der Studie war freiwillig und personenbezogene Daten wurden in pseudonymisierter Form elektronisch gespeichert und ausgewertet. Gesunde Kontrollprobanden bekamen nach erfolgreichem Absolvieren der Studie eine Aufwandspauschale.

Psychometrische Testungen umfassten emotionale Tests und psychologische Fragebögen (in der vorliegenden Arbeit hatte lediglich der *Childhood Trauma Questionnaire – CTQ* Relevanz) sowie diagnostische Interviews. Weiterhin wurden soziodemographische Informationen, Angaben zu relevanten

medizinischen Vorerkrankungen und Medikation gesammelt sowie eine Blut-Genotypisierung durchgeführt. Im Rahmen der Untersuchung im 7 Tesla fMRT wurden neben strukturellen und spektroskopischen Messungen und verschiedenen aufgabenorientierten Paradigmen auch die Messung der funktionellen Konnektivität im Resting-State durchgeführt, welche die Grundlage der vorliegenden Arbeit bildet.

Als Einschlusskriterien galten ein Alter der Studienteilnehmer zwischen 18 und 55 Jahren, bei gesunden Kontrollpersonen der Ausschluss einer psychiatrischen Erkrankung nach ICD-10 bzw. bei Patienten die Diagnose einer wiederkehrenden oder aktuellen Depression ohne psychotische Anteile nach ICD-10 von mindestens vier Wochen Dauer. Weiterhin mussten die Probanden ein schriftliches Einverständnis über die Studienteilnahme abgeben sowie in der Lage sein, der Studienabfolge kognitiv folgen und diese vollständig durchführen zu können. Ausschlusskriterien bestanden in einer akuten Suizidalität, einem Drogen- oder Alkoholmissbrauch bzw. -abhängigkeit innerhalb der letzten sechs Monate sowie im Vorhandensein einer Schwangerschaft/ Stillzeit bei weiblichen Teilnehmern (zur besseren Vergleichbarkeit wurden in der vorliegenden Arbeit jedoch nur gesunde männliche Probanden berücksichtigt). Weiterhin wurden Probanden bei Vorliegen einer klinisch signifikanten akuten Erkrankung, bei sonstigen ernsthaften und instabilen körperlichen Erkrankungen, bei Krampfanfällen unklarer Ätiologie sowie bei Erkrankungen, die wahrscheinlich die Morphologie und/ oder Physiologie des Gehirns verändern können (unkontrollierte Hypertonie, Diabetes), ausgeschlossen. MRT-Ausschlusskriterien waren das Vorhandensein ferromagnetischer Implantate, Tätowierungen, Tinnitus oder Klaustrophobie. Weitere Ausschlusskriterien waren die Behandlung mit bestimmten Medikamenten/ Therapien (Clozapin, reversible MAO-Hemmern, Elektrokrampftherapie) vor der Studienteilnahme, der Konsum von mehr als acht Tassen Kaffee/ Tee/ Cola am Tag bzw. Energiedrinks vor oder während der Untersuchung, das Vorhandensein einer klinisch relevanten Medikamenten- oder Nahrungsmittelallergie, eine Spende von ca. 450 ml Blut/ akuter Blutverlust innerhalb von 90 Tagen bzw. die Einnahme eines experimentellen Medikaments/ Medizinproduktes vor der Untersuchung.

2.1.2 Studie 3 – 3 Tesla rs fMRT

Die behavioralen und fMRT-Daten der Studie 3 wurden im Zeitraum von September 2013 bis Dezember 2015 erhoben. Dabei handelt es sich um das Verbundprojekt *NeMUP*, an welchem die Standorte Berlin, Essen, Hannover, Hamburg, Kiel und Magdeburg beteiligt sind. Die Zielsetzung des Verbundes besteht darin, die neuronalen Mechanismen zu untersuchen, welche einer pädophilen Sexualpräferenz zugrunde liegen und möglicherweise in einer veränderten Regulierung der sexuellen Verarbeitung ihren Ursprung finden. Auf Grundlage dieser Ergebnisse sollen Maßnahmen zur Entwicklung und Verbesserung der Diagnostik und Therapie von Menschen mit pädophiler Sexualpräferenz entwickelt und implementiert werden.

Über alle Standorte wurden insgesamt $N = 387$ Studienteilnehmer ausschließlich männlichen Geschlechts im Alter von 18 bis 70 Jahren rekrutiert. Die Kriterien zum Einschluss in die Studie bestanden anhand der sexuellen Präferenz (pädophil – hebephil – teleiophil; homosexuell – heterosexuell), dem Vorhandensein (zusätzlicher) Paraphilien (Exhibitionismus, Voyeurismus, Fetischismus, Sodomasochismus, Transvestitis-

mus), der Händigkeit und Lateralisierung anhand des Edinburgh Handedness Tests sowie dem Nichterfüllen von Ausschlusskriterien. Es handelt sich um ein 4-Gruppen-Design mit drei Patientengruppen in der Experimentalgruppe und einer Kontrollgruppe. Die Kontrollgruppe bestand aus gesunden Kontrollprobanden (*HC* - Healthy Controls), welche eine teleiophile Neigung für die gleiche Altersgruppe aufweisen und weder eine Erkrankung nach DSM-IV Achse 1 noch ein kriminelles Verhalten hinsichtlich eines sexuellen Kontaktes zu Kindern in der Vergangenheit aufwiesen. In der Experimentalgruppe wurden Studienteilnehmer mit pädophiler bzw. hebephiler Neigung sowie einem stattgefundenem sexuellen Kontakt zu Kindern inklusive des Berührens des Genitalbereiches (Child sexual abuse, *CSA*) der Gruppe der *PCSA* (Pedophile with child sexual abuse) zugeteilt, während Männer mit pädophiler bzw. hebephiler Neigung jedoch ohne bisherigen sexuellen Kontakt zu Kindern der Gruppe der *PnCSA* (pedophile with no child sexual abuse) zugeordnet wurden. Weiterhin wurde eine Gruppe von Männern unterschieden, welche eine teleiophile Neigung aufweisen und einen sexuellen Missbrauch an Kindern begangen haben, ohne dass eine pädophile bzw. hebephile Neigung vorhanden war (*CSAnP* – Child sexual abuse with no pedophilia). Darüber hinaus wurde eine Sondergruppe (*Extra Group*) definiert, welche bestimmte Ausschlusskriterien erfüllte bzw. bei welcher Studienteilnehmer weder sicher einer bestimmten Gruppe noch sexueller Orientierung zugeordnet werden konnten. Dazu zählten ein Alter außerhalb der festgelegten Altersspanne, die regelmäßige Einnahme von Medikamenten (bestimmte Antidepressiva, Neuroleptika, Anxiolytika, GnRH-Analoga, Antiandrogene) oder psychoaktiven Substanzen, die Erfüllung von MRT-Ausschlusskriterien (Vorhandensein von Metallteilen im oder am Körper, Tätowierungen, Tinnitus, Klaustrophobie), ein Substanzmissbrauch oder -abhängigkeit in den letzten sechs Monaten, eine schwere Intelligenzminderung sowie das Vorhandensein von körperlichen Beschwerden oder psychiatrischen Erkrankungen, wie Schizophrenie, bei Depression oder Angststörungen anhand des Testscores (HAM-D, HAM-A).

Bezüglich der Datenerhebung erfolgten Befragungen und Untersuchungen im Rahmen eines Aufenthaltes der Studienteilnehmer in Justizvollzugsanstalten, im Maßregelvollzug forensischer Psychiatrien und forensischen Ambulanzen. Gesunde Kontrollprobanden wurden durch Aushänge rekrutiert und deren Befragungen und Untersuchungen in den jeweiligen Forschungseinrichtungen durchgeführt. Die Teilnahme an der Studie war freiwillig und personenbezogene Daten wurden vollständig anonymisiert. Der Proband musste ein schriftliches Einverständnis über die Studienteilnahme abgeben. Gesunde Kontrollprobanden bekamen nach erfolgreichem Absolvieren der Studie eine Aufwandspauschale. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg genehmigt.

Die psychometrischen Daten wurden einerseits im Rahmen von neuro- und testpsychologischen Untersuchungen erfasst. Weiterhin wurden soziodemographische, forensische und sexualmedizinische Informationen erhoben. Die Daten aller Partnerzentren wurden in einen multizentrischen Datensatz überführt, welcher die Datenbasis für die vorliegende Arbeit darstellt.

Im Rahmen der fMRT-Untersuchung im 3 Tesla fMRT wurden neben strukturellen Messungen und verschiedenen Paradigmen (Ponseti, Go/NoGo) auch die Resting-State-Messung durchgeführt, welche die Grundlage dieser Arbeit bildet. Für diese Messung im Ruhezustand wurden die Probanden aufgefordert, mit

geschlossenen Augen 12 Minuten ruhig zu liegen, sich nicht zu bewegen, an nichts Spezifisches zu denken sowie nicht einzuschlafen.

2.2 Messung, Verarbeitung und Auswertung der Resting-State fMRT-Daten

2.2.1 Studien 1 und 2 – 7 Tesla rs fMRT

2.2.1.1 Datenakquisition

Im Rahmen der Studien 1 und 2 wurden die funktionellen und strukturellen MRT-Messungen in Magdeburg in einem 7 Tesla Siemens MAGNETOM Investigational_Device_7T syngo MR B17 Tomographen (Erlangen, Deutschland) mittels einer 32-Element Head Coil Matrix durchgeführt. Am Untersuchungstag wurden die Studienteilnehmer gebeten, kein Haargel/ -spray oder Make-up zu verwenden, keinen Schmuck zu tragen und vor der Messung keinen Kaffee zu trinken. Für die Messung der funktionellen Konnektivität im Resting-State und zur Vermeidung von Messartefakten mussten die Probanden mit geschlossenen Augen 12 Minuten entspannt liegen, sich nicht bewegen und nicht einschlafen. Nach der Resting-State-Messung wurde der Proband explizit nochmal gefragt, ob er über den gesamten Zeitraum der Messung seine Augen verschlossen hatte und nicht eingeschlafen sei. Die funktionellen Messungen mittels einer single shot gradient-echo EPI-Sequenz (echo planar imaging) bestanden aus 280 Messzeitpunkten, welche mit einer Wiederholungszeit (TR) (engl. time of repetition) von 2800 ms das Gehirn mit einer T2*-gewichteten Sequenz aufnahmen. Dabei fanden folgende Messparameter Verwendung: Echozeit (engl. echo time) (TE)= 22 ms, Sichtfeld (engl. field of view, FoV)= 212 mm, Flip-Winkel (engl. flip angle)= 80°, isometrische Voxelgröße (engl. voxel size) = 2,0 x 2,0 x 2,0 mm³, Anzahl der Schichten (engl. number of slices) = 62, Distanzfaktor (engl. distance factor) = 0 %. Das FoV wurde für alle Sequenzen entlang einer imaginären Achse zwischen der Commissura anterior und der Commissura posterior ausgerichtet und so orientiert, dass es das ganze Gehirn umfasst. Es wurde eine aufsteigende und verschachtelte Aufnahmereihenfolge ohne Prescan-Normalisierung durchgeführt, wobei die ersten zehn funktionellen Aufnahmen verworfen worden sind, um eine Feldhomogenisierung (engl. field homogenisation) zu erreichen.

Als anatomische Referenz wurden T1-gewichtete Aufnahmen mittels einer 3D MPRAGE-Sequenz (magnetization prepared rapid acquisition gradient echo) erhoben (TR = 2300 ms, TE = 2,73 ms, isometrische Voxelgröße = 0,8 x 0,8 x 0,8 mm³, Sichtfeld = 256 mm, Flip-Winkel = 5°, Anzahl der Schichten = 224, Distanzfaktor = 50 %).

2.2.1.2 Vorverarbeitung

Um Bilddaten zwischen verschiedenen Probanden vergleichbar machen zu können, müssen Variabilität und Störquellen innerhalb der aufgenommenen Daten reduziert werden. Dafür wurden funktionelle MRT-Bilder verschiedenen Korrekturschritten innerhalb der Vorverarbeitung (Preprocessing) zugeführt. Als Software kamen dafür MATLAB (MATLAB R2009b, Math Works, USA) und SPM12 (statistical parametric mapping, Functional Imaging Laboratory of the Wellcome Trust Centre for Neuroimaging 2009) zur Anwendung. Für die Vorverarbeitung der rs-fMRT-Daten wurde DPARSFA toolbox V2.3 (data processing assistant for resting-

state fMRI advanced edition) (Yan und Zhang 2010) verwendet.

Die Aufnahme des Gehirnvolumens erfolgte über aufsteigende Schichtenreihenfolgen. Dadurch ergaben sich zeitliche Abweichungen und Effekte zwischen den Aufnahmen der einzelnen Schichten, welche durch den Vorverarbeitungsschritt *Slice Time Acquisition Correction* korrigiert wurden. Die Bewegungskorrektur *Realignment to mean volume* beseitigte Störungen der Datenqualität, die durch mögliche Kopfbewegungsartefakte der Probanden verursacht worden sind. Dabei wurde eine Schätzung der Bewegung in jeweils den drei Translations- und den drei Rotationsrichtungen vorgenommen und die ursprünglichen Bilder mittels räumlicher Transformation (*Rigid body linear transformation*) an ein unbewegliches Referenzbild angepasst. Damit Ergebnisse hinsichtlich der Gehirnanatomie und möglicher interindividueller Abweichungen über viele Probanden vergleichbar waren, wurden funktionelle Bilder der einzelnen Probanden mittels räumlicher Normierung an eine standardisierte strukturelle Bildvorlage (engl. template) angeglichen (Montreal Neurological Institute, MNI). Diese Korrekturschritte werden als *Structural/ functional Coregistration, Segmentation, Spatial Normalisation* und *Unwarping* bezeichnet. Der Korrekturschritt *Smoothing* (Glättung) sorgt für eine Bereinigung der Bilder von Störquellen, die durch interindividuelle anatomische Unterschiede entstehen können. Dafür kam ein dreidimensionaler Gaußscher Filter Kernel (engl. Smoothing kernel) von 6mm zum Einsatz, um eine bessere räumliche Überlappung aktiver Gehirnareale und somit eine höhere Sensitivität zu erzielen. Mithilfe des Vorverarbeitungsschrittes *Covariate regression* wurden mittels *Nuisance covariates regression* Signale aus dem Liquor (engl. cerebrospinal fluid signal, CSF signal) und der weißen Substanz (engl. white matter signal, WM signal) als Störvariablen entfernt. Dabei wurde davon ausgegangen, dass der Liquor und die weiße Substanz keine eigene neuronale Aktivität aufweisen und somit in diesem Bereich aufgenommene physiologische Signale, wie Atmung und Herzfrequenz bzw. Bewegung oder Signalschwankungen durch Scanner-Einstellungen als Artefakte zu bewerten sind. Mit dem Korrekturschritt *Filtering* erfolgte weiterhin eine Entfernung aller Frequenzen aus dem Datensignal, welche außerhalb des Frequenzbereiches von 0,01 - 0,1 Hz lagen und somit als vermeintliche Störquellen galten. Dazu zählten z. B. Artefakte, welche durch Scanner-Einstellungen hervorgerufen worden sein können, aber auch biologische Parameter, wie Atmung oder Herzschlag. Mithilfe des Vorverarbeitungsschrittes *Scrubbing* (*cubic spline interpolation based on Framewise Displacement*, Jenkinson Schwellenwert = 0,5) (Jenkinson et al. 2002) erfolgte eine Vorhersage der Bewegungswahrscheinlichkeit von Probanden in Translations- und Rotationsrichtung in einem Zeitrahmen von je zwei Sekunden und eine Beseitigung von vier Sekunden des Störsignals jedes Volumens. Weiterhin wurden Zeitverläufe der Regionen von besonderem Interesse (engl. ROI - Region of interest time courses) extrahiert.

2.2.1.3 Qualitätsanalyse

Es wurde eine Qualitätsanalyse der vorverarbeiteten 7 Tesla rs fMRT-Datensätze durchgeführt. Dabei wurden die Daten visuell auf ihre Bildqualität hinsichtlich Streifen, Löchern, Ghosting, Abtrennungen, Aussetzern oder Signalausfällen überprüft (*Quality exclusion*) und bei Verletzung dieser bzw. von Bewegungsparametern $\geq 2,0$ mm Voxelgröße (*Realignment exclusion*) oder Normalisierungsfehlern (*Normalisation*

exclusion) aus der Analyse ausgeschlossen.

2.2.1.4 Regionen von besonderem Interesse (ROI)

Zur Analyse der 7 Tesla rs fMRT-Daten kamen zehn ROIs zum Einsatz, welche laut bisheriger Studienergebnisse von van der Werff et al. (2013), Birn et al. (2014) und Kärgel et al. (2015) mit Kindheitstraumata assoziiert sind. Alle ROIs hatten einen Durchmesser von 10 mm bzw. einen Radius von 5 mm. Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Seed-Region, Koordinaten und zitierten Publikation der verwendeten ROIs. Mit der Software DPARSFA wurden unter Verwendung extrahierter Zeitverläufe (engl. extracted time courses) funktionelle Konnektivitätskarten (engl. functional connectivity maps, FC-Maps) für jedes Subjekt und ROI aus dem Datensatz erstellt. Darüber hinaus fand für jedes Subjekt eine Extraktion der Amygdala-Ganzzeitverläufe sowie der Amygdala-Subkern-Zeitverläufe statt. Eine Glättung vorliegender Daten wurde dabei unterlassen, da die Amygdala eine kleine Region an der Grenze des Gehirns darstellt und dadurch zusätzliche Störungen oder falsche Signale eingebracht werden können. Es wurde für jedes Subjekt eine individuelle z-transformierte Korrelationskarte nach Fischer erstellt (Rosner 2010). Zwischen jeder ROI und dem gesamten Gehirn fanden voxelweise seed-basierte FC-Korrelationsanalysen mittels SPM12 statt.

Seed Region	Hemisphäre	MNI - Koordinaten			Radius (mm)	Durchmesser (mm)	Autor
		x	y	z			
<i>Amygdala</i>	L	-20	-6	-16	5	10	(van der Werff et al. 2013)
<i>Amygdala</i>	R	26	-2	-18	5	10	
<i>dACC</i>	L	-6	18	28	5	10	
<i>dACC</i>	R	6	18	28	5	10	
<i>dmPFC</i>	L	-11	23	40	5	10	
<i>PCC</i>	Bilateral	-2	-36	36	5	10	
<i>Amygdala</i>	L	-23	-6	-20	5	10	(Birn et al. 2014)
<i>Amygdala</i>	R	21	-6	-20	5	10	
<i>OFC</i>	Bilateral	-12	42	-12	5	10	(Kärgel et al. 2015)
<i>vmPFC</i>	Bilateral	-5	49	-19	5	10	

Tabelle 1: Übersicht über die verwendeten Regionen von besonderem Interesse (ROI) mit zugehöriger Seed-Region und jeweiliger Publikation (dACC = dorsaler anteriorer cingulärer Kortex, dmPFC = dorsomedialer Präfrontalkortex, PCC = posteriorer cingulärer Kortex, OFC = orbitofrontaler Kortex, vmPFC = ventromedialer Präfrontalkortex).

2.2.1.5 Analyse der Amygdalakerne

Für die Analyse der Amygdala-Subkerne wurden die Amygdala-Wahrscheinlichkeitskarten (engl. Amygdala probability maps, APMC) für basolaterale und zentrokortikale Amygdala Kerngruppen von Bach et al. (2011) verwendet, welche auf der strukturellen Konnektivität von separierten Amygdala Nuclei von acht Probanden basieren. Folgende Nuclei fließen in die Analyse ein: linker basolateraler Amygdala-Kern (engl. left basolateral amygdala, l BLA), rechter basolateraler Amygdala-Kern (engl. right basolateral amygdala, r BLA), linker zentrokortikaler Amygdala-Kern (engl. left centro cortical amygdala, l CeA), rechter zentrokortikaler Amygdala-Kern (engl. right central nucleus of amygdala, r CeA).

2.2.2 Studie 3 – 3 Tesla rs fMRT

2.2.2.1 Datenakquisition

Die funktionellen und strukturellen MRT-Messungen erfolgten je nach Standort des *NeMUP*-Verbundprojektes jeweils mit einer magnetischen Flussdichte von 3 Tesla in einem Siemens MAGNETOM Verio syngo Tomographen, Siemens MAGNETOM Trio Tim Tomographen, Siemens MAGNETOM Skyra syngo Tomographen (Siemens Healthcare Erlangen, Deutschland) bzw. einem Philips Achiva (Philips, Best, Niederlande) standortsynchron mittels einer 32-Element Head Coil Matrix (32-Kanal-Spule). Die Studienteilnehmer wurden gebeten, am Untersuchungstag kein Haargel/ -spray oder Make-up zu verwenden, keinen Schmuck zu tragen und vor der Messung keinen Kaffee zu trinken. Für die Messung der funktionellen Konnektivität im Resting-State und zur Vermeidung von Messartefakten mussten die Probanden mit geschlossenen Augen 12 Minuten entspannt liegen und durften sich nicht bewegen sowie nicht einschlafen. Nach der Messung wurde der Proband nochmal explizit gefragt, ob er über den gesamten Zeitraum der Messung seine Augen verschlossen hatte und nicht eingeschlafen sei. Identisch für alle Standorte bestanden die funktionellen Messungen mittels einer single shot gradient-echo EPI-Sequenz aus 275 Messzeitpunkten. Dabei fanden folgende Messparameter Verwendung: TR = 2400 ms, TE = 30 ms, FoV = 240 mm, Flip-Winkel = 80°, isometrische Voxelgröße = 2,3 x 2,3 x 3,0 mm³, Anzahl der Schichten = 38, Distanzfaktor = 10 %. Das FoV wurde für alle Sequenzen entlang einer imaginären Achse zwischen der Comissura anterior und der Comissura posterior ausgerichtet und so orientiert, dass es das ganze Gehirn umfasst. Es wurde eine aufsteigende und verschachtelte Aufnahmereihenfolge ohne Prescan-Normalisierung durchgeführt, wobei die ersten zehn funktionellen Aufnahmen verworfen worden sind, um eine Feldhomogenisierung zu erreichen.

Als anatomische Referenz fungierten mittels einer 3D MPRAGE-Sequenz erstellte T1-gewichtete Aufnahmen (TR = 2500 ms, TE = 4,3 ms, isometrische Voxelgröße = 1,0 x 1,0 x 1,0 mm³, Sichtfeld = 256 mm, Flip-Winkel = 7°, Anzahl der Schichten = 192, Distanzfaktor = 50 %).

2.2.2.2 Vorverarbeitung

Die Vorverarbeitung der 3 Tesla rs fMRT-Daten wurde mithilfe der Software SPM12 sowie DPARSFA toolbox V2.3 durchgeführt und beinhaltete folgende Schritte: Der Vorverarbeitungsschritt *Slice Time Acquisition Correction* diente dazu, zeitliche Abweichungen und Effekte zwischen den Aufnahmen der einzelnen Schichten zu korrigieren. Die Reihenfolge war aufsteigend [1:2:37:2:2:38] und verschachtelt anhand der Referenzschicht 37. Eine Bewegungskorrektur zur Vermeidung möglicher Kopfbewegungsartefakte und damit verbundener Störungen der Datenqualität erfolgte mithilfe des *Realignment to mean volume*, *Voxel-Specific Head Motion* und *Rigid body linear transformation*. Durch die Korrekturschritte *Structural/ functional Coregistration*, *Segmentation* und *Spatial Normalisation/ Unwarping* konnten die funktionellen Bilder der einzelnen Probanden mittels räumlicher Normierung an eine standardisierte strukturelle Bildvorlage (MNI) angeglichen werden. Mithilfe des Vorverarbeitungsschrittes *Covariate regression* wurden mittels *Nuisance covariates regression with Head Model* Signale aus dem Liquor und der

weißen Substanz als Störvariablen entfernt. Eine weitere Möglichkeit der Korrektur dieser Störvariablen stellt die Methode der *Global Signal Regression* dar, welche jedoch im vorliegenden Fall nicht zur Anwendung kam, da das Entfernen des Signals die Korrelationen der Voxel negativ beeinflussen kann (Fox et al. 2009). Der Korrekturschritt *Filtering* entfernte anschließend alle Frequenzen aus dem Datensignal, welche außerhalb des Frequenzbereiches von 0,01 – 0,1 Hz lagen und somit als vermeintliche Störquellen galten. Mithilfe des Vorverarbeitungsschrittes *Scrubbing* (Jenkinson Schwellenwert = 0,5 (Jenkinson et al. 2002) wurde eine Vorhersage der Bewegungswahrscheinlichkeit von Probanden in Translations- und Rotationsrichtung in einem Zeitrahmen von je zwei Sekunden vorgenommen und für jedes Volumen vier Sekunden des Störsignals beseitigt. Der Korrekturschritt *Smoothing* mittels eines dreidimensionalen Gaußschen Filter Kernels von 8 mm diente dazu, funktionelle Bilder der Probanden von Störquellen zu bereinigen und eine bessere räumliche Überlappung aktiver Gehirnareale und somit eine höhere Sensitivität zu erzielen. Region of interest time courses wurden mithilfe von 160 nach Dosenbach definierten ROIs extrahiert.

2.2.2.3 Qualitätsanalyse

Während der Qualitätsanalyse der vorverarbeiteten 3 Tesla rs fMRT-Datensätze wurden die Daten visuell auf ihre Bildqualität hinsichtlich Streifen, Löchern, Ghosting, Abtrennungen, Aussetzern oder Signalausfällen (*Quality exclusion*) überprüft und bei Verletzung dieser bzw. von Bewegungsparametern $\geq 2,5$ mm Voxelgröße (*Realignment exclusion*) oder Normalisationsfehlern (*Normalisation exclusion*) aus der Analyse ausgeschlossen.

2.2.2.4 Regionen von besonderem Interesse (ROI)

Für die Analyse der 3 Tesla rs fMRT-Daten kamen die gleichen zehn ROIs zum Einsatz wie zur Analyse der 7 Tesla rs fMRT-Daten (vgl. Kapitel 2.2.1.4). Mit der Software DPARSFA wurden auch hier unter Verwendung extrahierter Zeitverläufe funktionelle Konnektivitätskarten für jedes Subjekt und ROI aus dem Datensatz erstellt. Es wurde für jedes Subjekt eine individuelle z-transformierte Korrelationskarte nach Fischer erstellt (Rosner 2010). Zwischen jeder ROI und dem gesamten Gehirn fanden voxelweise seed-basierte FC-Korrelationsanalysen mittels SPM12 statt.

2.3 Psychometrische Messungen

2.3.1 Childhood Trauma Questionnaire (CTQ)

Für die Erfassung von traumatischen Erlebnissen im Kindes- und Jugendalter wurde der *Childhood Trauma Questionnaire (CTQ)* in deutscher Übersetzung eingesetzt (vgl. Kap. 11.1). Der CTQ stellt ein Selbst-beurteilungsinstrument dar, in welchem retrospektiv auf der Basis von 31 Items Missbrauchs- und Vernachlässigungserfahrungen von Jugendlichen und Erwachsenen ab 12 Jahren erhoben werden. Die ursprünglich von Bernstein und Fink (1998) konzipierte und 70 Items umfassende Langversion (CTQ-LF) wurde zu einer Kurzversion des Fragebogens (CTQ-SF) mit 28 Items zur Vereinfachung der Durchführung weiterentwickelt (Bernstein et al. 2003), welche in der deutschen Übersetzung noch drei weitere Items umfasst, um etwaige Inkonsistenzerfahrungen in der Herkunftsfamilie zu erfragen (Rodewald 2005). Der Fragebogen beinhaltet

die Skala *Missbrauch* mit den Subskalen *Emotionaler Missbrauch*, *Körperliche Misshandlung*, *Sexuelle Gewalt/ sexueller Missbrauch* sowie die Skala *Vernachlässigung* mit den Subskalen *Emotionale Vernachlässigung* und *Körperliche Vernachlässigung*. Die Subskalen bestehen jeweils aus fünf Items. Außerdem gehört zum Fragebogen die Subskala *Bagatellisierung/ Verleugnung*, welche auf der Grundlage von drei Items untersucht, ob Missbrauchserfahrungen retrospektiv tendenziell eher gelehnet bzw. bagatellisiert werden. Auf der Basis von drei Items wird in einer weiteren Subskala *Inkonsistenzerfahrungen* das Erleben von Inkonsistenzen in der Familie erfragt (Bernstein et al. 2003, Rodewald 2005).

Die Items werden anhand einer fünfstufigen Likert-Skala beantwortet. Dabei ist die Bewertung der Items folgendermaßen gestuft: 1 = Trifft auf mich überhaupt nicht zu, 2 = Trifft auf mich sehr selten zu, 3 = Trifft auf mich einige Male zu, 4 = Trifft auf mich häufig zu, 5 = Trifft auf mich sehr häufig zu. Somit beschreiben höhere Werte ein häufigeres Auftreten und somit ein stärkeres Ausmaß an Vernachlässigung und Misshandlungen. Der Punktwert der Subskalen von *Missbrauch* und *Vernachlässigung* reicht von fünf Punkten (kein Missbrauch oder Vernachlässigung in der Vergangenheit) bis zu 25 Punkten (extreme Erfahrungen von Missbrauch und Vernachlässigung) (Bernstein und Fink 1998). Den einzelnen Formen von Missbrauch und Vernachlässigung kann man verschiedene Schweregrade der Traumatisierung von „Nicht bis minimal“, „Gering bis mäßig“, „Mäßig bis schwer“ und „Schwer bis extrem“ zuordnen (Häuser et al. 2011). Die folgende Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Schweregradeinteilung der Subskalen des CTQ nach Häuser et al. (2011).

	Nicht bis minimal	Gering bis mäßig	Mäßig bis schwer	Schwer bis extrem
<i>Emotionaler Missbrauch</i>	5 - 8	9 - 12	13 - 15	16 - 25
<i>Körperlicher Missbrauch</i>	5 - 7	8 - 9	10 - 12	13 - 25
<i>Sexueller Missbrauch</i>	5	6 - 7	8 - 12	13 - 25
<i>Emotionale Vernachlässigung</i>	5 - 9	10 - 14	15 - 17	18 - 25
<i>Körperliche Vernachlässigung</i>	5 - 7	8 - 9	10 - 12	13 - 25

Tabelle 2: Schweregradeinteilung der Subskalen des Childhood Trauma Questionnaire (nach Häuser et al. 2011).

