

Die Bedeutung emotionaler Gesichtsausdrücke für das
Wiedererkennen von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten
bei 7 und 9 Monate alten Säuglingen

Inaugural-Dissertation zur Erlangung
des akademischen Grades Doctor rerum naturalium
- Dr. rer. nat. -

vorgelegt von
Cornelia Groß
geboren in Baiersbronn-Röt

Fachbereich Psychologie und Sportwissenschaften
Abteilung Entwicklungspsychologie
Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt im September 2010

Tag der Disputation: 14. Dezember 2010

Erstgutachterin: Prof. Dr. Gudrun Schwarzer

Zweitgutachter: Prof. Dr. Arnold Lohaus

Diese Arbeit entstand mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des DFG-Projekts „Prozesse der Gesichtserkennung im Säuglingsalter: Die Rolle natürlicher Variationen“ von Prof. Dr. Gudrun Schwarzer (SCHW 665/3-5).

Teile dieser Arbeit wurden auf der TeaP 2004 in Gießen, bei der Tübinger Wahrnehmungskonferenz 2005 in Tübingen und auf dem Binneal Meeting of the SRCD 2005 in Atlanta (USA) vorgestellt.

Die Hauptergebnisse der Arbeit wurden in der Zeitschrift „International Journal of Behavioral Development“ veröffentlicht: Gross, C. & Schwarzer, G. (2010). Face recognition across varying poses in seven- and nine-month-old infants: The role of facial expression. *International Journal of Behavioral Development*, 34, 417-426.

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	IV
ZUSAMMENFASSUNG	1
THEORETISCHER HINTERGRUND	2
A. WAHRNEHMUNG VON GESICHTERN BEI ERWACHSENEN	3
1. Gesichtsidentität und emotionaler Ausdruck: abhängige oder unabhängige Verarbeitung?	3
2. Gesichtserkennung aus unterschiedlichen Ansichten	8
3. Bedeutung emotionaler Gesichtsausdrücke für das Wiedererkennen von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten	12
B. WAHRNEHMUNG VON GESICHTERN BEI SÄUGLINGEN	14
1. Entwicklung der Gesichtswahrnehmung im Säuglingsalter	14
2. Modelle zur Entwicklung der Gesichtswahrnehmung	16
3. Wiedererkennung von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten bei Säuglingen	19
4. Entwicklung der Emotionswahrnehmung im Säuglingsalter	24
FRAGESTELLUNG UND HYPOTHESEN	28
METHODE UND ERGEBNISSE	31
A. ALLGEMEINE UNTERSUCHUNGSMETHODE	31
Aufbau der Versuchsreihe	31
Versuchspersonen	32
Stimuli	33
Versuchsablauf	34
B. VORSTUDIEN	37
B.1 Vorstudien mit Erwachsenen	37
B.1.1 Beurteilung des emotionalen Gesichtsausdrucks	37
Fragestellung	37
Methode	37
Ergebnisse	38
Diskussion	39

B.1.2 Ähnlichkeitsbeurteilung der Testgesichter.....	40
Fragestellung	40
Methode.....	40
Ergebnisse	41
Diskussion	42
B.2 Vorstudien mit Säuglingen	43
B.2.1 Unterscheidung der Identität bei Gesichtern mit neutralem emotionalem Ausdruck	43
Fragestellung	43
Methode.....	43
Ergebnisse und Diskussion.....	44
B.2.2 Unterscheidung der Dreiviertelansicht von der Frontalansicht bei Gesichtern mit neutralem, positivem und negativem emotionalem Ausdruck	45
Fragestellung	45
Methode.....	45
Ergebnisse und Diskussion.....	46
C. HAUPTSTUDIEN.....	47
C.1 Hauptstudien mit 7 Monate alten Säuglingen.....	47
Hauptstudie 1: Generalisierung der Gesichtsidentität von der Frontal- auf die Dreiviertelansicht bei Gesichtern mit neutralem emotionalem Ausdruck	47
Fragestellung	47
Methode.....	47
Ergebnisse	48
Diskussion.....	49
Hauptstudie 2: Generalisierung der Gesichtsidentität von der Dreiviertel- auf die Frontalansicht bei Gesichtern mit neutralem emotionalem Ausdruck	51
Fragestellung	51
Methode.....	51
Ergebnisse	51
Diskussion.....	52
Vergleich der Ergebnisse aus den Hauptstudien 1 und 2	54
Diskussion	55
Hauptstudie 3: Generalisierung der Gesichtsidentität von der Frontal- auf die Dreiviertelansicht bei Gesichtern mit positivem emotionalem Ausdruck	57
Fragestellung	57
Methode.....	57
Ergebnisse	57
Diskussion	58
Hauptstudie 4: Generalisierung der Gesichtsidentität von der Dreiviertel- auf die Frontalansicht bei Gesichtern mit positivem emotionalem Ausdruck	60
Fragestellung	60
Methode.....	60
Ergebnisse	60
Diskussion.....	61
Vergleich der Ergebnisse aus den Hauptstudien 3 und 4	62
Diskussion	63

Hauptstudie 5: Generalisierung der Gesichtsidentität von der Frontal- auf die Dreiviertelansicht bei Gesichtern mit negativem emotionalem Ausdruck	65
Fragestellung	65
Methode.....	65
Ergebnisse	66
Diskussion	66
Hauptstudie 6: Generalisierung der Gesichtsidentität von der Dreiviertel- auf die Frontalansicht bei Gesichtern mit negativem emotionalem Ausdruck	68
Fragestellung	68
Methode.....	68
Ergebnisse	68
Diskussion	69
Vergleich der Ergebnisse aus den Hauptstudien 5 und 6	70
Diskussion	71
C.2 Hauptstudie mit 9 Monate alten Säuglingen.....	73
Hauptstudie 7: Generalisierung der Gesichtsidentität bei Gesichtern mit neutralem emotionalem Ausdruck bei 9 Monate alten Säuglingen	73
Fragestellung	73
Methode.....	73
Ergebnisse	73
Diskussion	75
C.3 Vergleich von Blickzeitparametern der verschiedenen Hauptstudien	76
Unterschiede in den Blickzeitparametern in Abhängigkeit von emotionalem Ausdruck und Darbietungsansicht	76
Unterschiede in den Blickzeitparametern in Abhängigkeit von Alter und Darbietungsansicht	79
Diskussion	79
GESAMTDISKUSSION	81
Bedeutung unterschiedlicher Zusatzinformationen für die Generalisierung der Gesichtsidentität.....	82
Entwicklung der Generalisierungsleistung zwischen 7 und 9 Monaten.....	85
Einfluss der Darbietungsansicht auf die Betrachtungsdauer.....	86
Erleichterte Wiedererkennung durch emotionale Gesichtsausdrücke.....	88
Fazit und Ausblick	94
ABSTRACT.....	96
LITERATUR	97
ANHANG.....	108

ZUSAMMENFASSUNG

In unabhängigen Studien wurde untersucht, ob 7 und 9 Monate alte Säuglinge die Identität eines Gesichts auf eine neue Ansicht generalisieren, wenn ihnen Gesichter ohne äußere Gesichtsmarkmale wie Haarfrisur gezeigt werden. Weiterhin wurde untersucht, ob emotionale Gesichtsausdrücke diese Generalisierungsleistungen verbessern können und ob die Ansicht, in der die Gesichter gelernt und wiedererkannt werden, einen Einfluss auf diese Fähigkeit hat.

In drei Studien wurden 7 und 9 Monate alte Säuglinge an ein Gesicht mit neutralem emotionalem Ausdruck in der Frontal- oder Dreiviertelansicht habituiert. In vier weiteren Studien wurden 7 Monate alte Säuglinge an Gesichter mit positivem oder negativem emotionalem Ausdruck habituiert. In einer der Habituationphase unmittelbar folgenden Testphase wurden den Säuglingen Gesichterpaare, bestehend aus dem Habituationsgesicht in einer neuen Ansicht und einem neuen Gesicht in der gleichen Ansicht, gezeigt. Gemäß dem Novelty-Preference-Paradigma wurde eine Generalisierung der Identität auf die neue Ansicht aus längeren Blickzeiten für das neue Gesicht geschlossen.

Während 7 Monate alte Säuglinge das neue Gesicht mit neutralem Ausdruck nicht länger betrachteten, war bei den 9 Monate alten Säuglingen eine längere Blickzeit für das neue Gesicht zu beobachten. Wurden die Gesichter jedoch mit positivem oder negativem emotionalem Ausdruck gezeigt, dann zeigten auch 7 Monate alte Säuglinge längere Blickzeiten für das neue Gesicht, wodurch auf eine Generalisierung der Identität des Habituationsgesichts auf eine neue Ansicht geschlossen werden kann. Kontrollstudien zeigen, dass die Generalisierungsleistung bei den 7 Monate alten Säuglingen in den emotionalen Bedingungen nicht dadurch zustande gekommen sein kann, dass die Säuglinge nicht zwischen den beiden Ansichten des Gesichts unterscheiden konnten.

Die Ergebnisse zeigen, dass 9, aber nicht 7 Monate alte Säuglinge ein neutrales Gesicht in einer neuen Ansicht wiedererkennen und dass 7 Monate alte Säuglinge ein Gesicht in einer neuen Ansicht erkennen, wenn es mit positivem oder negativem Ausdruck gezeigt wird. Für die weiter fortgeschrittenen Fähigkeiten der Gesichtserkennung bei 9 Monate alten Säuglingen wird der Zuwachs an Erfahrungen mit Gesichtern angenommen. Die erleichterte Wiedererkennung von Gesichtern mit emotionalem Ausdruck bei 7 Monate alten Säuglingen wird im Hinblick auf ein Modell zu Netzwerken der Emotionswahrnehmung (Leppänen & Nelson, 2009) und einem neuronalen Modell der Gesichtswahrnehmung (Haxby, Hoffman & Gobbini, 2000) diskutiert.

THEORETISCHER HINTERGRUND

Um ein Gesicht wiederzuerkennen, muss das menschliche visuelle System nicht nur dazu in der Lage sein, unterschiedliche Gesichter voneinander zu unterscheiden, sondern auch tolerant sein gegenüber Veränderungen wie beispielsweise unterschiedlichen Emotionen, wechselnden Ansichten oder veränderten Lichtverhältnissen. Die Repräsentation eines bestimmten Gesichts muss also dessen Einzigartigkeit spezifizieren bzw. beinhalten, aber dennoch so flexibel sein, dass die Identität auch über bestimmte Veränderungen hinweg generalisiert werden kann. Die Frage, wie das visuelle System solche komplexen Aufgaben löst und wie Gesichter repräsentiert werden, ist Gegenstand einer Vielzahl an Forschungsarbeiten.

Im theoretischen Teil dieser Arbeit werden zunächst Befunde aus der Forschung zur Gesichtserkennung im Erwachsenenalter vorgestellt. Dabei beleuchtet das erste Kapitel Forschungsarbeiten, die sich mit der Frage befassen, inwieweit die Identität und der emotionale Ausdruck eines Gesichts unabhängig oder in Abhängigkeit voneinander verarbeitet werden. Im zweiten Kapitel wird die Forschungslage zur Wiedererkennung von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten dargestellt und im abschließenden Kapitel wird darauf eingegangen, inwieweit zusätzliche Informationen wie emotionale Gesichtsausdrücke auch für das Wiedererkennen von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten von Bedeutung sein können.

In der zweiten Hälfte des theoretischen Hintergrunds wird die Entwicklung der Gesichtswahrnehmung im ersten Lebensjahr dargestellt. Dabei werden zunächst allgemeine Aspekte und verschiedene Modelle zur Entwicklung der Gesichtswahrnehmung beschrieben. Im zweiten und dritten Kapitel wird dargelegt, wie sich die Fähigkeit zur Generalisierung invarianter Gesichtsmerkmale über verschiedene Ansichten und Emotionen hinweg entwickelt.

A. WAHRNEHMUNG VON GESICHTERN BEI ERWACHSENEN

1. Gesichtsidentität und emotionaler Ausdruck: abhängige oder unabhängige Verarbeitung?

„... expressional variation does alter aspects of the stimulus pattern which are used in remembering faces – that the characteristics which differ in resting state and smile play some role in facial recognition“

(Galper & Hochberg, 1971, S. 354)

Das Zitat verdeutlicht die Position der Forschungsarbeiten aus den frühen 1970er Jahren, die davon ausgingen, dass emotionale Gesichtsausdrücke für die Wiedererkennung von Gesichtern bedeutsam sind. Anlass zu dieser Annahme gaben Studien, die die Wiedererkennung von farbnegativen Abbildungen von Gesichtern untersuchten. Den Befund, dass solche Abbildungen wesentlich schlechter wiedererkannt wurden als farbpositiv dargestellte Gesichter, führte Hochberg (1968, zitiert nach Sorce & Campos, 1974) darauf zurück, dass das Erkennen von emotionalen Gesichtsausdrücken bei farbnegativen Abbildungen stark beeinträchtigt wird. Sorce und Campos (1974) brachten die Beurteilung von emotionalen Ausdrücken bei farbpositiv und farbnegativ präsentierten Gesichtern mit der Wiedererkennungsleistung dieser Bilder in Zusammenhang. Dabei stellten sie fest, dass beim Wiedererkennen der Gesichter mit verändertem Darbietungsmodus (z.B. Lerngesicht farbpositiv, Testgesicht farbnegativ oder umgekehrt) diejenigen Gesichter am schlechtesten wiedererkannt wurden, deren Emotionsbeurteilungen zwischen den Darbietungsmodi am weitesten auseinander lagen. Die Autoren sahen dadurch einen Einfluss des emotionalen Ausdrucks auf das Wiedererkennen von Gesichtern bestätigt, räumten aber ein, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit auch andere Variablen die Wiedererkennungsleistung beeinflussen.

Demgegenüber führten Forschungsarbeiten, die die Gesichtswahrnehmung bei Erwachsenen in den 1980er Jahren untersucht haben, zu der Modellannahme, dass emotionale Gesichtsausdrücke für das Wiedererkennen einer Gesichtsidentität ohne Bedeutung sind, dass beide Informationen also unabhängig voneinander verarbeitet werden (Bruce & Young, 1986). Nach dem einflussreichen kognitiven Modell der Gesichtsverarbeitung von Bruce und Young (1986) werden durch Enkodierung der Gesichtsstruktur abstrakte, emotionsunabhängige Beschreibungen des gesehenen Gesichts erstellt, die in den sogenannten „face

recognition units“ (FRUs) gespeichert werden. Findet sich bei der Enkodierung eines neuen Gesichts eine hohe Übereinstimmung mit der gespeicherten Beschreibung in einer *face recognition unit* (FRU), soll es zur Aktivierung dieser FRU und somit zur Wiedererkennung des Gesichts kommen. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass Informationen, die für die Identifizierung des Gesichts keine Rolle spielen sollen, etwa der emotionale Gesichtsausdruck oder auch das Geschlecht, parallel verarbeitet werden und nicht zu einer Aktivierung der FRUs führen. Unterstützung erfährt das Modell, dessen Annahme zur unabhängigen Verarbeitung auch als „*parallel-route hypothesis*“ bezeichnet wird, durch eine Vielzahl an Studien unter Verwendung unterschiedlicher experimenteller Methoden: sowohl Verhaltensbeobachtungen an gesunden (Calder, Burton, Miller, Young & Akamatsu, 2001) und Personen mit Hirnverletzungen (z.B. Humphreys, Donnelley & Riddoch, 1993; Parry, Young, Saul & Moss, 1991) als auch Studien mit bildgebenden Verfahren (z.B. Dubois et al., 1999) legen eine unabhängige Verarbeitung von Identität und Emotionen nahe. So berichten neuropsychologische Studien von Patienten mit intakter Gesichtserkennung bei gestörter Emotionserkennung (z.B. Humphreys et al., 1993) und umgekehrt auch von Personen mit Prosopagnosie, die große Schwierigkeiten beim Erkennen der Gesichtsidentität, jedoch eine intakte Emotionserkennung aufweisen (z.B. Young, Newcombe, de Haan, Small & Hay, 1993). Weitere Unterstützung erhält die Annahme der parallelen Verarbeitung durch die Ergebnisse von Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren, die gezeigt haben, dass die Verarbeitung der Gesichtsidentität vorrangig mit einer erhöhten Aktivität im lateralen fusiformen Gyrus einhergeht (George, Dolan, Fink, Aylis, Russel & Driver, 1999), während emotionale Gesichtsausdrücke dagegen eher im superioren temporalen Kortex (Streit et al., 1999) und der Amygdala (z.B. Morris et al., 1996) verarbeitet werden. Übereinstimmend wurden bei Einzelzelleableitung an Primaten im superioren temporalen Kortex Neuronen gefunden, die selektiv nur auf emotionale Gesichtsausdrücke reagierten, während sich im superioren temporalen Sulcus (eine Struktur, die beim Menschen nach Haxby et al., 2002, mit hoher Wahrscheinlichkeit dem lateralen fusiformen Gyrus entspricht) Neuronen fanden, die selektiv nur auf Identität reagierten (Hasselmo, Rolls & Baylis, 1989).

Neuere Studien (z.B. Baudouin, Martin, Tiberghien, Verlut & Franck, 2002; Ganel & Goshen-Gottstein, 2004; Schweinberger, Burton & Kelly, 1999; Schweinberger & Soukup, 1998) fanden aber Hinweise, die, wie auch in der Arbeit von Source und Campos (1974) angenommen, gegen eine parallele Verarbeitung von Emotion und Identität und für eine wechselseitige Beeinflussung der beiden Dimensionen sprechen.

Mit Hilfe des *speeded-classification Tasks* nach Garner (1976) wurde untersucht, ob die beiden Dimensionen Identität und emotionaler Ausdruck eines Gesichts unabhängig oder in Abhängigkeit voneinander verarbeitet werden. Die Klassifikationsaufgabe ermöglichte es, zu untersuchen, inwieweit die Aufmerksamkeit selektiv auf eine Kategoriendimension (z.B. Identität oder Emotion) gerichtet werden kann, ohne von der jeweils zweiten Dimension beeinflusst zu werden. Durch das Sortieren von zwei Gesichtern mit zwei unterschiedlichen emotionalen Ausdrücken nach dem Kriterium Identität oder Emotion kann anhand von Reaktionszeiten und Fehleranzahl geschlossen werden, ob die relevante Dimension unabhängig verarbeitet wird oder ob eine Beeinflussung durch die jeweils irrelevante Dimension stattfindet.

Während Etcoff (1984) unter Verwendung dieser Klassifikationsaufgabe eine unabhängige Verarbeitung beider Dimensionen feststellte, berichten neuere Studien (s.u.) übereinstimmend von einem asymmetrischen Zusammenhang zwischen der Verarbeitung von Identität und Emotion. Dieser Zusammenhang zeigte sich zum einen darin, dass die Identität unabhängig, der emotionale Ausdruck jedoch in Abhängigkeit von der Identität verarbeitet wurde (Baudouin et al., 2002; Schweinberger, Burton & Kelly, 1999; Schweinberger & Soukup, 1998; Spangler, Schwarzer, Korell & Maier-Karius, 2010).

So fanden Spangler und Kollegen (2010) eine asymmetrische Verarbeitung von Identität und Emotion bereits im Kindesalter: 5- bis 11-jährige Kinder konnten ebenso wie Erwachsene ihre Aufmerksamkeit selektiv auf die Identität von Gesichtern richten, auch wenn diese im emotionalen Ausdruck variierten. Bei der Aufgabe, Gesichter hinsichtlich ihres emotionalen Ausdrucks zu kategorisieren, zeigte sich ein Anstieg der Reaktionszeiten und damit eine abhängige Verarbeitung von Emotion und Identität.

Ganel und Goshen-Gottstein (2004) führten den asymmetrischen Einfluss der Identität auf Emotionszuordnung auf die leichtere Unterscheidbarkeit der gezeigten Identitäten zurück. Sie konstatieren - ebenfalls unter Verwendung von Garners Paradigma - für eine vergleichbare Unterscheidbarkeit der Dimensionen Identität und Emotion, sowohl den bereits beschriebenen Einfluss von Identität auf die Emotionszuordnung als auch einen Einfluss der gezeigten Emotion auf die Identitätszuordnung. Auch einige weitere Studien weisen auf eine Beeinflussung der Identitätsverarbeitung durch den emotionalen Gesichtsausdruck hin. So fanden Endo, Endo, Kirita & Maruyama (1992), dass Gesichter, die dem Betrachter persönlich bekannt waren, schneller als bekannt identifiziert wurden, wenn sie einen neutralen emotionalen Ausdruck zeigten, als wenn sie lächelnd oder ärgerlich gezeigt wurden. Bei be-

kannten Gesichtern des öffentlichen Lebens verhielt es sich dagegen umgekehrt, hier wurden diejenigen Gesichter am schnellsten beurteilt, die einen lächelnden Gesichtsausdruck zeigten. Ebenso stellten Kaufmann und Schweinberger (2004) eine erleichterte Wiedererkennung berühmter Gesichter bei Darbietung mit lächelndem Gesichtsausdruck fest. Die Autoren nehmen an, dass die Darstellung der Gesichter mit überwiegend positivem emotionalem Ausdruck in den Medien zum Aufbau von Repräsentationen führt, die auch Informationen über typische emotionale Gesichtsausdrücke enthalten. Allerdings zeigt eine Studie von D'Argembeau und Van der Linden (2007), dass auch unbekannte Gesichter, die mit einem positiven Gesichtsausdruck kennengelernt wurden, anschließend besser wiedererkannt wurden als Gesichter, die einen ärgerlichen Gesichtsausdruck zeigten.

Auch Untersuchungen an Patienten geben weitere Hinweise darauf, dass die Identitätsverarbeitung von emotionalen Ausdrücken beeinflusst werden kann. Eine Studie beschreibt die Unfähigkeit einer Patientin mit Amygdalaektomie aufgrund Epilepsie, Emotionen zu erkennen und zuzuordnen (Young, Hellawell, van de Wal & Johnson, 1996). Die eigentlich intakte Fähigkeit der Identitätsverarbeitung war bei der Patientin gestört, wenn das gleiche Gesicht mit zwei unterschiedlichen Emotionen gezeigt wurde. Die gestörte Emotionswahrnehmung weitete sich auf die Identitätserkennung aus und führte sogar dazu, dass zwei gleiche Gesichter aufgrund der unterschiedlichen emotionalen Gesichtsausdrücke für unterschiedliche Identitäten gehalten wurden.

Diese Befunde zur gegenseitigen Beeinflussung von Identitäts- und Emotionsverarbeitung sprechen gegen die Annahme einer parallelen Verarbeitung von Identität und Emotion, wie im Modell der Gesichtswahrnehmung von Bruce und Young (1986) angenommen, und werden daher auch als Argument für die „*single-route hypothesis*“ aufgeführt. Eine Erklärung der festgestellten Interaktionen ermöglicht dagegen ein neuronales Modell der Gesichtswahrnehmung (Haxby, Hoffman & Gobbini, 2000). Haxby und Kollegen (2000) postulieren eine Aufteilung neuronaler Systeme nach Funktionsbereichen, die aber wechselseitig interagieren können. Das „*model of a distributed neural system for face perception*“ ist aufgeteilt in ein Hauptsystem für die visuelle Analyse von Gesichtern und ein erweitertes System für die tiefere Verarbeitung der Bedeutung von im Gesicht wahrgenommenen Informationen (vgl. Abbildung 1). So wird angenommen, dass invariante (Identität) und veränderbare (z.B. Emotion) Aspekte des Gesichts zwar in unterschiedlichen Strukturen des visuellen Kortex repräsentiert werden, dass aber Interaktionen zwischen diesen Strukturen und den Strukturen des erweiterten Systems bestehen, die die Wahrnehmung von unterschiedlichen

Gesichtsinformationen modulieren können. Ausgehend von neurophysiologischen Befunden stellen die Autoren dar, dass die Region des fusiformen Gyrius nicht nur eine wichtige Bedeutung für die Identitätserkennung eines Gesichts hat, sondern auch bei der Wahrnehmung von Emotionen eine Rolle spielt. Ebenso wird aufgezeigt, dass Strukturen wie die Amygdala oder der intraparietale Sulcus, die insbesondere der Emotionswahrnehmung dienen, auch Kapazitäten für die Verarbeitung von Gesichtsidetität besitzen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass es sowohl Untersuchungsbefunde gibt, die für eine unabhängige Verarbeitung von Identität und Emotion von Gesichtern sprechen, als auch Befunde, die eine wechselseitige Beeinflussung von Identität und Emotion bei der Wahrnehmung von Gesichtern nahelegen. Das neuronale Modell der Gesichtswahrnehmung von Haxby und Kollegen (2000) spricht dafür, dass mit zunehmenden Erkenntnissen über die neuronale Verarbeitung von Gesichtsinformationen diese Forschungskontroverse Aufklärung erfährt.

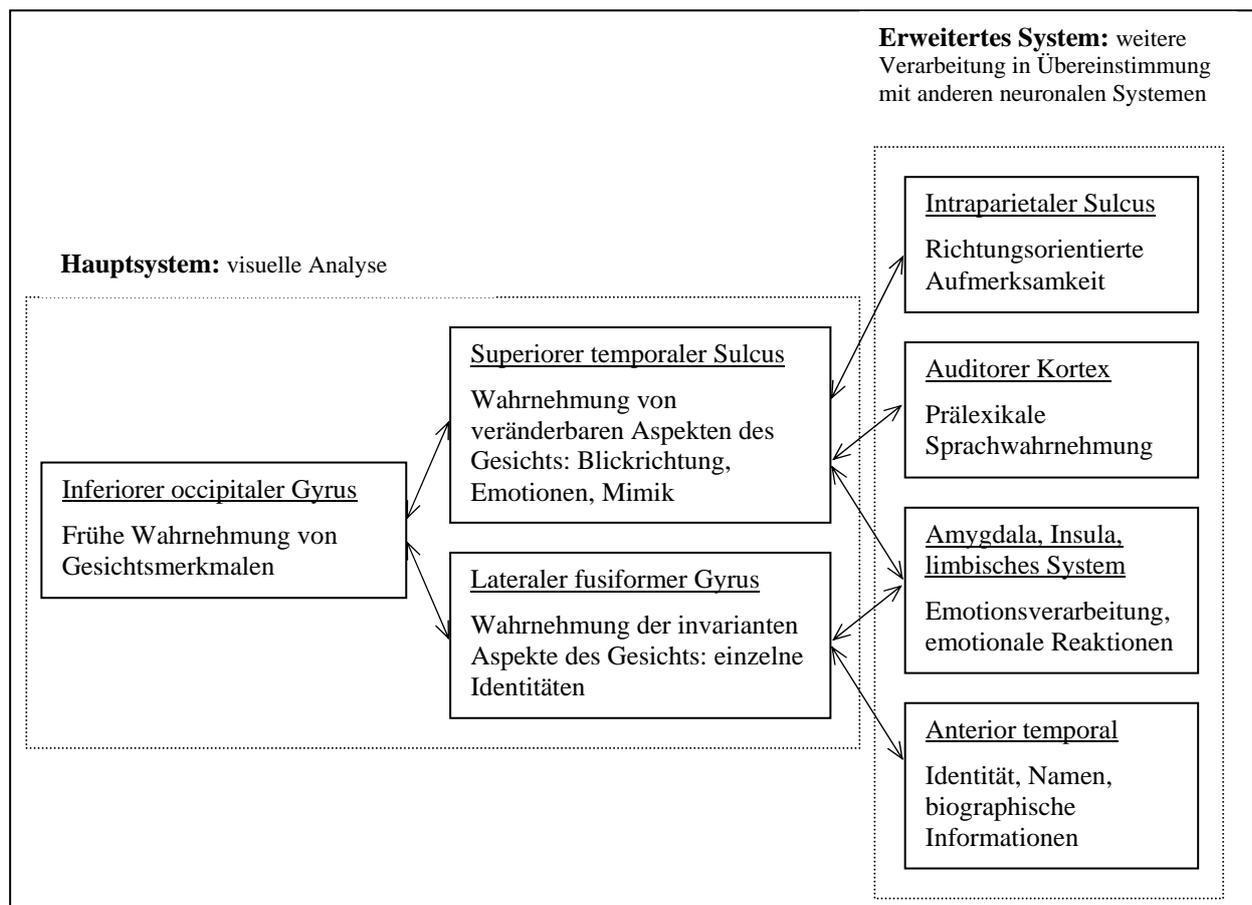


Abbildung 1. „Model of a Distributed Neural System for Face Perception“ – Modell der aufgeteilten neuronalen Systeme für die Wahrnehmung von Gesichtern nach Haxby, Hoffman & Gobbini, 2000.

2. Gesichtserkennung aus unterschiedlichen Ansichten

„To recognize a face under varying viewpoints we need to encode something unique about the face that distinguishes it from all other faces in the world and, furthermore, we must be able to access this unique information from the novel view.“

(O’Toole, Edelman & Bühlhoff, 1998, S. 2351)

Während bekannte Gesichter ohne größere Schwierigkeiten unter variierenden Bedingungen wie z.B. unterschiedlichen Ansichten wiedererkannt werden (Bruce, 1982), ist die Wiedererkennung von unbekanntem Gesichtern unter veränderten Bedingungen oft erschwert (Hancock, Bruce & Burton, 2000). Wie im obigen Zitat von O’Toole und Kollegen (1998) zum Ausdruck kommt, liegt die besondere Schwierigkeit beim Wiedererkennen von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten darin, die spezifische invariante Struktur eines Gesichts zu extrahieren und aus einem anderen Blickwinkel wiederzuerkennen. Eine solche Wiedererkennungsleistung ist umso bemerkenswerter, wenn man bedenkt, dass die objektive Bildinformation z.B. zwischen Frontal- und Profilansicht sehr verschieden ist. So führen verschiedene Ansichten desselben Gesichts auf der Retina zu unterschiedlicheren Abbildungen als zwei unterschiedliche Gesichtsidentitäten in derselben Ansicht. Wird die Ansicht eines Gesichts verändert, so ändern sich auch die Informationsquellen in der Abbildung, wie z.B. die Form und Position der Ränder und die sichtbare Oberfläche des Gesichts (Hill & Bruce, 1996).

Eine Vielzahl an Forschungsarbeiten hat bei Erwachsenen untersucht, wie gut Gesichter in unterschiedlichen Ansichten gelernt und auch wiedererkannt werden. Die meisten Studien vergleichen die Wiedererkennung von zwei oder drei verschiedenen Ansichten. Hierbei wird dahingehend unterschieden, ob eine bestimmte Lernansicht zu besserer Wiedererkennung führt oder ob sich eine bestimmte Ansicht für die Wiedererkennung besonders gut eignet. Am häufigsten wurden Gesichter in der Frontal-, Dreiviertel- und Profilansicht untersucht. Einigkeit herrscht darüber, dass die Profilansicht für die Wiedererkennung eines Gesichts schlecht geeignet ist (z.B. Bruce, Valentin & Baddeley, 1987; Hill, Schyns & Akamatsu, 1997). Die überwiegende Anzahl der Studien berichtet von einer verbesserten Wiedererkennung bei Darbietung derselben Ansicht in Lern- und Testphase (z.B. Hill, Schyns & Akamatsu, 1997; O’Toole, et al., 1998). Dieser Vorteil scheint jedoch auf die Frontal- und Dreiviertelansicht begrenzt zu sein, bei einer gelernten Profilansicht wurde nämlich keine

erleichterte Wiedererkennung derselben Ansicht gefunden (Newell, Chiroro & Valentine, 1999).

Studien zur Generalisierung der Gesichtsidentität auf neue Ansichten sind insbesondere deshalb interessant, da diese Hinweise darauf geben können, wie Gesichter repräsentiert und gespeichert werden. Hierbei kann zwischen den Modellannahmen einer ansichtenabhängigen Repräsentation und der Annahme einer ansichteninvarianten Repräsentation von Gesichtern unterschieden werden. So nimmt das im vorherigen Kapitel beschriebene kognitive Modell der Gesichtserkennung nach Bruce und Young (1986) an, dass in den sogenannten „*face recognition units*“ (FRU) ansichteninvariante Repräsentationen von Gesichtern enthalten sind. Modelle, die aus der Forschung zur Objektwahrnehmung auf Gesichter übertragen wurden, wie z.B. das der mentalen Rotation (Shepard & Metzler, 1971; Ullman, 1989) gehen von ansichtenspezifischen Repräsentationen aus und nehmen an, dass wahrgenommene Gesichter so lange mental rotiert werden müssen, bis sie auf die gespeicherte Ansicht fallen und dort abgeglichen werden können. Studien, die zeigen, dass das Wiedererkennen von Gesichtern mit zunehmendem Rotationswinkel vom Lerngesicht mit längeren Reaktionszeiten und erhöhten Fehlerzahlen einhergeht, stützen diese Annahme (z.B. Hill et al., 1997; Marotta, McKeeff & Behrmann, 2002). So schlussfolgern manche Studien, dass nur Ansichten von Gesichtern in unmittelbarer Rotationsnähe der vorhandenen Gesichtsrepräsentationen als gleich wiedererkannt werden (z.B. Biederman & Kalocsai, 1997). Während für bekannte Gesichter überwiegend eine ansichtenunabhängige Repräsentation angenommen wird (z.B. Quiroga, Reddy, Kreiman, Koch & Friend, 2005), wird für unbekannte Gesichter teilweise sogar postuliert, dass sich bestimmte Ansichten wie die Dreiviertelansicht besonders gut zur Generalisierung der Identität auf neue Ansichten eignen (z.B. Hancock et al., 2000; O’Toole et al., 1998). Allerdings wird der Wiedererkennungsvorteil für die Dreiviertelansicht kontrovers diskutiert (vgl. Liu & Chaudhuri, 2002). In der Literatur werden zwei unterschiedliche Vorteilseffekte der Dreiviertelansicht beschrieben. Der erste Effekt bezieht sich darauf, dass Gesichter, die in der Dreiviertelansicht gelernt werden, besser auf andere Ansichten generalisiert werden, bzw. dass Gesichter in der Dreiviertelansicht besser wiedererkannt werden (z.B. Logie, Baddeley & Woodhead, 1987; Valentin, Abdi & Edelman, 1997). Der zweite Effekt betrifft die bessere Wiedererkennung eines Gesichts in der Dreiviertelansicht, wenn dieses bereits in dieser Ansicht gelernt wurde, im Vergleich zur Wiedererkennung anderer Gesichter in der gleichen Ansicht (z.B. O’Toole et al., 1998). Als Erklärung für verbesserte Wiedererkennung von Gesichtern in der Dreiviertelansicht wurde zu-

nächst analog zur Objektwahrnehmung angenommen, dass es sich um die typische Normalansicht von Gesichtern handelt, eine sogenannte „*canonical view*“, die auch die Repräsentation im Gedächtnis darstellen soll (Palmer, Rosch & Chase, 1981). Blanz, Tarr und Bülthoff (1999) zeigten in einer Studie, dass die meisten Versuchsteilnehmer die Dreiviertelansicht eines Gesichts wählten, wenn sie gebeten wurden, diejenige Ansicht auszuwählen, die ein Gesicht in einem Prospekt am besten darstellen würde.

Weitere Erklärungen für einen Vorteil der Dreiviertelansicht für die Wiedererkennung von Gesichtern betreffen insbesondere geometrische Gegebenheiten der Dreiviertelansicht sowie Befunde zur neurophysiologischen Verarbeitung. So erklären Hill und Mitarbeiter (1997) die Tatsache, dass viele Fotografien und Gemälde Gesichter in der Dreiviertelansicht darstellen, mit einer besonders stabilen geometrischen Eigenschaft dieser Ansicht. Mit geometrischer Stabilität ist gemeint, dass leichte Rotationen der Ansicht die qualitative Darstellung der Gesichtsmerkmale nur geringfügig verändern, während eine leichte Tiefenrotation bei einer Frontalansicht dazu führt, dass bestimmte Gesichtsbereiche verdeckt werden oder bei der Profilansicht zum Vorschein kommen. Andere Autoren (z.B. Newell et al., 1999; O'Toole et al., 1998) begründen die bessere Wiedererkennung der Dreiviertelansicht damit, dass Gesichtsmerkmale in dieser Ansicht besser dreidimensional wahrgenommen werden können.

