



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

Erziehung und die neuronale Verarbeitung von Emotion.
Eine fMRT-Studie zu individuellen Unterschieden bei
Jugendlichen.

verfasst von
Eva Flemming

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, September 2013

Studienkennzahl: 298
Studienrichtung: Psychologie
Betreuer: Univ.-Prof. Mag. Dr. Claus Lamm

VORWORT

Die vorliegende Diplomarbeit wurde im Rahmen des interdisziplinären SELF-Projekts („Bedeutung sozio-emotionaler Faktoren im schulischen Lernprozess“) der Freien Universität Berlin in Kooperation mit der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie der Charité – Universitätsmedizin Berlin verfasst.

Mein Dank gilt sowohl Prof. Claus Lamm für die Betreuung als auch allen Mitarbeitern des SELF-Projekts für die Unterstützung und gute Zusammenarbeit. Insbesondere bei Dr. Anne Beck und Dipl.-Psych. Lydia Pöhland möchte ich mich für die Betreuung bei der Datenanalyse bedanken. Dr. Diana Raufelder danke ich für die Hilfe bei der Fragebogenauswertung.

INHALTSVERZEICHNIS

1. THEORETISCHE GRUNDLAGEN	7
1.1 EINFÜHRUNG	7
1.2 ASPEKTE NORMATIVER ERZIEHUNG	8
1.2.1 TYPOLOGIE DES ERZIEHUNGSVERHALTENS	8
1.2.2 EMPIRISCHE BEFUNDE ZU ERZIEHUNGSTYPEN UND ENTWICKLUNGSVERLÄUFEN	10
1.3 SOZIO-EMOTIONALE ENTWICKLUNG ALS INTERAKTION VON GEHIRN UND UMWELT	12
1.3.1 GRUNDLEGENDE PROZESSE DER HIRNENTWICKLUNG	12
1.3.2 PRINZIP DER ADAPTIVEN SELBSTORGANISATION	14
1.4 VERARBEITUNG EMOTIONALER GESICHTER ALS BASISFERTIGKEIT SOZIO-EMOTIONALEN VERHALTENS	16
1.4.1 RELEVANTE STRUKTUREN DES SOZIO-EMOTIONALEN VERHALTENS	16
1.4.2 NEURONALE PROZESSE DER VERARBEITUNG EMOTIONALER GESICHTER	19
1.4.3 ENTWICKLUNGSASPEKTE DER GESICHTSVERARBEITUNG	21
1.5 ERZIEHUNGSERFAHRUNGEN UND DIE NEURONALE VERARBEITUNG EMOTIONALER GESICHTER	24
1.5.1 STRUKTURELLE AUFFÄLLIGKEITEN IM ZUSAMMENHANG MIT ERZIEHUNGSERFAHRUNGEN	24
1.5.2 FUNKTIONELLE AUFFÄLLIGKEITEN IN DER GESICHTSVERARBEITUNG IN ZUSAMMENHANG MIT ERZIEHUNGSERFAHRUNGEN	26
1.6 FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN	30
2. METHODE	32
2.1 STICHPROBE	32
2.2 DESIGN	34
2.2.1 ERFASSUNG DES ERZIEHUNGSVERHALTENS	34
2.2.2 FMRT-PARADIGMA	35
2.3 MRT- DATENERHEBUNG	37
2.4 DATENANALYSE	37
3. ERGEBNISSE	43
3.1 ERZIEHUNGSVERHALTEN	43
3.2 FUNKTIONELLE DATEN ZUR VERARBEITUNG EMOTIONALER GESICHTER	47
3.3 VERHALTENS DATEN	60
4. DISKUSSION	62

5. LITERATUR	77
6. ANHANG	87
ANHANG A.	87
ANHANG B.	90
7. TABELLENVERZEICHNIS	91
8. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	92
9. ZUSAMMENFASSUNG / ABSTRACT	93
10. LEBENSLAUF	96

1. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

1.1 EINFÜHRUNG

Emotionen sind komplexe Prozesse, die es Organismen ermöglichen, ihre Umwelt einzuschätzen, die Bedeutung von Umweltveränderungen schnell zu erfassen und das eigene Verhalten entsprechend anzupassen (Pollak, 2008). Die Fähigkeit, sich innerhalb komplexer sozialer Umwelten zurecht zu finden und angepasst zu verhalten ist dabei für den Menschen und (nichtmenschliche) Primaten fundamental bedeutsam, um das Überleben und Wohlbefinden zu sichern (De Haan & Gunnar, 2009). Eine Voraussetzung für gelungene Interaktion und Anpassung ist es, die Emotionen der umgebenden Menschen korrekt wahrzunehmen und zu deuten. Die grundlegende Fähigkeit zur Verarbeitung emotionaler Gesichter ist daher bereits beim menschlichen Neugeborenen angelegt (De Haan, Belsky, Reid, Volein, & Johnson, 2004; de Haan & Gunnar, 2009). Jedoch bietet die Plastizität des menschlichen Gehirns die Möglichkeit zur individuellen Ausprägung und Ausdifferenzierung dieser Fähigkeiten in Abhängigkeit von den Erfahrungen, die das Individuum in seiner Umwelt macht (Cicchetti, 2002). Die Fähigkeit zur Verarbeitung emotionaler Gesichter ist erst mit dem Eintritt in das Erwachsenenalter vollständig ausgeprägt, nachdem das Gehirn in der Adoleszenz eine Phase der erhöhten Plastizität und Sensitivität für Umweltreize durchläuft (Kim, Riser, & Deater-Deckard, 2011; Spear, 2011). Sozial-emotionales Verhalten entwickelt sich somit im menschlichen Organismus durch die Interaktion von neurobiologischer Entwicklung und Umwelterfahrung (Belsky & De Haan, 2011; Cicchetti & Curtis, 2006). Eine der prägendsten Erfahrungen für das sich entwickelnde kindliche Gehirn ist dabei die Beziehung zu den nächsten Bezugspersonen, meist den Eltern (Belsky & De Haan, 2011). Die emotionale Qualität der Beziehung und die Einstellung der Eltern zum Kind äußern sich in einer Vielzahl elterlicher Verhaltensweisen, die unter dem Begriff Erziehungsstil zusammengefasst werden können (Crockett & Hayes, 2011; Wolfradt, Hempel, & Miles, 2003). Verschiedene Erziehungsstile wurden dabei sowohl mit positiven als auch mit ungünstigen Folgen für die sozial-emotionale Anpassung von Kindern und Jugendlichen assoziiert (Barber, 2002; Crockett & Hayes, 2011; Reitzle, Winkler Metzke, & Steinhausen, 2001; Wolfradt et al., 2003). Die neuronalen Korrelate der

8 THEORETISCHE GRUNDLAGEN

Emotionsverarbeitung könnten Mediatorvariablen für diese Zusammenhänge darstellen (Belsky & De Haan, 2011; Whittle et al., 2011; Yap et al., 2008).

Im Folgenden wird zunächst eine in der Forschungsliteratur gängige Typologie normativen Erziehungsverhaltens näher beschrieben und es werden ausgewählte empirische Befunde zu den Erziehungstypen und Entwicklungsfolgen beim Kind vorgestellt. Danach wird diskutiert, wie sozio-emotionales Verhalten jeweils individuell in der Interaktion von Hirnentwicklung und Umwelterfahrung geprägt wird. In diesem Zusammenhang wird ein kurzer Überblick über grundlegende Prozesse der Entwicklung des Gehirns gegeben und das Prinzip der adaptiven Selbstorganisation dargestellt. Auf die Verarbeitung emotionaler Gesichter als eine Basisfertigkeit sozio-emotionalen Verhaltens wird anschließend genauer eingegangen, wobei neuronale Prozesse der Gesichtsverarbeitung und die daran beteiligten, ausgewählten Strukturen Amygdala und Hippokampus näher beschrieben werden. Zudem wird ein Überblick über Entwicklungsaspekte in der neuronalen Verarbeitung emotionaler Gesichter mit Schwerpunkt auf der Phase der Adoleszenz gegeben. Schließlich wird der derzeitige Forschungsstand zu Erziehungserfahrungen und zur Struktur und Funktion der neuronalen Verarbeitung emotionaler Gesichter skizziert.

1.2 ASPEKTE NORMATIVER ERZIEHUNG

1.2.1 TYPOLOGIE DES ERZIEHUNGSVERHALTENS

Erziehung umfasst eine Vielzahl von Verhaltensweisen, durch die Eltern (oder andere Bezugspersonen) mit ihren Kindern interagieren. Dies umfasst die Anleitung bestimmter Verhaltensweisen und Hilfe beim Erwerb von Fähigkeiten und Werten, wodurch die Kinder zu kompetenten Mitgliedern der Gesellschaft erzogen werden sollen (Crockett & Hayes, 2011). Die Erziehung durch die Eltern hat einen nachhaltigen Einfluss auf die Entwicklung des Kindes (Crockett & Hayes, 2011; Martin, Bascoe, & Davies, 2011; Reitzle et al., 2001), wobei bestimmte elterliche Verhaltensweisen als Risikofaktoren für psychische Probleme bei Kindern identifiziert wurden. Ungünstiges elterliches Erziehungsverhalten innerhalb des normalen Spektrums wurde unter anderem mit niedrigem Selbstwert, vermeidenden

Bewältigungsstrategien, Ängstlichkeit und depressiven Symptomen beim Kind assoziiert (Reitzle et al., 2001; Wolfradt et al., 2003).

Die Dimensionen „Zugänglichkeit/ Wärme“ („responsiveness“) und „Kontrolle“ („demandingness“) werden in der empirischen Forschung vielfach herangezogen, um elterliches Verhalten zu beschreiben. „Wärme“ umfasst dabei eine Reihe von Indikatoren, wie grundlegende Akzeptanz durch die Eltern, emotionale Verfügbarkeit und Unterstützung sowie Sensitivität und Offenheit für die Bedürfnisse des Kindes. „Kontrolle“ beschreibt alle Versuche der Eltern, das Verhalten ihrer Kinder anzuleiten und zu beeinflussen (Martin et al., 2011).

Anhand der Ausprägung auf diesen Dimensionen lassen sich vier prototypische Erziehungsstile beschreiben, welche erstmalig von Baumrind (1966) vorgeschlagen wurden und bereits vielfach in Hinblick auf sozio-emotionale Entwicklungsfolgen bei Kindern und Jugendlichen untersucht worden sind (Crockett & Hayes, 2011; Reitzle et al., 2001; Williams et al., 2009; Wolfradt et al., 2003). Die Erziehungsstile sind dabei konzeptuell von spezifischen Erziehungspraktiken abzugrenzen und beziehen sich auf Einstellungen der Eltern gegenüber dem Kind und auf das emotionale Klima, welches durch diese erzeugt wird (Crockett & Hayes, 2011). Der Autoritative Stil ergibt sich aus der Kombination von hoher Zugänglichkeit und Wärme bei gleichzeitig hoher Kontrolle, das heißt klaren und verständlichen Verhaltensregeln für die Kinder (Reitzle et al., 2001). Permissive Eltern geben ihren Kindern ein ähnlich hohes Maß an Unterstützung wie die autoritativen Eltern, setzen jedoch kaum Grenzen und legen wenig Wert auf die Einhaltung von Regeln. Eltern vom Typ Fordernde Kontrolle (in der Literatur auch als Autoritärer Stil bezeichnet) stellen Regeln und Disziplin in den Vordergrund und bieten gleichzeitig wenig Unterstützung und emotionale Nähe. Emotional distanzierte Eltern fordern weder die Einhaltung von Regeln, noch geben sie Unterstützung und weisen daher niedrige Ausprägungen auf beiden Dimensionen auf (Crockett & Hayes, 2011; Martin et al., 2011; Reitzle et al., 2001; Wolfradt et al., 2003).

Schäfer (1965b) hat außerdem als weitere Dimension des Erziehungsverhaltens „Autonomie“ („psychological autonomy granting“) eingeführt. Ein geringes Maß an Autonomie entspricht dem Konzept von Psychologischer Kontrolle/ Psychologischem Druck, welches in einer Reihe von Studien mit negativen Entwicklungsfolgen assoziiert wurde (Barber, Xia, Olsen, McNeely, & Bose, 2012; Barber, 1996; Laird, 2011; Reitzle et al., 2001). Psychologischer Druck bezeichnet

10 THEORETISCHE GRUNDLAGEN

ein elterliches Verhalten, welches unempänglich für die emotionalen Bedürfnisse des Kindes ist und gleichzeitig durch Manipulation der Gefühle (etwa durch Entzug von Zuneigung, passiv-aggressivem Verhalten, Induzieren von Schuldgefühlen) und unter Ausnutzung der engen Bindung des Kindes an die Eltern, das Kind in seiner psychologischen Autonomie beeinträchtigt (Barber, 1996). Psychologischer Druck äußert sich subtil und stellt sich für das Kind oft in widersprüchlichen Anforderungen durch die Eltern dar, somit muss dieses Konzept von dem der Offenen Kontrolle (klare, für das Kind verständliche Regeln, welche auf konkrete Verhaltensweisen bezogen sind) abgegrenzt werden (Laird, 2011). Der Autoritative Stil ist dadurch gekennzeichnet, dass die Eltern wenig psychologische Kontrolle ausüben. Im Erziehungsmuster Fordernde Kontrolle ist Psychologischer Druck dagegen hoch ausgeprägt. Der Permissive und Emotional distanzierte Stil weisen beide eher niedrige Level an psychologischer Kontrolle auf (Reitzle et al., 2001).

1.2.2 EMPIRISCHE BEFUNDE ZU ERZIEHUNGSTYPEN UND ENTWICKLUNGSVERLÄUFEN

Zur empirischen Erfassung elterlichen Erziehungsverhaltens wurden unterschiedliche Messinstrumente entwickelt, zum Beispiel das Parent Behavior Inventory (Schäfer, 1965a) und der Parenting Practices Questionnaire (Robinson et al., 2001). In dieser Diplomarbeit soll jedoch nur der „Zürcher Kurzfragebogen zum Erziehungsverhalten“ (ZKE) näher betrachtet werden, welcher für den deutschsprachigen Raum entwickelt worden ist (Reitzle et al., 2001). Der ZKE wurde bereits in einer Reihe von Studien zu normativen und auffälligen Entwicklungsverläufen bei Jugendlichen eingesetzt (Reitzle et al., 2001; Wolfradt et al., 2003). Die Adoleszenz als Untersuchungsgegenstand des ZKE ist eine Phase der Ablösung von den Eltern, wobei besonders Konflikte im Spannungsfeld von Kontrolle und psychologischer Autonomie in den Vordergrund treten (Martin et al., 2011). Gleichzeitig ist die Adoleszenz auch eine Periode der erhöhten Vulnerabilität für psychische Erkrankungen (Cicchetti & Curtis, 2006; Kim et al., 2011; Spear, 2011). Der „Zürcher Kurzfragebogen“ erfasst Erziehung aus Sicht der Jugendlichen, wobei die Autoren argumentieren, dass die subjektive Einschätzung des elterlichen Verhaltens durch Heranwachsende ein stärkerer Prädiktor für Entwicklungsfolgen darstellt als das tatsächliche Verhalten der Eltern (Reitzle et al., 2001). Gerade für die

Erfassung des Konstrukts Psychologische Kontrolle, welches das psychologische Selbst der Jugendlichen betrifft, sind Selbsteinschätzungen essentiell (Barber, 2002). Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass beispielsweise Jugendliche mit emotionalen Problemen ihre Eltern eher negativ verzerrt wahrnehmen und entsprechend einschätzen (Wolfradt et al., 2003).

Reitzle et al. (2001) haben in einer Validierungsstudie des „Zürcher Kurzfragebogens“ das Erziehungsverhalten der Eltern aus Sicht von Jugendlichen im Alter von 11 bis 17 Jahren untersucht und dieses in Zusammenhang mit einer Reihe von Risikofaktoren und klinischen Auffälligkeiten bei Jugendlichen gebracht. Dabei betrachteten sie sowohl die einzelnen Dimensionen Unterstützung, Offene Kontrolle und Psychologischer Druck, als auch die Interaktion zwischen diesen Dimensionen in Form der vier Erziehungstypen. Die Dimension Psychologischer Druck wies im Vergleich zu Unterstützung und Offener Kontrolle die stärksten Zusammenhänge zu den Anpassungsindikatoren auf. Sie korrelierte dabei positiv mit niedrigem Selbstwert, vermeidenden Copingstrategien und internalisierenden sowie externalisierenden Symptomen. Unterstützung korrelierte positiv mit aktiven Copingstrategien, hohem Selbstwert und niedriger Symptombelastung. Die Dimension Offene Kontrolle zeigte keine Zusammenhänge zu den Anpassungsindikatoren (Reitzle et al., 2001). In Hinblick auf die Erziehungsstile gingen der Autoritative und der Permissive Stil gleichermaßen mit positiven Entwicklungsergebnissen einher, wohingegen die Typen Fordernde Kontrolle und Emotionale Distanz mit negativen Entwicklungsfolgen bei Jugendlichen assoziiert waren. Es zeigte sich, dass besonders die Kombination aus unterdurchschnittlicher Unterstützung und überdurchschnittlichem psychologischen Druck im Typ Fordernde Kontrolle mit höherer Symptombelastung und niedrigem Selbstwert einherging. Jugendliche, die ihre Eltern als emotional distanziert beschrieben, zeigten eine besonders geringe Ausprägung aktiver Coping-Strategien (Reitzle et al., 2001). Die Autoren argumentieren abschließend, dass eine typologische Betrachtungsweise den komplexen Wirkmechanismen von Erziehung eher gerecht wird als die Untersuchung einzelner Dimensionen.

Wolfradt et al. (2003) haben ebenfalls den „Zürcher Kurzfragebogen zum Erziehungsverhalten“ (ZKE) in einer Stichprobe Jugendlicher im Alter von 14 bis 17 Jahren verwendet und Zusammenhänge zu Ängstlichkeit, Depersonalisationserleben und Copingverhalten untersucht. Dabei ergab sich unter anderem ein positiver

12 THEORETISCHE GRUNDLAGEN

Zusammenhang zwischen der Skala „Psychologischer Druck“ und Ängstlichkeit, wohingegen wahrgenommene Unterstützung durch die Eltern negativ mit Ängstlichkeit korrelierte. Zudem war „Psychologischer Druck“ der stärkste Prädiktor für Depersonalisationserleben. Die wahrgenommene Unterstützung durch die Eltern hing positiv mit aktivem Copingverhalten zusammen (Wolfradt et al., 2003). Mittels Clusteranalyse fanden die Autoren vier Erziehungstypen, die der Typologie von Baumrind (1966) entsprechen und bereits von Reitzle et al. (2001) berichtet wurden. Jugendliche, welche den Erziehungstyp Fordernde Kontrolle angaben, wiesen die höchsten Werte in Selbstbeschreibungsfragebögen zu Depersonalisation und Ängstlichkeit auf, Jugendliche mit Permissivem Erziehungstyp hingegen zeigten die niedrigsten Werte. Der Autoritative und der Permissive Stil waren zudem mit aktivem Copingverhalten assoziiert. Die Autoren diskutierten, dass nicht wie angenommen der Autoritative, sondern der Permissive Erziehungsstil aufgrund der niedrigsten Symptombelastung bei gleichzeitig aktivem Coping mit der besten psychosozialen Anpassung der Jugendlichen einherging. Der Stil Fordernde Kontrolle erwies sich in noch höherem Maß als der Stil Emotionale Distanz als dysfunktional (Wolfradt et al., 2003).

1.3 SOZIO-EMOTIONALE ENTWICKLUNG ALS INTERAKTION VON GEHIRN UND UMWELT

1.3.1 GRUNDLEGENDE PROZESSE DER HIRNENTWICKLUNG

Die Hirnentwicklung ist durch drei Arten von Prozessen gekennzeichnet: genetisch angetriebene Prozesse, „Erfahrung-Erwartung“-Prozesse, und erfahrungsabhängige Prozesse (Belsky & De Haan, 2011; Cicchetti & Curtis, 2006). Zu den genetisch angetriebenen Prozessen zählen die pränatale Genesis der Neuronen, ihre Migration, die Bildung von synaptischen Verbindungen und die funktionelle Differenzierung der Nervenzellen. Um das sich entwickelnde Gehirn zu schützen, sind diese Prozesse zur Basisorganisation des Nervensystems relativ unempfindlich gegenüber Umwelteinflüssen (Cicchetti & Curtis, 2006).

Die zweite Art von Entwicklung findet über sogenannte „Erfahrung-Erwartung“-Prozesse („experience-expectant“) statt (Belsky & De Haan, 2011; Cicchetti & Curtis, 2006). Dabei durchläuft das sich entwickelnde Gehirn Phasen, in denen es besonders sensitiv für bestimmte Klassen von Informationen ist. Diese Perioden sind gekennzeichnet durch ein genetisch gesteuertes Übermaß an Synapsen in der sich jeweils entwickelnden Region, wodurch die Ausbildung bestimmter Basisfähigkeiten ermöglicht wird. Die synaptischen Verbindungen werden wesentlich durch das „Angebot“ der Umwelt reguliert: Synapsen, welche nicht in Interaktion genutzt und stimuliert werden, werden in Folge abgebaut, während solche, welche häufig aktiviert werden, aufrechterhalten und gestärkt beziehungsweise ausdifferenziert werden (Belsky & De Haan, 2011; Cicchetti & Curtis, 2006). Werden bestimmte speziestypische Erfahrungen nicht innerhalb dieser sensitiven Perioden gemacht, so hat dies fundamentale Folgen für die weitere Entwicklung. Deprivation in Form von fehlender Bindung zu einer Bezugsperson im frühen Säuglingsalter kann beispielsweise zu Störungen des Hypothalamus-Hypophysen-adrenokortikalen Systems (HPA) und damit zu mangelnder Stressregulation beim Kind führen (Pollak, 2008). Störungen auf einer frühen Stufe der Hirnentwicklung können darüber hinaus die Ausbildung späterer Funktionen einschränken oder diese verzerren (Cicchetti, 2002). Struktur und Funktionalität des sich entwickelnden Gehirns können so nachhaltig negativ beeinflusst werden (Belsky & De Haan, 2011).

Die sogenannte „Feinabstimmung“ der neuronalen Verbindungen in Interaktion mit der Umwelt geschieht über die Prozesse der erfahrungsabhängigen Formation von Synapsen („experience-dependent“ (Belsky & De Haan, 2011; Cicchetti & Curtis, 2006). Diese Prozesse treten typischerweise später auf als die „Erfahrung-Erwartung“-Prozesse (Belsky & De Haan, 2011). Sie sind auch nicht zeitlich auf bestimmte kritische Perioden begrenzt, sondern treten im Verlauf des gesamten Lebens auf; z.B: während alltäglicher sozialer Kontakte bis hin zu „geplanten“ Interventionen wie beispielsweise Psychotherapie (Belsky & De Haan, 2011). Mechanismen dieser Prozesse sind die Verstärkung oder Modifikation von synaptischen Verbindungen zwischen den Nervenzellen. Über die Langzeitpotenzierung (LTP) werden die synaptischen Verbindungen in Abhängigkeit von Aktivität langanhaltend angeregt und verstärkt. Synaptische Verbindungen, welche selten aktiv sind, werden gelöst oder modifiziert. Die LTP stellt einen Basismechanismus für alle Formen des erfahrungsabhängigen Lernens (Pinel, 2007)

14 THEORETISCHE GRUNDLAGEN

und somit für die Plastizität des Gehirns über die gesamte Lebensspanne (Cicchetti & Curtis, 2006) dar. Verhaltensweisen, welche an die spezifische soziale Umwelt angepasst sind, werden beibehalten und verstärkt. Darüber hinaus entsteht ein individuelles Gehirn, dessen Struktur und Funktion die Summe der Erfahrungen zum gegenwärtigen Zeitpunkt widerspiegelt (Belsky & De Haan, 2011; Cicchetti & Curtis, 2006). Zudem gibt es Hinweise darauf, dass soziale Erfahrungen zusätzlich über epigenetische Prozesse langfristig die Funktion des Gehirns verändern können (Champagne & Curley, 2009). Am Tiermodell konnte gezeigt werden, dass ein früher Abbruch der Mutter-Kind-Bindung mit Veränderungen in der Genexpression im kindlichen Organismus einhergeht, welche sich im Erwachsenenalter wiederum phänotypisch als Störungen in der Pflege des Nachwuchses manifestieren. Diese epigenetischen Prozesse könnten einen Mediator für die Transmission sozialer Erfahrungen über die Generationen hinweg darstellen (Champagne & Curley, 2009).