Aufgrund der hohen internen Konsistenz ($\alpha \geq 0,80$) und vorhandenen Konstruktvalidität stellt der CTQ ein valides und reliables Selbstbeurteilungsinstrument zur Erfassung traumatischer Erlebnisse in Kindheit- und Jugendalter dar. Lediglich die Subskala „Körperliche Vernachlässigung“ sollte aufgrund geringer interner Konsistenz und hoher Interkorrelation vorsichtig interpretiert werden (Klinitzke et al. 2012).

2.4 Überblick verwendeter neuronaler und psychometrischer Daten

2.4.1 Studien 1 und 2

Es wurden $N = 129$ der 7 Tesla rs fMRT-Datensätze gesunder Kontrollprobanden der Studien 1 und 2 in die Analyse einbezogen und der Vorverarbeitung unterzogen (Studie 1: $N = 41$; Studie 2: $N = 88$). Basierend auf spezifischen Vorverarbeitungsschritten (vgl. Kapitel 2.2.1.2) wurden $N = 11$ Datensätze aus dem Datenset eliminiert und somit $N = 118$ fertig vorverarbeitete rs fMRT-Datensätze der weiteren Analyse zur Verfügung gestellt. Durch die visuelle Qualitätsanalyse (vgl. Kapitel 2.2.1.3) wurden $N = 16$ Datensätze aus der Analyse

ausgeschlossen. Insgesamt $N = 49$ Datensätze weiblicher Probanden konnten aus Gründen mangelnder Vergleichbarkeit mit den 3 Tesla rs fMRT-Daten ausschließlich männlicher Studienteilnehmer der Studie 3 (vgl. Kapitel 2.1.2) nicht mit in die Analyse einbezogen werden, während weitere fünf Datensätze aufgrund doppelter Teilnahme an beiden Studien nicht berücksichtigt werden konnten. Weiterhin konnten bei $N = 17$ Datensätzen keine Fragebogenwerte des CTQ ermittelt werden, sodass letztendlich $N = 317$ Tesla rs fMRT-Datensätze von gesunden männlichen Kontrollprobanden mit vollständigen psychometrischen Daten in die Hauptanalyse einfließen konnten.

2.4.2 Studie 3

In der vorliegenden Arbeit wurden von $N = 351$ männlichen Studienteilnehmern der Studie 3 vollständige psychometrische Datensätze des interessierenden Fragebogens CTQ erhoben. Davon wurden $N = 22$ psychometrische Datensätze aus der Analyse eliminiert, da aufgrund von Studienabbrüchen bzw. Studienausschlüssen im Verlauf der Studie von nur insgesamt $N = 329$ Studienteilnehmern 3 Tesla fMRT-Datensätze in die Analyse eingeflossen sind. Aufgrund fehlender bzw. unvollständiger Resting-State-Messungen oder gescheiterter Vorverarbeitung (vgl. Kapitel 2.2.2.2) konnten $N = 58$ Datensätze nicht in die weitere Analyse einbezogen werden. Von den $N = 271$ vorverarbeiteten 3 Tesla rs fMRT-Datensätzen wurden $N = 41$ Datensätze durch die visuelle Qualitätsanalyse (vgl. Kapitel 2.2.2.3) sowie aufgrund des Einschlafens von Probanden während der Resting-State-Messung aus der Analyse ausgeschlossen. Letztendlich konnten $N = 230$ rs fMRT-Datensätze mit vollständigen psychometrischen Daten in die Hauptanalyse aufgenommen werden.

2.5 Statistische Methoden

2.5.1 Behaviorale Daten

2.5.1.1 Studien 1 und 2 – Traumata in der Kindheit

Die Datenanalyse und Auswertung der behavioralen Daten des CTQ für die gesunden Probanden der Studien 1 und 2 erfolgte mit SPSS Statistics (Statistical Package for the Social Sciences) Version 22.0 für Macintosh (IBM).

Es wurde eine Häufigkeitsverteilung der Kindheitstraumatisierungen anhand der CTQ-Werte in den einzelnen Subskalen des CTQ ermittelt und Pearson-Korrelationen zur Untersuchung von Korrelationen zwischen den einzelnen Subskalen des CTQ berechnet.

2.5.1.2 Studie 3 – Traumata in der Kindheit

Die Datenanalyse und Auswertung der behavioralen Daten des CTQ für die gesunden Probanden und Pädophilen der Studie 3 erfolgte mit SPSS 22.0.

Zum Überblick über die Stichprobe wurde die Häufigkeitsverteilung der Gruppenzugehörigkeit zu Kontroll- und Experimentalgruppe ermittelt sowie soziodemographische und klinische Stichprobenmerkmale analysiert.

Die Berechnung der Pearson-Korrelationen diente der Untersuchung von Korrelationen zwischen den einzelnen Subskalen des CTQ.

Zur Untersuchung von Gruppenunterschieden zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe hinsichtlich erfahrener Kindheitstraumata wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse (*ANOVA*) durchgeführt. Hierbei ging in die Analyse als unabhängige Variable die kategoriale Variable „Gruppe“ ein, um mögliche Einflüsse dieser auf die abhängige Variable ermitteln zu können. Darunter zusammengefasst wurden folgende Gruppen betrachtet: PCSA, PnCSA, CSAnP, HC. Als abhängige intervallskalierte Variable dienten dabei die „Skalenwerte des *Childhood Trauma Questionnaire*“, welche sich aus der Einschätzung der Studienteilnehmer hinsichtlich der eigenen erfahrenen Kindheitstraumata im CTQ ergaben. Zur Stichprobenanalyse wurden folgende Skalenwerte der einzelnen CTQ-Subskalen herangezogen: *Emotionaler Missbrauch*, *Körperlicher Missbrauch*, *Sexueller Missbrauch*, *Emotionale Vernachlässigung* und *Körperliche Vernachlässigung*. Zur Prüfung einer vorliegenden Normalverteilung der Daten dienten der Kolmogorov-Smirnov-Test und der Shapiro-Wilk-Test. Darin konnte keine Normalverteilung der Daten für einzelne CTQ-Skalen festgestellt werden, weshalb als vergleichende Rechnung zur Überprüfung der Robustheit der einfaktoriellen Varianzanalyse der nicht-parametrische Kruskal-Wallis-Test eingesetzt wurde. Im Kruskal-Wallis-Test konnten vergleichbare Werte zur einfaktoriellen Varianzanalyse hinsichtlich signifikanter Gruppenunterschiede der CTQ-Subskalen festgestellt werden, weshalb fortfolgend die Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse dargestellt werden. Um zu ermitteln, zwischen welchen Gruppen signifikante Unterschiede hinsichtlich der CTQ-Subskalen bestehen, kamen Post-hoc-Tests zum Einsatz. Da aufgrund multipler Tests die Wahrscheinlichkeit des Alpha-Fehlers und somit die fälschliche Ablehnung der Nullhypothese mit der Anzahl der Vergleiche steigt, wurde die Bonferroni-Korrektur mit einer statistischen Signifikanz von $p < 0,05$ durchgeführt.

2.5.2 Neuronale Daten

2.5.2.1 Studien 1 und 2 – 7 Tesla rs fMRT

2.5.2.1.1 Korrelationsanalysen mit Traumata in der Kindheit

Um den Einfluss von Kindheitstraumata auf die Gehirnfunktionen bzw. neuronalen Netzwerke bei gesunden Kontrollprobanden anhand von 7 Tesla rs fMRT-Daten zu untersuchen, wurden mithilfe von Second-Level-Analysen Korrelationen zwischen der funktionellen Konnektivität im Resting-State und erfahrener Kindheitstraumata berechnet. Dafür kamen Einstichproben-t-Tests zum Einsatz, welche als interessierende Variablen die fünf CTQ-Subskalen *Emotionaler Missbrauch*, *Körperlicher Missbrauch*, *Sexueller Missbrauch*, *Emotionale Vernachlässigung* und *Körperliche Vernachlässigung* beinhalteten. Die Ergebnisse wurden mit einem initialen Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ dargestellt, clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$ sowie ein Cluster-Level-Extent-Schwellenwert (k) von 50 zusammenhängenden Voxeln verwendet.

2.5.2.2 Studie 3 – 3 Tesla rs fMRT

2.5.2.2.1 Gruppenvergleiche mit Traumata in der Kindheit

Um festzustellen, ob Unterschiede in der funktionellen Konnektivität im Resting-State zwischen Kontroll- und Experimentalgruppen bestehen, wurden mithilfe von SPM12 Second-Level-Gruppen-Analysen

durchgeführt. Diesbezüglich fanden Zwischengruppenvergleiche mittels Zweistichproben-t-Tests im gesamten Gehirn statt. Für die Analysen wurde zusätzlich die Gruppe der AIIIP erstellt, welche alle Pädophilen mit und ohne Kindesmissbrauch zusammengefasst betrachten lässt. Da aufgrund multipler Tests die Wahrscheinlichkeit des Alpha-Fehlers und somit die fälschliche Ablehnung der Nullhypothese mit der Anzahl der Vergleiche steigt, kam eine Cluster-Extent-basierte Schwellenwertbildung zum Einsatz, welche die familienbezogene Fehlerrate (FWE) kontrolliert. Dafür wurden die Ergebnisse mit einem initialen Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ dargestellt, clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$ sowie ein Cluster-Level-Extent-Schwellenwert (k) von 50 zusammenhängenden Voxeln verwendet. Die Signifikanz auf Clusterebene bewertet die Wahrscheinlichkeit der fälschlichen Ablehnung der Nullhypothese in einer bestimmten Region (Cluster), jedoch nicht von jedem Voxel in dieser Region. Aufgrund einer starken Ungleichverteilung hinsichtlich des Alters der einzelnen Gruppen wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) mit der unabhängigen Variable „Gruppe“ und der abhängigen Variable „Alter“ durchgeführt. Dabei konnten signifikante Altersunterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden (vgl. Unterpunkt 3.1.2.2). Deshalb musste die Variable „Alter“ als Kovariate in die Analysen einbezogen werden, denn sie nahm Einfluss auf die abhängige Variable und war somit zu kontrollieren.

2.5.2.2.2 Korrelationsanalysen mit Traumata in der Kindheit

Um den Einfluss von Kindheitstraumata auf Gehirnfunktionen bzw. neuronale Netzwerke bei Kontroll- und Experimentalgruppe zu untersuchen, wurden mithilfe von Second-Level-Analysen Korrelationen zwischen der funktionellen Konnektivität im Resting-State und erfahrener Kindheitstraumata berechnet. Dazu dienten Einstichproben-t-Tests, welche als interessierende Variablen die fünf CTQ-Subskalen *Emotionaler Missbrauch*, *Körperlicher Missbrauch*, *Sexueller Missbrauch*, *Emotionale Vernachlässigung* und *Körperliche Vernachlässigung* verwendeten. Aufgrund signifikanter Gruppenunterschiede hinsichtlich der Variable „Alter“ wurde diese als Kovariate in die Analysen einbezogen (vgl. Unterpunkt 3.1.2.2). Um den Einfluss von Gruppeneffekten zu bestimmen, fand eine weitere Korrelationsanalyse mit der Variable „Gruppe PCSA/PnCSA = hands-on/ -off“ (Pädophile mit bzw. ohne Kindesmissbrauch) statt. Weiterhin wurde mittels einer erneuten Korrelationsanalyse mit der Variable „Standort“ der Einfluss von Standorteffekten überprüft. Da aufgrund multipler Tests die Wahrscheinlichkeit des Alpha-Fehlers und somit die fälschliche Ablehnung der Nullhypothese mit der Anzahl der Vergleiche steigt, kam eine Cluster-Extent-basierte Schwellenwertbildung zum Einsatz, welche die familienbezogene Fehlerrate (FWE) kontrolliert. Die Ergebnisse wurden mit einem initialen Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ dargestellt, clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$ sowie ein Cluster-Level-Extent-Schwellenwert (k) von 50 zusammenhängenden Voxeln verwendet.

3 Ergebnisse

3.1 Stichprobenbeschreibung und – analyse

3.1.1 Stichprobe Studie 1 und Studie 2

3.1.1.1 Stichprobenbeschreibung und Häufigkeitsverteilung von Traumata in der Kindheit

In die Analyse wurden $N = 31$ gesunde männliche Probanden der Studie 1 ($N = 16$) und Studie 2 ($N = 15$) im Alter von 18 bis 55 Jahren ($M = 26,39$ Jahre; $SD = 6,22$) aufgenommen und eine Häufigkeitsverteilung der CTQ-Werte in den einzelnen Subskalen ermittelt. Hinsichtlich der Subskala *Emotionaler Missbrauch* gaben die Probanden an, keine bzw. minimal vorliegende frühere Missbrauchserfahrungen gemacht zu haben ($M = 6,26$; $SD = 1,29$). In der Subskala *Körperlicher Missbrauch* wurden keine bzw. minimal vorliegende Erfahrungen angegeben ($M = 5,39$; $SD = 0,80$). Auch in der Subskala *Sexueller Missbrauch* konnte keine bzw. eine minimale Traumatisierung festgestellt werden ($M = 5,00$; $SD = 0,00$). In der Subskala *Emotionale Vernachlässigung* wurde eine nicht bzw. minimal erlebte Vernachlässigung angegeben ($M = 8,13$; $SD = 3,07$). In der Subskala *Körperliche Vernachlässigung* waren durchschnittlich keine bzw. minimale Erfahrungen erkennbar ($M = 6,06$; $SD = 1,79$). Somit kann festgestellt werden, dass gesunde Probanden der Studien 1 und 2 keine bzw. minimale Erfahrungen von Missbrauch oder Vernachlässigung in der Kindheit erlebt haben. Die Subskalen *Bagatellisierung/ Verleugnung* und *Inkonsistenzerfahrungen* wurden in dieser Analyse nicht betrachtet. Die Abbildung 6 gibt einen Überblick über die Häufigkeitsverteilung der CTQ-Werte in den Subskalen *Emotionaler - und Körperlicher Missbrauch* sowie *Emotionale - und Körperliche Vernachlässigung* der Studien 1 und 2.

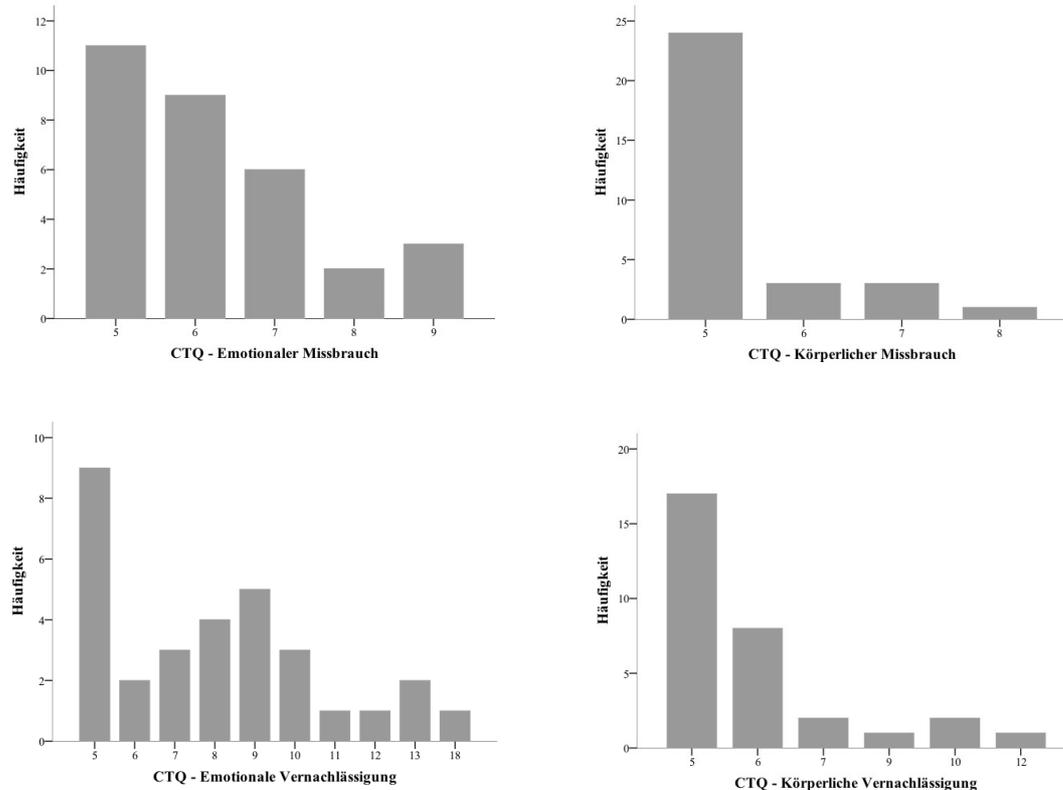


Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung für die Werte des Childhood-Trauma-Questionnaire in den Subskalen Emotionaler Missbrauch, Körperlicher Missbrauch, Emotionale Vernachlässigung und Körperliche Vernachlässigung in den Studien 1 und 2.

3.1.2 Stichprobe Studie 3

3.1.2.1 Stichprobenbeschreibung und Häufigkeitsverteilung der Gruppenzugehörigkeit

Im Rahmen der Studie 3 wurden männliche Studienteilnehmer mit pädophiler bzw. hebephiler Neigung mit bzw. ohne Kindesmissbrauch als auch teleiophiler Neigung mit Kindesmissbrauch der Experimentalgruppe sowie gesunde Probanden der Kontrollgruppe zugeordnet. In die Hauptanalyse wurden $N = 230$ Männer der Studie 3 im Alter von 18 bis 70 Jahren ($M = 36,77$ Jahre; $SD = 10,27$) aufgenommen. Die Gruppe der gesunden Kontrollprobanden (HC) bestand dabei aus $N = 82$, die Gruppe der Pädophilen mit Kindesmissbrauch (PCSA) aus $N = 46$, die Gruppe der Pädophilen ohne Kindesmissbrauch (PnCSA) aus $N = 51$ und die Gruppe der Sexualstraftäter ohne Pädophilie (CSAnP) aus $N = 19$ Studienteilnehmern. Der Extra Group wurden $N = 32$ Männer zugeordnet und aufgrund der Erfüllung oben genannter Ausschlusskriterien (vgl. Punkt 2.1.2) in den Analysen nicht berücksichtigt. Die Abbildung 7 gibt einen Überblick über die Häufigkeitsverteilung der Gruppenzugehörigkeit der Studie 3.

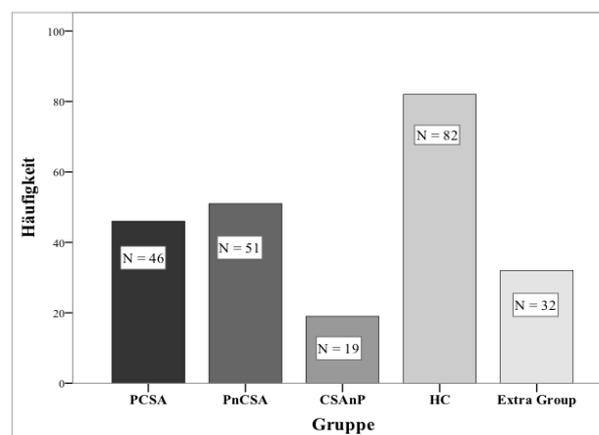


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Gruppenzugehörigkeit der Studie 3 (PCSA = Pädophile mit Kindesmissbrauch, PnCSA = Pädophile ohne Kindesmissbrauch, CSAnP = Sexualstraftäter ohne Pädophilie, HC = Gesunde Kontrollprobanden, Extra Group = Gruppe mit erfüllten Ausschlusskriterien).

3.1.2.2 Stichprobenanalyse soziodemographischer und klinischer Stichprobenmerkmale

Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über ausgewählte soziodemographische und klinische Stichprobenmerkmale der Studie 3.

Bezüglich der Variable Alter konnte festgestellt werden, dass die Gruppe der PCSA ($M = 40,96$ Jahre; $SD = 9,43$) und CSAnP ($M = 39,84$ Jahre; $SD = 12,67$) durchschnittlich älter war als die Gruppe der PnCSA ($M = 36,02$ Jahre; $SD = 9,09$) und der HC ($M = 33,70$ Jahre; $SD = 9,82$). Mithilfe einer einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) wurden zwischen den Gruppen signifikante Unterschiede hinsichtlich des Alters ($F_{3,194} = 6,118$; $p = 0,001$; $\eta^2 = 0,086$) ermittelt und durch darauf folgende Post-hoc-Tests zwischen der Gruppe der PCSA und der Gruppe der HC ($p = 0,001$) verdeutlicht. Weiterhin konnte sowohl in der Kontrollgruppe ($M = 1,24$; $SD = 0,43$) als auch in der Experimentalgruppe (PCSA: $M = 1,43$; $SD = 0,50$ / PnCSA: $M = 1,24$; $SD = 0,43$ / CSAnP: $M = 1,21$; $SD = 0,42$) im Mittel bei $N = 142$ Probanden (71,7 %) eine heterosexuelle Hauptgeschlechtsorientierung festgestellt werden. Bezüglich der Hauptaltersorientierung

wurde sowohl in der Gruppe der HC ($M = 1,00$; $SD = 0,00$) als auch in der Gruppe der CSAnP ($M = 1,00$; $SD = 0,00$) eine eindeutige teleiophile Sexualpräferenz ($N = 101$; 100,0 %) und in der Gruppe der PCSA ($M = 2,61$; $SD = 0,49$) und PnCSA ($M = 2,49$; $SD = 0,54$) eine pädophile Sexualpräferenz ($N = 54$; 55,7 %) mit hebephilen Anteilen berechnet. Darüber hinaus konnte in der Kontrollgruppe bei $N = 66$ (80,5 %) Probanden ($M = 0,20$; $SD = 0,39$) im Mittel keine klinische Störung (*SKID 1*) festgestellt werden, während in der Experimentalgruppe bei $N = 76$ (66,1 %) Probanden (PCSA: $M = 0,67$; $SD = 0,48$ / PnCSA: $M = 0,63$; $SD = 0,49$ / CSAnP: $M = 0,74$; $SD = 0,45$) eine klinische Störung beobachtet werden konnte. Am häufigsten waren depressive Störungen nach *DSM-IV* (depressive Episoden, Dysthymie und bipolare Störungen) vertreten ($N = 61$; 30,9 %). Auf deskriptiver Ebene wurde bei den Probanden mit Kindesmissbrauch kein häufigeres Auftreten von klinischen Störungen im Vergleich zu Probanden ohne Kindesmissbrauch festgestellt. Weiterhin konnten sowohl in der Kontrollgruppe ($M = 0,07$; $SD = 0,26$) als auch in der Experimentalgruppe (PCSA: $M = 0,43$; $SD = 0,50$ / PnCSA: $M = 0,41$; $SD = 0,49$ / CSAnP: $M = 0,16$; $SD = 0,38$) im Mittel bei $N = 147$ Probanden (75,0 %) keine Persönlichkeitsstörungen (*SKID 2*) erkannt werden. In den Fällen einer vorliegenden Persönlichkeitsstörung ($N = 49$; 25,0 %) waren dabei nach *DSM-IV* meist antisoziale ($N = 13$; 6,6 %), unsicher-vermeidende ($N = 13$; 6,6 %) und obsessiv-zwanghafte ($N = 13$; 6,6 %) Persönlichkeitsstörungen vertreten. Auf deskriptiver Ebene wurde bei den Probanden mit Kindesmissbrauch kein häufigeres Auftreten von Persönlichkeitsstörungen im Vergleich zu Probanden ohne Kindesmissbrauch festgestellt. In der Kontrollgruppe waren bei $N = 66$ (80,5 %) Probanden ($M = 0,19$; $SD = 0,39$) im Mittel keine psychotherapeutische/ psychiatrische Behandlung erkennbar, während in der Experimentalgruppe bei $N = 96$ (80,7 %) Probanden (PCSA: $M = 0,83$; $SD = 0,38$ / PnCSA: $M = 0,84$; $SD = 0,37$ / CSAnP: $M = 0,79$; $SD = 0,42$) eine psychotherapeutische/ psychiatrische Behandlung beobachtet werden konnte. Die Tabelle 3 gibt einen Überblick über soziodemographische und klinische Stichprobenmerkmale der Studie 3.

Maße	PCSA $N = 46$	PnCSA $N = 51$	CSAnP $N = 19$	HC $N = 82$	Statistik (p -Wert)
<i>Alter (in Jahren)</i>	$M = 40,96$ $SD = 9,43$ Range = 20 - 62	$M = 36,02$ $SD = 9,09$ Range = 22 - 54	$M = 39,84$ $SD = 12,67$ Range = 24 - 70	$M = 33,70$ $SD = 9,82$ Rang = 19 - 55	$F_{3,194} = 6,118$ $p = 0,001$
<i>Hauptgeschlechtsorientierung</i>	$M = 143$ $SD = 0,50$ $N = 26$ (56,5 %) $N = 20$ (43,5 %)	$M = 1,24$ $SD = 0,43$ $N = 39$ (76,5 %) $N = 12$ (23,5 %)	$M = 1,21$ $SD = 0,42$ $N = 15$ (78,9 %) $N = 4$ (21,1 %)	$M = 1,24$ $SD = 0,43$ $N = 62$ (75,6 %) $N = 20$ (24,4 %)	/
<i>Hauptaltersorientierung</i>	$M = 2,61$ $SD = 0,49$ $N = 0$ (0,0 %) $N = 18$ (39,1 %) $N = 28$ (60,9 %)	$M = 2,49$ $SD = 0,54$ $N = 1$ (2,0 %) $N = 24$ (47,1 %) $N = 26$ (51,0 %)	$M = 1,00$ $SD = 0,00$ $N = 19$ (100,0 %) $N = 0$ (0,0 %) $N = 0$ (0,0 %)	$M = 1,00$ $SD = 0,00$ $N = 82$ (100,0 %) $N = 0$ (0,0 %) $N = 0$ (0,0 %)	/
<i>Klinische Störung (SKID 1)</i>	$M = 0,67$ $SD = 0,48$ $N = 15$ (32,6 %) $N = 30$ (65,2 %) $N = 1$ (2,2 %)	$M = 0,63$ $SD = 0,49$ $N = 19$ (37,3 %) $N = 32$ (62,7 %) $N = 0$ (0,0 %)	$M = 0,74$ $SD = 0,45$ $N = 5$ (26,3 %) $N = 14$ (73,7 %) $N = 0$ (0,0 %)	$M = 0,20$ $SD = 0,39$ $N = 66$ (80,5 %) $N = 16$ (19,5 %) $N = 0$ (0,0 %)	/

Maße	PCSA N = 46	PnCSA N = 51	CSAnP N = 19	HC N = 82	Statistik (p-Wert)
<i>Klinische Störung (DSM-IV)</i>					/
Depressive Störungen	N = 19	N = 27	N = 8	N = 7	
Angststörungen	N = 14	N = 12	N = 1	N = 7	
Substanzmissbrauch/ -abhängigkeit	N = 15	N = 13	N = 7	N = 2	
Essstörung	N = 2	N = 2	N = 0	N = 1	
Zwangsstörung	N = 0	N = 3	N = 0	N = 3	
Somatisierungsstörung	N = 2	N = 1	N = 0	N = 0	
Posttraumatische Belastungsstörung	N = 0	N = 0	N = 1	N = 0	
Psychotische Störung	N = 0	N = 1	N = 0	N = 0	
<i>Persönlichkeitsstörung (SKID 2)</i>					/
	M = 0,43 SD = 0,50	M = 0,41 SD = 0,49	M = 0,16 SD = 0,38	M = 0,07 SD = 0,26	
Nein	N = 25 (54,3 %)	N = 30 (58,8 %)	N = 16 (84,2 %)	N = 76 (92,7 %)	
Ja	N = 19 (41,3 %)	N = 21 (41,2 %)	N = 3 (15,8 %)	N = 6 (7,3 %)	
(Fehlend)	N = 2 (4,3 %)	N = 0 (0,0 %)	N = 0 (0,0 %)	N = 0 (0,0 %)	
<i>Persönlichkeitsstörung (DSM-IV)</i>					/
Antisozial	N = 5	N = 1	N = 4	N = 3	
Unsicher-Vermeidend	N = 3	N = 8	N = 1	N = 1	
Abhängig	N = 0	N = 1	N = 0	N = 0	
Borderline	N = 3	N = 3	N = 0	N = 0	
Obsessive-zwanghaft	N = 3	N = 7	N = 0	N = 3	
Narzistisch	N = 4	N = 3	N = 0	N = 0	
Schizoid	N = 1	N = 1	N = 0	N = 0	
Schizotypisch	N = 0	N = 1	N = 0	N = 0	
Paranoid	N = 0	N = 1	N = 1	N = 0	
Nicht näher bezeichnet	N = 0	N = 7	N = 2	N = 0	
<i>Psychotherapeutische/ Psychiatrische Behandlung</i>					/
	M = 0,83 SD = 0,38	M = 0,84 SD = 0,37	M = 0,79 SD = 0,42	M = 0,19 SD = 0,39	
Nein	N = 8 (17,4 %)	N = 8 (15,7 %)	N = 4 (21,1 %)	N = 66 (80,5 %)	
Ja	N = 38 (82,6 %)	N = 43 (84,3 %)	N = 15 (78,9 %)	N = 15 (18,3 %)	
(Fehlend)	N = 0 (0,0 %)	N = 0 (0,0 %)	N = 0 (0,0 %)	N = 1 (1,2 %)	

Tabelle 3: Soziodemographische und klinische Stichprobenmerkmale der Studie 3 (PCSA = Pädophile mit Kindesmissbrauch, PnCSA = Pädophile ohne Kindesmissbrauch, CSAnP = Sexualstraftäter ohne Pädophilie, HC = Gesunde Kontrollprobanden; SKID 1 = Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV, Achse I: Psychische Störungen; SKID 2 = Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV, Achse II: Persönlichkeitsstörungen; DSM-IV = Diagnostisches und Statistisches Manual Psychischer Störungen, 4.Revision).

3.2 Behaviorale Daten

3.2.1 Studien 1 und 2

3.2.1.2 Pearson – Korrelation der Formen von Traumata in der Kindheit

Die Durchführung der Pearson-Korrelationen zur Untersuchung möglicher Zusammenhänge der verschiedenen Formen von Kindheitstraumata anhand der Skalen des CTQ bei gesunden Probanden in den Studien 1 und 2 ergab, dass nur die Skalen *Emotionaler Missbrauch* und *Emotionale Vernachlässigung* ($p \leq 0,001$) sowie *Emotionale Vernachlässigung* und *Körperliche Vernachlässigung* ($p < 0,05$) signifikant miteinander korreliert waren. Dabei konnte eine mittelstarke Korrelation zwischen den Skalen *Emotionaler Missbrauch* und *Emotionale Vernachlässigung* ($r = 0,56$) und eine schwächere Korrelation zwischen den Skalen *Emotionale Vernachlässigung* und *Körperliche Vernachlässigung* ($r = 0,39$) festgestellt werden.

