Gibt es einen Einfluss emotionaler Gesichter auf basale Quantifizierungsprozesse?

– Untersuchung einer potentiellen Methode zur diagnostischen Eingrenzung und Früherkennung der Borderline-Persönlichkeitsstörung –

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von
Kühner, Eva Katharina
aus Mosbach

Gießen 2014

Aus dem Zentrum für Psychiatrie und Psychotherapie der Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH am Standort Gießen

Geschäftsführender Direktor**:** Prof. Dr. Bernd Gallhofer

Gutachter:
Prof. Dr. Bernd Gallhofer

Gutachter:
Prof. Dr. Dr. Petra Netter

Tag der Disputation:

04.11.2014

Inhalt

1. Einleitung 1

2. Stand der Forschung 3

2.1. Verarbeitung emotionaler Informationen 3

2.1.1 Emotionserkennung 5

2.1.2 Attentive und präattentive Verarbeitung 9

2.1.3. Salienz und visuelle Suche 10

2.1.3.1 Implizite Emotionsverarbeitung und Distraktoren 13

2.1.3.2. Aufmerksamkeitsverteilung bei visueller Suche 17

2.1.4. Visuelle Suche bei emotionalen Gesichtern 20

2.1.4.1 Anger-superiority Effekt und pop-out Effekt 23

2.1.4.2 Happy-superiority Effekt 29

2.1.4.3 Einflussfaktoren auf die Aufmerksamkeitsverteilung 32

2.2. Einfluss emotionaler Informationen auf kognitive Verarbeitungsprozesse 38

2.2.1 Subitizing 43

2.2.2 Subitizing und Counting 45

2.2.2.1 Erklärungsmodelle zu Subitizing und Counting auf der Prozessebene 46

2.2.2.2 Neuronale Muster und Zusammenhang mit anderen kognitiven Prozessen 52

2.2.3 Distraktoren 55

2.2.4 Auswirkungen von Emotionserkennung auf die Prozesse des Subitizing und Counting 59

2.3 Bedeutung klinischer Störungen und ihr Bezug zur Persönlichkeitsstruktur 60

2.3.1 Persönlichkeitsfaktoren und zugehörige klinische Störungen in ihrem Einfluss auf die visuelle Suche und die Verarbeitung emotionaler Stimuli 60

2.3.1.1 Borderline-Persönlichkeitsstörung und „negativer Bias“ 62

2.3.1.2 Affektive Erkrankungen 65

2.3.2 Quantifizierungsprozesse 66
2.4 Fragestellung und Hypothesenherleitung 68
3. Material und Methoden 71
3.1 Stichprobe 71
3.2 Erhebungsmethoden und Versuchspläne 71
3.2.1 Quantifizierungsaufgabe 74
3.2.1.1 Unabhängige Variablen 74
3.2.1.2 Stimulusmaterial 75
3.2.1.3 Versuchsdurchführung 77
3.2.2 Finding-the-face-in-the-crowd Aufgabe 79
3.2.2.1 Unabhängige Variablen 79
3.2.2.2 Stimulusmaterial 79
3.2.2.3 Versuchsdurchführung 80
3.3 Allgemeiner Versuchsablauf und Versuchsapparatur 81
3.4 Experimentelle Kontrolle 86
3.5 Statistische Auswertung 86
4. Ergebnisse 88
4.1 Finding-the-face-in-the-crowd Paradigma 88
4.2 Subitizing Paradigma 95
5. Diskussion 102
5.1 Finding-the-face-in-the-crowd Paradigma 102
5.1.1 Verarbeitung sozialer und nicht sozialer Elemente 103
5.1.2 Pop-out Effekt und ASE 103
5.1.3 Weitere Ergebnisse 105
5.1.4 Zusammenfassung 106
5.2 Subitizing Paradigma 106
5.2.1 Einfluss der Distraktoren 106

5.2.2 Einfluss der Art des Distraktors 107
5.2.3 Einfluss der Art der Quantifizierungsprozesse 107
5.2.4 Weitere Ergebnisse 108
5.2.5 Zusammenfassung 110
5.3 Gesichtererkennung 111
5.3.1 Einflussfaktoren auf die Aufmerksamkeitsverteilung 111
5.3.1.1 Merkmale und deren Anordnung 111
5.3.1.2 Einfluss des Alters 114
5.4 Emotionsverarbeitung 115
5.4.1 Einfluss der Valenz 115
5.4.2 Einfluss der Art der Verarbeitung 117
5.4.3 Einfluss des Geschlechts 117
5.4.4 Einfluss der Stimmungslage 119
5.5 Methode 120
5.5.1 Probandenkollektiv 120
5.5.2 Versuchsanordnung und -design 121
5.5.3 Versuchsablauf und Messtechnik 122
6. Fazit 124
7. Zusammenfassung 125
8. Abstract 127
Abkürzungsverzeichnis 129
Abbildungsverzeichnis 130
Tabellenverzeichnis 133
Literaturverzeichnis 134
Anhang 150
Erklärung zur Dissertation 154
Danksagung 155

1. Einleitung

Die Fähigkeit Emotionen zu erleben, auszudrücken, zu erkennen und richtig einzuordnen ist wichtig für die Auseinandersetzung des Menschen mit seiner Umwelt und den Mitmenschen. Emotionen haben eine mimische Entsprechung und daher kann einem entsprechenden Gesichtsausdruck eine Emotion zugeordnet werden. Die Fähigkeit, Emotionen in Gesichtern zu erkennen, ist angeboren und kulturübergreifend. Sie hat eine wichtige evolutionäre und soziale Bedeutung (Limbrecht, 2012).

Ein Paradigma zur Erforschung der Verarbeitung emotionaler Informationen ist die Präsentation von schematischen Gesichtern oder Fotografien mit entsprechendem Emotionsausdruck. Dabei interessieren insbesondere die Auswirkungen präattentiver und attentiver Einflüsse auf die Emotionserkennung. Um die Valenz und Salienz bestimmter Emotionen zu untersuchen, werden häufig visuelle Suchaufgaben angewendet.

Zum Thema Emotionserkennung und Informationsverarbeitung liegt eine große Anzahl an Studien vor, die sich allerdings bezüglich des Studiendesigns, der erhaltenen Ergebnisse und ihrer Interpretation zum Teil erheblich unterscheiden.

Ein anderer Aspekt der Kognitionsforschung aus dem Bereich der Informationsverarbeitung ist die Unterscheidung und Klassifikation von Mengen in Abhängigkeit von ihrer Größe. So kann bei Mengen von bis zu vier Elementen deren Anzahl spontan exakt erfasst werden. Dieser Vorgang wird als Subitizing bezeichnet. Ab einer Elementzahl von vier oder höchstens fünf Elementen ist diese spontane Erfassung nicht mehr möglich und weitere Mengen von bis zu zehn Objekten werden durch Zählen, Counting genannt, erfasst. Die Erforschung von Subitizing und Counting erfolgt unter unterschiedlichen Aspekten; als Vorform numerischen Denkens, als Beispiel für bestimmte Verarbeitungsprozesse, wie attentiv/präattentiv, seriell/parallel oder ihrer Implementierung in bestimmten neuralen Systemen.

Diese beiden Aspekte der Kognitionsforschung, die Emotionserkennung aus Gesichtern und die Quantifizierungsprozesse Subitizing und Counting, stehen im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit, die Teil eines Forschungsprojektes des Zentrums für Psychiatrie der Justus-Liebig-Universität Gießen war. In dem Forschungsgroßprojekt wurde eine Reihe von Experimenten zum Thema "Sozial-emotionale Kognitionen bei Patienten mit Borderline-Persönlichkeitsstörung" durchgeführt. Für die Ausprägung dieser Erkrankung werden Defizite in sozialen kognitiven Prozessen als entscheidend

betrachtet, allerdings sind die dazu bisher vorliegenden Studien widersprüchlich (Ruppel, 2005). Daher war es ein Ziel des Projektes zu klären, ob sich Defizite in sozialer und nicht sozialer Kognition bei Patienten mit einer BPS gegenüber gesunden nach Alter, Geschlecht und Ausbildung gematchten Kontrollpersonen zeigen. Gesucht wurde dabei nach Methoden zur diagnostischen Eingrenzung und Früherkennung der BPS. Es wird davon ausgegangen, dass bei Patienten mit BPS eine Störung im Bereich der Gesichtswahrnehmung und Emotionsverarbeitung vorliegt. Die Stichproben mit gesunden Probanden dienten dazu, ein tieferes Verständnis potentiell relevanter Einflussgrößen auf die Untersuchungsmethoden zu erhalten und Normwerte bezüglich der Gesichtswahrnehmung als Vergleichswerte für die nachfolgenden Experimente mit den klinischen Gruppen zu erarbeiten.

In der vorliegenden Arbeit wurde zu diesem Zweck an gesunden Probanden ein bislang wenig behandelter Aspekt untersucht, nämlich die Auswirkungen der Emotionserkennung aus Gesichtern auf basale Quantifizierungsprozesse. Ein Einfluss emotionaler Stimuli auf Quantifizierungsprozesse konnte schon für Wortmaterial nachgewiesen werden (Gotoh et.al, 2008). Zur Überprüfung des Einflusses emotionaler Gesichter auf basale Quantifizierungsprozesse wurde ein Studiendesign mit einer visuellen Suchaufgabe (FFIC Paradigma) und mit den Quantifizierungsprozessen Subitizing und Counting (SUBI Paradigma) gewählt.

Auf Basis einer Literaturrecherche entworfene schematische Gesichter wurden als soziales Stimulusmaterial und schematische Figuren als nicht soziales Stimulusmaterial verwendet. Das Paradigma der visuellen Suche diente zur Überprüfung der Unterschiede bei der Verarbeitung von sozialen und nicht-sozialen schematischen Elementen und insbesondere der Überprüfung der Hypothese des prioritären Erkennens negativer emotionaler Gesichter bei visuellen Suchaufgaben, was als „anger-superiority“ Effekt bezeichnet wird. Auch ein zweiter, in der Literatur bei visuellen Suchaufgaben häufig gefundener Effekt, der sogenannte pop-out Effekt, konnte für das gewählte Studiendesign mit Hilfe der visuellen Suche überprüft werden. Das zweite Paradigma setzte dann den Bereich der Gesichtererkennung in Bezug zur Quantifizierung mit den Bereichen der automatischen, unbewussten und der bewussten, aufmerksamkeitsgesteuerten Informationsverarbeitung in Form der Prozesse des Subitizing und Counting. Mit Hilfe dieses Paradigmas konnte der Einfluss von Distraktoren allgemein und der Einfluss der Art der Distraktoren auf die beiden Quantifizierungsprozesse untersucht werden.

2. Stand der Forschung

2.1. Verarbeitung emotionaler Informationen

Im Verlauf der Evolution war es für den Menschen wichtig, seine Artgenossen zunächst als artzugehörig identifizieren zu können und im weiteren Verlauf auch im Hinblick auf Gemütszustand und Absichten einschätzen zu können. Tiere benutzen zur Verständigung neben Lautäußerungen größtenteils ihre Körpersprache, also Gebärden, Gesten, Verhalten und auch Mimik. Bevor die Spezies Mensch die in der heutigen Form verbreitete komplexe Sprache entwickelte, war auch für sie die Körpersprache von großer Bedeutung für das Zusammenleben. Dabei gewann das Gesicht als ausdrucksstärkster Körperteil für die Einschätzung des Gegenübers mit zunehmender Entwicklung der Sprache und der Abkehr von Körperlichkeiten im Vergleich zu anderen Körperteilen an Bedeutung (Meyer, 2007).

Die Erkennung und Deutung bestimmter Gesichtsausdrücke der Artgenossen war für die Einschätzung der Umwelt und das daran angepasste Verhalten wichtig. So konnte der angstvolle Gesichtsausdruck eines Artgenossen signalisieren, dass Gefahr drohte, oder ein wütendes Gesicht konnte dem Gegenüber vermitteln, sich fernzuhalten (Gerritsen et al., 2008).