1.3.2 PRINZIP DER ADAPTIVEN SELBSTORGANISATION

Wie bereits beschrieben, wird die Entwicklung des menschlichen Gehirns bis zu einem gewissen Grad durch genetische Prozesse kontrolliert und grob strukturiert, die Ausdifferenzierung und Etablierung oder auch Löschung von neuronalen Verbindungen erfolgt jedoch in Reaktion auf Erfahrungen mit der Umwelt (Cicchetti & Curtis, 2006; Cicchetti, 2002). Cicchetti (2002) betont in diesem Zusammenhang den Aspekt der adaptiven Selbstorganisation für die Entwicklung des menschlichen Gehirns. Die Differenzierung und Feinabstimmung der Verbindungen zwischen den Nervenzellen sind in hohem Maße davon abhängig, wie das Individuum seine Umwelt interpretiert, seine Erfahrungen strukturiert und diesen Bedeutungen zuschreibt. Die sozio-emotionale Entwicklung erfolgt entsprechend dieser konstruktivistischen Sicht nicht nur über eine „passive“ Interaktion von Genen und Umwelt, sondern ist durch das Individuum und dessen aktiven Prozess der „Sinnggebung“ von Erfahrung mitbestimmt.

Im Verlauf der normativen Entwicklung von Kindern interagieren die sich ausbildenden neuronalen Systeme der Emotionsverarbeitung und entsprechende emotionale Verhaltensweisen nahtlos mit den kontingenten Strukturen der sozialen Umwelt (Pollak, 2012). Diesem komplexen emotionalen Verhalten liegen eine Reihe von Fähigkeiten zugrunde, wie zum Beispiel die emotionalen Signale von

Bezugspersonen richtig deuten zu können. Sensorische Erfahrungen bilden dabei die Basis der Emotionsentwicklung, wobei die Art der Erfahrung (zum Beispiel die emotionale Expressivität der Bezugsperson) einen langanhaltenden Einfluss auf die Wahrnehmung und Verarbeitung sozialer Information haben kann (De Haan & Gunnar, 2009). Im Fall einer gelungenen Entwicklung ermöglichen die gelernten Fähigkeiten dem Individuum eine flexible Anpassung an neue Erfahrungen und an dynamische soziale Kontexte (Pollak, 2012).

Besonders in der Gegenüberstellung verschiedener Umwelterfahrungen wird das Prinzip der adaptiven Selbst-Organisation für die Entwicklung des menschlichen Gehirns erkennbar (Cicchetti, 2002). Am Beispiel normativ abweichender Erziehungserfahrungen, wie Misshandlung oder Vernachlässigung, wird deutlich, auf welche Weise Kinder diesen extremen Erfahrungen Bedeutung geben und ihr emotionales Verhalten anpassen (Cicchetti, 2002; Pollak, 2008, 2012). Bei misshandelten Kindern konnte zum Beispiel eine Hypervigilanz für wütende Gesichter gezeigt werden (Pollak, Cicchetti, Hornung, & Reed, 2000). Zudem wurde Misshandlung im Kindesalter mit Hyperaktivität der emotionsrelevanten Strukturen Amygdala und Hippokampus für negative Gesichter assoziiert (Dannlowski, Stuhmann, et al., 2012; Maheu et al., 2010; McCrory et al., 2013), was eine Mediatorvariable für den Zusammenhang zwischen Misshandlung und kindlicher Hypervigilanz für wütende Gesichter darstellen könnte. Die negativen Emotionen der misshandelnden Eltern schnell zu erkennen und darauf reagieren zu können, stellt für diese Kinder einen adaptiven Schutzmechanismus dar. Jedoch ist damit gleichzeitig eine eingeschränkte Flexibilität in der Aufmerksamkeitskontrolle und Emotionsregulation verbunden (Pollak et al., 2000). Eine Starrheit in der emotionalen Reaktivität und in sozialen Verhaltensmustern kann wiederum zu psychischen Anpassungsschwierigkeiten und Störungen führen (Cicchetti, 2002). Ein Verhaltensmuster, welches in einer misshandelnden Umwelt adaptiv sein kann, kann somit in einem normativen sozialen Setting fehlangepasst wirken. Neben anderen Faktoren kann dies zu der hohen Prävalenz von psychischen Problemen bei misshandelten Kindern beitragen (Pollak, 2008).

1.4 VERARBEITUNG EMOTIONALER GESICHTER ALS BASISFERTIGKEIT SOZIO-EMOTIONALEN VERHALTENS

1.4.1 RELEVANTE STRUKTUREN DES SOZIO-EMOTIONALEN VERHALTENS

Gesichter zeigen Emotionen und sind somit Schlüsselkomponenten jeder sozialen Interaktion. Emotionale Gesichtsausdrücke korrekt wahrzunehmen und zu interpretieren ist daher während des gesamten Lebens von großer Bedeutung. Die Verarbeitung emotionaler Gesichter ist eine der am frühesten angelegten sozialen Fähigkeiten und entwickelt sich im weiteren Verlauf in der Interaktion zwischen Reifung der neuronalen Netzwerke und den spezifischen sozio-emotionalen Umwelterfahrungen, welche Kinder machen (De Haan & Gunnar, 2009).

Bevor ein Überblick über die neuronalen Prozesse der Gesichtsverarbeitung gegeben wird, werden die Amygdala und die hippocampale Formation (Hippokampus) als zwei Strukturen, welche vielfach mit der Verarbeitung emotionaler Reize und emotionalem Lernen assoziiert worden sind (Adolphs, 2002; Dannlowski, Kugel, et al., 2012; Fusar-Poli et al., 2009; Habel & Schneider, 2007; Hariri, Bookheimer, & Mazziotta, 2000; Le Doux, 2000; Maheu et al., 2010; Pinel, 2007), näher beschrieben. Des Weiteren wird auf das Areal des fusiformen Gyrus eingegangen, welcher als Teil des visuellen Systems in die Verarbeitung emotionaler Gesichter involviert ist und enge funktionelle Verbindungen zur Amygdala aufweist (Pujol et al., 2009).

1.4.1.1 AMYGDALA

Die menschliche Amygdala ist eine Struktur, welche konsistent mit der automatischen Verarbeitung von Emotionen und sozialem Verhalten in Verbindung gebracht wird (Adolphs, 2002, 2010; de Haan & Gunnar, 2009; Hariri et al., 2000; Lindquist, Wager, Kober, Bliss-Moreau, & Barrett, 2012). Dabei scheint die Amygdala besonders solche Reize zu verarbeiten, die eine große subjektive Bedeutung für das jeweilige Individuum haben und somit ein hohes Maß an Erregung auslösen (Adolphs, 2010). Insbesondere scheint die Amygdala in der Furchtkonditionierung eine bedeutsame Rolle zu spielen (Lindquist et al., 2012),

wurde aber auch mit der Verarbeitung salienter positiver Reize assoziiert (Fusar-Poli et al., 2009).

Die Amygdala besteht aus einer subkortikalen Gruppe von 13 miteinander verbundenen Kernen (Nuclei) im anterioren Teil des medialen Temporallappens (De Haan & Gunnar, 2009). Vielfältige Verbindungen ermöglichen die Interaktion der Amygdala mit multimodalen sensorischen und motorischen Kortexarealen sowie mit Arealen, welche mit höheren kognitiven Funktionen assoziiert wurden (Adolphs, 2002; Belsky & de Haan, 2011; Hariri et al., 2000). Zudem bestehen Verbindungen zu Hirnstamm und Hypothalamus, welche autonome und viszerale Funktionen steuern (De Haan & Gunnar, 2009). Die einzelnen Nuclei sind funktionell verschieden, wobei besonders der laterale Kern mit sozialer Informationsverarbeitung assoziiert worden ist (Belsky & De Haan, 2011). Dieser erhält von den höheren sensorischen Kortexarealen bereits hochgradig verarbeitete Informationen, zum Beispiel zu Gesichtern oder Gesichtsausdrücken oder auch zu Stimme und Intonation. Über den basalen Kern projiziert der laterale Kern zurück zu den sensorischen höheren Arealen sowie primären Kortexarealen und kann so die Aufnahme sensorischer Information bereits auf einer frühen Stufe der Verarbeitung modulieren. Dies betrifft beispielsweise den fusiformen Gyrus, welcher mit der Verarbeitung von Gesichtern assoziiert wurde. Zudem ist die Amygdala mit dem Hippokampus verbunden und kann darüber die Konsolidierung sowie den Zugang zu Gedächtnisinhalten modulieren (De Haan & Gunnar, 2009). Die Amygdala ist somit eine zentrale Struktur, welche die erfahrungsabhängige Feinabstimmung von Aufmerksamkeit, Lernen und Gedächtnis durch emotionale Prozesse wesentlich beeinflusst (Pollak, 2008).

Die Struktur der Amygdala ist bereits ab der fünften Schwangerschaftswoche beobachtbar. Zum Zeitpunkt der Geburt sind die meisten der Verbindungen von der Amygdala zum Kortex bereits angelegt. Zudem nimmt die Myelinisierung in der Amygdala während des ersten Lebensjahrs zu. Als behaviorales Korrelat dafür ist die Trennungsangst und das „Fremdeln“ angeführt worden, welches Kinder mit etwa zehn Monaten zeigen und das mit der Reifung der Verbindungen zwischen Amygdala und Kortex zusammenfällt (De Haan & Gunnar, 2009). Zusammengefasst wird vermutet, dass der Einfluss der Amygdala auf andere Hirnareale während der ersten postnatalen Jahre zunimmt (Belsky & De Haan, 2011; de Haan & Gunnar, 2009). Während der Adoleszenz zeigt die Amygdala eine erhöhte Reaktivität auf emotionale

18 THEORETISCHE GRUNDLAGEN

Reize, welche besonders bei Jugendlichen unter emotionalen und stressreichen Umständen mit verminderter kognitiver Leistung assoziiert wurden (Spear, 2011). Erst mit dem Erwachsenenalter sind die Verbindungen zum präfrontalen Kortex und damit die Fähigkeit zur Emotionsregulation vollständig ausgereift (Cicchetti & Curtis, 2006).

1.4.1.2 HIPPOKAMPUS

Die Formation des Hippokampus ist eine mehrschichtige Struktur im medialen Temporallappen und wurde mit Gedächtniskonsolidierung und der Verarbeitung von Emotionen und relevanten kontextuellen Reizen assoziiert (Belsky & De Haan, 2011; Whittle et al., 2011). Dabei ist der Hippokampus besonders vulnerabel für emotionale Stressoren. Es konnte gezeigt werden, dass Glukokortikoide (z.B. Kortisol), welche während des Stresserlebens ausgeschüttet werden, neurotoxisch auf die hippokampale Formation wirken können (Belsky & De Haan, 2011). So wurden sowohl depressive Erkrankungen und posttraumatische Belastungsstörung als auch Misshandlung und Vernachlässigung im Kindesalter mit verkleinerten hippokampalen Volumina assoziiert (Dannlowski, Stuhmann, et al., 2012).

Die hippokampale Formation besteht aus den Schichten CA1-4 des sogenannten Ammonshorns und dem Gyrus dentatus. Die Verbindungen zwischen diesen Strukturen sind zum Zeitpunkt der Geburt bereits angelegt, entwickeln sich aber im Laufe der ersten fünf Lebensjahre bedeutend weiter. Zudem nimmt der Hippokampus während der ersten postnatalen Jahre an Volumen zu (Belsky & De Haan, 2011). Die meisten Informationen erhält der Hippokampus über den entorhinalen Kortex, beispielsweise von der benachbart liegenden Amygdala, und projiziert seinerseits unter anderem zum präfrontalen Kortex, zum Hypothalamus und zur Amygdala. Es wird vermutet, dass sich der Hippokampus bis in die Adoleszenz hinein strukturell und funktionell entwickelt und Stress während dieser Phase den stärksten Einfluss auf die Funktionalität dieser Struktur hat (Whittle et al., 2011).

1.4.1.3 FUSIFORMER GYRUS

Der fusiforme Gyrus ist ein Teil des Temporal- und Okzipitallappens, wobei sich im lateralen Bereich das sogenannte fusiforme Gesichtsareal (fusiform face area) befindet, welches auf die Verarbeitung menschlicher Gesichter spezialisiert ist (Fusar-

Poli et al., 2009; Kawasaki, Tsuchiya, Kovach, & Nourski, 2013; Vuilleumier & Pourtois, 2007). Dies betrifft auch Gesichter, welche unterhalb der bewussten Wahrnehmungsschwelle präsentiert werden (Morris, Pelphrey, & McCarthy, 2012). Mit zunehmendem Alter weisen Kinder und Jugendliche eine funktionelle Spezialisierung des fusiformen Gesichtsareals für die Verarbeitung emotionaler Gesichter auf, welche durch die zunehmende Erfahrung mit Gesichtern bedingt ist und erst mit dem Erwachsenenalter abgeschlossen ist. Der fusiforme Gyrus ist dabei überwiegend in die Verarbeitung der statischen Komponenten von Gesichtern involviert (De Haan & Gunnar, 2009). Für die Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke konnte außerdem gezeigt werden, dass der fusiforme Gyrus mit der Amygdala interagiert (Pujol et al., 2009; Vuilleumier & Pourtois, 2007). So zeigt der fusiforme Gyrus eine erhöhte Aktivität in der Verarbeitung ängstlicher im Vergleich zu neutralen Gesichtern. Wenn die Amygdala jedoch z.B. durch Läsionen beschädigt ist, tritt dieser Effekt nicht ein (Vuilleumier & Pourtois, 2007). Es konnte zudem gezeigt werden, dass bei gesunden Probanden der Zusammenhang zwischen sozialer Angst und Aktivität der Amygdala bei der Verarbeitung emotionaler Gesichter durch die Aktivität des fusiformen Gyrus moderiert wird (Pujol et al., 2009).

1.4.2 NEURONALE PROZESSE DER VERARBEITUNG EMOTIONALER GESICHTER

Visuelle Informationen zu Gesichtern werden über zwei verschiedene neuronale Pfade verarbeitet (De Haan & Gunnar, 2009). Ein subkortikales System ist zunächst in die initiale Gesichtserkennung und die Aufmerksamkeitsfokussierung involviert. Die visuelle Information wird dabei von der Retina zum superioren Colliculus geleitet und von dort über das Pulvinar zur Amygdala. Die Verarbeitung auf diesem Pfad ist schnell und kann unabhängig von bewusster Wahrnehmung stattfinden (De Haan & Gunnar, 2009). Zudem scheint sie auch durch Umwelterfahrungen beeinflussbar. So hat eine Studie von McCrory et al. (2013) gezeigt, dass misshandelte Kinder bei Darbietung negativer Gesichter auch unterhalb der Wahrnehmungsschwelle eine höhere Amygdala-Reaktivität zeigen als nicht misshandelte Kinder. Diese automatisch ablaufende Verarbeitung von visueller Information könnte unbewusste Reaktionen vermitteln, wie zum Beispiel eine Aktivierung des sympathischen Nervensystems in Antwort auf negative Gesichter,

noch bevor die bewusste kortikale Verarbeitung abgeschlossen ist (De Haan & Gunnar, 2009). Darüber hinaus gibt es Hinweise darauf, dass dieser Pfad auch die nachfolgende kortikale Verarbeitung von Emotionen moduliert (Pujol et al., 2009; Vuilleumier & Pourtois, 2007). Projektionen von der Amygdala zum okzipitalen Kortex könnten eine Intensivierung der visuellen Verarbeitung von emotional bedeutenden Reizen bewirken (Vuilleumier & Pourtois, 2007).

Das kortikale System als zweiter neuronaler Pfad ist involviert in die detaillierte visuelle Analyse von Gesichtern und wesentlich langsamer als das subkortikale System. Der inferiore okzipitale Gyrus empfängt die visuelle Information zuerst und leitet diese an den fusiformen Gyrus weiter. Dynamische Merkmale des Gesichts und Blickbewegungen werden darüber hinaus im superioren temporalen Sulcus und superioren temporalen Gyrus verarbeitet (De Haan & Gunnar, 2009).

Die beiden Systeme zur Verarbeitung emotionaler Gesichter interagieren mit Arealen, welche einem umfassenderen Netzwerk zur Emotionsverarbeitung und –regulation angehören. Dazu zählen etwa der mediale präfrontale Kortex und das anteriore Cingulum, welche unter anderem in die bewusste Repräsentation emotionaler Zustände und in die Affektregulation in sozialen Situationen (De Haan & Gunnar, 2009) involviert sind.

Neben den beiden neuronalen Netzwerken der generellen Verarbeitung von Gesichtern, lassen sich auch spezifische Aktivierungsmuster für die einzelnen Emotionen bestimmen. Eine Metaanalyse von 105 funktionellen Bildgebungsstudien konnte zeigen, dass ängstliche Gesichter im Vergleich zu neutralen Gesichtern die bilaterale Amygdala, den bilateralen fusiformen Gyrus und den medialen frontalen Gyrus aktivieren (Fusar-Poli et al., 2009). Die Betrachtung fröhlicher Gesichter geht mit Aktivierungen der bilateralen Amygdala, des linken fusiformen Gyrus und des rechten anterioren cingulären Kortex einher (Fusar-Poli et al., 2009). Wütende Gesichter sind im Vergleich zu neutralen Gesichtern mit stärkeren Aktivierungen in der linken Insula und des rechten inferioren okzipitalen Gyrus assoziiert (Fusar-Poli et al., 2009). Grundsätzlich ist bei der Verarbeitung emotionaler Gesichter im Vergleich zu neutralen Gesichtern die Interaktion zwischen der Amygdala und den visuellen Arealen intensiviert (Vuilleumier & Pourtois, 2007). Die dadurch verstärkte visuelle Aufmerksamkeit für emotionale Reize könnte eine optimale Anpassung des Verhaltens in der jeweiligen sozialen Situation begünstigen.

1.4.3 ENTWICKLUNGSASPEKTE DER GESICHTSVERARBEITUNG

Die Fähigkeit zur Verarbeitung emotionaler Gesichter ist bereits bei Neugeborenen vorhanden, entwickelt sich jedoch kontinuierlich bis in das Erwachsenenalter hinein weiter. Diese Entwicklung könnte den langandauernden Prozess der funktionellen Spezialisierung innerhalb des kortikalen Netzwerks zur Gesichtsverarbeitung widerspiegeln (Burnett, Sebastian, Cohen Kadosh, & Blakemore, 2011). Altersbedingte Veränderungen der Gesichtsverarbeitung können somit im Rahmen des „Interaktiven Spezialisierungs“-Ansatzes (Johnson, 2001) interpretiert werden. Kognitive Fähigkeiten, wie etwa die Verarbeitung emotionaler Gesichter, entwickeln sich sowohl aus der Interaktion verschiedener Areale untereinander als auch aus der Interaktion des Gehirns mit der Umwelt. Altersbedingte Veränderungen der Hirnaktivität für bestimmte Reize reflektieren die umweltbedingte „Fein-Abstimmung“ bestimmter Regionen und gehen mit verbesserter Leistung auf Verhaltensebene einher (Burnett et al., 2011; Johnson, 2001).

Neugeborene präferieren menschliche Gesichter gegenüber anderen Reizen und können die Blickrichtung des Gesichts erfassen (De Haan & Gunnar, 2009). Innerhalb der ersten Lebensmonate ist die Fähigkeit zur Differenzierung verschiedener emotionaler Gesichtsausdrücke bereits ausgeprägt (De Haan & Gunnar, 2009; Johnson, 2001). Schon zu diesem Zeitpunkt kann die Entwicklung der Gesichtsverarbeitung durch Umweltfaktoren beeinflusst sein. Säuglinge von Müttern mit affektiv positiver Grundeinstellung betrachteten im Vergleich zu Kindern von affektiv negativen Müttern ängstliche Gesichter länger als fröhliche Gesichter. Außerdem zeigten diese Säuglinge eine verminderte Hirnaktivität bei fröhlichen im Vergleich zu ängstlichen Gesichtern bei der Messung ereigniskorrelierter Potentiale (De Haan et al., 2004).

Sowohl das subkortikale als auch das kortikale Netzwerk der Gesichtsverarbeitung sind bereits während des ersten Lebensjahres bis zu einem gewissen Grad aktiv. Insbesondere die Amygdala könnte während der ersten Lebensjahre bei der Etablierung dieser neuronalen Netzwerke eine wichtige Rolle spielen. Studien bei Patienten mit Temporallappenepilepsie haben gezeigt, dass besonders ein frühes Auftreten der epileptischen Anfälle mit späteren Beeinträchtigungen in der Emotionserkennung einherging (Meletti, Benuzzi, Nichelli,

& Tassinari, 2003). Dies könnte darauf hinweisen, dass eine normale Funktion der Amygdala in der Kindheit wichtig für die Entwicklung der Gesichtsverarbeitung sein kann (De Haan & Gunnar, 2009).

Es gibt Hinweise darauf, dass Kinder im Vergleich zu jungen Erwachsenen eine stärkere Aktivierung der Amygdala bei fröhlichen im Vergleich zu wütenden Gesichtern aufweisen, was darauf hindeutet, dass positive Gesichter für Kinder eine höhere Salienz haben und im Sinne eines kindlichen Positivitäts-Bias interpretiert werden können. Die Amygdala-Reaktivität für wütende Gesichter hingegen nimmt mit steigendem Alter zu (Todd, Evans, Morris, Lewis, & Taylor, 2011).

Jugendliche zeigen generell eine höhere Reaktivität für emotionale Gesichter als erwachsene Probanden und Kinder (Cicchetti & Curtis, 2006; Pfeifer & Blakemore, 2012; Spear, 2011). Die Phase der Adoleszenz ist für die menschliche Hirnentwicklung besonders bedeutsam in Hinblick auf erfahrungsabhängige Veränderungsprozesse und Plastizität (Cicchetti & Curtis, 2006; Spear, 2011) und kann definiert werden als Periode zwischen dem Beginn der Pubertät (dem Einsetzen der körperlichen Geschlechtsreife) und dem Übergang zu Erwachsenenrollen. Markiert ist diese Entwicklungsphase durch schnelle und umfassende intraindividuelle Veränderungen von Körper, Kognition, Emotion und interpersonellen Beziehungen (Cicchetti & Curtis, 2006). Das Gehirn unterliegt einer Reihe von Reifungsprozessen und weist daher eine Plastizität auf, welche - stärker als im Erwachsenenalter - durch Umwelterfahrungen nachhaltig beeinflussbar ist. Für Adoleszente im Alter von 9-17 Jahren wurde eine erhöhte Aktivität der Amygdala und des fusiformen Gyrus beim Betrachten ängstlicher Gesichter im Vergleich zu Erwachsenen gefunden (Guyer et al., 2008). Pfeifer et al. (2011) zeigten in einer Längsschnittstudie einen Anstieg in der Reaktivität emotionsrelevanter Areale beim Betrachten emotionaler Gesichter beim Übergang von der Kindheit zur Adoleszenz. Jedoch sind hierbei auch mögliche Geschlechtsunterschiede zu berücksichtigen. Eine Studie zur Gesichtsverarbeitung bei Adoleszenten hat ergeben, dass männliche Jugendliche bei der Betrachtung wütender Gesichter eine stärkere Amygdala-Aktivität zeigten als weibliche Jugendliche (Tahmasebi et al., 2012), wobei dieser Effekt vor allem für die rechte Amygdala gefunden wurde (Schneider et al., 2011). Eine andere Metaanalyse zur Reaktivität der Amygdala bei der Gesichtsverarbeitung konnte diese geschlechtsspezifische Lateralisierung jedoch nicht bestätigen (Sergerie, Chochol, & Armony, 2008).

Es kann angenommen werden, dass die Fähigkeit zur Verarbeitung emotionaler Gesichter nicht nur durch das Alter, sondern auch durch die hormonellen Schwankungen bei Einsetzen der Geschlechtsreife beeinflusst wird (De Haan & Gunnar, 2009). Sexualhormone haben unter anderem Rezeptoren in der Amygdala und im Nucleus accumbens und bedingen somit die stärkere Erregbarkeit dieser emotionsrelevanten Strukturen (Spear, 2011). Zu diesem Zeitpunkt der Entwicklung sind die Verbindungen zu präfrontalen Arealen meist noch nicht ausgereift, weshalb noch keine ausreichenden Emotionsregulationsfähigkeiten bestehen. Aufgrund der erhöhten Erregbarkeit bei gleichzeitig mangelnder Regulationsfähigkeit ist diese Phase besonders vulnerabel für die Ausprägung psychischer Auffälligkeiten, deren Auftreten jedoch stark durch verschiedene Umweltfaktoren moderiert wird (Cicchetti & Curtis, 2006). Im Verlauf der Adoleszenz werden die wechselseitigen Verbindungen von limbischem System und präfrontalem Kortex gestärkt und sind mit Eintritt ins Erwachsenenalter typischerweise ausgereift, was mit einer verbesserten Affektregulation einhergeht.

Abweichungen in der Verarbeitung emotionaler Gesichter sind häufig mit psychischen Auffälligkeiten bei Erwachsenen, aber auch bei Kindern und Jugendlichen assoziiert worden (Beesdo et al., 2009; De Haan & Gunnar, 2009; Mingtian et al., 2012; Thomas et al., 2001). Depressive Symptomatik und Angststörungen gingen im überwiegenden Teil der Studien mit Hyperaktivität der Amygdala für negative Gesichter einher (Beesdo et al., 2009; Hulvershorn, Cullen, & Anand, 2011; Mingtian et al., 2012; Monk, Klein, Telzer, Schroth, & Mannuzza, 2008). Jugendliche mit erhöhtem Risiko für internalisierende Störungen könnten somit eher dazu neigen, negative Signale in der sozialen Interaktion wahrzunehmen und sich dadurch eher abgewertet zu fühlen. Störungen in der sozialen Informationsverarbeitung und somit auch der Wahrnehmung emotionaler Gesichter sind daher als zentrales Merkmal depressiver Störungen bei Jugendlichen beschrieben worden (De Haan & Gunnar, 2009).