3.2.2 Studie 3

3.2.2.1 Pearson – Korrelation der Formen von Traumata in der Kindheit

Bei der Durchführung der Pearson-Korrelationen zur Untersuchung möglicher Korrelationen der verschiedenen Formen von Kindheitstraumata anhand der Skalen des CTQ bei gesunden Studienteilnehmern und Probanden mit höherem Risiko für Traumatisierung der Studie 3 konnte festgestellt werden, dass alle

Formen des Missbrauchs signifikant miteinander korreliert waren ($p < 0,05$). Die stärksten Korrelationen konnten dabei zwischen den Skalen *Emotionaler Missbrauch* und *Körperlicher Missbrauch* ($r = 0,67$), den Skalen *Emotionaler Missbrauch* und *Emotionale Vernachlässigung* ($r = 0,67$), den Skalen *Emotionale Vernachlässigung* und *Körperliche Vernachlässigung* ($r = 0,61$), den Skalen *Emotionaler Missbrauch* und *Körperliche Vernachlässigung* ($r = 0,52$) und den Skalen *Emotionale Vernachlässigung* und *Körperlicher Missbrauch* ($r = 0,51$) entdeckt werden. Eine schwache bis mittelstarke Korrelation konnte zwischen den Skalen *Sexueller Missbrauch* und *Körperliche Vernachlässigung* ($r = 0,44$) ermittelt werden. Die schwächsten Korrelationen waren zwischen den Skalen *Sexueller Missbrauch* und *Körperliche Vernachlässigung* ($r = 0,16$), den Skalen *Sexueller Missbrauch* und *Emotionale Vernachlässigung* ($r = 0,16$) und den Skalen *Sexueller Missbrauch* und *Emotionaler Missbrauch* ($r = 0,29$) zu beobachten.

3.2.2.2 Einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) mit Traumata in der Kindheit

Bei der Durchführung der einfaktoriellen ANOVA konnte bezüglich der Selbsteinschätzung der erfahrenen Kindheitstraumata durch die Studienteilnehmer der Studie 3 in den Subskalen *Emotionaler Missbrauch*, *Körperlicher Missbrauch*, *Sexueller Missbrauch* und *Emotionale Vernachlässigung* des CTQ ein signifikanter Haupteffekt zwischen den Gruppen PCSA, PnCSA, CSAnP und HC mit einem Signifikanzlevel von $p \leq 0,001$ festgestellt werden, wogegen in der Subskala *Körperliche Vernachlässigung* keine signifikanten Gruppenunterschiede zu beobachten waren. Durchgeführte Post-hoc-Tests verdeutlichen, zwischen welchen Gruppen signifikante Unterschiede hinsichtlich der CTQ-Skalen bestehen. Fortfolgend werden in der Tabelle 4 die Gruppenunterschiede der Studienteilnehmer von Studie 3 hinsichtlich erfahrener Kindheitstraumata dargestellt und die Differenzen zwischen den Mittelwerten, Standardfehler und die jeweiligen Signifikanzniveaus der betrachteten Gruppen detailliert ausgewiesen.

CTQ-Skala	Gruppenzugehörigkeit (I)	Gruppenzugehörigkeit (J)	Mittlere Differenz (I - J)	Standardfehler	Signifikanz (P)
<i>Emotionaler Missbrauch</i>	HC	PCSA	-3,650	0,755	< 0,001
		PnCSA	-2,643	0,731	= 0,002
		CSAnP	-4,728	1,043	< 0,001
<i>Körperlicher Missbrauch</i>	HC	PCSA	-2,354	0,543	< 0,001
		CSAnP	-3,527	0,749	< 0,001
	PnCSA	CSAnP	-2,153	0,792	= 0,043
<i>Sexueller Missbrauch</i>	HC	PCSA	-2,918	0,621	< 0,001
		CSAnP	-4,428	0,858	< 0,001
	PnCSA	CSAnP	-3,272	0,906	= 0,002
<i>Emotionale Vernachlässigung</i>	HC	PCSA	-3,803	0,753	< 0,001
		PnCSA	-2,448	0,729	= 0,006
		CSAnP	-3,217	1,041	= 0,014

Tabelle 4: Darstellung der Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVA hinsichtlich Kindheitstraumata der Studie 3 in den Subskalen des Childhood Trauma Questionnaire (ANOVA = Varianzanalyse, PCSA = Pädophile mit Kindesmissbrauch, PnCSA = Pädophile ohne Kindesmissbrauch, CSAnP = Sexualstraftäter ohne Pädophilie, HC = Gesunde Kontrollprobanden; Gruppenzugehörigkeit (I) und Gruppenzugehörigkeit (J): Vergleich beider Gruppen hinsichtlich CTQ-Subskala, Mittlere Differenz (I - J): Differenz zwischen den Mittelwerten aus Gruppenzugehörigkeit I und Gruppenzugehörigkeit J).

Hinsichtlich der Skala *Missbrauch* konnten in der Subskala *Emotionaler Missbrauch* ($F_{3,194} = 12,227$;

$p < 0,001$; $\eta^2 = 0,159$) signifikante Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und der Experimentalgruppe festgestellt werden. Für die Experimentalgruppe wurden durchschnittlich geringe bis mäßige Erfahrungen von emotionalem Missbrauch in der Vergangenheit ermittelt (PCSA: $M = 10,87$; $SD = 4,84$ / PnCSA: $M = 9,86$; $SD = 4,29$ / CSAnP: $M = 11,95$; $SD = 4,02$). Demgegenüber konnten bei der Kontrollgruppe im Durchschnitt keine bzw. minimal vorliegende und somit weniger frühere emotionale Missbrauchserfahrungen als bei der Experimentalgruppe festgestellt werden ($M = 7,22$; $SD = 3,49$).

In der Subskala *Körperlicher Missbrauch* ($F_{3,194} = 10,891$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,144$) zeigten sich ebenso signifikante Gruppenunterschiede. Dahingehend konnte bei der Kontrollgruppe ein geringerer CTQ-Wert ($M = 5,84$; $SD = 2,15$) als bei der Gruppe der PCSA ($M = 8,19$; $SD = 3,77$) und der CSAnP ($M = 9,37$; $SD = 3,70$) ermittelt werden. Die Kontrollgruppe gab demzufolge an, keine bzw. minimal vorliegende frühere Erfahrungen von körperlichem Missbrauch gemacht zu haben, während bei den Gruppen der PCSA und CSAnP durchschnittlich geringe bis mäßige Erfahrungen von körperlichem Missbrauch in der Vergangenheit feststellbar waren. Demgegenüber berichtete auch die Gruppe der PnCSA ($M = 7,22$; $SD = 2,91$) keine bzw. minimal vorliegende frühere Erfahrungen von körperlichem Missbrauch erfahren zu haben. Ein signifikanter Gruppenunterschied zwischen HC und PnCSA konnte in dieser Subskala aber nicht ermittelt werden. Jedoch fand sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen PnCSA und CSAnP. Für die Subskala *Körperlicher Missbrauch* war somit zusammenfassend festzustellen, dass gesunde Kontrollpersonen weniger Erfahrungen von körperlichem Missbrauch in Kindheit oder Jugend gemacht haben als Pädophile mit Kindesmissbrauch und Sexualstraftäter ohne pädophile Neigungen. Außerdem war erkennbar, dass Pädophile ohne Kindesmissbrauch weniger körperliche Missbrauchserfahrungen erlebt haben als Sexualstraftäter ohne pädophile Neigungen.

In der Subskala *Sexueller Missbrauch* ($F_{3,194} = 13,034$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,168$) konnten ebenso wie in der Subskala *Körperlicher Missbrauch* signifikante Gruppenunterschiede zwischen HC und PCSA sowie CSAnP festgestellt werden. So gaben gesunde Kontrollpersonen an, keine bzw. minimale und somit weniger vorliegende Erfahrungen sexuellen Missbrauchs gemacht zu haben ($M = 5,26$; $SD = 1,16$) als die Gruppe der PCSA ($M = 8,17$; $SD = 4,82$) und der CSAnP ($M = 9,68$; $SD = 5,68$), welche mäßige bis schwere Erfahrungen von sexuellem Missbrauch schilderten. Demgegenüber hatte die Gruppe der PnCSA ($M = 6,41$; $SD = 3,06$) geringe bis mäßige sexuelle Missbrauchserfahrungen gemacht. Jedoch konnte auch hier kein signifikanter Gruppenunterschied zwischen HC und PnCSA ermittelt werden. Es konnten aber signifikante Gruppenunterschiede zwischen PnCSA und CSAnP ermittelt werden. So gaben Pädophile ohne Kindesmissbrauch an, weniger sexuellen Missbrauch als Kind bzw. Jugendlicher erfahren zu haben als Sexualstraftäter ohne pädophile Neigungen. In der Subskala *Sexueller Missbrauch* konnte zusammenfassend festgestellt werden, dass in der Experimentalgruppe im Durchschnitt höhere Traumatisierungswerte als in der Kontrollgruppe vorlagen.

Hinsichtlich der Skala Vernachlässigung waren in der Subskala *Emotionale Vernachlässigung* ($F_{3,194} = 10,165$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,136$) wiederum signifikante Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und der Experimentalgruppe erkennbar. So hatten HC einen deutlich geringeren CTQ-Wert ($M = 9,41$;

$SD = 3,92$) als PCSA ($M = 13,22$; $SD = 3,79$), PnCSA ($M = 11,86$; $SD = 4,32$) und CSAnP ($M = 12,63$; $SD = 4,81$). Dementsprechend schilderten gesunde Kontrollpersonen, keine bzw. minimal vorliegende Erfahrungen hinsichtlich emotionaler Vernachlässigung gemacht zu haben, während die Experimentalgruppe durchschnittlich geringe bis mäßige Erfahrungen emotionaler Vernachlässigung in der Vergangenheit aufwies. In der Subskala *Emotionale Vernachlässigung* konnte zusammenfassend festgestellt werden, dass die Kontrollpersonen weniger emotionale Vernachlässigung in der Kindheit oder Jugend erfahren haben als Studienteilnehmer der Experimentalgruppe. Fortfolgend werden in der Abbildung 8 signifikante Gruppenunterschiede der Studienteilnehmer von Studie 3 hinsichtlich erfahrener Kindheitstraumata in den oben beschriebenen CTQ-Subskalen detailliert dargestellt.

Die Subskalen *Bagatellisierung/ Verleugnung* und *Inkonsistenzerfahrungen* wurden in der vorliegenden Analyse nicht betrachtet.

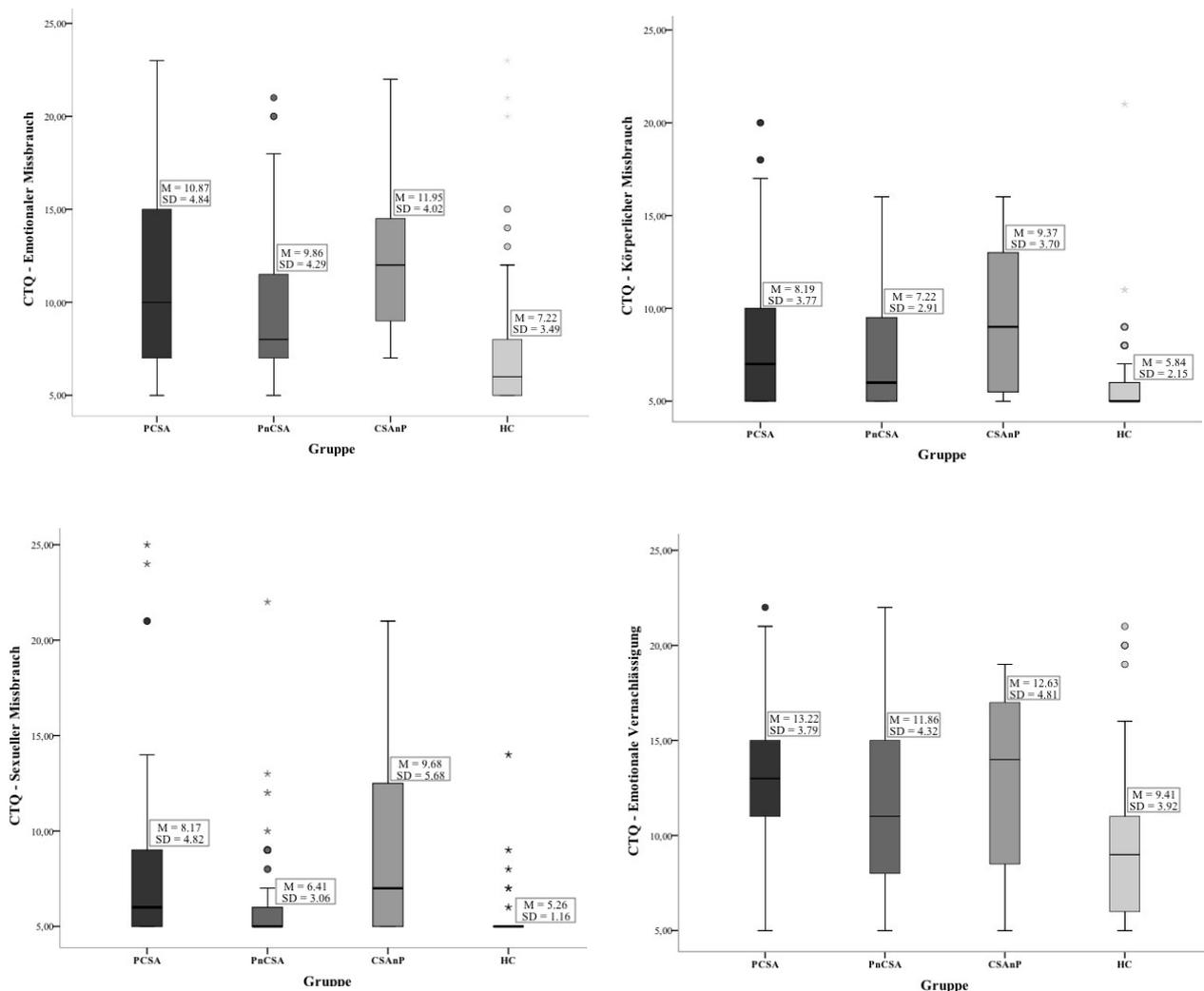


Abbildung 8: Detaillierte Darstellung signifikanter Gruppenunterschiede hinsichtlich Kindheitstraumata in den CTQ-Subskalen Emotionaler Missbrauch, Körperlicher Missbrauch, Sexueller Missbrauch und Emotionale Vernachlässigung der Studie 3 (PCSA = Pädophile mit Kindesmissbrauch, PnCSA = Pädophile ohne Kindesmissbrauch, CSAnP = Sexualstraftäter ohne Pädophilie, HC = Gesunde Kontrollprobanden).

3.3 Neuronale Daten

3.3.1 Studien 1 und 2 – 7 Tesla rs fMRT

3.3.1.1 Korrelationsanalysen mit Traumata in der Kindheit

1) Funktionelle Konnektivität Dorsaler anteriorer cingulärer Kortex – Rechter dorsomedialer Präfrontalkortex

Es konnte eine verstärkte funktionelle Konnektivität des dorsalen anterioren cingulären Cortex (dACC) (BA 32) in Richtung des rechten dorsomedialen Präfrontalkortex (dmPFC) (BA 8), im Speziellen des rechten superioren medialen Gyrus, ($x = 14, y = 56, z = 36$) festgestellt werden, welche positiv mit CTQ-Werten der Subskala *Emotionale Vernachlässigung* bei gesunden Probanden korreliert war ($p < 0,001$; Target cluster (k) = 2165 Voxel, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).

2) Funktionelle Konnektivität Rechte Amygdala – Rechter dorsolateraler Präfrontalkortex

Es konnte eine verstärkte funktionelle Konnektivität der rechten Amygdala in Richtung des rechten dorsolateralen Präfrontalkortex (dlPFC) (BA 9/46), im Speziellen des rechten mittleren frontalen Gyrus (engl. right middle frontal gyrus, MFG) ($x = 36, y = 46, z = 10$) festgestellt werden, welche mit vermehrt erfahrener körperlicher Missbrauch gesunder Probanden in der Kindheit korreliert war ($p = 0,011$; $k = 155$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$). Die Abbildung 9 stellt die funktionellen Konnektivitäten des dACC bzw. der rechten Amygdala mit Trauma assoziierten Hirnregionen bei gesunden Probanden dar.

1) Funktionelle Konnektivität Dorsaler anteriorer cingulärer Kortex – Rechter dorsomedialer Präfrontalkortex

2) Funktionelle Konnektivität Rechte Amygdala – Rechter dorsolateraler Präfrontalkortex

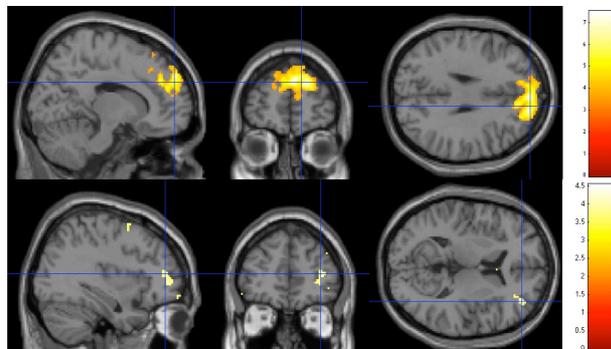


Abbildung 9: Funktionelle Konnektivitäten des dorsalen anterioren cingulären Kortex bzw. der rechten Amygdala mit Trauma assoziierten Gehirnregionen bei gesunden Probanden.

In den Korrelationsanalysen zeigte sich eine

- 1) verstärkte funktionelle Konnektivität zwischen dem dorsalen anterioren cingulären Cortex und dem rechten dorsomedialen Präfrontalkortex/rechter superiorer medialer Gyrus in der CTQ-Subskala *Emotionale Vernachlässigung* ($x = 14, y = 56, z = 36$; $p < 0,001$; $k = 2165$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).
- 2) verstärkte funktionelle Konnektivität zwischen der rechten Amygdala und dem rechten dorsolateralen Präfrontalkortex/rechten mittleren frontalen Gyrus in der CTQ-Subskala *Körperlicher Missbrauch* ($x = 36, y = 46, z = 10$; $p = 0,011$; $k = 155$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).

3.3.1.2 Korrelationsanalysen der Amygdalakerne mit Traumata in der Kindheit

1) Funktionelle Konnektivität Rechter basolateraler Amygdalakern – Rechter dorsolateraler Präfrontalkortex

Es konnte eine verstärkte funktionelle Konnektivität des rechten basolateralen Amygdala-Kerns (r BLA) in Richtung des rechten dorsolateralen Präfrontalkortex (BA 9/46), im Speziellen des rechten mittleren frontalen Gyrus ($x = 34, y = 42, z = 8$) beobachtet werden, welche positiv mit CTQ-Werten der Subskala *Körperlicher Missbrauch* bei gesunden Probanden korreliert war ($p = 0,051; k = 108$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).

2) Funktionelle Konnektivität Rechter basolateraler Amygdalakern – Linker Orbitofrontaler Kortex

Es konnte weiterhin eine verstärkte funktionelle Konnektivität des rechten basolateralen Amygdala-Kerns in Richtung des linken orbitofrontalen Kortex (OFC) (BA 11), im Speziellen des linken mittleren orbitalen Gyrus, (engl. left middle orbital gyrus, MiOG; $x = -32, y = 40, z = 0$) festgestellt werden, welche mit vermehrt erfahrenem körperlichen Missbrauch in der Kindheit korreliert war ($p = 0,002; k = 199$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).

3) Funktionelle Konnektivität Linker basolateraler Amygdalakern – Linker superiorer temporaler Gyrus

Bezüglich des linken basolateralen Amygdala-Kerns (l BLA) konnte festgestellt werden, dass vermehrte Erfahrungen körperlichen Missbrauchs mit einer verminderten rsFC in Richtung des linken superioren temporalen Gyrus (STG) (BA 38/22) ($x = -64, y = -36, z = 20$) korreliert und somit mit einer stärkeren Amygdala-Diskonnektivität zu dieser Gehirnregion assoziiert waren ($p = 0,015; k = 150$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).

4) Funktionelle Konnektivität Linker basolateraler Amygdalakern – Rechter Gyrus calcarinus

Bezüglich des linken basolateralen Amygdala-Kerns konnte festgestellt werden, dass vermehrte Erfahrungen emotionalen Missbrauchs gesunder Probanden mit einer verminderten rsFC in Richtung des rechten Gyrus calcarinus (BA 17) ($x = 14, y = -76, z = 20$) korreliert und somit mit einer stärkeren Amygdala-Diskonnektivität zu dieser Gehirnregion assoziiert waren ($p = 0,000; k = 393$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$). Die Abbildung 10 stellt die funktionellen Konnektivitäten des rechten bzw. linken basolateralen Amygdala-Kerns mit Trauma assoziierten Hirnregionen bei gesunden Probanden dar.

1) Funktionelle Konnektivität Rechter basolateraler Amygdalakern – Rechter dorsolateraler Präfrontalkortex

2) Funktionelle Konnektivität Rechter basolateraler Amygdalakern – Linker Orbitofrontaler Kortex

3) Funktionelle Konnektivität Linker basolateraler Amygdalakern – Linker superiorer temporaler Gyrus

4) Funktionelle Konnektivität Linker basolateraler Amygdalakern – Rechter Gyrus calcarinus

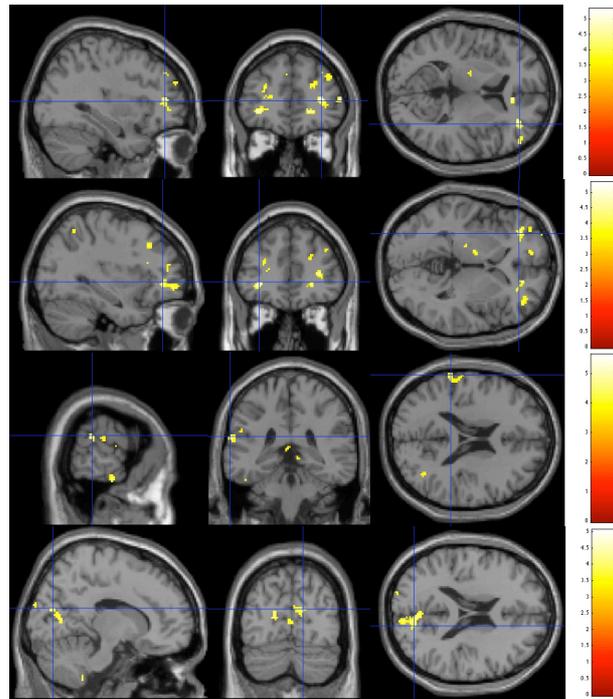


Abbildung 10: Funktionelle Konnektivitäten des linken bzw. rechten basolateralen Amygdala-Kerns mit Trauma assoziierten Gehirnregionen bei gesunden Probanden.

In den Korrelationsanalysen zeigte sich eine

- 1) verstärkte funktionelle Konnektivität zwischen dem rechten basolateralen Amygdala-Kern und dem rechten dorsolateralen Präfrontalkortex/ rechten mittleren frontalen Gyrus in der CTQ-Subskala Körperlicher Missbrauch ($x = 34, y = 42, z = 8$; $p = 0,051$; $k = 108$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).
- 2) verstärkte funktionelle Konnektivität zwischen dem rechten basolateralen Amygdala-Kern und dem linken orbitofrontalen Kortex/ linken mittleren orbitalen Gyrus in der CTQ-Subskala Körperlicher Missbrauch ($x = -32, y = 40, z = 0$; $p = 0,002$; $k = 199$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).
- 3) verstärkte Diskonnektivität zwischen dem linken basolateralen Amygdala-Kern und dem linken superioren temporalen Gyrus in der CTQ-Subskala Körperlicher Missbrauch ($x = -64, y = -36, z = 20$; $p = 0,015$; $k = 150$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).
- 4) verstärkte Diskonnektivität zwischen dem linken basolateralen Amygdala-Kern und dem rechten Gyrus calcarinus in der CTQ-Subskala Emotionaler Missbrauch ($x = 14, y = -76, z = 20$; $p = 0,000$, $k = 393$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).

3.3.1.3 Zusammenfassung der Ergebnisse der 7 Tesla rs fMRT-Daten

Zusammenfassend konnte im 7 Tesla rs fMRT gesunder Probanden eine signifikant verstärkte rsFC des dACC in Richtung des dmPFC, im Speziellen mit dem rechten superioren medialen Gyrus, festgestellt werden, welche positiv mit Erfahrungen emotionaler Vernachlässigung korreliert war. Weiterhin konnte eine verstärkte rsFC zwischen der rechten Amygdala und dem dlPFC, im Speziellen mit dem rechten mittleren frontalen Gyrus, festgestellt werden, welche positiv mit vermehrten Berichten über körperlichen Missbrauch korreliert war. Auf Amygdalakern-Ebene konnte zudem eine verstärkte funktionelle Konnektivität des rechten BLA in Richtung des dlPFC, im Speziellen des rechten mittleren frontalen Gyrus, festgestellt werden, welche positiv korreliert war mit Erfahrungen körperlichen Missbrauchs. Damit konnte das Ergebnis der verstärkten rsFC zwischen der rechten Amygdala und dem dlPFC, im Speziellen des rechten mittleren frontalen Gyrus, auf Amygdala-Gesamtebene bestätigt werden, welches auch positiv mit vermehrten Berichten über körperlichen Missbrauch korreliert war (vgl. Kapitel 3.3.1.1, 2)). Die Abbildung 11 stellt zur besseren Übersicht noch einmal beide Ergebnisse zusammen dar. Weiterhin konnte eine verstärkte rsFC des rechten BLA in Richtung des OFC, im Speziellen mit dem linken mittleren orbitalen Gyrus, festgestellt

werden, welche auch mit vermehrt erfahrener körperlicher Misshandlung in der Kindheit korreliert war. Bezüglich des linken BLA konnte dagegen festgestellt werden, dass vermehrte Erfahrungen körperlichen bzw. emotionalen Missbrauchs mit einer verminderten rsFC in Richtung des linken STG sowie des rechten Gyrus calcarinus korreliert und somit mit einer stärkeren Amygdala-Diskonnektivität zu diesen Gehirnregionen assoziiert waren.

1) Funktionelle Konnektivität Rechter basolateraler Amygdalakern – Rechter dorsolateraler Präfrontalkortex (Amygdalakern-Ebene)

2) Funktionelle Konnektivität Rechte Amygdala – Rechter dorsolateraler Präfrontalkortex (Amygdala-Gesamtebene)

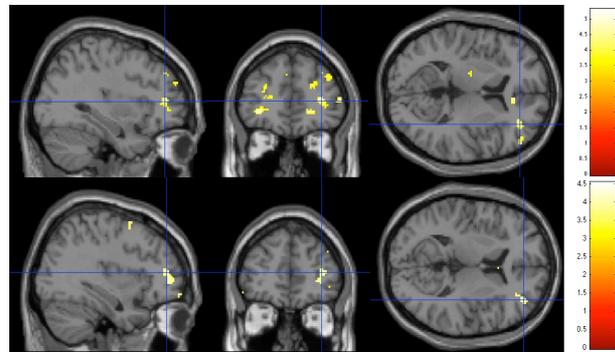


Abbildung 11: Funktionelle Konnektivitäten auf Amygdalakern-Ebene und Amygdala-Gesamtebene mit Trauma assoziierten Gehirnregionen bei gesunden Probanden.

In den Korrelationsanalysen zeigte sich eine

- 1) verstärkte funktionelle Konnektivität zwischen dem rechten basolateralen Amygdala-Kern und dem rechten dorsolateralen Präfrontalkortex/ rechten mittleren frontalen Gyrus in der CTQ-Subskala Körperlicher Missbrauch ($x = 34, y = 42, z = 8$; $p = 0,051$; $k = 108$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).
- 2) verstärkte funktionelle Konnektivität zwischen der rechten Amygdala und dem rechten dorsolateralen Präfrontalkortex/ rechten mittleren frontalen Gyrus in der CTQ-Subskala Körperlicher Missbrauch ($x = 36, y = 46, z = 10$; $p = 0,011$; $k = 155$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).

3.3.2 Studie 3 – 3 Tesla rs fMRT

3.3.2.1 Gruppenvergleiche

1) Pädophile mit Kindesmissbrauch vs. Pädophile ohne Kindesmissbrauch

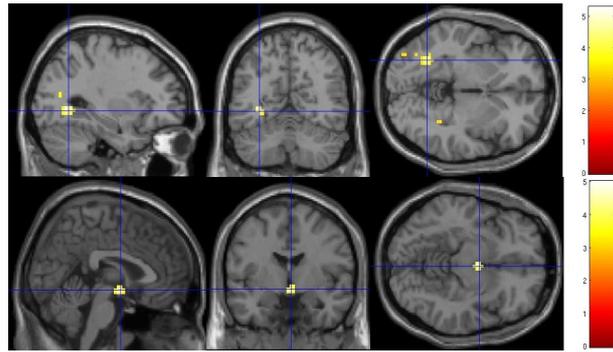
In den Second-Level-Gruppen-Analysen zeigte die Gruppe der PCSA im Vergleich zu der Gruppe der PnCSA eine signifikant verstärkte rsFC zwischen dem vmPFC (BA 10) und dem linken fusiformen Gyrus (BA 37) ($x = -30, y = -60, z = -3$), ($p = 0,022$; $k = 36$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$). Um den Einfluss von Standort-Effekten zu bestimmen, wurde eine weitere Korrelationsanalyse mit der Variable “Standort” durchgeführt. Auch darin konnte eine im Vergleich zu der Gruppe der PnCSA signifikant verstärkte funktionelle Konnektivität im rsFC zwischen dem vmPFC und dem linken fusiformen Gyrus ($x = -30, y = -60, z = -3$) festgestellt werden ($p = 0,015$; $k = 65$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).

2) Gesunde Kontrollprobanden vs. Pädophile mit Kindesmissbrauch

Währenddessen konnte in der Gruppe der HC eine signifikant verminderte rsFC zwischen dem PCC und dem Hypothalamus (pars mammilaria) ($x = 3, y = -3, z = -9$) im Vergleich zu der Gruppe der PCSA festgestellt werden ($p = 0,037$; $k = 18$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$). In der Abbildung 12 werden die Gruppenvergleiche hinsichtlich signifikanter Unterschiede der funktionellen Konnektivitäten bei gesunden Probanden und pädophilen Probanden dargestellt. Um den Einfluss von Standort-Effekten zu bestimmen, wurde eine weitere Korrelationsanalyse

mit der Variable "Standort" durchgeführt. Darin konnten keine signifikanten Ergebnisse festgestellt werden.