In einer Übersichtsarbeit zum Vorteilseffekt für die Dreiviertelansicht kommen Liu und Chaudhuri (2002) zu dem Schluss, dass bei einer Übereinstimmung von Lern- und Testansicht die beste Wiedererkennung erzielt wird und zwar unabhängig von der gezeigten Ansicht. Sie halten weiterhin fest, dass sich mit zunehmendem Winkel zwischen Lern- und Testgesicht die Wiedererkennungsleistung verschlechtert. Hancock und Mitarbeiter (2000) sehen den Vorteilseffekt für die Dreiviertelansicht darin begründet, dass die Lage der Dreiviertelansicht zwischen Frontal- und Profilansicht keine großen Winkelunterschiede zwischen Lern- und Testgesicht erlaubt und dadurch die Wiedererkennung erleichtert wird.

Um die Frage nach der Repräsentationsform von Gesichtern zu beantworten, werden neurophysiologische Beobachtungen an Primaten und in den letzten Jahren zunehmend auch Ergebnisse von Untersuchungen an Menschen herangezogen.

Bei Primaten wurden gesichtssensitive Neuronen entdeckt, die auf spezifische Ansichten reagieren (z.B. Perrett et al., 1985). Weiterhin wurde gezeigt, dass von diesen ansichtenspezifischen Neuronen die meisten sensitiv für die Frontal- und die Profilansicht sind (Perrett et al., 1991). Daraufhin wurde postuliert, dass beim Betrachten eines Gesichts in der

Dreiviertelansicht eine Aktivierung der spezifischen Neuronen für beide Ansichten stattfinden könnte, da die jeweiligen Neuronen einen Toleranzbereich von ca. 60° aufweisen (Perrett, Oram & Ashbridge, 1998), und so die verbesserte Wiedererkennung einer Dreiviertelansicht zu erklären wäre. Andere Studien an Primaten fanden sowohl Neuronen, die spezifisch auf einzelne Ansichten reagierten, als auch Neuronen, die für unterschiedliche Ansichten von Gesichtern sensitiv waren (z.B. Hasselmo, Rolls, Baylis & Nalwa, 1989; Rolls, 2000).

In den letzten Jahren wurden zunehmend auch neurophysiologische Untersuchungen am menschlichen Gehirn durchgeführt, die gesichtsverarbeitende neuronale Strukturen dahingehend untersucht haben, wie verschiedene Ansichten von Gesichtern verarbeitet und repräsentiert werden.

Eine fMRI-Studie von Pourtois und Kollegen (2005) liefert dabei interessante neue Argumente für die Debatte um die Repräsentationsform von Gesichtern. Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass im menschlichen Gehirn sowohl ansichtenabhängige als auch ansichtenunabhängige Repräsentationen von Gesichtern vorkommen (Pourtois, Schwartz, Seghier, Lazeyras & Vuilleumier, 2005). Unter Verwendung eines Priming Paradigmas wurde im gesichtsselektiven Bereich des fusiformen Gyrus (*fusiform face area*, „FFA“) eine abnehmende Aktivität bei wiederholter Darbietung des gleichen Gesichts in einer neuen Ansicht nur dann gefunden, wenn die Dreiviertelansicht des Gesichts als erste gezeigt wurde. Eine Generalisierung der Frontal- auf die Dreiviertelansicht fand sich dagegen nicht. Somit liefert diese Studie auf neuronaler Ebene einen Nachweis für die verbesserte Generalisierung der Gesichtsidentität von der Dreiviertel- auf die Frontalansicht. Weiterhin stellten die Autoren eine abnehmende Aktivität bei wiederholter Darbietung von Gesichtsidentitäten über alle Ansichten hinweg fest, die einem medialen Bereich des linken fusiformen Gyrus zugeordnet werden kann, der außerhalb des gesichtssensitiven Bereichs liegt. Somit scheinen in unterschiedlichen Bereichen des fusiformen Gyrus ansichtenabhängige und ansichteninvariante Repräsentationen gebildet zu werden.

Zusammenfassend zeigt sich, dass trotz zahlreicher Hinweise anhand der gegenwärtigen Forschungslage nicht eindeutig beantwortet werden kann, ob Gesichter ansichtenabhängig oder ansichtenunabhängig repräsentiert werden und ob dadurch eine bestimmte Ansicht für die Wiedererkennung von Vorteil ist. Die Forschungsdebatte darüber könnte durch weitere neurophysiologische Befunde wie jene zur Existenz beider Arten von Repräsentationen (vgl. Pourtois et al., 2005) gelöst werden.

3. Bedeutung emotionaler Gesichtsausdrücke für das Wiedererkennen von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten

Wie oben dargestellt, finden sich Interaktionen bei der Verarbeitung von Identität und der Emotion eines Gesichts. Unter Rückgriff der dargestellten Befunde zur besseren Wiedererkennung von Gesichtern mit emotionalen Ausdrücken stellt sich die Frage, inwieweit sich emotionale Gesichtsausdrücke auch auf die Wiedererkennung von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten auswirken können. Dieser Frage soll im Folgenden nachgegangen werden.

Bisherige Studien, die Stimulusmaterial mit variierenden Ansichten und unterschiedlichen Emotionen verwendet haben (z.B. Bruce, 1982; Patterson & Baddeley, 1977), können diese Frage nicht beantworten, da die Faktoren Ansicht und Emotion nicht unabhängig voneinander variiert wurden. Ziel der oben zitierten Untersuchungen war, festzustellen, inwieweit Veränderungen von Ansicht und Emotion zwischen Lern- und Testgesicht die Wiedererkennung beeinträchtigen. Dabei wurden in der Lernphase Gesichter mit neutralem Ausdruck in der frontalen Ansicht gezeigt und in der Lernphase geprüft, wie gut diese Gesichter in der Dreiviertelansicht mit einem lächelnden Gesichtsausdruck wiedererkannt wurden.

Christie und Bruce (1998) sowie Pilz, Thornton und Bühlhoff (2005) untersuchten, ob dynamische Präsentationen von emotionalen Gesichtsausdrücken (*non-rigid movements*) zu besserer Wiedererkennung führen als statische Bilder mit dem gleichen Informationsgehalt an emotionalen Ausdrücken. Diese Studien untersuchten die Wiedererkennung der Gesichter in neuen Ansichten. Allerdings wurden die Gesichter immer mit emotionalem Gesichtsausdruck gezeigt, so dass kein Vergleich zu einer Wiedererkennungsleistung bei neutralen Gesichtern vorliegt und keine Aussage darüber getroffen werden kann, ob die emotionalen Gesichtsausdrücke die Wiedererkennung der Gesichter in neuen Ansichten erleichtern.

Eine neuere Studie von Chen und Liu (2009) hat systematisch untersucht, wie sich das Sehen von Gesichtern mit unterschiedlichen emotionalen Ausdrücken und aus variierenden Ansichten auf die Wiedererkennung der Gesichter in der jeweils anderen Dimension auswirkt. Hierbei war für die Autoren jedoch nicht von Interesse, inwieweit Emotion und Ansicht in einem Gesicht abhängig oder unabhängig verarbeitet werden, sondern ob das visuelle System Informationen über eine Art von Veränderung (z.B. wechselnde Ansichten) auf eine andere Art von Veränderung (z.B. emotionale Gesichtsausdrücke) übertragen kann. Sie fanden dabei

heraus, dass das Kennenlernen von neutralen Gesichtern in unterschiedlichen Ansichten das Wiedererkennen des Gesichts mit einem emotionalen Ausdruck erleichtert. Beim Kennenlernen eines frontal gezeigten Gesichts mit unterschiedlichen emotionalen Ausdrücken fanden sie jedoch keine erleichterte Wiedererkennung des Gesichts in einer neuen Ansicht. Die Autoren vermuten, dass dieser Befund darauf zurückgeht, dass unterschiedliche Gesichtsausdrücke weniger Informationsvarianz (*image variance*) bieten als unterschiedliche Ansichten von Gesichtern. Sie weisen auch darauf hin, dass mehr negative als positive Gesichtsausdrücke gezeigt wurden. Diese Tatsache könnte die Wiedererkennung beeinflusst haben, da Befunde zeigen, dass lächelnde Gesichter besser wiedererkannt werden als ärgerliche Gesichter (z.B. D'Argembeau et al., 2007, siehe Kapitel A.1).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass es bisher keine Studien gibt, die genau beantworten können, ob emotionale Gesichtsausdrücke die Wiedererkennung von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten erleichtern.

B. WAHRNEHMUNG VON GESICHTERN BEI SÄUGLINGEN

Gegenstand des folgenden theoretischen Abschnitts ist die Frage, wie sich die Gesichtswahrnehmung nach der Geburt im Allgemeinen, und die Fähigkeit zur Generalisierung invarianter Gesichtsmarkmale über verschiedene Ansichten und Emotionen hinweg im Besonderen entwickelt. Es werden zunächst allgemeine Aspekte und unterschiedliche Modelle zur Entwicklung der Gesichtswahrnehmung im Säuglingsalter dargestellt. In den weiteren Kapiteln wird auf Forschungsarbeiten zur Verarbeitung der veränderbaren Gesichtsmarkmale Darbietungsansicht und Emotion eingegangen.

1. Entwicklung der Gesichtswahrnehmung im Säuglingsalter

Eine Vielzahl von Studien zeigt, dass Säuglinge schon kurz nach der Geburt erstaunliche Fähigkeiten aufweisen, Gesichter wiederzuerkennen und dass sich diese Fähigkeit im Laufe des ersten Lebensjahres sehr schnell entwickelt. So zeigen Neugeborene bereits eine generelle Präferenz für fotorealistische (Valenza, Simion, Macchi Cassia & Umiltà, 1996) und schematische Gesichtsstimuli (Johnson, Dziurawiec, Ellis & Morton, 1991) gegenüber anderen Objekten und betrachten sogar bevorzugt attraktive Gesichter (z.B. Slater, Quinn, Hayes & Brown, 2000). Im Alter von 2 bis 3 Tagen ist eine Präferenz für das mütterliche Gesicht zu beobachten, wenn dieses gemeinsam mit einem unbekanntem Gesicht präsentiert wird (Bushnell, 2001; Pascalis, de Schonen, Morton, Deurelle & Fabre-Grenet, 1995). Die Fähigkeit, das mütterliche Gesicht zu erkennen, scheint auf externen Merkmalen wie der Haarfrisur zu beruhen, da die Präferenz für das Gesicht der Mutter verschwindet, sobald die äußere Gesichtskontur und die Frisur verdeckt werden (Pascalis et al., 1995). Eine Untersuchung von Sai (2005) hat außerdem gezeigt, dass sich die Präferenz für das mütterliche Gesicht intermodal entwickelt. Bekamen die Säuglinge kurz nach der Geburt die mütterliche Stimme nicht zu hören, so war zu diesem Zeitpunkt auch keine Präferenz für das Gesicht der Mutter festzustellen.

Die Fähigkeit von Säuglingen, Gesichter nur anhand der inneren Gesichtsmarkmale zu unterscheiden, entwickelt sich sehr schnell: So wird das mütterliche Gesicht im Alter von 1 bis 4 Monaten auch ohne äußere Merkmale wiedererkannt (Bartrip, Morton & de Schonen, 2001; De Schonen & Mathivet, 1990; Morton, 1993). Etwa zur gleichen Zeit werden auch

zuvor unbekannte Gesichter lediglich auf Grundlage der inneren Gesichtsm Merkmale voneinander unterschieden (Quinn, Yahr, Kuhn, Slater & Pascalis, 2002).

Weitere Untersuchungen zeigen, dass ab dem Alter von 3 Monaten bereits Prototypen von Gesichtern gebildet werden (z.B. De Haan, Johnson, Maurer & Perrett, 2001). Diese Fähigkeit tritt auch in den Ergebnissen von Untersuchungen zu Tage, die zeigen, dass 3 Monate alte Säuglinge bevorzugt Gesichter betrachten, die das gleiche Geschlecht haben wie ihre primäre Bezugsperson (Quinn, Yahr, Kuhn, Slater & Pascalis, 2002) und dass sie weiterhin eine Präferenz für Gesichter der eigenen ethnischen Gruppe zeigen (Kelly, Quinn, Slater, Lee, Ge & Pascalis, 2007).

Die Ergebnisse dieser Studien verdeutlichen erstaunliche Fähigkeiten bei der Wiedererkennung von Gesichtern bereits im frühen Säuglingsalter und zeigen auch, dass Erfahrungen mit Gesichtern eine wichtige Komponente für die Entwicklung des gesichtsverarbeitenden Systems darstellen.

In den letzten Jahren hat sich eine wissenschaftliche Debatte darüber entfacht, ob die Fähigkeit zur Gesichtsverarbeitung angeboren ist oder ob sich durch zunehmende Erfahrung eine perfektionierte Gesichtsverarbeitung herausbildet. Die Präferenz von Neugeborenen für das mütterliche Gesicht (z.B. Bushnell, Sai & Mullin, 1989), für attraktive Gesichter (Slater et al., 1998) oder für Gesichter mit geöffneten Augen (Batki, Baron-Cohen, Wheelwright, Connellan & Ahluwalia, 2000) spricht für eine spezifische Verarbeitung von Gesichtern, die angeboren ist. Studien mit bildgebenden Verfahren (fMRI) zeigen bei Erwachsenen, dass bei bestehender oder im Experiment antrainierter Expertise für bestimmte Objekte (z.B. Autos: Gauthier, Skudlarski, Gore & Anderson, 2000; oder Kunstfigur Greebles: Gauthier & Tarr, 1997) bei deren Verarbeitung auch gesichtsselektive Bereiche im Gehirn aktiviert werden. Diese Befunde stellen die Hypothese einer angeborenen gesichtsspezifischen Verarbeitung in Frage. Studien mit Säuglingen, die während der ersten Lebensmonate durch eine Katarakterkrankung keine Erfahrungen mit Gesichtern machen konnten, zeigen nach einem chirurgischen Eingriff sehr schnell Fähigkeiten zur Gesichtserkennung (Le Grand, Mondloch, Maurer & Brent, 2001). In einigen Bereichen wie der Wahrnehmung von Gesichtskonfigurationen treten jedoch auch irreversible Beeinträchtigungen auf (Geldart, Mondloch, Maurer, de Schonen & Brent, 2002). Diese Forschungsergebnisse sprechen einerseits für angeborene gesichtsspezifische neuronale Strukturen, unterstreichen aber auch die bedeutende Rolle von frühen Erfahrungen.

Zur Erklärung der bei Neugeborenen beobachteten Fähigkeit, Gesichter zu erkennen und bestimmte Gesichter zu bevorzugen, sind in der Entwicklungspsychologie unterschiedliche Erklärungsmodelle entstanden, die auch die Debatte über die angeborene vs. erworbene Gesichtsverarbeitung widerspiegeln.

2. Modelle zur Entwicklung der Gesichtswahrnehmung

Morton und Johnson (1991) nehmen an, dass ein subkortikaler Mechanismus (CONSPEC) die Aufmerksamkeit von Neugeborenen auf gesichtsähnliche Muster lenkt und damit eine Entwicklung des gesichtsverarbeitenden Systems in Gang setzt. Die primäre Aufgabe von CONSPEC besteht demnach darin, während der ersten beiden Lebensmonate sicherzustellen, dass ein Maximum an Informationen über Gesichter aufgenommen wird. Als Ergebnis der Erfahrung mit Gesichtern, die CONSPEC ermöglicht hat, soll dieses im Alter von 2 Monaten von dem kortikal angesiedelten CONLEARN abgelöst werden.

Pascalis und Kelly (2009) zeigen unterschiedliche Studien auf, die für und wider das Modell sprechen und kommen zu dem Schluss, dass das Gesichtsverarbeitungssystem von Neugeborenen eher einem unreifen System der Gesichtsverarbeitung von Erwachsenen gleicht. CONSPEC stellt den Autoren zufolge einen schnellen subkortikalen Detektor für Gesichter dar, der auf Grundlage von geringer Raumfrequenz (*low-spatial frequency*) funktioniert und auch noch im Erwachsenenalter die wichtige Aufgabe innehat, ein Gesicht unmittelbar als solches zu erkennen. Das höher angeordnete kortikale System der Gesichtsverarbeitung soll davon funktionell unabhängig sein, durch Verbindungen und Rückkopplungseffekte aber in Zusammenhang mit den subkortikalen Bereichen ein integriertes System darstellen.

Ein Modell, das von einer vorgeburtlich entwickelten, evolutionär angelegten Gesichtsrepräsentation ausgeht, ist das Modell der gestationalen propriozeptiven Rückmeldung (*gestational proprioceptive feedback*, GPF) von Quinn und Slater (2003). Das Modell postuliert eine angeborene Repräsentation für Gesichter, die durch propriozeptive Rückmeldung In Utero gebildet wird. Durch die Erfahrung mit unterschiedlichen Bewegungen im Gesicht (z.B. Gähnen, Schlucken, Daumenlutschen sowie eigene unwillkürliche emotionale Gesichtsausdrücke), die beim Ungeborenen bereits bis zur 18. Schwangerschaftswoche entwickelt sind, soll eine einfache prototypische Gesichts-

repräsentation gebildet werden. Ausgestattet mit dieser Repräsentation des menschlichen Gesichts, soll ab der Geburt die Wahrnehmung passender Konfigurationen erleichtert und durch visuelle Erfahrungen rasch detailliertere Repräsentationen aufgebaut werden. Studien, die Hinweise auf kreuzmodale Wiedererkennung im Säuglingsalter gefunden haben, unterstützen die These der vorgeburtlichen Gesichtsrepräsentation. So erkannten Neugeborene im Alter von 3 Tagen einfache Objekte (z.B. ein Prisma oder eine Kugel) visuell wieder, nachdem sie taktil an diese habituiert worden waren (Streri & Gentaz, 2003). Auch der oben beschriebene Befund, dass sich eine Präferenz für das mütterliche Gesicht in Zusammenhang mit der mütterlichen Stimme ausbildet (Sai, 2005), spricht für die Fähigkeit von Neugeborenen, Informationen kreuzmodal zuordnen zu können.

Nelson (2001) postuliert, dass für die weitere Entwicklung der Gesichtswahrnehmung im Alter zwischen 3 und 12 Monaten das sog. *perceptual narrowing*, also eine spezifisch eingegrenzte Wahrnehmung verantwortlich ist. Demnach soll die Wahrnehmung von Säuglingen zunächst generell auf Gesichter ausgerichtet sein und dann, als Folge der Erfahrung mit menschlichen Gesichtern, zunehmend für diese spezialisiert werden. Nelson nimmt an, dass das Gesichtserkennungssystem bei Säuglingen im Alter von 3 Monaten auf menschliche Gesichter spezialisiert ist. Diese Annahme stimmt mit der Beobachtung überein, dass eine Bevorzugung von Gesichtern der eigenen ethnischen Gruppe („*other-race effect*“) mit 3 Monaten, nicht jedoch in der Neugeborenenphase zu finden ist (Kelly et al., 2005). Die zunehmende Spezialisierung der Gesichtswahrnehmung vergleicht Nelson (2001) mit der Sprachentwicklung. Ähnlich dem Befund, dass die Fähigkeit zur Unterscheidung von Phonemen anderer Sprachen nur bis zum Alter von 6 bis 8 Monaten besteht (z.B. Kuhl, Williams, Lacerda & Stevens, 1992), kann bei Gesichtern nämlich beobachtet werden, dass 6 Monate alte Säuglinge in der Lage sind, Gesichter von Affen zu unterscheiden, dass sich diese Fähigkeit bei mangelnder Erfahrung bis zum Alter von 9 Monaten aber verliert (Pascalis, de Haan & Nelson, 2002). Werden dem Säugling im Alter zwischen 6 und 9 Monaten hingegen Erfahrungen mit Gesichtern von Affen (z.B. in Form eines regelmäßig betrachteten Bilderbuchs) ermöglicht, so unterscheiden auch noch 9 Monate alte Säuglinge Affengesichter voneinander (Pascalis et al., 2005).

Die Bedeutung von frühen Erfahrungen für die weitere Ausbildung und Spezialisierung der Fähigkeit zur Gesichtserkennung wird auch an Untersuchungen von Patienten mit einer angeborenen Katarakterkrankung deutlich. Obwohl sich die meisten visuellen Fähigkeiten nach einer Entfernung der trüben Linsen sehr schnell entwickelten, blieben einige

Aspekte wie z.B. die holistische Gesichtswahrnehmung und die Wiedererkennung von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten dauerhaft beeinträchtigt (Geldart, Mondloch, Maurer, de Schonen & Brent, 2002; Le Grand, Mondloch, Maurer & Brent, 2001).

Schließlich sprechen auch Befunde neurophysiologischer Untersuchungen für die Theorie des *perceptual narrowing*. So ist bei 6 Monate alten Säuglingen noch nicht die bei Erwachsenen typische EKP-Komponente N170 als Reaktion auf Gesichter zu finden, jedoch ist eine etwas später einsetzende gesichtsspezifische Negativierung (290 ms) mit anschließender Positivierung (400 ms) zu beobachten (De Haan, Pascalis & Johnson, 2002). Während bei Erwachsenen die Amplitude der EKP-Komponente N170 bei invertiert dargebotenen Gesichtern größer ist, zeigt sich bei 6 Monate alten Säuglingen ein Unterschied in der Positivierung nach 400 ms für aufrecht und invertiert dargebotene Gesichter. Interessant ist insbesondere, dass bei 6 Monate alten Säuglingen auch eine veränderte EKP- Reaktion auf invertiert dargebotene Gesichter von Affen zu beobachten ist, während sich bei Erwachsenen keine Unterschiede im EKP-Muster zwischen aufrecht und invertiert dargebotenen Affengesichtern zeigen. In Übereinstimmung mit der Beobachtung von Pascalis und Mitarbeitern (2002), dass Ende des ersten Lebensjahres keine Unterscheidung von individuellen Affengesichtern mehr besteht, zeigt sich bei 12 Monate alten Säuglingen beim Betrachten von Affengesichtern auch kein gesichtsspezifisches EKP-Muster mehr. Für menschliche Gesichter kann zu diesem Zeitpunkt jedoch ein EKP-Muster beobachtet werden, das dem von Erwachsenen entspricht (Halit, de Haan & Johnson, 2003).

Die beschriebenen Modelle zur Entwicklung des gesichtsverarbeitenden Systems konzentrieren sich vornehmlich auf einzelne Entwicklungsperioden. Ein umfassendes Modell, das die Entwicklung der Gesichtsverarbeitung von der Geburt bis zum Ende des Säuglingsalters berücksichtigt, findet sich bisher nicht. Pascalis und Kelly (2009) sehen die bisherigen Modelle nicht als widersprüchlich, sondern einander ergänzend an. Sie schlagen zusätzlich zu den Modellannahmen des CONSPEC/CONLEARN, der Gestationalen propriozeptiven Rückmeldung und dem *Perceptual narrowing* außerdem Aspekte der Evolutionspsychologie zur Erklärung der frühen Gesichtspräferenzen vor.

Die dargestellten verhaltensbasierten und neurophysiologischen Studien zeigen, dass Gesichter bereits in den ersten Lebensstunden und -tagen einen bevorzugten Stimulus für Säuglinge darstellen und dass sich die grundlegenden Fähigkeiten der Gesichtsverarbeitung durch Erfahrungen im ersten Lebensjahr entwickeln und zunehmend spezialisieren.

Zweifelsohne zeigen viele Studien, dass Säuglinge bereits im ersten Lebensjahr über enorme Fähigkeiten zur Wiedererkennung von Gesichtern verfügen. Allerdings bleibt bei den meisten Studien unklar, ob die Säuglinge tatsächlich die Identität der Gesichter wiedererkannten. Da die meisten Studien die Gesichter in der Lern- und anschließenden Wiedererkennungsphase in derselben Ansicht – meist der Frontalen – präsentierten, könnte dies dazu geführt haben, dass der Wiedererkennungsprozess auf einem bildbasierten Abgleich der beiden Gesichter beruhte.

Neuronale Modelle gehen sogar davon aus, dass kein aktiver Vergleich von enkodiertem und neuem Stimulus stattfinden muss, da das wiederholte Darbieten des gleichen Stimulus zu einer nachlassenden neuronalen Aktivität führt und die Präsentation eines neuen Gesichts einen Anstieg der neuronalen Aktivität mit einhergehender längerer Blickzeit bewirkt (z.B. Desimone & Duncan, 1995). Ein Wiedererkennen der Gesichtsidentität hat also unter Umständen nicht stattgefunden.

Eine Möglichkeit, die Verarbeitung der invarianten Gesichtsidentität anzuregen, ist, die Wiedererkennung von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten zu untersuchen. Wenn das gleiche Gesicht aus unterschiedlichen Perspektiven gezeigt wird, bleiben invariante Gesichtsmerkmale gleich, obwohl die visuelle Information des Bildes sich ändert. Die Fähigkeit, die Identität eines Gesichts aus verschiedenen Ansichten zu erkennen, ist im Alltag eine wichtige Voraussetzung für eine zuverlässige Personenerkennung.

3. Wiedererkennung von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten bei Säuglingen

Im Folgenden werden diejenigen Studien aus der Säuglingsforschung vorgestellt, die auf direkte oder indirekte Weise das Wiedererkennen von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten untersucht haben.

Eine Untersuchung, die Säuglingen im Alter von einem Monat Live-Darbietungen des mütterlichen Gesichts präsentierte, fand heraus, dass das mütterliche Gesicht in der Dreiviertelansicht bevorzugt betrachtet und damit wiedererkannt wird (Sai & Bushnell, 1988). Für die Profilansicht zeigte sich jedoch keine solche Präferenz.

Zwei Studien mit Neugeborenen legen nahe, dass Säuglinge bereits kurz nach der Geburt in der Lage sind, auch unbekannte Gesichter aus unterschiedlichen Ansichten wiederzuerkennen. Walton, Armstrong und Bower (1997) haben Neugeborene mit Hilfe der

operanten Saugkonditionierung untersucht. Die Säuglinge konnten durch ihre Saugfrequenz bestimmen, wie lange sie das Gesicht einer Frau mit neutralem Gesichtsausdruck in unterschiedlichen Ansichten sahen. Die Fotos zeigten den Ausschnitt eines Gesichts von der Augen- bis zur Kinnpartie, der Blick der Stimulusgesichter war immer in die Kamera gerichtet. Zunächst sahen die Säuglinge das Gesicht in der linken und rechten Dreiviertelansicht. Um die Wiedererkennung in einer neuen Ansicht zu testen, wurden die Saugfrequenzen für das gleiche und ein neues Gesicht in der Frontalansicht verglichen. Die Präferenz (ausgedrückt durch eine erhöhte Saugfrequenz) für das schon bekannte Gesicht in der neuen Ansicht interpretieren die Autoren dahingehend, dass bereits Neugeborene die invariante Struktur eines Gesichts auf neue Ansichten generalisieren. In einer neueren Studie von Turati, Bulf und Simion (2008) wurden Neugeborene im Alter von 1 bis 3 Tagen an ein weibliches Gesicht in der Frontal- oder Dreiviertelansicht habituiert. In der anschließenden Testphase bekamen die Säuglinge ein Gesichterpaar zu sehen, bestehend aus dem Habituationsgesicht in der jeweils anderen Ansicht und einem neuen Gesicht in der gleichen neuen Ansicht. Die Autoren zeigen, dass die Säuglinge in der Testphase länger auf das jeweils neue Gesicht schauten und somit das Gesicht aus der Habituationsphase in der neuen Ansicht wiedererkannten. Dieser Befund ist umso erstaunlicher, da die präsentierten Gesichter ohne äußere Haarkontur gezeigt wurden und aus anderen Studien bekannt ist, dass junge Säuglinge sich bevorzugt an solchen äußeren Gesichtsmarkmalen orientieren (Maurer & Salapatek, 1976; Turati, Macchi Cassia, Simion & Leo, 2006). Außerdem zeigt eine Studie mit 7 Monate alten Säuglingen, dass diese ein Gesicht nur dann in einer neuen Ansicht wiedererkannten, wenn sie es zuvor in mehr als einer anderen Ansicht gesehen hatten (Cohen & Strauss, 1979). Das Habituierten an nur eine Ansicht, wie in der Studie mit den Neugeborenen, führte bei den 7 Monate alten Säuglingen dagegen nicht zu einer Wiedererkennung des Gesichts in einer neuen Ansicht. Ein solcher, scheinbar regressiver Entwicklungsverlauf der Gesichtserkennung ist auch aus anderen Entwicklungsbereichen wie beispielsweise dem Imitationsverhalten Neugeborener, dem „empathischen Weinen“, der Zuordnung von Geräuschquellen oder der Kompensationsbewegung bei Mustern optischer Bewegung bekannt (Heimann, 2003). Solche U-förmigen Entwicklungsverläufe legen nahe, dass bestimmte Verhaltensweisen, die bei Neugeborenen beobachtet werden und morphologisch denen entsprechen, die zu einem späteren Entwicklungszeitpunkt erneut in Erscheinung treten, tatsächlich nach ganz anderen Regeln ablaufen und möglicherweise sogar durch unterschiedliche neurophysiologische Prozesse gesteuert werden (Gilmore, Hous, Petter & Norcia, 2007). Nach Pascalis und Kelly

(2009) besteht die Möglichkeit, dass die bei Neugeborenen beobachteten Fähigkeiten zur Gesichtserkennung subkortikal gesteuert werden, dass diese reflexartig erscheinenden Fähigkeiten aber im weiteren Entwicklungsverlauf kortikal gehemmt werden (vgl. auch das Modell CONSPEC/CONLEARN in Kapitel A.2). Somit bleibt bisher unklar, ob die bei den Studien mit Neugeborenen beobachtete Fähigkeit tatsächlich den Entwicklungsstand des gesichtsverarbeitenden Systems widerspiegelt, oder ob es sich vielmehr um ein Verhalten handelt, das möglicherweise mit der sich später entwickelnden Fähigkeit der Gesichtserkennung nicht direkt vergleichbar ist.

In Übereinstimmung mit der o. g. Studie von Cohen und Strauss (1979) geben weitere Studien Anlass zu der Vermutung, dass das Betrachten mehrerer Ansichten eines Gesichts die Generalisierung der Identität auf eine neue Ansicht erleichtert. Zwei Studien, die die Gedächtnisleistung für Gesichter (Pascalis, de Haan, Nelson & de Schonen, 1998) und den Inversionseffektes bei Säuglingen (Turati, Sangrigoli, Ruel & de Schonen, 2004) untersuchten, konnten zeigen, dass 3 und 4 Monate alte Säuglinge nach der Präsentation mehrerer seitlicher Ansichten von Gesichtern mit unterschiedlichen Gesichtsausdrücken diese Gesichter in der Frontalansicht wiedererkannten. Da die Gesichter in mehreren Ansichten und mit verschiedenen emotionalen Ausdrücken präsentiert wurden, erhielten die Säuglinge vergleichsweise viele Informationen, die zum Aufbau einer flexibleren internen Repräsentation des Gesichts und damit zu einer erleichterten Wiedererkennung geführt haben könnten. Unklar bleibt hierbei, welche Faktoren genau die Wiedererkennung des Gesichts in der neuen Ansicht begünstigten, da neben den verschiedenen Ansichten auch die unterschiedlichen emotionalen Gesichtsausdrücke in Frage kommen. Unterstützung für die Vermutung, dass das Zeigen mehrerer Ansichten die Wiedererkennung neuer Ansichten erleichtert, kommt von Studien zur Wiedererkennung von Objekten. Mash, Arterberry und Bornstein (2007) haben gezeigt, dass 5 Monate alte Säuglinge ein Objekt in einer neuen Ansicht nur dann wiedererkannten, wenn es zuvor in mehreren Ansichten einer Rotationsachse, nicht jedoch, wenn es in einer gleichbleibenden Ansicht präsentiert worden war.

Unterschiedliche Studien deuten darauf hin, dass 7 Monate alte Säuglinge in der Lage sind, die invariante Struktur eines zunächst unbekanntes Gesichts in einer neuen Ansicht zu erkennen, nachdem sie zuvor nur eine Ansicht dieses Gesichts gesehen hatten. Die Ergebnisse sind lediglich dahingehend uneinheitlich, in welchen spezifischen Ansichten die Gesichter wiedererkannt werden. So fand Fagan (1976), dass 7 Monate alte Säuglinge, die zunächst mit der Frontalansicht eines neutralen männlichen Gesichts familiarisiert worden waren, dasselbe

Gesicht sowohl in der Dreiviertel- als auch in der Profilansicht wiedererkannten. Ähnliche Ergebnisse brachte die Untersuchung von Rose, Jankowski und Feldman (2002). Die Autoren zeigten 7 Monate alten Säuglingen Babygesichter in der Frontalansicht und stellten eine Generalisierung der Identität auf die Dreiviertel-, nicht jedoch auf die Profilansicht fest. Im Gegensatz dazu fanden Cohen und Strauss (1979), wie oben berichtet, bei 7 Monate alten Säuglingen eine Generalisierungsleistung nur dann, wenn die Säuglinge an mehr als eine Ansicht des Gesichts habituiert worden waren. Eine mögliche Erklärung für diese uneinheitlichen Befunde könnte im verwendeten Stimulusmaterial liegen. Die in den Studien von Fagan (1976) sowie Rose und Kollegen (2002) verwendeten Gesichter unterschieden sich nicht nur im Hinblick auf die invarianten inneren Gesichtsmerkmale, sondern auch bezüglich der Gesichtskontur und des äußeren Kopfumrisses durch Haarfrisuren. Dadurch bleibt bei diesen Studien unklar, ob die Säuglinge tatsächlich die Identität der Gesichter auf die neuen Ansichten generalisierten oder ob sie die Gesichter anhand ihrer spezifischen Konturmerkmale wiedererkannten. So unterschieden sich beispielsweise die beiden Testgesichter in der Studie von Fagan (1976) so stark hinsichtlich Helligkeit und Form der Frisur, dass eine Präferenz für das neue Gesicht auch anhand des starken Kontrastunterschieds zustande gekommen sein könnte. In der Arbeit von Cohen und Strauss (1979) sind die Stimulusgesichter nicht abgebildet. Es kann nur vermutet werden, dass sich die Gesichter in dieser Studie weniger stark voneinander unterschieden und damit das Wiedererkennen des gesehenen Gesichts in der neuen Ansicht nicht erleichtert war. Sollte diese Annahme zutreffen, dann wäre denkbar, dass Säuglinge im Alter von 7 Monaten, wie in der Studie von Cohen und Strauss gefunden, noch nicht in der Lage sind, ein Gesicht in einer neuen Ansicht wiederzuerkennen, wenn sie dieses zuvor in nur einer Ansicht gesehen haben.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass bisher nicht genau geklärt ist, ob 7 Monate alte Säuglinge ein Gesicht in einer neuen Ansicht wiedererkennen, wenn sie es zuvor in nur einer anderen Ansicht kennengelernt haben und wenn weiterhin nicht genau geklärt ist, welche Faktoren die Wiedererkennung von Gesichtern aus neuen Ansichten erleichtern. Legt man die oben genannten Studien zugrunde, dann kommen als erleichternde Faktoren nicht nur saliente äußere Gesichtsmerkmale und Informationen von unterschiedlichen Ansichten in Frage, sondern auch Faktoren der sozialen Kommunikation wie der emotionale Ausdruck eines Gesichts.