1.5 ERZIEHUNGSERFAHRUNGEN UND DIE NEURONALE VERARBEITUNG EMOTIONALER GESICHTER

Obwohl die elterliche Erziehung einen prägenden Umwelteinfluss für die kindliche Entwicklung darstellt, ist die neurowissenschaftliche Forschung zu diesem Thema noch am Anfang (Belsky & De Haan, 2011). Auffälligkeiten in der Verarbeitung emotionaler Gesichter sind bisher ausschließlich in Zusammenhang mit abweichenden Formen elterlichen Verhaltens, wie physische oder emotionale Misshandlung oder Vernachlässigung, untersucht worden. Misshandelte und vernachlässigte Kinder weisen ein erhöhtes Risiko für eine Vielzahl von psychischen und sozialen Problemen, wie aggressives Verhalten, Substanzabhängigkeit, Depressionen und Angststörungen während des weiteren Lebens auf (Cicchetti, 2002; Pollak et al., 2000). Diese Probleme scheinen vor allem aus dem emotionalen Stress zu resultieren, welchem die Kinder durch das inkonsistente Verhalten der Bezugspersonen ausgesetzt sind (De Haan & Gunnar, 2009). Bevor der derzeitige Forschungsstand zu abweichendem elterlichen Verhalten und Besonderheiten in der kindlichen Gesichtsverarbeitung skizziert wird, soll ein kurzer Überblick zu strukturellen Auffälligkeiten im kindlichen Gehirn in Zusammenhang mit dysfunktionalen Erziehungsumwelten gegeben werden.

1.5.1 STRUKTURELLE AUFFÄLLIGKEITEN IM ZUSAMMENHANG MIT ERZIEHUNGSERFAHRUNGEN

De Bellis et al. (2002) haben in einer Serie von Studien strukturelle Auffälligkeiten bei misshandelten Kindern und Kindern mit posttraumatischer Belastungsstörung (PTBS) untersucht und fanden konsistente Befunde für verkleinerte Strukturen des Corpus Callosum im Vergleich zu gesunden Kontrollen. Je kleiner diese Struktur in den Probanden ausgeprägt war, desto stärkere Symptome der PTBS (intrusive Gedanken, Dissoziation, Erregungszustände) wurden berichtet (De Bellis et al., 2002). Frühe Misshandlung kann daher mit einer verminderten Integration der Hemisphären assoziiert werden (Belsky & De Haan, 2011). Mehrere Autoren fanden auch vermindertes zerebrales Volumen bei misshandelten Kindern im

Vergleich zu gesunden Kontrollprobanden (De Bellis et al., 2002; Teicher, Tomoda, & Andersen, 2006).

Tomoda, Navalta, Polcari, Sadato, & Teicher (2009) untersuchten Frauen, welche als Kinder sexuellen Missbrauch erlebt hatten, mittels Voxel-basierter Morphometrie (VBM) und fanden verminderte graue Substanz in Regionen visueller Verarbeitung im Vergleich zu Kontrollen. Dies ging zusätzlich mit einer verminderten Leistung in visuellen Gedächtnistests einher. Die Autoren schlossen daraus, dass sich bei frühem Missbrauch die Entwicklung der sensorischen Systeme verzögert, um das kindliche Gehirn vor dem Missbrauchs-induzierten Stress zu schützen (Tomoda et al., 2009).

Zusammenhänge zwischen der Integrität der weißen Substanz und (anhaltenden) verbalen Beschimpfungen durch die Eltern im Kindesalter wurden in einer Diffusions-Tensor-Bildgebungsstudie (Diffusion tensor imaging, DTI) von Choi, Jeong, Rohan, Polcari, & Teicher (2009) untersucht. Die Autoren fanden in der Stichprobe junger, von den Eltern beschimpfter Erwachsener im Vergleich zu Kontrollen eine verminderte Integrität der neuronalen Verbindungen im linken superioren temporalen Gyrus und im linken Hippokampus, welche gleichzeitig mit erhöhter Depressivität und dissoziativen Symptomen einherging. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass nicht nur körperliche, sondern auch emotional misshandelnde Verhaltensweisen schädliche Einflüsse auf das sich entwickelnde Gehirn haben, welche wiederum den psychiatrischen Folgeerscheinungen von Kindesmissbrauch zu Grunde liegen könnten (Choi et al., 2009).

Für die Struktur des Hippokampus konnte in verschiedenen Studien eine besondere Sensitivität für frühen Stress gezeigt werden (Belsky & De Haan, 2011). Konsistent ist dabei der Befund, dass eine frühe Stressbelastung über die neurotoxischen Effekte von Glukokortikoiden, wie zum Beispiel Kortisol, mit einem reduzierten hippokampalen Volumen assoziiert ist. Diese Ergebnisse konnten für körperlichen, sexuellen und auch emotionalen Missbrauch gezeigt werden (Belsky & De Haan, 2011; Bremner et al., 1997; Rao et al., 2010). Whittle et al. (2011) haben Variationen im normalen Erziehungsverhalten in Interaktion mit hippokampalen Strukturen bei Jugendlichen untersucht. Probanden mit größeren Hippokampi, die gleichzeitig aggressives Verhalten durch die Mütter erlebten, entwickelten im Verlauf von zwei Jahren eher depressive Symptome als Probanden, bei denen nur einer der beiden Faktoren vorlag (Whittle et al., 2011). Die Autoren argumentieren, dass gerade

in der Phase der Adoleszenz der Hippokampus eine erhöhte Plastizität aufweist und sensitiver ist für (negative) affektive Signale der Umwelt (Whittle et al., 2011). In einer früheren Studie haben die Autoren die Struktur der Amygdala in Zusammenhang mit mütterlichem Verhalten und depressiver Symptomatik bei Jugendlichen untersucht (Yap et al., 2008). Es zeigte sich, dass ebenfalls die Interaktion zwischen Volumen und Erziehung der beste Prädiktor für depressive Symptome war. So berichteten Jungen mit größerem Amygdalavolumen weniger depressive Symptome, wobei dieser Zusammenhang bei niedriger mütterlicher Aggressivität noch stärker war. Für Mädchen mit verkleinerter Amygdala zeigte sich eine erhöhte Sensitivität für das elterliche Verhalten sowohl in positiver als auch negativer Richtung: aggressives mütterliches Verhalten ging mit stärkerer depressiver Symptomatik einher, während niedrige Level von Aggressivität protektive Effekte hatten. Für Mädchen mit größeren Amygdalae konnte der Zusammenhang zwischen depressiver Symptomatik und mütterlicher Aggressivität nicht gezeigt werden. Die Autoren vermuten, dass ein kleineres Amygdalavolumen einen neurobiologischer Marker für generelle Sensitivität in Bezug auf Umwelteinflüsse darstellen könnte (Yap et al., 2008).

1.5.2 FUNKTIONELLE AUFFÄLLIGKEITEN IN DER GESICHTSVERARBEITUNG IN ZUSAMMENHANG MIT ERZIEHUNGSERFAHRUNGEN

Eine Reihe von Studien berichtet Auffälligkeiten in der Gesichtsverarbeitung bei misshandelten Kindern mit Hilfe ereigniskorrelierter Potentiale (EKP) im Elektroenzephalogramm (EEG) (Pollak, 2008). Misshandelte Kinder zeigten eine stärkere P300 Komponente (ein ereigniskorreliertes Potential, welches die Reaktion des Probanden auf einen Stimulus abbildet) beim Betrachten wütender Gesichter als Kinder, welche nicht misshandelt worden waren. Im Hinblick auf fröhliche oder ängstliche Gesichter ergaben sich keine Unterschiede (Pollak, 2008). Die Ergebnisse behavioraler Studien unterstützen diese Ergebnisse. So konnten misshandelte Kinder wütende Gesichter schneller erkennen und bewerteten uneindeutige Gesichter eher als ärgerlich (Pollak et al., 2000). Zudem ließen sie sich in einer Aufmerksamkeitsaufgabe leichter als nichtmisshandelte Kinder ablenken, wenn wütende Gesichter als Distraktoren verwendet wurden. Insgesamt ergibt sich das Bild

von Hypervigilanz für bedrohliche Umweltreize bei misshandelten Kindern (Pollak et al., 2000; Pollak, 2008).

Zusammenhänge zwischen extremer Vernachlässigung und Auffälligkeiten in der Gesichtsverarbeitung wurden von Pollak et al. (2000) an einer Stichprobe von Kleinkindern (5 - 31 Monate) aus rumänischen Waisenhäusern untersucht. Die Waisenkinder konnten im Vergleich zu Kontrollen verschiedene emotionale Gesichtsausdrücke weniger gut differenzieren (Pollak et al., 2000). Bei der Messung ereigniskorrelierter Potentiale beim Betrachten emotionaler Gesichter ergab sich für die vernachlässigten Kinder eine Hypoaktivität des Gehirns über alle Emotionen hinweg im Vergleich zu Kontrollen (Parker & Nelson, 2005). Die Ergebnisse zeigen, dass sich früher Stress auf die Funktionalität des Gehirns auswirken kann, wobei verschiedene negative Erfahrungen (Misshandlung versus Vernachlässigung) jeweils spezifisch die emotionale Verarbeitung beeinflussen (Pollak et al., 2000; Pollak, 2008). Variationen in der Affektivität der Umwelt können die Verarbeitung von Gesichtern schon früh beeinflussen. So zeigt eine Studie von de Haan et al. (2004), dass Kinder im Alter von sieben Monaten, deren Mütter sich als positiv affektiv einschätzten, ängstliche Gesichter im Vergleich zu fröhlichen Gesichtern länger betrachteten und dabei höhere neuronale Aktivität im EKP zeigen als Kinder, deren Mütter sich als eher negativ affektiv beschrieben.

In den letzten Jahren wurden Zusammenhänge zwischen frühen aversiven Umwelterfahrungen und der Funktion des Gehirns auch mittels funktioneller Kernspintomographie (fMRT) untersucht. Dabei wurden überwiegend Paradigmen zur Verarbeitung emotionaler Gesichter verwendet. Verschiedene fMRT-Studien haben die Verarbeitung von negativen (wütenden oder ängstlichen) Gesichtern mit erhöhter Amygdala-Aktivität bei erwachsenen und jugendlichen ProbandInnen, welche Misshandlung im Kindesalter erlebt hatten, assoziiert (Dannowski, Kugel, et al., 2012; Dannowski, Stuhmann, et al., 2012; Edmiston & Blackford, 2013; Maheu et al., 2010; McCrory et al., 2013; van Harmelen et al., 2012). Dieser Effekt zeigte sich auch bei Erwachsenen, bei denen die Misshandlung schon mindestens zehn Jahre zurücklag (Dannowski, Stuhmann, et al., 2012) und ebenso bei der Darbietung der Gesichter unterhalb der bewussten Wahrnehmungsschwelle (Dannowski, Kugel, et al., 2012; McCrory et al., 2013). Für emotionale Misshandlung (elterliche Verhaltensweisen wie andauernde Beschimpfung, das Kind lächerlich machen oder nicht auf seine Bedürfnisse eingehen) zeigte sich das gleiche Muster von erhöhter

Amygdala-Aktivität bei negativen Gesichtern wie bei der körperlichen Misshandlung (Maheu et al., 2010; van Harmelen et al., 2012). Während beim überwiegenden Teil dieser Studien erwachsene Probanden die Misshandlung retrospektiv eingeschätzt haben, untersuchte eine Studie von Maheu et al. (2010) Jugendliche, welche emotional misshandelt oder vernachlässigt wurden. Diese zeigten im Vergleich zu Kontrollprobanden beim Betrachten negativer Gesichtsausdrücke sowohl erhöhte Aktivität der linken Amygdala als auch des linken Hippokampus. Ein schnelles Erkennen der negativen Emotion eines misshandelnden Elternteils kann dabei dem Kind helfen, eine negative Konfrontation zu vermeiden (Van Harmelen et al., 2012). Van Harmelen et al. (2012) berichten darüber hinaus eine stärkere Aktivierung der Amygdala bei Erwachsenen, welche emotionale Misshandlung in der Kindheit erlebt hatten. Dabei fanden sich keine Unterschiede in Hinblick auf die Valenz der dargestellten Emotion. Eine weitere Studie von Edmiston und Blackford (2013) hat die neuronale Verarbeitung von Gesichtern in einer Stichprobe von jungen Erwachsenen mit gehemmtem Temperament untersucht. ProbandInnen, welche zusätzlich in der Kindheit misshandelt worden waren (physisch, emotional oder sexuell) zeigten eine stärkere Aktivierung im bilateralen Gyrus fusiformis und linken Hippokampus beim Betrachten von unbekanntem im Vergleich zu vertrauten Gesichtern. Die Autoren interpretieren die Ergebnisse dahingehend, dass frühe Misshandlung besonders bei Individuen mit genetischem Risiko, wie zum Beispiel gehemmtem Temperament, mit Hypervigilanz für neuartige Stimuli einhergeht. Diese neuronalen Auffälligkeiten könnten einen Mechanismus darstellen, welcher das Risiko für Angsterkrankungen bei diesen Personen zusätzlich erhöht (Edmiston & Blackford, 2013).

Nur wenige Studien haben sich bisher mit Zusammenhängen von normativem elterlichem Verhalten und strukturellen Auffälligkeiten im kindlichen Gehirn (vgl. Whittle et al., 2009, 2011; Yap et al., 2008) beschäftigt. Studien, welche funktionelle Daten in Zusammenhang mit Variationen der normalen Erziehung bringen, liegen derzeit noch nicht vor. Obwohl anhand von extremen Erziehungsumwelten der Einfluss von sozialer Erfahrung auf Struktur und Funktionalität des kindlichen Gehirns besonders deutlich wird (Pollak, 2012), können auch Studien zu Effekten normativer Erziehung aufschlussreich sein. Anhand dieser kann überprüft werden, ob die Ergebnisse bezüglich extrem aversiver Umwelterfahrungen in abgeschwächter Form auch auf Variationen im normalen Erziehungsverhalten zutreffen und somit für

die meisten Eltern und Kinder generalisierbar sind (Belsky & De Haan, 2011). Zudem wurden auch elterliche Verhaltensweisen innerhalb des normalen Spektrums mit negativen Entwicklungsverläufen des Kindes assoziiert und können Risikofaktoren für psychische Probleme darstellen (Barber et al., 2012; Barber, 1996; Reitzle et al., 2001; Wolfradt et al., 2003). Strukturelle und funktionelle Auffälligkeiten des kindlichen Gehirns könnten dabei Mediatorvariablen für diese Zusammenhänge darstellen (Whittle et al., 2011; Yap et al., 2008) und die Ergebnisse neurowissenschaftlicher Forschung zur Konzeption präventiver Elterntrainings oder auch Familientherapien beitragen.

1.6 FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN

Es wird angenommen, dass auch für Variationen des normativen Erziehungsverhaltens Unterschiede in der Verarbeitung emotionaler Gesichter bestehen. Ausgehend von den vier Erziehungstypen Autoritativ, Permissiv, Fordernde Kontrolle (Autoritär) und Emotionale Distanz wird angenommen, dass sich Jugendliche je nach berichtetem Erziehungstyp in der Reaktivität auf emotionale Gesichter unterscheiden. Als Zielregionen werden a priori die bilaterale Amygdala, der bilaterale Hippokampus und der bilaterale fusiforme Gyrus definiert. Diese drei Regionen wurden in bisherigen Studien mit der Verarbeitung salienter emotionaler Reize und speziell emotionalen Gesichtern assoziiert.

Da bisher keine vergleichbare Studie existiert, ist die vorliegende Untersuchung explorativ angelegt. Es wird angenommen, dass Auffälligkeiten, wie eine erhöhte neuronale Reagibilität in den genannten Regionen auf negative soziale Reize, welche durch bisherige Studien bereits für extrem aversives elterliches Verhalten gezeigt werden konnten, in abgeschwächter Form auch bei unterschiedlicher Ausprägung normaler Erziehung zu finden sind. Emotionale und physische Misshandlung und Vernachlässigung gehen mit mangelnder Unterstützung der betroffenen Kinder durch die Eltern einher. Für die vorliegende Untersuchung wird daher angenommen, dass Jugendliche, die Erziehungsstile mit niedriger Unterstützung (Fordernde Kontrolle und Emotionale Distanz) berichten, eine höhere Reaktivität in den Zielregionen beim Betrachten negativ emotionaler Gesichter (wütende und ängstliche Gesichter) zeigen als Jugendliche, welche hohe Unterstützung durch die Eltern berichten (Autoritativ und Permissiv). Grund für diese Annahme ist auch, dass die Typen Fordernde Kontrolle und Emotionale Distanz unter anderem mit höherer Symptombelastung assoziiert worden sind und eine erhöhte Reaktivität auf negative Gesichter ein Merkmal psychischer Erkrankungen (z.B. bei Depressionen) bei Jugendlichen darstellt. Darüber hinaus soll die Annahme überprüft werden, dass der Erziehungsstil Fordernde Kontrolle mit stärkerer Aktivität bei wütenden Gesichtern einhergeht als der Stil Emotionale Distanz. Für Jugendliche vom Typ Fordernde Kontrolle könnte aufgrund der hohen psychologischen und offenen Kontrolle durch die Eltern ein frühes und genaues Erkennen der Emotion Ärger besonders wichtig sein.

Außerdem wird angenommen, dass sich die Jugendlichen je nach Erziehungstyp in der Verarbeitung fröhlicher Gesichter unterscheiden werden. Da bisher kaum Ergebnisse zur Verarbeitung positiver Gesichter in Zusammenhang mit Erziehung vorliegen, soll diese Annahme explorativ und ungerichtet überprüft werden.

HYPOTHESEN

1. H1: Jugendliche mit den Erziehungsstilen Fordernde Kontrolle und Emotionale Distanz zeigen bei der Verarbeitung ängstlicher und wütender Gesichter im Kontrast zu neutralen Gesichtern eine größere BOLD (blood-oxygen-level-dependent)-Signaländerung in den Zielregionen Amygdala, Hippokampus und fusiformer Gyrus als Jugendliche mit den Erziehungsstilen Autoritativ und Permissiv.
2. H1: Jugendliche mit dem Erziehungsstil Fordernde Kontrolle zeigen bei der Verarbeitung wütender Gesichter im Kontrast zu neutralen Gesichtern eine größere BOLD-Signaländerung in den drei Zielregionen als Jugendliche mit dem Typ Emotionale Distanz.
3. H1: Die vier Erziehungstypen unterscheiden sich bei der Verarbeitung fröhlicher Gesichter im Kontrast zu neutralen Gesichtern in der Stärke der BOLD-Signaländerung.

2. METHODE

2.1 STICHPROBE

Die TeilnehmerInnen wurden im Rahmen des interdisziplinären SELF-Projekts („Bedeutung sozio-emotionaler Faktoren im schulischen Lernprozess“) der Freien Universität Berlin in Kooperation mit der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie der Charité – Universitätsmedizin Berlin rekrutiert. In dieser Studie wurden insgesamt 1088 Jugendliche der 8. Schulstufe an Schulen in Berlin und Brandenburg mittels Fragebögen befragt. 588 dieser Jugendlichen hatten angegeben, Interesse an einer fMRT-Folgestudie zu haben und wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung durch Mitarbeiter der Charité - Universitätsmedizin Berlin kontaktiert. Ausschlusskriterien waren dabei neben den MRT-Kontraindikationen (z.B. Metall im Körper, Schwangerschaft, Platzangst, Tinnitus etc.) psychiatrische Diagnosen, neurologische Erkrankungen und schwere Kopfverletzungen aktuell sowie in der anamnestischen Vorgeschichte sowie die regelmäßige Einnahme von Medikamenten, die hirnelektrische Prozesse beeinflussen könnten. Für die vorliegende Studie wurden 60 Jugendliche in einem Magnetresonanztomographen (MRT) am Berlin Center for Advanced Neuroimaging (BCAN) am Charité Campus Mitte untersucht.

Im Verlauf der Datenvorverarbeitung wurden einige ProbandInnen aufgrund starker Bewegungen im MRT ($n = 2$) und anatomischer Auffälligkeiten ($n = 1$) ausgeschlossen, wodurch sich eine Stichprobe von $N = 57$ für die Datenanalyse ergab. Vor Beginn der Untersuchung wurden die ProbandInnen und ihre Erziehungsberechtigten über den Ablauf und Risiken der Studie informiert und die Einwilligung schriftlich eingeholt. Für die Teilnahme erhielten die ProbandInnen eine Aufwandsentschädigung von 100 Euro. Die Studie wurde zuvor von der Ethikkommission der Deutschen Gesellschaft für Psychologie e.V. bewilligt.

Die soziodemografischen Merkmale der Stichprobe sind in Tabelle 1 dargestellt. Etwa zwei Drittel der ProbandInnen besuchten zum Zeitpunkt der Datenerhebung ein Gymnasium (angestrebter Abschluss Hochschulreife). Ängstlichkeit direkt vor der

MRT-Untersuchung, verbale Intelligenz, Konzentration und Arbeitsgedächtnis waren durchschnittlich ausgeprägt. Der überwiegende Teil der Jugendlichen ($n = 42$) lebte mit beiden leiblichen Eltern zusammen, zehn lebten bei einem leiblichen Elternteil und einem Stiefelternteil und bei drei Jugendlichen waren beide Bezugspersonen nicht leiblich (Pflegeeltern, Adoptiveltern, weitere Verwandte). Zwei Probanden hatten kaum oder gar keinen Kontakt zu einem Elternteil.

Tabelle 1. Soziodemografische Merkmale der Stichprobe

Alter (Jahre)	14.3 +/- 0.5 (13 – 16)
Geschlecht (M/ F)	30/ 27
Händigkeit (R/ L)	54/ 3
Schultyp (Oberschule/ Gymnasium)	18/ 39
Verbale Intelligenz (T-Wert MWTB)	51 +/- 0.8 (32 – 62)
Konzentration (Test d2, KL-Standardwert)	109 +/- 1.3 (92 – 130)
Digit span gesamt	15 +/- 0.5 (8 – 25)
STAI- S	40 +/- 1 (24 – 67)

Note. $N = 57$; Mittelwert +/- Standardabweichung (Range). M = männlich, F = weiblich. R = rechts, L = links. MWTB = Mehrfachwahl-Wortschatztest. STAI-S = State-Trait-Anxiety-Inventory (State-Version).

2.2 DESIGN

2.2.1 ERFASSUNG DES ERZIEHUNGSVERHALTENS

Die Erziehung durch die Eltern wurde mittels des „Zürcher Kurzfragebogens zum Erziehungsverhalten“ (ZKE; Reitzle, Winkler Metzke, & Steinhausen, 2001) direkt vor der MRT-Untersuchung erfasst. Die ProbandInnen wurden dabei gebeten, das Verhalten ihrer Eltern (oder anderer Personen, die hauptsächlich für ihre Erziehung zuständig waren und von den ProbandInnen als Bezugspersonen erlebt wurden) einzuschätzen. Der ZKE umfasst insgesamt 32 Items, welche auf einer vierstufigen Ratingskala (von 0 „stimmt gar nicht“ bis 3 „stimmt völlig“) beantwortet werden. Die ProbandInnen nahmen die Einschätzung getrennt für Mutter und Vater bzw. andere Bezugspersonen vor. Das Erziehungsverhalten wird dabei anhand der drei Dimensionen „Wärme/ Unterstützung“ (15 Items), „Psychologischer Druck“ (10 Items) und „offene Kontrolle“ (7 Items) abgebildet. Beispielitems sind „Meine Mutter/ mein Vater ist für mich da, wenn ich sie/ ihn brauche (Dimension „Wärme/ Unterstützung“), „Meine Mutter/ mein Vater hält mich für undankbar, wenn ich ihr/ ihm nicht gehorche“ (Dimension „Psychologischer Druck“), „Meine Mutter/ mein Vater sagt mir immer genau, wann ich abends nach Hause kommen muss“ (Dimension „offene Kontrolle“). Neben der Darstellung des elterlichen Verhaltens auf diesen drei Dimensionen bietet der ZKE zudem die Möglichkeit, entsprechend eines typologischen Ansatzes Erziehungsmuster anhand der Ausprägungen auf den Dimensionen zu bilden.