1) $PCSA > PnCSA$



2) $HC < PCSA$

Abbildung 12: Gruppenvergleiche hinsichtlich signifikanter Unterschiede der funktionellen Konnektivitäten bei gesunden Probanden und pädophilen Probanden.

- 1) Die Gruppe der Pädophilen mit Kindesmissbrauch (PCSA) zeigte im Vergleich zur Gruppe der Pädophilen ohne Kindesmissbrauch (PnCSA) eine verstärkte funktionelle Konnektivität zwischen dem ventromedialen Präfrontalkortex (vmPFC) und dem linken fusiformen Gyrus ($x = -30, y = -60, z = -3; p = 0,022; k = 36$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).
- 2) Die Gruppe der gesunden Probanden (HC) zeigte im Vergleich zur Gruppe der Pädophilen mit Kindesmissbrauch (PCSA) eine verminderte funktionelle Konnektivität zwischen dem posterioren cingulären Kortex (PCC) und dem Hypothalamus (pars mammillaria) ($x = 3, y = -3, z = -9; p = 0,037; k = 18$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).

3.3.2.2 Korrelationsanalysen mit Traumata in der Kindheit

1) Funktionelle Konnektivität Linke Amygdala – Linker frontaler posterior-medialer Gyrus in der Gruppe aller Pädophilen

Bezüglich der linken Amygdala konnte dagegen in den Second-Level-Korrelationsanalysen festgestellt werden, dass vermehrte Erfahrungen emotionalen Missbrauchs in der Gruppe aller Pädophilen mit bzw. ohne Kindesmissbrauch (AIP), mit einer verminderten rsFC in Richtung des linken frontalen posterior-medialen Gyrus (engl. posterior medial frontal Gyrus, pMFG) (BA 8/9) ($x = -6, y = 0, z = 72$) korreliert und somit mit einer stärkeren Amygdala-Diskonnektivität zu dieser Gehirnregion assoziiert waren ($p = 0,000; k = 3199$; initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$). Um den Einfluss von Gruppeneffekten zu bestimmen, wurde eine weitere Korrelationsanalyse mit der Variable „Gruppe $PCSA/PnCSA = hands-on/ -off$ “ durchgeführt. Darin konnte eine verminderte rsFC der linken Amygdala in Richtung des linken inferioren frontalen Gyrus (IFG) (p. Orbitalis) ($x = -39, y = 21, z = -9$) in der Gruppe der AIP festgestellt werden, welche mit Erfahrungen von emotionalem Missbrauch korreliert war ($p = 0,000; k = 5977$; initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$). Darüber hinaus konnte eine verminderte rsFC der linken Amygdala in Richtung des rechten ACC ($x = 6, y = 45, z = 27$) festgestellt werden, welche mit Erfahrungen von emotionalem Missbrauch korreliert war ($p = 0,000; k = 555$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$). Außerdem konnte eine verminderte funktionelle Konnektivität der linken Amygdala in Richtung des Lobulus 1 IV (Hem) des Kleinhirnes ($x = 21, y = -36, z = -24$) festgestellt werden, welche mit Erfahrungen von emotionalem Missbrauch korreliert war ($p = 0,000; k = 170$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$). Weiterhin wurde der Einfluss von Standorteffekten überprüft. Dafür

wurde eine erneute Korrelationsanalyse mit der Variable „Standort“ angewendet. Auch darin konnte eine verminderte funktionelle Konnektivität der linken Amygdala in Richtung des linken IFG (p. Orbitalis) ($x = -39, y = 21, z = -9$) in der Gruppe der AllP festgestellt werden, welche mit Erfahrungen von emotionalem Missbrauch korreliert war ($p = 0,000; k = 248$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$). Darüber hinaus konnte eine verminderte rsFC der linken Amygdala in Richtung des rechten ACC ($x = 6, y = 45, z = 27$) ermittelt werden, welche mit Erfahrungen von emotionalem Missbrauch korreliert war ($p = 0,000; k = 500$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$). Weiterhin konnte eine verminderte funktionelle Konnektivität der linken Amygdala in Richtung des linken präzentralen Gyrus ($x = -39, y = -6, z = 60$) festgestellt werden, welche mit Erfahrungen von emotionalem Missbrauch korreliert war ($p = 0,000; k = 320$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).

2) Funktionelle Konnektivität Linke Amygdala – Linker superiorer frontaler Gyrus in der Gruppe aller Pädophilen

Bezüglich der linken Amygdala konnte zudem festgestellt werden, dass vermehrte Erfahrungen emotionaler Vernachlässigung in der Gruppe der AllP mit einer verminderten rsFC in Richtung des linken superioren frontalen Gyrus (engl. superior frontal gyrus, SFG) (BA 9) ($x = -15, y = -3, z = 75$) korreliert und somit mit einer stärkeren Amygdala-Diskonnektivität zu dieser Gehirnregion assoziiert waren ($p = 0,005; k = 108$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$). Um den Einfluss von Gruppeneffekten zu bestimmen, wurde eine weitere Korrelationsanalyse mit der Variablen „Gruppe PCSA/PnCSA = hands-on/ -off“ durchgeführt. Darin konnte eine verminderte rsFC der linken Amygdala in Richtung des linken superioren frontalen Gyrus ($x = -15, y = -3, z = 75$) in der Gruppe der AllP festgestellt werden, welche mit Erfahrungen einer emotionalen Vernachlässigung korreliert war ($p = 0,002; k = 131$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$). Darüber hinaus konnte eine verminderte rsFC der linken Amygdala in Richtung des linken Precuneus ($x = -6, y = -60, z = 63$) ermittelt werden, welche mit Erfahrungen einer emotionalen Vernachlässigung korreliert war ($p = 0,000; k = 303$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$). Außerdem wurde der Einfluss von Standorteffekten mittels einer erneuten Korrelationsanalyse mit der Variablen „Standort“ überprüft. Auch darin konnte eine verminderte rsFC der linken Amygdala in Richtung des linken Precuneus ($x = -6, y = -60, z = 63$) festgestellt werden, welche mit Erfahrungen emotionaler Vernachlässigung korreliert war ($p = 0,000; k = 145$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).

3) Funktionelle Konnektivität Linke Amygdala – Linker inferiorer frontaler Gyrus in Sexualstraftätern ohne pädophile Neigungen

Darüber hinaus konnte ermittelt werden, dass die linke Amygdala eine verstärkte rsFC hinsichtlich des linken inferioren frontalen Gyrus (IFG, p. Orbitalis) (BA 47/12) ($x = -21, y = 24, z = -15$) im Zusammenhang mit häufiger in der Kindheit erfahrenem körperlichen Missbrauch in der Gruppe der CSAnP aufwies ($p = 0,018$;

$k = 10$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).

4) Funktionelle Konnektivität Rechte Amygdala – Rechter inferiorer parietaler Lobulus in Sexualstraftätern ohne pädophile Neigungen

Es konnte außerdem eine verstärkte funktionelle Konnektivität der rechten Amygdala in Richtung des rechten inferioren parietalen Lobulus (IPL, area Pga) (BA 40/44) ($x = 54, y = -60, z = 27$) festgestellt werden, welche positiv mit CTQ-Werten der Subskala Körperlicher Missbrauch in der Gruppe der CSAnP korreliert war ($p = 0,000$; $k = 116$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$). Die in der Abbildung 13 hervorgehobenen Aktivierungen stellen die Konnektivitäten der linken bzw. rechten Amygdala mit Gehirnregionen hinsichtlich traumatisierender Kindheitserfahrungen in der Gruppe der AIIIP und CSAnP dar.

1) Funktionelle Konnektivität Linke Amygdala – Linker posterior-medialer frontaler Gyrus in AIIIP

2) Funktionelle Konnektivität Linke Amygdala – Linker superiorer frontaler Gyrus in AIIIP

3) Funktionelle Konnektivität Linke Amygdala – Linker inferiorer frontaler Gyrus (p. Orbitalis) in CSAnP

4) Funktionelle Konnektivität Rechte Amygdala – Rechter inferior-parietaler Lobulus (area Pga) in CSAnP

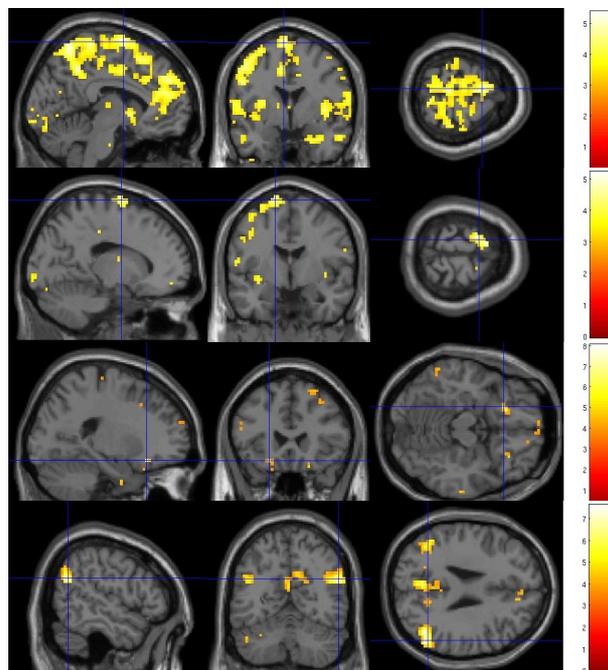


Abbildung 13: Funktionelle Konnektivitäten der linken bzw. rechten Amygdala mit Trauma assoziierten Gehirnregionen in der Gruppe aller Pädophilen mit bzw. ohne Kindesmissbrauch und Sexualstraftätern ohne Pädophilie.

In den Korrelationsanalysen zeigte sich eine

- 1) verminderte funktionelle Konnektivität zwischen der linken Amygdala und dem linken frontalen posterior-medialen Gyrus in der CTQ-Subskala Emotionaler Missbrauch in der Gruppe aller Pädophilen mit bzw. ohne Kindesmissbrauch (AIIIP) ($x = -6, y = 0, z = 72$; $p = 0,000$; $k = 3199$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).
- 2) verminderte funktionelle Konnektivität zwischen der linken Amygdala und dem linken superioren frontalen Gyrus in der CTQ-Subskala Emotionale Vernachlässigung in der Gruppe aller Pädophilen mit bzw. ohne Kindesmissbrauch (AIIIP) ($x = -15, y = -3, z = 75$; $p = 0,005$; $k = 108$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).
- 3) verstärkte funktionelle Konnektivität zwischen der linken Amygdala und dem linken inferioren frontalen Gyrus (p. Orbitalis) in der CTQ-Subskala Körperlicher Missbrauch in der Gruppe der Sexualstraftäter ohne pädophile Neigungen (CSAnP) ($x = -21, y = 24, z = -15$; $p = 0,018$; $k = 10$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).
- 4) verstärkte funktionelle Konnektivität zwischen der rechten Amygdala und dem rechten inferioren parietalen Lobulus (area Pga) in der CTQ-Subskala Körperlicher Missbrauch in der Gruppe der Sexualstraftäter ohne pädophile Neigungen CSAnP) ($x = 54, y = -60, z = 27$; $p = 0,000$; $k = 116$, initialer Schwellenwert von voxelbezogen $p < 0,001$ und auf clusterbezogen FWE korrigiert bei $p < 0,05$).

3.3.2.3 Zusammenfassung der Ergebnisse der 3 Tesla rs fMRT-Daten

Zusammenfassend konnte im 3 Tesla rs fMRT gesunder und pädophiler Probanden ermittelt werden, dass in den Gruppenvergleichen die Gruppe der HC eine signifikant verminderte rsFC zwischen dem PCC und dem Hypothalamus im Vergleich zu der Gruppe der PCSA zeigten. Dieses Ergebnis konnte jedoch nach der Kontrolle möglicher konfundierender Standorteffekte nicht mehr beobachtet werden. Weiterhin konnte in der Gruppe der PCSA im Vergleich zu der Gruppe der PnCSA eine signifikant verstärkte rsFC zwischen dem vmPFC und dem linken fusiformen Gyrus festgestellt werden. Dieses Ergebnis konnte auch nach der Kontrolle möglicher konfundierender Standorteffekte beobachtet werden. Zudem war in den Korrelationsanalysen in der Gruppe der AIPP erkennbar, dass vermehrte Erfahrungen von emotionalem Missbrauch mit einer verminderten rsFC in Richtung des linken pMFG korreliert und somit mit einer stärkeren Diskonnektivität der linken Amygdala in diesen Gehirnregionen assoziiert waren. Dieses Ergebnis konnte nach der Kontrolle möglicher konfundierender Gruppen- und Standorteffekte nicht mehr beobachtet werden. Weiterhin konnte in der Gruppe der AIPF festgestellt werden, dass vermehrte Erfahrungen von emotionaler Vernachlässigung mit einer verminderten rsFC in Richtung des linken SFG korreliert und somit mit einer stärkeren Diskonnektivität der linken Amygdala in diesen Gehirnregionen assoziiert waren. Dieses Ergebnis konnte nach Kontrolle von Gruppeneffekten, jedoch nicht mehr nach Kontrolle von Standorteffekten beobachtet werden. Dagegen konnten in der Gruppe der CSAnP verstärkte rsFC der rechten Amygdala und des rechten IPL (area Pga) sowie der linken Amygdala und des linken IFG (p. Orbitalis) festgestellt werden, welche positiv mit CTQ-Werten für körperlichen Missbrauch korreliert waren.

4 Diskussion

4.1 Hypothesen

Hypothese I: *Die verschiedenen Formen von Traumata und deren Erfahrungen in der Kindheit oder Jugend sind häufig miteinander korreliert.*

Im Rahmen der Studie 3 konnten bei der Durchführung der Pearson-Korrelationen die stärksten Korrelationen zwischen den Subskalen *Emotionaler Missbrauch* und *Körperlicher Missbrauch* sowie den Subskalen *Emotionale Vernachlässigung* und *Körperliche Vernachlässigung* und die schwächsten Korrelationen zwischen den Subskalen *Sexueller Missbrauch* und *Körperliche Vernachlässigung* sowie den Subskalen *Sexueller Missbrauch* und *Emotionale Vernachlässigung* festgestellt werden. Damit wurden die Ergebnisse von Häuser et al. (2011) bestätigt, welche ähnliche Befunde bereits in einer deutschen repräsentativen Bevölkerungsstichprobe ermittelt hatten. Entgegen Häuser et al. (2011) konnten zudem stärkere Korrelationen zwischen den Subskalen *Emotionaler Missbrauch* und *Emotionale Vernachlässigung*, den Subskalen *Emotionaler Missbrauch* und *Körperliche Vernachlässigung* und den Subskalen *Emotionale Vernachlässigung* und *Körperlicher Missbrauch* entdeckt werden. Dies deutet darauf hin, dass in der vorliegenden Stichprobe unterschiedliche Formen von Missbrauch bzw. Vernachlässigung in der Kindheit bzw. Jugend häufig zusammen erlebt worden sind. Dahingehend scheinen ungünstige Sozialisationsbedingungen mit einem erhöhten Risiko verbunden zu sein, mehrfach misshandelt zu werden, weshalb Misshandlungen in einem Kontext gesehen werden sollten (Häuser et al. 2011). Zudem wird von einem Zusammenhang zwischen der Anzahl der Missbrauchsformen und einer Beeinträchtigung der psychischen Gesundheit ausgegangen, wobei speziell die Erfahrungen von emotionalem Missbrauch einen akzentuierenden Effekt haben sollen (Edwards et al. 2003). Dabei scheinen sowohl eine emotional missbrauchende familiäre Umgebung als auch das Zusammenspiel unterschiedlicher Missbrauchsformen einen relevanten Einfluss auszuüben (Edwards et al. 2003). So wird auf Basis der Untersuchungen der Daten der Studie 3 vermutet, dass besonders die gleichzeitigen Erfahrungen von emotionalem und körperlichem Missbrauch sowie emotionaler und körperlicher Vernachlässigung in der Kindheit vergesellschaftet sind. Zudem scheinen die Probanden als Kinder bzw. Jugendliche häufiger die gleichzeitige Erfahrung von emotionalem Missbrauch mit emotionaler bzw. körperlicher Vernachlässigung gemacht zu haben, während vermutlich Erfahrungen von emotionaler Vernachlässigung häufiger mit zusätzlichem Erleben von körperlichem Missbrauch bzw. körperlicher Vernachlässigung assoziiert gewesen waren. Edwards et al. (2003) gehen weiterhin davon aus, dass Erfahrungen von sexuellem Missbrauch mit gemeinsamen Erlebnissen von körperlichem Missbrauch assoziiert sind. In der vorliegenden Arbeit konnte jedoch nur ein schwacher bis mittelstarker Zusammenhang zwischen diesen beiden Missbrauchsformen festgestellt werden. Zudem scheinen die Teilnehmer der Studie 3 als Kinder und Jugendliche weniger gemeinsame Erfahrungen von sexuellem Missbrauch und körperlicher Vernachlässigung sowie emotionalem Missbrauch oder Vernachlässigung gemacht zu haben.

Auch die Probanden der Studien 1 und 2 scheinen in Kindheit und Jugend die gemeinsame Erfahrung von emotionalem Missbrauch und emotionaler Vernachlässigung gemacht zu haben. Die Erfahrungen von

emotionaler Vernachlässigung mit zusätzlich erfahrener körperlicher Vernachlässigung waren schwach miteinander korreliert. Assoziationen mit anderen Formen von Missbrauch konnten allerdings nicht detektiert werden. Auch wenn in der Stichprobe der Studien 1 und 2 nur wenige Erfahrungen unterschiedlicher Formen von Traumata miteinander auftraten, kann festgestellt werden, dass ein gemeinsames Auftreten nicht unüblich ist. In der Studie 3 waren demgegenüber sogar klare Tendenzen zum gemeinsamen Auftreten unterschiedlicher Formen von Traumata erkennbar.

Aus diesem Grund kann die angenommene Hypothese I *„Die verschiedenen Formen von Traumata und deren Erfahrungen in Kindheit oder Jugend sind häufig miteinander korreliert.“* bestätigt werden.

Hypothese II: *Probanden mit Kindesmissbrauch (PCSA, CSAnP) weisen höhere Traumatisierungswerte als gesunde Probanden (HC) und Probanden ohne Kindesmissbrauch (PnCSA) auf.*

Im Rahmen der Studien 1 und 2 wurden die Erfahrungen von Missbrauch oder Vernachlässigung in der Kindheit oder Jugend der gesunden Probanden untersucht. Es konnten keine bzw. minimale Traumatisierungswerte in den Subskalen *Emotionaler Missbrauch*, *Emotionale Vernachlässigung*, *Körperlicher Missbrauch* und *Sexueller Missbrauch* festgestellt werden. So wurde deutlich, dass gesunde Probanden dieser Studien in allen Subskalen keine bzw. minimal vorliegende Erfahrungen von Missbrauch oder Vernachlässigung in der Kindheit oder Jugend erlebt haben.

In der Studie 3 fand ein Vergleich der Kontroll- und Experimentalgruppe hinsichtlich dieser Subskalen statt. Für die Experimentalgruppe (PCSA, CSAnP, PnCSA) konnten durchschnittlich geringe bis mäßige Erfahrungen von emotionalem Missbrauch und emotionaler Vernachlässigung in der Vergangenheit ermittelt werden. Innerhalb dieser Gruppe gaben pädophile Probanden ohne Kindesmissbrauch geringere Traumatisierungswerte als pädophile Probanden mit Kindesmissbrauch bzw. Sexualstraftäter ohne pädophile Neigungen in diesen beiden Skalen an. Demgegenüber konnten bei den gesunden Probanden im Durchschnitt keine bzw. minimal vorliegende und somit weniger frühere Erfahrungen von emotionalem Missbrauch bzw. Vernachlässigung als bei der Experimentalgruppe ermittelt werden.

Auch in der Subskala *Körperlicher Missbrauch* gaben gesunde Probanden an, keine bzw. minimal vorliegende und somit signifikant geringere Erfahrungen von körperlichem Missbrauch in Kindheit oder Jugend gemacht zu haben als pädophile Probanden mit Kindesmissbrauch und Sexualstraftäter ohne pädophile Neigungen, welche durchschnittlich geringe bis mäßige Erfahrungen von körperlichem Missbrauch in der Vergangenheit aufwiesen. Zudem gaben auch pädophile Probanden ohne Kindesmissbrauch an, keinen bzw. minimal vorliegenden und somit signifikant weniger körperlichen Missbrauch erlebt zu haben als Sexualstraftäter ohne pädophile Neigungen.

Auch in der Subskala *Sexueller Missbrauch* gaben gesunde Probanden an, keine bzw. minimal vorliegende und somit signifikant weniger Erfahrungen von sexuellem Missbrauch gemacht zu haben als pädophile Probanden mit Kindesmissbrauch und Sexualstraftäter ohne pädophile Neigungen, welche mäßige bis schwere Erfahrungen von sexuellem Missbrauch schilderten. Zudem gaben pädophile Probanden ohne Kindesmissbrauch an, eine geringe bis mäßige Form und somit signifikant weniger sexuellen Missbrauch

erlebt zu haben als Sexualstraftäter ohne pädophile Neigungen.

Es konnte in der vorliegenden Arbeit festgestellt werden, dass sich die untersuchten Gruppen in den Subskalen signifikant unterschieden und dass gesunde Probanden signifikant geringere Traumatisierungswerte aufwiesen als pädophile Probanden mit bzw. ohne Kindesmissbrauch und Sexualstraftäter ohne pädophile Neigungen. Die Traumatisierungswerte der pädophilen Probanden ohne Kindesmissbrauch waren in den untersuchten Subskalen geringer als die Werte der pädophilen Probanden mit Kindesmissbrauch und der Sexualstraftäter ohne pädophile Neigungen, die Werte in den Subskalen *Körperlicher Missbrauch* und *Sexueller Missbrauch* unterschieden sich sogar signifikant. Auch Jespersen et al. (2009) konnten bei Sexualstraftätern eine höhere Rate eigener sexueller Missbrauchserfahrungen als bei Nicht-Sexualstraftätern feststellen, jedoch nicht mehr Erfahrungen von körperlichem Missbrauch. Zudem konnten Cohen und Galynker (2002) und Cohen et al. (2010) ermitteln, dass Probanden mit pädophiler Sexualpräferenz vermehrt Erlebnisse von sexuellen Annäherungsversuchen sowie erste sexuelle Übergriffe durch Erwachsene vor dem Alter von 14 Jahren sowie signifikant höhere Traumatisierungswerte als gesunde Probanden aufweisen, weshalb neben Erfahrungen von Vernachlässigung, einem Mangel an elterlicher Aufsicht bzw. intrafamiliärer Gewalt (Salter et al. 2003) auch Erfahrungen von sexuellem Missbrauch in der Kindheit einen bedeutsamen Risikofaktor für die Entwicklung von pädophilem Verhalten darstellen (Cohen et al. 2010). Auch Gerwin et al. (2018) konnten im Gegensatz zu gesunden Probanden bei Pädophilen mit bzw. ohne Kindesmissbrauch als auch bei Sexualstraftätern ohne pädophile Neigungen signifikant höhere Raten emotionaler Vernachlässigung sowie emotionalem, physischem und sexuellem Missbrauch in Kindheit und Jugend beobachten. Dabei wurden bei Sexualstraftätern ohne pädophile Neigungen höhere Werte in allen Traumatisierungsformen mit Ausnahme des sexuellen Missbrauchs gefunden (Gerwin et al. 2018). Zudem berichteten Pädophile mit Kindesmissbrauch als auch Sexualstraftäter ohne pädophile Neigungen eine höhere Frequenz des eigenen sexuellen Missbrauchs in der Kindheit im Gegensatz zu Pädophilen ohne Kindesmissbrauch und gesunden Probanden (Gerwin et al. 2018). Auch Kneer et al. (2019) konnten feststellen, dass Sexualstraftäter ohne pädophile Neigungen signifikant höhere Traumatisierungswerte auf allen Subskalen des CTQ gegenüber gesunden Probanden aufwiesen.

Aus diesem Grund kann die angenommene Hypothese II „*Probanden mit Kindesmissbrauch (PCSA, CSAnP) weisen höhere Traumatisierungswerte als gesunde Probanden (HC) und Probanden ohne Kindesmissbrauch (PnCSA) auf.*“ als bestätigt angesehen werden.

Hypothese III: *Unterschiedliche Arten von Kindheitstraumata sind mit Veränderungen der funktionellen Konnektivität von Gehirnregionen im Resting-State bei gesunden Probanden korreliert.*

Verschiedene Studien beschäftigten sich mit dem Einfluss kindlicher Traumata auf die funktionelle Konnektivität von Gehirnregionen. So konnte eine Assoziation zwischen ELS und Struktur- sowie Funktionsänderungen in Regionen des PFC (Andersen et al. 2008, Bluhm et al. 2009), ACC (Cohen et al. 2006) sowie in funktionellen neuronalen Netzwerken wie dem DMN (Philip et al. 2013) gefunden werden. Zudem konnte ein Zusammenhang zwischen niedrigen Traumatisierungswerten im CTQ und einer höheren

rsFC im mPFC bei gesunden Probanden festgestellt werden (Duncan et al. 2015). Weiterhin wird vermutet, dass unterschiedliche Aktivierungen bzw. Beeinträchtigungen der funktionellen Konnektivität von Gehirnregionen abhängig von der Art des Traumas beobachtbar sind (Dannowski et al. 2012). Dabei scheinen Erfahrungen von emotionaler Vernachlässigung und Missbrauch einerseits mit einer schwächeren rsFC zwischen dem dACC und DMN bzw. frontalen Regionen, wie dem mPFC (van der Werff et al. 2013, Philip et al. 2013, Marusak et al. 2015) und andererseits mit einer erhöhten Aktivität im dmPFC (van Harmelen et al. 2014) assoziiert zu sein, welche mit einer veränderten Verarbeitung und Regulierung emotionaler Informationen sowie einer stärkeren Zurückgezogenheit in der Kindheit verbunden sind (van der Kolk 2003, van Harmelen et al. 2014). Betrachtet man dahingehend die Gehirnregionen und Funktionen des mPFC, im Speziellen des dmPFC und des dACC sowie entsprechend eingebundener funktioneller Netzwerke des DMN und SN, so kann eine Beeinträchtigung durch Kindheitstraumata in diesen Bereichen nachvollzogen werden. Dabei ist der mPFC relevant für soziale Kognitionsaufgaben (Spreng et al. 2009, Bzdok et al. 2012) und ist in die Regulation von Emotionen involviert (van Harmelen et al. 2010, Veer et al. 2011). Er umfasst den dmPFC, welcher an der Verarbeitung sozialer Interaktionen und Informationen über die eigene sowie fremde Personen beteiligt ist (van Harmelen et al. 2014) und die Verarbeitung emotionaler autobiographischer (Spreng et al. 2009, Kim 2012, Bado et al. 2014) sowie episodischer und semantischer Erinnerungen übernimmt (Binder et al. 2009, Kim 2012). Weiterhin stellt der dmPFC eine zentrale Region im DMN dar, weshalb eine gesteigerte mentale Aktivität innerhalb dieses Netzwerkes im Resting-State auf die Verarbeitung selbstbezogener Gedanken hindeutet (Fransson 2006, Mason et al. 2007, Buckner et al. 2008). Über multiple Verbindungen ist der dmPFC mit frontalen Regionen, wie u. a. dem ACC verknüpft (Eickhoff et al. 2016), welcher eine Schlüsselkomponente im SN darstellt (Seeley et al. 2007). Der ACC, welcher sich in der frühen Jugend entwickelt, nimmt eine entscheidende Rolle in der Affektregulation sowie in emotionalen Verarbeitungsmechanismen ein (Banks et al. 2007, Pechtel und Pizzagalli 2011, van der Werff et al. 2013) und ist ebenso wie der dmPFC in die Verarbeitung selbstbezogener Informationen sowie episodischer, semantischer und autobiographischer Erinnerungen involviert (Kim 2012). Des Weiteren wird angenommen, dass der dACC eine zentrale Rolle in der Vermittlung bzw. Regulation zwischen anderen funktionellen Netzwerken im Sinne einer Deaktivierung des DMN und einer Aktivierung des CEN bei Aufmerksamkeitsaufgaben einnimmt (Menon und Uddin 2010). Diesbezüglich wird vermutet, dass eine zu geringe bzw. keine Deaktivierung des DMN mit psychischen Störungen, wie z. B. Depression verbunden ist (Grimm et al. 2011). Dahingehend konnte in rs fMRT-Untersuchungen eine verstärkte FC im DMN festgestellt werden (Davidson et al. 2002, Sheline et al. 2009). Dies kann als ein möglicher zugrundeliegender Mechanismus dysfunktionaler Emotionsregulation interpretiert werden, welcher mit der Entwicklung emotionaler Probleme, wie einer verstärkten Grübelneigung (Gotlib und Joormann 2010, Disner et al. 2011, Marchetti et al. 2012) sowie mit Schwierigkeiten, negative Gedanken zu unterdrücken bzw. die Aufmerksamkeit auf relevante Informationen zu richten, verbunden ist (Gotlib et al. 2004, BERPohl et al. 2009). Dahingehend konnte auch für das SN eine Assoziation zwischen erfahrenen Kindheitstraumata und der Entwicklung einer kognitiven Tendenz zu unangenehmen Stimuli beobachtet

werden (McNally et al. 2000). Auch in der vorliegenden Arbeit wurde eine verstärkte rsFC zwischen dACC und rechten dmPFC, im Speziellen der Unterregion des rechten superioren medialen Gyrus, festgestellt, welche mit Erfahrungen emotionaler Vernachlässigung korreliert war. Damit konnten die Befunde der Studien von Dannlowski et al. (2012), van Harmelen et al. (2014) und Duncan et al. (2015) bestätigt werden. Somit wird in der vorliegenden Arbeit davon ausgegangen, dass keine bzw. minimale Erfahrungen emotionaler Vernachlässigung in der Kindheit die rsFC zwischen den Arealen dACC und dmPFC und somit zwischen den funktionellen Netzwerken des SN und DMN bei gesunden Probanden verstärken und im Sinne einer dysfunktionalen Affektregulation und Emotionsverarbeitung mit einer verstärkten Verarbeitung emotionaler Informationen über fremde Personen sowie selbstbezogener Informationen mit Abruf episodischer, semantischer und autobiographischer emotionaler Erinnerungen im Ruhezustand interpretiert werden können. Eine zu geringe Deaktivierung des DMN durch den dACC kann damit zu vermehrten selbstbezogenen Gedanken und der Entwicklung emotionaler Probleme, wie einer verstärkten Grübelneigung führen und Schwierigkeiten der Unterdrückung negativer Gedanken zur Folge haben.