Heute spielt das Gesicht eine zentrale Rolle bei Kommunikation und Interaktion, als die Region des Körpers, auf die wir uns während sozialer Interaktionen am meisten konzentrieren. Da die Körpersprache bei der Vermittlung von Informationen mit der Entwicklung der Sprache im Vergleich zu früheren nonverbalen Kommunikationsformen in den Hintergrund getreten ist, ist das Gesicht mittlerweile ausschlaggebend für die Einschätzung des Gegenübers und somit Voraussetzung für sozial angepasstes und erfolgreiches Verhalten (Schneider & Margraf, 2009). Es wird davon ausgegangen, dass die Mimik in ihrer spezialisierten und aussagekräftigen Form zu dem Zweck entstanden ist, eine sichere und rasche Vermittlung der gerade in einem Menschen vorherrschenden Emotion zu ermöglichen (Limbrecht, 2012).

Emotionen zu erleben ist für jeden Menschen selbstverständlich und allgegenwärtig, das Inkontakttreten des Menschen mit sich selbst und seiner Umwelt ist durch Emotionen geprägt, die auch das jeweils resultierende Verhalten mitbestimmen. Dabei werden Emotionen vor allem durch emotional-expressives Verhalten der Mimik kommuniziert und auch gleichzeitig im Erkennungsprozess nach innen gespiegelt und verarbeitet (Buck, 1984; Ortony & Turner, 1990; Ekman, 1992; Ekmann, 1993). Im Rahmen einer

zwischenmenschlichen Interaktion analysieren die beteiligten Individuen die emotionalen Hinweisreize wechselseitig, um über den Zustand des jeweiligen Interaktionspartners informiert zu sein. Dabei werden, zur Kenntnisnahme des eigenen emotionalen Zustands und der resultierenden eigenen Reaktionen, die emotionalen Informationen gleichzeitig auch intraindividuell verarbeitet (facial-feedback Hypothese) (Limbrecht, 2012). Laut dieser „facial-feedback“ Hypothese beeinflussen Gesichtsmuskelbewegungen das eigene emotionale Erleben und auf diese Weise entstehen Verknüpfungen zwischen Situationen und Emotionen, die bewusst und unbewusst durch Kontrolle dieser Muskeln beeinflusst werden können (Laird, 1974; Buck,1980; Strack et al., 1988).

Damit ist das mimisch-expressive Verhalten sowohl ein Hinweis für einen bestimmten emotionalen Zustand während einer bestimmten Situation im Individuum selbst als auch zwischen den Individuen und im Zusammenspiel mit dem jeweiligen Umfeld. So werden beispielsweise Situationsbewertungen und Handlungsbereitschaften durch den mimischen Ausdruck sichtbar (Limbrecht, 2012).

Im Rahmen verschiedener klinischer Störungsbilder werden Beeinträchtigungen bei der Verarbeitung emotionaler Informationen beschrieben. Im Fokus steht dabei in den letzten Jahren zunehmend die Borderline-Persönlichkeitsstörung (BPS), die zu den am weitesten verbreiteten Störungsbildern in der Psychiatrie zählt. Bei dieser Erkrankung bilden die Störungen sozialer Beziehungen einen zentralen Teil der Symptomatik (Bohus & Schmahl, 2006; Gunderson, 2007; Gunderson, 2009).

Bis jetzt liegt nur eine relativ geringe Anzahl von Studien mit widersprüchlichen Ergebnissen vor, im Rahmen derer mit Hilfe von Verhaltensexperimenten und neurobiologischen Messgrößen Störungen sozial kognitiver Prozesse bei BPS untersucht wurden. Einzelne Studien beschreiben dabei Defizite, die auf eine besondere Betroffenheit der Emotionen mit negativer Valenz wie Ärger oder Angst hinweisen, durch welche die Entstehung negativer Erwartungen und damit einem negativen Erleben der sozialen Umwelt bedingt werden (negativer Bias). Andere Studien zeigen unauffällige Leistungen bei den Erkrankten. Der diskutierte negative Bias steht den Untersuchungen entgegen, die eine erhöhte Sensitivität der BPS Patienten für die mentalen Zustände ihrer sozialen Interaktionspartner postulieren. Die Datenlage bleibt damit unbefriedigend.

Ein in diesem Zusammenhang bis jetzt wenig beachteter Aspekt ist der Einsatz unterschiedlicher Verarbeitungsmodi bei der Prozessierung sozialer Informationen. Die

Einteilung von Verarbeitungsprozessen in automatische Prozesse und kontrollierte Prozesse ist in der Kognitionspsychologie schon lange bekannt. Dabei sind automatische Prozesse als schnell, reflexhaft, invariant und ohne bewusste Kontrolle ablaufend charakterisiert, kontrollierte Prozesse werden als langsamer und seriell ablaufend sowie einer bewussten Kontrolle zugänglich beschrieben (Schneider & Shiffrin, 1977; Shiffrin & Schneider, 1977). Diese Unterteilung ist bei der Untersuchung sozial-kognitiver Prozesse erst kürzlich in den Fokus getreten (Frith & Frith, 2008). Bei der Untersuchung sozial-kognitiver Störungen von Personen mit einer BPS wurde dieser Aspekt bislang kaum beachtet. Die vorliegende Arbeit legt einen Grundstein dafür.

2.1.1 Emotionserkennung

„Emotionen haben einen korrespondierenden Gesichtsausdruck, beziehungsweise eine mimische Entsprechung (Emotionsausdruck)“ (Limbrecht, 2012, Seite 1, Zeile 23-24), die es im Rahmen der zwischenmenschlichen Interaktion korrekt zu entschlüsseln gilt (Emotionserkennung), um Interaktionen zufriedenstellend und erfolgreich zu gestalten. Aus Informationen im Gesicht einer Person, wie der Stellung der Augenbrauen, der Nase und des Mundes, lassen sich Erkenntnisse gewinnen, mithilfe derer ein spezifischer emotionaler Ausdruck identifiziert und korrekt zugeordnet werden kann. Diese korrekte Einordnung und Interpretation emotionaler Gesichtsausdrücke zur jeweiligen zugrundeliegenden Emotion ist insofern als sinnvoll zu erachten, dass auf den Gemütszustand des Interaktionspartners eingegangen werden kann und die Interaktion somit störungsfreier und flüssiger ablaufen kann (Limbrecht 2012).

Die Fähigkeit der adäquaten Zuordnung und Interpretation emotionaler Gesichtsausdrücke scheint allerdings nicht bei allen Menschen gleich gut ausgeprägt zu sein. Es konnte anhand von diversen Untersuchungen gezeigt werden, dass sowohl individuelle als auch gruppenspezifische Unterschiede in Bezug auf diese Fähigkeit existieren. So wurde beispielsweise bei Patienten mit einer Angststörung im Rahmen einer klinischen Studie beobachtet, dass sie Emotionen schlechter aus Gesichtern erkennen konnten als Personen ohne eine solche Störung (Kessler et al., 2005). In einer Untersuchung von Hoffmann et al. aus dem Jahr 2010 zeigte sich, dass Frauen Emotionen bereits bei einer viel geringeren Intensität des mimischen Ausdrucks erkennen und korrekt zuordnen können als Männer.

Im Allgemeinen sind interindividuelle Unterschiede im Bereich der Emotionserkennung

durch folgende Faktoren bedingt (nach Limbrecht, 2012):

- Alter: Sowohl das Alter der beurteilenden Person selbst, als auch das Alter der zu beurteilenden Person nehmen Einfluss auf die Emotionserkennung. So werden Emotionen bei Personen aus dem eigenen Altersbereich des Beurteilenden nach der „own-age“ Hypothese besser erkannt als jene bei Personen eines anderen Altersbereichs. Dabei wird davon ausgegangen, dass man Gesichter von Personen im gleichen Altersbereich am häufigsten sieht und mit diesen daher am besten vertraut ist (Ebner, 2008). Die Gesichter älterer Personen wurden dabei generell negativer bewertet als jene jüngerer Personen. Die Autorin vermutete physiognomische Veränderungen, wie bspw. Faltenbildung als dafür ursächlich. Weiterhin verändert sich die Emotionserkennung im Alter laut Ebner und Johnson 2009 hin zu einer schlechteren Wiedererkennungsleistung, da einige Fähigkeiten im Bereich der Wahrnehmung nachlassen, Verarbeitungsprozesse im Gehirn allgemein langsamer werden und die Reaktionsgeschwindigkeit abnimmt. Kinder können in einem sehr jungen Alter Emotionen aus Gesichtsausdrücken interpretieren (Pollak et al., 2009).
- Status: Der soziale Status und die gesellschaftliche Stellung, wie auch Erziehung und sozialer Hintergrund scheinen einen Einfluss auf die Genauigkeit bei der Emotionserkennung zu haben. Piff et al. konnten 2010 in ihrer Studie zeigen, dass Personen mit einem niedrigeren sozialen Status eine höhere Emotionserkennungsleistung aufweisen als Personen mit höherem sozialen Status. Die Autoren führten dies auf die höhere Notwendigkeit zurück, sich am sozialen Umfeld zu orientieren. Kraus und Keltner sowie Kraus et al. konnten dies 2009 durch den Befund bekräftigen, dass Personen, die einer niedrigeren sozialen Schicht angehören, ein interaktionsorientierteres Verhalten (häufigeres Kopfnicken und Lächeln) an den Tag legen als Angehörige höherer sozialer Schichten.
- Geschlecht: Die Fähigkeit, mimische Emotionsausdrücke richtig zu deuten, war für Frauen evolutionär betrachtet laut Bijlstra et al. 2010 insofern wichtig, als dass sie durch schnelle und effiziente Emotionserkennung ihre körperliche Unterlegenheit ausglichen und sich auf diese Weise einen Überlebensvorteil verschafften. McClure konnte im Jahr 2000 anhand einer Studie mit Kleinkindern, Kindern und Jugendlichen zeigen, dass Versuchsteilnehmerinnen

jeder Altersstufe im Erkennen emotionaler Gesichtsausdrücke besser abschnitten. Hall et al. konnten ebenfalls im Jahr 2000 einen Vorteil der Frauen in diesem Bereich in 80 Prozent der Fälle nachweisen.

- Persönlichkeit: Bezugnehmend auf das Fünf-Faktoren-Modell der Persönlichkeit, welches die Dimensionen Neurotizismus, Extraversion, Offenheit für Erfahrungen, Verträglichkeit und Gewissenhaftigkeit umfasst, konnten in der Literatur für Neurotizismus und Extraversion Einflüsse auf die Emotionserkennungsleistung festgestellt werden (Limbrecht, 2012). Chan et al. fanden 2007 eine schlechtere Erkennungsleistung für positive Emotionen bei Personen mit hohen Neurotizismuswerten.
    - Intelligenz: Einen anderen Aspekt der Persönlichkeitsstruktur, nämlich die Intelligenz, untersuchten 1993 Agrawal und Kumar. Die Intelligenz als eine Persönlichkeitseigenschaft zu definieren, ist in der Persönlichkeitspsychologie verankert (Asendorpf, 2009).

      Im Rahmen der Studie von Agrawal und Kumar wurden die Reaktionszeiten verschiedener Probanden bezüglich Intelligenz, Alter und Geschlecht untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass mit zunehmendem Alter die Intelligenz, die Gedächtnisspannweite und die Verarbeitungsgeschwindigkeit des Gehirns abnehmen. Die Reaktionszeiten steigen dabei an. Geschlechtsspezifische Unterschiede konnten nicht gefunden werden. Die Autoren folgerten, dass dies jedoch nur für die fluide Intelligenz gilt (Agrawal & Kumar, 1993).
- Intensität des Emotionsausdrucks: Palermo und Coltheart konnten 2004 nachweisen, dass die Emotionserkennungsrate emotionaler Gesichtsausdrücke direkt vom Grad des Ausdrucks dieser abhängig ist. Für Emotionen maximaler Intensität war die Erkennungsrate höher als für jene, die nur einen subtilen Ausdruck aufwiesen. Hoffmann et al. konnten diese Ergebnisse 2010 bestätigen.

Die Präsentation von fotografischen oder schematischen Gesichtern mit verschiedenen Emotionsausdrücken, häufig in Form der stärksten Expressivität, stellt ein weit verbreitetes Paradigma zur Erforschung, Erfassung und Beschreibung der Emotionserkennungsfähigkeit (Emotionserkennungsleistung) dar (Limbrecht 2012). Die Überlegung hierbei ist, die Fähigkeit der Zuordnung von Emotionen zu bestimmten Emotionsausdrücken widerzuspiegeln, indem durch die „Verwendung des mimischen

Bildmaterials die ‚Rückübersetzung´ des emotionalen Gesichtsausdrucks zur basalen Emotion“ (Limbrecht, 2012, Seite 2, Zeile 15-16) erfasst werden soll. „Zur standardisierten Erfassung dieser Erkennungsleistung, wie sie im Bereich der Diagnostik und Intervention vorausgesetzt wird, wird Stimulusmaterial benötigt, welches die emotional-expressiven Gesichter valide darstellt“ (Limbrecht 2012, Seite 2, Zeile 16-19).