WEITERE FRAGEBÖGEN

Neben dem ZKE wurden den ProbandInnen direkt vor der MRT-Untersuchung der Digit Span (Subtest des Hamburg-Wechsler-Intelligenz-Tests für Kinder HAWIK III; Tewes, Rossmann, & Schallenberger, 2001) und der D2 (Brickenkamp, 1978) vorgegeben, um Arbeitsgedächtnis und Konzentrationsleistung zu erfassen. Des Weiteren wurde die verbale Intelligenz mittels des Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztests (MWT-B; Lehrl, Merz, Burkhard & Fischer, 1999) erhoben. Ängstlichkeit vor der MRT-Untersuchung wurde mittels der State-Skala des

State-Trait-Anxiety-Inventory (STAI; deutschsprachige Version von Laux, Glanzmann, Schaffner, & Spielberger, 1981) erhoben. Außerdem wurden für die vorliegende Untersuchung Daten verwendet, welche im Rahmen der Fragebogenerhebung des SELF-Projekts gesammelt und von der Freien Universität Berlin zur Verfügung gestellt wurden. Dies betrifft die Perceived Stress Scale (PSS; Cohen, Karmak, & Mermelstein, 1983; deutschsprachige Übersetzung) zur Erfassung der subjektiven Stresswahrnehmung. Ein höheres subjektives Stressempfinden kann dabei einen Risikofaktor für psychische Erkrankungen darstellen (Cohen et al., 1983), weshalb die Variable als ein Indikator für die psychosoziale Anpassung der Jugendlichen aufgenommen wurde.

2.2.2 FMRT-PARADIGMA

Zur Erfassung der neuronalen Verarbeitung emotionaler Gesichter wurde eine modifizierte Version des Gesichter-Emotions-Paradigma von Hariri et al. (2000) verwendet (Abbildung 1), für das in vorherigen Studien eine robuste Aktivierung limbischer Strukturen gezeigt werden konnte (Ball et al., 2012; Hariri et al., 2000; Pujol et al., 2009; Stein, Simmons, Feinstein, & Paulus, 2007). Den ProbandInnen wurden drei Gesichter präsentiert, wobei ein Gesicht oben und zwei Gesichter darunter angeordnet waren. Sie sollten dabei vergleichen, welches der beiden unteren Bilder dem oberen entspricht und zur Auswahl eine von zwei möglichen Tasten drücken. Da keine Emotionen benannt werden müssen, wurde die implizite Emotionsverarbeitung erfasst (Hariri et al., 2000). Bei den in der Aufgabe verwendeten Bildern handelt es sich um Gesichter, welche aus der Datenbank FACES (Ebner, Riediger, & Lindenberger, 2010) stammen. Die Datenbank umfasst weibliche und männliche Gesichter verschiedener Altersstufen in jeweils sechs Emotionen und wurde in erster Linie für entwicklungspsychologische Fragestellungen entwickelt. Junge Erwachsene bewerteten dafür die Gesichter nach den gezeigten Emotionen; Gesichter welche am häufigsten korrekt eingeschätzt worden waren, wurden in die Datenbank aufgenommen. In der vorliegenden Untersuchung wurden die Gesichter, welche die Emotionen Angst, Ärger und Freude zeigen, verwendet. Alle Bilder waren in Farbe. Als Kontrollbedingungen wurden zum einen neutrale Gesichter und zum anderen drei ovale Formen gezeigt. Die Formen wurden in derselben Anordnung wie die Gesichter präsentiert, wobei die ProbandInnen ebenfalls die beiden unteren mit

der oberen Form vergleichen und zuordnen sollten. Die Bedingungen Angst, Freude, Ärger, Neutral und Formen wurden in jeweils vier Blöcken präsentiert, wobei jeder Block wiederum vier Vergleiche umfasste. Jeder Vergleich wurde fünf Sekunden lang präsentiert. Die Blöcke wurden dabei in randomisierter Abfolge gezeigt und auf jeden Block folgte für fünf Sekunden ein schwarzer Bildschirm. Die Gesamtdauer des Paradigmas betrug 12 Minuten. Weibliche und männliche Gesichter waren innerhalb der Blöcke ausbalanciert. Die Bilder wurden im MRT auf einen Bildschirm am Ende der Scanner-Liege projiziert und waren für die ProbandInnen über einen Spiegel sichtbar.

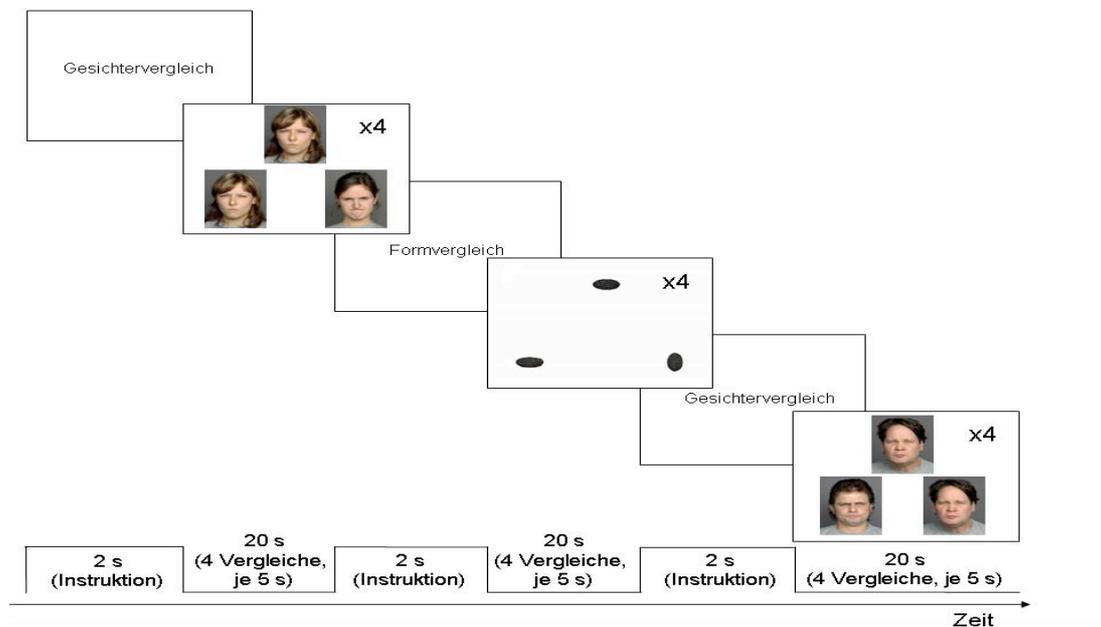


Abbildung 1. Bilderabfolge und zeitlicher Verlauf des verwendeten Gesichter-Emotions-Paradigmas modifiziert nach Hariri et al. (2000)

Neben den funktionellen Daten wurden auch Reaktionszeit und Fehlerhäufigkeit bei der Zuordnung erhoben. Die ProbandInnen wurden vor Beginn der MRT-Untersuchung in Bezug auf das Paradigma instruiert. Im Rahmen einer Nachbefragung direkt nach der MRT-Untersuchung wurden den ProbandInnen die Gesichter noch einmal am PC präsentiert und sie wurden gebeten, mittels der

Antwortmöglichkeiten „Angst“, „Freude“, „Ärger“ und „Neutral“ die gezeigte Emotion zu benennen oder „weiß nicht“ anzugeben. Erfasst wurden hierbei die Genauigkeit der Emotionserkennung und die Reaktionszeit.

2.3 MRT- DATENERHEBUNG

Die ProbandInnen wurden an einem 3 Tesla Siemens Magnetom Tim Trio MRT (Siemens, Erlangen, Germany) am Berlin Center for Advanced Neuroimaging (Charité Campus Mitte) untersucht. Dabei wurden für jeden Probanden/ jede Probandin T2*-gewichtete echoplanare Bilder (Echo planar imaging; EPI) aufgenommen, welche sensibel sind für den so genannten BOLD (blood oxygen level dependent) Kontrast. Dieser bietet ein indirektes Maß für die lokale neuronale Aktivität. Die EPI Bilder ermöglichen eine verhältnismäßig hohe räumliche Auflösung und genaue Lokalisation des BOLD-Signals. Es wurde das Gesamthirn erfasst und sagittal in absteigender Reihenfolge 33 Schichten gemessen, wobei die Voxelgröße 3x3x3 mm betrug. Die Repetitionszeit (TR) dauerte 2000 Millisekunden (ms) und die Echozeit (TE) 30 ms. Die Größe des flip angle war $\alpha = 78^\circ$. Die aufgenommenen Schichten verliefen parallel zum orbitofrontalen Kortex. Des Weiteren wurde für jeden Probanden/ jede Probandin eine T1*-gewichtete strukturelle Aufnahme gemacht (MPRAGE Magnetization Prepared Rapid Gradient Echo; Voxelgröße: 1x1x1 mm³, sagittal, 176 Schichten, TR = 1900 ms, TE = 2.52 ms, $\alpha = 9^\circ$). Neben dem beschriebenen Paradigma wurden eine Reihe weiterer Paradigmen erhoben, die jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Diplomarbeit sind.

2.4 DATENANALYSE

FRAGEBOGEN- UND VERHALTENS DATEN

Die Fragebogen- und Verhaltensdaten (Reaktionszeit und Fehlerhäufigkeit während der Vorgabe des Paradigmas im MRT und die Genauigkeit und Reaktionszeit bei der Emotionserkennung in der Nachbefragung) wurden mittels IBM SPSS Statistics 19 ausgewertet.

Die Skalen der ZKE wurden zunächst deskriptiv ausgewertet und die entsprechenden Reliabilitäten ermittelt. Nach einer ersten Reliabilitätsanalyse wurden das Item 6 („Meine Mutter/ mein Vater ist enttäuscht und traurig, wenn ich mich schlecht benommen habe“) in der Einschätzung für Mutter und Vater und das Item 13 („Meine Mutter/ mein Vater redet mit mir über die Politik und die Nachrichten“) für die Einschätzung der Mutter ausgeschlossen, um die interne Konsistenz der Skalen zu verbessern. Nach Ausschluss der Items war die interne Konsistenz der Skalen akzeptabel bis gut (Bortz & Döring, 2006): Unterstützung Mutter: Cronbach's $\alpha = .80$; Psychologischer Druck Mutter: $\alpha = .78$; Offene Kontrolle Mutter: $\alpha = .74$; Unterstützung Vater: $\alpha = .86$; Psychologischer Druck Vater: $\alpha = .72$; Offene Kontrolle Vater: $\alpha = .75$.

Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen in der Einschätzung ihrer Eltern sowie jeweils zwischen der Mutter- und Vaterskala, wurden mittels einer zweifaktoriellen ANOVA mit Messwiederholung überprüft. Des Weiteren wurden Zusammenhänge zwischen den drei Erziehungsskalen und den Variablen Ängstlichkeit vor der MRT- Untersuchung (STAI-S) und Erlebter Stress (Perceived Stress Scale) mittels Pearson-Korrelation untersucht. Das Signifikanzniveau für alle Berechnungen in SPSS lag bei $p < 0.05$ (zweiseitig).

Um Erziehungstypen zu bilden wurde theoriebasiert (Reitzle et al., 2001) eine iterative K-means Clusteranalyse durchgeführt (Norusis, 1984). Es wurden zunächst für jede Dimension jeweils Mutter- und Vaterskala durch Bildung eines Mittelwerts zusammengefasst. Diese drei neuen Variablen wurden darauffolgend z-standardisiert und dann mittels Clusteranalyse in SPSS analysiert. Aufgrund bisheriger Studien (Reitzle et al., 2001; Wolfradt et al., 2003) wurde die Anzahl der Cluster a priori mit vier festgelegt. Aufgrund der Mittelwertunterschiede auf den drei Dimensionen wurden die vier erhaltenen Cluster den in der Literatur bekannten Erziehungstypen zugeordnet. Die Cluster wurden anschließend mittels multivariater Varianzanalyse auf Unterschiede in Konzentration, verbaler Intelligenz, Ängstlichkeit vor der MRT- Untersuchung und erlebtem Stress untersucht. Zusätzlich wurden die Cluster in Hinblick auf Unterschiede in den behavioralen Daten der MRT-Untersuchung (Reaktionszeit und Fehlerhäufigkeit) als auch der Nachbefragung (Genauigkeit der Emotionserkennung und Reaktionszeit) analysiert.

FUNKTIONELLE DATEN – VORVERARBEITUNG

Die funktionellen Daten wurden mittels der Software Statistical Parametric Mapping (SPM) 8 (www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm) vorverarbeitet und ausgewertet. Dieses Programm basiert auf MATLAB® Version R2011b (www.mathworks.de). Die Vorverarbeitung umfasste zunächst die Bewegungskorrektur, wobei die Bilder an einem Referenzbild anhand der Methode der kleinsten Quadrate sowie der sogenannten „rigid body“ Transformation ausgerichtet werden. Mit dieser Methode können starke Bewegungen jedoch nicht korrigiert werden, weshalb ProbandInnen, die sich übermäßig bewegt hatten (Bewegungsparameter > 3mm bzw. 3 Grad für Rotation und Translation) von der Analyse ausgeschlossen wurden. Anschließend wurden die echoplanaren Bilder auf die strukturelle T1-gewichtete Aufnahme zur genaueren anatomischen Lokalisation koregistriert. Weiterhin wurde eine Normalisierung auf das SPM T1-Template (entsprechend den Koordinaten des Montreal Neurological Institute; MNI) durchgeführt und die Daten mit einer 7 mm Gauß-Funktion geglättet.

FUNKTIONELLE DATEN – EINZEL- UND GRUPPENSTATISTISCHE AUSWERTUNG

Die funktionellen Daten wurden im Rahmen des Allgemeinen Linearen Modells analysiert. Dazu wurden als Regressoren die Bedingungen 1) Angst 2) Freude 3) Ärger 4) Neutral und 5) Formen definiert. Die Regressoren wurden mit einer kanonischen hämodynamischen Antwortfunktion modelliert, um die hämodynamische Verzögerung des BOLD-Signals zu berücksichtigen. Außerdem wurde ein Hoch-Pass-Filter verwendet, um Signalabweichungen von mehr als 128 s zu beseitigen.

Für jeden Probanden/ jede Probandin wurden voxelweise lineare Kontraste für die Gesichter (Angst, Freude, Ärger, Neutral) > Formen als auch Kontraste für emotionale Gesichter (Angst, Freude, Ärger) > Neutral angelegt. Um spezifische Aussagen zur Verarbeitung von Emotionen zu treffen und diese von der Verarbeitung von Gesichtern differenzieren zu können, wurden für die Gruppenstatistik im Rahmen dieser Diplomarbeit nur die Kontraste Angst > Neutral, Freude > Neutral und Ärger > Neutral verwendet.

Auf Gruppenebene wurden Unterschiede zwischen den Erziehungstypen untersucht. Die ProbandInnen wurden den Erziehungstypen auf Basis der zuvor durchgeführten Clusteranalyse (siehe SPSS-Auswertung) zugeordnet. Anschließend wurde eine ANOVA mit den Faktoren Erziehungstyp (4 Stufen: Fordernde Kontrolle, Emotionale Distanz, Permissiv, Autoritativ) und Emotion (3 Stufen: Angst > Neutral, Freude > Neutral, Ärger > Neutral) angelegt. Für den Intersubjektfaktor Erziehungstyp wurden inhomogene Varianzen aufgrund der unterschiedlichen Stichprobengrößen angenommen. Für den Intrasubjektfaktor Emotion wurden homogene Varianzen angenommen.

Zunächst wurden die Haupteffekte für die Faktoren Erziehungstyp und Emotion als auch der Interaktionseffekt untersucht. Mittels post-hoc *t*-Tests wurden anschließend spezifische Aktivierungen für die einzelnen Emotionen (> Neutral) überprüft. Dadurch sollte vor Untersuchung der Erziehungstypen getestet werden, ob das Paradigma auch in der vorliegenden Stichprobe die Strukturen aktiviert, welche in vorherigen Studien bereits berichtet wurden. Anschließend wurde der Interaktionseffekt mittels post-hoc *t*-Tests genauer untersucht, wobei die Erziehungstypen hypothesengeleitet jeweils für die drei Emotionen (> Neutral) miteinander verglichen wurden. Basierend auf den Ergebnissen vorheriger Studien (Reitzle et al., 2001; Wolfradt et al., 2003), wurden dabei unter anderem die Erziehungstypen mit hoher Unterstützung (Autoritativ, Permissiv), welche mit positiven Entwicklungsfolgen assoziiert wurden, und die wenig unterstützenden und eher mit negativen Folgen assoziierten Erziehungstypen (Fordernde Kontrolle, Emotionale Distanz) zusammengefasst. Berichtet werden Ergebnisse für mindestens 10 zusammenhängende Voxel mit einem Signifikanzniveau von $p < 0.001$ unkorrigiert für das Gesamthirn.

A priori wurden Zielregionen (regions of interest; ROI) definiert, um die α -Fehlerkorrektur an kleine Volumina anpassen zu können. In einem kleineren Volumen ist die Anzahl der untersuchten Voxel und somit der durchgeführten *t*-Tests geringer (small volume correction, SVC). Die Zielregionen wurden mit Hilfe des Tools TWURoi erzeugt, welches bereits in vorherigen Studien verwendet wurde (Beck et al., 2012; Schubert et al., 2008). Dazu wurden zunächst anatomische Masken für die Regionen Amygdala, Hippokampus und fusiformer Gyrus jeweils bilateral mittels WFU PickAtlas toolbox (<http://fmri.wfubmc.edu/software/PickAtlas>) erzeugt.

Anschließend wurden Koordinaten für die drei Regionen aus bestehenden fMRT-Studien mit vergleichbarem Design entnommen (eine Übersicht über die Studien befindet sich im Anhang A). Es wurde mittels 3D Normalverteilung geschätzt, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Voxel innerhalb der anatomischen Maske und der literaturbasierten Koordinaten Aktivierungen zeigt (Abbildung 2).

$$G(x, y, z) = \frac{1}{2\pi\sqrt{|Det(C)|}} \exp\left(-\frac{1}{2}\begin{bmatrix} x - \bar{x} & y - \bar{y} & z - \bar{z} \end{bmatrix} C^{-1} \begin{bmatrix} x - \bar{x} \\ y - \bar{y} \\ z - \bar{z} \end{bmatrix}\right)$$

Abbildung 2. Funktion der 3D Normalverteilung $G(x, y, z)$. C entspricht der Kovarianzenmatrix für die Koordinatentriplets x , y und z der zugrundeliegenden Studie; \bar{x} , \bar{y} und \bar{z} entsprechen jeweils den Mittelwerten der Koordinaten für x , y und z .

Die Begrenzung der endgültigen ROIs wurde definiert durch die Grenzen der anatomischen Masken und dem Schwellenwert von zwei Standardabweichungen der resultierenden 3D Verteilung. Schließlich wurden binäre Masken erzeugt, die alle Voxel innerhalb dieser Grenzen umfassen (die Abbildungen der Masken befinden sich im Anhang B).

Die Aktivierungen in den Zielregionen wurden mittels der sogenannten family-wise-error (FWE) Korrektur korrigiert und für ein Signifikanzniveau von $p < 0.05$ berichtet. Die FWE-Korrektur ist dabei eine Methode der statistischen Kontrolle des α – Fehlers beim multiplen Testen, wobei im Gegensatz zur konservativen Bonferroni-Korrektur die räumliche Korrelation der Voxel untereinander berücksichtigt wird (Wohlschläger, Kellermann, & Habel, 2007).

Außerdem wurden für alle ProbandInnen (unabhängig vom Erziehungstyp) Zusammenhänge der Aktivierungen in den Kontrasten Angst > Neutral, Freude > Neutral und Ärger > Neutral mit den Skalen des ZKE untersucht. Dazu wurden die drei Skalen Unterstützung, Psychologischer Druck und Offene Kontrolle jeweils separat als Kovariate in Regressionen für die einzelnen Kontraste berücksichtigt. Es

42 METHODE

wurden dabei für jede Skala die zu einem Mittelwert zusammengefassten Werte für Mutter und Vater verwendet. Die positiv und negativ korrelierenden Aktivierungen in den Zielregionen (small volume correction) werden für $p < 0.05$ (FWE-korrigiert) berichtet.

3. ERGEBNISSE

3.1 ERZIEHUNGSVERHALTEN

Die deskriptiven Kennwerte zu den drei Skalen des ZKE sind in Tabelle 2 dargestellt. Die Einschätzungen für Mutter und Vater unterschieden sich signifikant auf den Skalen Unterstützung, $F(1, 54) = 6.786, p = .012$ und Offene Kontrolle, $F(1, 54) = 12.639, p = .001$. Gleichzeitig zeigten sich hohe Zusammenhänge für die Einschätzungen von Mutter und Vater auf den drei Skalen (Psychologischer Druck $r = .771, p < .01$; Unterstützung $r = .569, p < .01$; Offene Kontrolle $r = .511, p < .01$; Tabelle 3). In der folgenden Clusteranalyse zur Bildung der Erziehungstypen wurden daher die Einschätzungen des Verhaltens für beide Elternteile in einem Mittelwert zusammengefasst.

Weibliche und männliche Jugendliche unterschieden sich in der Einschätzung der Mütter und Väter auf keiner der drei Skalen signifikant. Das Geschlecht der ProbandInnen wird daher nicht in der weiteren Auswertung berücksichtigt.

Tabelle 2. Deskriptive Statistik für Skalen des ZKE

Skala	Mutter		Vater	
	Mädchen	Jungen	Mädchen	Jungen
Unterstützung	2.08 (.39)	2.1 (.41)	1.88 (.53)	1.98 (.53)
Psychologischer Druck	1.07 (.45)	1.06 (.50)	1.04 (.42)	1.03 (.40)
Offene Kontrolle	2.18 (.50)	2.06 (.55)	1.8 (.60)	1.93 (.54)

Note. $N = 57$; Antwortskala 0 -3; ,Mittelwert (Standardabweichung)

Zusammenhänge der Skalen des ZKE mit subjektivem Stresserleben der Jugendlichen und Ängstlichkeit vor der MRT-Untersuchung sind in Tabelle 3 dargestellt. Mütterlicher Psychologischer Druck korrelierte positiv mit Erlebtem Stress ($r = .313, p < .05$). Mütterliche Unterstützung hingegen hing negativ mit Erlebtem Stress zusammen ($r = -.305, p < .05$).

Tabelle 3.

Interkorrelationen der ZKE Skalen und der Variablen State-Angst und Erlebter Stress

		U		PsychD		OK		STAI-S	PSS
		M	V	M	V	M	V		
U	M	.569**		-.328*	-.211	.082	-.042	-.241	-.305*
	V			.010	-.175	.166	.234	-.183	-.018
PsychD	M			.771**		.361**	.329*	-.028	.313*
	V					.313*	.328*	-.075	.148
OK	M					.511**		-.133	-.006
	V							.011	-.051
STAI-S									.053

Note. U = Unterstützung; PsyD = Psychologischer Druck; OK = Offene Kontrolle. M = Mutter; V = Vater. STAI-S = State-Angst (State-Trait-Anxiety –Inventory State-Version); PSS = Erlebter Stress (Perceived Stress Scale).

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$ (jeweils zweiseitig).

Die Ergebnisse der Clusteranalyse zur Bildung der Erziehungstypen sind in Tabelle 4 dargestellt. Cluster 1 (leicht überdurchschnittliche Unterstützung; unterdurchschnittlicher psychologischer Druck, unterdurchschnittliche Kontrolle) wurde dem Erziehungstyp Permissiv zugeordnet ($n = 9$). Cluster 2 (unterdurchschnittliche Unterstützung, überdurchschnittlicher psychologischer Druck, überdurchschnittliche Kontrolle) entsprach dem Typ Fordernde Kontrolle ($n = 13$). Cluster 3 mit überdurchschnittlicher Unterstützung, durchschnittlichem psychologischem Druck und überdurchschnittlicher Kontrolle wurde dem Autoritativen Erziehungstyp zugeordnet ($n = 20$). Cluster 4 (unterdurchschnittliche Unterstützung, unterdurchschnittlicher psychologischer Druck, unterdurchschnittliche Kontrolle) entsprach dem Typ Emotionale Distanz ($n = 15$).

Tabelle 4. Ergebnisse der Clusteranalyse

Skala ZKE	Cluster 1 (Permissiv)	Cluster 2 (Fordernde Kontrolle)	Cluster 3 (Autoritativ)	Cluster 4 (Emotionale Distanz)
Unterstützung	0.220	-0.976	0.866	-0.498
Psychologischer Druck	-1.282	1.077	0.118	-0.330
Offene Kontrolle	-1.438	0.624	0.595	-0.512
<i>n</i>	9	13	20	15

Note. Skala ZKE: jeweils die z-standardisierten Mittelwerte für Mutter- und Vaterskala zusammengefasst

Die Variable Geschlecht war innerhalb der Erziehungstypen gleichverteilt (Tabelle 5). Die vier Typen unterschieden sich signifikant auf der Skala Erlebter Stress, $F(3, 53) = 3.932, p = .013$. Post-hoc *t*-Tests ergaben signifikant höhere Werte

für Erlebten Stress für den Erziehungstyp Fordernde Kontrolle im Vergleich zum Typ Permissiv, $t(20) = -2.6$, $p = .017$ (zweiseitig), und zum Autoritativen Typ, $t(31) = 2.68$, $p = .012$. Die vier Typen unterschieden sich nicht signifikant in Hinblick auf Konzentrationsleistung, verbale Intelligenz und Ängstlichkeit vor der MRT-Untersuchung (Tabelle 5).