Studien zur Wiedererkennung von Gesichtern im Erwachsenenalter haben nämlich Zusammenhänge zwischen der Verarbeitung von sozialen Informationen in Form von

Emotionen und der Identität eines Gesichts aufgezeigt (eine nähere Beschreibung dieser Untersuchungen findet sich in Kapitel A.1). Im Modell zur Gesichtswahrnehmung von Haxby, Hoffman und Gobbini (2000) wird außerdem aufgezeigt, dass neurophysiologische Verbindungen zwischen Bereichen der Verarbeitung von strukturellen Informationen (wie der Identität) und sozialen Informationen (wie emotionalen Ausdrücken eines Gesichts) bestehen können. Sollten die gesichtsverarbeitenden Strukturen bei Säuglingen schon in ähnlicher Weise miteinander verbunden sein, dann wäre denkbar, dass die zusätzliche Information des emotionalen Gesichtsausdrucks die Wiedererkennungslleistung der Säuglinge in den Studien von Cohen und Strauss (1979), Pascalis und Mitarbeitern (1998) sowie Turati und Mitarbeitern (2004) verbessert hat. Da in den genannten Studien jedoch nicht nur zusätzliche Informationen in Form von verschiedenen emotionalen Gesichtsausdrücken, sondern auch durch das Zeigen mehrerer Ansichten gegeben wurde, kann nicht spezifiziert werden, welcher Faktor die Wiedererkennung der Gesichter in den neuen Ansichten erleichterte.

Ebenso wenig können auch Studien zur Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken im Säuglingsalter bisher die Frage beantworten, ob ein emotionaler Gesichtsausdruck die Wiedererkennungslleistung von Gesichtern bei Säuglingen beeinflusst. Diese Studien (vgl. Walker-Andrews, 1997) beschäftigten sich hauptsächlich mit der Entwicklung der Wahrnehmung von Emotionen, der Unterscheidung und Kategorisierung sowie der Interpretation von Emotionen.

Die gegenwärtige Befundlage zur Wiedererkennung von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten legt einen U-förmigen Entwicklungsverlauf nahe: Bei Neugeborenen kann bereits eine Wiedererkennung von Gesichtern in neuen Ansichten beobachtet werden. Im Alter von 3, 4 und 7 Monaten ist eine solche Wiedererkennungslleistung zu beobachten, wenn Gesichter mit zusätzlichen Merkmalen wie Frisur, emotionalem Gesichtsausdruck oder in mehreren Ansichten präsentiert werden. Unklar ist, welche Rolle die einzelnen Zusatzmerkmale für den Aufbau einer internen Repräsentation und die Wiedererkennung eines Gesichts spielen.

Daher ist ein Ziel der vorliegenden Arbeit, zu untersuchen, inwieweit soziale Informationen in Form von emotionalen Gesichtsausdrücken die Wiedererkennung von Gesichtern in neuen Ansichten beeinflussen. Im folgenden Kapitel wird zunächst die Entwicklung der Emotionswahrnehmung im Säuglingsalter skizziert.

4. Entwicklung der Emotionswahrnehmung im Säuglingsalter

Studien, die sich im Bereich der Säuglingsforschung mit der Entwicklung der visuellen Emotionswahrnehmung befassen, können unterschiedlichen Schwerpunktbereichen zugeordnet werden: Zum einen wird untersucht, ob und ab welchem Alter bestimmte emotionale Gesichtsausdrücke wahrgenommen und welche bevorzugt werden. Ein Großteil der Forschung befasst sich mit der Frage, inwieweit unterschiedliche emotionale Gesichtsausdrücke voneinander unterschieden und gleiche Emotionen über unterschiedliche Individuen hinweg kategorisiert werden. Ein weiterer Forschungszweig beschäftigt sich mit der Frage, ab welchem Alter schließlich auch die affektive Bedeutung von emotionalen Gesichtsausdrücken für soziale Interaktionen verstanden wird (für einen Überblick siehe z.B. Walker-Andrews, 1997).

Ein Beispiel für die frühesten Wahrnehmungen von Gesichtsausdrücken mit teilweise emotionalem Gehalt stellen wohl die Arbeiten von Meltzoff und Moore (1977) und weiteren (z.B. Field, Woodson, Geenberg & Cohen, 1982; Reissland, 1988) dar, die gezeigt haben, dass bereits Neugeborene einige Gesichtsmimiken imitieren, die ihnen ein erwachsenes Modell vormacht. Dieses Imitationsverhalten kann keineswegs als Emotionsverstehen gesehen werden, es zeigt jedoch, dass bereits Neugeborene über die visuellen Fähigkeiten verfügen, bestimmte Teilaspekte eines emotionalen Ausdrucks wie z.B. einen geöffneten Mund zu erkennen. Die Untersuchung von Field und Kollegen (1982) geht aufgrund des unterschiedlichen Imitationsverhaltens sogar davon aus, dass Neugeborene glückliche, traurige und überraschte Gesichtsausdrücke voneinander unterscheiden können, da die Säuglinge nach mehrmaliger Darbietung eines Ausdrucks einen neuen Gesichtsausdruck länger betrachteten und imitierten. Die Ergebnisse dieser Untersuchung beruhen auf Live-Darbietungen der Emotionen.

Eine Differenzierung von emotionalen Gesichtsausdrücken in statischen Abbildungen (im Vergleich zu den Live-Darbietungen in o. g. Studien) wurde bei Säuglingen im Alter von 3 bis 4 Monaten festgestellt (vgl. Nelson, 2001). Diese Differenzierungsleistungen stehen sicherlich in Zusammenhang mit einer enormen Verbesserung der visuellen Sehfähigkeit in diesem Alter, z.B. in Form von stabiler Fokussierung (Banks, 1980). So zeigen mehrere Studien (z.B. Barrera & Maurer, 1981; LaBarbera, Izard, Vietze & Parisi, 1976; Young-Browne, Rosenfeld & Horowitz, 1977), dass Säuglinge im Alter von 3 bis 4 Monaten diejenigen Emotionen in statischen Abbildungen von Gesichtern unterscheiden, die aufgrund des

Merkmals lächelnd vs. nicht lächelnd differenziert werden können. Studien bei 3 Monate alten Säuglingen zeigen die Fähigkeit zur Unterscheidung zwischen fröhlichen und überraschten sowie zwischen überraschten und traurigen Gesichtsausdrücken (Young-Browne et al., 1977) sowie die Fähigkeit, lächelnde Gesichter von Gesichtern mit einem Stirnrunzeln zu differenzieren (Barrera & Maurer, 1981). Im Alter von 4 Monaten fand sich die Unterscheidung fröhlicher Gesichter von Gesichtern mit neutralem oder ärgerlichem Ausdruck (LaBarbera et al., 1976). Eine Untersuchung mit Säuglingen im Alter von 7 bis 10 Monaten macht deutlich, dass es sich bei den gefundenen Differenzierungen im Alter von 3 bis 4 Monaten nicht um eine kategoriale Einteilung in emotionale Ausdrücke mit positiver oder negativer affektiver Färbung handelt, da diese Einteilung erst von Säuglingen im Alter von 10 Monaten gezeigt wird (Ludemann, 1991). Eine Studie mit 5 bis 10 Monate alten Säuglingen (Caron, Caron & Myers, 1985) gibt Anlass zu vermuten, dass die oben dargestellten Unterscheidungen von emotionalen Gesichtsausdrücken auf die Präsenz spezifischer Merkmale in der Stimulusabbildung zurückzuführen sind, nämlich das Vorhandensein oder Fehlen von sichtbaren Zähnen. So sind bei Gesichtern mit fröhlichem Ausdruck die Zähne sichtbar im Vergleich zu Gesichtern mit einem neutralen oder traurigen Gesichtsausdruck. Die Studie von Caron und Kollegen (1985) zeigte, dass selbst 9 Monate alte Säuglinge häufig nicht zwischen lachenden und ärgerlichen Gesichtern differenzierten, wenn bei beiden die Zähne zu sehen waren.

Verschiedene Studien haben einen Wechsel in der Präferenz für verschiedene emotionale Gesichtsausdrücke festgestellt: Während Säuglinge im Alter von 4 Monaten offenbar positive Gesichtsausdrücke bevorzugt betrachten (La Barbera et al., 1976), verändert sich die Präferenz bis zum Alter von 7 Monaten dahingehend, dass ängstliche Gesichter länger betrachtet werden (Kotsoni, de Haan & Johnson, 2001; Nelson & Dolgin, 1985). Als mögliche Ursache für diesen Präferenzwechsel wird zum einen die Erfahrung, zum anderen die soziale Bedeutung der jeweiligen Emotion diskutiert (vgl. z.B. Nelson & de Haan, 1996). Neuere Studien legen nahe, dass die längere Betrachtungsdauer für ängstliche Gesichter nicht durch eine Neuheitsreaktion zustande kommt (z.B. Peltola, Leppänen, Palokangas & Hietanen, 2008), sondern, wie in EKP-Studien gezeigt, eher durch verstärkte Aufmerksamkeitsprozesse determiniert ist (z.B. Nelson & de Haan, 1996; Kobiella, Grossman, Reid & Striano, 2007). Unterschiede in der neuronalen Verarbeitung zeigen sich nicht nur zwischen positiven und negativen Emotionen, sondern auch zwischen verschiedenen negativen Emotionen. So finden sich für 7 Monate alte Säuglinge Unterschiede in den EKP-

Komponenten für ängstliche und ärgerliche Gesichter, die darauf hindeuten, dass die unterschiedlichen sozialen Bedeutungen dieser negativen Emotionen bereits wahrgenommen werden (Kobiella et al., 2007).

Die Fähigkeit, emotionale Gesichtsausdrücke über verschiedene Intensitäten hinweg und dargestellt von unterschiedlichen Individuen zu kategorisieren, scheint für bestimmte Emotionen im Alter von 5 bis 7 Monaten entwickelt zu sein. Um diese Generalisierungsleistung zu untersuchen, wurden Säuglingen Gesichter mit unterschiedlich stark ausgeprägtem lächelndem Ausdruck oder mit einem Lächeln in gleicher Intensität, dargestellt von verschiedenen Individuen, gezeigt (Bornstein & Arterberry, 2003; Caron, Caron & Myers, 1982; Kestenbaum & Nelson, 1990). In der anschließenden Testphase zeigte sich, dass die Säuglinge das gleiche Gesicht mit einer neuen Ausprägung der zuvor gesehenen Emotion bzw. die gleiche Emotion in einem neuen Gesicht wiedererkannten und die neue Emotion bevorzugt betrachteten. Diese Befunde zeigen deutlich, dass Säuglinge in diesem Alter die Fähigkeit besitzen, die invariante, konfigurale Information der Emotion aus einem Gesicht zu extrahieren und in einem anderen Gesicht wiederzuerkennen.

Die unterschiedlichen Befunde zur Entwicklung der visuellen Wahrnehmung von Emotionen in statischen Abbildungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Im Alter von 3 bis 4 Monaten werden bestimmte Emotionen abhängig von ihrer Präsentationsreihenfolge voneinander unterschieden. Im Alter von 4 Monaten werden lächelnde Gesichtsausdrücke bevorzugt, wogegen mit 7 Monaten eine Präferenz für ängstliche Ausdrücke vorherrscht. Ob die festgestellten spezifischen Differenzierungen und Präferenzen durch einzelne Unterschiede in den Gesichtsmerkmalen bedingt sind oder auf die soziale Bedeutung der jeweiligen Emotionen zurückzuführen sind, wird kontrovers diskutiert (z.B. Caron et al., 1985). Übereinstimmend zeigte sich, dass Säuglinge im Alter von 5 bis 7 Monaten in der Lage sind, einen lächelnden Gesichtsausdruck kategorial über unterschiedliche Intensitäten und Identitäten hinweg als solchen wahrzunehmen. Diese Befunde zeigen nicht nur, dass bei Säuglingen im Alter von 7 Monaten Fähigkeiten zur Unterscheidung und Kategorisierung von Gesichtsausdrücken vorhanden sind, sondern auch die Fähigkeit, invariante Informationen eines Gesichts zu extrahieren. Zum einen wurde die invariante Information der Emotion auf neue Gesichter generalisiert, zum anderen zeigen die Studien auch, dass die invarianten Merkmale eines Gesichts trotz veränderter Intensität des emotionalen Ausdrucks wiedererkannt wurden.

Im Alter von 7 Monaten sind Säuglinge demnach zu unterschiedlichen Generalisierungsleistungen bei der Wahrnehmung von Gesichtern in der Lage. Neben den hier aufgezeigten Generalisierungsleistungen im Zusammenhang mit der Wahrnehmung von Emotionen können, wie in Kapitel B.3 dargestellt, Säuglinge in diesem Alter unter bestimmten Bedingungen auch die Identität eines Gesichts auf neue Ansichten generalisieren. Inwieweit nun aber ein emotionaler Gesichtsausdruck die Wahrnehmung der Identität bzw. speziell das Wiedererkennen der Gesichtsidentität in einer neuen Ansicht beeinflusst, ist, wie in Kapitel B.3 ausgeführt, in der Säuglingsforschung bisher nicht untersucht worden.

FRAGESTELLUNG UND HYPOTHESEN

Verschiedene Forschungsarbeiten zur Generalisierung abstrakter Gesichtsinformationen im Säuglingsalter zeigen übereinstimmend, dass diese Fähigkeit im Alter von 7 Monaten beobachtet werden kann. So zeigten Studien, dass die Identität eines Gesichts auf neue Ansichten generalisiert wird (z.B. Cohen & Strauss, 1979; Fagan, 1976; Rose et al., 2002) und dass Emotionen über Individuen hinweg generalisiert werden (z.B. Bornstein & Arterberry, 2003; Caron, Caron & Myers, 1982; Kestenbaum & Nelson, 1990). Die Fähigkeit, eine Gesichtsidentität auf neue Ansichten zu generalisieren, scheint unter bestimmten Bedingungen, wie der Habituation an mehrere Ansichten und mehrere emotionale Ausdrücke, auch schon im Alter von 3 bis 4 Monaten zu bestehen. Allerdings können bisherige Forschungsarbeiten nicht genau spezifizieren, welche Bedingungen für die Generalisierung invarianter Gesichtsmkmale entscheidend sind, da die einzelnen Faktoren nicht isoliert untersucht wurden. Neben dem Zeigen von mehreren Ansichten und Emotionen (Cohen & Strauss, 1979; Pascalis et al., 1998; Turati et al., 2004) kommt als unterstützender Faktor für das Wiedererkennen von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten auch die Präsentation von Gesichtern mit Haarfrisur in Frage (z.B. Fagan, 1976; Rose et al., 2002). Ziel der vorliegenden Studie ist es, genauer zu untersuchen, welche Bedeutung die einzelnen Faktoren für die Generalisierung invarianter Gesichtsmkmale auf neue Ansichten haben.

Dazu soll unter erschwerten Bedingungen, nämlich der Präsentation von Gesichtern ohne äußere Gesichtsmkmale wie Haarfrisur untersucht werden, inwieweit 7 Monate alte Säuglinge die invariante Struktur eines Gesichts in einer neuen Ansicht wiedererkennen, wenn sie das Gesicht zuvor in nur einer Ansicht kennengelernt haben.

Hierbei soll überprüft werden, ob sich eine bestimmte Ansicht besser zur Generalisierung auf eine neue Ansicht eignet. Grundlage für diese Fragestellung ist zum einen der Befund von Fagan (Experiment 1, 1976), dass 7 Monate alte Säuglinge Gesichtsidentitäten mit hoher Ähnlichkeit in der Dreiviertelansicht besser voneinander unterscheiden konnten als in der Frontalansicht. Zum anderen legen Studien mit Erwachsenen nahe, dass die Dreiviertelansicht eines Gesichts für die Generalisierung auf andere Ansichten besonders gut geeignet ist (z.B. Logie et al., 1987; Valentin et al., 1997).

Weiterhin soll untersucht werden, ob die Fähigkeit zur Generalisierung der Gesichtsidentität durch die Präsentation von Gesichtern mit emotionalem Ausdruck noch verbessert werden kann. Grund für diese Fragestellung sind die oben aufgeführten Studien (Pascalis et al., 1998; Turati et al., 2004), die bei jüngeren Säuglingen unter Verwendung von emotional

expressiven Gesichtern Generalisierungsleistungen feststellten. Die Möglichkeit eines hilfreichen Einflusses von Emotionen auf das Wiedererkennen von Gesichtern wird außerdem durch Studien mit Erwachsenen erhärtet, die eine bessere Wiedererkennung von Gesichtern mit emotionalen Ausdrücken zeigten (z.B. Ganel & Goshen-Gottstein, 2004; Kaufmann & Schweinberger, 2004).

Bei Säuglingen im Alter zwischen 4 und 7 Monaten zeigt sich ein Wechsel der Präferenz von positiven emotionalen Ausdrücken (LaBarbera et al., 1976) hin zu negativen emotionalen Ausdrücken (Nelson et al., 1986). So soll im Folgenden auch untersucht werden, ob positive und negative emotionale Gesichtsausdrücke möglicherweise unterschiedliche Auswirkungen auf die Fähigkeit zur Generalisierung der Gesichtsidentität haben.

Da sich die Fähigkeiten zur Gesichtsverarbeitung bei Säuglingen bis zum Ende des ersten Lebensjahres rasant entwickeln und durch Erfahrung zunehmend spezialisieren (vgl. Pascalis et al., 2002), stellt sich weiterhin die Frage, ob sich die Fähigkeit zur Wiedererkennung von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten bei Säuglingen im Alter zwischen 7 und 9 Monaten verbessert.

Zusammengefasst ergeben sich aus den theoretischen Vorüberlegungen folgende Fragestellungen:

- Sind 7 Monate alte Säuglinge in der Lage, die invariante Struktur eines Gesichts zu extrahieren und in einer neuen Ansicht wiederzuerkennen, wenn das Gesicht mit neutralem Gesichtsausdruck in nur einer Ansicht und ohne die äußeren Gesichtsmarkkmale der Haarfrisur dargeboten wird?
- Gibt es bei der Fähigkeit von 7 Monate alten Säuglingen zur Generalisierung der Identität eines Gesichts auf eine neue Ansicht Unterschiede in Abhängigkeit der Darbietungsansicht des Gesichts? D.h. eignet sich die Frontal- oder die Dreiviertelansicht eines Gesichts besser zur Generalisierung der Identität auf die jeweils andere Ansicht?
- Wird die Fähigkeit zur Generalisierung der Identität eines Gesichts auf eine neue Ansicht bei 7 Monate alten Säuglingen durch emotionale Gesichtsausdrücke der Stimulusgesichter verbessert?

- Haben positive und negative emotionale Gesichtsausdrücke bei 7 Monate alten Säuglingen unterschiedliche Auswirkungen auf die Fähigkeit, die Identität eines Gesichts auf eine neue Ansicht zu generalisieren?
- Verbessert sich die Fähigkeit zur Generalisierung der Identität eines Gesichts auf eine neue Ansicht im Alter zwischen 7 und 9 Monaten?

METHODE UND ERGEBNISSE

A. ALLGEMEINE UNTERSUCHUNGSMETHODE

Aufbau der Versuchsreihe

Wie im vorangehenden Kapitel dargelegt, ist das Ziel dieser Arbeit, gezielt zu untersuchen, ob und wie die Faktoren emotionaler Gesichtsausdruck und Darbietungsansicht bei 7 Monate alten Säuglingen das Wiedererkennen von Gesichtern aus neuen Ansichten beeinflussen. Bisherige Studien (z.B. Cohen & Strauss, 1979; Pascalis et al., 1998; Turati et al., 2004) können diese Frage nicht eindeutig beantworten. Um möglichst eindeutige Aussagen bezüglich der Fragestellung machen zu können, wurde eine Serie von Einzelexperimenten konzipiert, in denen die unterschiedlichen emotionalen Ausdrücke (neutral, positiv, negativ) und Darbietungsansichten (Frontal-, Dreiviertelansicht) isoliert untersucht werden.

In den ersten beiden Hauptstudien mit neutralen Gesichtern sollen zunächst die Befunde von Fagan (1976) überprüft werden, die zeigen, dass ein Gesicht von 7 Monate alten Säuglingen in einer neuen Ansicht wiedererkannt wird, wenn es zuvor in nur einer anderen Ansicht kennengelernt wurde. Hierbei werden den Säuglingen allerdings, anders als bei Fagan (1976), Gesichter ohne Haarfrisur gezeigt, um die Verarbeitung der inneren Gesichtsmkmale zu stimulieren. Um zu untersuchen, welche Bedeutung die Darbietungsansicht für die Wiedererkennung eines Gesichts aus einer neuen Ansicht hat, lernen die Säuglinge in der ersten Studie analog zur Untersuchung von Fagan (1976) zunächst ein Gesicht in der Frontalansicht kennen, welches sie dann in der Dreiviertelansicht wiedererkennen sollen. In der zweiten Studie werden die Gesichter in der umgekehrten Reihenfolge (Dreiviertel-, Frontalansicht) dargeboten. Um mögliche Unterschiede zwischen den Darbietungsansichten herauszuarbeiten, werden anschließend die Blickzeitparameter der Hauptstudien 1 und 2 verglichen.

In den Hauptstudien 3 bis 6 soll aufbauend auf den Hauptstudien 1 und 2 untersucht werden, ob und inwieweit sich die Wiedererkennung der Gesichter verändert, wenn die Stimulusgesichter einen emotional positiven (Hauptstudie 3 und 4) und einen emotional negativen (Hauptstudie 5 und 6) Gesichtsausdruck zeigen. Durch einen Wechsel der Darbietungsansichten in Habituations- und Testphase zwischen den Studien der einzelnen emotionalen Bedingungen soll auch für emotional expressive Gesichter der Einfluss der Darbietungsansicht auf die Wiedererkennungsleistung untersucht werden.

In Hauptstudie 7 wird an 9 Monate alten Säuglingen untersucht, inwieweit sich die Fähigkeit zur Wiedererkennung von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten im Alter zwischen 7 und 9 Monaten weiterentwickelt.

Die Untersuchung der Fragestellung in Einzelanalysen wird gezielt gewählt, um spezifische und eindeutig interpretierbare Aussagen zur Wiedererkennung von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten jeweils in Abhängigkeit von Emotion, Darbietungsansicht sowie Alter machen zu können. In einer abschließenden Analyse über alle Studien hinweg soll ergänzend untersucht werden, ob unter den Blickzeitparametern der Habituationsphasen der einzelnen Hauptstudien Besonderheiten auftreten, die mögliche Unterschiede bei der Wiedererkennungsleistung in Abhängigkeit der Faktoren Emotion und Alter erklären können.

Versuchspersonen

Für die vorliegenden Experimente wurden 7 und 9 Monate alte Säuglinge aus den Städten Tübingen und Gießen und deren Umgebung untersucht. Die Untersuchungen fanden am Friedrich-Miescher-Laboratorium der Max-Planck-Institute Tübingen (Vorstudie B.2.1 sowie acht 7 Monate alte Kinder in Hauptstudie 1) und in der Abteilung Entwicklungspsychologie der Universität Gießen (alle anderen Untersuchungen) statt. Die Eltern potentieller Untersuchungsteilnehmer erhielten per Post Informationen zu Inhalt und Ablauf der Untersuchung und wurden um ihre Teilnahme gebeten. Im nächsten Schritt wurden die Familien, sofern sie sich nicht selbst meldeten, telefonisch kontaktiert und bei Interesse ein Untersuchungstermin vereinbart. Die Namen und Adressen der Familien wurden in Tübingen den Familiennachrichten der örtlichen Tageszeitung entnommen. In Gießen wurden die Adressen vom Stadtbüro zur Verfügung gestellt. Die teilnehmenden Familien waren repräsentativ für Bewohner einer Universitätsstadt und entstammten überwiegend einer mittleren und höheren Bildungsschicht. Daten über den sozioökonomischen Status und die ethnische Zugehörigkeit wurden jedoch nicht erfasst. Alle teilnehmenden Familien erhielten als Dank eine Urkunde mit Foto des Kindes.

In die Datenauswertung einbezogen wurden die Daten aller Kinder ohne erkennbare gesundheitliche oder entwicklungsbedingte Beeinträchtigung, die eine Habituerungsreaktion (vgl. Abschnitt Durchführung) zeigten und den Versuchsablauf vollständig durchliefen. Bei Störungen von außen (z.B. durch ein Geschwisterkind, das Eingreifen der Eltern), Fehlern technischer Art oder bedingt durch die Versuchsleiter wurden die Daten des jeweiligen Kindes von der Datenauswertung ausgeschlossen. Des Weiteren wurden alle Daten von Kindern ausgeschlossen, die während der Testphase nur eines der beiden gleichzeitig

präsentierten Bilder (s.u.) betrachteten. Damit sollte sichergestellt werden, dass die Säuglinge, deren Daten in die Auswertung mit einfließen, beide Gesichter betrachtet hatten und diese aktiv vergleichen konnten. Außerdem wurden nach Box-Plot- und Stem-and-Leaf-Analysen diejenigen Datensätze von der Auswertung ausgeschlossen, die Werte außerhalb der Normalverteilung dieser Variablen aufwiesen (vgl. Versuchspersonen der einzelnen Studien).

Stimuli

Es wurden Farbfotos von weiblichen Gesichtern mit unterschiedlichen emotionalen Ausdrücken verwendet. Die Fotografien wurden aus kurzen Videosequenzen entnommen, die speziell für diese Experimente im Videolabor des Max-Planck-Instituts für Biologische Kybernetik in Tübingen hergestellt wurden (technische Beschreibung des Videolabors bei Kleiner, Wallraven & Bühlhoff, 2005). Für die Aufnahmen wurden die Gesichter von drei Laienschauspielerinnen von sechs synchronisierten digitalen Videokameras aufgezeichnet. Die Kameras waren so angeordnet, dass die erste Kamera Aufnahmen der Frontal- und die sechste Kamera Aufnahmen der Profilansicht des Gesichts lieferten. Die restlichen vier Kameras waren in 18°-Schritten dazwischen angeordnet. Um Aufnahmen von unterschiedlichen emotionalen Gesichtsausdrücken zu erhalten, wurden die Laienschauspielerinnen gebeten, verschiedene Emotionen zu zeigen, die mithilfe von kurzen Situationsbeschreibungen (vgl. Pilz, Thornton & Bühlhoff, 2005) induziert wurden. Für die vorliegenden Studien wurden die farbigen Abbildungen von Gesichtern mit neutralem, lächelndem und ärgerlichem Gesichtsausdruck in der Frontal- und einer Dreiviertelansicht (36°) verwendet. Um Abbildungen von Gesichtern ohne die externen Merkmale der Haarfrisur zu erhalten, trugen die Laienschauspielerinnen eine schwarze Mütze und ein schwarzes Tuch um die Schultern und wurden vor einem schwarzen Hintergrund gefilmt. Auf den Aufnahmen sind die Gesichter mit Ohren, Hals, Kinn und der Kontur des Haaransatzes zu sehen (siehe Abbildung 2).

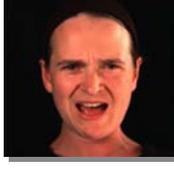
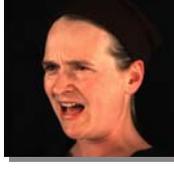
Gesichtsausdruck	Habituationsgesicht	Bezeichnung	Testpaar: bekanntes / neues Gesicht	
Neutral		Person A, Person A + B		
Positiv		Person A, Person A + B		
Negativ		Person C, Person C + B		

Abbildung 2. Stimulusmaterial: Gesichter mit neutralem Ausdruck (erste Reihe, Person A und B), Gesichter mit positivem emotionalem Ausdruck (zweite Reihe, Person A und B), Gesichter mit negativem emotionalem Ausdruck (dritte Reihe, Person C und B).

Die so entstandenen Gesichtsstimuli sollten eine Verarbeitung der internen Gesichtsmerkmale sicherstellen. Mit Hilfe von Adobe Photoshop® wurden die Stimulusgesichter so ausgeschnitten, dass die Gesichter auf den Bildern die gleiche Fläche einnahmen und die Fotos gleich groß waren (200 x 200 Pixel, sichtbare Größe auf dem Bildschirm 11.4 cm x 11.4 cm).

Versuchsablauf

Jedes Kind wurde im Säuglingslabor der Abteilung Entwicklungspsychologie an der Universität Gießen (bzw. für die Vorstudie B.2.1 und einen Teil der Hauptstudie 1, im Säuglingslabor am Friedrich-Miescher-Laboratorium der Max-Planck-Gesellschaft Tübingen) individuell untersucht. Vor der eigentlichen Untersuchung wurden die Eltern in einem kurzen Gespräch über den Untersuchungsablauf informiert und gebeten, einige Fragen zum Entwicklungsstand des Kindes zu beantworten (siehe Fragebogen Anhang A). Durch das einführende Gespräch wurde für den Säugling und seine Eltern die Möglichkeit geschaffen, sich mit dem Raum und der Situation vertraut zu machen.

Während der Untersuchung saß das Kind auf dem Schoß eines Elternteils in einer dreiseitig geschlossenen Untersuchungsbox, in dessen Rückwand ein Präsentationsmonitor eingelassen war (siehe Abbildung 3). Der Abstand zwischen den Augen des Kindes und dem Monitor betrug ungefähr 63 cm. Die tatsächliche Größe der Fotos auf dem Bildschirm betrug 11.4 cm x 11.4 cm mit einem daraus resultierenden visuellen Winkel von ca. 10° x 10°.

Die Eltern wurden gebeten, während der Untersuchung nicht mit ihrem Kind zu sprechen und die Augen geschlossen zu halten, um eine mögliche Beeinflussung des Blickverhaltens des Kindes zu vermeiden. Zwei unabhängige Beobachter, die sich, für das Kind unsichtbar, hinter der Box befanden, beobachteten das Kind und registrierten dessen Blickzeiten.



Abbildung 3. Untersuchungsbox mit integriertem Monitor.

Der erste Beobachter schaute durch ein Guckloch, das ca. 25 cm oberhalb des Präsentationsmonitors angebracht war. Der zweite Beobachter verfolgte das Blickverhalten auf einem TV-Monitor, der mit einer Kamera in der Rückwand der Untersuchungsbox verbunden war (3.5 cm oberhalb des Präsentationsmonitors). Der gesamte Untersuchungsablauf wurde auf eine Videokassette aufgezeichnet. Beide Beobachter registrierten die Blickzeit des Kindes auf einer Computertastatur, indem sie für die Dauer der Fixation eine Taste gedrückt hielten. Mit Hilfe des in der Arbeitsgruppe Schwarzer entwickelten Computerprogramms WinHab wurde die Stimuluspräsentation und die Registrierung der Blickzeiten gleichzeitig gesteuert. Die Blickzeiten, die durch den ersten Beobachter registriert wurden, dienten der Präsentationssteuerung. Diejenigen des zweiten Beobachters wurden zur Berechnung der Reliabilität herangezogen. Die Inter-Observer-Reliabilität, gemittelt über alle Studien, lag bei $r = .97$. Die Dauer einer Bildpräsentation wurde durch das Blickverhalten des Kindes bestimmt. Ein Präsentationsdurchgang begann mit dem ersten Blick des Kindes auf den Stimulus und endete, wenn das Kind den Stimulus länger als 1.5 Sekunden nicht fixierte.

Unmittelbar darauf erschien das nächste Bild auf dem Bildschirm, begleitet von einem akustischen Signal, das dazu diente, die Aufmerksamkeit des Kindes wieder auf den Bildschirm zu lenken. Mit Hilfe dieses vom Kind gesteuerten Habitationsverfahrens (*infant controlled habituation procedure*) wurden die Kinder bis zum Erreichen des Habitationskriteriums an das Gesicht einer Person in einer bestimmten Ansicht (Frontal- oder Dreiviertelansicht, vgl. Abbildung 2 und Anhang B) gewöhnt. Das Habitationskriterium war so definiert, dass die Blickzeit bei drei aufeinanderfolgenden Durchgängen die beiden längsten Blickzeiten um die Hälfte unterschreiten musste. Unter Habituation wird der Rückgang der

Orientierungsreaktion, hier ausgedrückt durch ein Absinken der Betrachtungsdauer für den wiederholt dargebotenen Stimulus, verstanden (vgl. z.B. Snyder & Torrence, 2008). Nach Erreichen des Habituationkriteriums wurde das schon bekannte Habituationsgesicht simultan auf beiden Seiten des Bildschirms präsentiert, um das Kind daran zu gewöhnen, dass in der nachfolgenden Testphase zwei Bilder gleichzeitig gezeigt werden.

In der unmittelbar an die Habituationsphase anschließenden Testphase wurden in zwei Durchgängen Paare von Gesichtern gezeigt. Auf einer Seite des Bildschirms wurde das Gesicht aus der Habituationsphase in einer neuen Ansicht präsentiert. Gleichzeitig wurde auf der anderen Seite des Bildschirms ein ganz neues Gesicht in der gleichen neuen Ansicht gezeigt. Die links/rechts-Positionierung von bekanntem und neuem Gesicht war über die Teilnehmer hinweg ausbalanciert. Im zweiten Durchgang der Testphase wurden diese beiden Bilder erneut gezeigt, jedoch mit vertauschten Positionen. Genau wie in der Habituationsphase wurde die Länge der Präsentation der Gesichterpaare durch die Blickzeit des Kindes bestimmt. Sobald das Kind länger als 1.5 Sekunden nicht auf die Stimulusbilder schaute, endete der jeweilige Präsentationsdurchgang.

Gemäß dem Novelty-Preference-Paradigma (vgl. Snyder & Torrence, 2008) wurde erwartet, dass die Säuglinge länger auf das neue Gesicht schauen, wenn sie das Gesicht aus der Habituationsphase in der neuen Ansicht als bekannt wiedererkennen.

In der Testphase wurde die Präsentation von Gesichterpaaren gewählt, um die Gedächtnisanforderungen für den Vergleich des Habituationsgesichts mit dem neuen Gesicht in der neuen Ansicht nicht unnötig zu erhöhen. Eine solche Kombination aus Habituations- und Novelty-Preference-Methode findet sich auch bei anderen Autoren (z.B. Bornstein & Arterberry, 2003; Fagan, 1976; Pascalis, de Haan & Nelson, 2002).

Im Anschluss an die Untersuchung wurden die Eltern über die Fragestellung der Untersuchung informiert, dazu wurden ihnen die vom Säugling gesehenen Gesichter in einer Übersicht auf dem Präsentationsmonitor gezeigt und das Untersuchungsparadigma erläutert.

B. VORSTUDIEN

Die im Folgenden beschriebenen Vorstudien mit Erwachsenen und Säuglingen wurden durchgeführt, um das Stimulusmaterial auf seine Verwendbarkeit in den geplanten Experimenten zu untersuchen. Dabei wurde in den Vorstudien mit Erwachsenen untersucht, wie die emotionalen Gesichtsausdrücke der Stimulusgesichter und die Ähnlichkeit der Testgesichter beurteilt werden. In den Vorstudien mit Säuglingen wurde untersucht, ob 7 Monate alte Säuglinge in der Lage sind, die dargebotenen Gesichtsidealitäten und die unterschiedlichen Ansichten der Gesichter zu unterscheiden.

B.1 Vorstudien mit Erwachsenen

B.1.1 Beurteilung des emotionalen Gesichtsausdrucks

Fragestellung

Die Studie zur Beurteilung der emotionalen Ausdrücke der in den Hauptexperimenten verwendeten Gesichter hatte zum Ziel, mögliche Unterschiede in den dargestellten emotionalen Gesichtsausdrücken festzustellen. Denkbar wäre, dass trotz sorgfältiger Auswahl und Zuordnung der Testgesichter nach Ausdruck und Intensität der dargestellten Emotion Unterschiede in den wahrgenommenen Emotionen zwischen den Testgesichtern bestehen, die die Unterscheidung der Testgesichter erleichtern könnten.

Methode

Versuchspersonen

An der Studie zur Beurteilung der emotionalen Gesichtsausdrücke nahmen 18 Erwachsene (9 Frauen, 9 Männer) im Alter zwischen 24 und 33 Jahren teil. Die Teilnehmenden waren Personen aus meinem Bekanntenkreis und nahmen freiwillig teil.