Es ist zum momentanen Zeitpunkt aufgrund der Tatsache, dass Emotionen so vielschichtig sind, noch nicht möglich, eine einheitliche und objektive Definition des Emotionsbegriffes zu erzielen. Durch die Komplexität der dabei beteiligten psychischen und physischen Prozesse soll im Folgenden die Theorie der Basisemotionen, aufgrund ihrer besonderen Bedeutung für die mimische Emotionserkennung, vorgestellt werden.

Basisemotionen, die kulturübergreifend schon im Kindesalter erkannt werden, sind sehr wichtig für interpsychische Funktionen, wie den Beziehungsaufbau zu Bezugspersonen, aber auch für intrapsychische Funktionen, wie die Eigenregulation. So kann Angst den Einzelnen zum Beispiel vor Schaden schützen (Schneider & Margraf, 2009).

In der Erforschung von Basisemotionen wurden klar abgrenzbare, angeborene und elementare Emotionen als Ergebnis evolutionärer Prozesse unter Bezug auf die evolutionstheoretischen Überlegungen von Charles Darwin beschrieben. Darwin kann dabei mit seinem 1872 herausgebrachten Buch „The Expression of Emotions in Man and Animals“ als Begründer dieses theoretischen Ansatzes der Basisemotionen bezeichnet werden. Es soll dabei für diese Basisemotionen eine kulturübergreifende Erkennung anhand einer universellen Mimik (also mithilfe von Emotionsausdrücken, die in den verschiedenen Weltkulturen etwa dieselbe Bedeutung und Aussagekraft besitzen) möglich sein. Darwin begann seine Beobachtungen an Tieren und weitete sie dann auf den Menschen aus, wobei er in seinen Überlegungen zu dem Ergebnis kam, dass Emotionen durch kognitive Einschätzungen bedingt sind und von ihnen ausgelöst werden, indem dann der emotionale Ausdruck in Form von Mimik, Gestik, Stimme und die damit einhergehenden physiologischen Veränderungen auftreten. Er ging weiterhin davon aus, dass es eine festgelegte bestimmte Anzahl an für das Überleben und die Fortpflanzung sehr bedeutsamen Emotionsausdrücken mit organismischer und kommunikativer Funktion gibt (Limbrecht, 2012).

In der heutigen Theorie der Basisemotionen, für die viele Überlegungen Darwins die Grundannahmen bildeten, werden Emotionen als Anpassungsprozesse der Individuum-Umwelt-Schnittstelle gesehen, durch die kommunizierbare Handlungs- und

Reaktionsmuster, und somit ein aktives Inkontakttreten des Individuums mit seiner Umwelt, ermöglicht werden (Limbrecht, 2012 nach Traue, 1998). Ausgegangen wird von einem „Notfallsystem“ (Limbrecht 2012, Seite 5, Zeile 16) welches in der Lage ist, die kognitive Verarbeitung zu umgehen und eigenständig schnell die für das bestmögliche Meistern der aktuellen Situation benötigten, physiologischen Reaktionen auszulösen (Cacioppo, 2004). Dabei soll für jede der Basisemotionen ein spezifisches psychobiologisches Reaktionsmuster existieren (Ekman, 2003; Ekman & Cordaro, 2011).

Es gibt viele verschiedene Forschungsarbeiten zu Art und Anzahl der Basisemotionen. Die theoretischen Überlegungen stimmen zwar in weiten Teilen überein, doch variiert je nach Autor und Arbeit die Anzahl stark, teilweise von nur zwei bis hin zu 18 dazu gezählten Grundemotionen mit den unterschiedlichsten Begründungen und Untersuchungen. Eine Übereinstimmung findet sich in der Zusammenschau bei den meisten Forschern für die Emotionen Ärger/Wut, Furcht, Traurigkeit und Freude (Ortony & Turner, 1990; Limbrecht, 2012).

Die Erkennung und der Ausdruck dieser Basisemotionen sowie deren Bedeutung für die Verarbeitung im Gehirn sind von großem Interesse für die Forschung und sollen daher im Folgenden unter einem neuen Aspekt näher beleuchtet werden. Dabei liegt der Fokus der Betrachtung auf den Verarbeitungsmodi schematischer emotionaler Gesichter und den daraus resultierenden Reaktionsmechanismen und Aktionsmustern.

2.1.2 Attentive und präattentive Verarbeitung

Die Art der Verarbeitung von Informationen im Gehirn spielt eine zentrale Rolle für das Verhalten und die Reaktionen eines jeden.

Es werden zwei Varianten der Verarbeitung unterschieden: zum einen die attentive, aufmerksamkeitsgesteuerte, bewusste und zum anderen die präattentive, vorbewusste, Verarbeitung. Erstere gehört in den Bereich der expliziten, bewussten Informationsverarbeitungsprozesse. Für sie sind die folgenden Punkte charakteristisch:

- an Aufmerksamkeit gebunden
- begrenzte Kapazität
- mit Anstrengung einhergehend
- Fehleranfälligkeit
- Störanfälligkeit

(Lemke, 2003).

Die präattentive Verarbeitung gehört hingegen in den Bereich der impliziten Informationsverarbeitungsprozesse (Revenstorf & Weitzäcker, 2007).

Diese betreffen alle automatischen Reaktionen, sowohl auf organischer und motorischer Ebene, als auch große Teile der kognitiven Steuerung; damit also alles, was unbewusst, vorbewusst oder unterschwellig abläuft (Revenstorf & Weitzäcker, 2007).

Implizite Informationsverarbeitungsprozesse zeichnen sich durch folgende Punkte aus:

- relative Robustheit
- Alters- und IQ-unabhängig
- keine Bindung an die Verarbeitungstiefe
- geringe Variabilität
- schneller Ablauf
- große Kapazität
- quasi Fehlerfreiheit
- kaum Störanfälligkeit
- kein Erfordern von Aufmerksamkeit
- außerhalb willentlicher Kontrolle
- keine Verbalisierbarkeit
- mit geringer psychischer und physischer Anstrengung verbunden

Eine positive Auswirkung auf diese Art der Informationsverarbeitung hat ein passiver und entspannter Zustand (Lemke, 2003).

2.1.3. Salienz und visuelle Suche

Um der Vielfalt an Informationen und Reizen adäquat begegnen zu können und nicht unter ihr zusammenzubrechen, haben sich im Gehirn verschiedene Mechanismen entwickelt, die auf elementar überlebenswichtigen Funktionen beruhen. So wird in einer bestimmten Situation nur das herausgefiltert, was für die betroffene Person in dieser Situation auch relevant ist. Alle anderen Reize und Informationen in der Umgebung werden ausgeblendet oder unterdrückt (Vuilleumier, 2005, Gerristen et al., 2008).

Dabei wird das Phänomen, dass auffälligen Dingen besonders viel Aufmerksamkeit gewidmet wird, als Salienz (Auffälligkeit) bezeichnet. Aufmerksamkeit zeichnet sich dadurch aus, dass sie auf mehrere Objekte verteilt werden kann und auch in unterschiedlichem Maß. Abhängig davon, wieviel Aufmerksamkeit man also einem

Objekt entgegenbringt, ist dieses als salient zu betrachten oder nicht. Saliente Reize sind dem Bewusstsein folglich leichter zugänglich als nicht saliente Reize (Pollmann, 2008).
Die Aufmerksamkeitsverteilung wird dabei im Wesentlichen durch zwei Mechanismen der Wahrnehmung bestimmt. Zum einen die reizinduzierte Vereinnahmung der Aufmerksamkeit (Bottom-up-Verarbeitung), zum anderen die zielgesteuerte Wahl (selektive Aufmerksamkeit, Top-down-Verarbeitung).
Bei der Bottom-up-Verarbeitung ziehen saliente Objekte unabhängig von den Zielen der wahrnehmenden Person deren Aufmerksamkeit auf sich. Dagegen konzentriert die wahrnehmende Person ihre Aufmerksamkeit bei der Top-down-Verarbeitung aufgrund ihrer Ziele und momentanen Motivation auf bestimmte Objekte (Stroebe et al., 2002).
Diese beiden Prozesse stehen miteinander in Zusammenhang. Sobald sie jedoch miteinander konkurrieren, setzt sich, wie aus bisherigen Forschungsergebnissen zu schließen ist, die Bottom-up-Verarbeitung durch (Stroebe et al., 2002). Dies wird auch durch die Studie von Fockert et al. (2004) bestätigt. In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass bei einer zielvermittelten visuellen Suche, irrelevante Distraktoren größerer Salienz die Suche stören und die Aufmerksamkeit auf sich ziehen.
Um die neurologischen Korrelate einer solchen Aufmerksamkeitsbeanspruchung darzustellen, wurde die Technik der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) verwendet.
Dabei konnte festgestellt werden, dass sich, sobald während der visuellen Suche ein salienter aber irrelevanter Reiz präsentiert wurde, eine Aktivierung im oberen partialen Kortex und im frontalen Kortex zeigte. Diese Ergebnisse implizieren, dass ein einzelner salienter Ablenkreiz räumliche Veränderungen der Aufmerksamkeit hervorruft. Die Autoren folgerten daraus, dass der frontale Kortex an der Kontrolle von Störungen durch irrelevante aufmerksamkeitsbeanspruchende Distraktoren beteiligt ist.
Die Salienz eines Reizes ist dabei unter anderem abhängig von:

- seiner Intensität: es gibt stärker und schwächer saliente Reize, abhängig von bestimmten Merkmalen (Farbe, Form, Größe etc.)
- seiner Neuigkeit: neue und überraschende Reize sind salienter als bekannte und erwartete Reize
- seiner Bedürfnis-Relevanz („biological need“): Reize, die die Befriedigung eines biologischen Bedürfnisses signalisieren (bspw. Nahrung, potentieller Paarungspartner), sind salienter als andere

- seiner Validität: Reize, die relevante Informationen über ein Objekt liefern, sind salienter als andere (Stroebe et. al., 2002).

Ein Paradigma, mithilfe dessen Salienz gemessen und untersucht werden kann, ist die visuelle Suche. Die visuelle Suche nach einem möglichen Zielreiz (Target) findet in einem Suchdisplay statt, welches eine variable Anzahl von Ablenkreizen (Distraktoren) enthält. Die Gesamtzahl der dargebotenen Zielreize und Ablenkreize wird als Displaygröße bezeichnet. Von der Versuchsperson ist zu entscheiden, ob sich neben den Ablenkreizen auch ein Zielreiz auf dem Display befindet. Die Merkmale der Ablenkreize können sich in nur einer Dimension wie etwa Farbe, Form, Bewegung usw. von den Merkmalen des Zielreizes unterscheiden (single feature search) oder in einer Verknüpfung (Konjunktion) von mehreren Merkmalsdimensionen (feature conjunction search). Es kann mithilfe von visuellen Suchaufgaben gezielt getestet werden, ob ein Stimuluselement unabhängig vom Fokus der momentanen Aufmerksamkeit (präattentiv) verarbeitet werden kann. Typischerweise wird dabei nach einem Zielreiz zwischen Ablenkreizen gesucht. Hat der Zielreiz wahrnehmungsrelevante Anteile, die entdeckt werden können bevor seine aufmerksamkeitsgesteuerte Verarbeitung beginnt, so kann er effizient gefunden werden. Bei der effizienten Suche ist die Latenzzeit bis zur Entdeckung von der Elementanzahl (der Gesamtanzahl aller präsentierten Elemente) unabhängig (Duncan & Humphreys, 1989; Treisman & Gelade, 1980).

Wird beispielsweise ein ärgerliches Gesicht mit einer Latenzzeit von 500 ms gefunden, egal ob es mit 10, 20 oder sogar 30 freundlichen Gesichtern zusammen präsentiert wird, so wird die Suche per definitonem als effizient bezeichnet. Es wird angenommen, dass dies dadurch bedingt ist, dass ein Teil des ärgerlichen Gesichts bereits verfügbar ist, bevor die Aufmerksamkeit auf es gerichtet wird, beziehungsweise das wahrnehmungsrelevante Merkmal kann genutzt werden, um die Aufmerksamkeit auf das Gesicht zu ziehen. Man spricht von einer parallelen Suche (Horstmann, 2007).