Weiterhin konnte in verschiedenen Studien festgestellt werden, dass sich die Amygdala als Teil des Limbischen Netzwerkes in der frühen Kindheit entwickelt und somit in dieser Phase als besonders vulnerabel für ELS gilt (Tottenham und Sheridan 2010). Sie nimmt eine entscheidende Aufgabe beim Lernen und Reagieren auf soziale und emotionale Reize ein (Pechtel und Pizzagalli 2011) und ist relevant für die Affektregulation und Emotionsverarbeitung (Shin et al. 2010, van der Werff et al. 2013) sowie die Regulation, Verarbeitung und Gedächtniskonsolidierung emotionaler Erfahrungen (LeDoux 2000). Zudem wird die Entwicklung exekutiver Funktionen im Zusammenhang mit der Ausreifung des frontalen Kortex in Kindheit und Adoleszenz gesehen (Marsh et al. 2008), weshalb auch hier die Vermutung besteht, dass es durch die längeren Entwicklungsphasen des PFC bzw. dlPFC und deren Verbindungen zu anderen Arealen zu einer erhöhten Anfälligkeit durch ELS kommt (Pechtel und Pizzagalli 2011). Der dlPFC stellt eine Schlüsselkomponente des CEN dar (Menon und Uddin 2010), welches aktiv während kognitiv herausfordernder Aufgaben sowie relevant für höhere kognitive Funktionen, wie Handlungsplanung und Entscheidungsfindung bei zielgerichtetem Verhalten, Problemlösung, Arbeitsgedächtnis und Aufmerksamkeitskontrolle ist (Menon 2011). Weiterhin stellten verschiedene Studien fest, dass auch der dlPFC in die Emotionsregulation involviert ist (Ochsner et al. 2004, Banks et al. 2007, Pechtel und Pizzagalli 2011). So wird durch kognitive Strategien wie einer Neubewertung der Situation die Aktivität der Amygdala im Sinne einer Top-down-Hemmung reguliert und somit zu einer Kontrolle von emotionsbezogenem Verhalten und einem Herunterregulieren negativer Gefühle beigetragen (Ochsner et al. 2004, Banks et al. 2007). Dies erfordere u. a. eine adäquate selbstbezogene bzw. situationsfokussierte Regulation negativer Emotionen (Ochsner et al. 2004) und setze somit ein psychisches Wohlbefinden voraus (Banks et al. 2007), weshalb ein Zusammenhang zwischen kortiko-limbischen Dysfunktionen und Störungen der Emotionsregulation vermutet wird (Phillips et al. 2003). Dabei wird angenommen, dass Kindheitstraumata ventrale präfrontal-subkortikale Kreisläufe schwächen, welche für eine automatische Angstregulation relevant sind, jedoch kompensatorisch dorsale präfrontal-subkortikale Pfade stärken, welche in eine anstrengendere Emotions-

regulation involviert sind (Phillips et al. 2008, Birn et al. 2014). Diesbezüglich scheint eine Fehladaptation mit der Entstehung von internalisierenden Symptomen (Burghy et al. 2012, Herringa et al. 2013, Birn et al. 2014, Pagliaccio et al. 2015), der Beeinträchtigung im emotionalen Erleben (Danese et al. 2009, Green et al. 2010, Scott et al. 2010), einer emotionalen Abstumpfung und einem erhöhten Risiko für die mögliche Ausbildung psychischer Auffälligkeiten, wie depressiver Symptome (Cisler et al. 2013) im Erwachsenenalter verbunden zu sein. Verschiedene Studien konnten bei Probanden mit traumatischen Erfahrungen eine beeinträchtigte FC zwischen der Amygdala und dem dlPFC feststellen (Burghy et al. 2012, Birn et al. 2014, Cisler 2017), welche zu einer dysfunktionalen Verarbeitung und Regulation von Emotionen mit persistierenden emotionalen Problemen führen und mit der Entwicklung von internalisierenden Symptomen, wie Angst und Depressivität in der späten Adoleszenz assoziiert sein können (Tottenham et al. 2010, Herringa et al. 2013). Dies war auch bei Probanden der Studie von Herringa et al. (2013) feststellbar, welche geringere Ausprägungen von traumatischen Erfahrungen angaben. Weiterhin wird vermutet, dass Erfahrungen von körperlicher Misshandlung zu Beeinträchtigungen im Bereich des dlPFC führen und dadurch wiederum eine Dysfunktion exekutiver Funktionen und der Emotionsregulation zur Folge haben können (Edmiston et al. 2011). Auch in der vorliegenden Arbeit konnte festgestellt werden, dass Erfahrungen von körperlichem Missbrauch mit einer verstärkten rsFC zwischen der rechten Amygdala und dem rechten dlPFC, im Speziellen der Unterregion des rechten mittleren frontalen Gyri, verbunden waren. Damit konnten die Befunde der Studien von Dannlowski et al. (2012), Burghy et al. (2012), Birn et al. (2014) und Cisler (2017) bestätigt werden. Eine verminderte rsFC zwischen diesen Gehirnregionen konnte bereits bei gesunden Probanden ohne Kindesmissbrauch gefunden werden (Roy et al. 2009), weshalb Abweichungen der vorliegenden Arbeit im Sinne einer Modulation durch Kindheitstraumata erklärt werden können. Somit wird angenommen, dass keine bzw. minimale Erfahrungen körperlichen Missbrauchs die rsFC zwischen Amygdala und dlPFC und somit zwischen dem Limbischen Netzwerk und CEN bei gesunden Probanden verstärken. Dahingehend scheint eine stärkere Aktivierung des dlPFC einerseits zu einer Beeinträchtigung exekutiver Funktionen, wie der Fähigkeit zur Problemlösung oder Entscheidungsfindung und andererseits auch der sozialen Kognition bzw. des sozialen Verhaltens sowie der Regulation und Verarbeitung von Emotionen zu führen. Dies kann mit einer eingeschränkten Fähigkeit zur Problemlösung und Entscheidungsfindung sowie der Entwicklung persistierender emotionaler Probleme assoziiert sein und möglicherweise so interpretiert werden, dass gesunde Probanden mit körperlichen Missbrauchserfahrungen eine anstrengendere Emotionsregulation sowie eine Beeinträchtigung im emotionalen Erleben erfahren und somit mehr internalisierende Symptome sowie eine stärkere emotionale Abstumpfung aufweisen als gesunde Probanden ohne Erfahrungen von körperlichem Missbrauch.

Es konnte somit gezeigt werden, dass verschiedene Arten von Traumata einen Einfluss auf die rsFC von Gehirnregionen bei gesunden Probanden haben und dass es Regionen im Gehirn gesunder Probanden gibt, welche mit Traumata assoziiert sind. Dabei scheinen Erfahrungen emotionaler Vernachlässigung zu Veränderungen zwischen Regionen des SN und DMN und das Erleben von körperlichem Missbrauch zu Beeinträchtigungen zwischen Regionen des Limbischen Netzwerk und CEN zu führen, welche im Sinne

einer dysfunktionalen Emotionsregulation und einer damit verbundenen Entwicklung emotionaler Probleme interpretiert werden können. Diese Ergebnisse wurden bei gesunden Probanden im hochauflösenden 7 Tesla rs fMRT der Studien 1 und 2, jedoch nicht für gesunde Probanden der Studie 3 im 3 Tesla rs fMRT gefunden. Mögliche Ursachen könnten derart interpretiert werden, dass diese Effekte womöglich durch eine unterschiedliche Auflösung im 3 und 7 Tesla fMRT, durch unterschiedliche Vorverarbeitungen der fMRT-Daten sowie durch unterschiedliche Stichprobenmerkmale und Studienteilnehmer bedingt sind. Weitere Gründe könnten durch Unterschiede im Signal-Rausch-Verhältnis (engl. signal to noise ratio - SNR) bedingt sein, welche zu einer möglichen Erhöhung des SNR im 7 Tesla gegenüber 3 Tesla geführt haben können, wie bereits in einer Studie von Steensma et al. (2018) festgestellt werden konnte. Zudem ist es möglich, dass angesichts der vergleichsweise geringen Teilnehmerzahlen der 7 Tesla-Studien die Effekte nur in dieser Kohorte auftraten und somit nicht verallgemeinerbar sind. Aus diesem Grund wären weitere Studien erforderlich, um die gefundenen Ergebnisse zu validieren.

Trotz der beschriebenen Einschränkungen kann die Hypothese III *„Unterschiedliche Arten von Kindheitstraumata sind mit Veränderungen der funktionellen Konnektivität von Gehirnregionen im Resting-State bei gesunden Probanden korreliert.“* bestätigt werden.

Hypothese IV: *Ein Einfluss von Kindheitstraumata auf die funktionelle Konnektivität bei gesunden Probanden kann sowohl auf Amygdala-Gesamtebene als auch auf Amygdalakern-Ebene im 7 Tesla rs fMRT festgestellt werden.*

Viele Studien beschäftigten sich mit dem Einfluss kindlicher Traumata auf die funktionelle Konnektivität der Amygdala und des Limbischen Netzwerkes, befassten sich jedoch nicht mit den Auswirkungen auf spezielle Amygdala-Kerngebiete. Aufgrund der Spezifizierung der Konnektivitätsmuster der Amygdala-Kerngebiete in der kindlichen Entwicklung (Saygin et al. 2015) wird in der vorliegenden Arbeit angenommen, dass es in der Kindheit zu einer Vulnerabilität dieser Spezifizierung abhängig von erfahrenen Traumata kommt. Betrachtet man dahingehend die Funktion der basolateralen Amygdala, wird deutlich, dass diese durch Afferenzen von kortikalen Regionen, wie dem präfrontalen Kortex, an der Angstkonditionierung (LeDoux et al. 2003), der affektiven Bewertung sensorischer Informationen sowie der Regulation emotionaler Reaktionen beteiligt ist (Jovanovic und Ressler 2010). Wie bereits in Hypothese III dargestellt, entwickelt sich die Amygdala in der frühen Kindheit und ist somit in dieser Phase besonders vulnerabel für ELS (Tottenham und Sheridan 2010). Auch in der vorliegenden Arbeit konnte im 7 Tesla rs fMRT gesunder Probanden der Studien 1 und 2 ein Einfluss traumatischer Erfahrungen, im Speziellen eines körperlichen Missbrauchs auf die funktionelle Konnektivität zwischen rechten und linken basolateralen Amygdala-Kerngebieten und frontalen sowie temporalen Gehirnregionen festgestellt werden.

Hinsichtlich frontaler Gehirnregionen war eine verstärkte rsFC des rechten BLA in Richtung des dlPFC, im Speziellen der Unterregion des rechten mittleren frontalen Gyrus und in Richtung des OFC, im Speziellen des linken mittleren orbitalen Gyrus, feststellbar. Das Ergebnis der verstärkten rsFC zwischen rechtem BLA und dlPFC wurde bereits auf Amygdala-Gesamtebene gesunder Probanden gefunden und ausführlich in

Hypothese III diskutiert. Ähnlich wie auf Amygdala-Gesamtebene kann dieses Ergebnis so interpretiert werden, dass Erfahrungen körperlichen Missbrauchs zu einer Beeinträchtigung der Konnektivität zwischen Limbischem Netzwerk und CEN und damit zu Veränderungen exekutiver Funktionen, wie der Fähigkeit zur Problemlösung oder Entscheidungsfindung und des sozialen Verhaltens sowie der Regulation und Verarbeitung von Emotionen führen und mit der Entwicklung persistierender emotionaler Probleme assoziiert sein können. Eine verminderte rsFC zwischen diesen Gehirnregionen wurde bereits bei gesunden Probanden ohne Kindesmissbrauch gefunden (Roy et al. 2009), weshalb Abweichungen der vorliegenden Arbeit im Sinne einer Modulation durch Kindheitstraumata, im Speziellen durch körperlichen Missbrauch, erklärbar sind. Betrachtet man das Ergebnis der verstärkten rsFC zwischen rechtem BLA und OFC, kann festgestellt werden, dass der mittlere orbitale Gyrus als Teil des OFC für die Verknüpfung von Reizen mit ihrer emotionalen und sozialen Wertigkeit relevant ist (Adolphs 2006). Das Hineinversetzen in andere Personen während emotionaler oder sozialer Situationen sowie die emotionale Entscheidungsfindung sind dabei von der Amygdala und ihrer bidirektionalen Verbindung zum OFC abhängig (Adolphs 2002, Adolphs 2006), weshalb eine Diskonnektion bzw. Schädigung beider Strukturen des Limbischen Netzwerkes zu einer Beeinträchtigung in emotionsgeleiteten Entscheidungen und somit des sozialen und emotionsbezogenen Verhaltens führen kann (Adolphs 2006). Zudem ist auch der OFC neben anderen frontalen Strukturen an der Emotionsregulation beteiligt, indem er durch kognitive Strategien im Sinne einer Top-down-Hemmung die Aktivität der Amygdala abschwächt und zu einer Kontrolle von emotionsbezogenem Verhalten beiträgt (Banks et al. 2007). Dabei sollen Personen mit ELS strukturelle und funktionelle Beeinträchtigungen innerhalb der Verbindungen zwischen Amygdala und OFC aufweisen (Pechtel und Pizzagalli 2011) und im Speziellen Erfahrungen körperlicher Misshandlung zu einer Abnahme der grauen Substanz im OFC führen (Edmiston et al. 2011). Auch in der vorliegenden Arbeit wurde ein Einfluss körperlichen Missbrauchs bei gesunden Probanden beobachtet, welcher zu funktionellen Beeinträchtigungen im Sinne einer stärkeren Konnektivität innerhalb des Limbischen Netzwerkes führt, jedoch speziell innerhalb der Verbindungen zwischen rechtem BLA und linkem OFC. Dies kann zu einer inadäquaten Emotionsregulation, zu einer eingeschränkten Fähigkeit des Hineinversetzens in andere Personen sowie zu Beeinträchtigungen in emotionsgeleiteten Entscheidungen führen und somit die Fähigkeit des sozialen sowie emotionalen Verhaltens beeinflussen. Entgegen den Ergebnissen von Bach et al. (2011), welche eine stärkere Konnektivität zwischen der oberflächlichen Kerngruppe und dem lateralen OFC feststellten, konnte in der vorliegenden Arbeit vielmehr für die tiefe Kerngruppe der Amygdala, dem BLA sowie dem OFC eine stärkere Konnektivität festgestellt werden. Diese Ergebnisse scheinen demnach vor allem durch den Einfluss kindlicher Traumatisierung, besonders körperlicher Missbrauchserfahrungen, begründet zu sein.

Hinsichtlich temporaler Gehirnregionen war in der vorliegenden Arbeit eine stärkere Diskonnektivität zwischen dem linken BLA und dem linken STG zu erkennen. Das Erkennen und Verstehen von Emotionen sind von der Amygdala und ihren Verbindungen zu Gehirnregionen wie dem STG abhängig (Adolphs 2002). Betrachtet man dahingehend deren Funktionen, wird deutlich, dass der STG als Teil des DMN an der emotionalen Wahrnehmung und rezeptiven sowie nonverbalen auditorischen Verarbeitung beteiligt ist

(Adolphs 2002), während die Amygdala Reaktionen auf emotional relevante Stimuli, u. a. der akustischen Modalität reguliert. Bereits in früheren Studien wurde ein Einfluss elterlicher verbaler Aggression und emotional wenig wertschätzender Sprache, welche vermutlich im Rahmen eines körperlichen Missbrauchs auftreten kann, auf den STG beobachtet (Tomoda et al. 2011). Diesbezüglich wird ein Einfluss auf die Entwicklung des auditorischen Assoziationskortex und der Sprachverarbeitung diskutiert, welcher zu einer Zunahme der grauen Substanz des STG führen (Tomoda et al. 2011) und eine Aufmerksamkeitsverzerrung sowie erhöhte Sensibilität gegenüber (non)verbalen Stimuli zur Folge haben kann (Pechtel und Pizzagalli 2011). So zeigten Kinder trotz weit zurückliegender Missbrauchserfahrungen eine selektive Aufmerksamkeit für bedrohliche Reize, wie wütende und ängstliche vokale Ausdrücke und hatten Schwierigkeiten, sich von diesen zu lösen (Pechtel und Pizzagalli 2011). Wiederum andere Studien zeigten, dass Personen mit Kindheitstraumata eine verringerte regionale Homogenität (ReHo) im STG aufwiesen (Lu et al. 2017), welche mit einer beeinträchtigten intrinsischen Hirnfunktion, insbesondere im DMN, assoziiert war (Philip et al. 2013) und sich wahrscheinlich eher sekundär als eine Reaktion auf Stress über eine psychobiologische Verwundbarkeit darstellt (Lu et al. 2017). Auch in der vorliegenden Arbeit wurde ein Einfluss kindlicher Traumata auf die Amygdala und den STG bei gesunden Probanden beobachtet, weshalb die Befunde bisheriger Studien (Tomoda et al. 2011, Lu et al. 2017) als bestätigt angesehen werden können. Jedoch wurde im Speziellen ein Einfluss körperlichen Missbrauchs festgestellt, welcher zu funktionellen Beeinträchtigungen im Sinne einer Diskonnektivität zwischen Limbischen Netzwerk und DMN führt, weshalb von einer Assoziation von körperlichem Missbrauch und elterlicher verbaler Aggression in der vorliegenden Kohorte ausgegangen werden kann. Eine verstärkte rsFC zwischen diesen Gehirnregionen wurde bereits bei gesunden Probanden ohne Kindesmissbrauch gefunden (Roy et al. 2009), weshalb Abweichungen in der vorliegenden Arbeit durch eine Modulation von Kindheitstraumata erklärt werden können. Somit wird davon ausgegangen, dass Erfahrungen körperlichen Missbrauchs, welche vermutlich mit elterlichen Beschimpfungen und emotional wenig wertschätzender Sprache verbunden waren, zu einer Beeinträchtigung der rezeptiven und (non)verbalen auditorischen Verarbeitung und der Wahrnehmung emotionaler und sozialer Reize führen.

Weiterhin konnte in der vorliegenden Arbeit auch der Einfluss eines emotionalen Missbrauchs auf die funktionelle Konnektivität zwischen linken basolateralen Amygdala-Kerngebieten und okzipitalen Gehirnregionen, im Speziellen des rechten Gyrus calcarinus, festgestellt werden. Der Gyrus calcarinus wird strukturell und funktionell dem primären visuellen Cortex (V1) zugeordnet (Jäncke 2013), dient der Verarbeitung visueller Stimuli und trägt durch Verbindungen zu anderen Gehirnbereichen, wie der Amygdala, zur Bewusstseinsbildung bei (Silvanto et al. 2005). Die Amygdala wiederum reguliert Reaktionen auf emotional relevante Stimuli, u. a. der visuellen Modalität (Adolphs 2006). Dabei wurde in bisherigen Studien herausgefunden, dass ein Beobachten häuslicher Gewalt als emotional relevanter visueller Stimulus auf Gehirnregionen, wie den visuellen Kortex einwirkt (Teicher und Samson 2016) und zu einer Abnahme der grauen Substanz (Tomoda et al. 2012) sowie einer Störung der Intaktheit des linken inferioren longitudinalen Fasciculus führt, welcher als Bestandteil des visuellen-limbischen Pfades okzipitale und andere Kortizes für

die visuelle Emotionsverarbeitung, Gedächtnis- und Lernprozesse verbindet (Choi et al. 2012). Auch in der vorliegenden Arbeit wurde ein Einfluss kindlicher Traumata auf die Amygdala und den Gyrus calcarinus bei gesunden Probanden beobachtet, was die Ergebnisse bisheriger Studien (Teicher und Samson 2016) bestätigte. Jedoch konnte im Speziellen ein Einfluss emotionalen Missbrauchs festgestellt werden, welcher zu funktionellen Beeinträchtigungen im Sinne einer Diskonnektivität zwischen linkem BLA und primärem visuellen Kortex führt, weshalb eine Assoziation von emotionalem Missbrauch und dem Beobachten häuslicher Gewalt im Sinne eines beobachteten emotionalen Missbrauchs in der vorliegenden Kohorte vermutet wird. Dabei scheint es durch die Verbindung zum BLA zu einer dysfunktionalen visuellen Emotionsverarbeitung und beeinträchtigten Reaktion auf diese emotional relevanten aversiven Stimuli, wie etwa Schwierigkeiten sich visuell zu erinnern bzw. emotional auf erlebte Ereignisse zu antworten, zu kommen (Teicher und Samson 2016).

Es konnte somit gezeigt werden, dass Traumata wie ein körperlicher Missbrauch zu einer Beeinträchtigung der Konnektivität zwischen Regionen des Limbischen Netzwerkes und CEN bei gesunden Probanden sowohl auf Amygdala-Gesamtebene als auch auf Amygdalakern-Ebene im 7 Tesla rs fMRT führen. Dieses Ergebnis wurde lediglich für den rechten BLA gefunden und konnte für den linken BLA sowie zentromediale Amygdala-Kerngebiete auf Amygdala-Gesamtebene nicht repliziert werden. Jedoch wurde auf Amygdala-Kernebene beobachtet, dass Erfahrungen körperlichen Missbrauchs auch mit Beeinträchtigungen in basolateralen Amygdala-Kerngebieten des Limbischen Netzwerkes und in Regionen des DMN bei gesunden Probanden assoziiert sind, während Erfahrungen emotionalen Missbrauchs mit einer dysfunktionalen Konnektivität zwischen basolateralen Amygdala-Kerngebieten und dem visuellen System verbunden zu sein scheinen. Folgen können in einer eingeschränkten Fähigkeit des sozialen und emotionalen Verhaltens mit veränderter emotionaler Verarbeitung der akustischen und visuellen Modalität gesehen werden. Somit sind spezifische Unterregionen der Amygdala identifizierbar, welche mit Traumata assoziiert sind. Weiterhin ist anzunehmen, dass besonders Erfahrungen körperlichen und emotionalen Missbrauchs zu einer Vulnerabilität der Spezifizierung der Konnektivitätsmuster hinsichtlich basolateraler Amygdala-Kerngebiete führen und dass weiterhin eine Lateralisierung zwischen rechtem und linkem BLA zu vermuten ist.

Somit kann die Hypothese IV *“Ein Einfluss von Kindheitstraumata auf die funktionelle Konnektivität bei gesunden Probanden kann sowohl auf Amygdala-Gesamtebene als auch auf Amygdalakern-Ebene im 7 Tesla rs fMRT festgestellt werden.“* als bestätigt angesehen werden.

Hypothese V: *Unterschiedliche Arten von Kindheitstraumata beeinflussen die funktionelle Konnektivität in vergleichbaren Gehirnregionen bei gesunden Probanden und Patienten mit besonderem Risiko für Traumatisierung.*

Zahlreiche Studien beschäftigten sich bisher mit dem Thema der Pädophilie sowie damit verbundener struktureller oder funktioneller Beeinträchtigungen verschiedener Gehirnregionen, betrachteten bislang jedoch noch nicht einen zusätzlichen Einfluss von Kindheitstraumata. Dabei berichten Sexualstraftäter im Vergleich zu Nicht-Sexualstraftätern häufiger eigene Erfahrungen sexuellen Missbrauchs (Jespersen et al.

2009), während Probanden mit pädophiler Sexualpräferenz im Vergleich zu gesunden Probanden häufiger in der Kindheit sexuellen Annäherungen durch Erwachsene ausgesetzt waren (Cohen et al. 2010). Weiterhin konnte bei pädophilen im Gegensatz zu gesunden Probanden eine Volumenreduktion der grauen Substanz von Hypothalamus (Schiltz et al. 2007, Poepl et al. 2013) und PCC (Schiffer et al. 2007), eine stärkere Aktivierung im PCC (Poepl et al. 2011) sowie eine geringere Aktivierung des Hypothalamus bei der Darbietung sexuell anregender Bilder von Kindern festgestellt werden (Walter et al. 2007), weshalb eine beeinträchtigte Regulation der vegetativ-autonomen Komponente sowie eine schwächere kortikale Kontrolle sexueller Erregung vermutet wird (Walter et al. 2007). Zusätzlich wurde bei pädophilen Probanden mit bzw. ohne sexuellen Kindesmissbrauch eine erniedrigte FC u. a. im PCC bei der Bewertung sexueller Handlungen gegenüber Kindern beobachtet, weshalb eine unterschiedliche Verarbeitung und Bewertung sexueller Aggression und eine präferenzabhängige kognitive Verzerrung in Situationen moralischer Bewertung zu vermuten ist, welche jedoch eher mit Pädophilie anstatt mit sexuellem Kindesmissbrauch assoziiert ist (Massau et al. 2017). Betrachtet man dahingehend die Funktionen dieser Gehirnregionen, so ist der PCC als Teil des DMN (Raichle et al. 2001) relevant für die Vorstellung fremder emotionaler Standpunkte, die Bewertung moralischer Urteile (Massau et al. 2017) und die Beurteilung sozialer Konsequenzen des eigenen und fremden Verhaltens und somit bedeutsam für eine adäquate soziale Interaktion (Buckner und Carrol 2007, Kärigel et al. 2015). Der Hypothalamus erhält wiederum Projektionen von kortikalen Arealen, ist relevant für die homöostatische Regulation und Ausführung emotionaler Reaktionen und bewirkt somit emotionale Veränderungen im menschlichen Körper (Adolphs 2006). Zudem sind der PCC und der Hypothalamus an der Verarbeitung sexueller Erregung beteiligt und speziell der Hypothalamus bedeutsam für die Orientierung und Wahrnehmung des sexuellen Verlangens und die Vorbereitung auf das sexuelle Verhalten (Stoléru et al. 2012). In der vorliegenden Arbeit wurde in den Second-Level-Gruppen-Analysen der 3 Tesla rs fMRT-Daten der Studie 3 ein Einfluss traumatischer Erfahrungen auf die funktionelle Konnektivität beobachtet, welcher sich in einer verminderten rsFC zwischen dem PCC und Hypothalamus (pars mammillaria) in der Gruppe der gesunden gegenüber den pädophilen Probanden zeigte. Damit konnten die Befunde der Studien von Walter et al. (2007) und Poepl et al. (2011) hinsichtlich unterschiedlicher Aktivierungen in diesen Gehirnregionen zwischen gesunden und pädophilen Probanden bestätigt werden. Jedoch können die hier ermittelten Gruppenunterschiede vielmehr durch einen Einfluss von Kindheits-traumata interpretiert werden. Diese Gruppenunterschiede zeigten sich bereits im Ruhezustand und wurden vermutlich durch eine unterschiedliche Verarbeitung sexueller Erregung und Regulation sowie Ausführung emotionaler Reaktionen zwischen gesunden und pädophilen Probanden hervorgerufen. Weiterhin wird von einer unterschiedlichen Vorstellung und Beurteilung von eigenem und fremdem emotionalen Verhalten ausgegangen, was somit bisherige Befunde von Keenan et al. (2000) bestätigt. Nach Überprüfung möglicher konfundierender Standorteffekte konnte das vorliegende Ergebnis jedoch nicht mehr beobachtet werden, was einen Einfluss von Standort-Effekten vermuten lässt.

Betrachtet man zudem die Korrelationsanalysen im 3 Tesla rs fMRT der Studie 3, konnte ein Einfluss traumatischer Erfahrungen auf die funktionelle Konnektivität der rechten und linken Amygdala und

präfrontalen, frontalen sowie parietalen Gehirnregionen festgestellt werden. So wurde in der Gruppe aller pädo-philien Probanden mit bzw. ohne Kindesmissbrauch eine verminderte rsFC zwischen linker Amygdala und linkem pMFG sowie linkem SFG und somit eine stärkere Amygdala-Diskonnektivität zu Arealen des frontalen bzw. präfrontalen Kortex beobachtet, welche mit Erfahrungen von emotionalem Missbrauch und emotionaler Vernachlässigung assoziiert waren. Betrachtet man die bisherige Literatur, so konnten lediglich vereinzelte Ergebnisse bezüglich des medialen frontalen Gyrus, jedoch nicht des pMFG in Zusammenhang mit Kindheitstraumata oder Pädophilie im Resting-State gefunden werden. Eine verstärkte rsFC zwischen der linken Amygdala und dem linken medialen frontalen Gyrus wurde lediglich bei gesunden Probanden ohne Kindesmissbrauch gefunden (Roy et al. 2009). Der pMFG als Teil des posterior-medialen frontalen Kortex (pmFC) nimmt eine entscheidende Rolle bei der kognitiven Kontrolle von Handlungen ein, indem er laufende Aktionen überwacht und Anpassungen des eigenen Verhaltens und Lernens vornimmt (Ridderinkhof et al. 2004). Durch Verbindungen zu anderen Gehirnarealen ist er an regulatorischen Prozessen zur Leistungsanpassung, wie der Aufmerksamkeitsfokussierung und motorischen Verlangsamung beteiligt (Danielmeier et al. 2011) und scheint eine Rolle bei der Kodierung des motivationalen Wertes von externen Ereignissen zu spielen (Ridderinkhof et al. 2004), in welche auch die Amygdala involviert ist (Adolphs 2006). Weitere Funktionen, an welchen die Amygdala beteiligt ist, wurden bereits in den Hypothesen III und IV dargelegt. Somit ist in der vorliegenden Arbeit anzunehmen, dass Erfahrungen emotionalen Missbrauchs die rsFC zwischen linker Amygdala und linkem pMFG vermindern bzw. zu einer stärkeren Diskonnektivität zwischen diesen Gehirnregionen bei pädo-philien Probanden führen. Dies scheint mit einer eingeschränkten kognitiven Kontrolle des eigenen zielgerichteten Verhaltens und adaptiven Lernens sowie einer beeinträchtigten Leistungsanpassung und Kodierung externer Ereignisse assoziiert zu sein. Abweichungen zu den Befunden von Roy et al. (2009) können im Sinne einer Modulation durch Kindheitstraumata sowie in der Untersuchung unterschiedlicher Probandengruppen erklärt werden. Zudem konnte dieses Ergebnis nach der Kontrolle möglicher konfundierender Gruppen- und Standorteffekte nicht mehr beobachtet werden, weshalb ein Einfluss durch diese Effekte vermutet wird. Der SFG nimmt wiederum eine zentrale Rolle bei exekutiven Funktionen, insbesondere des Monitorings und der Manipulation von Arbeitsgedächtnisaufgaben (du Boisgueheneuc et al. 2006) sowie in der Emotionsregulation ein (Roy et al. 2009). In aufgabenbasierten Paradigmen konnte eine Einschränkung der neurobehavioralen Leistungsfähigkeit bei Arbeitsgedächtnisaufgaben für frontale bzw. temporale Gehirnareale bei Probanden mit ELS beobachtet werden (Philip et al. 2016). Weiterhin waren Erfahrungen körperlichen bzw. sexuellen Missbrauchs mit einer erhöhten Aktivität der Amygdala gegenüber negativen Stimuli und einer stärkeren Aktivierung des SFG zur Kontrolle der emotionalen Reaktionen assoziiert (McLaughlin et al. 2015). Demgegenüber konnte im Resting-State eine Diskonnektivität zwischen linker Amygdala und linkem SFG bei gesunden Probanden ohne ELS festgestellt werden (Roy et al. 2009). Somit wird in der vorliegenden Arbeit angenommen, dass Erfahrungen emotionaler Vernachlässigung zu einer stärkeren Diskonnektivität zwischen linker Amygdala und linkem SFG bei pädo-philien Probanden führen und mit einer eingeschränkten Leistung des Arbeitsgedächtnisses sowie einer beeinträchtigten Emotionsregulation assoziiert sind. Die

Abweichungen zu oben beschriebenen Studienbefunden können vor dem Hintergrund einer Messung im Ruhezustand, der Untersuchung unterschiedlicher Probandengruppen sowie des Einflusses anderer Traumaarten bei pädophilen gegenüber gesunden Probanden zu interpretieren sein. Zudem konnte dieses Ergebnis nach der Kontrolle möglicher konfundierender Gruppeneffekte, jedoch nicht mehr nach der Kontrolle von Standorteffekten beobachtet werden, was einen Einfluss von Standorteffekten vermuten lässt. In zukünftigen Studien wäre es interessant zu prüfen, ob durch die zusätzliche Anwendung aufgabenbasierter Paradigmen bei traumatisierten pädophilen Probanden ebenfalls eine eingeschränkte neurobehaviorale Leistungsfähigkeit mit Rekrutierung zusätzlicher kognitiver Ressourcen bei Arbeitsgedächtnisaufgaben wie in der Studie von Philip et al. (2016) zu beobachten ist. Zudem sollte getestet werden, ob in der Verarbeitung negativer Reize ein Kontrollmechanismus emotionaler Reaktionen mit einer stärkeren Aktivierung in diesen Gehirnregionen wie in der Studie von McLaughlin et al. (2015) assoziiert ist.