Stimuli

Als Stimulusmaterial wurden die drei in den Säuglingsstudien verwendeten Gesichtsidealitäten (Person A, B und C, vgl. Abbildung 2, Allgemeine Methode) mit neutralem, lächelndem und ärgerlichem emotionalem Gesichtsausdruck in der Frontal- und Dreiviertelansicht gezeigt. Zusätzlich wurden fünf weitere Gesichter (aus der Gesichtsdatenbank des

Max-Planck-Instituts Tübingen) mit negativem emotionalem Ausdruck in der Frontal- und Dreiviertelansicht als Füllitems verwendet.

Versuchsablauf

Die Datenerhebung zur Beurteilung des emotionalen Ausdrucks erfolgte in Einzelsitzungen in Anwesenheit der Versuchsleitung. Auf einem 12'' großen Laptop-Monitor wurde für jeweils 15 Sekunden ein Gesicht (Bildgröße 11.4 cm x 11.4 cm) gezeigt. Im Anschluss an die Präsentation des Gesichts hatten die Teilnehmer beliebig lange Zeit, ihre Emotionsbeurteilung auf einem Protokollbogen zu vermerken. Für die Beurteilung wurden die folgenden Emotionen vorgegeben: Freude, Interesse, Überraschung, Angst, Ärger, Verzweiflung, Traurigkeit, Ekel oder keine Emotion. Weiterhin sollte jedes Gesicht dahingehend beurteilt werden, ob es einen positiven oder negativen emotionalen Gesichtsausdruck zeigt. Nach Beurteilung der Emotion konnten die Teilnehmer per Mausclick die Darbietung des nächsten Gesichts starten. Die Präsentation der 26 zu beurteilenden Gesichter erfolgte in Zufallsreihenfolge.

Ergebnisse

Für jedes der in den Hauptstudien verwendeten Gesichter (Person A und B mit neutralem und lächelndem Gesichtsausdruck, Person B und C mit ärgerlichem Gesichtsausdruck) werden die Beurteilungen der Gesichtsausdrücke beschrieben. Die Beurteilungen für die Frontal- und die Dreiviertelansicht werden gemeinsam analysiert.

Die Gesichter von Person A und Person B mit neutralem Gesichtsausdruck wurden von 16 Personen als neutral beurteilt (94% der Beurteilungen für jedes Gesicht). Die Gesichtsausdrücke beider Gesichtsidentitäten wurden jeweils einmal in jeder gezeigten Ansicht als traurig bzw. als interessiert beurteilt.

Bei den Gesichtern mit einem explizit emotionalen Gesichtsausdruck fielen die Beurteilungen etwas heterogener aus. Der lächelnde Gesichtsausdruck von Person A wurde in 64% der Beurteilungen, derjenige von Person B in 78% der Beurteilungen als Freude eingestuft. Der Gesichtsausdruck von Person A wurden von sechs, derjenige von Person B von vier Versuchsteilnehmern in einer der beiden Ansichten als interessiert oder überrascht beurteilt. Bei der Beurteilung der Gesichtsausdrücke hinsichtlich des positiven Emotionsgehalts zeigt sich eine hohe Übereinstimmung: Beide Gesichtsausdrücke wurden von allen Versuchsteilnehmern als positive Emotion wahrgenommen (100% der Beurteilungen).

Der ärgerliche Gesichtsausdruck von Person B wurde in 44% der Beurteilungen, derjenige von Person C in 50% der Beurteilungen als ärgerlich eingestuft. Der ärgerliche Gesichtsausdruck von Person B wurde von zehn, derjenige von Person C von neun Versuchsteil-

nehmern in einer der beiden Ansichten als Angst, Verzweiflung, Traurigkeit, Ekel oder Überraschung wahrgenommen. Bei der Beurteilung der ärgerlichen Gesichtsausdrücke hinsichtlich des negativen Emotionsgehalts zeigt sich eine hohe Übereinstimmung: Beide Gesichtsausdrücke wurden in 97% der Beurteilungen als negative Emotion eingestuft.

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass die untersuchten Erwachsenen die dargebotenen Gesichter hinsichtlich ihrer emotionalen Valenz sehr einheitlich beurteilten. So waren sich die Beurteiler einig darüber, welche der Gesichtsausdrücke neutral, positiv und welche negativ sind. Auch zwischen den einzelnen Gesichtern eines Gesichterpaars gab es kaum Unterschiede hinsichtlich der wahrgenommenen Emotionen. Zwar zeigt sich, dass bei Gesichtern mit lächelndem und insbesondere bei jenen mit ärgerlichem Gesichtsausdruck eine größere Anzahl an unterschiedlichen Emotionen wahrgenommen wird als bei Gesichtern mit neutralem Gesichtsausdruck, jedoch sind diese für beide Gesichter der einzelnen Gesichterpaare vergleichbar. Die Tatsache, dass die Gesichter mit ärgerlichem Gesichtsausdruck außer Ärger eine Vielzahl an weiteren Emotionszuordnungen erhielten, könnte damit zusammenhängen, dass mehr negative als positive Emotionen auf dem Beurteilungsbogen zur Verfügung standen.

Obwohl die Beurteilung der Gesichter mit neutralem emotionalem Gesichtsausdruck am einheitlichsten ausfällt, zeigen die Beurteilungen von zwei Personen doch, dass auch ein Gesicht ohne expliziten emotionalen Ausdruck z.B. in einer sozialen Situation eine Bedeutung haben kann. Die Bezeichnung „neutraler Gesichtsausdruck“ wird in dieser Arbeit daher zur Beschreibung von Gesichtern ohne expliziten emotionalen Gesichtsausdruck verwendet.

Da die konkrete Emotionszuschreibung für die Gesichter mit lächelndem und ärgerlichem Gesichtsausdruck im Vergleich zur Bestimmung der emotionalen Valenz vergleichsweise heterogen ausfällt, wird im Folgenden der lächelnde Gesichtsausdruck als positiver emotionaler Gesichtsausdruck und der ärgerliche Gesichtsausdruck als negativer emotionaler Gesichtsausdruck bezeichnet.

Um zu untersuchen, ob die unterschiedlichen Emotionszuschreibungen bei den Gesichtern mit positivem und negativem emotionalem Ausdruck doch zu einer Veränderung der wahrgenommenen Ähnlichkeit zwischen den Gesichtern der einzelnen Gesichterpaare führt, werden in der folgenden Studie Ähnlichkeitsurteile für die verschiedenen Gesichterpaare erhoben.

B.1.2 Ähnlichkeitsbeurteilung der Testgesichter

Fragestellung

Die Studie zur Ähnlichkeitsbeurteilung der Gesichterpaare hatte zum Ziel, mögliche Unterschiede in der von Erwachsenen wahrgenommenen Ähnlichkeit der Gesichterpaare mit unterschiedlichen emotionalen Ausdrücken und Darbietungsansichten festzustellen. Insbesondere sollte untersucht werden, ob der positive und negative emotionale Gesichtsausdruck einen Einfluss auf die wahrgenommene Ähnlichkeit der Gesichterpaare hat und ob beispielsweise zwei Gesichter mit einem emotionalen Ausdruck als unähnlicher wahrgenommen werden und damit leichter voneinander zu unterscheiden sind (vgl. z.B. Valentine, 1991) als zwei Gesichter mit neutralem Gesichtsausdruck.

Methode

Versuchspersonen

An der Beurteilungsstudie nahmen 30 Personen (23 Frauen, 7 Männer) im Alter von 20 bis 45 Jahren teil. Die Mehrzahl der Teilnehmenden waren Studierende des Faches Psychologie an der Justus-Liebig-Universität Gießen. Alle Versuchspersonen nahmen freiwillig teil und bekamen 30 Minuten für im Grundstudium abzuleistende Versuchspersonenstunden anerkannt. In die Datenanalyse gingen die Beurteilungen aller Versuchsteilnehmer ein.

Stimuli

Insgesamt wurden 60 Gesichterpaare präsentiert. Die Paare setzten sich zusammen aus den drei in der Säuglingsstudie verwendeten Gesichtern und 18 weiteren Gesichtern, die der Gesichtsdatenbank des Max-Planck-Instituts Tübingen (Pilz, Thornton & Bühlhoff, 2005) entstammten und als Füllitems dienten. Wie das Stimulusmaterial der Säuglingsstudie waren auch die weiteren Gesichter ohne Frisur vor einem schwarzen Hintergrund dargestellt. Die Gesichter aus der Säuglingsstudie wurden in den sechs Paaren präsentiert, die auch in den Testphasen des Säuglingsexperiments verwendet wurden (vgl. Abb. 2, Allgemeine Methode und Anhang B). Die neun übrigen Gesichterpaare wurden jeweils einmal in der Frontal- und Dreiviertelansicht mit neutralem, positivem und negativem Gesichtsausdruck präsentiert.

Versuchsablauf

Die Datenerhebung der Ratingstudie erfolgte in Einzelsitzungen in Anwesenheit der Versuchsleitung. Auf einem 15''-Monitor wurde jeweils ein Gesichterpaar (Bildgröße jeweils 11.4 cm x 11.4 cm) für 5 Sekunden dargeboten. Die als Paar gezeigten Gesichter entsprachen

sich hinsichtlich Geschlecht, dargestelltem emotionalem Gesichtsausdruck und Darbietungsansicht. Im Anschluss an die Präsentation des Gesichterpaars hatten die Teilnehmer beliebig lange Zeit, ihr Ähnlichkeitsurteil auf einer 9-Punkte-Skala (1 = sehr ähnlich, 9 = sehr unähnlich) im Protokollbogen zu vermerken und dann die nächste Darbietung zu starten (Anhang C). Die sechs Gesichterpaare, die in den Testphasen der Säuglingsstudien gezeigt wurden, und die Gesichterpaare mit Distraktorgesichtern (insgesamt 60 Gesichterpaare) wurden in Zufallsreihenfolge präsentiert

Ergebnisse

Um zu überprüfen, ob sich die Ähnlichkeitsurteile für die Gesichter mit unterschiedlichen emotionalen Gesichtsausdrücken und den beiden Darbietungsansichten unterscheiden, wurde eine Varianzanalyse mit den beiden Messwiederholungsfaktoren Darbietungsansicht (Frontal- und Dreiviertelansicht) und Emotion (neutral, positiv, negativ) berechnet. Es wurden dabei nur die Ähnlichkeitsurteile der sechs in der Säuglingsstudie verwendeten Gesichterpaare in die Analyse einbezogen. Die Mittelwerte der Beurteilungen verteilen sich zwischen $M = 4.2$ ($SD = 2.1$) für das frontal gezeigte Gesichterpaar mit negativem Gesichtsausdruck bis zu $M = 6.0$ ($SD = 2.3$) für das Gesichterpaar mit neutralem Ausdruck in der Dreiviertelansicht (für alle Beurteilungswerte siehe Tabelle 1). Die Ergebnisse der Varianzanalyse zeigen, dass weder der emotionale Ausdruck eines Gesichts noch die Darbietungsansicht einen Einfluss auf die Ähnlichkeitsbeurteilungen hat (alle $F < 1$).

Tabelle 1.

Mittlere Ähnlichkeitsbeurteilung für Gesichterpaare in Dreiviertel- und Frontalansicht mit neutralem, positivem und negativem emotionalem Gesichtsausdruck.

Ansicht	Emotion	M	SD
dreiviertel	neutral	6,0	2,3
	positiv	5,6	2,2
	negativ	5,3	2,3
frontal	neutral	5,5	2,3
	positiv	5,4	2,4
	negativ	4,2	2,1

Hinweis: kleinere Werte zeigen eine höhere, größere Werte eine geringere wahrgenommene Ähnlichkeit an.

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass alle Beurteilungen der Gesichterpaare in einem mittleren Ähnlichkeitsbereich liegen und dass sich die Ähnlichkeitsbeurteilungen weder hinsichtlich des gezeigten emotionalen Gesichtsausdrucks noch hinsichtlich der Darbietungsansicht statistisch bedeutsam voneinander unterscheiden. Entgegen der Annahme, dass Gesichter mit emotionalem Gesichtsausdruck aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Emotionszuschreibungen in Vorstudie 1 als unähnlicher wahrgenommen werden, zeigten sich für die Gesichterpaare mit emotionalem Ausdruck die höchsten Ähnlichkeitswerte. Möglicherweise führte der emotionale Gesichtsausdruck zu einer größeren wahrgenommenen Ähnlichkeit zwischen den Gesichtern, wohingegen bei Gesichtern mit neutralem Gesichtsausdruck ein Vergleich der beiden Gesichtsidentitäten besser möglich war.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass aufgrund der Ergebnisse der Vorstudien mit Erwachsenen, die eine einheitliche Beurteilung der emotionalen Gesichtsausdrücke und vergleichbare Ähnlichkeitsbeurteilungen der Gesichterpaare in den unterschiedlichen emotionalen Bedingungen und Darbietungsansichten ergeben haben, keine Gründe gegen eine Verwendung des Stimulusmaterials sprechen.

In den folgenden Vorstudien mit Säuglingen wird nun untersucht, ob 7 Monate alte Säuglinge die gezeigten Gesichtsidentitäten und die unterschiedlichen Ansichten voneinander unterscheiden können.

B.2 Vorstudien mit Säuglingen

B.2.1 Unterscheidung der Identität bei Gesichtern mit neutralem emotionalem Ausdruck

Fragestellung

Diese Vorstudie sollte überprüfen, ob 7 Monate alte Säuglinge die beiden in der Testphase der Hauptstudien gezeigten Gesichter hinsichtlich ihrer Identität unterscheiden können. Diese Frage muss deshalb geklärt werden, da im Falle einer nicht eintretenden Generalisierung der Identität von einer Ansicht auf eine andere die Möglichkeit ausgeschlossen sein muss, dass das neue Gesicht nicht als solches erkannt wurde.

Methode

Versuchspersonen

An dieser Vorstudie nahmen 17 Säuglinge im Alter von 7 Monaten teil ($M = 227.4$ Tage; $SD = 9.5$; 9 Mädchen und 8 Jungen). Rekrutierung und Kriterien für die Einbeziehung in die Datenauswertung waren wie im Kapitel Allgemeine Methode beschrieben.

Stimuli

Verwendet wurden die Gesichter von Person A und B (vgl. Abbildung 2, Allgemeine Methode) mit neutralem emotionalem Gesichtsausdruck. Sowohl das Habituationsgesicht als auch das Testgesicht wurden in der Frontalansicht präsentiert.

Versuchsablauf

Wie auch in den Hauptexperimenten wurden die Kinder einzeln untersucht, indem ihnen die Stimuli auf einem Präsentationsmonitor gezeigt wurden. Zur Stimuluspräsentation und Registrierung der Blickzeiten wurde ebenfalls das Computerprogramm WinHab verwendet. Den Kindern wurde bis zum Erreichen des Habituationkriteriums das Bild von Person A in der Frontalansicht gezeigt. Das Habituationkriterium war erreicht, wenn die beiden längsten Blickzeiten bei drei aufeinander folgenden Darbietungsdurchgängen um die Hälfte unterschritten wurden. In der unmittelbar anschließenden Testphase wurde zunächst das Gesicht aus der Habituationsphase noch einmal gezeigt. Anschließend wurde das Bild von Person B als Einzelbild ebenfalls in der Frontalansicht präsentiert. Eine Unterscheidung der

beiden Gesichter wurde von einer Dishabituationsreaktion für das Testbild (Person B) abgeleitet.

Die technischen Untersuchungsparameter wie die Beobachtung und Registrierung der Blickzeiten entsprachen den im allgemeinen Methodenteil beschriebenen. Die Reliabilität zwischen den beiden Beobachtern lag bei $r = .99$.

Ergebnisse und Diskussion

Um den Verlauf der Blickzeiten in der Habituationsphase zu untersuchen, wurde eine Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Habituation (längste vs. letzte Blickzeit der Habituationsphase) durchgeführt. Die Blickzeit wurde als abhängige Variable untersucht. Die untersuchten Blickzeiten unterschieden sich signifikant voneinander, $F(1, 16) = 38.0, p < .001, \eta_p^2 = .70^1$.

Nachdem die Kinder an das Gesicht von Person A habituiert worden waren, betrachteten sie in der Testphase das neue Gesicht (Person B) signifikant länger als das in der Testphase erneut gezeigte Habituationsgesicht $F(1, 16) = 7.98, p = .012, \eta_p^2 = .33$.

Aus diesem Ergebnis lässt sich schlussfolgern, dass die Säuglinge das Testgesicht als neues Gesicht erkannten. Somit wurde gezeigt, dass 7 Monate alte Säuglinge in der Lage sind, die Identitäten der beiden Gesichter in der Frontalansicht zu unterscheiden. Ob eine Unterscheidung der Gesichter auch für die Dreiviertelansicht vorliegt, wurde nicht explizit getestet. Da aber auch bei den Gesichtern in seitlicher Ausrichtung alle Gesichtsmarkmale, insbesondere Augen und Mund, sichtbar sind, wird angenommen, dass 7 Monate alte Säuglinge die beiden Gesichtsidentitäten auch in der Dreiviertelansicht unterscheiden können.

¹ Falls nicht anders angegeben, basieren die durchgeführten Analysen auf zweiseitiger Testung.

B.2.2 Unterscheidung der Dreiviertelansicht von der Frontalansicht bei Gesichtern mit neutralem, positivem und negativem emotionalem Ausdruck

Fragestellung

Das Ziel der zweiten Vorstudie war, zu überprüfen, ob 7 Monate alte Säuglinge die Dreiviertelansicht von der Frontalansicht bei Gesichtern mit neutralem, positivem und negativem emotionalem Ausdruck unterscheiden. Diese Fragestellung ist für die Hauptstudien von Bedeutung, da sichergestellt sein muss, dass die Säuglinge nach dem Betrachten einer Ansicht des Gesichts die jeweils andere Ansicht des gleichen Gesichts tatsächlich als etwas Neues erkennen. Um diese Frage für die Hauptstudien 1 bis 6 zu klären, wurde in unabhängigen Gruppen untersucht, ob die unterschiedlichen Ansichten der Gesichter mit neutralem, positivem und negativem emotionalem Ausdruck unterschieden werden.

Methode

Versuchspersonen

An dieser Vorstudie nahmen 41 Säuglinge im Alter von 7 Monaten teil ($M = 228.7$ Tage, $SD = 9.9$; 21 Mädchen und 20 Jungen). Rekrutierung und Kriterien für die Einbeziehung in die Datenauswertung waren wie im Kapitel Allgemeine Methode beschrieben.

Stimuli

Verwendet wurden die Abbildungen von Person A in der Frontal- und Dreiviertelansicht mit neutralem und positivem sowie von Person C mit negativem emotionalem Gesichtsausdruck (siehe Abbildung 2, Allgemeine Methode).

Versuchsablauf

Der Untersuchungsablauf war identisch mit dem der Vorstudie 1. Die Säuglinge wurden in allen drei emotionalen Bedingungen jeweils an das Gesicht in der frontalen Ansicht habituieren. In der unmittelbar anschließenden Testphase wurde zunächst das Gesicht aus der Habituationsphase noch einmal gezeigt. Dann wurde das Gesicht mit dem gleichen emotionalen Ausdruck in der Dreiviertelansicht präsentiert. Eine Unterscheidung der beiden Ansichten wurde von einer Dishabituationsreaktion für das Gesicht in der neuen Ansicht abgeleitet. Die Reliabilität zwischen den beiden Beobachtern lag bei $r = .99$.

Ergebnisse und Diskussion

Um den Verlauf der Blickzeiten in der Habituationsphase zu überprüfen, wurde eine Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Habituation (längste vs. letzte Blickzeit in der Habituationsphase) und dem Zwischensubjektfaktor Emotionale Bedingung durchgeführt. Als abhängige Variable wurde die Blickzeit untersucht. Wie durch das gesetzte Habituationkriterium erwartet, unterscheiden sich die untersuchten Blickzeitparameter signifikant voneinander ($F(1, 40) = 94.74, p < .001, \eta_p^2 = .70$). Zudem ergab sich eine Interaktion der Faktoren Habituation und Emotionale Bedingung ($F(2, 40) = 4.41, p = .019, \eta_p^2 = .18$). Die Blickzeiten für das letzte Habituationstrial unterscheiden sich für die unterschiedlichen emotionalen Bedingungen nicht; die längste Blickzeit für neutrale Gesichter war im Vergleich zu emotional expressiven Gesichtern verringert.

Um weiterhin festzustellen, ob die Säuglinge die Dreiviertelansicht des Gesichts von der Frontalansicht unterscheiden, wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholung (bekanntes Gesicht im Test vs. Gesicht in der neuen Ansicht) und emotionalem Ausdruck als Zwischensubjektfaktor berechnet. Als abhängige Variable wurde die Blickzeit erfasst. Die Ergebnisse zeigen eine längere Blickzeit für das Gesicht in der neuen Ansicht im Vergleich zur Blickzeit für das bekannte Gesicht im Test, $F(1, 40) = 5.41, p = .025, \eta_p^2 = .12$. Eine Interaktion der Blickzeit mit emotionaler Bedingung fand sich nicht. Die genauen Blickzeitparameter für die drei emotionalen Bedingungen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Die Ergebnisse zeigen, dass 7 Monate alte Kinder unabhängig vom emotionalen Ausdruck des gezeigten Gesichts in der Lage sind, die Dreiviertelansicht von der Frontalansicht zu unterscheiden. Somit ist sichergestellt, dass in den Hauptstudien mögliche Präferenzen für das neue Gesicht nicht auf eine Nichtunterscheidung der beiden gezeigten Ansichten des Habituationsgesichts zurückgehen.

Tabelle 2.

Blickzeitparameter der Habituations- und Testphase für die unterschiedlichen emotionalen Bedingungen.

Emotionale Bedingung	Blickzeiten der Habituation		Blickzeiten der Testphase	
	längste Blickzeit <i>M (SD)</i>	letzte Blickzeit <i>M (SD)</i>	Gesicht bekannt <i>M (SD)</i>	Gesicht neu <i>M (SD)</i>
neutral ($n = 13$)	13.56 (6.74)	3.50 (2.49)	3.27 (1.64)	5.80 (3.78)
positiv ($n = 14$)	27.34 (15.53)	4.84 (3.42)	7.63 (5.08)	8.66 (7.88)
negativ ($n = 14$)	26.51 (15.89)	5.07 (4.29)	3.60 (1.45)	6.52 (6.45)

C. HAUPTSTUDIEN

C.1 Hauptstudien mit 7 Monate alten Säuglingen

In den Hauptstudien wird die Fähigkeit von 7 und 9 Monate alten Säuglingen untersucht, ein Gesicht in einer neuen Ansicht wiederzuerkennen. Für 7 Monate alte Säuglinge wird in einzelnen Studien (Hauptstudien 1 bis 6) der Einfluss des emotionalen Ausdrucks und der Darbietungsansicht auf die Fähigkeit zur Wiedererkennung untersucht. Bei 9 Monate alten Säuglingen (Hauptstudie 7) wird untersucht, inwieweit Gesichter mit neutralem Gesichtsausdruck in einer neuen Ansicht wiedererkannt werden.

Hauptstudie 1: Generalisierung der Gesichtsidentität von der Frontal- auf die Dreiviertelansicht bei Gesichtern mit neutralem emotionalem Ausdruck

Fragestellung

Ziel der ersten beiden Hauptstudien war es, herauszufinden, inwieweit 7 Monate alte Säuglinge in der Lage sind, die invariante Struktur eines Gesichts aus verschiedenen Perspektiven wiederzuerkennen, wenn dieses Gesicht mit neutralem emotionalem Ausdruck und ohne externe Gesichtsmerkmale wie Haarfrisur gezeigt wird. Dazu wurde in der ersten Studie untersucht, ob ein zunächst frontal gesehenes Gesicht in der Dreiviertelansicht wiedererkannt wird.

Methode

Versuchspersonen

An dieser Studie nahmen 16 Säuglinge² (8 Mädchen und 8 Jungen) im Alter von 7 Monaten teil ($M = 224.6$ Tage, $SD = 7.3$). Drei weitere Kinder wurden nicht in die Auswertung mit

² Mit der Computersoftware G*Power (Faul, Erdfelder, Lang & Buchner, 2007) wurde auf Basis des für die Vorstudie B.2.2 vorliegenden η_p^2 eine äquivalente Effektstärke von $f = 0.369$ für diese Vorstudie berechnet. Auf Basis dieser Effektstärke sowie einem gesetzten α -Niveau von .05 und einer gewünschten Power ($1 - \beta$) von .80 (siehe Buchner, Erdfelder & Faul, 1996) wurde mit derselben Software a priori die benötigte Versuchspersonenanzahl für die im Folgenden dargestellten Hauptstudien ermittelt. Für die in den Hauptstudien vorgesehenen Vergleiche der tatsächlich beobachteten prozentualen Blickdauer für das neue Gesicht (MPS,

einbezogen, da sie in der Testphase nur eines der beiden gleichzeitig präsentierten Gesichter betrachtet hatten.

Stimuli und Versuchsablauf

Verwendet wurden die Gesichter von Person A und B mit neutralem emotionalem Ausdruck (siehe Abbildung 2, Allgemeine Methode). In der Habituationsphase wurde den Säuglingen das neutrale Gesicht von Person A in der Frontalansicht gezeigt. In der Testphase wurde zweimal ein Gesichterpaar präsentiert, bestehend aus Person A in der Dreiviertelansicht und Person B ebenfalls in der Dreiviertelansicht. Die Positionen der Gesichter wurden bei der zweiten Darbietung vertauscht. Die Versuchsdurchführung für alle Hauptstudien ist im Kapitel Allgemeine Methode detailliert dargestellt.

Ergebnisse

In Voranalysen ergaben sich für Mädchen und Jungen keine bedeutsamen Unterschiede der Blickzeitparameter. Aufgrund dessen wurde der Faktor Geschlecht in den weiteren Analysen nicht mehr berücksichtigt.

Blickzeiten in der Habituationsphase: Durchschnittlich benötigten die Säuglinge 10.7 ($SD = 5.0$) Trials, d.h. Bildpräsentationen bis zum Erreichen des Habituationkriteriums. Die kumulierte Blickzeit der Habituationsphase beträgt 106.76 Sekunden ($SD = 63.78$), die längste Blickzeit 23.73 Sekunden ($SD = 11.60$). Das letzte Habituationstrial wurde durchschnittlich 4.27 Sekunden ($SD = 2.08$) lang betrachtet. Das anschließend dargebotene Trial, welches das Habituationsgesicht simultan auf beiden Hälften des Bildschirms zeigte, wurde 8.68 Sekunden ($SD = 4.67$) lang betrachtet.

Um den Verlauf der Blickzeiten in der Habituationsphase zu untersuchen, wurde eine Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Habituation (längste vs. letzte Blickzeit der Habituationsphase) durchgeführt. Die Blickzeit wurde als abhängige Variable untersucht. Die untersuchten Blickzeiten unterschieden sich signifikant voneinander, $F(1, 15) = 49.30$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .77$.

Blickzeiten in der Testphase: Das erste Trial der Testphase, bestehend aus dem Gesichterpaar von Person A und B in der Dreiviertelansicht, wurde 14.18 Sekunden ($SD = 9.03$) lang betrachtet. Durchschnittlich wurde jedes Gesichterpaar der Testphase 12.89 Sekunden ($SD = 8.41$) lang fixiert.

s.u.) mit dem diesbezüglich zu erwartenden Zufallswert mittels t-Tests ergab sich mit den o.g. Parametern eine Stichprobengröße von $N = 17$.

Generalisierung der Gesichtsidetität: Um die mittlere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht (*mean preference score*, MPS) zu berechnen, wurde die Betrachtungsdauer für das neue Gesicht durch die gesamte Betrachtungsdauer für das neue und das bekannte Gesicht dividiert und mit 100 multipliziert. Die jeweilige Betrachtungsdauer für das neue und das bekannte Gesicht setzte sich zusammen aus den jeweiligen Fixationszeiten in beiden Testdurchgangen. Ein t-Test für eine Stichprobe mit dem MPS als abhängiger Variable und dem Testwert 50 wurde durchgeführt, um zu überprüfen, ob die Säuglinge das neue Gesicht überzufällig lange betrachteten. Die mittlere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht ($M = 51.08$, $SD = 11.61$) unterschied sich nicht vom Zufall, $t(15) = .373$, $p = .71$.

Diskussion

Blickzeitparameter der Habituations- und Testphase: Die Auswertung der Blickzeitparameter aus der Habituationsphase zeigt einen typischen Habitationsverlauf mit wesentlich längerer Blickzeit zu Beginn der Stimuluspräsentation und kurzer Blickzeit für das Kriteriumstrial, welches die Habitationsphase abschließt. Die Erholung der Aufmerksamkeit in der Testphase, ausgedrückt durch längere Blickzeiten für die Testtrials, zeigt, dass die Säuglinge die Gesichter in der neuen Ansicht als etwas Neues wahrnehmen. Dies wurde auch in der Vorstudie B.2.2 gezeigt.

Generalisierung der Gesichtsidetität: Es zeigte sich keine Präferenz der 7 Monate alten Säuglinge für das neue Gesicht in der Dreiviertelansicht gegenüber dem schon bekannten Gesicht in derselben Ansicht. Anders als in den Forschungsarbeiten von Fagan (1976) sowie Rose und Kollegen (2002) scheint es den 7 Monate alten Säuglingen der vorliegenden Studie somit nicht möglich gewesen zu sein, die Identität des frontal kennengelernten Gesichts in der Dreiviertelansicht wiederzuerkennen. Da in Vorstudie B.2.1 sichergestellt wurde, dass die Säuglinge die Identitäten der beiden Gesichter voneinander unterscheiden können, kann ausgeschlossen werden, dass die fehlende Präferenz für das neue Gesicht darauf zurückzuführen ist, dass die Säuglinge die beiden Gesichter nicht unterschieden.

Als mögliche Ursachen für die unterschiedlichen Befunde der vorliegenden Ergebnisse im Vergleich zu den oben zitierten Vorgängerstudien sollen im Folgenden Unterschiede in der Methode und im Stimulusmaterial beleuchtet werden. In der Studie von Fagan (1976) wurden die Säuglinge mit dem frontalen Gesicht familiarisiert, d.h. alle Säuglinge sahen das Gesicht gleich lang, Rose und Mitarbeiter (2002) wählten dagegen eine individualisierte Form der Familiarisierung, bei der eine bestimmte kumulierte Blickzeit erreicht werden musste. In der vorliegenden Studie wurde den Kindern das Gesicht bis zum individuellen Erreichen des Habitationskriteriums präsentiert, wodurch gewährleistet ist,

dass jedes Kind ausreichend Zeit hatte, den Stimulus visuell zu verarbeiten. Somit stellt die Vorgehensweise dieser Studie eine sehr konservative Methode dar, weshalb eine Erklärung der fehlenden Generalisierungsleistung durch mangelnde Enkodierungsmöglichkeit in dieser Hinsicht auszuschließen ist.

In Bezug auf das verwendeten Stimulusmaterials besteht die Möglichkeit, dass die hier verwendeten neutralen Gesichter ohne Haarfrisur zu wenig Informationen für die Bildung einer stabilen internen Repräsentation des Gesichts boten und somit ein Abgleich der gespeicherten Repräsentation der Frontalansicht mit der dargebotenen Dreiviertelansicht in der Testphase nicht gelang. Die Generalisierungsfähigkeit der Säuglinge in den Studien von Fagan (1976) sowie Rose und Kollegen (2002) könnte somit auf das Vorhandensein externer Gesichtsmerkmale zurückzuführen sein. Diese Erklärungsmöglichkeit wird durch Befunde gestützt, die zeigen, dass der kontrastreiche äußere Gesichtsbereich, und hierbei insbesondere der Übergang zur Frisur, von Säuglingen bevorzugt betrachtet wird (z.B. Pascalis et al., 1995).

Möglicherweise spielt bei der komplexen Aufgabe des Wiedererkennens von Gesichtern ohne äußere Merkmale wie Frisur auch die dargebotene Ansicht des Gesichts eine Rolle. Denkbar wäre ein Einfluss der dargebotenen Ansicht beim Erstellen einer mentalen Repräsentation oder bei der Wiedererkennung des Gesichts. Ähnlich wie in einigen Experimenten mit Erwachsenen (z.B. Hancock et al., 2000; O'Toole et al., 1998) besteht die Möglichkeit, dass sich die Frontalansicht weniger gut als „Lerngesicht“ eignet und keine stabile Repräsentation erstellt werden kann. Die andere Möglichkeit wäre, dass den Säuglingen die Dreiviertelansicht nicht sehr vertraut und daher zur Wiedererkennung weniger gut geeignet ist. In der nachfolgenden Studie soll diese Möglichkeit überprüft werden, indem die Ansichten der Gesichter in umgekehrter Reihenfolge dargeboten werden, d.h. Säuglinge werden an die Dreiviertelansicht habituiert und sehen in der Testphase zwei Gesichter in der Frontalansicht.

Hauptstudie 2: Generalisierung der Gesichtsidentität von der Dreiviertel- auf die Frontalansicht bei Gesichtern mit neutralem emotionalem Ausdruck

Fragestellung

Ziel der vorliegenden Studie war es zu untersuchen, ob 7 Monate alte Säuglinge nach der Präsentation eines neutralen Gesichts in der Dreiviertelansicht dieses Gesicht in der Frontalansicht wiedererkennen.

Methode

Versuchspersonen

An dieser Studie nahmen 17 Säuglinge (10 Mädchen und 7 Jungen) im Alter von 7 Monaten teil ($M = 228.2$ Tage, $SD = 7.9$). Fünf weitere Kinder wurden nicht in die Auswertung mit einbezogen, da sie in der Testphase nur eines der beiden gleichzeitig präsentierten Gesichter betrachtet hatten.

Stimuli und Versuchsablauf

Verwendet wurden ebenfalls die Gesichter mit neutralem emotionalem Ausdruck. Im Gegensatz zur ersten Hauptstudie wurden die Ansichten der Gesichter hier in umgekehrter Reihenfolge präsentiert. In der Habituationsphase wurde den Säuglingen das Gesicht in der Dreiviertelansicht gezeigt, in der Testphase das Gesichterpaar, bestehend aus bekanntem und neuem Gesicht mit neutralem emotionalem Ausdruck, in der Frontalansicht (vgl. Anhang B).

Ergebnisse

Blickzeiten in der Habituationsphase: Durchschnittlich benötigten die Säuglinge 9.3 ($SD = 3.6$) Trials bis zum Erreichen des Habitationskriteriums. Die kumulierte Blickzeit der Habituationsphase betrug 70.85 Sekunden ($SD = 32.31$), die längste Blickzeit 17.86 Sekunden ($SD = 8.21$). Das letzte Habituationstrial wurde durchschnittlich 4.13 Sekunden ($SD = 3.32$) lang betrachtet. Das anschließend dargebotenen Trial, welches das Habitationsgesicht simultan auf beiden Hälften des Bildschirms zeigte, wurde 7.15 Sekunden ($SD = 4.68$) lang betrachtet.

Um den Verlauf der Blickzeiten in der Habituationsphase zu untersuchen, wurde eine Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Habituation (längste vs. letzte Blickzeit

der Habituationsphase) durchgeführt. Die Blickzeit wurde als abhängige Variable untersucht. Die untersuchten Blickzeiten unterschieden sich signifikant voneinander, $F(1, 16) = 106,98, p < .001, \eta_p^2 = .87$.

Blickzeiten in der Testphase: Das erste Trial der Testphase, bestehend aus dem Gesichterpaar mit der Frontalansicht von Person A und B, wurde 13.73 Sekunden ($SD = 11.34$) lang betrachtet. Die anschließend präsentierten Testtrials wurden durchschnittlich jeweils 13.08 Sekunden ($SD = 9.85$) lang fixiert.