Tabelle 5. Deskriptive Statistik und Signifikanztests für die Erziehungstypen

Cluster	M/ F	D2 (SW)	KL (T-Wert)	MWTB (T-Wert)	STAI-S (Summenscore)	PSS
Permissiv	4/ 5	112 (10.06)	51 (6.7)	40 (8.8)	2.42 (.60)	
Fordernde Kontrolle	4/ 9	111 (10.64)	52 (6.4)	39 (4.18)	3.02 (.48)	
Autoritativ	10/ 10	109 (9.05)	50 (6.73)	39 (9.27)	2.5 (.58)	
Emotionale Distanz	11/ 4	107 (9.43)	52 (6.3)	42 (8.07)	2.93 (.55)	
X^2	5.36					
F		.572	.111	.328	3.932	
df	3	3	3	3	3	
p	.147	.636	.953	.805	.013	

Note. Mittelwert (Standardabweichung); M/ F = männlich/ weiblich, D2 KL = Konzentrationsleistung im Test d2; MWTB = Mehrfachwahl-Wortschatztest; STAI-S = State-Angst (State-Trait-Anxiety – Inventory State-Version); PSS = Erlebter Stress (Perceived Stress Scale), Antwortskala 1-5.

3.2 FUNKTIONELLE DATEN ZUR VERARBEITUNG EMOTIONALER GESICHTER

HAUPTEFFEKTE FÜR DIE FAKTOREN EMOTION UND ERZIEHUNGSTYP

Für den Haupteffekt von Emotion (Tabelle 6) zeigte sich ein Trend im linken fusiformen Gyrus (small volume correction, $p = .070$ FWE korrigiert). In Amygdala und Hippokampus zeigten sich keine Effekte. Weitere unkorrigierte Ergebnisse außerhalb der Zielregionen sind in Tabelle 6 dargestellt. Für den Haupteffekt von Erziehungstyp wurden keine signifikanten Aktivierungen gefunden.

Tabelle 6. Signifikante Cluster für den Haupteffekt Emotion

Region	H	Voxel	<i>F</i> (Maximum)	<i>p</i> (unkorrigiert)	MNI Koordinaten		
					x	Y	z
Gyrus lingualis	L	135	14.21	< 0.001	-24	-88	-14
Inferiorer okzipitaler Gyrus	R	111	14.13	< 0.001	36	-85	-11
Gyrus calcarinus	L	36	11.16	< 0.001	3	-94	-2
Superiorer okzipitaler Gyrus	R	24	9.87	< 0.001	18	-88	22
Cuneus	R	24	8.18	< 0.001	15	-91	16

Fortsetzung Tabelle 6.

Region	H	Voxel	<i>F</i>	<i>p</i>	MNI Koordinaten		
			(Maximum)	(unkorrigiert)	x	y	z
Anteriorer cingulärer Kortex	L	23	9.92	< 0.001	-3	20	31
Cuneus	L	15	9.94	< 0.001	-9	-85	34
Gyrus lingualis	R	14	9.28	< 0.001	18	-49	-8
Superiorer okzipitaler Gyrus	L	13	10.19	< 0.001	-15	-94	19
Superiorer temporaler Gyrus	R	12	9.83	< 0.001	48	-34	7
<i>Zielregion/ small volume correction</i>							
Fusiformer Gyrus	L	90	7.76	.070*	-36	-67	-11

Note. H = Hemisphäre. L = links; R = rechts. Voxel = Anzahl der Voxel innerhalb des aktivierten Clusters. MNI = Montreal Neurological Institute. Koordinaten x, y und z des jeweils am stärksten aktivierten Voxels.

*family-wise error korrigiert (FWE).

INTERAKTIONSEFFEKT EMOTION X ERZIEHUNGSTYP

Die Interaktion von Emotion und Erziehungstyp (Tabelle 7) ergab eine Aktivierung in der linken Amygdala (small volume correction, $p < .05$ FWE korrigiert). In Hippokampus und fusiformer Gyrus zeigten sich keine Effekte. Weitere unkorrigierte Ergebnisse außerhalb der Zielregionen sind in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7. Signifikante Cluster für den Interaktionseffekt Gruppe x Emotion

Region	H	Voxel	<i>F</i> (Maximum)	<i>p</i> (unkorrigiert)	MNI Koordinaten		
					x	y	z
Precuneus	L	69	7.89	< 0.001	-6	-50	48
Mittlerer okzipitaler Gyrus	L	25	4.91	< 0.001	-36	-71	33
<i>Zielregion/ small volume correction</i>							
Amygdala	L	3	3.35	< 0.05*	-21	-7	-14

Note. H = Hemisphäre. L = links; R = rechts. Voxel = Anzahl der Voxel innerhalb des aktivierten Clusters. MNI = Montreal Neurological Institute. Koordinaten x, y und z des jeweils am stärksten aktivierten Voxels.

*family-wise error korrigiert.

POST-HOC T-TESTS FÜR DEN HAUPTEFFEKT VON EMOTION

Der post-hoc *t*-Test für den Kontrast Angst > Neutral (Tabelle 8) ergab für den linken fusiformen Gyrus eine Aktivierung sowohl in der für kleine Volumina

korrigierten Zielregion ($p < .001$ FWE korrigiert), als auch bei der Analyse des Gesamthirns ($p < .001$ unkorrigiert). In den Zielregionen linke Amygdala (small volume correction, $p < .05$ FWE korrigiert) und rechter fusiformer Gyrus (small volume correction, $p < .001$ FWE korrigiert) zeigten sich ebenfalls erhöhte Aktivierungen.

Im Kontrast Freude > Neutral (Tabelle 8) zeigten sich Aktivierungen im bilateralen fusiformen Gyrus, sowohl bei Betrachtung der für kleine Volumina korrigierten Zielregion ($p < .05$ FWE korrigiert), als auch bei der Analyse des Gesamthirns ($p < .001$ unkorrigiert).

Im Kontrast Ärger > Neutral (Tabelle 8) ergaben sich Aktivierungen im rechten fusiformen Gyrus (Analyse des Gesamthirns, $p < .001$ unkorrigiert) und im linken fusiformen Gyrus (small volume correction, $p < .05$ FWE korrigiert). Außerdem zeigte sich ein Trend für die linke Amygdala (small volume correction, $p = .065$ FWE korrigiert). Weitere unkorrigierte Ergebnisse außerhalb der Zielregionen sind für die drei Kontraste in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8. *t*-Tests für die einzelnen Emotionen

Kontrast	Region	H	Vox	<i>t</i> Max.	<i>p</i> unkorrr.	MNI Koordinaten		
						x	y	z
Angst > Neutral	Inferiorer okzipitaler Gyrus	L	653	7.51	< 0.001	-30	-91	-8
	Fusiformer Gyrus	L	653	4.97	< 0.001	-39	-49	-14
	Inferiorer okzipitaler Gyrus	R	576	7.69	< 0.001	39	-85	-8
	Mittlerer temporaler Gyrus	R	76	4.34	< 0.001	57	-43	7

Fortsetzung Tabelle 8.

Kontrast	Region	H	Vox	<i>t</i> Max.	<i>p</i> uncorr.	MNI Koordinaten		
						x	y	z
Angst > Neutral	<i>Zielregion/ volume correction</i>							
	Amygdala	L	5	2.65	< 0.05*	-21	-7	-14
	Fusiformer Gyrus	L	210	5.66	< 0.001*	-36	-82	-14
	Fusiformer Gyrus	R	98	5.38	< 0.001*	39	-55	-14
Freude > Neutral	Mittlerer okzipitaler Gyrus	L	395	6.22	< 0.001	-27	-97	1
	Lingual gyrus	L	395	3.63	< 0.001	-18	-85	-14
	Mittlerer okzipitaler Gyrus	R	232	4.68	< 0.001	36	-88	1
	Gyrus calcarinus	R	232	4.45	< 0.001	27	-97	1
	Fusiformer Gyrus	L	27	3.77	< 0.001	-33	-55	-17
	Fusiformer Gyrus	R	63	4.17	< 0.001	36	-46	-17
	<i>Zielregion/ volume correction</i>							
	Fusiformer Gyrus	L	246	3.80	<0.05*	-33	-79	-17

Fortsetzung Tabelle 8.

Kontrast	Region	H	Vox	<i>t</i>	<i>p</i>	MNI		
				Max.	unkorr.	Koordinaten		
						x	y	z
Freude > Neutral	Fusiformer Gyrus	R	91	4.17	< 0.05*	36	-46	-17
Ärger > Neutral	Superiorer temporaler Gyrus	R	76	4.07	< 0.001	48	-49	7
	Fusiformer Gyrus	R	49	4.77	< 0.001	42	-43	-14
	Inferiorer temporaler Gyrus	R	49	4.69	< 0.001	42	-49	-14
	Mittlerer temporaler Gyrus	L	17	3.92	< 0.001	-51	-67	7
	Mittlerer okzipitaler Gyrus	L	14	3.73	< 0.001	-30	-91	-2
	<i>Zielregionen/ small volume correction</i>							
	Fusiformer Gyrus	L	71	3.87	< 0.05*	-39	-49	-11
	Amygdala	L	3	2.34	0.065*	-24	-7	-11

Note. H = Hemisphäre. L = links; R = rechts. Vox = Anzahl der Voxel innerhalb des aktivierten Clusters. MNI = Montreal Neurological Institute. Koordinaten x, y und z des jeweils am stärksten aktivierten Voxels.

* family-wise error korrigiert

POST-HOC T-TESTS FÜR DEN INTERAKTIONSEFFEKT EMOTION X ERZIEHUNGSTYP

Negative Emotionen

Zunächst wurden die vier Erziehungstypen in Hinblick auf die negativen Emotionen (Angst > Neutral und Ärger > Neutral) miteinander verglichen.

Der Vergleich der Erziehungstypen Autoritativ > Permissiv (Tabelle 9) ergab für die Kontraste Angst > Neutral (Abbildung 3) und Ärger > Neutral jeweils signifikante Aktivierungen im linken Hippokampus (small volume correction, $p < .05$ FWE korrigiert). Für den Erziehungstyp Fordernde Kontrolle im Vergleich zum Erziehungstyp Permissiv zeigte sich außerdem ein Trend im linken Hippokampus (small volume correction, $p = .067$ FWE korrigiert, MNI Koordinaten -27, -10, -23) im Kontrast Angst > Neutral.

Tabelle 9. *t*-Tests für Autoritativ > Permissiv in den Kontrasten Angst > Neutral und Ärger > Neutral

Region	H	Voxel	<i>t</i>	<i>p</i>	MNI Koordinaten		
			Max.	unkorr.	x	y	z
Angst > Neutral Gyrus calcarinus	L	15	3.73	< 0.001	-12	-73	16
<i>Zielregionen/ small volume correction</i>							
Hippokampus	L	18	3.34	< 0.05*	-27	-10	-23

Fortsetzung Tabelle 9.

Kontrast	Region	H	Vox	<i>t</i>	<i>p</i>	MNI Koordinaten			
				Max.	unkorr.	x	y	z	
Ärger > Neutral	Zielregionen/ <i>small volume correction</i>								
	Hippokampus	L	17	3.23	< 0.05*	-27	-7	-23	

Note. H = Hemisphäre. L = links; R = rechts. Vox = Anzahl der Voxel innerhalb des aktivierten Clusters. MNI = Montreal Neurological Institute. Koordinaten x, y und z des jeweils am stärksten aktivierten Voxels.

* family-wise error korrigiert.

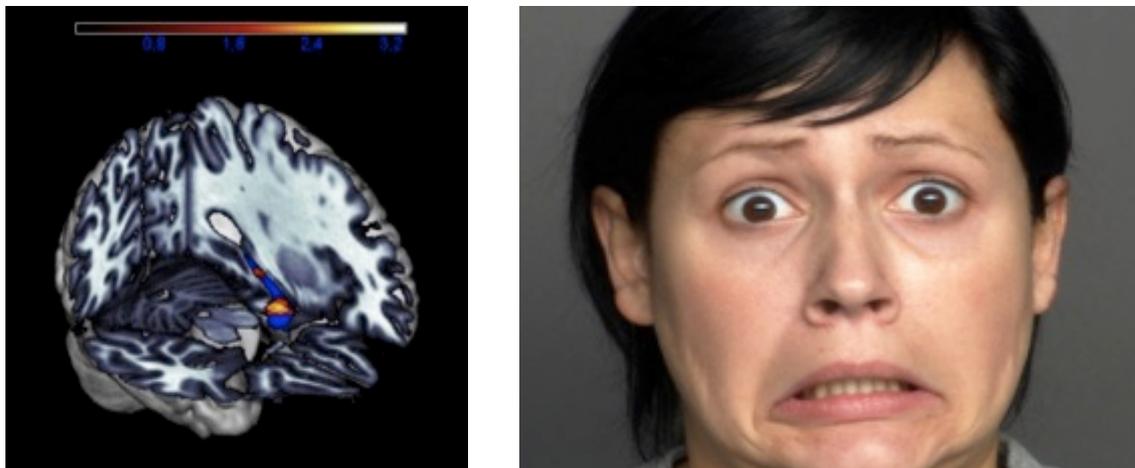


Abbildung 3. Links: Signifikante Aktivierungen in der Zielregion linker Hippokampus im Kontrast Angst > neutral für den Vergleich der Erziehungstypen Autoritativ > Permissiv. Die Maske für die Zielregion linker Hippokampus ist blau unterlegt. Rechts: Ängstliches Gesicht aus der Datenbank FACES, welches im fMRT-Paradigma verwendet wurde.

Die Vergleiche der Typen Fordernde Kontrolle und Autoritativ, Fordernde Kontrolle und Emotionale Distanz als auch Autoritativ und Emotionale Distanz

ergaben in den Kontrasten Angst > Neutral und Ärger > Neutral keine signifikanten Ergebnisse. Auch bei zusammenfassender Betrachtung der Typen mit hoher Unterstützung (Autoritativ/ Permissiv) im Vergleich zu den Typen mit niedriger Unterstützung (Fordernde Kontrolle/ Emotionale Distanz) wurden keine signifikanten Ergebnisse für die negativen Emotionen Angst und Ärger gefunden.

Positive Emotion

Die Ergebnisse des Vergleichs der einzelnen Erziehungstypen im Kontrast Freude > Neutral sind in Tabelle 10 dargestellt. Für den Vergleich Fordernde Kontrolle > Autoritativ zeigten sich signifikante Aktivierungen in der linken Amygdala (small volume correction, $p < .05$ FWE korrigiert) und ein Trend im linken Hippokampus (small volume correction, $p = .069$ FWE korrigiert). Der Vergleich Autoritativ > Fordernde Kontrolle ergab keine Aktivierungen und keine Trends in den Zielregionen.

Der Vergleich Emotionale Distanz > Autoritativ ergab einen Trend für die linke Amygdala (small volume correction, $p = .099$ FWE korrigiert). Der Vergleich Autoritativ > Emotionale Distanz zeigte keine signifikanten Aktivierungen oder Trends.

Bei zusammenfassender Betrachtung der Typen je nach Ausmaß an Unterstützung (Abbildung 4) zeigten sich für die Typen mit niedriger Unterstützung (Fordernde Kontrolle/ Emotionale Distanz) im Vergleich zu den Typen mit hoher Unterstützung (Autoritativ/ Permissiv) im Kontrast Freude > Neutral erhöhte Aktivierungen in der linken Amygdala (small volume correction, $p < .05$ FWE korrigiert) und im linken Hippokampus (small volume correction, $p < .05$ FWE korrigiert). Außerdem zeigte sich ein Trend im rechten Hippokampus (small volume correction, $p = .063$ FWE korrigiert). Der Kontrast Permissiv/ Autoritativ > Fordernde Kontrolle/ Emotionale Distanz ergab für Freude > Neutral keine signifikanten Aktivierungen.

Tabelle 10. *t*-Tests für die Erziehungstypen im Kontrast Freude > Neutral

Kontrast	Region	H	Vox	<i>t</i>	<i>p</i> uncorr.	MNI Koordinaten		
				Max.		x	y	z
FK > A	Inferiores Parietalläppchen	L	36	4.05	< 0.001	-39	-46	37
	Gyrus supramarginalis	L	36	3.32	< 0.001	-48	-43	34
	<i>Zielregionen/ small volume correction</i>							
	Amygdala	L	6	2.69	< 0.05*	-21	-7	-14
	Hippokampus	L	27	3.07	0.069*	-21	-10	-17
ED > A	Inferiorer frontaler Gyrus	L	23	3.55	< 0.001	-45	26	10
	<i>Zielregionen/ small volume correction</i>							
	Amygdala	L	2	2.12	0.099*	-21	-7	-14

Fortsetzung Tabelle 10.

Kontrast	Region	H	Vox	<i>t</i> Max.	<i>p</i> uncorr.	MNI Koordinaten		
						x	y	z
FK/ ED > Per/ A	Fusiforner Gyrus	L	13	4.33	< 0.001	-21	-31	-20
<i>Zielregionen/ small volume correction</i>								
	Amygdala	L	5	2.55	< 0.05*	-21	-7	-14
	Hippokampus	L	75	3.21	< 0.05*	-24	-10	-17
	Hippokampus	R	31	2.98	0.063*	30	-13	-20

Note. H = Hemisphäre. L = links; R = rechts. Vox= Anzahl der Voxel innerhalb des aktivierten Clusters. MNI = Montreal Neurological Institute. Koordinaten x, y und z des jeweils am stärksten aktivierten Voxels. FK Fordernde Kontrolle; ED Emotionale Distanz, Per Permissiv, A Autoritativ
* family-wise error korrigiert.

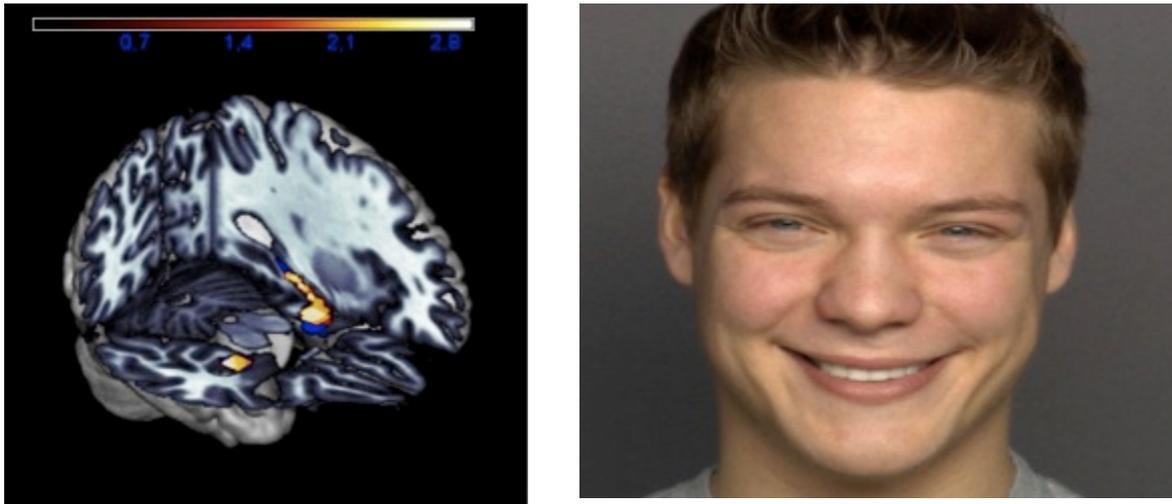


Abbildung 4. Links: Signifikant erhöhte Aktivierungen in den Zielregionen Amygdala und Hippokampus für die Erziehungsstile mit niedriger Unterstützung (Fordernde Kontrolle/ Emotionale Distanz) im Vergleich zu Erziehungsstilen mit hoher Unterstützung (Autoritativ/ Permissiv) im Kontrast Freude > Neutral. Die Masken für die Zielregionen sind blau unterlegt. Rechts: Fröhliches Gesicht aus der Datenbank FACES, welches im fMRT-Paradigma präsentiert wurde.

RÜCKBEZUG AUF DIE HYPOTHESEN

1. H1:

Jugendliche mit den Erziehungsstilen Fordernde Kontrolle und Emotionale Distanz zeigen bei der Verarbeitung ängstlicher und wütender Gesichter im Kontrast zu neutralen Gesichtern eine größere BOLD (blood-oxygen-level-dependent)-Signaländerung in den Zielregionen Amygdala, Hippokampus und fusiformer Gyrus als Jugendliche mit den Erziehungsstilen Autoritativ und Permissiv.

Die H1 kann auf Grundlage der Ergebnisse nicht angenommen werden.

2. H1:

Jugendliche mit dem Erziehungsstil Fordernde Kontrolle zeigen bei der Verarbeitung wütender Gesichter im Kontrast zu neutralen Gesichtern eine größere BOLD-Signaländerung in den drei Zielregionen als Jugendliche mit dem Typ Emotionale Distanz. *Die H1 kann nicht angenommen werden.*

3. H1:

Die vier Erziehungstypen unterscheiden sich bei der Verarbeitung fröhlicher Gesichter im Kontrast zu neutralen Gesichtern in der Stärke der BOLD-Signaländerung. *Die H1 kann angenommen werden.*

ZUSAMMENHÄNGE MIT SKALEN DES „ZÜRCHER KURZFRAGEBOGENS ZUM ERZIEHUNGSVERHALTEN“

Unabhängig vom Erziehungstyp wurden zusätzlich entsprechend eines dimensionalen Ansatzes mögliche Zusammenhänge zwischen den drei Skalen des „Zürcher Kurzfragebogens zum Erziehungsverhalten“ (ZKE) und Aktivierungen in den Zielregionen jeweils für die Emotionsbedingungen Angst > Neutral, Freude > Neutral und Ärger > Neutral untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 11 dargestellt.

Die Werte der Skala Unterstützung zeigten negative Zusammenhänge für den Kontrast Freude > Neutral mit einem Trend im linken Hippokampus (small volume correction, $p = .097$ FWE korrigiert). Es ergaben sich keine Zusammenhänge der Skala Unterstützung mit Aktivierungen in den Kontrasten Ärger > Neutral und Angst > Neutral.

Die Skala Psychologischer Druck korrelierte im Kontrast Freude > Neutral positiv mit einer Aktivierung im linken Hippokampus (small volume correction, $p = .051$ FWE korrigiert).

Für die Skala Offene Kontrolle zeigten sich keine Zusammenhänge mit signifikanten Aktivierungen in den Kontrasten Freude > Neutral, Ärger > Neutral und Angst > Neutral.

Tabelle 11. Signifikante Aktivierungen für Zusammenhänge mit Skalen des ZKE

Skala	Kontrast	Pos/ neg	Region	H	Vox	<i>t</i> Max.	<i>p</i> (SVC)	MNI Koordinaten		
								x	y	z
U	Freude	neg	Hippokampus	L	45	3.04	0.097*	18	16	17
	>									
	Neutral									
PsyD	Freude	pos	Hippokampus	L	32	3.32	0.051*	24	10	17
	>									
	Neutral									

Note. H = Hemisphäre. L = links; R = rechts. Vox = Anzahl der Voxel innerhalb des aktivierten Clusters. SVC = small volume correction. MNI = Montreal Neurological Institute. Koordinaten x, y und z des jeweils am stärksten aktivierten Voxels. U= Unterstützung; PsyD = Psychologischer Druck; pos = positiver Zusammenhang ; neg = negativer Zusammenhang.

* family-wise error korrigiert.

3.3 VERHALTENS DATEN

Bei der Vorgabe des Gesichtsvergleichs-Paradigmas im MRT ordneten die ProbandInnen durchschnittlich 79 von 80 Gesichtern richtig zu. Die Reaktionszeiten für das Paradigma wurden mittels Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Faktoren Emotion (Angst, Freude, Ärger, Neutral, Formen) und Erziehungstyp (Fordernde Kontrolle, Emotionale Distanz, Permissiv, Autoritativ) analysiert. Es ergab sich ein signifikanter Haupteffekt für den Faktor Emotion, $F(1.69, 89.67) = 10.02$, $p < .001$). Die vier Erziehungstypen unterschieden sich nicht in den Reaktionszeiten. Es war auch kein signifikanter Interaktionseffekt festzustellen.

Die Reaktionszeiten für alle Erziehungstypen waren am längsten für die ängstlichen Gesichter ($M = 1234$ ms) und am kürzesten für die Formen ($M = 1048$ ms). Jugendliche, welche den Erziehungsstil Fordernde Kontrolle berichteten, zeigten die kürzesten Reaktionszeiten auf ängstliche ($M = 1119$ ms) und wütende Gesichter ($M = 1090$ ms), während Jugendliche mit Permissivem Erziehungsstil die längsten

Reaktionszeiten für ängstliche ($M = 1636$ ms) und wütende Gesichter ($M = 1215$) zeigten. Der Unterschied zwischen beiden Gruppen erreichte jedoch keine statistische Signifikanz.