Weiterhin konnte in der vorliegenden Arbeit ein Einfluss von körperlichen Missbrauchserfahrungen auf die funktionelle Konnektivität von limbischen und inferior-frontalen sowie inferior-parietalen Gehirnregionen bei Sexualstraftätern ohne pädophile Neigungen beobachtet werden. Der IFG ist Teil des IPFC und aufgeteilt in die drei Subgyri Pars Orbitalis, Pars Triangularis sowie Pars Opercularis. Der rechte IPL befindet sich im Parietallappen und umfasst das Areal Pga. Beide Regionen stellen Teile eines Netzwerkes dar, welches in die Verarbeitung semantischer Erinnerungen bezüglich der eigenen Person und Beziehungen zu anderen Menschen involviert ist (Binder et al. 2009). Neben dem IFG ist auch der IPL essentiell für die Erfassung von Informationen, Szenen oder moralisch relevanten Interaktionen (Caspers et al. 2013) und ist als Teil des DMN (Raichle et al. 2001, Kärigel et al. 2015) relevant für die Vermittlung emotionaler Standpunkte und die Beurteilung sozialer Konsequenzen eigenen und fremden Verhaltens (Raine und Yang 2006, Buckner und Carroll 2007, Kärigel et al. 2015). Zudem sind die Amygdala und der IPL relevant für die Fokussierung der Aufmerksamkeit und das Empfinden von Befriedigung für sexuelle Reize (Stoléru et al. 2012). In der bisherigen Literatur konnte bei gesunden Probanden eine negative Assoziation der rechten Amygdala rsFC mit dem IPL beobachtet werden (Roy et al. 2009). Bei traumatisierten Probanden wurden einerseits stärkere Aktivierungen in frontalen Regionen, wie dem IFG entdeckt, welche in die kognitive Hemmungskontrolle involviert sind (Mueller et al. 2010) und andererseits eine verringerte regionale Homogenität im IPL beobachtet (Lu et al. 2017). Demgegenüber wurden bei Sexualstraftätern mit Kindesmissbrauch und ohne pädophile Neigungen Beeinträchtigungen in der Vorstellung und Perspektivübernahme von fremdem Verhalten (Keenan et al. 2000) sowie eine erniedrigte rsFC zwischen der rechten Amygdala und dem linken dlPFC mit schwächerer Top-Down-Kontrolle und beeinträchtigter Verhaltenskontrolle ermittelt (Kneer et al. 2019). Auch in der vorliegenden Arbeit wurde ein Einfluss kindlicher Traumata, im Speziellen von körperlichem Missbrauch, auf die linke bzw. rechte Amygdala und den linken IFG (p. Orbitalis) sowie den rechten IPL (area Pga) bei Sexualstraftätern ohne pädophile Neigungen beobachtet, welcher zu einer verstärkten funktionellen Konnektivität zwischen diesen Gehirnregionen führt. Dies scheint mit einer stärkeren Verhaltenskontrolle und Fokussierung der Aufmerksamkeit auf sexuelle Stimuli assoziiert zu sein. Zudem wird von einer veränderten Verarbeitung semantischer Erinnerungen und moralisch relevanter

Interaktionen, der Vermittlung emotionaler Standpunkte und der Beurteilung sozialer Konsequenzen eigenen und fremden Verhaltens bei Sexualstraftätern ohne pädophile Neigungen ausgegangen. Damit konnten die Befunde von Keenan et al. (2000) und Mueller et al. (2010) bestätigt werden. Abweichungen zu den Befunden von Roy et al. (2009) und Kneer et al. (2019) können im Sinne einer Modulation durch Kindheits-traumata erklärt werden.

Weiterhin konnte in der vorliegenden Arbeit bei pädophilen Probanden mit Kindesmissbrauch im Vergleich zu pädophilen Probanden ohne Kindesmissbrauch eine verstärkte rsFC zwischen dem vmPFC und dem linken Gyrus fusiformis festgestellt werden, welche auch nach der Kontrolle von möglichen konfundierenden Standorteffekten weiter beobachtet werden konnte. Der vmPFC ist Teil des DMN (Vaidya und Gordon 2013) und relevant für die Verhaltenshemmung, weshalb eine Beeinträchtigung in dieser Region zu einem eingeschränkten Erkennen der Konsequenzen eigenen Handelns, einer mangelnden Kontrolle zukünftigen Verhaltens sowie einer fehlenden Einsicht in bestehende Verhaltensprobleme führen kann (Jäncke 2013). Weiterhin ist der vmPFC an der Modulation der emotionalen Reaktionsfähigkeit beteiligt (van Harmelen et al. 2010, Veer et al. 2011, van der Werff et al. 2013). Der Gyrus fusiformis, lokalisiert im Temporallappen, nimmt eine wichtige Rolle in der Verarbeitung sexueller Erregung ein (Stoléru et al. 2012). Verschiedene Studien (Schiffer et al. 2008, Ponseti et al. 2012, Polisois-Keating et al. 2013) fanden bei der Darbietung sexuell relevanter Stimuli von Kindern stärkere Aktivierungen im Gyrus fusiformis und vermuteten in diesem Zusammenhang eine stärkere kognitive Beteiligung pädophiler Probanden mit Kindesmissbrauch gegenüber gesunden Probanden (Schiffer 2014). Interessanterweise konnten in der vorliegenden Arbeit diese Ergebnisse bereits im Ruhezustand und zwischen pädophilen Probanden mit bzw. ohne Kindesmissbrauch gefunden werden, weshalb eher ein Zusammenhang mit dem Vorliegen von Kindesmissbrauch anstatt mit Pädophilie zu sehen ist. Somit wird vermutet, dass es durch den Einfluss von Kindheitstraumata zu einer unterschiedlichen Verarbeitung sexueller Erregung, zu einer beeinträchtigten Verhaltenshemmung mit eingeschränkter Selbstkontrolle und zu einer inadäquaten Regulation und Verarbeitung von Emotionen zwischen pädophilen Probanden mit bzw. ohne Kindesmissbrauch kommt.

Anhand der diskutierten Hypothesen III, IV und V konnte somit ein Einfluss von Traumata auf die Amygdala, Region des Limbischen Netzwerkes als auch auf Regionen des DMN bei gesunden und Menschen mit abweichender Sexualpräferenz festgestellt werden, welche sich jedoch in der Art des Traumaeinflusses, der Lateralisierung der Amygdala sowie der spezifischen Seed-Region stark unterscheiden. Mögliche Erklärungen können in der unterschiedlichen Verarbeitung sexueller Erregung bei Pädophilie gesehen werden, welche in vergleichbaren Gehirnregionen, wie der Amygdala, dem ACC und dem PCC (Schiffer et al. 2008, Poeppel et al. 2011, Stoléru et al. 2012, Polisois-Keating et al. 2013) stattfindet und somit einen möglichen Einfluss auf die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit haben konnte. Dahingehend wird von einer Überlappung pädophilie-spezifischer Gehirnregionen sowie neuronaler Netzwerke zur Detektion und kognitiven Bewertung relevanter sexueller Reize ausgegangen und funktionelle Unterschiede als auch eine atypische Konnektivität innerhalb dieser Netzwerke, welche mit Pädophilie in Verbindung stehen, vermutet (Cantor et al. 2016). Mehrere Studien propagieren zudem, dass strukturelle Veränderungen

der Amygdala während der sexuellen Reifung neuronale Netzwerke für die sexuelle Verarbeitung beeinflussen und für eine gestörte emotionale Bewertung, Regulation emotionaler Reaktionen und Generierung von Verhaltensreaktionen verantwortlich sind und somit die Entwicklung eines abweichenden sexuellen Verhaltens bei Pädophilie bedingen können (LeDoux 2003, Schiltz et al. 2007, Jovanovic und Ressler 2010, Poepl et al. 2013, Poepl et al. 2015). Wiederum andere Studien konnten ein niedrigeres Volumen der grauen Substanz im Bereich des ACC sowie eine verminderte rsFC im Limbischen Netzwerk sowie im DMN bei pädophilen Probanden mit Kindesmissbrauch im Vergleich zu gesunden und pädophilen Probanden ohne Kindesmissbrauch beobachten und vermuteten dahingehend eine eingeschränkte Verarbeitung sozial-emotionaler Prozesse, welche jedoch eher mit sexuellem Kindesmissbrauch anstatt Pädophilie per se assoziiert zu sein scheinen (Kärgel et al. 2015, Schiffer et al. 2017). Auch in der vorliegenden Arbeit konnten Unterschiede in der funktionellen Konnektivität zwischen der Gruppe der AllP und der Gruppe der CSAnP gefunden werden, welche vor dem Hintergrund eines Einflusses von sexuellem Kindesmissbrauch anstatt Pädophilie interpretiert werden können. Zudem ist fraglich, ob die Unterschiede in den Gehirnfunktionen zwischen pädophilen und gesunden Probanden auch auf das Vorhandensein komorbider Erkrankungen, wie z. B. depressiver Störungen, zurückzuführen sind. Ausgehend von der Tatsache, dass die Amygdala, der PFC und der ACC für die Regulation von Emotionen relevant sind (LeDoux 2000, Banks et al. 2007, van Harmelen et al. 2010, Veer et al. 2011, Pechtel und Pizzagalli 2011), kann davon ausgegangen werden, dass es bei Dysfunktionen innerhalb dieser Gehirnregionen bzw. funktionellen Netzwerke zu Problemen in der Emotionsregulation mit affektiven Problemen, kognitiver Verzerrung (Ward et al. 2006, Gillespie et al. 2012) und somit zu Psychopathologien kommen kann (Stevens et al. 2011, Pannekoek et al. 2014). Diesbezüglich wurde festgestellt, dass pädophile Probanden eine eingeschränkte emotionale Verarbeitung (Walter et al. 2007) und Sexualstraftäter eine emotionale Einsamkeit mit niedrigem Selbstwert (Fisher et al. 1999) sowie eine veränderte Verarbeitung sozialer Informationen mit vermehrtem Grübeln bzw. negativen Gedanken als Folge einer eingeschränkten Kontrolle des eigenen sexuellen Verhaltens angaben (Barnett 2011, Gillespie et al. 2012). Dahingehend konnten bei Pädophilen mit bzw. ohne Kindesmissbrauch als auch bei Sexualstraftätern ohne Pädophilie höhere Raten psychiatrischer Komorbiditäten im Sinne affektiver Störungen im Vergleich zu gesunden Probanden beobachtet werden (Cohen und Galynker 2002, Gerwinn et al. 2018). Jedoch bleibt unklar, ob es sich dabei um Komorbiditäten per se oder vielmehr um ein sekundäres Phänomen der Pädophilie handelt, welches in Zusammenhang mit sozialen und emotionalen Konsequenzen dieser abweichenden Sexualpräferenz gesehen werden kann (Tenbergen et al. 2015). Auch in der vorliegenden Arbeit konnte im Gegensatz zu gesunden Probanden bei der Mehrheit der pädophilen Probanden (66,1 %) eine klinische Störung nach SKID-1 festgestellt werden, wobei depressive Störungen nach DSM-IV mit depressiven Episoden, Dysthymie und bipolaren Störungen mit 30,9 % am häufigsten vertreten waren. Interessanterweise konnte jedoch auf deskriptiver Ebene bei den Probanden mit Kindesmissbrauch kein häufigeres Auftreten von klinischen Störungen im Vergleich zu Probanden ohne Kindesmissbrauch festgestellt werden. Verschiedene Studien beobachteten zudem einen Zusammenhang zwischen kindlichen Traumatisierungen, strukturellen Beeinträchtigungen kortiko-

limbischer Gehirnregionen und der Entwicklung depressiver Symptome (Widom et al. 2007, Frodl et al. 2010, Edmiston et al. 2011, Wang et al. 2014). Eine weitere mögliche Erklärung der unterschiedlichen Ergebnisse zwischen gesunden und pädophilen Probanden können im Vorhandensein von Resilienzfaktoren diskutiert werden. Dahingehend müssen traumatische Bedingungen nicht unmittelbar mit dem Risiko einer gestörten Entwicklung oder Ausbildung psychischer Störungen assoziiert sein, sondern können durch kindliche, familiäre und soziale Ressourcen zu einer Anpassung im Sinne einer kindlichen Resilienz führen (Noeker und Petermann 2008). Verschiedene Studien (New et al. 2009, van der Werff et al. 2013) stellten verstärkte Aktivitäten des dACC und PFC bei resilienten Probanden fest und vermuteten dahingehend Unterschiede in der Verarbeitung und Regulation emotionaler Reaktionen im Vergleich zu nicht-resilienten Individuen, bei welchen diese Fähigkeiten beeinträchtigt waren. Somit verfügen gesunde Probanden offenbar über geeignetere resiliente Mechanismen und zeigen weniger Dysfunktionen in vergleichbaren neuronalen Netzwerken bzw. eine geringere Psychopathologie hinsichtlich der Entwicklung depressiver Störungen (Teicher and Samson 2016). So wird auch in der vorliegenden Arbeit vermutet, dass gesunden Probanden eine bessere Anpassung an bestehende traumatische Situationen als pädophilen Probanden gelingt, welche vermutlich nicht über diese Ressourcen als schützendes Netz verfügen.

Eine mögliche Zusammenführung der in den Hypothesen III, IV und V diskutierten Ergebnisse kann anhand des von Menon (2011) postulierten Triple Network Modells vorgenommen werden. Dieses besteht aus dem SN, DMN und CEN und geht davon aus, dass eine gestörte Beziehung zwischen diesen Netzwerken zu Beeinträchtigungen in affektiven und kognitiven Funktionen führen kann (Menon 2011). Eine Störung im SN kann demnach zu einer eingeschränkten Erkennung und Zuordnung von relevanten externen Reizen und internalen Ereignissen und damit zu Beeinträchtigungen in Kognition und Selbstkontrolle bzw. Selbststeuerung führen, was in der Folge die Konnektivität im CEN beeinflussen und dadurch zu einer Beeinträchtigung kognitiver Funktionen, wie der Entscheidungsfindung bei zielgerichtetem Verhalten, der Problemlösung und Aufmerksamkeitskontrolle führen kann (Menon 2011). Dies wiederum wirkt sich auf die Konnektivität im DMN aus und führt eventuell zu Beeinträchtigungen im episodischen und autobiographischen Gedächtnis sowie in selbstbezogenen mentalen Prozessen im Sinne einer erhöhten Grübelneigung. Innerhalb dieses Netzwerkes scheint dabei auch die subkortikale Struktur der Amygdala bedeutsam für die Entstehung emotionaler Probleme zu sein (Menon 2011). Jedoch können Dysfunktionen auch von den anderen Netzwerken des Triple Network Modells ausgehen (Menon 2011).

Zusammenfassend konnte somit bei gesunden Probanden ein Einfluss von Traumata auf die FC zwischen dem dACC und dmPFC sowie der Amygdala bzw. BLA und dIPFC, Regionen des SN, DMN, Limbischen Netzwerkes und CEN, als auch mit dem OFC, STG und Gyrus calcarinus im Ruhezustand festgestellt werden. Demgegenüber wurde bei pädophilen Probanden bzw. Sexualstraftätern ohne pädophile Neigungen ein Einfluss kindlicher Traumatisierung auf die FC zwischen Amygdala und pMFG, SFG, IFG (p. Orbitales) und IPL (area Pga), Regionen des Limbischen Netzwerkes, IPFC und des DMN beobachtet. Ein Vergleich auf Gruppenebene zeigte bei gesunden gegenüber pädophilen Probanden mit Kindesmissbrauch eine Dyskonnektivität zwischen dem Hypothalamus (pars mammillaria) und dem PCC, einer Region des DMN.

Somit konnte ein Einfluss von Traumata auf die Amygdala, Region des Limbischen Netzwerkes als auch auf Regionen des DMN bei gesunden und Menschen mit abweichender Sexualpräferenz festgestellt werden, welche sich jedoch in der Art des Traumaeinflusses, der Lateralisierung der Amygdala sowie der spezifischen Seed-Region stark unterschieden. Ursachen können in einer unterschiedlichen Verarbeitung sexueller Erregung, im Vorhandensein komorbider affektiver Störungen und in resilienten Mechanismen gesehen werden. Weiterhin wird ein Einfluss möglicher konfundierender Gruppen- sowie Standorteffekte vermutet. Jedoch konnte teilweise eine räumliche Überlappung der Ruhenetzwerke mit Netzwerken gefunden werden, welche im Rahmen aufgabenorientierter fMRT-Messungen detektiert worden sind. Darüber hinaus war ein Einfluss von erlebtem emotionalen Missbrauch und emotionaler Vernachlässigung sowie körperlichem Missbrauch, jedoch nicht von sexuellem Missbrauch oder körperlicher Vernachlässigung auf die funktionelle Konnektivität im Ruhezustand erkennbar. Es wird somit davon ausgegangen, dass die Amygdala eine erhöhte Vulnerabilität durch kindliche Traumata aufweist und durch Verbindungen zu Arealen, wie dem PFC, zu einer beeinträchtigten Emotionsverarbeitung und -regulation sowie der Entwicklung emotionaler Probleme führen kann. Ausgehend von oben dargestellten Ausführungen ist anzunehmen, dass kindliche Traumatisierungen die FC von Gehirnregionen bei gesunden und Probanden mit abweichender Sexualpräferenz im Ruhezustand beeinflussen, jedoch in nur wenigen vergleichbaren Gehirnregionen bzw. übereinstimmenden funktionellen Netzwerken. Somit kann die Hypothese V „*Unterschiedliche Arten von Kindheitstraumata beeinflussen die funktionelle Konnektivität in vergleichbaren Gehirnregionen bei gesunden Kontrollprobanden und Patienten mit besonderem Risiko für Traumatisierung.*“ als nur teilweise bestätigt angesehen werden.

4.2 Methodische Limitierungen der vorliegenden Arbeit

Im Rahmen der Datenerhebung der Studie 3 des Verbundprojektes *NeMUP*, welches an fünf verschiedenen Standorten in Deutschland durchgeführt wurde, ist trotz des Versuches, einheitliche Rahmenbedingungen zu schaffen, von Standorteffekten und einer Varianz in der Akquise verschiedener Parameter auszugehen, welche zu einer Veränderung von 3 Tesla rs fMRT-Daten geführt haben können. Diese können standort-spezifische Unterschiede in der Helligkeit des Messraumes beinhalten, welche einen Einfluss auf die Stärke der Konnektivität und Reliabilität der Ergebnisse ausüben können (Patriat et al. 2013). Weiterhin relevant sind interindividuelle Unterschiede in der Art der Messinstruktionen während der rs-fMRT-Messung. Für die meist fünf bis zehn Minuten andauernde Messung werden entweder die Instruktionen gegeben, die Augen geschlossen bzw. offen zu halten, sich nicht zu bewegen und an nichts Spezifisches zu denken bzw. mit geöffneten Augen auf ein Fixationskreuz zu sehen, wobei laut einer Studie von Benjamin et al. (2010) abhängig von der Instruktionmethode Unterschiede in den Aktivierungen während Resting-State festgestellt werden konnten. Darüber hinaus wurde die Messung im Ruhezustand als Teil eines festen Bildgebungsprotokolls unmittelbar vor/ nach/ zwischen verschiedenen visuellen und motorischen Aufgaben durchgeführt, weshalb die Möglichkeit besteht, dass die Verarbeitung der verschiedenen Aufgaben die Messung im Ruhezustand beeinflusste. Weiterhin basieren die oben genannten Ergebnisse lediglich auf der Untersuchung

der funktionellen Konnektivität von Hirnregionen im Resting-State und können somit keinen Rückschluss auf die funktionelle Konnektivität von Hirnregionen in aufgabenbasierten Paradigmen geben. Zudem gilt die Amygdala als anfällig für Normalisierungsfehler und EPI-Bildverzerrungen, welche zu räumlichen Lokalisierungsfehlern führen können (Merboldt et al. 2001), weshalb Konnektivitätsmuster für Amygdala-Kernregionen durch umgebende Strukturen beeinflusst werden können (Roy et al. 2009). Darüber hinaus werden als relevante Argumentationen gegen die Annahme der Existenz einer aufgabenunabhängigen Spontanaktivität im Resting-State spontane kognitive Prozesse angeführt, welche kognitiven Prozessen unter expliziter Stimulation ähneln sollen. Diese sind im Rahmen der Instruktion, an nichts Spezifisches zu denken und keine kognitive Aufgabe auszuführen, schwer zu überprüfen, da damit die Beeinflussung des Ruhezustandes eine mögliche Folge wäre (Walter 2014). Zudem wurde bisher die Korrelation des gesamten Signalverlaufes während der Resting-State-Untersuchung zur Berechnung der mittleren Ruhekonnektivität verwendet. Jedoch scheint es zu zeitlichen Veränderungen der Konnektivitäten während einer Resting-State-Untersuchung zu kommen (Chang und Glover 2010), weshalb Ergebnisse vor diesem Hintergrund diskutiert werden müssen.

Zudem wurden zur Feststellung von Unterschieden in der funktionellen Konnektivität zwischen Gruppen gesunder und pädophiler Probanden bzw. Sexualstraftätern ohne pädophile Sexualpräferenz multiple Vergleiche durchgeführt, in den Korrelationsanalysen jedoch keine weitere Bonferroni-Korrektur zur Kontrolle des Alpha-Fehlers durchgeführt, weshalb die gefundenen Zielregionen als eher hypothesengenerierend statt confirmatorisch angesehen werden können.

Hinsichtlich der Analyse von 3 Tesla rs fMRT- und 7 Tesla rs fMRT-Ergebnissen von gesunden und pädophilen Probanden bzw. Sexualstraftätern ohne pädophile Sexualpräferenz ist aufgrund unterschiedlicher Studienabläufe und Vorverarbeitungen von fMRT-Daten von einer eingeschränkten Vergleichbarkeit auszugehen. Dahingehend wären weitere Testungen einer Stichprobe in 3 Tesla und 7 Tesla rs fMRT zur besseren Vergleichbarkeit empfehlenswert. Darüber hinaus ist ein Einfluss durch unterschiedlich große Gruppen gesunder Kontrollprobanden der Studien 1 und 2 sowie 3 denkbar. In diesem Zusammenhang wäre es zudem sinnvoll, trotz verwendeter großer Stichprobe in der vorliegenden Arbeit in zukünftigen Studien größere Kohorten an Studienteilnehmern zu akquirieren sowie noch höhere Auflösungen im fMRT zu gewährleisten. So könnten eventuell bestehende feine strukturelle Gehirnveränderungen noch besser identifiziert werden, wie bereits von Gerwinn et al. (2015) festgestellt. Zudem kann von einem Einfluss von Gruppeneffekten hinsichtlich der Gruppe der Pädophilen (PCSA, PnCSA) ausgegangen werden, da verschiedene Patientenproben mit unterschiedlichen phänotypischen Merkmalen der Pädophilie in die Studie 3 einbezogen wurden (Poepl et al. 2013). Darüber hinaus ist eine Moderation durch den sexuellen Kindesmissbrauch zu vermuten. Weiterhin war im Rahmen der unterschiedlichen Studien mit interindividuellen Unterschieden der Studienleiter in der Durchführung verschiedenster Testbatterien und Fragebögen zu rechnen. Hinsichtlich der Selbstbeurteilung von stattgehabten Traumata in Kindheit oder Jugend kann es zudem aufgrund der retrospektiven Einschätzung im Erwachsenenalter zu einer möglichen Verzerrung der Erinnerung gekommen sein. Darüber hinaus ist fraglich, ob die Antworten der

Studienteilnehmer aufgrund der Intimität des Frageinhaltes hinsichtlich einer sozialen Erwünschtheit beeinflusst wurden. In diesem Zusammenhang bleibt zudem unklar, ob das verwendete Instrument des CTQ sensitiv genug ist, und durch eine 5-stufige Likert-Skala Antworten mit einer Tendenz zur Mitte fördert. Des Weiteren bezieht der CTQ keine Fragen nach dem Zeitpunkt und der Dauer des Traumas sowie nach dem Alter der Studienteilnehmer bei Traumbeginn ein. Dies würde eine sinnvolle Ergänzung der Abbildung von Traumaerfahrungen liefern und eine detailliertere Untersuchung des Einflusses von Kindheitstraumata auf die Gehirnentwicklung bezüglich unterschiedlicher Alters- und Entwicklungsstufen und der Dauer ermöglichen, wie bereits von Andersen et al. (2008) und Dannlowski et al. (2012) vermutet. Dahingehend konnten Zielinski et al. (2018) einen Einfluss des Entwicklungsstandes von Probanden und dessen Assoziation mit einer Traumaexposition auf die funktionelle Konnektivität im Ruhezustand, besonders von Regionen, welche in die Emotionsregulation involviert sind, beobachten. Darüber hinaus wurden in der vorliegenden Arbeit nur männliche Teilnehmer der Untersuchung zugeführt, weshalb vorliegende Ergebnisse nur für männliche Probanden gelten. Bereits Heringa et al. (2013) zeigten, dass die Amygdala in ihrem Entwicklungsverlauf Geschlechtsunterschiede aufweist, die zu einer unterschiedlichen Vulnerabilität für traumatische Erfahrungen in der Kindheit führen können. Um entsprechend zu überprüfen, ob ein Einfluss des Geschlechtes besteht, wie bereits von Edmiston et al. (2011) sowie Teicher und Samson (2016) vermutet, erscheint es empfehlenswert, in zukünftigen Arbeiten weibliche Teilnehmerinnen in die Untersuchungen einzuschließen. Weiterhin könnte es zu individuellen Unterschieden der räumlichen Stabilität funktioneller Ruhenetzwerke hinsichtlich des Geschlechtes gekommen sein, was bereits in einer Studie von Biswal et al. (2010) beobachtet wurde. Zudem bleibt fraglich, ob eine bereits vor dem erlebten Trauma bestandene beeinträchtigte funktionelle Konnektivität zu einer erhöhten Vulnerabilität für traumatische Erfahrungen im menschlichen Gehirn führt (Heringa et al. 2013).

5 Zusammenfassung

Traumata in der Kindheit stellen einen Risikofaktor für die Entwicklung psychischer Erkrankungen von gesunden und Menschen mit abweichender Sexualpräferenz im Erwachsenenalter dar. Laut bisheriger Studienlage sind mit der Amygdala und dem medialen Präfrontalkortex Gehirnkorrelate von Traumata bekannt. In der vorliegenden Arbeit wurde anhand des Childhood Trauma Questionnaires (CTQ) der Einfluss kindlicher Traumatisierung auf die funktionelle Konnektivität im Ruhezustand im 3 und 7 Tesla fMRT bei gesunden und pädophilen Probanden bzw. Sexualstraftätern ohne pädophile Sexualpräferenz untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass bestimmte Formen von Traumata häufig in Kombination auftreten und Probanden mit Kindesmissbrauch höhere Traumatisierungsausprägungen als gesunde und Probanden ohne Kindesmissbrauch aufweisen. In Korrelationsanalysen mit Kindheitstraumata konnte bei gesunden Probanden gezeigt werden, dass ein körperlicher Missbrauch zu einer verstärkten FC zwischen rechter Amygdala bzw. rechtem BLA und rechtem dlPFC, Regionen des Limbischen Netzwerkes und CEN, sowohl auf Amygdala-Gesamtebene im 3 Tesla fMRT als auch auf Amygdalakern-Ebene im 7 Tesla fMRT führt, während eine emotionale Vernachlässigung mit einer verstärkten FC zwischen dem dACC und dem rechten dmPFC, Regionen des SN und des DMN assoziiert war. Weiterhin konnte bei erfahrenem körperlichen und emotionalen Missbrauch eine veränderte FC zwischen rechtem bzw. linkem BLA und linkem OFC, linkem STG und dem visuellen System beobachtet werden. Demgegenüber wurde bei pädophilen Probanden bzw. Sexualstraftätern ohne pädophile Neigungen mit Erfahrungen von emotionaler Vernachlässigung eine Dyskonnektivität zwischen linker Amygdala und linkem SFG sowie bei erfahrenem körperlichen Missbrauch eine verstärkte FC zum linken IFG (p. Orbitales) und rechten IPL (area Pga), Regionen des IPFC und des DMN, beobachtet. Somit konnte ein Einfluss kindlicher Traumatisierung auf die Amygdala, Region des Limbischen Netzwerkes als auch auf Regionen des DMN bei gesunden und Menschen mit abweichender Sexualpräferenz festgestellt werden, welche sich jedoch in der Art des Traumaeflusses, der Lateralisierung der Amygdala sowie der spezifischen Seed-Region stark unterschieden. Ursachen können in einer unterschiedlichen Verarbeitung sexueller Erregung, im Vorhandensein komorbider affektiver Störungen und in resilienten Mechanismen gesehen werden. Es wird davon ausgegangen, dass die Amygdala eine erhöhte Vulnerabilität durch kindliche Traumata aufweist und durch Verbindungen zu Arealen, wie dem PFC, zu einer beeinträchtigten Emotionsverarbeitung und -regulation sowie der Entwicklung emotionaler Probleme führen kann. Mit den vorliegenden Ergebnissen kann die Entwicklung geeigneter Instrumente zur Intervention und Behandlung traumatisierter Kinder und Jugendlicher gefördert und Beeinträchtigungen der Emotionsverarbeitung und -regulation sowie die Entwicklung internalisierender Störungen früher erkannt werden. Somit können funktionelle Konnektivitäten in Ruhenetzwerken zur Aufklärung zugrunde liegender neurobiologischer Mechanismen kindlicher Traumatisierung beitragen und zukünftig als diagnostische Biomarker zum Einsatz kommen.