Generalisierung der Gesichtsidentität: Wie bei Hauptstudie 1 beschrieben, wurde die mittlere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht (*mean preference score*, MPS) berechnet. Ein t-Test für eine Stichprobe mit dem MPS als abhängiger Variable und dem Testwert 50 zeigte, dass sich die mittlere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht ($M = 46.38, SD = 11.89$) nicht vom Zufall unterschied, $t(16) = -1.25, p = .23$.

Diskussion

Blickzeitparameter der Habituations- und Testphase: Die Auswertung der Blickzeitparameter aus der Habituationsphase zeigt auch für das Betrachten des Gesichts in der Dreiviertelansicht einen typischen Habitationsverlauf mit wesentlich längerer Blickzeit zu Beginn der Stimuluspräsentation und einer kurzen Blickzeit für das Kriteriumstrial. Der signifikante Unterschied zwischen längster und letzter Blickzeit der Habituationsphase wurde durch das gesetzte Habitationskriterium in dieser Weise erwartet. Bei der Darbietung der frontalen Gesichter in der Testphase sind im Vergleich zum Ende der Habituationsphase längere Blickzeiten und somit erneute Aufmerksamkeit für diese neuen Gesichter zu erkennen.

Generalisierung der Gesichtsidentität: Auch bei der Präsentation der neutralen Gesichter in der Reihenfolge Dreiviertelansicht-Frontalansicht konnte keine Generalisierungsleistung dahingehend gefunden werden, dass die Identität in der Frontalansicht wiedererkannt wurde. Die bei Hauptstudie 1 diskutierte Möglichkeit, dass die Dreiviertelansicht, wie zum Teil in Studien mit Erwachsenen festgestellt (z.B. Hancock et al., 2000; O'Toole et al., 1998), die Bildung einer stabileren internen Repräsentation des Gesichts ermöglicht, wird durch die Ergebnisse der vorliegenden Studie für Säuglinge nicht unterstützt. Auch die Annahme, dass die Präsentation der Testgesichter in der Frontalansicht zu einer besseren Wiedererkennung führen könnte, da diese Ansicht den Säuglingen möglicherweise vertrauter ist, muss verworfen werden.

Die Bedeutung der verschiedenen Ansichten für die Wiedererkennung von Gesichtern bei 7 Monate alten Säuglingen soll im folgenden Abschnitt durch den Vergleich der Blickzeitparameter der Hauptstudien 1 und 2 genauer untersucht und diskutiert werden.

Vergleich der Ergebnisse aus den Hauptstudien 1 und 2

Die Ergebnisse der Hauptstudien 1 und 2 zeigen, dass 7 Monate alte Säuglinge das Habituationsgesicht in einer neuen Ansicht nicht kürzer betrachteten als ein neues Gesicht in der gleichen neuen Ansicht mit dem gleichen neutralen Gesichtsausdruck (siehe Abbildung 3). Diese Ergebnisse legen nahe, dass die 7 Monate alten Säuglinge die invariante Struktur des Gesichts, unabhängig von der ursprünglichen Darbietungsansicht, in einer neuen Ansicht nicht wiedererkannten.

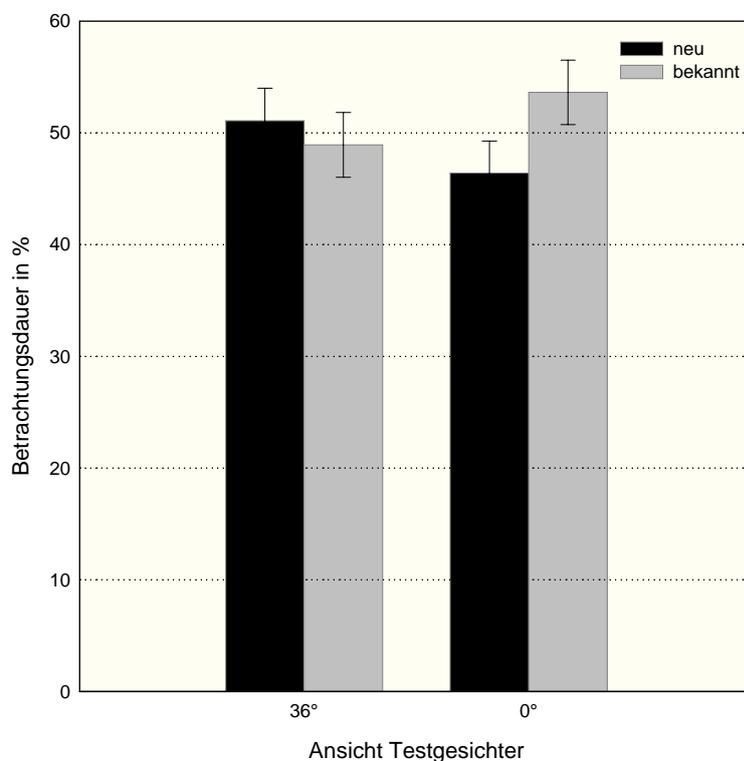


Abbildung 3.

Hauptstudie 1 und 2: Prozentuale Betrachtungsdauer (MPS) von bekanntem und neuem Gesicht mit neutralem emotionalem Gesichtsausdruck für die beiden Darbietungsbedingungen (Habituationsgesicht Frontal-, Testgesichter Dreiviertelansicht und Habituationsgesicht Dreiviertel-, Testgesichter Frontalan-sicht).

Die Fehlerbalken stellen den Standardfehler der Mittelwerte dar.

Um jedoch genauer zu untersuchen, ob sich die Blickzeitparameter für die Gesichter mit neutralem emotionalem Ausdruck für Habituations- und Testphase in Abhängigkeit der Darbietungsansichten unterscheiden, wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben berechnet. Als abhängige Maße der Habituationsphase wurden die Blickzeitparameter „längste Blickzeit“, „letzte Blickzeit“, „kumulierte Blickzeit“ und „Anzahl der Habituationstrials“ sowie als abhängige Maße der Testphase die mittleren Blickzeiten für die beiden Testtrials den MPS untersucht (siehe Tabelle 3).

Mit Ausnahme der kumulierten Blickzeit der Habituationsphase hatte die Ansicht, in der die Kinder das Habituationsgesicht sahen, keine statistisch bedeutsamen Auswirkungen

auf die Blickzeitparameter der Habituations- und Testphase. Die kumulierte Blickzeit der Habituationsphase unterschied sich für die beiden Darbietungsbedingungen. Kinder, die das Habituationsgesicht in der frontalen Ansicht sahen, betrachteten es insgesamt 106.77 Sekunden lang ($SD = 63.78$), diejenigen Kinder, die das Gesicht in der Dreiviertelansicht sahen betrachteten es durchschnittlich 70.85 Sekunden lang ($SD = 32.31$). Aufgrund der hohen Intra-Gruppenvarianzen verfehlt der Mittelwertsunterschied das Signifikanzniveau jedoch knapp ($t(21.92) = 2.02, p = .056$).

Tabelle 3.

Blickzeitparameter der Habituations- und Testphase für die unterschiedlichen Ansichten.

Ansicht	Blickzeiten der Habituation			Blickzeiten der Testphase	
	längste Blickzeit	kumulierte Blickzeit	letzte Blickzeit	Blickzeit pro Trial	MPS
frontal	23.73 (11.60)	106.77 (63.78)	4.27 (2.08)	12.90 (8.41)	51.08 (11.61)
dreiviertel	17.86 (8.21)	70.85 (32.31)	4.13 (3.32)	13.08 (9.85)	46.38 (11.89)

Hinweis: Blickzeiten werden in Sekunden angegeben, $M (SD)$.

Diskussion

Die unterschiedlichen Darbietungsbedingungen der Gesichter in den Hauptstudien 1 und 2 hatten wie berichtet keinen Einfluss auf die mittlere prozentuale Blickzeit für das neue Gesicht in der Testphase. Auch der Vergleich des MPS für die beiden Darbietungsbedingungen zeigte keinen Vorteil für eine bestimmte Darbietungsansicht. Für die weiteren Blickzeitparameter der Habituations- und Testphase wurden ebenfalls keine Unterschiede zwischen den beiden Studien gefunden. Interessant ist jedoch der deutliche Hinweis darauf, dass die kumulierte Blickzeit in der Habituationsphase, in der das frontale Gesicht gezeigt wird, die mittlere kumulierte Blickzeit für das Gesicht in der Dreiviertelansicht um mehr als 30 Sekunden übersteigt. Dieser Befund deutet darauf hin, dass die Frontalansicht des Gesichts einen besonderen Stellenwert bei der Gesichtswahrnehmung von 7 Monate alten Säuglingen hat. Zum einen haben Säuglinge im Alter von 7 Monaten wahrscheinlich bereits gelernt, dass ein ihnen frontal zugewandtes Gesicht eine Interaktion erwarten lässt. Von Bedeutung ist hierbei vermutlich auch, dass bei den Gesichtern in Frontalansicht der Blick direkt auf den betrachtenden Säugling fällt, die Gesichter also auch eine soziale Bedeutung haben. Ein direkter Blick kann Interesse oder Aufmerksamkeit signalisieren oder aber eine mögliche Gefahr anzeigen. Es ist anzunehmen, dass dieser direkte

Blickkontakt zu der längeren Betrachtungsdauer und somit zu einer erhöhten Aufmerksamkeit für das frontale Gesicht in der Habituationsphase geführt hat. Eine andere Erklärung für die kürzere Blickzeit bei der Präsentation der Dreiviertelansicht könnte sein, dass die Säuglinge häufiger der Blickrichtung des Stimulusgesichts folgten, also gewissermaßen aus dem Bild herausgeschaut haben, um zu erkennen, wohin die abgebildete Person blickt. Dieses offenbar reflexartige Ausrichten der Aufmerksamkeit auf eine wahrgenommene Blickrichtung wurde schon bei 6 Monate alten Säuglingen beobachtet (Hood, Willen & Driver, 1998; Vecera & Johnson, 1995). Offenbar verhelfen die soziale Bedeutung des direkten Blicks und die längere Betrachtungsdauer jedoch nicht zu einer tieferen Verarbeitung des Gesichts und einer damit einhergehenden Bildung einer stabileren Repräsentation des frontalen Gesichts im Vergleich zur Dreiviertelansicht. Möglicherweise verbessert sich die Gesichtswahrnehmung von 7 Monate alten Säuglingen eher durch andere soziale Informationen wie beispielsweise einen emotionalen Gesichtsausdruck.

Nach dem Modell von Haxby und Kollegen (2000) zur Gesichtswahrnehmung bei Erwachsenen sind sowohl die Repräsentation von invarianten Gesichtsmerkmalen als auch die Repräsentation von veränderbaren Merkmalen für die Gesichtswahrnehmung von Bedeutung. Wie im Theoriekapitel zur Wahrnehmung von Gesichtern bei Erwachsenen bereits dargestellt, zählen nach Haxby und Kollegen (2000) Blickrichtung, emotionaler Gesichtsausdruck und Sprechmimik zu den veränderbaren Merkmalen eines Gesichts. Das Modell geht zwar von unterschiedlichen neurologischen Strukturen zur Verarbeitung der invarianten und veränderbaren Merkmale aus, sieht aber auch einen Austausch zwischen diesen Bereichen vor. Sollte dieses Modell auch für die Gesichtswahrnehmung im Säuglingsalter zutreffen, dann wäre denkbar, dass die Verarbeitung der invarianten Struktur eines Gesichts durch ein veränderliches Merkmal wie einen emotionalen Gesichtsausdruck beeinflusst wird. Um diese Überlegung zu überprüfen, soll im folgenden Experiment untersucht werden, ob sich ein positiver emotionaler Gesichtsausdruck auf die Fähigkeit auswirkt, die invariante Struktur eines Gesichts aus einer neuen Ansicht wiederzuerkennen.

Hauptstudie 3: Generalisierung der Gesichtsidentität von der Frontal- auf die Dreiviertelansicht bei Gesichtern mit positivem emotionalem Ausdruck

Fragestellung

In dieser Studie sollte untersucht werden, ob 7 Monate alte Säuglinge ein Gesicht mit positivem emotionalem Gesichtsausdruck, das zunächst frontal gezeigt wird, anschließend in der Dreiviertelansicht wiedererkennen.

Methode

Versuchspersonen

An dieser Studie nahmen 19 Säuglinge (10 Mädchen und 9 Jungen) im Alter von 7 Monaten teil ($M = 226.9$ Tage, $SD = 7.9$). Zwei weitere Kinder wurden nicht in die Auswertung miteinbezogen, da sie in der Testphase nur eines der beiden gleichzeitig präsentierten Gesichter betrachtet hatten.

Stimuli und Versuchsablauf

Verwendet wurden die Gesichter mit positivem emotionalem Ausdruck (vgl. Abbildung 2, Reihe 2). In der Habituationsphase wurde den Säuglingen das Gesicht von Person A mit positivem emotionalem Ausdruck in der Frontalansicht gezeigt. In der Testphase wurde zweimal ein Gesichterpaar präsentiert, bestehend aus Person A und Person B jeweils in der Dreiviertelansicht. Beide Gesichter zeigten den gleichen positiven emotionalen Gesichtsausdruck.

Ergebnisse

Blickzeiten in der Habituationsphase: Durchschnittlich benötigten die Säuglinge 9.31 ($SD = 4.5$) Trials bis zum Erreichen des Habitationskriteriums. Die kumulierte Blickzeit der Habitationsphase betrug 113.0 Sekunden ($SD = 71.8$), die längste Blickzeit 29.4 Sekunden ($SD = 13.3$). Das letzte Habituationstrial wurde durchschnittlich 5.3 Sekunden ($SD = 3.8$) lang betrachtet. Das anschließend dargebotene Trial, welches das Habitationsgesicht simultan auf beiden Hälften des Bildschirms zeigte, wurde durchschnittlich 10.6 Sekunden ($SD = 7.2$) lang betrachtet.

Um den Verlauf der Blickzeiten in der Habituationsphase zu untersuchen, wurde eine Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Habituation (längste vs. letzte Blickzeit der Habituationsphase) durchgeführt. Die Blickzeit wurde als abhängige Variable untersucht. Die untersuchten Blickzeiten unterschieden sich signifikant voneinander, $F(1, 18) = 77.58$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .81$.

Blickzeiten in der Testphase: Das erste Trial der Testphase, bestehend aus dem Gesichterpaar von Person A und B in der Dreiviertelansicht, wurde 13.3 Sekunden ($SD = 14.2$) lang betrachtet. Durchschnittlich wurde jedes Testtrial 12.8 Sekunden ($SD = 9.6$) lang fixiert.

Generalisierung der Gesichtsidetitüt: Um zu überprüfen, ob sich die mittlere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht der Testphase vom Zufall unterscheidet, wurde ein t-Test für eine Stichprobe mit dem MPS (Berechnung siehe Hauptstudie 1) als abhängiger Variable und dem Testwert 50 durchgeführt. Es zeigte sich, dass die mittlere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht von einer zufällig erwarteten Blickzeit signifikant verschieden war ($M = 56.55$, $SD = 10.19$), $t(18) = 2.80$, $p = .012$, $d = 0.64$.

Diskussion

Blickzeitparameter der Habituations- und Testphase: Die Auswertung der Blickzeitparameter aus der Habituationsphase zeigt für das Betrachten des frontal dargebotenen Gesichts mit positivem emotionalem Ausdruck einen typischen Habitationsverlauf mit wesentlich längerer Blickzeit zu Beginn der Habituationsphase und einer kurzen Blickzeit für das Kriteriumstrial.

Die längeren Blickzeiten für die Gesichter mit positivem Ausdruck in der Dreiviertelansicht in der Testphase im Vergleich zu den Blickzeiten am Ende der Habituationsphase lassen eine erneute Aufmerksamkeit für die Gesichter in der neuen Ansicht erkennen.

Generalisierung der Gesichtsidetitüt: Im Gegensatz zu den Studien mit neutralen Gesichtern zeigen die Ergebnisse dieser Studie, dass es 7 Monate alten Säuglingen bei Präsentation der gleichen Gesichter mit positivem emotionalem Gesichtsausdruck gelingt, die invariante Struktur des Gesichts in der zuvor nicht gesehenen Dreiviertelansicht wiederzuerkennen. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Gesichter mit positivem emotionalem Gesichtsausdruck qualitativ anders verarbeitet werden als Gesichter mit neutralem emotionalem Ausdruck. Auf die möglichen Ursachen einer unterschiedlichen Verarbeitungsweise von Gesichtern mit neutralem und Gesichtern mit positivem emotionalem Gesichtsausdruck wird in der Diskussion zu Hauptstudie 4 näher eingegangen.

Im Folgenden soll untersucht werden, ob es bei der Wiedererkennung der Gesichter mit positivem emotionalem Ausdruck Unterschiede darin gibt, wenn die Gesichter in der Dreiviertel- bzw. in der Frontalansicht gelernt werden. So soll überprüft werden, inwieweit 7 Monate alte Säuglinge die Gesichter mit positivem emotionalem Ausdruck auch dann wiedererkennen, wenn sie an die Dreiviertelansicht der Gesichter habituiert werden und in der Testphase die frontale Ansicht der Gesichter sehen.

Hauptstudie 4: Generalisierung der Gesichtsidentität von der Dreiviertel- auf die Frontalansicht bei Gesichtern mit positivem emotionalem Ausdruck

Fragestellung

Diese Studie untersucht, ob ein Gesicht, das mit positivem emotionalem Gesichtsausdruck in der Dreiviertelansicht präsentiert wird, von 7 Monate alten Säuglingen auch in der Frontalansicht wiedererkannt wird.

Methode

Versuchspersonen

An dieser Studie nahmen 19 Säuglinge (10 Mädchen und 9 Jungen) im Alter von 7 Monaten teil ($M = 227.3$ Tage, $SD = 9.8$). Die Daten von fünf Kindern wurden aufgrund verschiedener Kriterien von der Auswertung ausgeschlossen: Zwei Kinder, da sie in der Testphase nur eines der beiden gleichzeitig präsentierten Gesichter betrachtet hatten; zwei weitere Kinder, da deren mittlere prozentuale Blickzeit für das neue Gesicht nach Stem-and-Leaf- und Box-Plot-Analysen außerhalb der normalen Verteilung dieses Wertes lag; ein Kind, da technische Probleme bzw. Fehler der Versuchsleiter vorlagen.

Stimuli und Versuchsablauf

Verwendet wurden wie in Hauptstudie 3 die Gesichter mit positivem emotionalem Ausdruck. Im Gegensatz zu Hauptstudie 3 wurden die Ansichten der Gesichter hier in umgekehrter Reihenfolge präsentiert. In der Habituationsphase wurde den Säuglingen das Gesicht in der Dreiviertelansicht gezeigt, in der Testphase das Gesichterpaar aus bekanntem und neuem Gesicht mit positivem emotionalem Ausdruck in der Frontalansicht (vgl. Anhang B).

Ergebnisse

Blickzeiten in der Habituationsphase: Durchschnittlich benötigten die Säuglinge 9.9 ($SD = 3.5$) Trials bis zum Erreichen des Habitationskriteriums. Die kumulierte Blickzeit der Habitationsphase betrug 103.8 Sekunden ($SD = 68.5$), die längste Blickzeit 25.3 Sekunden ($SD = 13.1$). Das letzte Habituationstrial wurde durchschnittlich 6.5 Sekunden ($SD = 7.0$) lang betrachtet. Das anschließend dargebotene Trial, welches das Habitationsgesicht simultan auf beiden Hälften des Bildschirms zeigte, wurde 11.8 Sekunden ($SD = 7.6$) lang betrachtet.

Um den Verlauf der Blickzeiten in der Habituationsphase zu untersuchen, wurde eine Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Habituation (längste vs. letzte Blickzeit der Habituationsphase) durchgeführt. Die Blickzeit wurde als abhängige Variable untersucht. Die untersuchten Blickzeiten unterschieden sich signifikant voneinander, $F(1, 18) = 58,81$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .76$.

Blickzeiten in der Testphase: Das erste Trial der Testphase, bestehend aus dem Gesichterpaar von Person A und B in der Frontalansicht, wurde 17.8 Sekunden ($SD = 16.4$) lang betrachtet. Durchschnittlich wurde jedes Testtrial 15.8 Sekunden ($SD = 11.7$) lang fixiert.

Generalisierung der Gesichtsidentität: Um zu überprüfen, ob sich die mittlere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht der Testphase vom Zufall unterscheidet, wurde ein t-Test für eine Stichprobe mit dem MPS (Berechnung siehe Hauptstudie 1) als abhängiger Variable und dem Testwert 50 durchgeführt. Es zeigte sich, dass die mittlere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht signifikant von einer zufällig erwarteten Blickzeit verschieden war ($M = 54.03$, $SD = 8.1$), $t(18) = 2.16$, $p = .044$, $d = 0.50$.

Diskussion

Blickzeitparameter der Habituations- und Testphase: Die Auswertung der Blickzeitparameter aus der Habituationsphase zeigt auch für das Betrachten des Gesichts mit positivem emotionalem Ausdruck in der Dreiviertelansicht einen typischen Habitationsverlauf mit wesentlich längerer Blickzeit zu Beginn der Stimuluspräsentation und einer kurzen Blickzeit für das Kriteriumstrial. Bei der anschließenden Darbietung der frontalen Gesichter in der Testphase sind im Vergleich zum Ende der Habituationsphase längere Blickzeiten und somit eine erneute Aufmerksamkeit für die Gesichter zu erkennen.

Generalisierung der Gesichtsidentität: Auch bei der Präsentation der Gesichter mit positivem emotionalem Gesichtsausdruck in der Reihenfolge Dreiviertelansicht-Frontalansicht zeigte sich eine Generalisierungsleistung dahingehend, dass die Identität des in der Dreiviertelansicht kennengelernten Gesichts von den 7 Monate alten Säuglingen in der Frontalansicht wiedererkannt wurde.

Eine ausführliche inhaltliche Diskussion der Ergebnisse folgt im nächsten Kapitel beim Vergleich der Ergebnisse aus den Hauptstudien 1 und 2.

Vergleich der Ergebnisse aus den Hauptstudien 3 und 4

Die Ergebnisse der Hauptstudien 3 und 4 zeigen, dass 7 Monate alte Säuglinge das Habituationsgesicht mit positivem emotionalem Gesichtsausdruck in einer neuen Ansicht kürzer betrachteten als ein neues Gesicht in der gleichen neuen Ansicht mit dem gleichen positiven emotionalen Ausdruck (siehe Abbildung 4). Diese Ergebnisse legen nahe, dass die 7 Monate alten Säuglinge das Gesicht in der neuen Darbietungsansicht wiedererkennen, wenn es mit positivem emotionalem Ausdruck gezeigt wird. Die Fähigkeit zur Generalisierung der Gesichtsidealität auf eine neue Ansicht scheint unabhängig davon zu sein, ob die Säuglinge an die Frontal- oder die Dreiviertelansicht des Gesichts habituiert worden sind.

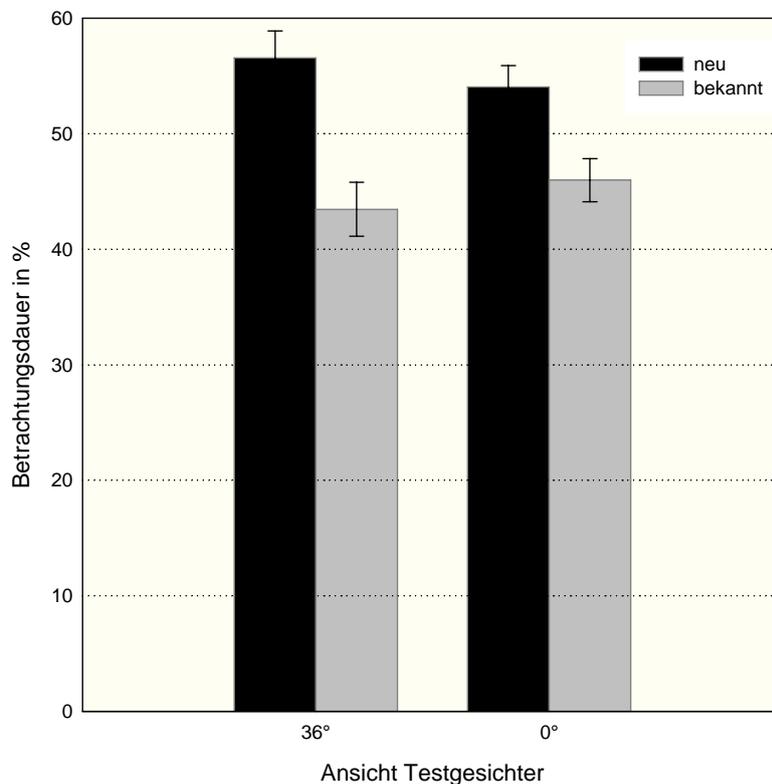


Abbildung 4.

Hauptstudie 3 und 4: Prozentuale Betrachtungsdauer (MPS) von bekanntem und neuem Gesicht im Test für die beiden Darbietungsbedingungen bei Gesichtern mit positivem emotionalem Ausdruck (Habituationsgesicht Frontal-, Testgesichter Dreiviertelansicht und Habituationsgesicht Dreiviertel-, Testgesichter Frontalansicht). Die Fehlerbalken stellen den Standardfehler der Mittelwerte dar.

Um nun genauer zu untersuchen, ob sich die Blickzeitparameter für die Gesichter mit positivem emotionalem Ausdruck für Habituations- und Testphase in Abhängigkeit der Darbietungsansichten unterscheiden, wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben berechnet. Als abhängige Maße der Habituationsphase wurden die Blickzeitparameter „längste Blickzeit“, „letzte Blickzeit“, „kumulierte Blickzeit“ und „Anzahl der Habituationstrials“

sowie als abhängige Maße der Testphase die mittlere „Blickzeit pro Testtrial“ sowie den MPS untersucht (siehe Tabelle 4).

Die Ergebnisse der Analyse zeigen, dass die Ansicht, in der die Kinder das Habituationsgesicht sahen, keine statistisch bedeutsamen Auswirkungen auf die Blickzeitparameter der Habituations- und Testphase hatte.

Tabelle 4.

Blickzeitparameter der Habituations- und Testphase für die unterschiedlichen Ansichten.

Ansicht	Blickzeiten der Habituation			Blickzeiten der Testphase	
	längste Hab-Gesicht Blickzeit	kumulierte Blickzeit	letzte Blickzeit	Blickzeit pro Trial	MPS
frontal	29.42 (13.34)	112.97 (71.77)	5.30 (3.84)	12.80 (9.58)	56.55 (10.19)
dreiviertel	25.33 (13.07)	103.85 (68.54)	6.46 (6.98)	15.79 (11.69)	54.03 (8.12)

Hinweis: Blickzeiten werden in Sekunden angegeben, M (SD).

Diskussion

Die unterschiedlichen Ansichten, in denen die Gesichter mit positivem emotionalem Ausdruck in Habituations- und Testphasen in den Hauptstudien 3 und 4 dargeboten wurden, hatten keinen Einfluss auf die mittlere prozentuale Blickzeit für das neue Gesicht in der Testphase. Somit scheinen die Frontal- und die Dreiviertelansicht des Gesichts mit positivem emotionalem Ausdruck für den Aufbau einer stabilen internen Repräsentation und den Abgleich bei der Wiedererkennung gleich gut geeignet zu sein.

Wie bei Hauptstudie 3 bereits festgestellt, scheint die komplexe Aufgabe, die invariante Struktur eines Gesichts zu extrahieren, das nur in einer Ansicht dargeboten wird, für 7 Monate alte Säuglinge durch die Verwendung von Gesichtern mit positivem emotionalem Ausdruck erleichtert zu werden. Offenbar verhilft der positive emotionale Ausdruck zum Aufbau einer stabilen Repräsentation des Gesichts. Möglicherweise hängt dies mit einer tieferen Verarbeitung der Gesichter mit positivem emotionalem Ausdruck zusammen, die in Anlehnung an das Modell zur Gesichtswahrnehmung von Haxby und Kollegen (2000) durch eine Interaktion der Wahrnehmung der strukturellen Aspekte des Gesichts und der dargebotenen sozialen Information zustande kommen könnte.

Nun besteht natürlich die Möglichkeit, dass die beobachtete Generalisierungsleistung nicht durch die soziale Information in Form des emotionalen Gesichtsausdrucks zustande kam, sondern durch den spezifischen Aufforderungscharakter, der von einem lächelnden

Gesicht ausgehen könnte. Um dies zu überprüfen, soll im Folgenden untersucht werden, ob auch ein negativer emotionaler Gesichtsausdruck zu einer erleichterten Wiedererkennung des Gesichts in einer neuen Ansicht führt.

Hauptstudie 5: Generalisierung der Gesichtsidentität von der Frontal- auf die Dreiviertelansicht bei Gesichtern mit negativem emotionalem Ausdruck

Fragestellung

Diese Studie untersucht, ob ein zunächst frontal dargebotenes Gesicht mit negativem emotionalem Gesichtsausdruck von 7 Monate alten Säuglingen in der Dreiviertelansicht wiedererkannt wird.

Methode

Versuchspersonen

An dieser Studie nahmen 16 Säuglinge (7 Mädchen und 9 Jungen) im Alter von 7 Monaten teil ($M = 222.0$ Tage, $SD = 7.9$). Die Daten von drei weiteren Kindern wurden aufgrund folgender Umstände von der Auswertung ausgeschlossen: Ein Datensatz, da das Kind in der Testphase nur eines der beiden gleichzeitig präsentierten Gesichter betrachtet hatte; ein Datensatz, da die mittlere prozentuale Blickzeit für das neue Gesicht (nach Stem-and-Leaf- und Box-Plot-Analysen) außerhalb der normalen Verteilung dieses Wertes lag und ein weiterer Datensatz, da technische Probleme bzw. Fehler der Versuchsleiter vorlagen.

Stimuli und Versuchsablauf

Verwendet wurden die Gesichter von Person B und C mit negativem emotionalem Ausdruck (vgl. Abbildung 2, Reihe 3). Person C wurde statt Person A verwendet, da sich der negative emotionale Ausdruck von Person A durch ein auffälliges Stirnrunzeln stark von demjenigen von Person B unterschied und dadurch die Wiedererkennung in der neuen Ansicht vereinfacht hätte. In der Habituationsphase wurde den Säuglingen das Gesicht von Person C mit negativem emotionalem Ausdruck in der Frontalansicht gezeigt. In der Testphase wurde zweimal ein Gesichterpaar präsentiert, bestehend aus Person C in der Dreiviertelansicht und Person B ebenfalls in der Dreiviertelansicht. Beide Gesichter zeigten den gleichen negativen emotionalen Gesichtsausdruck. Die Positionen der Gesichter wurden bei der zweiten Darbietung vertauscht.

Ergebnisse

Blickzeiten in der Habituationsphase: Durchschnittlich benötigten die Säuglinge 10.2 ($SD = 3.2$) Trials bis zum Erreichen des Habitationskriteriums. Die kumulierte Blickzeit der Habitationsphase betrug 125.48 Sekunden ($SD = 77.5$), die längste Blickzeit 27.2 Sekunden ($SD = 12.1$). Das letzte Habituationstrial wurde durchschnittlich 5.7 Sekunden ($SD = 4.2$) lang betrachtet. Das anschließend dargebotene Trial, welches das Habitationsgesicht simultan auf beiden Hälften des Bildschirms zeigte, wurde 11.8 Sekunden ($SD = 7.9$) lang betrachtet.

Um den Verlauf der Blickzeiten in der Habitationsphase zu untersuchen, wurde eine Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Habituation (längste vs. letzte Blickzeit der Habitationsphase) durchgeführt. Die Blickzeit wurde als abhängige Variable untersucht. Die untersuchten Blickzeiten unterschieden sich signifikant voneinander $F(1, 15) = 68.83, p < .001, \eta_p^2 = .82$.

Blickzeiten in der Testphase: Das erste Trial der Testphase, bestehend aus dem Gesichterpaar mit der Frontalansicht von Person A und B, wurde 13.1 Sekunden ($SD = 9.8$) lang betrachtet. Durchschnittlich wurde jedes Testtrial 14.3 Sekunden ($SD = 14.8$) lang fixiert.

Generalisierung der Gesichtsidetitüt: Um zu überprüfen, ob sich die mittlere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht der Testphase vom Zufall unterscheidet, wurde ein t-Test für eine Stichprobe mit dem MPS (Berechnung siehe Hauptstudie 1) als abhängiger Variable und dem Testwert 50 durchgeführt. Auch für Gesichter mit negativer Emotion in der Darbietungsreihenfolge Frontalansicht-Dreiviertelansicht zeigte sich, dass die mittlere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht der Testphase signifikant von einer zufällig erwarteten Blickzeit abwich ($M = 58.73, SD = 13.93, t(15) = 2.50, p = .024, d = 0.63$).

Diskussion

Blickzeitparameter der Habitations- und Testphase: Die Auswertung der Blickzeitparameter aus der Habitationsphase zeigt für das Betrachten des frontal dargebotenen Gesichts mit negativem emotionalem Ausdruck einen typischen Habitationsverlauf mit wesentlich längerer Blickzeit zu Beginn der Stimuluspräsentation und einer kurzen Blickzeit für das Kriteriumstrial. Auch bei der Darbietung der Gesichter mit negativem emotionalem Ausdruck in der Dreiviertelansicht in der Testphase sind im Vergleich zum Ende der Habitationsphase längere Blickzeiten und somit erneute Aufmerksamkeit für diese neuen Gesichter zu erkennen.

Generalisierung der Gesichtsidetitüt: Die untersuchten Säuglinge betrachteten in der Testphase das neue Gesicht länger als das bekannte Gesicht in der neuen Ansicht. Ebenso wie

in den Studien mit Gesichtern mit positivem emotionalem Ausdruck zeigt sich also bei der Präsentation von Gesichtern mit negativem emotionalem Gesichtsausdruck bei 7 Monate alten Säuglingen die Fähigkeit, das gesehene Gesicht in einer neuen Ansicht wiederzuerkennen. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass sowohl Gesichter mit positivem als auch mit negativem emotionalem Gesichtsausdruck qualitativ anders verarbeitet werden als Gesichter mit neutralem emotionalem Ausdruck.

Um nun weiterhin zu untersuchen, ob es bei den Gesichtern mit negativem emotionalem Ausdruck Unterschiede dabei gibt, ob die Gesichter in der Dreiviertel- oder Frontalansicht gelernt beziehungsweise wiedererkannt werden, wird in der folgenden Studie untersucht, inwieweit die Wiedererkennung auch bei vertauschter Präsentation der Ansichten funktioniert.

Hauptstudie 6: Generalisierung der Gesichtsidentität von der Dreiviertel- auf die Frontalansicht bei Gesichtern mit negativem emotionalem Ausdruck

Fragestellung

Ziel dieser Studie war, herauszufinden, ob 7 Monate alte Säuglinge ein zunächst in der Dreiviertelansicht gezeigtes Gesicht mit negativem emotionalem Ausdruck anschließend in der Frontalansicht wiedererkennen.

Methode

Versuchspersonen

An dieser Studie nahmen 17 Säuglinge (8 Mädchen und 9 Jungen) im Alter von 7 Monaten teil ($M = 220.2$ Tage, $SD = 6.1$). Die Datensätze von drei weiteren Kindern wurden nicht in die Auswertung miteinbezogen, da sie in der Testphase nur eines der beiden gleichzeitig präsentierten Gesichter betrachtet hatten.

Stimuli und Versuchsablauf

Verwendet wurden wie in Hauptstudie 5 die Gesichter mit negativem emotionalem Ausdruck. Im Vergleich zu Hauptstudie 5 wurden die Ansichten der Gesichter hier in umgekehrter Reihenfolge präsentiert. In der Habituationsphase wurde den Säuglingen das Gesicht in der Dreiviertelansicht gezeigt, in der Testphase das Gesichterpaar, bestehend aus bekanntem und neuem Gesicht mit negativem emotionalem Ausdruck in der Frontalansicht (vgl. Anhang B).