In der MRT-Nachbefragung zur Erkennung der Emotionen wurde von allen Erziehungstypen die Emotion Freude am häufigsten korrekt erkannt ($M = 31.4$ richtig erkannt von 32 gezeigten Bildern) während die Emotion Angst am wenigsten korrekt erkannt wurde ($M = 30.25$ richtig erkannt von 32 Bildern). Unabhängig von den gezeigten Emotionen unterschieden sich die Erziehungstypen nicht in der Genauigkeit der Emotionserkennung. Jugendliche mit dem Erziehungsstil Fordernde Kontrolle erkannten die Emotion Ärger signifikant häufiger richtig als Jugendliche, welche den Erziehungsstil Emotionale Distanz berichteten, $t(26) = 2.047, p < .05$ (einseitig).

Bezüglich der Reaktionszeiten bei der Emotionserkennung unterschieden sich die Emotionen signifikant, $F(2.16, 112.5) = 12.19, p < .001$. Unabhängig vom Erziehungstyp wurde die Emotion Freude am schnellsten erkannt ($M = 2140$ ms). Die Emotion Angst hatte die längste Erkennungszeit ($M = 2659$ ms). Die Erziehungstypen unterschieden sich nicht signifikant in der Schnelligkeit der Emotionserkennung. Auf deskriptiver Ebene zeigte jedoch der Typ Fordernde Kontrolle die schnellsten Erkennungszeiten für alle Emotionen (außer Neutral). Für die wütenden Gesichter war der Unterschied zwischen Fordernder Kontrolle ($M = 2297$ ms) und Emotionaler Distanz ($M = 2933$ ms) am größten, erreichte jedoch nicht statistische Signifikanz.

4. DISKUSSION

INTERPRETATION DER ERGEBNISSE UND BEZUG ZU DEN HYPOTHESEN

Die vorliegende Untersuchung hat erstmalig Zusammenhänge zwischen normativen Variationen elterlichen Erziehungsverhaltens und neuronaler Verarbeitung von Emotionen bei Jugendlichen untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass sich Jugendliche, die verschieden geprägte Erziehungsumwelten erleben, in der Verarbeitung emotionaler Gesichter in den emotionsrelevanten Strukturen Amygdala, Hippokampus und fusiformer Gyrus unterscheiden.

Die vier Cluster von Erziehungstypen, die in der vorliegenden Studie auf Basis von Einschätzung der Jugendlichen im „Zürcher Kurzfragebogen zum Erziehungsverhalten“ gebildet wurden, entsprechen den in vorherigen Studien gefundenen Typen (Reitzle et al., 2001; Wolfradt et al., 2003). Dabei konnte auch die Verteilung der Typen innerhalb der Stichproben teilweise repliziert werden. So bildete, wie auch in vorherigen Studien, (Reitzle et al., 2001; Wolfradt et al., 2003) der Autoritative Typ in unserer Stichprobe die größte Gruppe. Der Permissive Typ entsprach wie auch bei Wolfradt et al. (2003) dem kleinsten Cluster, während die Typen Fordernde Kontrolle und Emotionale Distanz mit jeweils etwa einem Viertel der Stichprobe annähernd gleich groß waren. Entsprechend der bisherigen Befunde zum „Zürcher Kurzfragebogen“ (Reitzle et al., 2001) wurden die Mütter von den Jugendlichen jeweils als unterstützender, aber auch als stärker auf Regeln bedacht wahrgenommen als die Väter. Die Zusammenhänge zwischen den Einschätzungen für Mutter und Vater waren dennoch hoch, wie auch bei Reitzle et al. (2001) berichtet.

Das MRT-Paradigma, welches in bisherigen Studien überwiegend bei erwachsenen Probanden verwendet wurde (Dannlowski, Stuhrmann, et al., 2012; Hariri et al., 2000; Mingtian et al., 2012; Stein et al., 2007), aktivierte auch in der vorliegenden Stichprobe von Jugendlichen emotionsrelevante Strukturen. Im Einklang mit der bisherigen Forschung waren die Zielregionen Amygdala und fusiformer Gyrus in die rasche und implizite Verarbeitung der emotionalen Gesichter

involviert. Dabei konnten für die Gesamtstichprobe der Jugendlichen die jeweils spezifischen Aktivierungsmuster für die verschiedenen Emotionsbedingungen Angst, Freude und Wut gezeigt werden, welche bereits in einer Meta-Analyse zu funktionellen Daten der Gesichtsverarbeitung berichtet worden waren (Fusar-Poli et al., 2009). Ängstliche Gesichter, im Vergleich zu neutralen Gesichtern, aktivierten insbesondere den bilateralen fusiformen Gyrus und die linke Amygdala. Die Verarbeitung fröhlicher Gesichter war mit Aktivierungen im mittleren okzipitalen Gyrus und im bilateralen fusiformen Gyrus assoziiert. Wütende Gesichter aktivierten unter anderem den superioren temporalen Gyrus, den mittleren temporalen Gyrus, den bilateralen fusiformen Gyrus und die linke Amygdala.

Entgegen der eingangs formulierten ersten Hypothese zeigten Jugendliche, die den Erziehungsstilen Fordernde Kontrolle und Emotionale Distanz zugeordnet waren, keine erhöhte Aktivität in den Zielregionen bei der Verarbeitung negativer Gesichter als Jugendliche, welche Erziehungsmuster vom Typ Autoritativ oder Permissiv berichtet hatten. Besonders für den Typ Fordernde Kontrolle war aufgrund der Kombination aus wenig Unterstützung bei gleichzeitig hohem psychologischem Druck durch die Eltern angenommen worden, dass sich Ergebnisse aus vorherigen Studien zu extremen Erziehungsumwelten wie emotionalem Missbrauch (Dannowski, Stuhmann, et al., 2012; van Harmelen et al., 2012) in abgeschwächter Form zeigen würden. Auf Verhaltensebene konnte diese Annahme teilweise bestätigt werden. So konnten Jugendliche vom Typ Fordernde Kontrolle wütende Gesichter häufiger korrekt benennen als Jugendliche vom Typ Emotionale Distanz und zeigten im Vergleich zu allen anderen Erziehungstypen eine schnellere Emotionserkennung. Diese Ergebnisse weisen auf die Salienz von emotionalen und im Besonderen wütenden Gesichtern für Jugendliche, welche ein hohes Maß an psychologischer Kontrolle und wenig Unterstützung durch die Eltern erleben, hin. Befunde zu misshandelten Kindern und deren Hypervigilanz für wütende Gesichter (Pollak et al., 2000; Pollak, 2008) konnten somit abgeschwächt auf Verhaltensebene auch für normative Variationen im Erziehungsverhalten bestätigt werden. Die verminderte Diskriminationsfähigkeit zwischen verschiedenen Emotionen, welche für emotional vernachlässigte Kinder gezeigt worden war (Pollak et al., 2000), konnte jedoch für den normativen Typ Emotionale Distanz in der vorliegenden Stichprobe nicht festgestellt werden.

Die auf Verhaltensebene gezeigte Salienz für die Emotion Ärger beim Typ Fordernde Kontrolle, konnte nicht wie in der zweiten Hypothese angenommen auch auf neuronaler Ebene durch eine erhöhte Aktivität bei der Verarbeitung wütender Gesichter bestätigt werden. Überraschenderweise zeigte sich bei diesem Typ jedoch eine verstärkte Aktivität der linken Amygdala bei der Verarbeitung positiver Gesichter im Vergleich zum autoritativen Typ. Beide Typen sind durch höhere Ausprägungen von offener Kontrolle gekennzeichnet, der autoritative Typ jedoch in Kombination mit hoher Unterstützung, während der Typ Fordernde Kontrolle hohe psychologische Kontrolle und niedrige Unterstützung aufweist. Für den Erziehungstyp Emotionale Distanz (mit ähnlich gering ausgeprägter Unterstützung bei gleichzeitig niedriger Kontrolle) ergab sich im Vergleich zum Autoritativen Typ ein Trend in der linken Amygdala in der gleichen Richtung. Dies lässt darauf schließen, dass der Grad an Unterstützung negativ mit der Amygdala-Reaktivität auf positive Gesichter assoziiert ist, womit ein Beleg für die dritte Hypothese gefunden werden konnte. Ein zusammenfassender Vergleich der Typen mit niedriger Unterstützung zu den Typen mit hoher Unterstützung konnte diese Annahme bestätigen und ergab neben der linken Amygdala auch Effekte im linken und (auf Trendlevel) rechten Hippokampus. Diese Ergebnisse wurden außerdem bestätigt durch einen negativen Zusammenhang zwischen elterlicher Unterstützung und der Aktivität im linken Hippokampus in der Gesamtstichprobe bei der Betrachtung fröhlicher Gesichter. Die Befunde weisen insgesamt darauf hin, dass auf neuronaler Ebene fröhliche Gesichter für Jugendliche, welche wenig Unterstützung durch die Eltern erleben, eine höhere Salienz aufweisen als für Jugendliche die stark unterstützt werden. Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch, dass niedrige Unterstützung durch die Mütter mit höherem subjektivem Stress bei den Jugendlichen einherging. Durch einfühlsame und verständnisvolle Interaktion mit der Bezugspersonen können Kinder und Jugendliche lernen, die eigenen negativen Emotionen zu regulieren (Kim et al., 2011). Jugendliche, die eine solche Unterstützung nicht erhalten, können daher in ihren Emotions- und Stressregulationsfähigkeiten beeinträchtigt sein.

ERZIEHUNG UND DIE VERARBEITUNG POSITIVER EMOTIONEN AUF NEURONALER EBENE

Die neuronale Verarbeitung positiver Emotionen ist in den bisherigen Studien zum Thema Erziehung nur wenig diskutiert worden. Van Harmelen et al. (2012) fanden bei Erwachsenen, welche emotionale Misshandlung in der Kindheit erlebt hatten, im Vergleich zu Kontrollen eine erhöhte Amygdala-Aktivität für positive als auch negative Gesichter. Positive Gesichter können salient werden, indem sie in der für das misshandelte Kind permanent als bedrohlich erlebten Umgebung als Sicherheitssignal wahrgenommen werden (Van Harmelen et al., 2012). Ball et al. (2012) haben diskutiert, dass positive Gesichter auch als bedrohlich wahrgenommen werden könnten, da sie eine „Tarnung“ für eigentlich negative Absichten des Gegenübers darstellen könnten (etwa in dem das Kind lächerlich gemacht oder ausgelacht wird). Für ProbandInnen mit sozialer Phobie konnte daher ebenfalls erhöhte Amygdala-Aktivität bei positiven als auch negativen Gesichtern gezeigt werden, während für Patienten mit generalisierter Angststörung eine erhöhte Amygdala-Aktivität (im Vergleich zu Kontrollen) nur bei negativen Gesichtern nachgewiesen wurde (Ball et al., 2012). In einer EEG-Studie fanden De Haan et al. (2004), dass Säuglinge mit positiv affektiven Müttern eine geringere Reaktivität und Betrachtungszeit von fröhlichen als von ängstlichen Gesichtern zeigten. Die Autoren begründen die Ergebnisse mit einer größeren Vertrautheit mit positiven Gesichtern bei den Säuglingen mit positiv affektiven Müttern (De Haan et al., 2004). Die Verarbeitung emotionaler Gesichter ist bei Jugendlichen jedoch ein wesentlich komplexerer Prozess als bei Säuglingen (De Haan & Gunnar, 2009) und durch die Vielzahl an sozialen Erfahrungen beeinflusst, welche die Jugendlichen im Laufe der Zeit machen konnten. Effekte von Vertrautheit können die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung daher möglicherweise zum Teil, aber nicht ausschließlich erklären.

Im Rahmen von normativen Erziehungsmustern ist es denkbar, dass gerade diejenigen Kinder, welche wenig spontane Unterstützung von den Eltern erhalten, ihr Verhalten danach ausrichten die Eltern zufriedenzustellen und positives soziales Feedback für diese Kinder daher hoch salient wird. Jugendliche mit dem Erziehungsstil Fordernde Kontrolle weisen besonders hohe Werte in Gewissenhaftigkeit und Konformität auf, wobei diese Unterschiede im Vergleich zu

Jugendlichen mit anderen Erziehungserfahrungen bis ins Erwachsenenalter bestehen bleiben können (Crockett & Hayes, 2011). Ihre spezifischen Sozialisationserfahrungen mit den Eltern haben möglicherweise dazu beigetragen, dass die Forderungen von Autoritätspersonen antizipiert und erfüllt werden. Während die Jugendlichen zum einen bemüht sind, die Botschaften der Eltern korrekt wahrzunehmen, um Bestrafung zu vermeiden, neigen sie auch dazu, unkritisch die elterlichen Standards und Erwartungen zu internalisieren, um mehr Wärme und Akzeptanz durch die Eltern zu erhalten (Crockett & Hayes, 2011). Besonders problematisch ist beim Typ Fordernde Kontrolle die Kombination aus mangelnder Unterstützung und hohem psychologischen Druck durch die Eltern, wobei letzterer mit geringer Autonomie und schwach ausgeprägter Selbst-Identität beim Jugendlichen einhergeht (Barber, 2002). Es kann vermutet werden, dass gerade fröhliche Gesichter für diese Jugendlichen einen wichtigen positiven Verstärker darstellen, da sie ihnen signalisieren, dass sie ihr Verhalten gut angepasst und sich somit die Zuneigung der Eltern (oder auch anderer Personen) gesichert haben. Im weitesten Sinne entspricht dies dann auch einem „Sicherheitssignal“ (vgl. Van Harmelen et al., 2012), jedoch im normativen Spektrum von Erziehung weniger in Hinblick auf eine körperliche Bedrohung (wie bei physisch misshandelten Kindern der Fall), sondern vielmehr in Bezug auf eine Sicherung des Selbstwerts. Jugendliche, deren psychologisches Selbst durch das intrusive emotionale Verhalten der Eltern permanent in Frage gestellt wird (vgl. Barber, 2002), sind für den Erhalt des Selbstwerts in besonderem Maß auf positives soziales Feedback angewiesen. In diesem Zusammenhang ist es auch wichtig zu erwähnen, dass die Jugendlichen, die angegeben hatten, hohem psychologischen Druck durch die Eltern ausgesetzt zu sein, gleichzeitig hohe subjektive Stresslevel berichtet hatten. Ebenso war psychologische Kontrolle in der vorliegenden Stichprobe bei der Verarbeitung fröhlicher Gesichter positiv mit Aktivität im linken Hippokampus als gedächtnisrelevanter Struktur assoziiert. Entsprechend der Theorie zur adaptiven Selbstorganisation des Gehirns (Cicchetti & Curtis, 2006) spiegelt die erhöhte Reaktivität der neuronalen emotionsrelevanten Strukturen bei der Verarbeitung fröhlicher Gesichter die besondere Bedeutung wieder, welche wenig unterstützte Kinder und Jugendliche positiven sozialen Reizen zuschreiben. Weitere Studien zu Unterschieden zwischen den Erziehungstypen könnten diese Annahmen mit Hilfe von Lernparadigmen überprüfen, in denen positive und negative Gesichter als Rückmeldung eingesetzt

werden. Während in der vorliegenden Untersuchung die implizite Emotionsverarbeitung erfasst wurde, könnten so spezifisch die Effekte von sozialen Reizen als Verstärker untersucht werden.

INTERPRETATION DER ERGEBNISSE IN HINBLICK AUF BESONDERHEITEN DES ADOLESZENTEN GEHIRNS

Es ist zu berücksichtigen, dass Adoleszente im Vergleich zu Erwachsenen eine erhöhte Belohnungssensitivität aufweisen, was auf die Umstrukturierung des dopaminergen Systems in den kortikalen und subkortikalen Arealen während dieser Entwicklungsphase zurückzuführen ist (Cicchetti & Curtis, 2006). Dem entspricht es auch, dass die Jugendlichen in der vorliegenden Studie die Emotion Freude schneller als die anderen Emotionen erkannt haben. Mit differentiellen Erziehungserfahrungen assoziierte Unterschiede in der Verarbeitung positiver Gesichter lassen sich daher möglicherweise besonders prägnant in einer Stichprobe von Jugendlichen zeigen. Hingegen haben fast alle bisherigen Studien Erwachsene untersucht, die retrospektiv Auskunft über das elterliche Verhalten gegeben haben (Dannowski, Stuhrmann, et al., 2012; Edmiston & Blackford, 2013; van Harmelen et al., 2012). Eventuell kann dies auch eine Erklärung für die in dieser Studie erstmalig gefundenen Unterschiede in der Verarbeitung positiver Gesichter sein. Eine Ausnahme stellt die Studie von Maheu et al. (2010) dar, in der Jugendliche untersucht wurden, welche überwiegend in Waisenhäusern aufgewachsen waren und somit extreme Formen von früher Vernachlässigung erlebt hatten. Jedoch haben Maheu et al. (2010) nur Ergebnisse zu negativen Gesichtern berichtet. Es ist darüber hinaus fraglich, inwieweit sich deren Ergebnisse auf Jugendliche, welche von Geburt an in der leiblichen Familie aufgewachsen sind, generalisieren lassen.

Retrospektive Einschätzungen der Kindheitserfahrungen durch Erwachsene können außerdem durch Gedächtnisverzerrungen beeinträchtigt sein. Darüber hinaus ist das adoleszente Gehirn durch funktionelle Besonderheiten gekennzeichnet, welche zu unterschiedlichen Ergebnissen für Jugendliche und Erwachsene beitragen können. Dabei ist die Adoleszenz durch eine erhöhte Reaktivität für emotionale Reize gekennzeichnet, wobei die kortikalen Fähigkeiten zur Emotionsregulation erst am Ende der Adoleszenz vollständig ausgeprägt sind (Spear, 2011). Für die Amygdala

konnte eine erhöhte Reaktivität auf ängstliche Gesichter bei Jugendlichen im Vergleich zu Erwachsenen gezeigt werden (Guyer et al., 2008). Somit ist es denkbar, dass zumindest für die ängstlichen Gesichter in der vorliegenden Untersuchung die fehlenden Unterschiede zwischen den Erziehungstypen auf einen Deckeneffekt bei den Jugendlichen zurückführbar sind, der die erwachsenen Stichproben vorheriger Studien nicht betraf.

OFFENE KONTROLLE DURCH DIE ELTERN UND DIE VERARBEITUNG NEGATIVER GESICHTER

Unerwartet war auch der Befund, dass die beiden Erziehungstypen, welche hohe Werte an Unterstützung durch die Eltern aufwiesen, sich untereinander in der Verarbeitung negativer Gesichter unterschieden. Der Autoritative Stil mit hoher Ausprägung in Offener Kontrolle zeigte stärkere Aktivierungen im linken Hippokampus als der Permissive Stil, welcher durch niedrige Kontrolle gekennzeichnet ist. Da dieser Effekt sich sowohl bei den ängstlichen, als auch den wütenden Gesichtern zeigte, ist es eher unwahrscheinlich, dass es sich dabei um einen Zufallsbefund handelt. Negative Gesichter scheinen für autoritativ erzogene Jugendliche eine höhere Salienz besitzen, da sie im Vergleich zu permissiv erzogenen Adoleszenten verstärkt die Erfahrung gemacht haben, dass auf den negativen Gesichtsausdruck der Eltern eine disziplinarische Maßnahme folgen kann. Diese Annahme wird bestätigt durch einen Trend im linken Hippokampus für den Erziehungstyp Fordernde Kontrolle im Vergleich zum Permissiven Typ bei der Betrachtung ängstlicher Gesichter. Zusammengefasst weisen die Ergebnisse darauf hin, dass Erziehungsstile mit hoch ausgeprägter Offener Kontrolle im Vergleich zu wenig kontrollierenden Stilen mit erhöhter Aktivität im linken Hippokampus bei der Verarbeitung negativer Gesichter einhergehen könnten. Dieser Effekt konnte jedoch nicht für den Vergleich des hoch kontrollierenden Stils Fordernde Kontrolle mit dem wenig kontrollierenden Stil Emotionale Distanz gezeigt werden. Auf Verhaltensebene konnte jedoch gezeigt werden, dass Jugendliche, welche den Typ Fordernde Kontrolle berichteten, die Emotion Ärger signifikant häufiger richtig erkannt haben als Jugendliche, die ihre Eltern als emotional distanziert beschrieben. Die Ergebnisse sollten in weiteren Studien überprüft werden, bevor Aussagen zu Unterschieden in

elterlicher Kontrolle und der Verarbeitung negativer Gesichtsausdrücke getroffen werden können.

Es sollte außerdem weitergehend untersucht werden, warum die Verarbeitung negativer Gesichtsausdrücke ausschließlich mit Aktivierungen im linken Hippokampus, nicht aber wie erwartet auch mit der Amygdala assoziiert war. Die hippokampale Formation und die Amygdala sind funktionell eng verbunden, jedoch gibt es Hinweise darauf, dass diese Konnektivität im Jugendalter im Vergleich zu Erwachsenen noch nicht vollständig ausgeprägt ist (Guyer et al., 2008). Der Hippokampus ist neben der Gesichtsverarbeitung involviert in die Einordnung emotionaler Reize in bestehende Gedächtnisinhalte (Maheu et al., 2010). Es kann vermutet werden, dass die Jugendlichen, welche ein höheres Maß an offener Kontrolle erleben, eher Erfahrung mit negativen (oder zumindest wütenden) Gesichtern haben, als Jugendliche, die wenig Verhaltenskontrolle durch die Eltern erleben. Somit könnte die Verarbeitung wütender Gesichter bei diesen Jugendlichen in stärkerem Ausmaß Gedächtnisinhalte zu vorherigen Lernerfahrungen mit wütenden Gesichtern und deren Konsequenzen aktivieren. Möglicherweise waren für die permissiv erzogenen Jugendlichen die negativen Gesichter in gleichem Maße salient wie für die Typen Autoritativ und Fordernde Kontrolle, weshalb kein signifikanter Unterschied in der Aktivität der Amygdala gefunden wurde. Die Verknüpfung der negativen Reize zu bereits bestehenden Gedächtnisinhalten war jedoch spezifisch für Erziehungstypen mit hoher Kontrolle, weshalb für diese Typen eine signifikant höhere Aktivierung im linken Hippokampus gefunden werden konnte. Weitere Studien sollten diese spekulativen Annahmen zu differentiellen Befunden für die Strukturen Amygdala und Hippokampus überprüfen. Darüber hinaus ist auch die Funktion des Hippokampus im Rahmen des Hypothalamus-Hypophysen-adrenokortikalen Systems (HPA) zu berücksichtigen. Das HPA-System ist unter anderem grundlegend für die Stressreaktivität und Emotionsregulation und ist dabei besonders sensitiv für frühe Umwelterfahrungen (Pollak, 2012). Die Kortisolausschüttung, welche in Reaktion auf einen Stressor erfolgt, wird dabei durch die Rückmeldung des Hippokampus an den Hypothalamus gehemmt (Liu et al., 2013). Es ist denkbar, dass die negativen im Vergleich zu den neutralen Gesichtern bei den Jugendlichen Stress ausgelöst haben und die hippokampale Aktivierung die negative Rückmeldung im Rahmen des HPA-Systems darstellt. Die stärkere Aktivität im linken Hippokampus bei autoritativ und fordernd kontrollierend erzogenen

Jugendlichen könnte deren erhöhte Sensitivität des Stresssystems im Vergleich zu Jugendlichen vom Permissiven Typ widerspiegeln. Diese Annahme würde auch dem Befund entsprechen, dass die permissiv erzogenen Jugendlichen berichtet hatten, signifikant weniger Stress zu erleben als die Jugendlichen vom Typ Fordernde Kontrolle. Die Funktion des Hippokampus in Hinblick auf Unterschiede zwischen den Erziehungstypen im Emotionsverarbeitungsparadigma sollte in weiteren Studien genauer untersucht werden.

ERZIEHUNG UND DIE FUNKTION DES FUSIFORMEN GYRUS BEI DER GESICHTSVERARBEITUNG

Die Struktur des bilateralen fusiformen Gyrus ist in der Literatur durchgehend mit der Verarbeitung emotionaler Gesichter assoziiert worden (Fusar-Poli et al., 2009; Kawasaki et al., 2013; Pujol et al., 2009) und dies auch spezifisch für die Gesichtsverarbeitung bei Jugendlichen (Guyer et al., 2008; Tahmasebi et al., 2012). Diese Befunde konnten in der vorliegenden Untersuchung bestätigt werden. So war die Verarbeitung emotionaler Gesichter im Kontrast zu neutralen Gesichtern jeweils für die Emotionen Angst, Freude und Ärger mit Aktivierungen im bilateralen fusiformen Gyrus assoziiert. Die Amygdala empfängt visuelle Informationen aus dem fusiformen Gyrus, projiziert aber auch dorthin zurück. Besonders bei negativen Reizen kann so eine verstärkte visuelle Verarbeitung erfolgen, um eine optimale Anpassung an die Situation zu ermöglichen (De Haan & Gunnar, 2009; Pujol et al., 2009). In Hinblick auf die verschiedenen Erziehungstypen und die Verarbeitung der Emotionen fanden sich in der vorliegenden Studie keine Unterschiede in dieser Region. Es gibt Hinweise darauf, dass der fusiforme Gyrus bei Jugendlichen stärker als bei Erwachsenen in der Verarbeitung ängstlicher Gesichter involviert ist (Guyer et al., 2008). Möglicherweise sind die fehlenden Unterschiede zwischen den Erziehungstypen daher auf Deckeneffekte für die Jugendlichen zurückzuführen.