Ist die Latenzzeit bis zum Auffinden des Zielreizes jedoch von der präsentierten Elementanzahl abhängig, d.h. verlängern sich die Latenzzeiten bei ansteigender Distraktoranzahl, so spricht man von einer seriellen Suche (Horstmann, 2007). Diese Unterscheidung zwischen serieller und paralleler Suche wird in Kapitel 2.1.2.2 ausführlich erläutert.

Für diese in den visuellen Suchaufgaben unterschiedliche Sucheffizienz gibt es eine mathematische Definition, nach der der Reaktionszeitanstieg als lineare Funktion $y = bx + a$ beschrieben wird. Sie setzt die Latenzzeit bis zum Auffinden des Zielreizes (y) mit

der Elementanzahl (x) in Verbindung. Die Basis-Reaktionszeit a stellt den y-Achsenabschnitt (y-intercept) der Funktion dar, die Suchrate b ist die Steigung (slope) der Funktion. Dabei können Reaktionszeitanstiege nahe 0 ms als sehr effizient bezeichnet werden, von 5-10 ms als relativ effizient, von 20-30 ms als ineffizient und über 30 ms als sehr ineffizient (Duncan & Humphreys, 1989; Horstmann, 2007 nach Wolfe, 1998; Treisman & Gelade, 1980).

Laut Wolfe und Horowitz (2004) stellt eine effiziente Suche einen Beweis für präattentive Prozesse dar. Wie schon beschrieben, variieren die Kriterien für eine effiziente Suche dahingehend allerdings etwas. In der Regel werden Reaktionszeitanstiege größer als 10 ms, die eventuell bis 20 ms noch als relativ effizient angesehen werden könnten, jedoch nicht als Beweis für eine präattentive Verarbeitung angesehen (Horstmann, 2007).

Treisman und Gelade (1980) sowie Wolfe (1994) konnten zeigen, dass eine ineffiziente Suche häufig darauf zurückzuführen ist, dass Zielreize und Distraktoren Basismerkmale teilen (wie beispielsweise horizontale und vertikale Linien von T und L). Die spezifische Verknüpfung dieser Basismerkmale definiert dabei ihre Identität als Ziel- oder Ablenkreiz. Eine solche spezifische Verknüpfung verlangt folglich auch Aufmerksamkeit, um entdeckt zu werden. Dies ist aber nicht in allen Fällen die Regel. Es gibt laut Wolfe (1994) durchaus auch Verknüpfungen, die sehr effizient verarbeitet werden können. Daher stellt die effiziente Suche zwar ein notwendiges, aber kein hinreichendes Kriterium für präattentive Verarbeitung dar (Wolfe & Horowitz, 2004).

2.1.3.1 Implizite Emotionsverarbeitung und Distraktoren

In der Literatur werden verschiedene gegensätzliche Ergebnisse zum Thema Ähnlichkeit von Zielreiz und Ablenkreiz bei der visuellen Suche im Hinblick auf die Beanspruchung der Aufmerksamkeit beschrieben. So konnte im Rahmen bisheriger Forschung gezeigt werden, dass die relative Unterscheidbarkeit des Zielreizes (Target) und des Ablenkreizes (Distraktor) einen Einfluss darauf hat, ob ein Ablenkreiz Aufmerksamkeit beansprucht oder nicht.

Bereits 1997 untersuchten Lavie und Cox in einer Studie mithilfe von zwei Experimenten die Effizienz selektiver visueller Aufmerksamkeit und fanden dabei heraus, dass eine effiziente visuelle Suche zu einer ineffizienten Unterdrückung von Distraktoren führt. Dabei wurde die Fähigkeit irrelevante periphere Distraktoren zu

unterdrücken als eine Funktion der Effizienz der visuellen Suche nach einem Target im Zentrum des Displays festgesetzt. Die effiziente Suche nach dem Zielreiz unter unähnlichen Ablenkreizen führte zu einer größeren Ablenkung als die ineffiziente Suche eines Zielreizes unter ähnlichen Ablenkreizen. Diese paradox erscheinenden Ergebnisse konnten laut den Autoren den 1995 von Lavie propagierten Ansatz bekräftigen, dass irrelevante Verarbeitung nur unterdrückt werden kann, indem die Leistung für die relevante Verarbeitung gesteigert wird. Durch eine Veränderung der Anzahl der ähnlichen Stimuli im Displayzentrum konnte gezeigt werden, dass die Interferenz irrelevanter Distraktoren nur durch eine Menge von mehr als vier relevanten Stimuli eliminiert werden konnte. Mithilfe dieser Ergebnisse konnte laut den Autoren nachgewiesen werden, wie Kapazitätsgrenzen die Effizienz selektiver Aufmerksamkeit bestimmen. Damit sahen die Autoren die Notwendigkeit, einige Standardannahmen bei visuellen Suchaufgaben kritisch zu hinterfragen.

Van Zoest und Donk konnten 2004 zeigen, dass sowohl die relative Target-Distraktor Salienz als auch die relative Target-Distraktor Ähnlichkeit die Auffindungsleistung bei einer visuellen Suche unabhängig voneinander beeinflussen. Dies wurde im Rahmen eines Experimentes geprüft, bei dem den Probanden eine Anordnung von Liniensegmenten in unterschiedlicher Rotationsposition zueinander präsentiert wurde. Die Aufgabe war, ein vertikales Segment (Target) unter den anderen rotierten Segmenten (Non-targets) zu finden. In einigen Aufgabenteilen war zusätzlich ein Distraktor mit anderen Merkmalen enthalten. Um zwischen einer Bottom-up, also einer reizinduzierten Verarbeitung, und einer Top-down, also einer zielgesteuerten Verarbeitung, differenzieren zu können bzw. herauszufinden, wann die eine oder andere Form auftritt, wurden sowohl die Target-Non-target-Orientierung als auch die Target-Distraktor Salienz und Ähnlichkeit unabhängig voneinander manipuliert und variiert. Dadurch konnte bestimmt werden, wie die Verteilung zwischen beiden Verarbeitungsmodi erfolgt. Die Probanden schnitten insgesamt besser ab und fanden das Target leichter, wenn der irrelevante Distraktor kein salientes Objekt im Display darstellte und dem Target nicht ähnlich sah.

Proulx und Egeth 2006 konnten diese Ergebnisse ihm Rahmen ihrer Studie mit einem ähnlichen Versuchsdesign bestätigen und zeigen, dass, je ähnlicher sich Zielreiz und Ablenkreiz sind, desto mehr wird die Aufmerksamkeit nicht reizinduziert beansprucht, d.h. die Bottom-up Verarbeitung tritt in den Hintergrund, unabhängig von der Salienz eines ablenkenden charakteristischen Merkmals. Dabei untersuchten die Autoren die in

der Literatur beschriebene Kontroverse, ob ein irrelevanter Ablenkstimulus mit einem bestimmten charakteristischen Merkmal (einzigartig aufgrund dieses Merkmals wie bspw. Farbe oder Helligkeit) die Aufmerksamkeit reizinduziert, unter Auftreten von Bottom-up Verarbeitung, kontrollieren kann. Es wurde in der Studie damit konkret untersucht, ob die Zielreiz-Ablenkreiz Ähnlichkeit die reizinduzierte Veränderung der Aufmerksamkeit hin zum Ablenkreiz beeinflusst. In dem durchgeführten Experiment wurde dazu untersucht, inwieweit sich die Manipulation der Ähnlichkeit von Zielreiz und Ablenkreizen durch die Änderung der Orientierung auf die Ablenkung durch eine irrelevante hervorstechende Eigenschaft (in diesem Fall besondere Helligkeit eines Objektes) auswirkt. Die Autoren fanden heraus, dass eine ansteigende Ähnlichkeit von Ziel- und Ablenkreizen zu einem abnehmenden Einfluss eines einzigartigen hellen Objektes bei der ineffizienten visuellen Suche führt. Das bedeutet, dass ein zusätzlich ablenkender Einfluss bei der visuellen Suche neben den Distraktoren nur dann von Bedeutung ist, wenn sich Distraktor und Target stark unterscheiden und eine effiziente Suche vorliegt. Sind sich diese sehr ähnlich ist zu vermuten, dass alleine das Auffinden des Targets so viel Aufmerksamkeit beansprucht, dass die Unterdrückung weiterer Ablenkreize leichter fällt, da der Fokus der Aufmerksamkeit bereits auf der intensiven Suche nach dem Zielreiz liegt, der den Ablenkreizen sehr ähnlich ist. Eine effiziente Suche kann dann allerdings nicht stattfinden. Die in der Studie gezeigte Methode der Manipulation der Zielreizsalienz unabhängig von der Salienz eines einzelnen ablenkenden Merkmals eines Distraktors lässt vermuten, dass die visuelle Aufmerksamkeit reizinduziert ist, solange die Salienz hilfreich ist, um den Zielreiz zu finden. Das bedeutet, dass eine Bottom-up Verarbeitung abläuft, solange sie zielführend ist. Diese Beanspruchung der Bottom-up Verarbeitung scheint damit nicht allein auf die Merkmalsdimension des Zielreizes begrenzt zu sein, sondern auch durch die Ebene der Eigenschaften der umliegenden Reize beeinflusst zu werden. Damit konnten die Autoren auch die These von Theeuwes aus dem Jahr 2004 bestätigen, dass, je schwerer eine Suchaufgabe ist, desto weniger ausgeprägt ist die Aufmerksamkeitsbeanspruchung durch einen salienten Distraktor. Weiterhin konnten sie die Ergebnisse von Van Zoest et al. aus den Jahr 2004 untermauern, dass reizinduzierte Aufmerksamkeitskontrolle nur für eine kurze Zeit nach der Präsentation eines Displays im Rahmen einer visuellen Suchaufgabe auftritt, da dann die Top-down Verarbeitung wirksam wird. Diese Annahme der Autoren lässt den Rückschluss zu, dass lediglich schnelle Reaktionszeiten eine Bottom-up Verarbeitung widerspiegeln (Proulx & Egeth, 2006).

Dolcos et al. untersuchten 2006 im Rahmen ihrer fMRT gestützten Studie die neuralen Aktivierungsmuster, die unter dem Einfluss emotionaler Distraktoren entstehen. Dazu wurde eine Aufgabenstellung zur Überprüfung des Arbeitsgedächtnisses verwendet, im Rahmen derer die Probanden eine Bilderanordnung von drei Gesichtern präsentiert bekamen, die sie sich merken sollten. Dann wurden darauffolgend zwei Distraktoren kurz nacheinander präsentiert. Nach diesen Distraktoren erschien ein Probegesicht, von dem die Patienten sagen sollten, ob es Teil der anfangs präsentierten Gesichteransammlung gewesen war oder nicht. Anhand der Ergebnisse zeigte sich, dass während der Verarbeitung der emotionalen Distraktoren eine vermehrte Aktivierung und Koppelung der Amgydala (Region des Gehirns, die vor allem bei emotionalen Prozessen aktiv ist) mit dem inferioren frontalen Kortex (unterer Teil des Vorderhirns) zu verzeichnen war. Weiterhin konnte eine seitenbetonte Aktivierung des Kortex nach links festgestellt werden, abhängig von Erfolg oder Misserfolg eines Durchlaufs mit emotionalen Distraktoren. Die Autoren folgerten aus diesen Ergebnissen, dass es während der Verarbeitung emotionaler Ablenkreize im Gehirn spezifische Aktivierungsmuster bestimmter Bereiche, die für die Erkennung und Unterdrückung emotionaler Ablenkreize verantwortlich sind, gibt. Zudem konnte eine auf die beiden Seiten des Gehirns verteilte Spezialisierung gefunden werden. Auf der linken Seite des Vorderhirns konnte im unteren Teil dieser Region ein Bereich für die Kontrolle des Einflusses störender, ablenkender Emotionen auf die kognitive Leistung lokalisiert werden. In der rechten Hirnhälfte im Bereich des unteren Vorderhirns wurde eine Region gefunden, die die Kontrolle hinsichtlich des subjektiv empfundenen Ablenkungsgrades repräsentiert.