6 Literaturverzeichnis

1. Adolphs R: Neural systems for recognizing emotion. *Curr. Opin. Neurobiol.* 12(2). 169–177 (2002).
2. Adolphs R, Spezio M: Role of the amygdala in processing visual social stimuli. *Prog. Brain Res.* 156. 363–378 (2006).
3. Adolphs, R.: Physiologie und Anatomie der Emotionen.
In: H.O. Karnath, P. Thier (Hrsg.): *Neuropsychologie*. 2. Aufl., S. 535–544. Springer Berlin, Heidelberg 2006.
4. American Psychiatric Association: Diagnostisches und statistisches Manual psychischer Störungen DSM-5.
In: P. Falkai, H.U. Wittchen, M. Döpfner, W. Gaebel, W. Maier, W. Rief, H. Saß, M. Zaudig (Hrsg. Deutsche Ausgabe): *Diagnostisches und statistisches Manual psychischer Störungen DSM-5*. S. 941–972. Hogrefe Göttingen 2015.
5. Anda RF, Felitti VJ, Bremner JD, Walker JD, Whitfield C, Perry BD, Dube SR, Giles WH: The enduring effects of abuse and related adverse experiences in childhood. A convergence of evidence from neurobiology and epidemiology. *Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosci.* 256(3). 174–186 (2006).
6. Andersen SL, Tomada A, Vincow ES, Valente E, Polcari A, Teicher MH: Preliminary evidence for sensitive periods in the effect of childhood sexual abuse on regional brain development. *J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci.* 20(3). 292–301 (2008).
7. Bach DR, Behrens TE, Garrido L, Weiskopf N, Dolan RJ: Deep and superficial amygdala nuclei projections revealed in vivo by probabilistic tractography. *J. Neurosci.* 31(2). 618–23 (2011)
8. Bado P, Engel A, de Oliveira-Souza R, Bramati IE, Paiva FF, Basilio R, Sato JR, Tovar-Moll F, Moll J: Functional dissociation of ventral frontal and dorsomedial default mode network components during resting state and emotional autobiographical recall. *Hum. Brain Mapp.* 35(7). 3302–3313 (2014).
9. Banks SJ, Eddy KT, Angstadt M, Nathan PJ, Phan KL: Amygdala–frontal connectivity during emotion regulation. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 2(4). 303–312 (2007).
10. Barnes A, Bullmore ET, Suckling J: Endogenous human brain dynamics recover slowly following cognitive effort. *PLoS One.* 4(8). e6626 (2009).
11. Barnett GD: What is grievance thinking and how can we measure this in sexual offenders? *Leg. Criminol. Psychol.* 16(1). 37–61 (2011).

12. Baxter MG, Murray EA: The amygdala and reward. *Nat Rev Neurosci.* 3. 563–573 (2002).
13. Beier KM, Amelung T, Kuhle L, Grundmann D, Scherner G, Neutze J: Hebephilie als sexuelle Störung. *Fortschr Neurol Psychiatr.* 81(3). 128–137 (2013).
14. Beier, K.M., Krüger, T.H.C., Walter, H., Schiffer, B., Ponseti, J., Walter, M.: Pädophilie und sexueller Kindesmissbrauch. *Klinik und Forschung.*
In: G.H. Seidler, H.J. Freyberger, R. Steil, J.M. Fegert (Hrsg.): *Trauma und Gewalt. Forschung und Praxisfelder.* 9(2). S. 106–120. Klett-Cotta 2015.
15. Benjamin C, Lieberman DA, Chang M, Ofen N, Whitfield-Gabrieli S, Gabrieli JDE, Gaab N: The influence of rest period instructions on the default mode network. *Front. Hum. Neurosci.* 4(218). 1–9 (2010).
16. BERPPOHL F, Walter M, Sajonz B, Lücke C, Hägele C, Sterzer P, Adli M, Heinz A, Northoff G: Attentional modulation of emotional stimulus processing in patients with major depression—alterations in prefrontal cortical regions. *Neurosci. Lett.* 463(2). 108–113 (2009).
17. Bernstein DP, Fink L: *Childhood Trauma Questionnaire: A retrospective self-report manual* San Antonio, TX: The Psychological Corporation. (1998).
18. Bernstein DP, Stein JA, Newcomb MD, Walker E, Pogge D, Taruna A, Stokes J, Handelsman L, Medrano M, Desmond D, Zule W: Development and validation of a brief screening version of the Childhood Trauma Questionnaire. *Child Abuse Negl.* 27(2), 169–190 (2003).
19. Binder JR, Desai RH, Graves WW, Conant LL: Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies. *Cerebr. Cortex.* 19(12). 2767–2796 (2009).
20. Birn RM, Patriat R, Phillips ML, Germain A, Herringa RJ: Childhood maltreatment and combat posttraumatic stress differentially predict fear-related fronto-subcortical connectivity. *Depress. Anxiety.* 31(10). 880–892 (2014).
21. Biswal B, Yetkin FZ, Haughton VM, Hyde JS: Functional connectivity in the motor cortex of resting human brain using echo-planar MRI. *Magn. Reson. Med.* 34(4). 537–541 (1995).
22. Biswal BB, Mennes M, Zuo XN, Gohel S, Kelly C et al.: Toward discovery science of human brain function. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 107(10). 4734–4739 (2010).
23. Blanchard R, Barbaree HE, Bogaert AF, Dickey R, Klassen P, Kuban ME, Zucker KJ: Fraternal birth order and sexual orientation in pedophiles. *Arch. Sex. Behav.* 29(5), 463–478 (2000).

24. Bluhm RL, Williamson PC, Osuch EA, Frewen PA, Stevens TK, Boksman K, Neufeld RWJ, Théberge J, Lanius RA: Alterations in default network connectivity in posttraumatic stress disorder related to early-life trauma. *J. Psychiatry Neurosci.* 34(3). 187–194 (2009).
25. Bonekamp, E.: Posttraumatische Belastungsstörungen.
In: G. Esser (Hrsg.): *Lehrbuch der Klinischen Psychologie und Psychotherapie bei Kindern und Jugendlichen*. 3. aktualisierte und erweiterte Auflage. S. 463–473. Thieme-Verlag 2008.
26. Bremner JD: Traumatic stress: effects on the brain. *Dialogues Clin. Neurosci.* 8(4). 445–461 (2006).
27. Buckner RL, Carroll DC: Self-projection and the brain. *Trends Cogn. Sci.* 11(2). 49–57 (2007).
28. Buckner RL, Andrews-Hanna JR, Schacter DL: The brain's default network anatomy, function, and relevance to disease. *Ann. NY. Acad. Sci.* 1124. 1–38 (2008).
29. Burghy CA, Stodola DE, Ruttle PL, Molloy EK, Armstrong JM, Oler JA, Fox ME, Hayes AS, Kalin NH, Essex MJ, Davidson RJ, Birn RM: Developmental pathways to amygdala-prefrontal function and internalizing symptoms in adolescence. *Nat. Neurosci.* 15(12). 1736–1741 (2012).
30. Bzdok D, Schilbach L, Vogeley K, Schneider K, Laird AR, Langner R, Eickhoff SB: Parsing the neural correlates of moral cognition: ALE meta-analysis on morality, theory of mind, and empathy. *Brain Struct. Funct.* 217(4). 783–796 (2012).
31. Bzdok D, Laird AR, Zilles K, Fox PT, Eickhoff SB: An investigation of the structural, connectional, and functional subspecialization in the human amygdala. *Hum. Brain Mapp.* 34(12). 3247–3266 (2013).
32. Cantor J, Blanchard R: White matter volumes in pedophiles, hebephiles, and teleiophiles. *Arch. Sex. Behav.* 41. 749–752 (2012).
33. Cantor JM, Lafaille SJ, Hannah J, Kucyi A, Soh DW, Girard TA, Mikulis DJ: Independent component analysis of resting-state functional magnetic resonance imaging in pedophiles. *J. Sex. Med.* 13(10). 1546–1554 (2016).
34. Caspers S, Schleicher A, Bacha-Trams M, Palomero-Gallagher N, Amunts K, Zilles K: Organization of the human inferior parietal lobule based on receptor architectonics. *Cereb Cortex.* 23(3). 615–628 (2013).
35. Chang C, Glover GH: Time-frequency dynamics of resting-state brain connectivity measured with fMRI. *Neuroimage.* 50(1). 81–98 (2010).
36. Choi J, Jeong B, Polcari A, Rohan ML, Teicher MH: Reduced fractional anisotropy in the visual limbic

pathway of young adults witnessing domestic violence in childhood. *Neuroimage*. 59(2). 1071–1079 (2012).

37. Cisler JM, James GA, Tripathi S, Mletzko T, Heim C, Hu XP, Mayberg HS, Nemeroff CB, Kilts CD: Differential functional connectivity within an emotion regulation neural network among individuals resilient and susceptible to the depressogenic effects of early life stress. *Psychol. Med.* 43(3). 507–518 (2013).
38. Cisler JM: Childhood trauma and functional connectivity between amygdala and medial Prefrontal cortex: a dynamic functional connectivity and large-scale network perspective. *Front. Syst. Neurosci.* 11(29). 1–11 (2017).
39. Cohen LJ, Galynker II: Clinical features of pedophilia and implications for treatment. *J. Psychiatr. Pract.* 8(5). 276–289 (2002).
40. Cohen LJ, Nikiforov K, Gans S, Poznansky O, McGeoch P, Weaver C, King EG, Cullen K, Galynker I: Heterosexual male perpetrators of childhood sexual abuse: a preliminary neuropsychiatric model. *Psychiatr. Q.* 73(4). 313–335 (2002).
41. Cohen RA, Grieve S, Hoth KF, Paul RH, Sweet L, Tate D, Gunstad J, Stroud L, McCaffery J, Hitsman B, Niaura R, Clark CR, MacFarlane A, Bryant R, Gordon E, Williams LM: Early life stress and morphometry of the adult anterior cingulate cortex and caudate nuclei. *Biol. Psychiatry*. 59(10). 975–982 (2006).
42. Cohen LJ, Forman H, Steinfeld M, Fradkin Y, Frenda S, Galynker I: Comparison of childhood sexual histories in subjects with pedophilia or opiate addiction and healthy controls. Is childhood sexual abuse a risk factor for addictions? *J. Psychiatr. Pract.* 16(6). 394–404 (2010).
43. Damoiseaux JS, Rombouts SARB, Barkhof F, Scheltens P, Stam CJ, Smith SM, Beckmann CF: Consistent resting-state networks across healthy subjects. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 103(37). 13848–13853 (2006).
44. Danese A, Moffitt TE, Harrington H, Milne BJ, Polanczyk G, Pariante CM, Poulton R, Caspi A: Adverse childhood experiences and adult risk factors for age-related disease depression, inflammation, and clustering of metabolic risk markers. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 163(12). 1135–1143 (2009).
45. Danielmeier C, Eichele T, Forstmann BU, Tittgemeyer M, Ullsperger M: Posterior medial frontal cortex activity predicts post-error adaptations in task-related visual and motor areas. *J. Neurosci.* 31(5). 1780 – 1789 (2011).
46. Dannlowski U, Stuhrmann A, Beutelmann V, Zwanzger P, Lenzen T, Grotegerd D, Domschke K, Hohoff C, Ohrmann P, Bauer J, Lindner C, Postert C, Konrad C, Arolt V, Heindel W, Suslow T, Kugel H: Limbic scars: long-term consequences of childhood maltreatment revealed by functional and structural magnetic

- resonance imaging. *Biol. Psychiatry*. 71(4). 286–293 (2012).
47. Davidson RJ, Pizzagalli D, Nitschke JB, Putnam K: Depression: perspectives from affective neuroscience. *Annu. Rev. Psychol.* 53. 545–574 (2002).
48. Davis M, Whalen PJ: The amygdala: vigilance and emotion. *Mol. Psychiatry*. 6(1). 13–34 (2001).
49. Dean AC, Kohno M, Hellemann, London ED: Childhood maltreatment and amygdala connectivity in metamphetamine dependence: a pilot study. *Brain Behav.* 4(6). 867–876 (2014).
50. De Bellis MD: The psychobiology of neglect. *Child Maltreat.* 10(2). 150–172 (2005).
51. Derntl B, Habel U, Schneider F: Funktionelle Magnetresonanztomographie in der Psychiatrie und Psychotherapie. *Nervenarzt.* 81(1). 16–23 (2010).
52. Deutschsprachige Gesellschaft für Psychotraumatologie (DeGPT). Online-Zugriff am 08.01.2018 um 16:33 Uhr. <http://www.degpt.de/informationen/fuer-betroffene/trauma-und-traumafolgen/>.
53. Disner SG, Beevers CG, Haigh EAP, Beck AT: Neural mechanisms of the cognitive model of depression. *Nat. Rev. Neurosci.* 12(8). 467–477 (2011).
54. Du Boisgueheneuc F, Levy R, Volle E, Seassau M, Duffau H, Kinkingnehun S, Samson Y, Zhang S, Dubois B: Functions of the left superior frontal gyrus in humans: a lesion study. *Brain.* 129(Pt12). 3315–3328 (2006).
55. Duncan NW, Hayes DJ, Wiebking C, Turet B, Pietruska K, Chen DQ, Rainville P, Marjańska M, Ayad O, Doyon J, Hodaie M, Northoff G: Negative childhood experiences alter a prefrontal-insular-motor cortical network in healthy adults: a preliminary multimodal rsfMRI-fMRI-MRS-dMRI study. *Hum. Brain Mapp.* 36(11). 4622–4637 (2015).
56. Edmiston EE, Wang F, Mazure CM, Guiney J, Sinha R, Mayes LC, Blumberg HP: Corticostriatal-limbic gray matter morphology in adolescents with self-reported exposure to childhood maltreatment. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 165(12). 1069–1077 (2011).
57. Edwards VJ, Holden GW, Felitti VJ, Anda RF: Relationship between multiple forms of childhood maltreatment and adult mental health in community respondents: results from the adverse childhood experiences study. *Am. J. Psychiatry.* 160(8). 1453–1460 (2003).
58. Egeland B: Taking stock: childhood emotional maltreatment and developmental psychopathology, *Child Abuse Negl.* 33(1). 22–26 (2009).

59. Eickhoff SB, Laird AR, Fox PT, Bzdok D, Hensel L: Functional segregation of the human dorsomedial prefrontal cortex. *Cerebr. Cortex.* 26(1). 304–321 (2016).
60. Fisher D, Beech A, Browne K: Comparison of sex offenders to nonoffenders on selected psychological measures, *Int. J. Offend. Ther. Comp. Crimin.* 43(4). 473–491 (1999).
61. Fox MD, Snyder AZ, Vincent JL, Raichle ME: Intrinsic fluctuations within cortical systems account for intertrial variability in human behavior. *Neuron.* 56. 171–184 (2007).
62. Fox MD, Zhang D, Snyder AZ, Raichle ME: The global signal and observed anticorrelated resting state brain networks. *J. Neurophysiol.* 101(6). 3270–3283 (2009).
63. Fransson P: How default is the default mode of brain function? Further evidence from intrinsic BOLD signal fluctuations. *Neuropsychologia.* 44(14). 2836–2845 (2006).
64. Frodl T, Reinhold E, Koutsouleris N, Meisenzahl EM: Interaction of childhood stress with hippocampus and prefrontal cortex volume reduction in major depression. *J. Psychiatr. Res.* 44(13). 799–807 (2010).
65. Gerwinn H, Pohl A, Granert O, van Eimeren T, Wolff S, Jansen O, Deuschl G, Huchzermeier C, Stirn A, Siebner HR, Ponseti J: The (in)consistency of changes in brain macrostructure in male paedophiles: A combined T1-weighted and diffusion tensor imaging study. *J. Psychiatr. Res.* 68. 246–253 (2015).
66. Gerwinn H, Weiß S, Tenbergen G, Amelang T, Födisch C, Pohl A, Massau C, Kneer J, Mohnke S, Kärgel C, Wittfoth M, Jung S, Drumkova K, Schiltz K, Walter M, Beier KM, Walter H, Ponseti J, Schiffer B, Kruger THC: Clinical characteristics associated with paedophilia and child sex offending – Differentiating sexual preference from offence status. *Eur. Psychiatry.* 51. 74–85 (2018).
67. Giedd JN, Vaituzis AC, Hamburger SD, Lange N, Rajapakse JC, Kaysen D, Vauss YC, Rapoport JL: Quantitative MRI of the temporal lobe, amygdala, and hippocampus in normal human development: ages 4–18 years. *J. Comp. Neurol.* 366(2). 223–230 (1996).
68. Giedd JN, Blumenthal J, Jeffries NO, Castellanos FX, Liu H, Zijdenbos A, Paus T, Evans AC, Rapoport JL: Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nat. Neurosci.* 2(10). 861–863 (1999).
69. Gilbert R, Widom CS, Browne K, Fergusson D, Webb E, Janson S: Burden and consequences of child maltreatment in high-income countries. *Lancet.* 373(9657). 68–81 (2009).
70. Gillespie SM, Mitchell IJ, Fisher D, Beech AR: Treating disturbed emotional regulation in sexual offenders: The potential applications of mindful self-regulation and controlled breathing techniques, *Aggress. Viol. Behav.* 17. 333–343 (2012).

71. Glasser M, Kolvin I, Campbell D, Glasser A, Leitch I, Farrelly S: Cycle of child sexual abuse: links between being a victim and becoming a perpetrator. *Br. J. Psychiatry.* 179. 482–494 (2001).
72. Glueck, B.C.: Final report: Research project for the study and treatment of persons convicted of crimes involving sexual aberrations. June 1952 to June 1955. New York State Department of Mental Hygiene. New York 1955.
73. Gotlib IH, Kasch KL, Traill S, Joormann J, Arnow BA, Johnson SL: Coherence and specificity of information-processing biases in depression and social phobia. *J. Abnorm. Psychol.* 113(3). 386–398 (2004).
74. Gotlib IH, Joormann J: Cognition and depression: current status and future directions. *Annu. Rev. Clin. Psychol.* 6. 285–312 (2010).
75. Green JG, McLaughlin KA, Berglund PA, Gruber MJ, Sampson NA, Zaslavsky AM, Kessler RC: Childhood adversities and adult psychiatric disorders in the national comorbidity, survey replication I. Associations with first onset of DSM-IV disorders. *Arch. Gen. Psychiatry.* 67(2). 113–123 (2010).
76. Greicius MD, Krasnow B, Reiss AL, Menon V: Functional connectivity in the resting brain: a network analysis of the default mode hypothesis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 100(1). 253–258 (2003).
77. Greicius MD, Menon V: Default-mode activity during a passive sensory task: uncoupled from deactivation but impacting activation. *J. Cogn. Neurosci.* 16(9). 1484–1492 (2004).
78. Grimm S, Ernst J, Boesiger P, Schuepbach D, Boeker H, Northoff G: Reduced negative BOLD responses in the default-mode network and increased self-focus in depression. *World J. Biol. Psychiatry.* 12(8). 627–637 (2011).
79. Grubaugh AL, Zinzow HM, Paul L, Egede LE, Frueh BC: Trauma exposure and posttraumatic stress disorder in adults with severe mental illness: a critical review. *Clin. Psychol. Rev.* 31(6). 883–899 (2011).
80. Häuser W, Schmutzer G, Brähler E, Glaesmer H: Maltreatment in childhood and adolescence – results from a survey of a representative sample of the German population. *Dtsch. Arztebl. Int.* 108(17). 287–294 (2011).
81. Herringa RJ, Birn RM, Ruttle PL, Burghy CA, Stodola DE, Davidson RJ, Essex MJ: Childhood maltreatment is associated with altered fear circuitry and increased internalizing symptoms by late adolescence. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 110 (47). 19119–19124 (2013).
82. Hilton MR, Mezey GC: Victims and perpetrators of child sexual abuse. *Br. J. Psychiatry.* 169(4). 408–415 (1996).

83. Hoffmann MB, Stadler J, Kanowski M, Speck O: Retinotopic mapping of the human visual cortex at a magnetic field strength of 7T. *Clin Neurophysiol.* 120(1). 108–116 (2009).
84. ICD-10-GM. Systematisches Verzeichnis: Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme. 10. Revision, German Modification Version 2013, Stand: September 2012. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI). Pictura GmbH-Verlag 2013.
85. Jäncke, L.: Lehrbuch Kognitive Neurowissenschaften. 1. Auflage. S. 238–421. Verlag Hans Huber. Hogrefe AG Bern 2013.
86. Jenkinson M, Bannister P, Brady M, Smith S: Improved optimization for the robust and accurate linear registration and motion correction of brain images. *Neuroimage.* 17(2). 825–841 (2002).
87. Jespersen AF, Lalumière ML, Seto MC: Sexual abuse history among adult sex offenders and non-sex offenders: a meta-analysis. *Child Abuse Negl.* 33(3). 179–192 (2009).
88. Jordan K, Wild TSN, Fromberger P, Müller I, Müller JL: Are there any biomarkers for pedophilia and sexual child abuse? A Review. *Front. Psychiatry.* 10(940). 1–18 (2020).
89. Jovanovic T, Ressler KJ: How the neurocircuitry and genetics of fear inhibition may inform our understanding of PTSD. *Am. J. Psychiatry.* 167(6). 648–662 (2010).
90. Kärgel C, Massau C, Weiß S, Walter M, Borchardt V, Krueger THC, Tenbergen G, Kneer J, Wittfoth M, Pohl A, Gerwinn H, Ponseti J, Amelung T, Beier KM, Mohnke S, Walter H, Schiffer B: Evidence for superior neurobiological and behavioral inhibitory control abilities in non-offending as compared to offending pedophiles. *Hum Brain Mapp.* 38. 1092–1104 (2017).
91. Kärgel C, Massau C, Weiß S, Walter M, Krueger THC, Schiffer B: Diminished functional connectivity on the road to child sexual abuse in pedophilia. *J. Sex. Med.* 12(3). 738–795 (2015).
92. Keenan T, Ward T: A theory of mind perspective on cognitive, affective, and intimacy deficits in child sexual offenders. *Sex. Abuse.* 12(1). 49–60 (2000).
93. Kessler RC, McLaughlin KA, Green JG, Gruber MJ, Sampson NA, Zaslavsky AM, Aguilar-Gaxiola S, Alhamzawi AO, Alonso J, Angermeyer M et al.: Childhood adversities and adult psychopathology in the WHO World Mental Health Surveys. *Br. J. Psychiatry.* 197(5). 378–385 (2010).
94. Kim H: A dual-subsystem model of the brain's default network: Self-referential processing, memory retrieval processes, and autobiographical memory retrieval. *Neuroimage.* 61(4). 966–977 (2012).

95. Klinitzke G, Romppel M, Häuser W, Brähler E, Glaesmer H: Die deutsche Version des Childhood Trauma Questionnaire (CTQ) - psychometrische Eigenschaften in einer bevölkerungsrepräsentativen Stichprobe. *Psychother. Psychosom. Med. Psychol.* 62(02): 47–51 (2012).
96. Kneer J, Borchardt V, Kärgel C, Sinke C, Massau C, Tenbergen G, Ponseti J, Walter H, Beier KM, Schiffer B, Schiltz K, Walter M, Kruger THC: Diminished fronto-limbic functional connectivity in child sexual offenders. *J. Psychiatr. Res.* 108. 48–56 (2019).
97. Krug, E.G., Dahlberg, L.L., Mercy, J.A., Zwi, A.B., Lozano, R.: World report on violence and health. pp. 346. World Health Organisation. Geneva 2002.
98. LeDoux JE: Emotion circuits in the brain. *Annu. Rev. Neurosci.* 23. 155–184 (2000).
99. LeDoux J: The emotional brain, fear, and the amygdala. *Cell. Mol. Neurobiol.* 23(4–5). 727–738 (2003).
100. Leeb, R.T., Paulozzi, L., Melanson, C., Simon, T., Arias, I.: Child maltreatment surveillance: uniform definitions for public health and recommended data elements. Version 1.0. Atlanta (GA). pp. 129. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control 2008.
101. Lett TA, Mohnke S, Amelung T, Brandl EJ, Schiltz K, Pohl A, Gerwinn H, Kärgel C, Massau C, Tenbergen G, Wittfoth M, Kneer J, Beier KM, Walter M, Ponseti J, Krüger THC, Schiffer B, Walter H: Multimodal neuroimaging measures and intelligence influence pedophile child sexual offense behavior, *European Neuropsychopharmacology*, 28(7), 818–827 (2018).
102. Lu S, Gao W, Wei Z, Wang D, Hu S, Huang M, Xu Y, Li L: Intrinsic brain abnormalities in young healthy adults with childhood trauma: A resting-state functional magnetic resonance imaging study of regional homogeneity and functional connectivity. *Aust. NZ. J. Psychiatry.* 51(6). 614–623 (2017).
103. Marchetti I, Koster EHW, Sonuga-Barke EJ, De Raedt R: The default mode network and recurrent depression: a neurobiological model of cognitive risk factors. *Neuropsychol. Rev.* 22(3). 229–251 (2012).
104. Marsh R, Gerber AJ, Peterson BS: Neuroimaging studies of normal brain development and their relevance for understanding childhood neuropsychiatric disorders. *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry.* 47(11). 1233–1251 (2008).
105. Marshall WA, Tanner JM: Variations in pattern of pubertal changes in girls. *Arch. Dis. Child.* 44(235). 291–303 (1969).
106. Marshall WA, Tanner JM: Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch. Dis. Child.* 45(239). 13–23 (1970).

107. Marusak HA, Etkin A, Thomason ME: Disrupted insula-based neural circuit organization and conflict interference in trauma-exposed youth. *Neuroimage Clin.* 8. 516–525 (2015).
108. Mason MF, Norton MI, Van Horn JD, Wegner DM, Grafton ST, Macrae CN: Wandering minds: the default network and stimulus-independent thought. *Science.* 315(5810). 393–395 (2007).
109. Massau C, Kärgel C, Weiß S, Walter M, Ponseti J, Krueger THC, Walter H, Schiffer B: Neural correlates of moral judgment in pedophilia. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 12(9). 1490–1499 (2017).
110. Math Works: MATLAB, v. 7.9.0 R2009b. Natick. Massachusetts.
111. McLaughlin KA, Peverill M, Gold AL, Alves S, Sheridan MA: Child maltreatment and neural systems underlying emotion regulation. *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry.* 54(9). 753–762 (2015).
112. McNally RJ, Clancy SA, Schacter DL, Pitman RK: Cognitive processing of trauma cues in adults reporting repressed, recovered, or continuous memories of childhood sexual abuse. *J. Abnorm. Psychol.* 109(3). 355–359 (2000).
113. Menon V: Large-scale brain networks and psychopathology: a unifying triple network model. *Trends Cogn. Sci.* 15(10). 483–506 (2011).
114. Menon V, Uddin LQ: Saliency, switching, attention and control: a network model of insula function. *Brain Struct. Funct.* 214(5-6). 655–667 (2010).
115. Merboldt KD, Fransson P, Bruhn H, Frahm J: Functional MRI of the human amygdala? *Neuroimage.* 14(2). 253–257 (2001).
116. Möller, H.J., Laux, G., Deister, A.: *Duale Reihe Psychiatrie und Psychotherapie.* 3. überarbeitete Auflage. S. 229–240. Georg Thieme Verlag KG Stuttgart 2005.
117. Moggi, F.: *Folgen von Kindesmisshandlung: Ein Überblick.*
In: G. Deegener, W. Körner (Hrsg.): *Kindesmisshandlung und Vernachlässigung. Ein Handbuch.* 1. Auflage. S. 94–103. Hogrefe Göttingen 2005.
118. Mueller SC, Maheu FS, Dozier M, Peloso E, Mandell D, Leibenluft E, Pine DS, Ernst M: Early-life stress is associated with impairment in cognitive control in adolescence: an fMRI study. *Neuropsychologia.* 48(10). 3037–3044 (2010).
119. New AS, Fan J, Murrough JW, Liu X, Liebman RE, Guise KG, Tang CY, Charney DS: A functional magnetic resonance imaging study of deliberate emotion regulation in resilience and posttraumatic stress disorder. *Biol. Psychiatry.* 66(7). 656–664 (2009).