ERZIEHUNG UND SUBJEKTIV ERLEBTER STRESS ALS INDIKATOR DER
PSYCHOSOZIALEN ANPASSUNG

Die Ergebnisse zur Skala Erlebter Stress als Indikator der psychosozialen Anpassung ergänzen die Unterschiede zwischen den Erziehungstypen in den funktionellen Daten zur Gesichtsverarbeitung. Wie bereits kurz beschrieben, berichteten die Jugendlichen umso mehr subjektiven Stress, je weniger sie sich von ihren Müttern unterstützt fühlten. Ein hohes subjektives Stressempfinden ist dabei unter anderem als Risikofaktor für internalisierende Störungen, wie Depression, beschrieben worden (Cohen, et al. 1983). In der bisherigen Forschung wurde auch gezeigt, dass wenig unterstützte Jugendliche soziale Situationen eher als bedrohlich interpretieren und in Folge ein erhöhtes Risiko für aggressives Verhalten, aber auch Depressionen aufweisen (Martin et al., 2011). Darüber hinaus berichteten die Jugendlichen vom Typ Fordernde Kontrolle mehr Stress zu erleben als autoritativ und permissiv erzogene Jugendliche, was im Einklang mit vorherigen Forschungsbefunden steht (Reitzle et al., 2001; Wolfradt et al., 2003). Der Erziehungsstil Fordernde Kontrolle wurde mit erhöhter Symptombelastung (Reitzle et al., 2001), Ängstlichkeit, Depersonalisation, passivem Coping (Wolfradt et al., 2003), niedrigem Selbstvertrauen und geringer Selbst-Identität als auch geringer Autonomie (Barber, 2002) assoziiert. Obwohl in der vorliegenden Stichprobe ProbandInnen mit klinischen Diagnosen ausgeschlossen wurden, lassen sich aufgrund der Ergebnisse dennoch Unterschiede in möglichen Risiken für psychische Erkrankungen zeigen. Eine Hyperaktivität der Amygdala beim Betrachten negativer Gesichter, wie sie in mehreren Studien bei depressiven und ängstlichen Jugendlichen gefunden wurde (Beesdo et al., 2009; Mingtian et al., 2012; Monk et al., 2008; Roberson-Nay et al., 2006), konnte für die Jugendlichen vom Typ Fordernde Kontrolle als möglicher Risikogruppe jedoch nicht gezeigt werden. Im Rahmen der Theorie der sozialen Informationsverarbeitung bei depressiven Jugendlichen (De Haan & Gunnar, 2009) könnte die verstärkte Reaktivität auf negative Gesichter somit eher eine Folge der depressiven Erkrankung als eine Ursache darstellen. Ob die Hyperaktivität der Amygdala in Reaktion auf fröhliche Gesichter bei Jugendlichen vom Typ Fordernde Kontrolle als Korrelat einer möglicherweise übermäßigen sozialen Anpassung auch in Hinblick auf klinische Aspekte interpretiert werden könnte, bedarf genauerer Überprüfung. Weitere Studien zu normativem Erziehungsverhalten sollten zusätzlich

klinische Symptome bei den Kindern und Jugendlichen erfassen, etwa durch die Vorgabe von Selbstbeschreibungs-Checklisten (zum Beispiel Youth Self Report Checklist, Achenbach & Edelbrock, 1989).

LIMITATIONEN

Wie auch für größere Stichproben berichtet (Reitzle et al., 2001; Wolfradt et al., 2003), waren die Cluster der Erziehungstypen in der vorliegenden Untersuchung unterschiedlich groß. Obwohl die Ungleichheit der Varianzen in der statistischen Auswertung der funktionellen Daten berücksichtigt wurde, können Verzerrungen aufgrund der unterschiedlichen Gruppengrößen nicht vollständig ausgeschlossen werden. Weitere funktionelle Studien zu den Erziehungstypen sollten möglichst gleich große Gruppen vergleichen, um mögliche Verzerrungen zu vermeiden.

Obwohl die Variable Geschlecht innerhalb der Cluster statistisch gleichverteilt war, unterschied sich auf deskriptiver Ebene der Anteil von Mädchen und Jungen in den einzelnen Clustern. Während das Geschlechterverhältnis für die Typen Autoritativ und Permissiv ausgeglichen war, berichteten mehr Mädchen den Typ Fordernde Kontrolle und mehr Jungen den Typ Emotionale Distanz. Das erhöhte subjektive Stressempfinden von Jugendlichen vom Typ Fordernde Kontrolle könnte daher auch durch das Geschlecht konfundiert sein, da Mädchen in der Adoleszenz eher als Jungen emotionale Probleme berichten (Kim et al., 2011). Darüber hinaus bestehen Geschlechtsunterschiede in der Verarbeitung von Emotionen, unter anderem in der Reaktivität der Amygdala auf emotionale Gesichter (S. Schneider et al., 2011; Spear, 2011). Da erstmalig normatives Erziehungsverhalten und Emotionsverarbeitung auf neuronaler Ebene untersucht wurden, ist die vorliegende Studie eher explorativ angelegt. Weitere Studien zur Überprüfung der gefundenen Ergebnisse sollten jedoch unbedingt die Variable Geschlecht als Kovariate in die Analyse einbeziehen. Ebenso sollte in folgenden Studien zwischen den Einschätzungen für Mütter und Väter differenziert werden. Zwischen den Einschätzungen der Jugendlichen für Mutter und Vater bestanden zwar hohe Übereinstimmungen, jedoch zeigte sich auch, dass die Mütter durchschnittlich als unterstützender und kontrollierender wahrgenommen wurden. Diese Ergebnisse

stehen im Einklang mit der Literatur und stützen die Vermutung, dass die Mütter stärker in die Erziehung der Jugendlichen involviert sind als die Väter (Reitzle et al., 2001). Jedoch ist in diesem Zusammenhang auch zu berücksichtigen, dass ein Sechstel der Jugendlichen in der Stichprobe berichtet hatte, nur mit der Mutter zusammenzuleben und das Ausmaß an Kontakt zum Vater zwischen diesen Jugendlichen stark variierte. In weiteren Studien sollte die jeweilige Familiensituation der Jugendlichen daher auch in der Analyse berücksichtigt werden.

In der vorliegenden Untersuchung wurde den Jugendlichen nur der „Zürcher Kurzfragebogen zum Erziehungsverhalten“ vorgegeben, welcher explizit „normales“ Erziehungsverhalten erfasst (Reitzle et al., 2001). Jedoch kann darüber hinaus emotionale oder auch körperliche Misshandlung in der Stichprobe nicht ausgeschlossen werden. Für emotionale Misshandlung beispielsweise, charakterisiert durch andauernde Beschimpfung und emotionale Vernachlässigung des Kindes durch die Eltern, wurden Prävalenzraten von zehn Prozent für westliche Gesellschaften angegeben (Van Harmelen et al., 2012). Somit handelt es sich um Verhalten, welches nicht nur in Ausnahmefällen auftritt, sondern durchaus in größeren Teilen der Bevölkerung anzutreffen ist. Weitere Studien zu normativem Erziehungsverhalten könnten zusätzliche Messinstrumente einsetzen, zum Beispiel klinische Interviews wie das Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-Age Children – Present and Lifetime Version K-SADS-PL (Kaufman et al., 1997), welches bereits in fMRT-Studien mit misshandelten Kindern verwendet wurde (Maheu et al., 2010). So könnte elterliches Verhalten umfangreich erfasst und auch mögliche Fälle von Misshandlung erhoben werden, wodurch die Ergebnisse differenzierter interpretierbar wären. Allerdings setzt dies natürlich voraus, dass vorab eine entsprechende Vertrauensbasis zu den Jugendlichen aufgebaut wird.

Übersichtsarbeiten (Spear, 2011) weisen darauf hin, dass die erhöhte emotionale Reaktivität in der Adoleszenz durch den körperlichen pubertären Entwicklungsstand beeinflusst ist. Die Altersspanne in der vorliegenden Stichprobe war gering, es kann aber trotzdem angenommen werden, dass sich die Jugendlichen in ihrer körperlichen Entwicklung unterschieden haben. In folgenden Studien mit Adoleszenten sollte daher der Stand der pubertären Entwicklung durch Selbsteinschätzung der Jugendlichen, etwa mittels der „Pubertal Development Scale“

(Petersen, Crockett, Richards, & Boxer, 1988) mit erhoben und in der Analyse als Kovariate berücksichtigt werden.

De Haan & Gunnar (2009) haben angemerkt, dass die ökologische Validität von Paradigmen, welche statische Gesichter verwenden, in Hinblick auf die Untersuchung der Emotionsverarbeitung eingeschränkt ist. Im Alltag sind Menschen ständig mit bewegten und sprechenden Gesichtern konfrontiert, welche üblicherweise im Rahmen einer sozialen Interaktion gedeutet werden. Die ökologische Validität funktioneller Studien ließe sich mittels Paradigmen erhöhen, welche die Verarbeitung emotionaler Gesichter in einem komplexeren Kontext erfassen. So könnte es besonders für Studien zu Erziehung interessant sein, Gesichter in einem Lernparadigma als Rückmeldung einzusetzen und somit die belohnende oder bestrafende Wirkung von emotionalen Gesichtsausdrücken auf neuronaler Ebene näher untersuchen zu können.

Die Unmöglichkeit, Kausalität nachzuweisen ist ein grundsätzliches Problem der Studien zu neuronalen Korrelaten von Erziehung (Belsky & De Haan, 2011). So ist es möglich, dass Jugendliche mit der Disposition zu einer erhöhten Amygdala-Reaktivität einen Bias für negative Erinnerungen haben und somit auch ihre Eltern als weniger unterstützend und eher psychologisch kontrollierend einschätzen. Zudem sind in der Untersuchung von Eltern und ihren Kindern die Effekte von Erziehung wesentlich mit genetischen Faktoren konfundiert (Cicchetti & Curtis, 2006). In diesem Zusammenhang konnte gezeigt werden, dass die Amygdala-Reaktivität auf emotionale Gesichter mit funktionellen Polymorphismen des 5-HTT-Serotonin-Transporter-Gens korreliert (Lau et al., 2009). Möglicherweise sind die gefundenen Unterschiede zwischen den Erziehungstypen nicht auf unterschiedliche Erziehungserfahrungen, sondern auf endophänotypische Variationen zurückzuführen, welche die Jugendlichen mit ihren Eltern teilen. Endophänotypen, wie erhöhtes Stresserleben, Ängstlichkeit und Depressivität sind dabei mit Amygdala-Hyperaktivität auf emotionale Reize assoziiert worden (Beesdo et al., 2009; Bestmann, Habel, & Schneider, 2007; Canli et al., 2001; Dannlowski, Stuhrmann, et al., 2012; Lau et al., 2009). Erhöhter Neurotizismus der Eltern wiederum ist mit einer Tendenz zu psychologisch kontrollierender Erziehung in Zusammenhang gebracht worden (Laird, 2011). Eltern vom Typ Fordernde Kontrolle könnten somit ebenso wie

ihre Kinder zu einer erhöhten Amygdala-Reaktivität neigen, was sich wiederum in einem eher kontrollierenden Erziehungsstil äußern könnte. Vergleiche von Jugendlichen, welche von Pflegeeltern erzogen werden, und Jugendlichen mit Erziehung durch die leiblichen Eltern, könnten die Effekte von Genetik und Erziehung aufschlüsseln.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Jugendliche, welche wenig Unterstützung durch die Eltern erleben, zeigten bei der Verarbeitung positiver Gesichter eine höhere Aktivität in emotionsrelevanten neuronalen Strukturen als Jugendliche, die sich gut unterstützt fühlten. Zudem ergab die vorliegende Untersuchung auch Hinweise darauf, dass Jugendliche, welche mehr kontrollierendes Verhalten durch die Eltern erleben, bei der Verarbeitung negativer Gesichter eine stärkere Aktivität in dem mit emotionalem Gedächtnis und Stress assoziierten Hippokampus zeigen als Jugendliche mit wenig kontrollierenden Eltern.

Die Ergebnisse unterscheiden sich erheblich von den bisherigen Befunden zu emotionaler und physischer Misshandlung und Vernachlässigung durch die Eltern. Da bisher keine Studie mit einer vergleichbaren Stichprobe durchgeführt wurde, lässt sich nicht mit Bestimmtheit sagen, ob die gefundenen Unterschiede gerade charakteristisch für Variationen im normalen Erziehungsverhalten sind. Andererseits ist anzunehmen, dass die Grenzen zwischen normativer und abweichender Erziehung fließend sind. Auch „normale“ Varianten elterlichen Verhaltens können Risikofaktoren für eine psychopathologische Entwicklung darstellen (Crockett & Hayes, 2011; Reitzle et al., 2001; Wolfradt et al., 2003). Die „Normativität“ von Erziehung lässt sich daher wohl eher auf einem Kontinuum als in Kategorien abbilden. Weitere Studien zu neuronalen Korrelaten von normativer Erziehung könnten die Ergebnisse dieser explorativ angelegten Untersuchung überprüfen und die Abgrenzung zu extremen Erziehungserfahrungen weitergehend klären.

Forschung zu neuronalen Korrelaten von Erziehung kann dazu beitragen, eine neurowissenschaftliche Fundierung für familientherapeutische Interventionen oder Elterntrainings zu bieten (Belsky & De Haan, 2011). Das vom autoritativen Ansatz ausgehende Triple P Positive Parenting Program (Sanders, 1999) hat sich

beispielsweise als wirksam in der Verbesserung der elterlichen Erziehungskompetenzen und Verhaltensauffälligkeiten bei Kindern und Jugendlichen erwiesen (Nowak & Heinrichs, 2008). Korrelate dieser Veränderungen sollten sich auch auf neuronaler Ebene, etwa bei der Verarbeitung emotionaler Gesichter zeigen lassen. Für nachfolgende Studien könnte es daher interessant sein, die Wirksamkeit solcher Programme auch mit Hilfe neurowissenschaftlicher Methoden zu evaluieren. Nicht zuletzt könnte durch einen Vergleich von emotionsbezogenen funktionellen Daten vor und nach einer Intervention auch die Frage nach der Kausalität von elterlicher Erziehung und neuronalen Korrelaten der Emotionsverarbeitung beantwortet werden.

5. LITERATUR

- Achenbach, T. M., & Edelbrock, C. (1989). *Manual for the youth self-report and profile*. University of Vermont, Department of Psychiatry.
- Adolphs, R. (2002). Neural systems for recognizing emotion. *Current opinion in Neurobiology*, *12*(2), 169–77.
- Adolphs, R. (2010). What does the amygdala contribute to social cognition? *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1191*, 42–61. doi:10.1111/j.1749-6632.2010.05445
- Ball, T. M., Sullivan, S., Flagan, T., Hitchcock, C. a, Simmons, A., Paulus, M. P., & Stein, M. B. (2012). Selective effects of social anxiety, anxiety sensitivity, and negative affectivity on the neural bases of emotional face processing. *NeuroImage*, *59*(2), 1879–87. doi:10.1016/j.neuroimage.2011.08.074
- Barber, B. K. (1996). Parental psychological control: Revisiting a neglected construct. *Child Development*, *67*(6), 3296–3319.
- Barber, B. K. (2002). *Intrusive parenting*. Washington, DC.
- Barber, B. K., Xia, M., Olsen, J. a, McNeely, C. a, & Bose, K. (2012). Feeling disrespected by parents: refining the measurement and understanding of psychological control. *Journal of Adolescence*, *35*(2), 273–87. doi:10.1016/j.adolescence.2011.10.010
- Beck, A., Wüstenberg, T., Genauck, A., Wrase, J., Schlagenhauf, F., & Smolka, M.N. (2012). Effect of brain structure, brain function, and brain connectivity on relapse in alcohol-dependent patients. *Archives of General Psychiatry*, *69*(8), 842–852. doi:10.1001/archgenpsychiatry.2011.2026.eAppendix
- Beesdo, K., Lau, J. Y. F., Guyer, A. E., McClure-tone, E. B., Monk, C. S., Nelson, E. E., Fromm, S. J., et al. (2009). Depressed vs anxious adolescents. *Archives of*

- General Psychiatry*, 66(3), 275–285.
doi:10.1001/archgenpsychiatry.2008.545.Common
- Belsky, J., & De Haan, M. (2011). Annual research review: Parenting and children's brain development: the end of the beginning. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52(4), 409–428. doi:10.1181.11/j.1469-7610.2010.02281
- Bestmann, S., Habel, U., & Schneider, F. (2007). Affektive Erkrankungen. In F. Schneider & G. R. Fink (Eds.), *Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie* (pp. 530–544). Springer.
- Bremner, J. D., Randall, P., Vermetten, E., Staib, L., Bronen, R. A., Mazure, C., Capelli, S., et al. (1997). Magnetic resonance imaging-based measurement of hippocampal volume in posttraumatic stress disorder related to childhood physical and sexual abuse—a preliminary report. *Biological Psychiatry*, 41(1), 23–32.
- Burnett, S., Sebastian, C., Cohen Kadosh, K., & Blakemore, S.-J. (2011). The social brain in adolescence: evidence from functional magnetic resonance imaging and behavioural studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 35(8), 1654–64. doi:10.1016/j.neubiorev.2010.10.011
- Canli, T., Zhao, Z., Desmond, J. E., Kang, E., Gross, J., & Gabrieli, J. D. E. (2001). An fMRI study of personality influences on brain reactivity to emotional stimuli. *Behavioral Neuroscience*, 115(1), 33–42.
- Champagne, F. a, & Curley, J. P. (2009). Epigenetic mechanisms mediating the long-term effects of maternal care on development. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33(4), 593–600. doi:10.1016/j.neubiorev.2007.10.009
- Choi, J., Jeong, B., Rohan, M. L., Polcari, A. M., & Teicher, M. H. (2009). Preliminary evidence for white matter tract abnormalities in young adults exposed to parental verbal abuse. *Biological Psychiatry*, 65(3), 227–34. doi:10.1016/j.biopsych.2008.06.022

- Cicchetti, D. (2002). The impact of social experience on neurobiological systems: illustration from a constructivist view of child maltreatment. *Cognitive Development*, 17(3-4), 1407–1428. doi:10.1016/S0885-2014(02)00121-1
- Cicchetti, D., & Curtis, J. W. (2006). *Developmental psychopathology: developmental neuroscience*. (D. Cicchetti, Ed.). Hoboken: Wiley.
- Crockett, L. J., & Hayes, R. (2011). Parenting practices and styles. *Encyclopedia of Adolescence* (Volume 2., pp. 241–248). Elsevier Inc. doi:10.1016/B978-0-12-373915-5.00077-2
- Dannowski, U., Kugel, H., Huber, F., Stuhrmann, A., Redlich, R., Grotegerd, D., Dohm, K., et al. (2012). Childhood maltreatment is associated with an automatic negative emotion processing bias in the amygdala. *Human Brain Mapping* (Online-Publikation). doi:10.1002/hbm.22112
- Dannowski, U., Stuhrmann, A., Beutelmann, V., Zwanzger, P., Lenzen, T., Grotegerd, D., Domschke, K., et al. (2012). Limbic scars: long-term consequences of childhood maltreatment revealed by functional and structural magnetic resonance imaging. *Biological Psychiatry*, 71(4), 286–93. doi:10.1016/j.biopsych.2011.10.021
- De Bellis, M., Keshavan, M., Shifflett, H., Beers, S., Hall, J., & Moritz, G. (2002). Brain structures in pediatric maltreatment related posttraumatic stress disorder - a sociodemographically matched study. *Biological Psychiatry*, 52(11), 1066–1078. doi:10.1016/S0006-3223(02)01459-2
- De Haan, M., Belsky, J., Reid, V., Volein, A., & Johnson, M. H. (2004). Maternal personality and infants' neural and visual responsivity to facial expressions of emotion. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(7), 1209–18. doi:10.1111/j.1469-7610.2004.00320
- De Haan, M., & Gunnar, M. R. (2009). *Developmental social neuroscience*. New York: Guilford Press.

- Edmiston, E. K., & Blackford, J. U. (2013). Childhood maltreatment and response to novel face stimuli presented during functional magnetic resonance imaging in adults. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 212(1), 42–36. doi:10.1016/j.psychresns.2012.11.009
- Fusar-Poli, P., Placentino, A., Carletti, F., Landi, P., Allen, P., Surguladze, S., Benedetti, F., et al. (2009). Functional atlas of emotional faces processing: a voxel-based meta-analysis of 105 functional magnetic resonance imaging studies. *Journal of Psychiatry & Neuroscience*, 34(6), 418–32.
- Guyer, A. E., Monk, C. S., McClure-Tone, E. B., Nelson, E. E., Adler, A. D., Fromm, S. J., Leibenluft, E., et al. (2008). A developmental examination of amygdala response to facial expressions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(9), 1565–1582. doi:10.1162/jocn.2008.20114
- Habel, U., & Schneider, F. (2007). Emotionen. In F. Schneider & G. R. Fink (Eds.), *Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie* (pp. 362–381). Springer.
- Hariri, A. R., Bookheimer, S. Y., & Mazziotta, J. C. (2000). Modulating emotional responses: effects of a neocortical network on the limbic system. *Neuroreport*, 11(1), 43–8.
- Hulvershorn, L. A., Cullen, K., & Anand, A. (2011). Toward dysfunctional connectivity: a review of neuroimaging findings in pediatric major depressive disorder. *Brain Imaging and Behavior*, 5(4), 307–28. doi:10.1007/s11682-011-9134-3
- Johnson, M. H. (2001). Functional brain development in humans. *Nature Reviews. Neuroscience*, 2(7), 475–83. doi:10.1038/35081509
- Kawasaki, H., Tsuchiya, N., Kovach, C. K., & Nourski, K. V. (2013). Processing of facial emotion in the human fusiform gyrus. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(6), 1358–1370. doi:10.1162/jocn

- Kim, J., Riser, D., & Deater-Deckard, K. (2011). Emotional development. In *Encyclopedia of Adolescence* (pp. 135 – 141). Elsevier Inc. doi:10.1016/B978-0-12-373915-5.00015-2
- Laird, R. D. (2011). Correlates and antecedents of parental psychological control in early adolescence. *Parenting: Science and Practice, 11*(1), 72–86. doi:10.1080/15295192.2011.539510
- Lau, J. Y. F., Goldman, D., Buzas, B., Fromm, S. J., Guyer, A. E., Monk, C. S., Nelson, E. E., et al. (2009). Amygdala function and 5-HTT gene variants in adolescent anxiety and major depressive disorder. *Biological Psychiatry, 65*(4), 349–355. doi:10.1016/j.biopsych.2008.08.037
- Le Doux, J. (2000). Emotion circuits in the brain. *Annual Review of Neuroscience, 23*, 155–184. doi:10.1146/annurev.neuro.23.1.155
- Lindquist, K. a, Wager, T. D., Kober, H., Bliss-Moreau, E., & Barrett, L. F. (2012). The brain basis of emotion: a meta-analytic review. *The Behavioral and Brain Sciences, 35*(3), 121–43. doi:10.1017/S0140525X11000446
- Liu, J., Chaplin, T., Wang, F., Sinha, R., Mayes, L. C., & Blumberg, H. C. (2013). Stress reactivity and corticolimbic response to emotional faces in adolescents. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 51*(3), 304–312. doi:10.1016/j.jaac.2011.12.011
- Maheu, F. S., Dozier, M., Guyer, A. E., Mandell, D., Peloso, E., Poeth, K., & Jenness, J. (2010). A preliminary study of medial temporal lobe function in youths with a history of caregiver deprivation and emotional neglect. *Cognitive Affective Behavioral Neuroscience, 10*(1), 34–49. doi:10.3758/CABN.10.1.34
- Martin, M. J., Bascoe, S. M., & Davies, P. T. (2011). Family relationships. In *Encyclopedia of Adolescence* (Volume 2., pp. 84 – 89). Elsevier Inc. doi:10.1016/B978-0-12-373915-5.00053
- McCrory, E. J., De Brito, S. a, Kelly, P. a, Bird, G., Sebastian, C. L., Mechelli, A., Samuel, S., et al. (2013). Amygdala activation in maltreated children during pre-

- attentive emotional processing. *The British Journal of Psychiatry : The Journal of Mental Science* (Online-Publikation). doi:10.1192/bjp.bp.112.116624
- Meletti, S., Benuzzi, F., Nichelli, P., & Tassinari, C. A. (2003). Damage to the right hippocampal-amygdala formation during early infancy and recognition of fearful faces. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1000(1), 385–388. doi:10.1196/annals.1280.036
- Mingtian, Z., Shuqiao, Y., Xiongzhaio, Z., Jinyao, Y., Xueling, Z., Xiang, W., Yingzi, L., et al. (2012). Elevated amygdala activity to negative faces in young adults with early onset major depressive disorder. *Psychiatry Research*, 201(2), 107–12. doi:10.1016/j.psychresns.2011.06.003
- Monk, C. S., Klein, R. G., Telzer, E. H., Schroth, E. A., & Mannuzza, S. (2008). Amygdala and nucleus accumbens activation to emotional facial expressions in children and adolescents at risk for major depression. *American Journal of Psychiatry*, 165, 90–98. doi:10.1176/appi.ajp.2007.06111917
- Morris, J. P., Pelphrey, K. A., & McCarthy, G. (2012). Face processing without awareness in the right fusiform gyrus. *Neuropsychologia*, 45(13), 3087–3091. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2007.05.020
- Norusis. (1984). *Cluster Analysis*. Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc.
- Nowak, C., & Heinrichs, N. (2008). A comprehensive meta-analysis of triple p-positive parenting program using hierarchical linear modeling: effectiveness and moderating variables. *Clinical Child and Family Psychology Review*, 11(3), 114–144. doi:10.1007/s10567-008-0033-0
- Parker, S. W., & Nelson, C. A. (2005). The impact of early institutional rearing on the ability to discriminate facial expressions of emotion: an event-related potential study. *Child Development*, 76, 54 – 72.
- Petersen, A. C., Crockett, L., Richards, M., & Boxer, A. (1988). A self-report measure of pubertal status: reliability, validity, and initial norms. *Journal of Youth and Adolescence*, 17(2), 117 – 133.