In einer anderen Untersuchung aus dem gleichen Jahr konnten Dolcos und McCarthy bei der Untersuchung des Einflusses emotionaler Distraktoren auf das Arbeitsgedächtnis weitere Gehirnregionen identifizieren, die dabei eine Rolle spielen. Sie konnten nachweisen, dass emotionale Distraktoren kognitive Prozesse beeinträchtigen und zu einer schlechteren Verarbeitung bei Aufgaben mit zielgesteuertem Verhalten führen. Die Autoren identifizierten mittels fMRT als relevante miteinander interagierende Regionen zum einen den dorsolateralen präfrontalen Kortex (hinterer seitlicher Teil des Vorderhirns) und den lateralen parietalen Kortex (seitlicher Teil des Seitenhirns) für Arbeitsgedächtnisprozesse, zum anderen die Amygdala und den ventrolateralen präfrontalen Kortex (vorderer seitlicher Teil des Vorderhirns) als Bereiche für die Verarbeitung der emotionalen Distraktoren. Dabei konnte eine Inaktivierung der für die

Verarbeitung der Arbeitsgedächtnisaufgabe verantwortlichen Regionen zugunsten einer Aktivierung der für die Verarbeitung der emotionalen Distraktoren zuständigen Regionen gefunden werden.

2013 wurde von Iordan et al. ein Literaturüberblick zum Thema „neuronale Signaturen bei der Antwort auf emotionale Distraktoren unter Berücksichtigung von Untersuchungen des Gehirns mithilfe bildgebender Verfahren“ veröffentlicht. Die Autoren kamen dabei zu den folgenden wesentlichen Schlussfolgerungen, die sich in Teilen mit jenen des Literaturüberblicks von Dolos et al. aus dem Jahr 2011 zum Thema „neuronale Korrelate der Interaktion von Emotion und Kognition unter Berücksichtigung von Untersuchungen des Gehirns und neuronaler Aktivitäten mithilfe bildgebender Verfahren“ decken. Zum einen scheint die Verarbeitung emotionaler Distraktoren Top-down kontrollierte Prozesse einzuschließen, um dem Bottom-up getriggerten Einfluss emotionaler Distraktoren entgegenzuwirken; zum anderen scheinen dabei sowohl die Amygdala als auch der präfrontale Kortex samt der Interaktionen zwischen diesen beiden Bereichen des Gehirns eine zentrale Rolle zu spielen. Weiterhin werden die Prozesse der Verarbeitung emotionaler Distraktoren von individuellen Unterschieden zwischen Personen beeinflusst und führen zu veränderten Aktivierungsmustern und Interaktionen dieser Bereiche. Die Verarbeitung emotionaler Distraktoren scheint stark individualisiert abzulaufen und wird durch unterschiedlichste Variablen, wie das Alter, das Geschlecht und Persönlichkeitsmerkmale beeinflusst.

2.1.3.2. Aufmerksamkeitsverteilung bei visueller Suche

Bei der visuellen Suche werden zwei Suchstrategien unterschieden, nämlich die parallele und die serielle Suche. Bei der parallelen Suche wird der Zielreiz schnell entdeckt und die Suchzeiten sind dabei von der Anzahl an Störelementen weitgehend unabhängig. Bei der seriellen Suche hingegen nimmt die Suchzeit mit der Zahl an Störelementen zu (Nothdurft, 1998).

Grundüberlegungen zu diesem Thema wurden bereits seit den 90er Jahren des vergangenen Jahrhunderts getätigt. So scheint es, dass die Rolle der Aufmerksamkeit während der visuellen Suche allgemein von Merkmalen sowohl des Zielreizes als auch der Distraktoren und der Aufgabenstellung selbst abhängt (siehe Duncan & Humphreys, 1989; Treisman & Gelade, 1980; Wolfe, 1994).

In diesem Zusammenhang ist auch der sogenannte pop-out Effekt von Bedeutung. Denn Zielreize, die sich durch ein besonderes Merkmal auszeichnen, werden ohne

nennenswerten Aufwand gefunden und zwar in der Weise, dass sich die Reaktionszeiten mit der Anzahl an Elementen auf dem Display nicht verändern (Treismann & Gelade, 1980). Es hat sich gezeigt, dass aus einer Menge an Elementen Stimuli mit besonderen Eigenschaften und mit besonderem Informationsgehalt, also saliente Reize, schneller erkannt werden und ihre Entdeckungslatenz unabhängig von der Anzahl an präsentierten Ablenkreizen ist. Dieses Phänomen wird auch als "pop-out" Effekt bezeichnet. Die Bilder scheinen dabei hervorzustechen, beziehungsweise ins Auge zu springen (Pollmann, 2008, Gerritsen et al., 2008). Der pop-out Effekt zeichnet sich im Allgemeinen laut Maljkovic und Nakayama (1994) zusätzlich dadurch aus, dass sich mit steigender Zahl an aufeinander folgenden Wiederholungen des Zielmerkmals die Suche beschleunigt und sich die Suchzeiten verkürzen.

Dagegen zeichnen sich Zielreize mit geringerer Salienz, die bspw. viele Merkmale mit den Distraktoren gemeinsam haben, dadurch aus, dass sie weniger effektiv gefunden werden und die Reaktionszeiten mit steigenden Elementanzahlen ansteigen, was dann wiederum als auf einer seriellen, ineffizienten Suche basierend interpretiert wird. Jedoch kann die visuelle Suche laut einigen Autoren nicht ausschließlich entweder der parallelen oder der seriellen Verarbeitung zugeschrieben werden. Oft verschmelzen diese beiden Prozesse oder ergänzen sich gegenseitig, bzw. gehen fließend ineinander über (Wolfe, 1998; Gerritsen et al., 2008). So konnten bereits mehrere Autoren nachweisen, dass eine parallele Verarbeitung im Rahmen der visuellen Suche durchaus auch von seriellen, bewussten Verarbeitungsprozessen begleitet sein kann (Gerritsen et al., 2008).

Daher ist die bisherige Annahme, dass die parallele Suche und Verarbeitung auch automatisch mit dem sogenannten pop-out Effekt einhergeht und darauf zurückzuführen ist, anzuzweifeln. Es stellt sich somit die Frage, ob eine so klare Unterscheidung dieser beiden Prozesse überhaupt möglich ist und ob nicht auch eine parallele Verarbeitung bei visueller Suche ohne pop-out Effekt stattfinden kann (Gerritsen et al., 2008).

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass es verschiedene Verarbeitungsformen im Rahmen der visuellen Suche gibt, die mit einer unterschiedlichen Verteilung der Aufmerksamkeit einhergehen. Inwieweit sich diese Prozesse voneinander trennen lassen und welche Komponenten genau bei welcher Aufgabenstellung vorrangig sind, bzw. überwiegen, konnte bislang noch nicht abschließend geklärt werden. Unstreitig bleibt jedoch, dass sich präattentive und attentive Verarbeitung unabhängig von den beschriebenen Prozessen unterscheiden.

2.1.3.2.1 Suchasymmetrie

Ein wichtiges Kriterium für die präattentive Verfügbarkeit von Basiselementen ist die „Suchasymmetrie“ (Horstmann, 2007 nach Wolfe & Horowitz, 2004). Treisman und Gormican (1988), Treismann und Souther (1985) sowie Wolfe (2001) beschrieben dieses Phänomen bei der visuellen Suche. Bei der Suchasymmetrie tritt, abhängig davon welcher Stimulus als Zielreiz und welcher als Distraktor fungiert, entweder ein pop-out Effekt oder eine serielle Suche auf. In diesem Fall setzten die Autoren den pop-out Effekt mit einer parallelen, effizienten Suche gleich.

Beispielsweise würde Suchasymmetrie vorliegen, wenn die Suche nach einem ärgerlichen Gesicht zwischen freundlichen Gesichtern effizient wäre, umgekehrt die nach einem freundlichen Gesicht zwischen ärgerlichen jedoch ineffizient wäre.

Ein solches Versuchsdesign wurde schon öfter benutzt, um herauszufinden, ob das Bedrohlichkeitspotential bei Gesichtern eine präattentiv verfügbare Stimulusqualität darstellt oder nicht (Horstmann, 2007). Dieser Aspekt wird in Kapitel 2.1.4.1 näher beleuchtet.

Horstmann verglich 2003 die Sucheffizienz eines ärgerlichen Zielreizes in einer Menge freundlicher Gesichter mit jener eines freundlichen Zielreizes in einer Menge ärgerlicher Gesichter. In diesem Zusammenhang ist ein ärgerliches Gesicht durch einen hohen Anteil an Bedrohlichkeit charakterisiert, ein freundliches Gesicht dagegen durch einen sehr geringen Anteil an Bedrohlichkeit.

Laut der Suchasymmetrie ist ein pop-out Effekt für ein ärgerliches Gesicht als Zielreiz in einer Menge freundlicher Gesichter und eine langsame serielle Suche eines freundlichen Gesichts als Zielreiz in einer Menge ärgerlicher Gesichter als Beweis für eine präattentive Analyse bedrohlicher Gesichter, nicht aber freundlicher Gesichter, anzusehen (Horstmann, 2007).

Entgegengesetzt betrachtet und der Suchasymmetrie Hypothese widersprechend, würde sich ein pop-out Effekt auch bei dem freundlichen Gesicht in der Menge ärgerlicher Gesichter zeigen und somit eine effiziente Verarbeitung beider Gesichter als Zielreize bedeuten. Damit würde keine Suchasymmetrie mehr vorliegen und die Präattentivität wäre in Frage zu stellen.

Schließlich würde eine ineffiziente Suche für freundliche und ärgerliche Gesichter bedeuten, dass die Wertigkeit eines Gesichts überhaupt nicht präattentiv verfügbar ist und Gesichter daher attentiv verarbeitet werden müssen, um deren Wertigkeit und soziale Bedeutung zu erarbeiten und erkennen. Somit kann die Suchasymmetrie als ein

weiteres Kriterium betrachtet werden, um die Frage zu beantworten, ob ein mit Vermeidung verbundener Affekt (Bedrohlichkeit oder Negativität) eine präattentiv verfügbare Dimension darstellt oder nicht.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es zwar Hinweise auf präattentive Verarbeitung von (negativer) Valenz gibt, dass aber diese Frage noch nicht endgültig beantwortet ist. Klarer scheint dagegen zu sein, dass negative Zielreize bei der visuellen Suche zu schnelleren Reaktionen führen. Dies bedeutet jedoch nicht gleichzeitig, dass sie auch bevorzugt verarbeitet werden. Ebenso ist die alternative Annahme, dass die Aufmerksamkeit an bedrohlichen Stimuli länger „haften" bleibt, so dass die serielle Suche mit bedrohlichen Reizen als Distraktoren länger dauert als bei neutralen Distraktoren, denkbar (Wentura & Rothermund, 2009).

2.1.4. Visuelle Suche bei emotionalen Gesichtern

Der Einsatz unterschiedlicher Verarbeitungsmodi wurde auch im Kontext der Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke untersucht. Ob die Erkennung unterschiedlicher Emotionen in Gesichtern eher mit Hilfe automatischer oder kontrollierter Verarbeitungsprozesse erfolgt, ist bis heute umstritten. Darüber hinaus ist umstritten, ob Unterschiede in der Erkennung unterschiedlicher Emotionen tatsächlich auf Unterschiede in der Erkennung der emotionalen Information oder eher auf die Verarbeitung der basalen, die verschiedenen Emotionen kennzeichnenden, perzeptuellen Merkmale zurückgeführt werden kann.

Die Gesichtererkennung ist von Geburt an angelegt. So konnte Bushnell 1989 nachweisen, dass ein Neugeborenes bereits unmittelbar nach der Geburt Gesichter erkennt und sich ihnen zuwendet. Dabei ist die Reaktion auf das Gesicht der Mutter schon nach wenigen Wochen spezifisch und unterscheidet sich von der Reaktion auf andere Gesichter. Pascalis et al. fanden 2002 heraus, dass sechs Monate alte Kleinkinder auch noch Affengesichter differenzieren. Drei Monate später hingegen, im Alter von neun Monaten, ist die gesichtsspezifische Reaktion ausschließlich auf menschliche Gesichter beschränkt. Allerdings sind nur sehr allgemeine Kriterien für das Erkennen vorgegeben (de Haan et al., 2002). Denn es ist bislang nach wie vor nicht gesichert, anhand welcher Eigenschaften das Gehirn ein Gesicht erkennt. Sicher ist lediglich, dass in erster Linie die Augen unmittelbar erkannt werden. Laut Untersuchungen von Wilson et al. 1997 ergaben sich Hinweise darauf, dass die sekundäre Sehrinde zufällig verteilte, aber konzentrisch um einen Mittelpunkt angeordnete Striche zu einer visuellen Einheit

integriert, während sie parallele Striche nicht als Einheit betrachtet. Dies kann als erste Stufe der Erkennung von Gesichtern betrachtet werden. Die genaue Kombination von Stimuli, die ein Gesicht zum Gesicht machen, ist jedoch bisher nicht bekannt (Grüter, 2004). Wie Emotionen in Gesichtern erkannt werden und welche Verarbeitungsprozesse dabei auftreten, haben viele Autoren meist mithilfe des Paradigmas der visuellen Suche untersucht.