- 120.Noeker M, Petermann F: Resilienz: Funktionale Adaptation an widrige Umgebungsbedingungen. *Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie*. 56. 255–263 (2008).
- 121.Ochsner KN, Ray RD, Cooper JC, Robertson ER, Chopra S, Gabrieli JDE, Gross JJ: For better or for worse: neural systems supporting the cognitive down- and up-regulation of negative emotion. *Neuroimage*. 23(2). 483–499 (2004).
- 122.Ogawa S, Lee TM, Kay AR, Tank DW: Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 87(24). 9868–9872 (1990).
- 123.Pagliaccio D, Luby JL, Bogdan R, Agrawal A, Gaffrey MS, Belden AC, Botteron KN, Harms MP, Barch DM: Amygdala functional connectivity, HPA axis genetic variation, and life stress in children and relations to anxiety and emotion regulation. *J. Abnorm. Psychol.* 124(4). 817–833 (2015).
- 124.Pannekoek JN, van der Werff SJA, Meens PHF, van den Bulk BG, Jolles DD, Veer IM, van Lang NDJ, Rombouts SAR, van der Wee NJA, Vermeiren RRJM: Aberrant resting-state functional connectivity in limbic and salience networks in treatment-naive clinically depressed adolescents. *J Child Psychol Psychiatr.* 55(12). 1317–1327 (2014).
- 125.Patriat R, Molloy EK, Meier TB, Kirk GR, Nair VA, Meyerand ME, Prabhakaran V, Birn RM: The effect of resting condition on resting-state fMRI reliability and consistency: a comparison between resting with eyes open, closed, and fixated. *Neuroimage*. 78. 463–473 (2013).
- 126.Paus T, Zijdenbos A, Worsley K, Collins DL, Blumenthal J, Giedd JN, Rapoport JL, Evans AC: Structural maturation of neural pathways in children and adolescents: in vivo study. *Science*. 283(5409). 1908–1911 (1999).
- 127.Pechtel P, Pizzagalli DA: Effects of early life stress on cognitive and affective function: an integrated review of human literature. *Psychopharmacology (Berl)*. 214(1). 55–70 (2011).
- 128.Philip NS, Sweet LH, Tyrka AR, Price LH, Bloom RF, Carpenter LL: Decreased default network connectivity is associated with early life stress in medication-free healthy adults. *Eur. Neuropsychopharmacol.* 23(1). 24–32 (2013).
- 129.Philip NS, Sweet LH, Tyrka AR, Price LH, Carpenter LL, Kuras YI, Clark US, Niaura RS: Early life stress is associated with greater default network deactivation during working memory in healthy controls: a preliminary report. *Brain Imaging Behav.* 7(2). 204–212 (2013).
- 130.Philip NS, Tyrka AR, Albright SE, Sweet LH, Almeida J, Price LH, Carpenter LL: Early life stress predicts thalamic hyperconnectivity: A transdiagnostic study of global connectivity. *J. Psychiatr. Res.* 79. 93–100 (2016).

131. Philip NS, Sweet LH, Tyrka AR, Carpenter SL, Albright SE, Price LH, Carpenter LL: Exposure to childhood trauma is associated with altered n-back activation and performance in healthy adults: implications for a commonly used working memory task. *Brain Imaging Behav.* 10(1). 124–135 (2016).
132. Phillips ML, Drevets WC, Rauch SL, Lane R: Neurobiology of emotion perception II: Implications for major psychiatric disorders. *Biol. Psychiatry.* 54(5). 515–528 (2003).
133. Phillips ML, Ladouceur CD, Drevets WC: A neural model of voluntary and automatic emotion regulation: implications for understanding the pathophysiology and neurodevelopment of bipolar disorder. *Mol. Psychiatry.* 13(9). 829–857 (2008).
134. Pillhofer M, Ziegenhain U, Nandi C, Fegert JM, Goldbeck L: Prävalenz von Kindesmisshandlung und -vernachlässigung in Deutschland. Annäherung an ein Dunkelfeld. *Kindheit und Entwicklung.* 20(2). 64–71 (2011).
135. Poepl TB, Eickhoff SB, Fox PT, Laird AR, Rupprecht R, Langguth B, Bzdok D: Connectivity and functional profiling of abnormal brain structures in pedophilia. *Hum. Brain Mapp.* 36(6). 2374–2386 (2015).
136. Poepl TB, Nitschke J, Dombert B, Santtila P, Greenlee MW, Osterheider M, Mokros A: Functional cortical and subcortical abnormalities in pedophilia: a combined study using a choice reaction time task and fMRI. *J. Sex. Med.* 8(6). 1660–1674 (2011).
137. Poepl TB, Nitschke J, Santtila P, Schecklmann M, Langguth B, Greenlee MW, Osterheider M, Mokros A: Association between brain structure and phenotypic characteristics in pedophilia. *J. Psychiatr. Res.* 47(5). 678–685 (2013).
138. Polisois-Keating A, Joyal CC: Functional Neuroimaging of Sexual Arousal: A preliminary meta-analysis comparing pedophilic to non-pedophilic men. *Arch. Sex. Behav.* 42(7). 1111–1113 (2013).
139. Ponseti J, Granert O, Jansen O, Wolff S, Beier K, Neutze J, Deuschl G, Mehdorn H, Siebner H, Bosinski H: Assessment of pedophilia using hemodynamic brain response to sexual stimuli. *Arch. Gen. Psychiatry.* 69(2). 187–194 (2012).
140. Raichle ME, MacLeod AM, Snyder AZ, Powers WJ, Gusnard DA, Shulman GL: A default mode of brain function. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 98(2). 676–682 (2001).
141. Raine A, Yang Y: Neural foundations to moral reasoning and antisocial behavior. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 1(3). 203–213 (2006).
142. Rauch SL, Shin LM, Phelps EA: Neurocircuitry models of posttraumatic stress disorder and extinction: human neuroimaging research – past, present, and future. *Biol. Psychiatry.* 60(4). 376–382 (2006).

143. Rellini AH, Vujanovic AA, Gilbert M, Zvolensky MJ: Childhood maltreatment and difficulties in emotion regulation: associations with sexual and relationship satisfaction among young adult woman. *J. Sex. Res.* 49(5). 434–442 (2012).
144. Ridderinkhof KR, Ullsberger M, Crone EA, Nieuwenhuis S: The role of the medial frontal cortex in cognitive control, *Science*. 306(5695). 443–447 (2004).
145. Rodewald, F.: Deutsche Bearbeitung des Childhood Trauma Questionnaire: Testbeschreibung und Auswertung. Unveröffentlichtes Manuskript. Medizinische Hochschule Hannover 2005.
146. Rosner, B.: *Fundamentals of Biostatistics*. 7th ed. Harvard University Duxbury (2010).
147. Roy AK, Shehzad Z, Margulies DS, Kelly AMC, Uddin LQ, Gotimer K, Biswal BB, Castellanos FX, Milham MP: Functional connectivity of the human amygdala using resting state fMRI. *Neuroimage*. 45(2). 614–626 (2009).
148. Salter D, McMillan D, Richards M, Talbot T, Hodges J, Bentovim A, Hastings R, Stevenson J, Skuse D: Development of sexually abusive behaviour in sexually victimised males: a longitudinal study. *Lancet*. 361. 471–476 (2003).
149. Saygin ZM, Osher DE, Koldewyn K, Martin RE, Finn A, Saxe R, Gabrieli JDE, Sheridan M: Structural connectivity of the developing human amygdala. *PLoS ONE*. 10(4). 1–19 (2015).
150. Schiffer B, Peschel T, Paul T, Gizewski E, Forsting M, Leygraf N, Schedlowski M, Krueger THC: Structural brain abnormalities in the frontostriatal system and cerebellum in pedophilia. *J. Psychiatr. Res.* 41. 753–762 (2007).
151. Schiffer B, Krueger T, Paul T, de Greiff A, Forsting M, Leygraf N, Schedlowski M, Gizewski E: Brain response to visual sexual stimuli in homosexual pedophiles. *J. Psychiatry Neurosci.* 33(1). 23–33 (2008).
152. Schiffer B, Paul T, Gizewski E, Forsting M, Leygraf N, Schedlowski M, Krueger THC: Functional brain correlates of heterosexual paedophilia. *Neuroimage*. 41(1). 80–91 (2008).
153. Schiffer, B.: Sexualität, Körper und Neurobiologie.
In: A.V. Stirn, R. Stark, K. Tabbert, S. Wehrum-Osinsky, S. Oddo (Hrsg.): *Grundlagen und Störungsbilder im interdisziplinären Fokus*. 1. Auflage, S. 251–261. Kohlhammer Stuttgart 2014.
154. Schiffer B, Amelung T, Pohl A, Kaergel C, Tenbergen G, Gerwinn H, Mohnke S, Massau C, Matthias W, Weiß S, Marr V, Beier KM, Walter M, Ponseti J, Krüger THC, Schiltz K, Walter H: Gray matter anomalies in pedophiles with and without a history of child sexual offending. *Transl. Psychiatry*. 7(5). 1–8 (2017).

- 155.Schiltz K, Witzel J, Northoff G, Zierhut K, Gubka U, Fellmann H, Kaufmann J, Tempelmann C, Wiebking C, Bogerts B: Brain pathology in pedophilic offenders. evidence of volume reduction in the right amygdala and related diencephalic structures. *Arch. Gen. Psychiatry.* 64(6). 737–746 (2007).
- 156.Schmid M, Petermann F, Fegert JM: Developmental trauma disorder: pros and cons of including formal criteria in the psychiatric diagnostic systems. *BMC Psychiatry.* 13(3). 1–12 (2013).
- 157.Scott KM, Smith DR, Ellis PM: Prospectively ascertained child maltreatment and its association with DSM-IV mental disorders in young adults. *Arch. Gen. Psychiatry.* 67(7). 712–719 (2010).
- 158.Seeley WW, Menon V, Schatzberg AF, Keller J, Glover GH, Kenna H, Reiss AL, Greicius MD: Dissociable intrinsic connectivity networks for salience processing and executive control. *J. Neurosci.* 27(9). 2349–2356 (2007).
- 159.Shehzad Z, Kelly AMC, Reiss PT, Gee DG, Gotimer K, Uddin LQ, Lee SH, Margulies DS, Roy AK, Biswal BB, Petkova E, Castellanos FX, Milham MP: The resting brain: unconstrained yet reliable. *Cereb. Cortex.* 19(10). 2209–2229 (2009).
- 160.Sheline YI, Barch DM, Price JL, Rundle MM, Vaishnavi SN, Snyder AZ, Mintun MA, Wang S, Coalson RS, Raichle ME: The default mode network and self-referential processes in depression. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 106(6).1942–1947 (2009).
- 161.Shin LM, Liberzon I: The Neurocircuitry of fear, stress, and anxiety disorders. *Neuropsychopharmacol. Rev.* 35(1). 169–191 (2010).
- 162.Silvanto J, Lavie N, Walsh V: Double dissociation of V1 and V5/MT activity in visual awareness. *Cereb. Cortex.* 15(11). 1736–1741 (2005).
- 163.Snowden RJ, Craig RL, Gray NS: Indirect behavioral measures of cognition among sexual offenders. *J Sex Res.* 48(2-3). 192–217 (2011).
- 164.Sowell ER, Thompson PM, Holmes CJ, Batth R, Jernigan TL, Toga AW: Localizing age-related changes in brain structure between childhood and adolescence using statistical parametric mapping. *Neuroimage.* 9(6 Pt 1). 587–597 (1999).
- 165.Spreng RN, Mar RA, Kim ASN: The common neural basis of autobiographical memory, prospection, navigation, theory of Mind, and the default Mode: a quantitative meta-analysis. *J. Cogn. Neurosci.* 21(3). 489–510 (2009).
- 166.Steensma BR, Luttje M, Voogt IJ, Klomp DWJ, Luijten PR, van den Berg CAT, Raaijmakers AJE: Comparing signal-to-noise ratio for prostate imaging at 7T and 3T. *J. Magn. Reson. Imaging.* 49(5). 1446–1455 (2018).

167. Stein JL, Wiedholz LM, Bassett DS, Weinberger DR, Zink CF, Mattay VS, Meyer-Lindenberg A: A validated network of effective amygdala connectivity. *Neuroimage*. 36(3). 736–745 (2007).
168. Stevens FL, Hurley RA, Taber KH: Anterior Cingulate Cortex: Unique role in cognition and emotion. *J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci.* 23(2). 121–125 (2011).
169. Stoléru S, Fonteille V, Cornélis C, Joyal C, Moulrier V: Functional neuroimaging studies of sexual arousal and orgasm in healthy men and women: A review and meta-analysis. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 36(6). 1481–1509 (2012).
170. Stöcker, T., N. Shah: Grundlagen der MR-Bildgebung.
In: F. Schneider, G.R. Fink (Hrsg.): Funktionelle Bildgebung in Psychiatrie und Neurologie. 2. Auflage. S. 62–78. Springer Berlin 2013.
171. Teicher MH, Anderson CM, Ohashi K, Polcari A: Childhood Maltreatment: Altered network centrality of cingulate, precuneus, temporal pole and insula. *Biol. Psychiatry*. 76(4). 297–305 (2014).
172. Teicher MH, Samson JA: Annual Research Review: Enduring neurobiological effects of childhood abuse and neglect. *J. Child Psychol. Psychiatry*. 57(3). 241–266 (2016).
173. Teicher MH, Samson JA, Anderson CM, Ohashi K: The effects of childhood maltreatment on brain structure, function and connectivity. *Nat. Rev. Neurosci.* 17(10). 652–666 (2016).
174. Tenbergen G, Wittfoth M, Frieling H, Ponseti J, Walter M, Walter H, Beier KM, Schiffer B, Kruger THC: The neurobiology and psychology of pedophilia: recent advances and challenges. *Front. Hum. Neurosci.* 9(344). 1–20 (2015).
175. Tomoda A, Sheu YS, Rabi K, Suzuki H, Navalta CP, Polcari A, Teicher MH: Exposure to parental verbal abuse is associated with increased gray matter volume in superior temporal gyrus. *Neuroimage*. 54S1. S280–S286 (2011).
176. Tomoda A, Polcari A, Anderson CM, Teicher MH: Reduced visual cortex gray matter volume and thickness in young adults who witnessed domestic violence during childhood. *PLoS ONE*. 7(12). 1–11 (2012).
177. Tottenham N, Sheridan MA: A review of adversity, the amygdala and the hippocampus: a consideration of developmental timing. *Front. Hum. Neurosci.* 3(68). 1–18 (2010).
178. Tottenham N, Hare TA, Quinn BT, McCarry TW, Nurse M, Gilhooly T, Milner A, Galvan A, Davidson MC, Eigsti IM, Thomas KM, Freed P, Booma ES, Gunnar M, Altemus M, Aronson J, Casey BJ: Prolonged institutional rearing is associated with atypically larger amygdala volume and difficulties in emotion regulation. *Dev. Sci.* 13(1). 46. 1–26 (2010).

179. Vaidya CJ, Gordon EM: Phenotypic variability in resting-state functional connectivity: current status. *Brain Connect.* 3(2). 99–120 (2013).
180. van der Kolk BA: The neurobiology of childhood trauma and abuse. *Child. Adolesc. Psychiatric Clin. N. Am.* 12(2). 293–317 (2003).
181. van der Kolk AG, Hendrikse J, Zwanenburg JJM, Visser F, Luijten PR: Clinical applications of 7 T MRI in the brain. *European Journal of Radiology.* 82. 708–718 (2013).
182. van der Werff SJA, Pannekoek JN, Veer IM, van Tol MJ, Aleman A, Veltman DJ, Zitman FG, Rombouts SARB, Elzinga BM, van der Wee NJA: Resting-state functional connectivity in adults with childhood emotional maltreatment. *Psychol. Med.* 43(9). 1825–1836 (2013).
183. van der Werff SJA, Pannekoek JN, Veer IM, van Tol MJ, Aleman A, Veltman DJ, Zitman FG, Rombouts SARB, Elzinga BM, van der Wee NJA: Resilience to childhood maltreatment is associated with increased resting-state functional connectivity of the salience network with the lingual gyrus. *Child Abuse Negl.* 37(11). 1021–1029 (2013).
184. van Harmelen AL, van Tol MJ, van der Wee NJA, Veltmann DJ, Aleman A, Spinhoven P, van Buchem MA, Zitman FG, Penninx BWJH, Elzinga BM: Reduced medial prefrontal cortex volume in adults reporting childhood emotional maltreatment. *Biol. Psychiatry.* 68(9). 832–838 (2010).
185. van Harmelen AL, van Tol MJ, Demenescu LR, van der Wee NJA, Veltmann DJ, Aleman A, van Buchem MA, Spinhoven P, Penninx BWJH, Elzinga BM: Enhanced amygdala reactivity to emotional faces in adults reporting childhood emotional maltreatment. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 8(4). 362–369 (2012).
186. van Harmelen AL, Hauber K, Moor BG, Spinhoven P, Boon AE, Crone EA, Elzinga BM: Childhood emotional maltreatment severity is associated with dorsal medial prefrontal cortex responsivity to social exclusion in young adults. *PLoS ONE.* 9(1). 1–11 (2014).
187. Veer IM, Oei NYL, Spinhoven P, van Buchem MA, Elzinga BM, Rombouts SARB: Beyond acute social stress: Increased functional connectivity between amygdala and cortical midline structures, *Neuroimage.* 57(4). 1534–1541 (2011).
188. von Krafft-Ebing, R.: *Psychopathia Sexualis, with Especial Reference to the Antipathic Sexual Instinct: A Medico-forensic Study.* Enke Stuttgart 1886.
189. Walter M, Witzel J, Wiebking C, Gubka U, Rotte M, Schiltz K, Bermpohl F, Tempelmann C, Bogerts B, Heinze HJ, Northoff G: Pedophilia is linked to reduced activation in hypothalamus and lateral prefrontal cortex during visual erotic stimulation. *Biol. Psychiatry.* 62(6). 698–701 (2007).

190. Walter, M.: Funktionelle Magnetresonanztomographie in Ruhe (Ruhe-fMRT).
In: O. Gruber, P. Falkai (Hrsg.): Konzepte, Methoden und Praxis der Klinischen Psychiatrie. Systemische Neurowissenschaften in der Psychiatrie. Methoden und Anwendung in der Praxis. 1. Auflage. S.75–87. Kohlhammer Stuttgart 2014.
191. Wang L, Dai Z, Peng H, Tan L, Ding Y, He Z, Zhang Y, Xia M, Li Z, Li W, Cai Y, Lu S, Liao M, Zhang L, Wu W, He Y, Li L: Overlapping and segregated resting-state functional connectivity in patients with major depressive disorder with and without childhood neglect. *Hum. Brain Mapp.* 35(4). 1154–1166 (2014).
192. Ward T, Beech A: An integrated theory of sexual offending. *Aggress. Viol. Behav.* 11(1). 44–63 (2006).
193. Wellcome Trust Center for Neuroimaging: SPM 12/8. Wellcome Department of Imaging Neuroscience, University College London. (2009). <http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/>.
194. Widom CS, DuMont K, Czaja SJ: A prospective investigation of major depressive disorder and comorbidity in abused and neglected children grown up. *Arch. Gen. Psychiatry.* 64. 49–56 (2007).
195. Witt A, Rassenhofer M, Pillhofer M, Plener PL, Fegert JM: Das Ausmaß von Kindesmissbrauch, -misshandlung und -vernachlässigung in Deutschland. Eine Übersicht. *Nervenheilkunde.* 32. 813–818 (2013).
196. Yan CG, Zang YF: DPARSF: A MATLAB toolbox for "pipeline" data analysis of resting-state fMRI. *Front. Syst. Neurosci.* 4(13). 1–7 (2010).
197. Yu M, Linn KA, Russell T, Shinohara RT, Oathes DJ, Cook PA, Duprat R, Moore TM, Oquendo MA, Phillips ML, McInnis M, Fava M, Trivedi MH, McGrath P, Parsey R, Weissman MM, Sheline YI: Childhood trauma history is linked to abnormal brain connectivity in major depression. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 116(17). 8582–8590 (2019).
198. Zielinski MJ, Privratsky AA, Smitherman S, Kilts CD, Herringa RJ, Cisler JM: Does development moderate the effect of early life assaultive violence on resting-state networks? An exploratory study. *Psychiatry Res. Neuroimaging.* 281. 69–77 (2018).
199. Zuo XN, Di Martino A, Kelly C, Shehzad ZE, Gee DG, Klein DF, Castellanos FX, Biswal BB, Milham MP: The oscillating brain: complex and reliable. *Neuroimage.* 49(2). 1432–1445 (2010).

7 Danksagungen

Die vorliegende Arbeit wäre ohne die Unterstützung vieler Menschen nicht möglich gewesen. Dafür möchte ich mich herzlich bedanken.

Mein besonderer Dank gilt dahingehend meinem Doktorvater Prof. Dr. med. Martin Walter für die Betreuung bis zur Fertigstellung der Doktorarbeit. Ohne seine Unterstützung und Motivation wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen. Weiterhin möchte ich dem Verbundprojekt *NeMUP* - „*neural mechanisms underlying pedophilia*“ - *Neuronale Mechanismen von Pädophilie und sexuellem Kindesmissbrauch: Ursachen, Diagnose und Behandlung* für die Möglichkeit danken, an diesem spannenden Forschungsfeld mitforschen zu dürfen. In diesem Zusammenhang möchte ich auch Dr. med. Joachim G. Witzel und Frau Krassimira Drumkova aus dem Maßregelvollzug Uchtsprunge danken, welche eine Datenerhebung im Rahmen des *NeMUP*-Projektes für den Standort Magdeburg möglich gemacht haben. Zudem möchte ich dem CANLAB (Clinical Affective Laboratory) und besonders Dr. Anton Lord, Dr. Lejla Colic und Dr. Viola Borchert für die gute Zusammenarbeit und die großartige Hilfe bei wissenschaftlichen Fragen danken. Ein weiterer Dank gilt den medizinischen Doktoranden Inka Ristow und Vanessa Marr für ihre Unterstützung und gute Zusammenarbeit bei der Datenerhebung.

Auch der Nachwuchsförderung der medizinischen Fakultät möchte ich für die finanzielle Unterstützung durch ein Promotionsstipendium danken.

Zudem gilt größter Dank meinen Eltern für die langjährige Unterstützung und Geduld auf meinem Bildungsweg. Ich danke meinem Freund für die langjährige große Geduld und Unterstützung bei der Erstellung und Korrektur dieser Arbeit sowie der stetigen Motivation und Ermunterung.

8 Ehrenerklärung

Ich erkläre, dass ich die der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg zur Promotion eingereichte Dissertation mit dem Titel

Der Einfluss kindlicher Traumatisierung auf die funktionelle Konnektivität im Resting-State.

in der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie

mit Unterstützung durch Professor Dr. med. Martin Walter

ohne sonstige Hilfe durchgeführt und bei der Abfassung der Dissertation keine anderen als die dort aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Bei der Abfassung der Dissertation sind Rechte Dritter nicht verletzt worden.

Ich habe diese Dissertation bisher an keiner in- oder ausländischen Hochschule zur Promotion eingereicht. Ich übertrage der Medizinischen Fakultät das Recht, weitere Kopien meiner Dissertation herzustellen und zu vertreiben.

Magdeburg, Juni 2021

9 Darstellung des Bildungsweges

Persönliche Angaben

Name: Carina Födisch
Geboren: am 25.08.1982 in Gera
Nationalität: Deutsch
Familienstand: ledig, ein Sohn

Beruflicher Werdegang

seit 10/2020 Assistenzärztin in der Kinder- und Jugendmedizin, Praxis für Kinder- und Jugendmedizin, Neugeborenenmedizin Kerstin Prager Leipzig
seit 03/2018 Assistenzärztin in der Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie, HELIOS Park-Klinikum Leipzig

Bildungsweg

01/2018 – 03/2018 Promotionsstipendium der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
10/2010 – 11/2017 Studium der Humanmedizin
Medizinische Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
10/2009 – 03/2012 Studium der Psychologie (M. Sc.)
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Schwerpunkt Klinische Psychologie und Klinische Neurowissenschaften
10/2006 – 09/2009 Studium der Psychologie (B. Sc.)
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
06/2001 Abitur, Holzlandgymnasium Hermsdorf

Wissenschaftliche Erfahrungen

seit 01/2014 Doktorandin im Clinical Affective Neuroimaging Laboratory
05/2012 – 04/2016 Hilfwissenschaftlerin im Clinical Affective Neuroimaging Laboratory
Leiter: Prof. Dr. med. Martin Walter, Magdeburg
Klinik für Psychiatrie

Magdeburg, Juni 2021

Carina Födisch 

10 Publikationen

Wissenschaftliche Publikationen (Peer-Review-Verfahren)

Gibbels C, Sinke C, Kneer J, Amelung T, Mohnke S, Beier KM, Walter H, Schiltz K, Gerwinn H, Pohl A, Ponseti J, **Foedisch C**, Ristow I, Walter M, Kaergel C, Massau C, Schiffer B, Kruger THC: Two sides of one coin: A comparison of clinical and neurobiological characteristics of convicted and non-convicted pedophilic child sexual offenders. *Journal of Clinical Medicine*. 8(7). 1–13 (2019).

Gerwinn H, Weiß S, Tenbergen G, Amelung T, **Foedisch C**, Pohl A, Massau C, Kneer J, Mohnke S, Kärgel C, Wittfoth M, Jung S, Drumkova K, Schiltz K, Walter M, Beier KM, Walter H, Ponseti J, Schiffer B, Kruger THC: Clinical characteristics associated with paedophilia and child sex offending – Differentiating sexual preference from offence status. *European Psychiatry*. 51. 74–85 (2018).

Ristow I, Li M, Colic L, Marr V, **Foedisch C**, von Düring F, Schiltz K, Drumkova K, Witzel J, Walter H, Beier K, Kruger THC, Ponseti J, Schiffer B., Walter M: Pedophilic sex offenders are characterised by reduced GABA concentration in dorsal anterior cingulate cortex. *Neuroimage: Clinical*. 18. 335–341 (2018).

Kongressbeiträge

Foedisch C, Lord A, Demenescu R, Marr V, Ristow I, Mohnke S, Krüger T, Walter H, Schiffer B, Ponseti J, Walter M: The Effect of Childhood Trauma on Functional Connectivity in Resting State in Pedophiles and healthy Persons. 4th German Health Research Meeting on Behavioural Disorders Related to Violence, Neglect, Maltreatment, and Abuse in Childhood and Adolescence. Berlin 2015.

Foedisch C, Lord A, Demenescu R, Marr V, Ristow I, Mohnke S, Krüger T, Walter H, Schiffer B, Ponseti J, Walter M: The Effect of Childhood Trauma on Functional Connectivity in Resting State in Pedophiles and healthy Persons. Jahreskongress der Deutschen Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde (DGPPN). Berlin 2015.

11 Anhang

11.1 Fragebogen zu Kindheitserlebnissen (Childhood Trauma Questionnaire - CTQ)

Fragebogen zu Kindheitserlebnissen

Anleitung

Diese Fragen befassen sich mit einigen Ihrer Erfahrungen während Ihrer Kindheit und Jugend. Auch wenn die Fragen sehr persönlich sind, versuchen Sie bitte, sie so ehrlich wie möglich zu beantworten. Kreisen Sie dazu bitte für jede Frage die Zahl ein, die am besten beschreibt, wie Sie rückblickend die Situation einschätzen.

Antwortbeispiel: 1 2 **3** 4 5

Als ich aufwuchs...

Trifft auf mich zu...

über- sehr einige häufig sehr
haupt selten Male häufig
nicht

	1	2	3	4	5
1. hatte ich nicht genug zu essen.	1	2	3	4	5
2. wusste ich, dass sich jemand um mich sorgte und mich beschützte.	1	2	3	4	5
3. bezeichneten mich Personen aus meiner Familie als "dumm", "faul" oder "häßlich".	1	2	3	4	5
4. waren meine Eltern zu betrunken oder von anderen Drogen "high", um für die Familie zu sorgen.	1	2	3	4	5
5. gab es jemanden in der Familie, der mir das Gefühl gab, wichtig und jemand Besonderes zu sein.	1	2	3	4	5
6. musste ich dreckige Kleidung tragen.	1	2	3	4	5
7. hatte ich das Gefühl, geliebt zu werden.	1	2	3	4	5
8. glaubte ich, dass meine Eltern wünschten, ich wäre nie geboren.	1	2	3	4	5
9. wurde ich von jemandem aus meiner Familie so stark geschlagen, dass ich zum Arzt oder ins Krankenhaus mußte.	1	2	3	4	5
10. gab es nichts, was ich an meiner Familie ändern wollte.	1	2	3	4	5
11. schlugen mich Personen aus meiner Familie so stark, dass ich blaue Flecken oder Schrammen davontrug.	1	2	3	4	5
12. wurde ich mit einem Gürtel, einem Stock, einem Riemen oder mit einem harten Gegenstand bestraft.	1	2	3	4	5

Als ich aufwuchs...**Trifft auf mich zu...**

	über- haupt nicht	sehr selten	einige Male	häufig	sehr häufig
13. gaben meine Familienangehörigen aufeinander acht.	1	2	3	4	5
14. sagten Personen aus meiner Familie verletzende oder beleidigende Dinge zu mir.	1	2	3	4	5
15. Ich glaube, ich bin körperlich misshandelt worden, als ich aufwuchs	1	2	3	4	5
16. hatte ich eine perfekte Kindheit.	1	2	3	4	5
17. wurde ich so stark geschlagen oder verprügelt, dass es jemandem (z.B. Lehrer, Nachbar oder Arzt) auffiel.	1	2	3	4	5
18. hatte ich das Gefühl, es hasste mich jemand in meiner Familie.	1	2	3	4	5
19. fühlten sich meine Familienangehörigen einander nah.	1	2	3	4	5
20. versuchte jemand, mich sexuell zu berühren oder mich dazu zu bringen, sie oder ihn sexuell zu berühren.	1	2	3	4	5
21. drohte mir jemand, mir weh zu tun oder Lügen über mich zu erzählen, wenn ich keine sexuellen Handlungen mit ihm oder ihr ausführen würde.	1	2	3	4	5
22. hatte ich die beste Familie der Welt.	1	2	3	4	5
23. versuchte jemand, mich dazu zu bringen, sexuelle Dinge zu tun oder bei sexuellen Dingen zuzusehen.	1	2	3	4	5
24. belästigte mich jemand sexuell.	1	2	3	4	5
25. Ich glaube, ich bin emotional (gefühlsmäßig) mißbraucht worden, als ich aufwuchs.	1	2	3	4	5
26. gab es jemanden, der mich zum Arzt brachte, wenn es sein mußte.	1	2	3	4	5
27. Ich glaube, ich bin während meiner Kindheit oder Jugendzeit sexuell mißbraucht worden.	1	2	3	4	5
28. war meine Familie mir eine Quelle der Unterstützung.	1	2	3	4	5
29. waren meine Eltern (Stiefeltern) oder andere Personen aus meiner Familie unberechenbar	1	2	3	4	5
30. befürchtete ich, dass meine Familie jederzeit auseinanderbrechen könnte.	1	2	3	4	5
31. konnte ich mich in meiner Familie nicht sicher fühlen.	1	2	3	4	5