Ergebnisse

Blickzeiten in der Habituationsphase: Durchschnittlich benötigten die Säuglinge 8.4 ($SD = 3.7$) Trials bis zum Erreichen des Habitationskriteriums. Die kumulierte Blickzeit der Habituationsphase betrug 76.3 Sekunden ($SD = 29.61$), die längste Blickzeit 22.11 Sekunden ($SD = 7.59$). Das letzte Habituationstrial wurde durchschnittlich 4.79 Sekunden ($SD = 2.44$) lang betrachtet. Das anschließend dargebotene Trial, welches das Habitationsgesicht simultan auf beiden Hälften des Bildschirms zeigte, wurde 8.80 Sekunden ($SD = 6.06$) lang betrachtet. Um den Verlauf der Blickzeiten in der Habituationsphase zu untersuchen, wurde eine Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Habituation (längste vs. letzte Blickzeit der Habituationsphase) durchgeführt. Die Blickzeit wurde als abhängige Variable

untersucht. Die untersuchten Blickzeiten unterschieden sich signifikant voneinander $F(1, 16) = 80,29, p < .001, \eta_p^2 = .83$.

Blickzeiten in der Testphase: Das erste Trial der Testphase, bestehend aus dem Gesichterpaar mit der Frontalansicht von Person A und B, wurde 13.65 Sekunden ($SD = 15.67$) lang betrachtet. Durchschnittlich wurde jedes Testtrial 12.43 Sekunden ($SD = 10.74$) lang fixiert.

Generalisierung der Gesichtsidentität: Um zu überprüfen, ob sich die mittlere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht der Testphase vom Zufall unterscheidet, wurde ein t-Test für eine Stichprobe mit dem MPS (Berechnung siehe Hauptstudie 1) als abhängiger Variable und dem Testwert 50 durchgeführt. Auch für Gesichter mit negativer Emotion in der Darbietungsreihenfolge Dreiviertelansicht-Frontalansicht zeigte sich, dass die mittlere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht der Testphase höher war als für das bekannte Gesicht und sich signifikant von einer zufällig erwarteten Blickzeit unterschied ($M = 58.44, SD = 9.29, t(16) = 3.75, p = .002, d = 0.91$).

Diskussion

Blickzeitparameter der Habituations- und Testphase: Die Auswertung der Blickzeitparameter aus der Habituationsphase zeigt auch für das Betrachten des Gesichts mit negativem emotionalem Gesichtsausdruck in der Dreiviertelansicht einen typischen Habitationsverlauf mit wesentlich längerer Blickzeit zu Beginn der Stimuluspräsentation und einer kurzen Blickzeit für das Kriteriumstrial. Bei der anschließenden Darbietung der frontalen Gesichter in der Testphase sind im Vergleich zum Ende der Habitationsphase längere Blickzeiten und somit erneute Aufmerksamkeit für die Gesichter zu erkennen.

Generalisierung der Gesichtsidentität: Auch bei der Präsentation der Gesichter mit negativem emotionalem Gesichtsausdruck in der Reihenfolge Dreiviertelansicht-Frontalansicht zeigt sich bei Säuglingen im Alter von 7 Monaten die Generalisierung der Identität von einer Ansicht zu einer anderen. Dies äußert sich in einer längeren Betrachtungsdauer für das neue Gesicht in der Frontalansicht im Vergleich zur Blickdauer für das Habitationsgesicht in einer neuen Ansicht.

Eine weiterführende Diskussion der Ergebnisse folgt im nächsten Kapitel beim Vergleich der Ergebnisse aus den Hauptstudien 5 und 6.

Vergleich der Ergebnisse aus den Hauptstudien 5 und 6

Die Ergebnisse der Hauptstudien 5 und 6 zeigen, dass 7 Monate alte Säuglinge das Habituationsgesicht mit negativem emotionalem Ausdruck in einer neuen Ansicht kürzer betrachteten als ein neues Gesicht in der gleichen neuen Ansicht mit dem gleichen negativen emotionalen Ausdruck (siehe Abbildung 5). Diese Ergebnisse legen nahe, dass die 7 Monate alten Säuglinge das Gesicht in der neuen Darbietungsansicht wiedererkennen, wenn es mit negativem emotionalem Ausdruck gezeigt wird. Die Fähigkeit zur Generalisierung der Gesichtsidentität auf eine neue Ansicht scheint unabhängig davon zu sein, ob die Säuglinge an die Frontal- oder die Dreiviertelansicht des Gesichts habituiert worden sind.

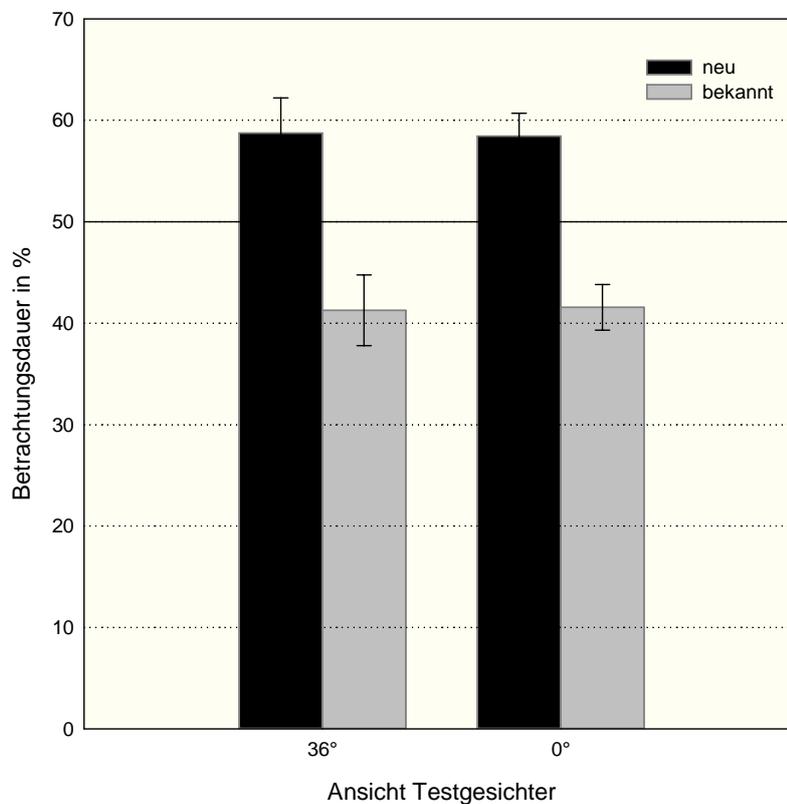


Abbildung 5.

Hauptstudien 5 und 6: Prozentuale Betrachtungsdauer (MPS) von bekanntem und neuem Gesicht für die beiden Darbietungsbedingungen bei Gesichtern mit negativem emotionalem Gesichtsausdruck (Habituationsgesicht Frontalansicht, Testgesichter Dreiviertelansicht und Habituationsgesicht Dreiviertelansicht, Testgesichter Frontalansicht).

Die Fehlerbalken stellen den Standardfehler der Mittelwerte dar.

Um nun genauer zu untersuchen, ob sich die Blickzeitparameter für die Gesichter mit negativem emotionalem Ausdruck für Habituation- und Testphase in Abhängigkeit von der Darbietungsansicht unterscheiden, wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben berechnet. Als abhängige Maße der Habituationphase wurden die Blickzeitparameter „längste Blickzeit“, „letzte Blickzeit“, „kumulierte Blickzeit“ und „Anzahl der Habituationstrials“ sowie als abhängige Maße der Testphase die mittlere „Blickzeit pro Testtrial“ und der MPS untersucht (siehe Tabelle 5).

Es zeigt sich, dass die Ansicht, in der die Kinder das Habitationsgesicht sahen, sich auf die kumulierte Blickzeit der Habitationsphase auswirkt. Säuglinge, die das Habitationsgesicht in der frontalen Ansicht sahen, betrachteten es durchschnittlich insgesamt länger (125.48 Sekunden, $SD = 77.48$) als diejenigen Kinder, die das Gesicht in der Dreiviertelansicht sahen (76.30 Sekunden, $SD = 29.61$), $t(19.07) = 2.38$, $p = .028$, $d = 0.84$.

Auf die anderen untersuchten Blickzeitparameter hatte die Darbietungsansicht keine Auswirkungen, so zeigte sich auch kein Unterschied in der durchschnittlichen Blickzeit pro Habituationstrial.

Tabelle 5.

Blickzeitparameter der Habitations- und Testphase für die unterschiedlichen Ansichten.

Ansicht	Blickzeiten der Habituation			Blickzeiten der Testphase	
	längste Blickzeit	kumulierte Blickzeit	letzte Blickzeit	Blickzeit pro Trial	MPS
frontal	27.23 (12.09)	125.49 (77.48)	5.75 (4.17)	14.28 (14.85)	58.73 (13.94)
dreiviertel	22.11 (7.59)	76.30 (29.61)	4.79 (2.44)	12.43 (10.74)	58.43 (9.29)

Hinweis: Blickzeiten werden in Sekunden angegeben, $M (SD)$.

Diskussion

Die unterschiedlichen Ansichten, in denen die Gesichter mit negativem emotionalem Ausdruck in den Hauptstudien 5 und 6 dargeboten wurden, zeigten keinen Einfluss auf die mittlere prozentuale Blickzeit für das neue Gesicht in der Testphase. Somit scheinen die Frontal- und die Dreiviertelansicht des Gesichts mit negativem emotionalem Ausdruck gleich gut für den Aufbau einer stabilen internen Repräsentation und den Abgleich bei der Wiedererkennung geeignet zu sein. Unterschiede in den Blickzeitparametern der beiden Studien fanden sich nur für die kumulierte Blickzeit der Habitationsphase. Die kumulierte Blickzeit für das frontale Habitationsgesicht übersteigt die Blickzeit für das Gesicht in der Dreiviertelansicht um fast 50 Sekunden. Diese signifikant längere Betrachtungsdauer für das frontale Gesicht könnte, wie bereits erwähnt, durch die soziale Bedeutung des negativen Gesichtsausdrucks in Zusammenhang mit dem direkten Blick zustande kommen. Der negative emotionale Gesichtsausdruck, der von erwachsenen Betrachtern überwiegend als ärgerlich eingestuft wurde (vgl. Vorstudie B.1.1), könnte von den Säuglingen als bedrohlich wahrgenommen worden sein, insbesondere in Zusammenhang mit dem direkten Blickkontakt in der frontalen Ansicht, der die persönliche Relevanz der gezeigten Emotion für den

Betrachter betont. Eine weitergehende Beleuchtung der sozialen Bedeutung von ärgerlichen Gesichtern wird in der allgemeinen Diskussion fortgeführt.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse der Hauptstudien 3 bis 6, dass sowohl positive als auch negative emotionale Gesichtsausdrücke bei 7 Monate alten Säuglingen die Fähigkeit verbessern, die invariante Struktur eines Gesichts zu extrahieren und in einer anderen Ansicht wiederzuerkennen. Möglicherweise wird die Wahrnehmung der invarianten Struktur eines Gesichts durch die soziale Information eines emotionalen Gesichtsausdrucks dergestalt beeinflusst, dass eine stabilere Repräsentation und eine verbesserte Wiedererkennung des gesehenen Gesichts erfolgen. Wie in der Diskussion zu Hauptstudie 3 und 4 bereits angesprochen, ist eine wechselseitige Beeinflussung derjenigen neurologischen Bereiche möglich, die nach dem Modell zur Gesichtswahrnehmung von Haxby und Kollegen (2000) invariante und veränderliche Gesichtsmerkmale verarbeiten. Der Befund, dass auch bei Gesichtern mit negativem emotionalem Ausdruck eine Generalisierung der Identität auf eine neue Ansicht gefunden wurde, deutet darauf hin, dass die verbesserte Wiedererkennungsleistung bei emotional expressiven im Vergleich zu den Gesichtern mit neutralem Gesichtsausdruck tatsächlich auf das Vorhandensein sozialer Informationen in Form von emotionalen Gesichtsausdrücken zurückgeht und keine Besonderheit einer spezifischen emotionalen Ausdrucksweise ist.

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass sich die Gesichtswahrnehmung bei Säuglingen im Alter von 6 bis 12 Monaten spezifiziert und auch auf neurophysiologischer Ebene weiterentwickelt (z.B. Pascalis et al., 2002; Halit et al., 2003). Die Studie von Rose und Kollegen (2002) hat gezeigt, dass sich die Fähigkeit zur Generalisierung der Gesichtsidentität auf eine neue Ansicht im Alter von 7 bis 12 Monaten weiterentwickelt. So konnten 7 Monate alte Säuglinge ein zunächst frontal gezeigtes Gesicht zwar in der Dreiviertelansicht, nicht jedoch in der Profilansicht wiedererkennen, 12 Monate alte Säuglinge waren jedoch in der Lage, die Gesichter in beiden neuen Ansichten wiederzuerkennen. In der folgenden Studie soll deshalb untersucht werden, ob bei 9 Monate alten Säuglingen die Fähigkeit, Gesichter in neuen Ansichten wiederzuerkennen, weiter entwickelt ist als bei 7 Monate alten Säuglingen. Dazu soll überprüft werden, ob 9 Monate alte Säuglinge Gesichter auch ohne einen die Wiedererkennung erleichternden emotionalen Gesichtsausdruck in einer neuen Ansicht wiedererkennen.

C.2 Hauptstudie mit 9 Monate alten Säuglingen

Hauptstudie 7: Generalisierung der Gesichtsidentität bei Gesichtern mit neutralem emotionalem Ausdruck bei 9 Monate alten Säuglingen

Fragestellung

Das Ziel dieser Studie war zu überprüfen, inwieweit 9 Monate alte Säuglinge im Vergleich zu 7 Monate alten Säuglingen in der Lage sind, Gesichter mit neutralem emotionalem Gesichtsausdruck in einer anderen als der gelernten Ansicht wiederzuerkennen.

Methode

Versuchspersonen

An dieser Studie nahmen 38 Säuglinge im Alter von 9 Monaten teil ($M = 283.5$ Tage, $SD = 8.2$; 22 Jungen und 16 Mädchen). Sieben weitere Kinder wurden nicht in die Auswertung mit einbezogen: zwei aufgrund der Tatsache, dass sie in der Testphase nur eines der beiden gleichzeitig präsentierten Gesichter betrachtet hatten; zwei weitere aufgrund von technischen Problemen oder Fehlern im Versuchsaufbau und drei Kinder aufgrund der Tatsache, dass ihre prozentuale Blickzeit für das neue Gesicht in der Testphase außerhalb der normalen Verteilung (nach Stem-and-Leaf- und Box-Plot-Analysen) des MPS lag.

Stimuli und Versuchsaufbau

Stimulusmaterial und Versuchsdurchführung sind identisch zu Hauptstudie 1 und 2.

Ergebnisse

Die Hälfte der untersuchten Säuglinge sah in der Habituationsphase das Gesicht in der frontalen, die andere Hälfte der Säuglinge in der Dreiviertelansicht und in der Testphase die Gesichter in der jeweils anderen Ansicht. Da sich beim Vergleich der Blickzeitparameter (längste Blickzeit, letzte Blickzeit, kumulierte Blickzeit, Anzahl der Habituationstrials, Blickzeit pro Testtrial, MPS) für die beiden Darbietungsbedingungen (t-Test für unabhängige Stichproben) aber keinerlei Unterschiede ergaben und der Schwerpunkt dieser Studie auf der Untersuchung der Fähigkeit von 9 Monate alten Säuglingen liegt, neutrale Gesichter aus unterschiedlichen Ansichten wiederzuerkennen, werden die Ergebnisse für beide Darbietungsbedingungen gemeinsam dargestellt.

Blickzeiten in der Habituationsphase: Durchschnittlich benötigten die Säuglinge 9.24 ($SD = 4.02$) Trials bis zum Erreichen des Habitationskriteriums. Die kumulierte Blickzeit der Habitationsphase beträgt 85.26 Sekunden ($SD = 67.65$), die längste Blickzeit 22.29 Sekunden ($SD = 12.72$). Das letzte Habituationstrial wurde durchschnittlich 3.89 Sekunden ($SD = 2.03$) lang betrachtet. Das anschließend dargebotenen Trial, welches das Habitationsgesicht simultan auf beiden Hälften des Bildschirms zeigte, wurde 10.55 Sekunden ($SD = 7.05$) lang betrachtet.

Um den Verlauf der Blickzeiten in der Habitationsphase zu untersuchen, wurde eine Varianzanalyse mit dem Messwiederholungsfaktor Habituation (längste vs. letzte Blickzeit der Habitationsphase) durchgeführt. Die Blickzeit wurde als abhängige Variable untersucht. Die untersuchten Blickzeiten unterschieden sich signifikant voneinander $F(1, 37) = 87.34, p < .001, \eta_p^2 = .70$.

Blickzeiten in der Testphase: Das erste Trial der Testphase, bestehend aus dem Gesichterpaar von Person A und B in der neuen Ansicht, wurde 11.85 Sekunden ($SD = 14.53$) lang betrachtet. Durchschnittlich wurde jedes Testtrial 9.78 Sekunden ($SD = 7.89$) lang fixiert.

Generalisierung der Gesichtsidetität: Um zu überprüfen, ob sich die mittlere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht der Testphase vom Zufall unterscheidet, wurde ein t-Test für eine Stichprobe mit dem MPS (Berechnung siehe Hauptstudie 1) als abhängiger Variable und dem Testwert 50 durchgeführt. Es zeigte sich, dass die mittlere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht in der Testphase höher war als für das bekannte Gesicht und sich signifikant von einer zufällig erwarteten Blickzeit unterschied ($M = 53,45, SD = 9.57, t(37) = 2.22, p = .032, d = 0.36$).

Vergleich des MPS zwischen 7 und 9 Monate alten Säuglingen: Um zu untersuchen, ob die 9 Monate alten Säuglinge im Vergleich zu den 7 Monate alten Säuglingen das neue Gesicht in der Testphase tatsächlich bevorzugt betrachteten, wurden die Werte des MPS für beide Altersgruppen mit einem t-Test für unabhängige Stichproben verglichen. Da sich die MPS-Werte für die 7 Monate alten Säuglinge in den Hauptstudien 1 und 2 wie berichtet nicht unterschieden, wurden die Datensätze für die beiden Darbietungsbedingungen für diese Analyse zusammengefasst. Wie erwartet zeigte sich beim Vergleich der Altersgruppen, dass die 9 Monate alten Säuglinge einen signifikant höheren MPS erreicht hatten als die 7 Monate alten Säuglinge, $t(69) = -1,89, p = .032, d = 0.44$, einseitig.

Diskussion

Blickzeitparameter der Habituations- und Testphase: Die Auswertung der Blickzeitparameter aus der Habituationsphase zeigt für das Betrachten des Gesichts mit neutralem emotionalem Gesichtsausdruck bei den 9 Monate alten Säuglingen einen typischen Habitationsverlauf mit wesentlich längerer Blickzeit zu Beginn der Stimuluspräsentation und einer kurzen Blickzeit für das Kriteriumstrial. Bei der anschließenden Darbietung der Gesichter in der neuen Ansicht (Testphase) sind im Vergleich zum Ende der Habitationsphase längere Blickzeiten und somit erneute Aufmerksamkeit für die Gesichter zu erkennen.

Generalisierung der Gesichtsidentität: Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass Säuglinge im Alter von 9 Monaten bereits in der Lage sind, die invariante Struktur eines neutralen Gesichts zu extrahieren und in einer anderen Ansicht wiederzuerkennen. Der Vergleich von 7 und 9 Monate alten Säuglingen zeigt, dass sich die Fähigkeit zur Wiedererkennung von Gesichtern in neuen Ansichten im Alter von 7 bis 9 Monaten weiterentwickelt. In den Hauptstudien 1 und 2 konnte nicht gezeigt werden, dass 7 Monate alte Säuglinge Gesichter mit neutralem emotionalem Gesichtsausdruck in einer neuen Ansicht wiedererkennen, wohingegen Hauptstudie 9 zeigt, dass 9 Monate alte Säuglinge zu dieser Generalisierungsleistung in der Lage sind. Offenbar entwickelt sich das gesichtsverarbeitende System bei Säuglingen in der Zeit zwischen 7 und 9 Monaten dahingehend, dass ein Gesicht ohne zusätzliche soziale Informationen in Form von emotionalen Gesichtsausdrücken verarbeitet und so stabil repräsentiert werden kann, dass es anschließend in einer anderen Ansicht wiedererkannt wird.

C.3 Vergleich von Blickzeitparametern der verschiedenen Hauptstudien

Die Ergebnisse der Hauptstudien 1 bis 6 zeigten, dass 7 Monate alte Säuglinge Gesichter in einer neuen Ansicht nur dann wiedererkennen, wenn diese einen emotionalen, nicht jedoch wenn sie einen neutralen Gesichtsausdruck zeigen. Ergänzend zu den Befunden der Hauptstudien soll an dieser Stelle zusätzlich untersucht werden, ob sich die Wiedererkennungslleistung nicht nur zwischen neutralen und emotional expressiven Gesichtsausdrücken unterscheidet, sondern ob die Wiedererkennungslleistung auch zwischen den untersuchten Emotionen variiert.

Zudem soll abrundend untersucht werden, ob eine verbesserte Wiedererkennung von Gesichtern mit emotional expressivem Ausdruck bei 7 Monate alten Säuglingen und die verbesserte Wiedererkennung von neutralen Gesichtern bei 9 Monate alten Säuglingen mit systematischen Unterschieden in den Blickzeitparametern der Habituations- und Testphasen einhergehen.

Unterschiede in den Blickzeitparametern in Abhängigkeit von emotionalem Ausdruck und Darbietungsansicht

Im Folgenden werden die Blickzeitparameter der Hauptstudien 1 bis 6 mit 7 Monate alten Säuglingen verglichen. Berechnet wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Zwischensubjektfaktoren emotionaler Gesichtsausdruck und Darbietungsansicht sowie den abhängigen Faktoren Anzahl der Habituationstrials, längste Blickzeit in der Habituationsphase, mittlere Blickdauer pro Habituationstrial, kumulierte Blickdauer Habituation, mittlere Blickdauer pro Testtrial und der mittleren prozentualen Blickdauer für das neue Gesicht im Test (MPS).

Der Faktor emotionaler Gesichtsausdruck wirkt sich auf den MPS ($F(2, 98) = 7.01, p < .001, \eta_p^2 = .13$) und tendenziell auf die längste Blickzeit in der Habituationsphase aus ($F(2, 98) = 3.01, p = .054, \eta_p^2 = .06$). Auf die anderen untersuchten Blickzeitparameter findet sich kein Einfluss. Anschlussstests³ zeigen, dass der MPS in den Studien mit Gesichtern mit positivem und negativem Gesichtsausdruck signifikant höher ist als in den Studien mit neutralen Gesichtern (positiv vs. neutral: $t(69) = -2,66, p < .05, d = 0.63$; negativ vs. neutral: $t(64) = -3,44, p < .01, d = 0.85$). Für die längste Blickzeit in der Habituationsphase zeigt sich,

³ Anschlussstests mit Bonferroni-Korrektur ($ps < .05$), wobei die Irrtumswahrscheinlichkeit hinsichtlich der Anzahl der verglichenen Gruppen für multiples Testen angepasst wurde.

Empirische Untersuchungen: Vergleich der Blickzeitparameter aus den Hauptstudien

dass diese nur in den Studien mit Gesichtern mit positiven emotionalen Ausdrücken höher ist als in den Studien mit neutralen Gesichtern ($t(69) = -2,39, p < .05, d = 0.56$). Zwischen den Studien mit Gesichtern mit positiven und negativen emotionalen Ausdrücken unterscheiden sich die Werte des MPS und der längsten Blickzeit der Habituation nicht (Übersicht über die mittleren Blickzeitparameter in Tabelle 6).

Werden die Blickzeiten der Studien 3 bis 6 mit positiven und negativen emotionalen Gesichtsausdrücken zusammengefasst und mit den Blickzeiten der Studien 1 bis 2 mit neutralen Gesichtern verglichen, dann zeigt sich außer des oben beschriebenen Unterschieds im MPS und der erhöhten längsten Blickzeit der Habituation auch ein Einfluss des Faktors Emotion auf die durchschnittliche Betrachtungsdauer für die einzelnen Habituationstrials. Die durchschnittliche Betrachtungsdauer in der Habituationsphase fällt bei Gesichtern mit emotionalem Gesichtsausdruck tendenziell länger aus ($M = 11.11$ Sekunden, $SD = 5.32$) als bei Gesichtern mit neutralem Gesichtsausdruck ($M = 9.12$ Sekunden, $SD = 4.72$; $F(1, 102) = 3.42, p = .068, \eta_p^2 = .03$). Die längste Blickzeit der Habituationsphase fällt für emotional expressive Gesichter durchschnittlich 5 Sekunden länger aus als für neutrale Gesichter (emotional: $M = 26.08$ Sekunden, $SD = 11.90$; neutral: $M = 20.71$ Sekunden, $SD = 10.28$; $F(1, 102) = 5.04, p < .05, \eta_p^2 = .05$).

Interaktionen zwischen den Faktoren Emotion und Darbietungsansicht fanden sich weder in der Analyse mit dreigestuftem noch in der Analyse mit zweigestuftem Faktor Emotion.

Für den Faktor der Darbietungsansicht finden sich Auswirkungen auf die folgenden Blickzeitparameter der Habituationsphase: mittlere Blickzeit pro Habituationstrial ($F(1, 98) = 4.55, p < .05, \eta_p^2 = .04$) und kumulierte Blickzeit der Habituationsphase ($F(1, 98) = 6.97, p < .01, \eta_p^2 = .07$). Hierbei zeigt sich bei allen Studien mit 7 Monate alten Säuglingen, dass die mittlere Blickzeit für die frontal dargebotenen Habituationsgesichter länger ist ($M = 11.58$ Sekunden, $SD = 5.56$) als für diejenigen Habituationsgesichter, die in der Dreiviertelansicht gezeigt wurden ($M = 9.42$ Sekunden, $SD = 4.63$). Auch die kumulierte Blickzeit für die Habituationsphase ist bei frontal dargebotenen Gesichtern länger ($M = 114.95$ Sekunden, $SD = 70.24$) als bei Gesichtern in der Dreiviertelansicht ($M = 84.43$ Sekunden, $SD = 49.36$) (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6.

Mittlere Blickdauer in Sekunden und mittlere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht in der Testphase (MPS) für die beiden Altersbereiche, die verschiedenen emotionalen Bedingungen und die Darbietungsansichten des Habituationsgesichts in den einzelnen Hauptstudien.

Alters- gruppe	Emotion/ Darbietungs- ansicht Habituation	Mittlere Blickdauer in Sekunden <i>M (SD)</i>			Prozentuale Blickdauer für neues Gesicht im Test (MPS)
		Habituations- Trial	Habituation längste Blickdauer	Habituation akkumuliert	
7 Monate	neutral	9.12 (4.71)	20.71 (10.28)	88.26 (52.54)	48.66 (11.81)
	frontal	10.37 (5.35)	23.73 (11.60)	106.76 (63.78)	51.08 (11.61)
	dreiviertel	7.93 (3.82)	17.86 (8.21)	70.85 (32.31)	46.38 (11.89)
	positiv	11.56 (5.93)	27.38 (13.19)	108.41 (69.37)	55.29** (9.18)
	frontal	12.56 (6.02)	29.42 (13.34)	112.97 (71.77)	56.55 (10.19)
	dreiviertel	10.56 (5.92)	25.33 (13.07)	103.85 (68.54)	54.03 (8.12)
	negativ	10.60 (4.55)	24.60 (10.20)	100.15 (62.25)	58.58** (11.58)
	frontal	11.61 (5.31)	27.23 (12.09)	125.49* (77.48)	58.73 (13.93)
	dreiviertel	9.64 (3.61)	22.11 (7.59)	76.30 (29.61)	58.44 (9.29)
	pos. + neg.	11.11 (5.32)	26.08 (11.90)	104.57 (65.82)	56.82 (10.42)
	frontal	12.13 (5.64)	28.42 (12.64)	118.68 (73.59)	57.55 (11.91)
	dreiviertel	10.12 (4.86)	23.81 (10.81)	90.84 (54.87)	56.11 (8.85)
9 Monate	neutral	9.24 (4.01)	22.29 (12.72)	85.26 (67.66)	53.45* (9.57)
	frontal	8.95 (5.78)	21.78 (13.06)	90.11 (87.91)	54.20 (10.27)
	dreiviertel	9.53 (5.00)	22.81 (12.71)	80.40 (40.39)	52.71 (9.04)

* $p < .05$, ** $p < .001$.

Unterschiede in den Blickzeitparametern in Abhängigkeit von Alter und Darbietungsansicht

Zum Vergleich der Blickzeitparameter von 7 und 9 Monate alten Säuglingen wurde eine Varianzanalyse mit den Zwischensubjektfaktoren Alter und Darbietungsansicht sowie den abhängigen Faktoren Anzahl der Habituationstrials, längste Blickzeit in der Habituationsphase, mittlere Blickdauer für Habituationstrial, akkumulierte Blickdauer Habituation, mittlere Blickdauer pro Testtrial und der mittleren prozentualen Blickdauer für das neue Gesicht im Test (MPS) berechnet. Hierbei fand sich lediglich, wie bereits unter Hauptstudie 7 berichtet, der höhere MPS für die 9 Monate alten Säuglinge (vgl. Tabelle 6), Unterschiede in den Blickzeitparametern der Habituationsphase fanden sich keine.

Diskussion

Der Faktor des emotionalen Gesichtsausdrucks zeigt Auswirkungen auf einige Blickzeitparameter der Habituationsphase. Gesichter mit emotional expressivem Ausdruck werden pro Darbietungstrial durchschnittlich etwas länger betrachtet als Gesichter mit neutralem Ausdruck. Es zeigt sich weiterhin, dass die längste Blickzeit in der Habituationsphase für emotional expressive Gesichter länger ausfällt als für Gesichter mit neutralem emotionalem Ausdruck. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Gesichter mit emotionalem Ausdruck für 7 Monate alte Säuglinge einen interessanteren visuellen Stimulus darzustellen scheinen als Gesichter mit neutralem emotionalem Ausdruck. Möglicherweise hängen die längeren Blickzeiten mit der besseren Wiedererkennung von emotional expressiven Gesichtern zusammen. So wäre denkbar, dass die längeren Blickzeiten zu einer höheren Aufmerksamkeit und dadurch bedingten besseren Enkodierung der Gesichter und möglicherweise zum Aufbau einer stabileren Repräsentation sowie damit einhergehend zu einer besseren Wiedererkennung der Gesichter in einer neuen Ansicht geführt haben.

Vergleichbar mit emotional expressiven Gesichtern scheinen auch Gesichter in der Frontalansicht einen besonders interessanten Stimulus für 7 Monate alte Säuglinge darzustellen. So zeigt sich für frontal präsentierte Gesichter eine längere mittlere Blickdauer pro Habituationstrial und auch eine längere kumulierte Betrachtungsdauer über alle Habituationstrials im Vergleich zu Gesichtern, die in der Dreiviertelansicht präsentiert wurden. Allerdings stehen hier die längeren Blickzeiten nicht mit einer verbesserten Wiedererkennungsleistung, ausgedrückt durch eine höhere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht im Test, in Verbindung. Es ist zu vermuten, dass die längeren Blickzeiten für die frontal gezeigten

Empirische Untersuchungen: Vergleich der Blickzeitparameter aus den Hauptstudien

Gesichter mit dem direkten Blick der Stimulusgesichter auf die Säuglinge zusammenhängen. Der Einfluss des Faktors Blickrichtung wird in der Gesamtdiskussion ausführlicher diskutiert. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Frontal- und die Dreiviertelansicht der gezeigten Gesichter für die Wiedererkennung von Gesichtern in neuen Ansichten gleich gut geeignet sind.

Interessant ist, dass sich keine Unterschiede in den Blickzeitparametern der Habituations- und der Testphase zwischen 7 und 9 Monate alten Säuglingen bei Gesichtern mit neutralem emotionalem Gesichtsausdruck zeigen, obwohl 9 Monate alte Säuglinge eine höhere prozentuale Blickdauer für das neue Gesicht im Test aufweisen. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass 9 Monate alte Säuglinge bei gleich langer Betrachtungsdauer der Habituationsgesichter wie 7 Monate alte Säuglinge eine stabilere interne Repräsentation der gesehenen Gesichtsidentität aufbauen, die eine bessere Wiedererkennung zur Folge hat. Es ist wahrscheinlich, dass die verbesserte Fähigkeit zur Generalisierung der Gesichtsidentität auf neue Ansichten bei 9 Monate alten Säuglingen durch deren größere Erfahrung mit Gesichtern zustande kommt. Diese Möglichkeit wird in der Gesamtdiskussion detaillierter dargestellt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich aus den Vergleichen der Blickzeitparameter über die verschiedenen Studien hinweg keine systematischen Unterschiede bestimmen lassen, die verbesserte Wiedererkennung von Gesichtern in neuen Ansichten bei 9 Monate alten Säuglingen und bei der Präsentation von Gesichtern mit emotionalem Ausdruck bei 7 Monate alten Säuglingen erklären könnten.

GESAMTDISKUSSION

Die vorliegende Arbeit hatte das Ziel, zu untersuchen, inwieweit 7 Monate alte Säuglinge die Identität eines Gesichts ohne Haarfrisur auf eine neue Ansicht generalisieren und ob emotionale Gesichtsausdrücke einen Einfluss auf diese Fähigkeit haben. Weiterhin sollte untersucht werden, ob sich die Frontal- und die Dreiviertelansicht eines Gesichts gleich gut für die Generalisierung bzw. für die Wiedererkennung eignen. Ein weiteres Ziel war, herauszufinden, ob sich die Fähigkeit zur Wiedererkennung von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten im Alter zwischen 7 und 9 Monaten weiterentwickelt.

Die Ergebnisse zeigen zunächst, dass 7 Monate alte Säuglinge ein Gesicht in einer neuen Ansicht nicht wiedererkennen, wenn dieses ohne äußere Haarkontur und mit neutralem Gesichtsausdruck gezeigt wird. 9 Monate alte Säuglinge hingegen erkennen ein Gesicht bereits unter diesen erschwerten Bedingungen aus einer neuen Ansicht wieder. Werden die gleichen Gesichter mit positivem oder negativem emotionalem Ausdruck gezeigt, dann sind auch 7 Monate alte Säuglinge in der Lage, die invariante Struktur der Gesichter auf eine neue Ansicht zu generalisieren und zwar unabhängig von der gezeigten Emotion. Hierbei zeigte sich kein Unterschied in der Wiedererkennungsleistung bei Gesichtern mit positivem und bei Gesichtern mit negativem emotionalem Ausdruck. Die unterschiedlichen Darbietungsansichten der neutralen und emotionalen Gesichter zeigten weder bei 7 noch bei 9 Monate alten Säuglingen Auswirkungen auf die Fähigkeit zur Wiedererkennung von Gesichtern in neuen Ansichten.

Diese Ergebnisse legen nahe, dass emotionale Gesichtsausdrücke für Säuglinge im Alter von 7 Monaten eine hilfreiche Zusatzinformation darstellen, die die Generalisierung der invarianten Gesichtsstruktur auf neue Ansichten erleichtert. Damit scheint eine abhängige Verarbeitung von Identität und emotionalem Ausdruck vorzuliegen, wie sie auch in anderen Studien z.B. mit 8 Monate alten Säuglingen gefunden wurde (Schwarzer & Jovanovic, 2010). Das gesichtsverarbeitende System von 9 Monate alten Säuglingen scheint schon weiter entwickelt und zur Generalisierung der Gesichtsidentität nicht mehr auf diese Zusatzinformationen angewiesen zu sein. Ob Identität und emotionaler Ausdruck zu diesem Zeitpunkt unabhängig oder in Abhängigkeit voneinander verarbeitet werden, lässt sich auf Grundlage dieses Ergebnisses allerdings nicht feststellen.