So postulieren einige Autoren, dass emotionale Stimuluscharakteristika, wie beispielsweise die negative oder positive Wertigkeit oder das Bedrohlichkeitspotential in emotionalen Gesichtsausdrücken, präattentiv verarbeitet werden (Mogg & Bradley, 1999; Öhman, 1999).

Die Verarbeitung emotionaler Gesichter bei der visuellen Suche hängt laut Frischen et al., die 2008 einen Überblick über die Literatur zu diesem Thema veröffentlichten, von verschiedenen Faktoren ab. Zum einen spielt die Elementanzahl in der Aufgabe eine große Rolle. So können laut der Autoren zum einen Reaktionszeitanstiege (als Indikator für die Effizienz der Suche) nicht ermittelt werden, ohne die Elementanzahlen zu verändern. Zum anderen ist der Distraktorkontext von großer Bedeutung, denn die Distraktoren sollten anhand ihrer Merkmale und im Kontext zu den Zielreizen genau definiert sein, um Ergebnisse interpretieren zu können. So sollten Effekte verschiedener Zielreizemotionen nur mit Vorsicht verglichen werden, wenn gleichzeitig auch der Distraktorkontext variiert wurde.

Zum dritten ist, laut den Autoren, die in Kapitel 2.1.1 ebenfalls bereits erläuterte Top-down-Verarbeitung von großer Wichtigkeit, denn die visuelle Suche nach basalen Wahrnehmungsmerkmalen reagiert sensibel auf Top-down Modulationen (Frischen, 2008). Dies konnten bereits 2002 Pessoa et al. bestätigen. Sie fanden in ihrer Studie heraus, dass die Antwort der verschiedenen Hirnregionen, einschließlich der Amygdala, auf emotionale Gesichter jeweils unterschiedlich ausfällt. Dies taten die Hirnregionen jedoch nur, wenn ausreichende Ressourcen für die Verarbeitung der Gesichter zur Verfügung standen. Daraus folgerten die Autoren, dass die Verarbeitung emotionaler Gesichter, wie auch anderer Stimuli, unter der Kontrolle des Top-down Verarbeitungsmodus steht.

Williams et al. fanden 2005 in ihrer Studie heraus, dass Personen ihre Suchstrategien anpassen, je nachdem welchen Gesichtsausdruck das Zielreizgesicht hat und dass dieser Umstand dann das Ausmaß beeinflusst, in welchem die Emotionen der Gesichter die

Ergebnisse beeinflussen. Zunächst wurde das Auffinden freundlicher und trauriger Gesichter in einer Menge anderer Gesichter untersucht. Dabei zeigte sich, dass ein einzelnes freundliches Gesicht in einer Menge neutraler Gesichter schneller gefunden wurde als ein neutrales Gesicht in einer Menge freundlicher Gesichter. Für traurige Gesichter ergaben sich ähnliche Ergebnisse. Wurden die Gesichter verkehrt herum (umgedreht/auf dem Kopf stehend) präsentiert, so änderten sich die Ergebnisse dahingehend, dass die Suche nach dem verdrehten freundlichen Gesicht länger dauerte als jene nach dem neutralen Gesicht. Das umgedrehte neutrale Gesicht wurde in einer Menge umgedrehter freundlicher Gesichter schneller gefunden. In einem weiteren Experiment verglichen die Autoren direkt die Suchzeiten für freundliche, traurige, ängstliche und ärgerliche Gesichter. Es zeigte sich zum einen, dass Personen bei der Suche nach emotionalen Gesichtern auf einem Display mit sonst neutralen Gesichtern die ärgerlichen und die freundlichen insgesamt schneller fanden als die traurigen und die ängstlichen Gesichter. Zum anderen konnte herausgearbeitet werden, dass das Suchergebnis für freundliche und ärgerliche Gesichter durch ein bestimmtes in der Aufgabenstellung vorgegebenes Suchziel verbessert werden konnte.

Hahn et al. manipulierten 2006 ebenfalls die Suchziele in einem Experiment, in dem sie die Probanden baten zu berichten, ob ein bestimmter Gesichtsausdruck auf einem Display zwischen einer variierenden Anzahl an Gesichtern vorhanden war oder nicht. Dabei waren entweder alle Gesichter neutral oder ein Gesicht war mit einem mit dem Zielreiz kongruenten oder inkongruenten Merkmal versehen. Dabei stellten die Gesichter mit den Zielreiz inkongruenten Elementen die Distraktoren dar. War also beispielweise nach einem freundlichen Gesicht gesucht, so diente ein ärgerliches Gesicht als Distraktor. Dabei kam heraus, dass, obwohl die Reaktionszeiten bei den inkongruenten Gesichtern insgesamt langsamer waren, die ärgerlich-inkongruenten Distraktoren bei der Suche nach freundlichen Gesichtern kürzere Reaktionszeiten hervorriefen als umgekehrt. Die Autoren schlossen daraus, dass sowohl die Bottom-up Steuerung durch den emotionalen Ausdruck als auch die Top-down Strategie gemeinsam die Suchergebnisse beeinflussen. Anhand signifikanter Interaktionen von Aufgabe, Display und Elementmenge konnte zudem herausgearbeitet werden, dass sich die Top-down und die Bottom-up gesteuerten Suchmuster je nach Art der Aufgabe zu unterscheiden scheinen. Allerdings konnte in einem weiteren Experiment herausgefunden werden, dass auch ein direktes Top-down Suchziel den die Aufmerksamkeit beanspruchenden Effekt der Bevorzugung ärgerlicher Gesichter nicht

ausschalten konnte. Weiterhin konnte durch Analyse der Verteilung der Reaktionszeiten gezeigt werden, dass sich die Top-down gesteuerte Suche nach ärgerlichen Gesichtern qualitativ von jener nach freundlichen Gesichtern unterscheidet. Daraus wurde geschlossen, dass die Verarbeitung bedrohlicher Gesichter sowohl eine automatische Verlagerung der Aufmerksamkeit beinhaltet als auch kontrollierte Prozesse der Aufmerksamkeit beansprucht.

Diese Thesen können als wegweisend für die Hypothese des anger-superiority Effekts gesehen werden, der im nachfolgenden Kapitel ausführlich erklärt und beleuchtet wird. Geprüft und untersucht wurde dieses Phänomen bislang am besten und auch am häufigsten mithilfe visueller Suchaufgaben. Dabei ist die am meisten verwendete sicherlich die finding-the-face-in-the-crowd (FFIC) Aufgabe, im Rahmen derer Probanden in einer Menge homogener Gesichter nach einem abweichenden Gesicht suchen.

2.1.4.1 Anger-superiority Effekt und pop-out Effekt

In der Literatur finden sich zahlreiche Studien zu emotionalen Gesichtsausdrücken und deren kognitiver Verarbeitung mit den unterschiedlichsten, teilweise auch widersprüchlichen oder gegensätzlichen, Ergebnissen und Schlussfolgerungen hinsichtlich ihrer Bedeutung für die schnelle Weitervermittlung emotionaler Informationen von einem Individuum zum nächsten. Im Folgenden soll eine Auswahl der für die hier vorliegende Arbeit relevanten Studien vorgestellt werden. Dabei liegt der Fokus auf dem „anger-superiority Effekt“ und den damit verbundenen Überlegungen bezüglich Verarbeitungsmodus, Herkunft und Ablauf der dafür nötigen kognitiven Prozesse und dem auch bei der Gesichtererkennung auftretenden pop-out Effekt. Weiterhin wird darauf eingegangen, welche Merkmale und Strukturen der Gesichter für deren Erkennung wichtig sind.

Bereits seit den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts wurden im Zuge der Erforschung attentiver und präattentiver kognitiver Verarbeitung und des pop-out Effektes Überlegungen dahingehend angestellt, dass emotionale Valenzen unterschiedlich schnell verarbeitet werden könnten. Im Zuge dessen fanden Schwartz et al. 1985 heraus, dass ärgerliche Gesichter schon bei Kindern in einem sehr frühen Entwicklungsstadium die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Es wurde daher vermutet, dass potentielle Bedrohlichkeit vor allem auch im Gesichtsausdruck eines Artgenossen schneller verarbeitet wird als andere emotionale Valenzen und damit verbundene

Gesichtsausdrücke (Hansen & Hansen, 1988).

Entwicklungsgeschichtlich lässt sich dies mit einer unbedingten Notwendigkeit für das Überleben begründen. Laut der „threat capture hypothesis“ entwickelte sich im Rahmen der Evolution ein Mechanismus der Aufmerksamkeitsbindung, der die Umgebung konstant auf drohende Gefahren für das Überleben eines Individuums sowie sein Wohlergehen überprüft. Sobald dieser „threat detector“ getriggert wird, bspw. durch eine Schlange oder ein Raubtier, wird das in diesem Moment bestehende Verhaltensmuster umgehend unterbrochen und die Aufmerksamkeit auf den bedrohlichen Reiz umgeleitet. Auf diese Weise können potentiell bedrohliche Reize automatisch die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, unabhängig von den Zielen und Absichten des Individuums (Becker et al., 2011 (b)).

Das menschliche Wahrnehmungssystem ist zudem darauf ausgelegt, insbesondere menschliche Emotionen möglichst schnell und korrekt zu verarbeiten (Hansen & Hansen, 1988). Im Rahmen der Forschung auf diesem Gebiet wurden zahlreiche Untersuchungen mit Kindern durchgeführt, durch die gezeigt werden konnte, dass bereits das kindliche Wahrnehmungssystem die Kapazität hat, emotionale Gesichtsausdrücke auseinanderzuhalten. Dabei wurde festgestellt, dass direkt bedrohliche Signale bereits in einem sehr frühen kindlichen Entwicklungsstadium maximal effizient und schnell verarbeitet werden (Hansen & Hansen, 1988; Schwartz et al, 1985). Diese Erkenntnisse stehen im Einklang mit der threat capture Hypothese.

Hansen und Hansen untersuchten 1988 erstmals, ob eine solche Bevorzugung von bedrohlichen Gesichtsausdrücken auch für Erwachsene existiert. Sie untersuchten mithilfe von drei Experimenten die Art der Verarbeitung, die mit der Gesichtererkennung verbunden ist, sowie auch die damals erstmalig formulierte Hypothese des „anger-superiority“ Effekts (ASE). Die Aufgabe der Probanden bestand darin zu entscheiden, ob alle Gesichter auf dem Display gleich waren oder ob eines anders aussah. Es handelte sich also um eine klassische FFIC Aufgabe. Es wurden Fotografien von Gesichtern verwendet.

Die Autoren fanden erstmals einen pop-out Effekt für emotionale Gesichter ärgerlichen Charakters. Dabei vermuteten sie eine damit einhergehende präattentive, parallele Suche als dafür verantwortlich.

Ein pop-out Effekt konnte im Jahr 2008 durch Lamy et al. auch für emotionale Reize, in Form von fotografierten Gesichtern, bestätigt werden. In dieser Studie untersuchten die Autoren den sogenannten “emotionsvermittelten pop-out Effekt“ im Allgemeinen. Es

wurden dabei fotografische Abbildungen von Gesichtern präsentiert, die entweder die Emotion Wut oder Freude ausdrückten oder neutral waren. Die Aufgabe der Probanden bestand darin, in einer Anordnung von vier Gesichtern das abweichende Gesicht zu finden. Es gab zum einen die Anweisung, ein neutrales Gesicht unter emotionalen Gesichtern zu finden, zum anderem ein emotionales unter neutralen Gesichtern.
Die Autoren fanden dabei heraus, dass die emotionalen Gesichter (Wut und Freude) unter den neutralen schneller gefunden wurden, wenn die zu suchende Emotion wiederholt nacheinander dieselbe war (Wut oder Freude mehrmals hintereinander).
Dieser Effekt konnte bei den neutralen Gesichtern, die in einer Menge von emotionalen Gesichtern gesucht werden sollten, nicht gefunden werden. Gänzlich verschwunden war dieser Effekt, wenn die Gesichter umgedreht, also auf dem Kopf stehend, präsentiert wurden. Die Autoren folgerten daraus, dass der emotionsvermittelte pop-out Effekt eher durch emotionale Kategorien als durch einzelne physische Merkmale ausgelöst wird.