- Pfeifer, J. H., & Blakemore, S.-J. (2012). Adolescent social cognitive and affective neuroscience: past, present, and future. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7(1), 1–10. doi:10.1093/scan/nsr099
- Pinel, J. P. J. (2007). *Biopsychologie*. (P. Pauli, Ed.) (6th ed.). Pearson Education Inc.
- Pollak, S. D. (2008). Mechanisms linking early experience and the emergence of emotions: illustrations from the study of maltreated children. *Current directions in Psychological Science*, 17(6), 370–375. doi:10.1111/j.1467-8721.2008.00608
- Pollak, S. D. (2012). The role of parenting in the emergence of human emotion: new approaches to the old nature-nurture debate. *Parenting*, 12(2-3), 232–242. doi:10.1080/15295192.2012.683363
- Pollak, S. D., Cicchetti, D., Hornung, K., & Reed, A. (2000). Recognizing emotion in faces: developmental effects of child abuse and neglect. *Developmental Psychology*, 36(5), 679–688. doi:10.1037//0012-1649.36.5.679
- Pujol, J., Harrison, B. J., Ortiz, H., Deus, J., Soriano-Mas, C., López-Solà, M., Yücel, M., et al. (2009). Influence of the fusiform gyrus on amygdala response to emotional faces in the non-clinical range of social anxiety. *Psychological Medicine*, 39(7), 1177–87. doi:10.1017/S003329170800500
- Rao, U., Chen, L., Bidesi, A. S., Shad, M. U., Thomas, M. A., & Hammen, C. L. (2010). Hippocampal changes associated with early-life adversity and vulnerability to depression. *Biological Psychiatry*, 67(4), 357–374. doi:10.1016/j.biopsych.2009.10.017
- Reitzle, M., Winkler Metzke, C., & Steinhausen, H.-C. (2001). Eltern und Kinder: Der Zürcher Kurzfragebogen zum Erziehungsverhalten (ZKE). *Diagnostica*, 47(4), 196–207. doi:10.1026//0012-1924.47.4.196
- Roberson-Nay, R., McClure, E. B., Monk, C. S., Nelson, E. E., Guyer, A. E., Fromm, S. J., Charney, D. S., et al. (2006). Increased amygdala activity during successful memory encoding in adolescent major depressive disorder: an fMRI study. *Biological Psychiatry*, 60(9), 966–73. doi:10.1016/j.biopsych.2006.02.018

- Sanders, M. R. (1999). Triple p-positive parenting program: towards an empirically validated multilevel parenting and family support strategy for the prevention of behavior and emotional problems in children. *Clinical Child and Family Psychology Review*, 2(2), 71–90. doi:10.1023/A:1021843613840
- Schneider, Frank, & Fink, G. R. (2007). *Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie*. Heidelberg: Springer.
- Schneider, S., Peters, J., Bromberg, U., Brassens, S., Menz, M. M., Miedl, S. F., Loth, E., et al. (2011). Boys do it the right way : sex-dependent amygdala lateralization during face processing in adolescents. *NeuroImage*, 56(3), 1847–1853. doi:10.1016/j.neuroimage.2011.02.019
- Schubert, R., Ritter, P., Wüstenberg, T., Preuschhof, C., Curio, G., Sommer, W., & Villringer, A. (2008). Spatial attention related SEP amplitude modulations covary with BOLD signal in S1--a simultaneous EEG--fMRI study. *Cerebral Cortex*, 18(11), 2686–700. doi:10.1093/cercor/bhn029
- Sergerie, K., Chochol, C., & Armony, J. L. (2008). The role of the amygdala in emotional processing: a quantitative meta-analysis of functional neuroimaging studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 32(4), 811–30. doi:10.1016/j.neubiorev.2007.12.002
- Spear, L. P. (2011). Brain development. In *Encyclopedia of Adolescence*. Elsevier Inc. doi:10.1016/B97B-0-12-373915-5.00006-1
- Stein, M. B., Simmons, A. N., Feinstein, J. S., & Paulus, M. P. (2007). Increased amygdala and insula activation during emotion processing in anxiety-prone subjects. *The American Journal of Psychiatry*, 164(2), 318–27. doi:10.1176/appi.ajp.164.2.318
- Tahmasebi, A. M., Artiges, E., Banaschewski, T., Barker, G. J., Bruehl, R., Büchel, C., Conrod, P. J., et al. (2012). Creating probabilistic maps of the face network in the adolescent brain: a multicentre functional MRI study. *Human Brain Mapping*, 33(4), 938–57. doi:10.1002/hbm.21261

- Teicher, M. H., Tomoda, A., & Andersen, S. L. (2006). Neurobiological consequences of early stress and childhood maltreatment. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1071*, 313–323.
- Thomas, K. M., Drevets, W. C., Dahl, R. E., Ryan, N. D., Birmaher, B., Eccard, C. H., Axelson, D., et al. (2001). Amygdala response to fearful faces in anxious and depressed children. *Archives of General Psychiatry*, *58*(11), 1057–63.
- Todd, R. M., Evans, J. W., Morris, D., Lewis, M. D., & Taylor, M. J. (2011). The changing face of emotion: age-related patterns of amygdala activation to salient faces. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *6*(1), 12–23. doi:10.1093/scan/nsq007
- Tomoda, A., Navalta, C., Polcari, A., Sadato, M., & Teicher, M. H. (2009). Childhood sexual abuse is associated with reduced gray matter in visual cortex of young women. *Biological Psychiatry*, *66*, 642 – 648.
- Van Harmelen, A.-L., Van Tol, M.-J., Demenescu, L. R., Van der Wee, N. J. a, Veltman, D. J., Aleman, A., Van Buchem, M. a, et al. (2012). Enhanced amygdala reactivity to emotional faces in adults reporting childhood emotional maltreatment. *Social Cognitive and Affective Neuroscience* (Online-Publikation). doi:10.1093/scan/nss007
- Vuilleumier, P., & Pourtois, G. (2007). Distributed and interactive brain mechanisms during emotion face perception: evidence from functional neuroimaging. *Neuropsychologia*, *45*(1), 174–94. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.06.003
- Whittle, S., Yap, M. B. H., Sheeber, L., Dudgeon, P., Yücel, M., Pantelis, C., Simmons, J. G., et al. (2011). Hippocampal volume and sensitivity to maternal aggressive behavior: a prospective study of adolescent depressive symptoms. *Development and Psychopathology*, *23*(1), 115–29. doi:10.1017/S0954579410000684
- Whittle, S., Yap, M. B. H., Yücel, M., Sheeber, L., Simmons, J. G., Pantelis, C., & Allen, N. B. (2009). Maternal responses to adolescent positive affect are

associated with adolescents' reward neuroanatomy. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 4(3), 247–56. doi:10.1093/scan/nsp012

Williams, L. R., Degnan, K. A., Perez-Edgar, K. E., Henderson, H. A., Rubin, K. H., Pine, D. S., Steinberg, L., et al. (2009). Impact of behavioral inhibition and parenting style on internalizing and externalizing problems from early childhood through adolescence. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 37(8), 1063–75. doi:10.1007/s10802-009-9331-3

Wolfradt, U., Hempel, S., & Miles, J. N. (2003). Perceived parenting styles, depersonalisation, anxiety and coping behaviour in adolescents. *Personality and Individual Differences*, 34(3), 521–532. doi:10.1016/S0191-8869(02)00092-2

Yap, M. B. H., Whittle, S., Yücel, M., Sheeber, L., Pantelis, C., Simmons, J. G., & Allen, N. B. (2008). Interaction of parenting experiences and brain structure in the prediction of depressive symptoms in adolescents. *Archives of General Psychiatry*, 65(12), 1377–85. doi:10.1001/archpsyc.65.12.1377

6. ANHANG

ANHANG A.

Übersicht über die Studien, aus denen Koordinaten für die literaturbasierten Masken für die Zielregionen entnommen wurden:

Amygdala links	1., 3., 4., 5., 14., 15.
Amygdala rechts	1., 3., 4., 5., 14.
Hippokampus links	2., 7., 8., 9., 10., 13.
Hippokampus rechts	7., 9., 12., 13.
Fusiformer Gyrus links	3., 6., 11., 14.
Fusiformer Gyrus rechts	3., 6., 11., 12., 14.

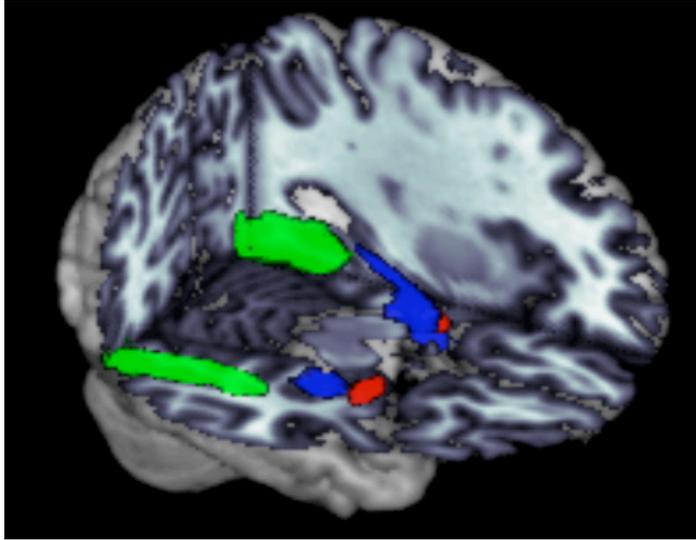
1. Beesdo, K., Lau, J. Y. F., Guyer, A. E., McClure-Tone, E. B., Monk, C. S., Nelson, E. E., Fromm, S. J., et al. (2009). Depressed vs anxious adolescents. *Archives of General Psychiatry*, 66(3), 275–285. doi:10.1001/archgenpsychiatry.2008.545
2. Edmiston, E. K., & Blackford, J. U. (2013). Childhood maltreatment and response to novel face stimuli presented during functional magnetic resonance imaging in adults. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 212(1), 36–42. doi:10.1016/j.psychresns.2012.11.009
3. Fusar-Poli, P., Placentino, A., Carletti, F., Landi, P., Allen, P., Surguladze, S., Benedetti, F., et al. (2009). Functional atlas of emotional faces processing: a

- voxel-based meta-analysis of 105 functional magnetic resonance imaging studies. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 34(6), 418–32.
4. Guyer, A. E., Monk, C. S., McClure-Tone, E. B., Nelson, E. E., Adler, A. D., Fromm, S. J., Leibenluft, E., et al. (2008). A developmental examination of amygdala response to facial expressions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(9), 1565–1582. doi:10.1162/jocn.2008.20114
 5. Hariri, A. R., Bookheimer, S. Y., & Mazziotta, J. C. (2000). Modulating emotional responses: effects of a neocortical network on the limbic system. *Neuroreport*, 11(1), 43–48.
 6. Kesler-West, M. L., Andersen, A. H., Smith, C. D., Avison, M. J., Davis, C. E., Kryscio, R. J., & Blonder, L. X. (2001). Neural substrates of facial emotion processing using fMRI. *Cognitive Brain Research*, 11(2), 213–226.
 7. Lee, B. T., Seok, J. H., Lee, B. C., Cho, S. W., Yoon, B. J., Lee, K. U., Chae, J. H., et al. (2008). Neural correlates of affective processing in response to sad and angry facial stimuli in patients with major depressive disorder. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 32(3), 778–785. doi:10.1016/j.pnpbp.2007.12.009
 8. Liu, J., Chaplin, T., Wang, F., Sinha, R., Mayes, L. C., & Blumberg, H. C. (2013). Stress reactivity and corticolimbic response to emotional faces in adolescents. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 51(3), 304–312. doi:10.1016/j.jaac.2011.12.014
 9. Maheu, F. S., Dozier, M., Guyer, A. E., Mandell, D., Peloso, E., Poeth, K., & Jenness, J. (2010). A preliminary study of medial temporal lobe function in youths with a history of caregiver deprivation and emotional neglect. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 10(1), 34–49. doi:10.3758/CABN.10.1.34
 10. Narita, K., Fujihara, K., Takei, Y., Suda, M., Aoyama, Y., Uehara, T., Majima, T., et al. (2012). Associations among parenting experiences during childhood and adolescence, hypothalamus-pituitary-adrenal axis hypoactivity, and hippocampal

- gray matter volume reduction in young adults. *Human Brain Mapping*, 33(9), 2211–2223. doi: 10.1002/hbm.21354
11. Pan, L. A., Hassel, S., Segreti, A. M., Nau, S. A., Brent, D. A., & Phillips, M. L. (2013). Differential patterns of activity and functional connectivity in emotion processing neural circuitry to angry and happy faces in adolescents with and without suicide attempt. *Psychological Medicine* (Online-Publikation). doi: 10.1017/S0033291712002966
 12. Ression, B., Hanseeuw, B., & Dricot, L. (2012). Defining face perception areas in the human brain: a large-scale factorial fMRI face localizer analysis. *Brain and Cognition*, 79(2), 138–157. doi: 10.1016/j.bandc.2012.01.001
 13. Schneider, S., Brassens, S., Bromberg, U., Banaschewski, T., Conrod, P., Flor, H., Gallinat, J., et al. (2012). Maternal interpersonal affiliation is associated with adolescents' brain structure and reward processing. *Translational Psychiatry* (Online-Publikation). doi: 10.1038/tp.2012.113
 14. Tahmasebi, A. M., Artiges, E., Banaschewski, T., Barker, G. J., Bruehl, R., Büchel, C., Conrod, P. J., et al. (2012). Creating probabilistic maps of the face network in the adolescent brain: a multicentre functional MRI study. *Human Brain Mapping*, 33(4), 938–957. doi:10.1002/hbm.21261
 15. Thomas, K. M., Drevets, W. C., Whalen, P. J., Eccard, C. H., Dahl, R. E., Ryan, N. D., & Casey, B. J. (2001). Amygdala response to facial expressions in children and adults. *Biological Psychiatry*, 49(4), 309–316.

ANHANG B.

Abbildungen der mittels TWURoi Tool erzeugten literaturbasierten Masken im 3D-SPM Standardgehirn



Rot: Amygdala links und rechts; Blau: Hippokampus links und rechts; Grün: Fusiformer Gyrus links und rechts

7. TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1:	SOZIODEMOGRAFISCHE MERKMALE DER STICHPROBE	33
TABELLE 2:	DESKRIPTIVE STATISTIK FÜR SKALEN DES ZKE	43
TABELLE 3:	INTERKORRELATIONEN DER ZKE SKALEN UND DER VARIABLEN STATE- ANGST UND ERLEBTER STRESS	44
TABELLE 4:	ERGEBNISSE DER CLUSTERANALYSE	45
TABELLE 5:	DESKRIPTIVE STATISTIK UND SIGNIFIKANZTESTS FÜR DIE ERZIEHUNGSTYPEN	46
TABELLE 6:	SIGNIFIKANTE CLUSTER FÜR DEN HAUPTEFFEKT EMOTION	47
TABELLE 7:	SIGNIFIKANTE CLUSTER FÜR DEN INTERAKTIONSEFFEKT GRUPPE X EMOTION	49
TABELLE 8:	<i>t</i> - TESTS FÜR DIE EINZELNEN EMOTIONEN	50
TABELLE 9:	<i>t</i> - TESTS FÜR AUTORITATIV > PERMISSIV IN DEN KONTRASTEN ANGST > NEUTRAL UND ÄRGER > NEUTRAL	53
TABELLE 10:	<i>t</i> - TESTS FÜR DIE ERZIEHUNGSTYPEN IM KONTRAST FREUDE > NEUTRAL	56
TABELLE 11:	SIGNIFIKANTE AKTIVIERUNGEN FÜR ZUSAMMENHÄNGE MIT SKALEN DES ZKE	60

8. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1:	BILDERABFOLGE UND ZEITLICHER VERLAUF DES VERWENDETEN GESICHTER-EMOTIONS-PARADIGMAS MODIFIZIERT NACH HARIRI ET AL. (2000)	36
ABBILDUNG 2:	FUNKTION DER 3D NORMALVERTEILUNG $G(x,y,z)$	41
ABBILDUNG 3:	<i>LINKS</i> : SIGNIFIKANTE AKTIVIERUNGEN IN DER ZIELREGION LINKER HIPPOKAMPUS IM KONTRAST ANGST > NEUTRAL FÜR DEN VERGLEICH DER ERZIEHUNGSTYPEN AUTORITATIV > PERMISSIV. <i>RECHTS</i> : ÄNGSTLICHES GESICHT AUS DER DATENBANK FACES	54
ABBILDUNG 4:	<i>LINKS</i> : SIGNIFIKANT ERHÖHTE AKTIVIERUNGEN IN DEN ZIELREGIONEN AMYGDALA UND HIPPOKAMPUS FÜR DIE ERZIEHUNGSSTILE MIT NIEDRIGER UNTERSTÜTZUNG (FORDERNDE KONTROLLE/ EMOTIONALE DISTANZ) IM VERGLEICH ZU ERZIEHUNGSSTILEN MIT HOHER UNTERSTÜTZUNG (AUTORITATIV/ PERMISSIV) IM KONTRAST FREUDE > NEUTRAL. <i>RECHTS</i> : FRÖHLICHES GESICHT AUS DER DATENBANK FACES	58

9. ZUSAMMENFASSUNG / ABSTRACT

Hintergrund. Bisherige Studien zum Einfluss der Erziehung auf die neuronale Verarbeitung emotionaler Gesichter haben sich fast ausschließlich mit extrem abweichenden Erziehungserfahrungen auseinandergesetzt. ProbandInnen, welche emotionale und physische Misshandlung in der Kindheit erlebt hatten, zeigen beim Betrachten negativer Gesichter im Vergleich zu Kontrollpersonen eine Hyperaktivität emotionsrelevanter Strukturen. Das Erziehungsverhalten innerhalb des normalen Spektrums kann anhand der Dimensionen „Unterstützung“ und „Kontrolle“ differentiell beschrieben werden. Die vorliegende Untersuchung geht dabei der Frage nach, ob auch Variationen im normalen elterlichen Erziehungsverhalten mit Unterschieden in der Verarbeitung emotionaler Gesichter bei Jugendlichen assoziiert sind.

Methode. 57 Jugendliche im Alter von 13 bis 15 Jahren wurden mittels funktioneller Kernspintomographie untersucht. Zur Erfassung des Blood-oxygen-level-dependent (BOLD) Signals in a priori definierten Zielregionen, wie der bilateralen Amygdala, dem Hippokampus und fusiformen Gyrus, wurde ein etabliertes Gesichter-Vergleichs-Paradigma verwendet, welches bereits in vorherigen Studien zu Emotionsverarbeitung und Erziehungserfahrungen angewendet wurde. Das elterliche Erziehungsverhalten wurde durch Selbstbeurteilung der Jugendlichen mit dem „Zürcher Kurzfragebogen zum Erziehungsverhalten“ (ZKE) erfasst.

Ergebnisse. Jugendliche, die nach Selbsteinschätzung nur wenig Unterstützung durch die Eltern erhielten, zeigten bei der Verarbeitung positiver Gesichter eine höhere Aktivität in der linken Amygdala und im linken Hippokampus als Jugendliche, die sich gut unterstützt fühlten. Jugendliche, die ein größeres Ausmaß an Kontrolle durch die Eltern erlebten, zeigten bei der Verarbeitung negativer Gesichter eine verstärkte Aktivität im linken Hippokampus im Vergleich zu Jugendlichen, die wenig kontrolliert wurden.

Diskussion. Variationen im normalen Erziehungsverhalten gingen mit Unterschieden in der Verarbeitung emotionaler Gesichter auf neuronaler Ebene einher. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass positive soziale Reize für Jugendliche, die wenig Unterstützung erleben, besonders salient sind. Jugendliche, die ihre Eltern als kontrollierender erleben, könnten im Vergleich zu wenig kontrollierten Jugendlichen

eine erhöhte Stresssensitivität aufweisen. Auffälligkeiten in den neuronalen Korrelaten der Emotionsverarbeitung könnten dabei Mediatoren für die Zusammenhänge zwischen ungünstigen Erziehungserfahrungen und Risikofaktoren für psychische Erkrankungen bei Jugendlichen darstellen.

ABSTRACT

Background. Previous studies linking parenting and the neural processing of emotional faces have almost exclusively focused on early experiences that were extreme adverse. Emotional and physical maltreatment in childhood has been consistently associated with hyperactivity in structures relevant for emotion processing, such as the left amygdala, during processing of negative faces. Parenting within a normative range can be differentiated along the dimensions „support“ and „control“. The present study therefore explores whether variations within normative parenting are associated with alterations in the processing of emotional faces in adolescents.

Method. A sample of 57 adolescents aged 13 to 15 years has been examined using functional magnetic resonance imaging. Blood-oxygen-level-dependent (BOLD) signal change in a priori regions of interest, such as bilateral amygdala, hippocampus and fusiform gyrus, was measured using a well-established face-matching paradigm, which has been used in previous studies on emotion processing and parenting. Parental behavior was assessed by self-assessment ratings of the adolescents using the „Zürcher Kurzfragebogen zum Erziehungsverhalten“ (ZKE).

Results. Youths reporting low levels of parental support had enhanced activity in the left amygdala and hippocampus during the processing of happy faces compared to adolescents that felt very much supported by their parents. There was further evidence that adolescents experiencing high levels of control showed stronger activation of the left hippocampus while processing negative faces than adolescents that reported low levels of parental control.

Discussion. Variations within the normal range of parenting were associated with differences in the processing of emotional faces in the adolescent sample. The results suggest that positive social stimuli might be especially salient for adolescents who lack support by their parents. Adolescents experiencing higher levels of control by their parents might be more sensitive to stress than adolescents reporting low levels of parental control. Alterations in emotion processing on the neural level might mediate the link between more disadvantageous styles of parenting and risk factors for mental health problems in adolescents.

10. LEBENSLAUF

EVA FLEMMING

GEB. AM 23.08.1987 (IN LUCKENWALDE, DEUTSCHLAND)

LEOPOLDSTRASSE 17, 10317 BERLIN

AUSBILDUNG

Seit 04/ 2009	Diplomstudium Psychologie an der Universität Wien
10/ 2007 – 03/ 2009	Bachelorstudiengang Literaturwissenschaft/ Publizistik an der Freien Universität Berlin
08/ 1999 – 06/ 2006	Humboldt-Gymnasium Potsdam (Abschluss: Matura)

FORSCHUNGS- UND PRAXISERFAHRUNG

09/ 2012 – 05/ 2013	Mitarbeit als Diplomandin im interdisziplinären SELF-Projekt in Kooperation von Charité Berlin und Freier Universität Berlin (www.self-projekt.de)
10/ 2012 – 05/ 2013	Studentische Mitarbeiterin im Büro von Dr. Seiferth (Leitende Psychologin der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Charité Campus Mitte Berlin)
06/ 2012 – 09/ 2012	Klinisch-psychiatrisches Praktikum auf der Station 152a (Schwerpunkt Affektive Erkrankungen) an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Charité Campus Mitte Berlin
07/2011 – 09/2011	Klinisch-psychiatrisches Praktikum auf der akutpsychiatrischen Station 19b des Vivantes Auguste-Viktoria-Klinikums (Berlin)
06/ 2011	Mitarbeit bei der 12. European Conference on Traumatic Stress (ECOTS), Universität Wien
07/ 2010 – 09/ 2010	Forschungspraktikum am interdisziplinären Forschungscluster „Languages of Emotion“, Freie Universität Berlin