Im Folgenden soll diskutiert werden, welche Bedeutung die Ergebnisse dieser Arbeit für verschiedene Fragestellungen haben können: Im Zusammenhang mit früheren

Forschungsarbeiten soll dabei zunächst die Rolle von unterschiedlichen Gesichtsinformationen für die Fähigkeit zur Generalisierung der Gesichtsidetität festgestellt werden. Das zweite Kapitel beleuchtet die Auswirkungen der Darbietungsansicht auf die Blickzeitparameter der Habituationsphase. Im nächsten Schritt wird die Entwicklung der Fähigkeit zur Generalisierung der Gesichtsidetität im Alter zwischen 7 und 9 Monaten behandelt. Im abschließenden Kapitel wird die Bedeutung der emotionalen Gesichtsausdrücke für die Wiedererkennung von Gesichtern im Säuglingsalter diskutiert und mit verschiedenen Modellen der Gesichtswahrnehmung in Zusammenhang gebracht.

Bedeutung unterschiedlicher Zusatzinformationen für die Generalisierung der Gesichtsidetität

Das Ergebnis der fehlenden Generalisierungsleistung für neutrale Gesichter bei 7 Monate alten Säuglingen stimmt mit einem Befund von Cohen und Strauss (1979) überein, die bei 7 Monate alten Säuglingen keine Generalisierungsleistung fanden, wenn das Gesicht ursprünglich in nur einer Ansicht gezeigt worden war. Diesem Ergebnis stehen die Befunde der Studien von Fagan (1976) sowie Rose und Mitarbeiter (2002) gegenüber, die bei Säuglingen gleichen Alters bei Präsentation von nur einer Ansicht eines Gesichts eine Generalisierung der Identität auf eine neue Ansicht feststellten. Da Unterschiede in den Untersuchungsmethoden als Erklärung für die uneinheitlichen Befunde der Studien ausgeschlossen werden können (vgl. Diskussion Hauptstudie 1), ist anzunehmen, dass die Wiedererkennung von Gesichtern mit neutralem emotionalem Ausdruck in einer neuen Ansicht nach dem vorherigen Betrachten nur einer anderen Ansicht in den Studien von Fagan (1976) sowie Rose und Mitarbeiter (2002) durch die salienten Frisurmerkmale der Stimulusgesichter unterstützt wurde. Da in Vorstudie B.2.1 gezeigt werden konnte, dass 7 Monate alte Säuglinge zwischen den beiden Gesichtsidetitäten mit neutralem Ausdruck unterscheiden, kann eine fehlende Generalisierungsleistung aufgrund Nichtunterscheidung der beiden Testgesichter ausgeschlossen werden.

Wie in Kapitel B.2 im Theoretischen Hintergrund dieser Arbeit beschrieben, ist aus bisherigen Studien nicht ersichtlich, welche Rolle die unterschiedlichen Zusatzmerkmale wie Frisur, emotionaler Gesichtsausdruck oder die Präsentation von mehreren Ansichten für die Wiedererkennung von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten spielen, da die einzelnen Faktoren in den jeweiligen Studien (Fagan, 1976; Pascalis, de Haan, Nelson & de Schonen,

1998; Rose et al., 2002; Turati, Sangrigoli, Ruel & de Schonen, 2004) nicht isoliert voneinander untersucht worden sind. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen nun, dass emotionale Gesichtsausdrücke hilfreiche zusätzliche Informationen darstellen, die die Generalisierung der Gesichtsidentität bei 7 Monate alten Säuglingen über verschiedene Ansichten hinweg erleichtern können. Der Vergleich der vorliegenden Ergebnisse mit früheren Studien (z.B. Fagan, 1976) weist außerdem darauf hin, dass äußere Gesichtsmarkmalen in Form von Haarfrisuren diese Generalisierungsleistungen erleichtern. Ob die von Pascalis und Kollegen (1998) sowie Turati und Kollegen (2004) gefundenen Generalisierungsleistungen bei 3 und 4 Monate alten Säuglingen auch durch den Faktor Emotion bedingt waren, kann vor dem Hintergrund des gegenwärtigen Forschungsstandes nicht eindeutig beantwortet werden. Da die Gesichter in den genannten Studien nicht nur mit unterschiedlichen Gesichtsausdrücken, sondern auch in unterschiedlichen Ansichten gezeigt wurden, wäre es auch möglich, dass die Generalisierung durch das Zeigen mehrerer Ansichten erleichtert wurde oder dass möglicherweise auch ein Zusammenwirken beider Faktoren einen förderlichen Effekt erzielte. Die Studie von Cohen und Strauss (1979) liefert Anhaltspunkte dafür, dass das Zeigen mehrerer Ansichten das Generalisieren der Identität auf eine neue Ansicht erleichtert. Auch eine Studie zur Objektwahrnehmung zeigt, dass eine neue Ansicht eines Objekts von 5 Monate alten Säuglingen leichter erkannt wird, wenn zuvor mehr als eine Ansicht präsentiert wurde (Mash et al., 2007). Allerdings wurden auch in der Studie von Cohen und Strauss (1979) die Gesichter nicht nur in unterschiedlichen Ansichten, sondern auch mit unterschiedlichen Gesichtsausdrücken gezeigt, so dass nicht mit Sicherheit davon ausgegangen werden kann, dass die Generalisierung der Gesichtsidentität allein durch das Zeigen mehrerer Ansichten erleichtert wird. Diese Frage muss durch zukünftige Studien geklärt werden, indem die beiden Faktoren Emotion und Anzahl der Präsentationsansichten isoliert untersucht werden.

Aus bisherigen Studien und den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit lässt sich zusammenfassen, dass die Fähigkeit, Gesichter aus unterschiedlichen Ansichten wiederzuerkennen, bei 3 bis 4 und bei 7 Monate alten Säuglingen zu beobachten ist, wenn zusätzlich zu der invarianten Gesichtsstruktur Informationen in Form von emotionalen Gesichtsausdrücken, Haarfrisur oder mehreren gezeigten Ansichten vorliegen. Im Alter von 9 Monaten sind Säuglinge dann in der Lage, auch ohne zusätzliche Informationen, lediglich auf Grundlage der invarianten Struktur eines Gesichts, dieses aus neuen Ansichten wiederzuerkennen. Demnach scheint sich die Fähigkeit zur Generalisierung der invarianten

Gesamtdiskussion: Bedeutung unterschiedlicher Zusatzinformationen für die Generalisierung

Struktur eines Gesichts auf neue Ansichten bis zum Ende des ersten Lebensjahres zu entwickeln.

Bezieht man nun auch Befunde aus Studien mit Neugeborenen ein, die bereits zu diesem frühen Zeitpunkt eine Wiedererkennung von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten feststellten (Walton et al., 1997; Turati et al., 2008), dann scheint sich ein U-förmiger Entwicklungsverlauf abzuzeichnen. Wie oben (Kapitel B.3, Theoretischer Hintergrund) bereits beschrieben, sind solche scheinbar regressiven Entwicklungsverläufe auch aus anderen Bereichen bekannt (für eine Übersicht siehe Campos et al., 2008). Diese U-förmigen Entwicklungsverläufe legen nahe, dass bestimmte Verhaltensweisen, die bei Neugeborenen beobachtet werden und morphologisch denen entsprechen, die zu einem späteren Entwicklungszeitpunkt erneut in Erscheinung treten, tatsächlich unter ganz verschiedenen Prinzipien ablaufen und möglicherweise sogar durch unterschiedliche neurophysiologische Prozesse gesteuert werden (Gilmore, Hous, Petter & Norcia, 2007). So wird beispielsweise von Pascalis und Kelly (2009) die Möglichkeit in Betracht gezogen, dass die bei Neugeborenen beobachteten Fähigkeiten zur Gesichtserkennung subkortikal gesteuert werden und dass dieser Verarbeitungsweg im weiteren Entwicklungsverlauf kortikal gehemmt wird. Studien zur Wahrnehmung von geringen Raumfrequenzen unterstützen die Hypothese, dass die Wahrnehmung von Gesichtern bei Neugeborenen über andere neuronale Strukturen verläuft. Eine fMRI-Studie von Vuilleumier und Mitarbeitern hat gezeigt, dass ängstliche Gesichter, die mit geringen Raumfrequenzen gezeigt werden, zu einer sehr frühen Aktivierung der Amygdala bei Erwachsenen führen (Vuilleumier, Armony, Driver & Dolan, 2003). Dieser Befund spricht für eine schnelle und direkte Verarbeitung von Informationen mit niedrigen Raumfrequenzen über magnozelluläre und/oder retinotectale Pfade. Da eine Studie mit Säuglingen gezeigt hat, dass Neugeborene beim Wiedererkennen von Gesichtern von Informationen mit geringen Raumfrequenzen profitieren (De Heering, Turati, Rossion, Bulf, Goffaux & Simion, 2008), ist denkbar, dass zum Zeitpunkt der Geburt die Wahrnehmung von Gesichtern hauptsächlich über diese magnozellulären oder retinotectalen Pfade verläuft. Wie dieser Verarbeitungsweg zu einer Wiedererkennung von Gesichtern aus unterschiedlichen Ansichten führen könnte und ob tatsächlich ein U-förmiger Entwicklungsverlauf für diese Fähigkeit vorliegt, kann nur durch zukünftige Studien im Längsschnittdesign und unter Einbeziehung von neurophysiologischen Untersuchungen geklärt werden.

Entwicklung der Generalisierungsleistung zwischen 7 und 9 Monaten

Der Befund, dass 9, aber nicht 7 Monate alte Säuglinge ein Gesicht mit neutralem Gesichtsausdruck in einer neuen Ansicht wiedererkennen, deutet darauf hin, dass sich die Fähigkeiten zur Wiedererkennung von Gesichtern in diesen zwei Monaten weiterentwickeln. Aus dem Vergleich der Blickzeitparameter der 7 und 9 Monate alten Säuglinge sind keine Unterschiede zu erkennen, die z.B. auf eine schnellere Informationsverarbeitung bei den 9 Monate alten Säuglingen schließen lassen würden. So benötigten 9 Monate alte Säuglinge ebenso viele Trials bis zum Erreichen des Habituationskriteriums wie 7 Monate alte Säuglinge und auch die mittlere Blickdauer pro Trial sowie die akkumulierte Blickzeit in der Habituationsphase unterscheiden sich nicht. Möglich ist, dass andere Parameter wie z.B. die Anzahl der Fokussierungen oder der Blickwechsel, die in dieser Studie jedoch nicht untersucht wurden, eine fortgeschrittenere Gesichtsverarbeitung bei 9 Monate alten Säuglingen erkennen lassen würden (vgl. z.B. Rose et al., 2002).

Es ist anzunehmen, dass die zunehmende Erfahrung mit Gesichtern für diese Entwicklung verantwortlich ist. Da die motorischen Fähigkeiten und die Möglichkeiten, sich selbst fortzubewegen, bei 9 Monate alten Säuglingen schon weiter entwickelt sind, ist es diesen Säuglingen zunehmend möglich, soziale Interaktionspartner aktiv aufzusuchen und damit auch vermehrt Erfahrungen mit Gesichtern aus unterschiedlichen Perspektiven zu sammeln. Der Vergleich des motorischen Entwicklungsstandes (erhoben mit Bayley Scales of Infant Development, Bayley, 1993; vgl. Anhang 1) zwischen den 7 und 9 Monate alten Säuglingen zeigt, dass die hier untersuchten 9 Monate alten Säuglinge tatsächlich einen höheren motorischen Entwicklungsstand aufweisen als die in den Hauptstudien 1 und 2 untersuchten 7 Monate alten Säuglinge ($t(71.53) = -4.31, p < .001, d = 0.94$). Der Beginn der eigenen Fortbewegung steht mit der Veränderung und Entwicklung einer Reihe von Fähigkeiten im Bereich der sozialen und emotionalen Entwicklung als auch der Wahrnehmungsentwicklung (z.B. Wahrnehmung von Distanzen, Höhen oder eigenen Bewegungen) in Zusammenhang (vgl. Campos, Anderson, Barbu-Roth, Hubbard, Hertenstein & Witherington, 2000).

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass 9 Monate alte Säuglinge die invariante Struktur eines Gesichts mit neutralem emotionalem Ausdruck auf eine neue Ansicht generalisieren. Es ist anzunehmen, dass diese Fähigkeit auch bei Säuglingen dieser Altersstufe durch emotionale Gesichtsausdrücke noch verbessert werden kann. Zukünftige Studien könnten untersuchen, ob die Generalisierung der Gesichtsidentität auf schwierige

Ansichten wie die Profilansicht durch Emotionen erleichtert wird. So zeigt die Studie von Rose und Mitarbeitern (2002) nämlich, dass erst 12 Monate alte Säuglinge neutrale Gesichter in der Profilansicht wiedererkennen (Rose et al., 2002).

Einfluss der Darbietungsansicht auf die Betrachtungsdauer

Zwar fanden sich in der vorliegenden Arbeit in Abhängigkeit von der Darbietungsansicht keine Unterschiede für die Fähigkeit zur Wiedererkennung des Gesichts in der neuen Ansicht, die insgesamt längere Blickzeit während der Habituationsphase und für die einzelnen Habituationstrials für frontal präsentierte Gesichter lassen jedoch vermuten, dass Gesichter in der Frontalansicht für 7 Monate alte Säuglinge eine besondere Bedeutung haben.

In Zusammenhang mit der gezeigten Ansicht des Gesichts steht eine weitere Variable, nämlich die der Blickrichtung. Bei den frontal dargebotenen Gesichtern ist der Blick der Stimulusgesichter direkt auf den Säugling gerichtet, bei den Gesichtern in der Dreiviertelansicht weisen die Augen in die gleiche abgewandte Richtung, Kopf- und Blickausrichtung stimmen überein.

Eine Reihe von Studien legt die besondere Bedeutung des direkten Blicks für die Gesichtsverarbeitung im Säuglings- und Erwachsenenalter nahe. So betrachten bereits Neugeborene bevorzugt Gesichter mit direktem Blick (Farroni, Csibra, Simion & Johnson, 2002). Im Alter von 4 Monaten werden frontal gezeigte Gesichter mit direktem Blick besser wiedererkannt als Gesichter mit abgewandtem Blick (Farroni, Massaccesi, Menon & Johnson, 2007). Bei Säuglingen dieses Alters wurde für Gesichter mit direktem Blick außerdem eine höhere Amplitude für die gesichtssensitive EKP-Komponente N170 festgestellt (Farroni, Johnson & Csibra, 2004). Diese Befunde werden von Farroni und Kollegen als Hinweise für eine tiefere Verarbeitung von Gesichtern mit direktem Blick interpretiert.

Auch eine Studie von Hood und Kollegen verdeutlicht die Bedeutung des direkten Blicks für das Wiedererkennen von Gesichtern und zwar sowohl für Kinder im Alter von 6 Jahren als auch für die erwachsenen Teilnehmer (Hood, Macrae, Cole-Davies & Dias, 2003). In der Untersuchung wurden in Enkodierungs- und Testphase frontale Gesichter mit direktem und abgewandtem Blick oder mit geschlossenen Augen gezeigt. Die Autoren fanden sowohl für die Enkodierung als auch für die Wiedererkennung einen Vorteil für Gesichter mit direktem Blick. Auch hier sprechen Befunde aus Studien mit bildgebenden Verfahren für eine effizientere Verarbeitung von frontal dargebotenen Gesichtern mit direktem Blick. So fand eine fMRI-Studie heraus, dass die schnellste Beurteilung der Blickrichtung einhergehend mit

Gesamtdiskussion: Erleichterte Wiedererkennung durch emotionale Gesichtsausdrücke

der größten Aktivierung im fusiformen Gyrus und im superioren temporalen Sulcus zu beobachten war, wenn die Gesichter frontal und mit direktem Blick dargeboten wurden (Pageler, Menon, Merin, Eliez, Brown & Reiss, 2003).

Legt man diese Befunde zugrunde, so wäre bei der vorliegenden Arbeit zu erwarten, dass die Präsentation der Gesichter in der frontalen Ansicht mit direktem Blick zu einer tieferen Verarbeitung und zur Bildung einer stabileren Repräsentation des gesehenen Gesichts und damit möglicherweise zu einer verbesserten Wiedererkennung geführt hat. Allerdings zeigen sich bei den hier durchgeführten Studien mit dem Habituationsgesicht in der Dreiviertelansicht keine schlechteren Wiedererkennungsleistungen als für die Studien mit frontal dargebotenem Gesicht. Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass die Dreiviertelansicht eines Gesichts mit korrespondierender Blickrichtung in dieser Arbeit nicht direkt vergleichbar ist mit den frontal dargebotenen Gesichtern mit abgewandtem Blick in den oben genannten Studien.

Dennoch finden sich Hinweise darauf, dass die Blickrichtung auch in der vorliegenden Untersuchung eine Rolle spielt, und zwar in Zusammenhang mit dem emotionalen Gesichtsausdruck. Beim Vergleich der Hauptstudien 5 und 6 zeigte sich, dass die kumulierte Blickzeit in der Habituationsphase für das frontal dargebotene Gesichte mit negativem Gesichtsausdruck signifikant länger ist als für das in der Dreiviertelansicht dargebotene Gesicht.

Verschiedenen Studien haben gezeigt, dass sowohl bei Erwachsenen (z.B. Adams & Kleck, 2003) als auch bei Säuglingen (Striano, Kopp, Grossmann & Reid, 2006) die Verarbeitung von Emotionen und Blickrichtung in Abhängigkeit voneinander geschieht. Die Studie von Striano und Mitarbeitern (2006) zeigt, dass beim Betrachten eines ärgerlichen Gesichtsausdrucks mit direktem Blick im EKP-Muster von 4 Monate alten Säuglingen eine höhere PSW-Amplitude (*positive slow wave*, 700 ms nach Stimulusbeginn) beobachtet werden kann als beim Betrachten von ärgerlichen Gesichtern mit abgewandtem Blick. Bei neutralen und lächelnden Gesichtern fanden die Autoren keine Unterschiede im EKP-Muster für die unterschiedlichen Blickrichtungen. Eine erhöhte PSW wird mit einer Reaktion auf Neues (De Haan & Nelson, 1999) und mit kognitiven Mechanismen der Aufmerksamkeit in Verbindung gebracht (Reynolds & Richards, 2005). Striano und Mitarbeiter (2006) interpretieren ihren Befund eher als Hinweis auf eine Neuheitsreaktion, merken aber an, dass dann auch eine erhöhte PSW für das ärgerliche Gesicht mit abgewandtem Blick zu finden sein müsste. Sie schlussfolgern, dass Säuglinge sensibel für die Wahrnehmung von neuen, auf sie gerichteten Emotionen sind. Möglicherweise erhält das ärgerliche Gesicht in Verbindung mit

Gesamtdiskussion: Erleichterte Wiedererkennung durch emotionale Gesichtsausdrücke

dem direkten Blick aber auch eine sozial relevante Bedeutung, z.B. in Form einer potentiellen Bedrohung, die unabhängig von der Neuheit verarbeitet wird. So wurde kürzlich in einer Studie gezeigt, dass die längeren Betrachtungszeiten für die negative Emotion Angst nicht mit der Neuheit dieser Emotion erklärt werden können (Peltola, Leppänen, Palokangas & Hietanen, 2008), sondern eher damit zusammenhängen, dass Säuglinge ähnlich wie Erwachsene (Georgiou et al., 2005) Schwierigkeiten dabei haben, ihre Aufmerksamkeit von bedrohungsassoziierten Stimuli abzuwenden.

Legt man die Ergebnisse der Studien von Striano und Mitarbeitern (2006) sowie von Peltola und Kollegen (2008) zugrunde, so könnten die festgestellten längeren Blickzeiten für die frontal gezeigten Gesichter mit negativem Gesichtsausdruck in der vorliegenden Arbeit auf die durch den direkten Blick betonte persönliche Relevanz des bedrohlichen Gesichtsausdrucks zustande gekommen sein. Die bei allen Studien festgestellten längeren Blickzeiten für frontal dargebotene Gesichter könnten eine durch die soziale Bedeutung des direkten Blicks hervorgerufene erhöhte Aufmerksamkeit für diese Gesichter widerspiegeln, die jedoch keine Auswirkungen auf die Fähigkeit zur Wiedererkennung der Gesichter in einer neuen Ansicht hat.

Erleichterte Wiedererkennung durch emotionale Gesichtsausdrücke

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass 7 Monate alte Säuglinge unter bestimmten Bedingungen, nämlich der Präsentation von Gesichtern mit emotionalem Ausdruck, in der Lage sind, die invariante Gesichtsstruktur in einer neuen Ansicht wiederzuerkennen. Für die unterstützende Wirkung von emotionalen Gesichtsausdrücken auf die Identitätserkennung kommen unterschiedliche Erklärungen in Betracht, die im Folgenden diskutiert werden sollen.

Eine Möglichkeit für die bessere Wiedererkennung von Gesichtern mit emotionalem Gesichtsausdruck besteht darin, dass Säuglinge eher an emotional expressive Gesichter gewöhnt sind. Nach Malatesta und Haviland (1982) erleben 7 Monate alte Säuglinge in der Interaktion mit ihren Eltern am häufigsten positive Gesichtsausdrücke wie Lächeln oder Interesse, gefolgt von ärgerlichen Gesichtsausdrücken. Soken und Pick (1999) fanden entsprechend dieser sogenannten Frequency-Hypothese, dass Gesichter mit lächelndem Ausdruck länger betrachtet wurden als Gesichter mit ärgerlichem Ausdruck und Gesichter mit ärgerlichem wiederum länger als Gesichter mit traurigem Ausdruck. Der Befund der vorliegenden Arbeit, dass Gesichter mit positivem und negativem Ausdruck in den einzelnen

Darbietungstrials der Habituationsphase länger betrachtet wurden als Gesichter mit neutralem emotionalem Ausdruck, könnte demnach auf die Vertrautheit der Säuglinge mit den emotionalen Gesichtsausdrücken im Vergleich zu den neutralen Gesichtsausdrücken zurückzuführen sein und damit möglicherweise auch die bessere Wiedererkennung der Gesichter mit emotionalem Ausdruck in einer neuen Ansicht erklären. Allerdings gibt es auch andere Befunde, die entsprechend der Novelty-Preference-Hypothese längere Blickzeiten für zuvor nicht gesehene Gesichtsausdrücke fanden. So erklären Nelson und Dolgin (1985) die von ihnen beobachteten längeren Blickzeiten für negative Gesichtsausdrücke bei 7 Monate alten Säuglingen mit der Neuartigkeit der Stimuli. Allerdings zeigen Peltola und Mitarbeiter (2008), dass längere Blickzeiten für ängstliche Gesichter nicht nur mit einer Neuheitsreaktion erklärt werden können, sondern für eine Interaktion von Emotion und Aufmerksamkeit sprechen, wie sie ähnlich auch bei Erwachsenen gefunden wird.

Die Präsentation von Gesichtern mit emotionalem Ausdruck könnte demnach eine höhere Aufmerksamkeit hervorgerufen und dadurch eine tiefere Verarbeitung induziert haben. Tatsächlich finden sich, wie oben angesprochen, beim Vergleich der Habituationsparameter der Studien mit neutralen Gesichtern mit den gemittelten Parametern über alle Studien mit emotional expressiven Gesichtern einige Unterschiede. So sind die mittlere Blickdauer pro Trial sowie die längste Blickzeit der Habituationsphase für Gesichter mit emotionalem Gesichtsausdruck insgesamt länger als für Gesichter mit neutralem Ausdruck. Gesichter mit emotionalem Ausdruck könnten bei 7 Monate alten Säuglingen demnach zu einer erhöhten Aufmerksamkeit und dadurch zu einer besseren Enkodierung und zum Aufbau einer stabileren Repräsentation geführt haben. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit neurophysiologischen Befunden, die eine höhere neuronale Aktivität für Gesichter mit emotionalen Ausdrücken zeigen (für einen Überblick siehe Vuilleumier, 2005; Leppänen & Nelson, 2009). Unter Verwendung neurophysiologischer Verfahren muss durch zukünftige Studien im Säuglingsalter geklärt werden, ob die festgestellten längeren Blickzeiten für emotional expressive Gesichter tatsächlich mit erhöhter neuronaler Aktivität einhergehen.

Eine andere Erklärung der durch Emotionen erleichterten Wiedererkennung von Gesichtern könnte die von Ganel und Goshen-Gottstein (2004) postulierte Struktur-Referenz-Hypothese sein. Die Autoren nehmen an, dass einerseits die Struktur individueller Gesichter als Referenz für eine leichtere Erkennung von Emotionen dienen kann. Andererseits sollen auch bestimmte Emotionen Hinweise auf die Identität geben können, da nur eine sehr begrenzte Anzahl an Individuen diese eine Emotion auf genau diese Weise darstellen kann. Dieser Erklärungsansatz könnte noch etwas weitergehender durch die von O'Toole und

Gesamtdiskussion: Erleichterte Wiedererkennung durch emotionale Gesichtsausdrücke

Kollegen (2002) vertretene Hypothese der Zusatzinformation (*supplemental information hypothesis*) für Gesichter mit Bewegungsinformation ergänzt werden. Nach diesem Ansatz könnte das Betrachten eines Gesichts mit emotionalem Ausdruck das typische dazugehörige Bewegungsmuster (*non-rigid movements*) aktivieren, welches typische idiosynkratische Züge des Gesichts darstellt und auf diese Weise das Erkennen der Identität eines Gesichts auch aus neuen Ansichten erleichtern.

Möglich ist jedoch auch, dass Säuglinge Gesichter mit emotionalen Ausdrücken besser aus neuen Ansichten wiedererkennen, da sie auf einzelne Gesichtsmarkmale fokussieren und sich diese bei emotional expressiven Gesichtern stärker unterscheiden. So könnten ein lächelnder Mund oder die typischen emotionsbedingten Veränderungen der Augenregion wie im Ärger zusammengezogene Augenbrauen leichter aus unterschiedlichen Perspektiven wiedererkannt werden als ein neutraler Mund oder eine neutrale Augenregion. Tatsächlich gibt es Hinweise auf eine merkmalsbasierte Verarbeitung bei 7 Monate alten Säuglingen. So zeigte etwa eine Studie von Kestenbaum und Nelson (1990) in unterschiedlichen Präsentationsbedingungen eine Dishabituationsreaktion der Säuglinge auf Gesichter mit sichtbarer Zahnreihe. Dieser Befund könnte jedoch auch auf die Kontrastunterschiede zwischen Gesichtern mit geschlossenem Mund und Gesichtern mit sichtbaren Zähnen zurückgehen.

Es wäre allerdings auch denkbar, dass nicht einzelne Merkmale eines emotional expressiven Gesichts zu einer erleichterten Wiedererkennung führen, sondern die durch den emotionalen Ausdruck veränderte konfigurale Einheit der inneren Gesichtsmarkmale. So führt die Darstellung eines beispielsweise ärgerlichen Ausdrucks nicht nur zu Veränderungen der Augenregion, sondern zeigt sich auch durch eine Stirnfalte, ein Zusammenziehen der Nasenregion und ein Öffnen des Mundes. Diese koordinierten Veränderungen der Gesichtsmarkmale bei Darstellung eines emotionalen Ausdrucks könnten hilfreich sein, wenn ein Gesicht in einer neuen Ansicht von einem neuen Gesicht unterschieden werden muss, da, wie von Ganel und Goshen-Gottstein (2004) betont, nur wenige Individuen eine Emotion in genau derselben Weise darstellen. Tatsächlich zeigen Studien, dass Säuglinge ab dem Alter von 7 Monaten in der Lage sind, Gesichtsmarkmale konfigural zu verarbeiten (z.B. Cohen & Cashon, 2001; Schwarzer, Zauner & Jovanovic, 2007). Ob die verbesserte Wiedererkennung von emotional expressiven Gesichtern nun durch eine merkmalsbasierte oder konfigurale Verarbeitung und Wiedererkennung zu erklären ist, müsste in zukünftigen Studien durch die gezielte Veränderung von einzelnen Gesichtsmarkmalen zwischen Habituations- und Testphase untersucht werden.

Gesamtdiskussion: Erleichterte Wiedererkennung durch emotionale Gesichtsausdrücke

Das Ergebnis einer unterstützenden Wirkung von emotionalen Gesichtsausdrücken für das Wiedererkennen von Gesichtern steht in Übereinstimmung mit Befunden zur erleichterten Wiedererkennung von emotional expressiven Gesichtern bei Erwachsenen (z.B. Kaufmann & Schweinberger, 2004; Ganel & Goshen-Gottstein, 2004). Das kognitive Modell zur Gesichtserkennung von Bruce und Young (1986) kann eine solche erleichterte Wiedererkennung aufgrund von Emotionen nicht erklären, da es von einer unabhängigen Verarbeitung von Emotion und Identität ausgeht. Anders ist dies bei dem neuronalen Modell der Gesichtswahrnehmung von Haxby und Kollegen (2000). Dieses Modell nimmt an, dass veränderliche Merkmale wie Emotionen und invariante Merkmale der Gesichtsidentität zwar von verschiedenen neuronalen Strukturen verarbeitet werden, dass diese Strukturen jedoch nicht unabhängig voneinander sind, sondern wechselseitig miteinander interagieren.

Diese Modellannahme wird gestützt durch Befunde, die zeigen, dass die Amygdala sehr früh (ca. 30 ms nach Stimuluspräsentation) auf emotionale Gesichtsausdrücke reagiert und nachfolgend eine detailliertere perzeptuelle Verarbeitung in den kortikalen Bereichen wie dem fusiformen Gyrus und dem superioren temporalen Sulcus ermöglicht (Vuilleumier, Richardson, Armony, Driver & Dolan, 2004). Es wird vermutet, dass die Amygdala die kortikale Aktivität entweder über direkte Feedback-Projektionen zu Bereichen der visuellen Repräsentation erhöht (z.B. Freese & Amaral, 2006) oder durch Verbindungen zu Neuronen im Nucleus basalis, welcher dann durch Acetylcholinausschüttung die kortikale Erregbarkeit und Verarbeitungskapazität erhöht (z.B. Bentley, Vuilleumier, Thiel, Driver & Dolan, 2003).

Leppänen und Nelson (2009) weisen darauf hin, dass außer der Amygdala auch der orbitofrontale Kortex eine wichtige Rolle bei der Emotionswahrnehmung spielt und wechselseitige Verbindungen sowohl mit Strukturen der Amygdala als auch mit gesichtsverarbeitenden kortikalen Bereichen, darunter dem fusiformen Gyrus und dem superioren temporalen Sulcus, aufweist. Auch hier gibt es Belege für eine sehr frühe Aktivierung des orbitofrontalen Kortex (ca. 130 ms nach Stimuluspräsentation), die einer Aktivierung der Bereiche der perzeptuellen Repräsentation (165 ms Post-Stimulus) vorausgehen (Kringelbach et al., 2008, zitiert nach Leppänen & Nelson, 2009) und somit für eine schnelle Informationsvermittlung über einen magnozellulären Pfad sprechen.

Das Modell zur Gesichtsverarbeitung von Haxby und Kollegen (vgl. Kapitel A.1, Theoretischer Hintergrund) könnte nach den von Leppänen und Nelson (2009) dargelegten Befunden für die Verarbeitung von Gesichtern mit emotionalem Ausdruck dahingehend erweitert werden, dass die gesichtsverarbeitenden Strukturen nicht nur Informationen an die emotionsverarbeitenden Strukturen weitergeben, sondern von diesen Strukturen bereits

Gesamtdiskussion: Erleichterte Wiedererkennung durch emotionale Gesichtsausdrücke

Informationen empfangen, die eine vertiefte Analyse der Gesichtsstruktur vorbereiten können. So wäre denkbar, dass bei Informationen über das Vorhandensein eines emotionalen Gesichtsausdrucks aufgrund der sozialen Relevanz von Emotionen eine vertiefte Verarbeitung der Gesichtsstruktur ausgelöst wird, da die Frage nach der Identität des Emotionssenders von großer Bedeutung ist.

Es gibt Hinweise darauf, dass eine solche differentielle neuronale Verarbeitung von Gesichtern mit emotionalem Ausdruck im Vergleich zu neutralen Gesichtern bereits im Säuglingsalter zu finden ist. So zeigt eine EKP-Studie von Leppänen, Moulson, Vogel-Farley und Nelson (2007) bei 7 Monate alten Säuglingen für ängstliche Gesichter eine höhere Aktivität in occipital temporalen Bereichen als für fröhliche oder neutrale Gesichter. Die Autoren vermuten, dass diese verstärkte Aktivierung ein Verarbeitungsnetzwerk unter Beteiligung der Amygdala widerspiegelt. Neuroanatomische Studien an Primaten zeigen, dass bereits kurz nach der Geburt reziproke Verbindungen zwischen Amygdala sowie sensorischen und anderen kortikalen Regionen bestehen (Amaral & Bennett, 2000, zitiert nach Leppänen et al., 2007). Dadurch liegt die Vermutung nahe, dass auch bei menschlichen Säuglingen die oben beschriebenen funktionellen Verbindungen zwischen den verschiedenen gesichtsverarbeitenden Strukturen bestehen.

Leppänen und Nelson (2009) haben ein Entwicklungsmodell für ein Netzwerk der Emotionsverarbeitung aufgestellt, das davon ausgeht, dass die neuronalen Strukturen für die Gesichtsverarbeitung (fusiformer Gyrus und superiorer temporaler Sulcus) und die Verarbeitung von Emotionen (Amygdala und orbitofrontaler Kortex) bereits von Geburt an vorhanden sind. Das Modell geht davon aus, dass die spezifischen gesichts- und emotionsverarbeitenden Funktionen der einzelnen Strukturen zwar noch nicht voll ausgeprägt sind, dass sie jedoch eine Orientierung der Aufmerksamkeit auf Gesichter bewirken. Die beteiligten Hirnstrukturen sollen dabei durch zunehmende Erfahrung in einem funktionellen Netzwerk miteinander verknüpft werden. Das Modell sieht vor, dass das Netzwerk im Alter von 5 bis 7 Monaten funktionsfähig ist und sich durch Erfahrung fortlaufend entwickelt. Dieser Entwicklungsstand ermöglicht es Säuglingen, die grundlegenden emotionalen Gesichtsausdrücke zu unterscheiden und die Aufmerksamkeit besonders auf saliente Gesichtsausdrücke (z.B. Ärger oder Angst) zu richten. Die Autoren postulieren eine erfahrungsabhängige funktionelle Entwicklung des Netzwerks zur Emotionsverarbeitung bis in die Adoleszenz hinein.

Auf Grundlage dieser Modellannahmen könnte die in dieser Arbeit bei 7 Monate alten Säuglingen gefundene bessere Wiedererkennung von Gesichtern mit emotionalem Ausdruck

Gesamtdiskussion: Erleichterte Wiedererkennung durch emotionale Gesichtsausdrücke

im Gegensatz zu Gesichtern mit neutralem Ausdruck durch unterschiedliche Faktoren determiniert worden sein: Durch die Vernetzung der emotions- und gesichtsverarbeitenden Bereiche ist eine tiefere Verarbeitung und durch stabilere Repräsentation eine verbesserte Wiedererkennung der Gesichter mit emotionalem Ausdruck im Vergleich zu Gesichtern mit neutralem Ausdruck wahrscheinlich. Weiterhin ist denkbar, dass die Verarbeitungstiefe von der vermehrten Erfahrung mit emotional expressiven Gesichtern (vgl. Malatesta & Haviland, 1982) und der höheren Aufmerksamkeit für diese Gesichter durch ihre salienten Emotionsausdrücke und die dadurch bedingte soziale Bedeutung moderiert wird.