Calvo und Nummenmaa fanden 2008 dagegen heraus, dass bei der visuellen Suche nach Gesichtern vor allem die visuelle Salienz der Mundregion für eine verstärkte initiale Orientierung verantwortlich ist, die dann die Erkennung erleichtert.
In dieser Studie ging es darum herauszufinden, welche visuellen Merkmale bei Gesichtern besonders salient sind und die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Dabei wurden den Versuchspersonen in einer visuellen Suchaufgabe emotionale Gesichter, in Form von Fotografien, als Zielreize in einer Anordnung neutraler Gesichter präsentiert. Die präsentierten Emotionen waren Freude, Ekel, Angst, Wut, Traurigkeit und Erstaunen.
Die Autoren fanden eine schnellere Erkennung freundlicher und, weniger ausgeprägt, erstaunter und angeekelter Gesichter. Auch bei umgedrehten (also auf dem Kopf stehenden) Gesichtern konnte dieser Effekt gefunden werden.
Die Autoren folgerten daraus, dass die schnellere Entdeckung eher auf die Verarbeitung besonderer Merkmale dieser Gesichter als auf deren Anordnung und Lage zurückzuführen war. Sie fanden zudem heraus, dass eben solche Merkmale eher in der Mundregion als in der Augenregion lokalisiert waren. Weiterhin wurde gezeigt, dass diese visuelle Salienz spezieller Gesichtsregionen, im Besondern des lächelnden Mundes, sowohl die orientierende Aufmerksamkeit auf sich zieht als auch die schnelle Entdeckung bedingt.

Hershler und Hochstein untersuchten den pop-out Effekt 2005 für schematische Gesichter unter dem klassischen Aspekt der von der Anzahl an Ablenkreizen unabhängigen Reaktionszeit.
Dabei sollten von den Probanden schematische Gesichter unter einer steigenden Anzahl an verschiedenen anderen nicht gesichtsähnlichen Objekten gefunden werden. Es zeigte sich ein pop-out Effekt für die schematischen menschlichen Gesichter.
Dieser Effekt konnte für schematische Tiergesichter nicht gefunden werden.
Die Autoren folgern ähnlich wie Lamy et al. im Jahr 2008 daraus, dass der aus der visuellen Suche nach Gesichtern resultierende pop-out Effekt durch die gesamte Gesichtsstruktur vermittelt wird und nicht durch einzelne Merkmale oder Bereiche der Gesichter.
Zum Vergleich wurde die Aufgabe auch umgekehrt gestellt. Es sollten die anderen Objekte unter einer stetig steigenden Anzahl an schematischen menschlichen Gesichtern gefunden werden.
Hierbei zeigte sich allgemein, dass die Suche nach anderen Objekten schwerer war. Schematische menschliche Gesichter wurden schneller und leichter gefunden.
Insgesamt folgerten die Autoren, dass menschliche Gesichter allgemein schneller erkannt werden als Tiergesichter und verschiedene andere Objekte, und dass der pop-out Effekt bei Gesichtern, gekennzeichnet durch schnelle, parallele Suchmechanismen, durch die gesamte menschliche Gesichtsstruktur hervorgerufen wird. Sie konnten damit die ersten Ergebnisse in diesem Bereich von Hansen und Hansen aus dem Jahr 1988 bestätigen, allerdings nicht speziell für ärgerliche Gesichter, sondern für emotionale Gesichter im Allgemeinen.

2006 veröffentlichten Horstmann und Bauland eine Untersuchung, die sich unter anderem mit der Frage beschäftigte, woher der ASE rührt. Zunächst konnten die Autoren den ASE in zwei Experimenten bestätigen. Dazu führten sie Probanden fotografierte Gesichter in einem Suchasymmetrie-Design vor. Es zeigte sich, dass ärgerliche Gesichter in einer Menge von freundlichen Gesichtern schneller und effizienter erkannt wurden als umgekehrt. In einem dritten Experiment konnten die Autoren schließlich zeigen, dass der ASE eher auf die Mundregion der Gesichter zurückzuführen war als auf die Augenpartie. Somit konnte auch hier die präattentive Verfügbarkeit bestätigt werden, allerdings aufgrund einer bestimmten Struktur des Gesichts. Diese Ergebnisse stehen jenen von Hershler und Hochstein 2005 entgegen, die

die Gesamtheit der Gesichtsstruktur für den resultierenden pop-out Effekt verantwortlich machten.

Fox et al. 2000 untersuchten die Effizienz der Verarbeitung emotionaler Gesichter bei der visuellen Suche, indem sie die Probanden im Rahmen eines FFIC Paradigmas ein Display mit schematischen Gesichtern absuchen ließen.
Die Autoren kamen zu vier wesentlichen Ergebnissen. Zum ersten waren die Probanden langsamer, wenn das Display ohnehin nur gleiche Gesichter enthielt. Dieser Effekt trat für ärgerliche bzw. traurige Gesichter stärker auf als für freundliche. Waren also auf dem Display nur ärgerliche Gesichter und kein abweichendes, so dauerte es länger bis die Probanden dies erfasst hatten. Zum zweiten ergab sich, dass die Probanden schneller waren, wenn das Display ein abweichendes ärgerliches Gesicht enthielt als bei einem abweichenden freundlichen Gesicht. Damit konnte der ASE bestätigt werden. Zum dritten trat keiner der eben erläuterten Effekte auf, wenn die Gesichter auf dem Kopf stehend präsentiert wurden oder nur der Mund gezeigt wurde, weder für Displays mit gleichen noch mit abweichenden Gesichtern. Als viertes Ergebnis zeigte sich, dass die Reaktionszeitanstiege bei ärgerlichen Gesichtern signifikant flacher waren als jene bei freundlichen Gesichtern, jedoch nicht gegen Null gingen wie dies für einen pop-out Effekt per definitionem Voraussetzung wäre, wie in Kapitel 2.1.3.2. ausführlich erläutert.
Die Autoren kamen durch diese Ergebnisse zu dem Schluss, dass das Auffinden ärgerlicher schematischer Gesichter schnell und effizient abläuft, jedoch keinen pop-out Effekt im klassischen Sinne darstellt, da das Kriterium der Unterschreitung der pop-out Schwelle mit Reaktionszeitanstiegen von unter 10 ms pro Element nicht erfüllt worden war. Die Slopes der ärgerlichen Gesichter betrugen durchschnittlich 16 ms. Damit kann die Suche laut der Definition von Horstmann (2007, siehe Kapitel 2.1.3.) noch als grenzwertig effizient beschrieben werden. Die Autoren gingen allerdings aufgrund dieser Befunde von einem seriellen Suchmechanismus aus.
Öhman et al. kamen 2001 zu einem ähnlichen Ergebnis. In einer Serie von Experimenten untersuchten sie die Hypothese, dass Menschen ihre Aufmerksamkeit bevorzugt nach Gefahren oder Bedrohungen ausrichten. Dazu wurden den Probanden in dieser Studie neutrale, ärgerliche und freundliche schematische Gesichter in einer visuellen Suchmatrix präsentiert.
Dabei ergab sich durchgehend für alle Experimente, dass bedrohliche, ärgerliche

Gesichter schneller gefunden wurden als freundliche. Dieser Effekt trat unabhängig von der Suchstrategie, ob parallel oder seriell, auf. Im Gegensatz zu der Studie von Fox et al. konnte der Effekt auch bei umgedrehten Gesichtern gefunden werden.

Die Autoren folgerten aus dem Ergebnis, dass bedrohliche Gesichter schneller und akkurater entdeckt werden als andere negative emotionale Gesichter (z.B. traurige oder gemeine/hinterlistige) und dass die bevorzugte Erkennung der Bedrohlichkeit eher der Bedrohung an sich zugeordnet werden kann als der Einzigartigkeit der Anordnung der Zielreize auf dem Display und der negativen Wertigkeit.

Eastwood und Merikle untersuchten 2001 ebenfalls mithilfe eines FFIC Paradigmas in verschiedenen Experimenten, ob sich der Fokus der Aufmerksamkeit durch die Analyse emotionaler Gesichtsausdrücke steuern lässt, auch wenn sich diese außerhalb der momentanen Aufmerksamkeitsfokussierung befinden. Eine Fragestellung, die im Vorfeld dieser Studie noch nicht untersucht worden war. Für menschliche Gesichter allgemein war es bereits vorbeschrieben worden, dass diese auch außerhalb der aktuellen Aufmerksamkeitsfokussierung registriert und verarbeitet werden und auf diese Weise dann den Aufmerksamkeitsfokus auf sich ziehen (Suzuki & Cavanagh, 1995). Die emotionale Wertigkeit des Gesichtes spielte allerdings bei dieser Betrachtung noch keine Rolle, bzw. wurde nicht gesondert untersucht. Daher stellten die Autoren die Vermutung auf, dass von einem solchen Effekt auch bei Emotionen auszugehen sei, insofern verschiedene Emotions-arten die Aufmerksamkeit in unterschiedlich starkem Maße auf sich ziehen. Ärgerliche Gesichter würden dies damit laut der threat capture Hypothese vergleichsweise stärker als andere Emotionsarten tun.

Um diese Annahmen zu überprüfen, wurden zwei Experimente durchgeführt, im Rahmen derer die Probanden visuell auf einem Display mit 7, 11, 15 oder 19 schematischen Gesichtern nach einem emotionalen Gesicht suchten und ihre Reaktionszeiten gemessen wurden. Die Distraktoren stellten dabei die übrigen Gesichter mit neutralem Gesichtsausdruck dar. Das gesuchte emotionale schematische Gesicht hatte entweder einen positiven (freundlichen) oder einen negativen (ärgerlichen) Ausdruck. Es zeigte sich, dass die Reaktionszeitanstiege für das Auffinden der negativen Gesichter flacher waren als jene für die positiven Gesichter. Mit umgedrehten (auf dem Kopf stehenden) Gesichtern verschwand dieser Effekt und die Reaktionszeitanstiege unterschieden sich nicht.

Aus diesen Ergebnissen schlossen die Autoren, dass der emotionale Ausdruck eines Gesichts außerhalb des Fokus der Aufmerksamkeit wahrgenommen werden kann und

dann die Hauptaufmerksamkeit auf die Lokalisation des Gesichts lenken kann. Dies ist für negative (ärgerliche) Gesichter stärker der Fall als für positive (freundliche) Gesichter, wenn es sich bei den Distraktoren um neutrale Gesichter handelt. Sie konnten somit ebenfalls die Hypothese des ASE untermauern.
Durch das zweite Experiment dieser Studie mit den inversen Gesichtern konnte zudem gezeigt werden, dass die unterschiedliche Verarbeitung von Gesichtsausdrücken nicht an einzelne Komponenten gekoppelt ist sondern auf der Gesichtsstruktur in ihrer Gesamtheit beruht, da der Effekt verschwindet, sobald die Gesichter verkehrt herum präsentiert werden.
Die Autoren konnten ihre Ergebnisse 2003 durch eine weitere Studie mit zwei ähnlichen Experimenten erneut replizieren und so bestätigen.
Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich die Ergebnisse der verschiedenen Studien widersprechen. Ob der postulierte ASE mit einem pop-out Effekt einhergeht oder nicht und welchem Verarbeitungsmodus er unterliegt, hängt davon ab, welche Maßstäbe zugrunde gelegt werden und unter welchen Voraussetzungen die Untersuchungen durchgeführt werden. Auch das verwendete Stimulusmaterial und die Versuchsanordnung spielen eine große Rolle. Viele Autoren beschreiben einen pop-out Effekt gekoppelt an unterschiedliche Merkmale und unter verschiedenen Voraussetzungen. Die generelle Frage nach dem Fokus der Aufmerksamkeit und der bevorzugten Verarbeitung negativer emotionaler Valenz sowie dem damit einhergehenden Modus der Verarbeitung wird im nachfolgenden Kapitel genauer diskutiert.