Fazit und Ausblick

Insgesamt können aus den Ergebnissen dieser Arbeit die folgenden Befunde festgehalten werden:

Im Altersbereich zwischen 7 und 9 Monaten entwickelt sich bei Säuglingen die Fähigkeit, die invariante Struktur eines Gesichts, das ohne Haarkontur und mit neutralem Ausdruck präsentiert wird, auf eine neue Ansicht zu generalisieren.

Positive und negative emotionale Gesichtsausdrücke erleichtern 7 Monate alten Säuglingen die Generalisierung der invarianten Gesichtsstruktur auf neue Ansichten.

Die Darbietungsansicht der Gesichter hat keinen Einfluss auf die Fähigkeit von 7 Monate alten Säuglingen, die Identität eines Gesichts auf eine neue Ansicht zu generalisieren.

Aus den Ergebnissen dieser Arbeit ergibt sich, wie auch oben diskutiert, eine Reihe von weiterführenden Fragestellungen für zukünftige Forschungsarbeiten:

Die unterstützende Wirkung von emotionalen Gesichtsausdrücken für das Wiedererkennen von Gesichtern könnte durch die Untersuchung von jüngeren und älteren Säuglingen weiter untersucht werden. So stellt sich die Frage, ob die Fähigkeit zur Generalisierung der Gesichtsidentität bei 9 Monate alten Säuglingen, die bereits eine Generalisierungsleistung bei Gesichtern mit neutralem Ausdruck zeigen, durch emotionale Gesichtsausdrücke noch verbessert werden kann. Interessant wäre auch zu untersuchen, ob schon bei jüngeren Säuglingen die Fähigkeit zur Generalisierung der Gesichtsidentität durch emotionale Ausdrücke verbessert werden kann.

Um den U-förmig erscheinenden Entwicklungsverlauf der Fähigkeit zur Generalisierung der Identität eines Gesichts auf neue Ansichten vom Neugeborenenalter an zu verstehen, wären insbesondere Forschungsarbeiten mit Säuglingen im Alter von 1 bis 12 Wochen im Längsschnitt interessant. Dadurch könnte zum einen festgestellt werden, ob tatsächlich ein U-förmiger Entwicklungsverlauf dieser Fähigkeit besteht, weiterhin könnte untersucht werden, wie sich diese Fähigkeit im Zusammenhang mit der allgemeinen Wahrnehmungsentwicklung verändert.

Da die Generalisierung der invarianten Gesichtsstruktur in den Studien mit emotional expressiven Gesichtern jeweils nur mit einem Gesichterpaar und einer Emotionsausprägung untersucht wurde, wäre in zukünftigen Studien die Untersuchung dieser Fragestellung unter Verwendung unterschiedlicher Gesichtsidentitäten und Emotionsausprägungen sinnvoll. Dadurch könnte die theoretische Möglichkeit ausgeschlossen werden, dass die festgestellten

Ergebnisse nur für die hier verwendeten Stimulusgesichter in Zusammenhang mit den gezeigten Emotionen gelten.

Um die These einer abhängigen Verarbeitung von Emotion und Identität im Säuglingsalter zu erhärten, müsste weiterhin untersucht werden, ob andere emotionale Gesichtsausdrücke als die hier verwendeten auch zu verbesserten Generalisierungsleistungen führen.

Mit neurophysiologischen Untersuchungsmethoden könnte festgestellt werden, ob bei Säuglingen tatsächlich eine unterschiedliche neuronale Verarbeitung von Gesichtern mit neutralem und emotional expressivem Ausdruck stattfindet, wie dies das Modell von Leppänen und Nelson (2009) impliziert.

ABSTRACT

Independent studies were conducted to determine whether 7- and 9-month-old infants generalize face identity to a novel pose of the same face when only internal face sections are presented and whether an emotional expression can enhance generalization. In half of the studies, 7- and 9-month-old infants were habituated to a full frontal or three-quarter pose of a face with neutral facial expression. In the other half of the studies, 7-month-olds were habituated to a face with a positive or negative expression. In the novelty preference test, immediately following habituation, infants were shown a pair of faces: the habituation face in a novel pose and a novel face in the same pose. Generalization of facial identity was inferred from longer fixation time to the novel face.

Whereas 7-month-old infants did not dishabituate to the novel face with neutral expression, 9-month-olds fixated longer on the novel face with neutral expression. However, when faces displayed a positive or negative expression 7-month-olds also looked longer at the novel face, indicating generalization of the habituation face to a novel pose. Control studies showed that 7-month-olds' generalization ability in the emotional condition cannot be explained by an inability to discriminate between the two poses of the habituation face.

Results showed 9- but not 7-month-olds recognized neutral looking faces from a novel pose, and 7-month-olds' face recognition ability was enhanced by emotional facial expression. Increased experience with faces is assumed to be responsible for enhanced face recognition abilities in 9-month-olds. The supportive role of emotional expression for face recognition in 7-month-olds is discussed in regard to the model of emotion-recognition networks (Leppänen & Nelson, 2009) and the model of a distributed neural systems for face recognition (Haxby, Hoffman & Gobbini, 2000).

LITERATUR

- Adams, R. B. & Kleck, R. E. (2003). Perceived gaze direction and the processing of facial displays of emotion. *Psychological Science, 14* (6), 644-647.
- Banks, M. S. (1980). The development of visual accommodation during early infancy. *Child Development, 51*, 646-666.
- Barrera, M. E. & Maurer, D. (1981). The perception of facial expressions by the three-month-old. *Child Development, 52*, 203-206.
- Bartrip, J., Morton, J., & de Schonen, S. (2001). Responses to mother's face in 3-week to 5-month-old infants. *British Journal of Developmental Psychology, 19*, 219-232.
- Batki, A., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Connellan, J. & Ahluwalia, J. (2000). Is there an innate module? Evidence from human neonates. *Infant Behavior & Development, 23*, 223-229.
- Baudouin, J. Y., Martin, F., Tiberghien, G., Verlut, I. & Franck, N. (2002). Selective attention to facial identity and emotion in schizophrenia. *Neuropsychologia, 40*, 503-511.
- Bayley, N. (1993). *Bayley Scales of Infant Development* (2nd ed.). San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Bentley, P., Vuilleumier, P., Thiel, C. M., Driver, J. & Dolan, R. J. (2003). Cholinergic enhancement modulates neural correlates of selective attention and emotional processing. *Neuroimage, 20*, 58-70.
- Biederman, I. & Kalocsai, P. (1997). Neurocomputational bases of object and face recognition. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London: Series B, Biological Sciences, 352*, 1203-1219.
- Blanz, V., Tarr, M. J. & Bülthoff, H. H. (1999). What object attributes determine canonical views? *Perception, 28*, 575-599.
- Bornstein, M. H. & Arterberry, M. E. (2003). Recognition, discrimination and categorization of smiling by 5-month-old infants. *Developmental Science, 6* (5); 585-599.
- Bruce, V. (1982). Changing faces: Visual and non-visual coding processes in face recognition. *British Journal of Psychology, 73*, 105-116.
- Bruce, V., Valentine, T. & Baddeley, A. (1987). The basis of the ¾ view advantage in face recognition. *Applied Cognitive Psychology, 1*, 109-120.
- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology, 77*, 305-327.

- Buchner, A., Erdfelder, E., & Faul, F. (1996). Teststärkeanalysen. In E. Erdfelder, R. Mausfeld, T. Meiser & G. Rudinger (Hrsg.), *Handbuch Quantitative Methoden* (S. 123-136). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Bushnell, I. W. R. (2001). Mother's face recognition in newborn infants: Learning and memory. *Infant and Child Development, 10*, 67-74.
- Bushnell, I. W. R., Sai, F. & Mullin, J. T. (1989). Neonatal recognition of the mother's face. *British Journal of Developmental Psychology, 7*, 3-15.
- Calder, A. J., Burton, A. M., Miller, P., Young, A. W. & Akamatsu, S. (2001). A principal component analyses of facial expressions. *Vision Research, 41*, 1179-1208.
- Campos, J. J., Anderson, D. I., Barbu-Roth, M. A., Hubbard, E. M., Hertenstein, M. J. & Witherington, D. (2000). Travel broadens the mind. *Infancy, 1*(2), 149-219.
- Campos, J. J., Witherington, D., Anderson, D. I., Frankel, C. B., Uchiyama, I., & Barbu-Roth, M. (2008). Rediscovering Development in Infancy. *Child Development, 79*(6), 1625-1632.
- Caron, R. F., Caron, A. J. & Myers, R. S. (1982). Abstraction of invariant face expressions in infancy. *Child Development, 53*, 1008-1015.
- Caron, R. F., Caron, A. J. & Myers, R. S. (1985). Do infants see emotional expressions in static faces? *Child Development, 56*, 1552-1560.
- Cohen, L. B., & Cason, C. H. (2001). Do 7-month-old infants process independent features or facial configurations? *Infant and Child Development, 10*, 83-92.
- Chen, W. & Liu, C. H. (2009). Transfer between pose and expression training in face recognition. *Vision Research, 49*, 368-373.
- Christie, F. & Bruce, V. (1998) The role of dynamic information in the recognition of unfamiliar faces. *Memory and Cognition, 26*(4), 780-790.
- Cohen, L. B. & Strauss, M. S. (1979). Concept acquisition in human infants. *Child Development, 50*, 419-424.
- D'Argembeau, A. & Van der Linden, M. (2007). Facial expressions of emotion influence memory for facial identity in an automatic way. *Emotion, 7*(3), 507-515.
- De Haan, M., Johnson, M. H., Maurer, D. & Perrett, D. I. (2001). Recognition of individual faces and average face prototypes by 1- and 3-month-old infants. *Cognitive Development, 16*, 659-678.
- De Haan, M. & Nelson, C. A., (1999). Brain activity differentiates faces and object processing in 6-month-old infants. *Developmental Psychology, 35*, 1113-1121.

- De Haan, M., Pascalis, O. & Johnson, M. H. (2002). Specialization of neural mechanisms underlying face recognition in human infants. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *14*(2), 199-209.
- De Heering, A., Turati, C., Rossion, B., Bulf, H., Goffaux, V. & Simion, F. (2008). Newborns' face recognition is based on spatial frequencies below 0.5 cycles per degree. *Cognition*, *106*, 444-454.
- Desimone, R. & Duncan J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual Reviews in Neuroscience*, *18*, 193-222.
- De Schonen, S. & Mathivet, E. (1990). Hemispheric asymmetry in a face discrimination task in infants. *Child Development*, *61*, 1192-1205.
- Dubois, S., Rossion, B., Schiltz, C., Bodart, J. M., Dejardin, S., Michel, C. et al. (1999). Effects of familiarity on the processing of human faces. *Neuroimage*, *9*, 278-289.
- Endo, N., Endo, M., Kirita, T. & Maruyama, K. (1992). The effects of expression on face recognition. *Tohoku Psychologica Folia*, *51*, 37-44.
- Etcoff, N. (1984). Selective attention to facial identity and facial emotion. *Neuropsychologia*, *22*, 281-295.
- Fagan, J.F. (1976). Infants' recognition of invariant features of faces. *Child Development*, *47*, 627-638.
- Farroni, T., Csibra, G., Simion, F. & Johnson, M. H. (2002). Eye contact detection in humans from birth. *Proceeding of the National Academy of Sciences*, *99*, 9602-9605.
- Farroni, T. Johnson, M. H. & Csibra, G. (2004). Mechanisms of eye gaze perception during infancy. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *16* (8), 1320-1326.
- Farroni, T., Massaccesi, S., Menon, E. & Johnson, M. H. (2007). Direct gaze modulates face recognition in young infants. *Cognition*, *102*, 396-404.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, *39*, 175-191.
- Freese, J. L. & Amaral, D. G. (2006). Synaptic organization of projections from the amygdale to visual cortical areas TE and V1 in the macaque monkey. *Journal of Comp. Neurology*, *496*, 655-667.
- Field, T. M., Woodson, R., Greenberg, R. & Cohen, D. (1982). Discrimination and imitation of facial expressions by neonates. *Science*, *218*, 179-181.
- Galper, R. E. & Hochberg, J. (1971). Recognition memory for photographs of faces. *American Journal of Psychology*, *84*, 351-354.

- Ganel, T. & Goshen-Gottstein, Y. (2004). Effects of familiarity on the perceptual integrality of the identity and expression of faces: The parallel-route hypothesis revisited. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 30 (3), 583-597.
- Garner, W. R. (1976). Interaction of stimulus dimensions in concept and choice processes. *Cognitive Psychology*, 8, 89-123.
- Gathers, A. D., Bhatt, R., Corbly, C. R., Farley, A. B. & Joseph, J. E. (2004). Developmental shifts in cortical loci for face and object recognition. *NeuroReport*, 15, 1549-1553.
- Gauthier, I., Skudlarski, P., Gore, J. C. & Anderson, A. W. (2000). Expertise for cars and birds recruits brain areas involved in face recognition. *Nature Neuroscience*, 3, 191-197.
- Gauthier, I & Tarr, M. J. (1997). Becoming a “greeble” expert: Exploring face recognition mechanisms. *Vision Research*, 37, 1673-1682.
- Geldart, S., Mondloch, C., Maurer, D., de Schonen, S. & Brent, H. (2002). The effects of early visual deprivation on the development of face processing. *Developmental Science*, 5, 490-501.
- George, N., Dolan, R. J., Fink, G. R., Baylis, G. C., Russell, C. & Driver, J. (1999). Contrast polarity and face-recognition in the human fusiform gyrus. *Nature Neuroscience*, 2, 574-580.
- Georgiou, G. A., Bleakley, C., Hayward, J., Russo, R., Dutton, K., Eltiti, S. et al. (2005). Focusing on fear: attentional disengagement from emotional faces. *Visual Cognition*, 12, 145-158.
- Gilmore, R., Hous, C., Petter, M., & Norcia, A. (2007). Development of cortical responses to optical flow. *Visual Neuroscience*, 24, 845-856.
- Halit, H., de Haan, M. & Johnson, M. H. (2003). Cortical specialization for face processing: Face-sensitive event-related potential components in 3- and 12-month-old infants. *NeuroImage*, 19, 1180-1193.
- Hancock, P. J. B., Bruce, V. & Burton, A. M. (2000). Recognition of unfamiliar faces. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 330-337.
- Hasselmo, M. E., Rolls, E. T., Baylis, G. C. & Nalwa, V. (1989). Object-centered encoding by face-selective neurons in the cortex in the superior temporal sulcus of the monkey. *Experimental Brain Research*, 75, 417-429.

- Hasselmo, M. E., Rolls, E. T. & Baylis, G. C. (1989). The role of expression and identity in the face-selective responses of neurons in the temporal visual cortex of the monkey. *Behavioural Brain Research*, 32, 203-218.
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Science*, 4, 223-233.
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2002). Human neural systems for face recognition and social communication. *Biological Psychiatry*, 51, 59-67.
- Heimann, M. (2003). *Regression periods in human infancy*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Hill, H. & Bruce, V. (1996). Effects of lighting on the perception of facial surfaces. *Journal of Psychology: Human Perception and Performance*, 22(4), 986-1004.
- Hill, H., Schyns, P. G. & Akamatsu, S. (1997). Information and viewpoint dependence in face recognition. *Cognition*, 62, 201-222.
- Hood, B.M., Macrae, C.N., Cole-Davies, V., & Dias, M. (2003). Eye remember you: The effects of gaze direction on face recognition in children and adults. *Developmental Science*, 6, 67-71
- Hood, B., Willen, J. & Driver, J. (1998). Adult's eyes trigger shifts of visual attention in human infants. *Psychological Sciences*, 9, 131-134.
- Humphreys, G. W., Donnelly, N. & Riddoch, M. J. (1993). Expression is computed separately from facial identity, and it is computed separately for moving and static faces: Neuropsychological evidence. *Neuropsychologia*, 31, 173-181.
- Johnson, M. H., Dziurawiec, S., Ellis, H., & Morton, J. (1991). Newborns' preferential tracking of face-like stimuli and its subsequent decline. *Cognition*, 40, 1-19.
- Kaufmann, J. M., & Schweinberger, S. R. (2004). Expression influences the recognition of familiar faces. *Perception*, 33, 399-408.
- Kelly, D. J., Quinn, P. C., Slater, A. M., Lee, K., Ge, L. & Pascalis, O. (2007). The other-race effect develops during infancy: Evidence of perceptual narrowing. *Psychological Science*, 18, 1084-1089.
- Kelly, D. J., Quinn, P. C., Slater, A. M., Lee, K., Gibson, K., Smith, M. et al. (2005). Three-month olds, but not newborns, prefer own-race faces. *Developmental Science*, 8, F31-F36.
- Kestenbaum, R. & Nelson, C. A. (1990). The recognition and categorization of upright and inverted emotional expressions by 7-month-old infants. *Infant Behavior and Development*, 13, 497-511.

- Kleiner, M., Wallraven, C. & Bühlhoff, H. H. (2004). *The MPI Video-Lab - A system for high quality synchronous recording of video and audio from multiple viewpoints*. Technical report 123. Max-Planck-Institute for Biological Cybernetics, Tübingen, Germany.
- Kobiella, A., Grossmann, T., Reid, V. M. & Striano, T. (2008). The discrimination of angry and fearful facial expressions in 7-month-old infants: An event-related potential study. *Cognition and Emotion*, 22, 134-146.
- Kotsoni, E., de Haan, M. & Johnson, M. H. (2001). Categorical perception of facial expressions by 7-month-old infants. *Perception*, 30, 1115-1125.
- Kuhl, P. K., Williams, K. A., Lacerda, F. & Stevens, K. N. (1992). Linguistic experience alters phonetic perception in infants by 6 months of age. *Science*, 255, 606-608.
- LaBarbera, J. D.; Izard, C. E.; Vietze, P., & Parisi, S. A. (1976). Four- and 6-month-old infants' visual responses to joy, anger, and neutral expressions. *Child Development*, 47, 535-538.
- Le Grand, R., Mondloch, C. J., Maurer, D. & Brent, P. E. (2001). Early visual experience and face processing. *Nature*, 410, 890.
- Leppänen, J. M., Moulson, M. C., Vogel-Farley, V. K & Nelson, C. A. (2007). An ERP study of emotional face processing in the adult and infant brain. *Child Development*, 78, 232-245.
- Leppänen, J. M., & Nelson, C. A. (2009). Tuning the developing brain to social signals of emotions. *Nature Reviews Neuroscience*, 10, 37-47.
- Liu, C. H. & Chaudhuri, A. (2002). Reassessing the $\frac{3}{4}$ view effect in face recognition. *Cognition*, 83, 31-38.
- Logie, R., Baddeley, A. & Woodhead, M. (1987). Face recognition, pose and ecological validity. *Applied Cognitive Psychology*, 1, 53-69.
- Ludemann, P. M. (1991). Generalized discrimination of positive facial expressions by seven- to ten-month-old infants. *Child Development*, 62, 55-67.
- Malatesta, C. Z. & Haviland, J. M. (1982). Learning display rules: The socialization of emotion expression in infancy. *Child Development*, 53, 991-1003.
- Marotta, J. J., McKeeff, T. J. & Behrmann, M. (2002). The effects of rotation and inversion on face processing in prosopagnosia. *Cognitive Neuropsychology*, 19(1), 31-47.
- Mash, C., Arterberry, M. E., & Bornstein, M. H. (2007). Mechanisms of visual object recognition in infancy: Five-month-olds generalize beyond the interpolation of familiar views. *Infancy*, 12(1), 31-43.

- Maurer, D., & Salapatek, P. (1976). Developmental changes in the scanning of faces by young infants. *Child Development, 47*, 523-527.
- Meltzoff, A. N. & Moore, M. K. (1977). Imitation of facial and manual gestures by human neonates. *Science, 198*, 75-78.
- Morris, J., Frith, C., Perrett, D., Rowland, D., Young, A. W., Calder, A. J. et al. (1996, October, 31). A differential neural response in the human amygdala to fearful and happy facial expressions. *Nature, 383*, 812-815.
- Morton, J. (1993). Mechanisms in infant face processing. In B. de Boysson-Bardies (Ed.), *Developmental neurocognition: Speech and face processing in the first year of life* (pp. 93-102). Norwell, MA. US: Kluwer Academic Publishers.
- Morton, J. & Johnson, M. H. (1991). Conspec and Conlearn: A two-process theory of infant face recognition. *Psychological Review, 98*, 164-181.
- Nelson, C. A. (2001). The development and neural basis of face recognition. *Infant and Child Development, 10*, 3-18.
- Nelson, C. A. & deHaan, M. (1996). Neural correlates of infants' visual responsiveness to facial expressions of emotion. *Developmental Psychobiology, 29* (7), 577-595.
- Nelson, C. A. & Dolgin, K. (1985). The generalized discrimination of facial expressions by 7-month-old infants. *Child Development, 56*, 58-61.
- Newell, F. N., Chiroro, P. & Valentine, T. (1999). Recognizing unfamiliar faces: The effects of distinctiveness and view. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 52A* (2), 509-534.
- O'Toole, A. J., Edelman, S. & Bühlhoff, H. H. (1998). Stimulus-specific effects in face recognition over changes in viewpoint. *Vision Research, 38*, 2351-2363.
- O'Toole, A. J. & Roark, D. A. & Abdi, H. (2002). Recognizing moving faces: a psychological and neural synthesis. *Trends in Cognitive Sciences, 6* (6). 261-266.
- Palmer, S. E., Rosch, E. & Chase, P. (1981). Canonical perspective and the perception of objects. In: J. Long, A. Baddeley (Eds.), *Attention and Performance IX*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, pp. 135-151.
- Pageler, N. M., Menon, V., Merin, N. M., Eliez, S., Brown, W. E. & Reiss, A. L. (2003). Effect of head orientation on gaze processing in fusiform gyrus and superior temporal sulcus. *NeuroImage, 20*, 318-329.
- Parry, F. M., Young, A. W., Saul, J. S. M. & Moss, A. (1991). Dissociable face processing impairment after brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 13*, 545-558.

- Pascalis, O., de Haan, M. & Nelson, C. (2002). Is face processing species-specific during the first year of life? *Science*, 296, 1321-1323.
- Pascalis, O., de Haan, M., Nelson, C. & de Schonen, S. (1998). Long-term recognition memory for faces assessed by visual paired comparison in 3- and 6- month-old infants. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 24, 249-260.
- Pascalis, O., de Schonen, S., Morton, J., Deurelle, C. & Fabre-Grenet, M. (1995). Mother's face recognition by neonates: A replication and an extension. *Infant Behavior and Development*, 18, 79-85.
- Pascalis, O. & Kelly, D. J. (2009). The origins of face processing in humans. Phylogeny and Ontogeny. *Perspectives on Psychological Science*, 4, 200-209.
- Pascalis, O., Scott, L. S., Kelly, D. J., Shannon, R.W., Nicholson, E., Coleman, M. et al. (2005). Plasticity of face processing in infancy. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 5297-5300.
- Patterson, K & Baddeley, A. (1977). When face recognition fails. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 3, 406-417.
- Peltola, M. J., Leppänen, J. M., Palokangas, T. & Hietanen, J. (2008). Fearful faces modulate looking duration and attention disengagement in 7-month-old infants. *Developmental Science*, 11(1), 60-68.
- Perrett, D. I., Smith, P. A. J., Potter, D. D., Mistlin, A. J., Head, A., S., Milner, A. D. et al. (1985). Visual cells in the temporal cortex sensitive to face view and gaze direction. *Proceedings of the Royal Society London B*, 223, 293-317.
- Perrett, D. I., Oram, M. W., Harris, M. H., Bevan, R., Hietanen, J. K., Benson, P. J. et al. (1991). Viewer-centred and object-centred coding of heads in the macaque temporal cortex. *Experimental Brain Research*, 86, 159-173.
- Perrett, D. I., Oram, M. W. & Ashbridge, E. (1998). Evidence accumulation in cell populations responsive to faces: an account of generalisation of recognition without mental transformations. *Cognition*, 67, 111-145.
- Pilz, K. S., Thornton, I. M., & Bühlhoff, H. H., (2005). A search advantage for faces learned in motion. *Experimental Brain Research*, 171, 436-447.
- Pourtois, G., Schwartz, S., Seghier, M. L., Lazeyras, F. & Vuilleumier, P. (2005). Portraits or People? Distinct Representations of Face Identity in the Human Visual Cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 1043-1057.

- Quinn, P. C. & Slater (2003). Face perception at birth and beyond. In O. Pascalis & A. Slater (Eds.), *The development of face processing in infancy and early childhood: Current perspectives* (pp. 3-12). Huntington, NY: Nova Science.
- Quinn, P. C., Yahr, J., Kuhn, A., Slater, A., & Pascalis, O. (2002). Representation of the gender of human faces by infants: A preference for female. *Perception, 31*, 1109-1121.
- Quiroga, R. Q., Reddy, L., Kreiman, G., Koch, C. & Fried, I. (2005). Invariant visual representation by single neurons in the human brain. *Nature, 435*, 1102-1107.
- Reissland, N. (1988). Neonatal imitation in the first hour of life: Observations in Rural Nepal. *Developmental Psychology, 24*, 464-469.
- Reynolds, G. D. & Richards, J. E. (2005). Familiarization, attention, and recognition memory in infancy: an ERP and cortical source localization study. *Developmental Psychology, 41*, 598-615.
- Rolls, E. T. (2000). Functions of the primate temporal lobe cortical visual areas in invariant visual object and face recognition. *Neuron, 27*, 205-218.
- Rose, S., Jankowski, J., & Feldman, J. (2002). Speed of processing and face recognition at 7 and 12 months. *Infancy, 3*, 435-455.
- Sai, F. Z. (2005). The role of the mother's voice in developing mother's face preference: Evidence for intermodal perception at birth. *Infant and Child Development, 14*, 29-50.
- Sai, F. & Bushnell, I. W. R. (1988). The perception of faces in different poses by 1-month-olds. *British Journal of Developmental Psychology, 6*, 35-41.
- Schwarzer, G. & Jovanovic, B. (2010). The relationship between processing facial identity and emotional expression in 8-month-old infants. *Infancy, 15*, 28-45.
- Schwarzer, G., Zauner, N., & Jovanovic, B. (2007). Evidence of a shift from featural to configural face processing in infancy. *Developmental Science, 10*, 452-463.
- Schweinberger, S. R., Burton, A. M., & Kelly, S. W. (1999). Asymmetric relationship between identity and emotion perception: Experiments with morphed faces. *Perception and Psychophysics, 61*, 1102-1115.
- Schweinberger, S. R. & Soukup, G. R. (1998). Asymmetric relationships among perceptions of facial identity, emotion, and facial speech. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 24*, 1748-1765.
- Shepard, R. N. & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science, 171*, 701-703.

- Slater, A., Quinn, P. C., Hayes, R. A. & Brown, E. (2000). The role of facial orientation in newborn infants' preference for attractive faces. *Developmental Science*, 3, 181-185.
- Snyder, K. A. & Torrence, C. M. (2008). Habituation and Novelty. In: Haith, M. M. & Benson, J. B. (Eds.) *Encyclopedia of Infant and Early Childhood Development* (pp. 51-63). Elsevier: Oxford S. 51-63.
- Soken, N. H. & Pick, A. D. (1999). Infants' perception of dynamic affective expressions: Do infants distinguish specific expressions? *Child Development*, 70 (6), 1275-1282.
- Sorce, J. F. & Campos, J. J. (1974). The role of expression in the recognition of a face. *American Journal of Psychology*, 87, 71-82.
- Spangler, S. M., Schwarzer, G., Korell, M. & Maier-Karius, J. (2010). The relationship between processing facial identity, emotional expression, facial speech, and gaze direction during development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 105, 1-19.
- Streit, M., Ioannides, A. A., Liu, L., Wölwer, W., Dammers, Gross, J. et al. (1999). Neurophysiological correlates of the recognition of facial expressions of emotion as revealed by magnetoencephalography. *Cognitive Brain Research*, 7, 481-491.
- Streri, A. & Gentaz, E. (2003). Cross-modal recognition of shape from hand to eyes in human newborns. *Somatosensory and Motor Research*, 20, 13-18.
- Striano, T., Kopp, F., Grossmann, T. & Reid, V. M. (2006). Eye contact influences neural processing of emotional expressions in 4-month-old infants. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. Doi:10.1093/scan/nsl008
- Turati, C., Bulf, H., & Simion, F. (2008). Newborns' face recognition over changes in viewpoint. *Cognition*, 106, 1300-1321.
- Turati, C., Macchi Cassia, V., Simion, F., & Leo, I. (2006). Newborns' face recognition: Role of inner and outer facial features. *Child Development*, 77 (2), 297-311.
- Turati, C., Sangrigoli, S., Ruel, J., & de Schonen, S. (2004). Evidence of the face inversion effect in 4-month-old infants. *Infancy*, 6, 275-297.
- Ullman, S. (1989). Aligning pictorial descriptions: an approach to object recognition. *Cognition* 32, 193-254.
- Valentin, D., Abdi, H. & Edelman, B. (1997). What represents a face: A computational approach for the integration of physiological and psychological data. *Perception*, 26, 1271-1288.

- Valentine, T. (1991). A unified account of the effects of distinctiveness, inversion, and race in face recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43A (2), 181-204.
- Valenza, E., Simion, F., Macchi Cassia, V. & Umiltà, C. (1996). Face preference at birth. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 892-903.
- Vecera, S. P. & Johnson, M. H. (1995). Gaze detection and the cortical processing of faces: Evidence from infants and adults. *Visual Cognition*, 2, 59-87.
- Vuilleumier, P. (2005). How brains beware: neural mechanisms of emotional attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(12), 585-594.
- Vuilleumier, P., Armony, J.L., Driver, J., & Dolan, R.J. (2003). Distinct Spatial Frequency Sensitivities for processing Faces and Emotional Expressions. *Nature Neuroscience*, 6, 624-631.
- Vuilleumier, R., Richardson, M. P., Armony, J. L., Driver, J. & Dolan, R. J. (2004). Distant influences of amygdala lesion on visual cortical activation during emotional face processing. *Nature Neuroscience*, 7, 1271-1278.
- Walker-Andrews, A. S. (1997). Infants' perception of expressive behaviors: Differentiation of multimodal information. *Psychological Bulletin*, 121(3), 437-456.
- Walton, G.E., Armstrong, E.S., & Bower, T.G. (1997). Faces as forms in the world of the newborn. *Infant Behavior and Development*, 20(4), 537-543.
- Young, A. W., Hellawell, D. J., van de Wal, C. & Johnson, M. (1996). Facial expression processing after amygdalotomy. *Neuropsychologia*, 34, 31-39.
- Young, A. W., Newcombe, F., de Haan, E. H., Small, M. & Hay, D. C. (1993). Face perception after brain injury. *Brain*, 116, 941-959.
- Young-Browne, G., Rosenfeld, H. M., & Horowitz, F. D. (1977). Infant discrimination of facial expressions. *Child Development*, 48, 555-562.
-

ANHANG

Anhang A - Fragebogen für 7 Monate alte Säuglinge

Anhang B - Stimuli der Studien 2, 4, 6 und 7

Anhang C - Instruktion und Stimuli der Vorstudie B.1.2

Anhang A

SÄUGLINGSFRAGEBOGEN (7 MONATE)

ALLGEMEINE FRAGEN			
Grundgesicht (Hab-Gesicht)		KAH/JAH 0 KAH/JAH 36 KAH/JAH 90	
Art der Studie	Vorstudie / Hauptexperiment	V	H
Studie Nr.	Studie		
Vp-Nr.	Vp		
Bedingung	Vorstudie: Ansichten Identität		
Alter	Monate Tage		
VERSUCHSPERSON			
Geschlecht	männlich weiblich	1 2	
Hab- und Testzeiten, Reliabilität	siehe Ausdruck		
Geburtsdatum			
Frühgeburt Termingerecht = 40. Woche Frühgeburt = < 37. Woche	0 Ja	Nein Woche	
MOTORISCHE ENTWICKLUNG (Bayley)			
(a) Drehen Rücken – Bauch 6.4 (4-10)	0 1	Nein Ja	
(b) Alleine sitzen 6.6 (5-9)	0 1	Nein Ja	
(c) An Möbelstücken in den Stand ziehen 8.1 (5-12) <i>oder</i> Stehen mit Festhalten an Möbelstücken 8.6 (6-12)	0 1	Nein Ja	
(d) Alleine Stehen 11.0 (9-16)	0 1	Nein Ja	
(e) Fortbewegung 7.1 (5-11) Alleine gehen 11.7 (9-17)	0 1 2 3	Nein Bei ja nur eins umkringeln: 1 Robben – Bauch 2 Krabbeln – Hände + Knie Auf dem Po Alleine gehen	
Gesamtsumme Motorik	Motorik		

SPRACHENTWICKLUNG (Bayley)			
(a) Spricht 4 verschiedene Silben (ma, ba) 7.0 (5-12)	0 1	Nein Ja	
	4 Beispiele:		
(b) Sagt „da-da“ oder ähnliches 7.9 (5-14)	0 1	Nein Ja	
	Beispiel:		
(c) Spricht verständliche Wörter	0 1	Nein Ja	
	Beispiel:		
Gesamtsumme Sprache			
		Sprache	
FAMILIE			
(a) Geschwister	0 1	Nein Ja	
(b) Anzahl der Geschwister	0 1 2 3 4	Alter	Geschlecht
(c) Position	1 2 3 4 5		
(d) Ausbildung der Mutter			
(e) Beruf der Mutter			
(f) Ausbildung des Vaters			
(g) Beruf des Vaters			
16. SOZIALE UMGEBUNG (Siehe Schema)			
(a) jeden Tag			
(b) 2-3 mal / Woche			
(c) 1 mal / Woche			
		(a+b+c) Personen wöchentlich	
(d) 1 mal / 2 Wochen			
(e) 1 mal / Monat			
Gesamtzahl der Personen		(a+b+c+d+e) Personen monatlich	
Anzahl der Kategorien repräsentiert			
		Kategorien	

	Jeden Tag	2-3 x / Woche	1 x / Woche	1 x / 2 Wochen	1 x / Monat
Unmittelbare Familie					
Weitere Familie					
Gruppenaktivitäten					
Nachbarn + Freunde					
Medizinische Betreuung					

Anhang B

Stimulusmaterial der Hauptstudien mit Habituationsgesicht in der Dreiviertelansicht.

Gesichter mit neutralem Ausdruck (erste Reihe, Person A und B, Hauptstudie 2 und 7), Gesichter mit positivem emotionalem Ausdruck (zweite Reihe, Person A und B, Hauptstudie 4), Gesichter mit negativem emotionalem Ausdruck (dritte Reihe, Person C und B, Hauptstudie 6).

Gesichtsausdruck	Habituationsgesicht	Bezeichnung	Testpaar: bekanntes / neues Gesicht	
Neutral		Person A, Person A + B		
Positiv		Person A, Person A + B		
Negativ		Person C, Person C + B		

Anhang C

Instruktion und Targetstimuli der Vorstudie B.1.2 mit Erwachsenen

<p>Bei diesem Experiment geht es um die Beurteilung der Ähnlichkeit von Gesichtern. Dabei sollen Sie 30 verschiedene Gesichterpaare hinsichtlich ihrer Ähnlichkeit zueinander beurteilen.</p> <p><i>Bitte drücken Sie die linke Maustaste.</i></p>	<p>Im Folgenden werden Ihnen immer zwei Gesichter gleichzeitig gezeigt. Sie können sich die Gesichterpaare 5 Sekunden lang anschauen. Anschließend geben Sie bitte an, wie ähnlich Sie die Gesichter finden. Dazu benutzen Sie bitte die folgende 9-stufige Skala:</p> <p>sehr ähnlich <input type="checkbox"/> sehr verschieden</p> <p><small>Wenn Sie keine Fragen mehr haben, drücken Sie bitte die linke Maustaste um zu beginnen.</small></p>	<p>1</p> 
<p>2</p> 	<p>3</p> 	<p>4</p> 
<p>5</p> 	<p>6</p> 	<p><i>Präsentation der 6 gezeigten und 24 weiteren Bilderpaaren in Zufallsreihenfolge.</i></p>