2.1.4.2 Happy-superiority Effekt

Juth et al. konnten den ASE 2005 nur teilweise bestätigen. In ihrer Studie untersuchten sie in einem FFIC Setting im Rahmen dreier Experimente die visuelle Suche bei freundlichen, ärgerlichen und ängstlichen fotografierten Gesichtern unter dem Aspekt der sozialen Angst der Probanden. Die emotionalen fotografierten Gesichter stellten dabei die Zielreize dar, wohingegen neutrale Gesichter als Distraktoren fungierten. Dabei kam, dem ASE entgegenstehend, heraus, dass die freundlichen Gesichter schneller und genauer entdeckt wurden als die ärgerlichen und die ängstlichen. Die Autoren führten diesen Effekt auf die Leichtigkeit und Behaglichkeit bei der Verarbeitung freundlicher Gesichter zurück. Es zeichnete sich in diesem Experiment kein konsistenter Effekt sozialer Angst ab.

In einem weiteren Experiment dieser Studie wurde eine Kontrolle mit schematischen Gesichtern durchgeführt, im Rahmen dessen der ASE in Form einer effektiveren Verarbeitung ärgerlicher gegenüber freundlichen Gesichtern nachgewiesen werden konnte. Diese Bevorzugung ärgerlicher Gesichter zeigte sich am offensichtlichsten bei den Probanden mit großer sozialer Angst.
Damit konnten Juth et al. zeigen, dass es unter bestimmten Voraussetzungen einen sogenannten happy-superiority Effekt (HSE) gibt, der dem ASE direkt entgegensteht.

Calvo und Nummenmaa konnten die These des HSE 2008 bestätigen. Sie testeten in ihrer Studie, auf welche Weise saliente visuelle Merkmale Aufmerksamkeit beanspruchen und so die Erkennung emotionaler Gesichtsausdrücke begünstigen. Im Rahmen eines FFIC Paradigmas wurden den Probanden emotionale fotografische Gesichter verschiedener Art zwischen neutralen Gesichtern präsentiert. Die verwendeten Emotionen waren Freude, Überraschung, Ekel, Angst, Wut und Trauer. Es wurde sowohl Bildmaterial mit Gesichtern von Frauen als auch von Männern verwendet. Dabei zeigte sich in allen Experimenten eine klare Bevorzugung und schnelle Erkennung der freundlichen Gesichter. Überraschte Gesichter und Gesichter mit der Emotion Ekel wurden ebenfalls bevorzugt gefunden, allerdings nicht in dem Ausmaß wie die freundlichen Gesichter. Der Effekt blieb auch erhalten, als die Gesichter auf dem Kopf stehend präsentiert wurden. Dabei verlangsamte sich die Reaktionsgeschwindigkeit der Probanden für freundliche Gesichter deutlich weniger als für die übrigen Emotionen. Die Autoren führten diese schnellere Erkennung auf eine vorherrschende Verarbeitung auf der Merkmalsebene zurück, im Gegensatz zur Verarbeitung mithilfe von Konfigurierungsprozessen der Gesichtsstruktur.

Ähnliche Beobachtungen machten auch Öhman et al. 2010. Sie untersuchten in ihrer Studie die Beziehung von Distraktor Redundanzen, der Emotion und dem Geschlecht des Targets. Getestet wurde mit Fotografien die in der Literatur umstrittene Verarbeitung emotionaler Gesichter mithilfe eines FFIC Paradigmas, wobei neutrale Gesichtern als Distraktoren fungierten. Die Autoren konnten nachweisen, dass die Art und das Aussehen der Distraktoren von immenser Bedeutung für die Erkennungsleistung sind; mit einem konstant besseren Abschneiden der Probanden, wenn die Distraktoren sich wiederholten (d.h. sie waren bekannt und vertraut, weil es sich bei jedem Distraktor Gesicht um dieselbe Person handelte). Dieser Effekt stand in

direkter Verbindung mit dem Geschlecht und der Emotion des Targets. Weibliche, fröhliche Target Gesichter wurden immer schneller entdeckt als weibliche wütende Gesichter, wenn die Distraktoren nicht redundant, sondern unterschiedlich waren. Genauso wurde ein HSE für männliche Gesichter gefunden, wenn eine Distraktor Redundanz fehlte. Jedoch wurden wütende männliche Gesichter leichter und schneller gefunden, wenn die Distraktoren redundant waren. Die Autoren schlossen daraus, dass sowohl ein HSE als auch ein ASE auftreten, allerdings jeweils unter verschiedenen Voraussetzungen, wobei der HSE dabei sehr stark ausgeprägt war mit schnellerem und genauerem Entdecken der freundlichen Gesichter im Vergleich zu den ärgerlichen. Damit konnten die Autoren die Ergebnisse von Juth et al. und Calvo und Nummenmaa bestätigen. Sie vermuteten eine automatische Orientierung der Aufmerksamkeit hin zu den einfachen wahrnehmungsrelevanten Eigenschaften und Merkmalen freundlicher Gesichter als für diesen Effekt verantwortlich. Das Erkennen und Zuordnen ärgerlicher Gesichter fordere dagegen mehr Konfigurierungsprozesse bezüglich der Gesichtsstruktur ein, um eine Unterscheidung von den neutralen Gesichtern zu ermöglichen. Damit bekräftigten die Autoren erneut die Ausführungen von Calvo und Nummenmaa.

Die These, dass nicht ärgerliche, sondern freundliche Gesichter in visuellen Suchaufgaben schneller gefunden werden als andere und dass dies mit einer effiziente Suche einhergeht, konnten auch Becker et al. 2011 (a) in ihrer Untersuchung bestätigen. Sie prüften ebenfalls die Frage, ob wütende oder freundliche Gesichter in einer Menge leichter erkannt werden. Sie verwendeten eigens erstellte schematische Gesichter, die anhand einer Literaturanalyse in ihrer Darstellung optimiert wurden. Es wurde dabei auf laut den Autoren irreführende Eigenschaften der Gesichter verzichtet, die zu einer Uneindeutigkeit im Hinblick auf die Emotionszuordnung führen. Dabei konnten sie anhand von sieben Experimenten, bei denen die Probanden verschiedene FFIC Aufgaben absolvieren mussten, nachweisen, dass sich die wütenden Gesichter weder durch eine effiziente Verarbeitung auszeichneten noch zu einem pop-out Effekt führten. Dagegen zeigte sich für die freundlichen Gesichter eine Suchasymmetrie in den Ergebnissen der Experimente. Zudem blieb der happy-superiority Effekt (HSE) auch unter veränderten Bedingungen konstant. So wurden in einem Experiment die weißen Zähne der Gesichter weggelassen, um die Eindeutigkeit eines lachenden, freundlichen Gesichtes abzuschwächen und den wahrnehmungsrelevanten Aspekt des Kontrasts der

herausstechenden Zähne abzumildern. Der HSE blieb auch in diesem Experiment erhalten. Die Autoren schrieben die Ursache des HSE allerdings weniger einem angeborenen Erkennungsmuster für freundliche Signale zu, als der Entwicklung der Freundlichkeit hin zu einer kommunikativen Bedeutung, die als weniger ambivalent als jene anderer Gesichtsausdrücke angesehen werden kann.

2.1.4.3 Einflussfaktoren auf die Aufmerksamkeitsverteilung

Calvo et al. suchten 2006 nach dem Grund für die Präferenz für ärgerliche Gesichter und konnten in ihrer Studie zeigen, dass diese Gesichter nicht zuerst angeschaut werden, sondern weniger Aufmerksamkeit für die Identifizierung benötigen und somit weniger Ressourcen der Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen. Die Autoren gelangten zu dieser Schlussfolgerung, indem sie den Probanden bei einer visuellen Suchaufgabe Displays mit vier schematischen Gesichtern mit den Gesichtsausdrücken freundlich, ärgerlich, traurig oder neutral präsentierten. Die Probanden sollten dann entscheiden, ob alle Gesichter gleich aussahen oder ob eines abweichend aussah. Die Ergebnisse zeigten, dass ein abweichendes ärgerliches Gesicht in einer Menge neutraler Gesichter schneller erkannt wurde als die anderen emotionalen Gesichter. Allerdings rührte dies nicht daher, dass die ärgerlichen Gesichter früher und schneller fixiert wurden. Sie wurden im Gegenteil sogar kürzer betrachtet und trotzdem schneller und effizienter erkannt als die anderen. Dies zeigte sich, als die Anzeigedauer des Displays auf unter 150 ms verkürzt wurde. Die Autoren konnten somit eine präattentive Verfügbarkeit ärgerlicher Gesichter bestätigen.

Zudem wurden die ärgerlichen Gesichter auch dann effizienter entdeckt, wenn sie nicht im Zentrum des schärfsten Sehens (parafoveal) präsentiert wurden. Auch dieses Ergebnis ließ die Autoren vermuten, dass eine solche parafoveale Analyse bereits präattentiv beginnt. Somit konnte die Hypothese, dass die ärgerlichen Gesichter eine geringere Zeit der Fixierung benötigen, wenn sie in den Fokus der Aufmerksamkeit rücken, zusätzlich untermauert werden, da sie ja bereits präattentiv erfasst wurden.

Becker et al. untersuchten im Jahr 2011 (b) inwieweit sich der anger-superiority Effekt bei schematischen Gesichtern durch Suchasymmetrie auszeichnet und woher diese rührt. Die Suchasymmetrie für wütende schematische Gesichter zeichnet sich dadurch aus, dass ein wütendes und damit bedrohliches Gesicht schneller und effizienter in einer Menge freundlicher Gesichter gefunden werden kann als umgekehrt ein freundliches Gesicht in einer Menge wütender Gesichter. Wie zuvor im Rahmen der threat capture

Hypothese erläutert, kann das wütende Gesicht die Aufmerksamkeit durch Aktivierung des threat detectors auf sich ziehen, auch wenn der Fokus der Aufmerksamkeit eigentlich gerade an anderer Stelle ist. Daher ist die Suchasymmetrie für wütende Gesichter auf die Tatsache zurückzuführen, dass der threat detector das Erkennen und Identifizieren eines potentiell bedrohlichen Reizes fördert und erleichtert (Becker et al., 2011 (b)).

Es werden dabei für die Suchasymmetrie bei der threat capture Darstellung einige Voraussetzungen festgesetzt. Zum einen wird der bedrohliche Stimulus aufgrund seines emotionalen Inhaltes und nicht aufgrund wahrnehmungsrelevanter Merkmale gefunden und zum anderen ist der Bedrohlichkeitsindex des Stimulus entscheidend, wohingegen die Qualität und die Eigenschaften der Ablenkreize nicht relevant sind (Becker et al., 2011 (b)).

Die Autoren untersuchten nun insbesondere den Aspekt, ob die Suchasymmetrie durch Unterschiede in der Wahrnehmung und nicht durch emotionale Faktoren bedingt ist. Dabei wurde vermutet, dass solche Differenzen in der Wahrnehmung daher rühren könnten, dass wütende Gesichter salienter sind als freundliche Gesichter und es daher schwerer ist, sie als Ablenkreize zu gruppieren, d.h. die Einordnung und Zusammenführung im Rahmen der kognitiven Verarbeitung gestaltet sich schwieriger. Dazu wurde die Anzahl der jeweils sichtbaren Ablenkreize systematisch variiert. Die Ergebnisse zeigten, dass eine Suchasymmetrie lediglich beobachtet werden konnte, wenn mehrere Ablenkreize in einer Ansicht zusammen präsentiert wurden. Diese Beobachtung stützt laut der Autoren die Hypothese, dass die Gruppierungshypothese als Ursache für das schnelle Auffinden eines abweichenden ärgerlichen Zielreiz Gesichts zu sehen ist. Weiterhin wurden zur Differenzierung zwischen emotionalen und wahrnehmungsbedingten Effekten im Rahmen der Suchasymmetrie die wahrnehmungsrelevanten Eigenschaften der Gesichter (Kinn und Zähne) verändert, sodass die freundlichen Gesichter salienter wurden. Im Einklang mit der wahrnehmungsgestützten Theorie kehrte sich die Suchasymmetrie genau um und es wurde nun eine schnellere Suche für freundliche Zielreiz Gesichter verzeichnet. Die Autoren zogen aus diesen Ergebnissen den Schluss, dass die Suchasymmetrie den Prozess eines wahrnehmungsgesteuerten Gruppierens auf der Ebene charakteristischer Merkmale von Zielreizen widerspiegelt und nicht die emotionale Wertigkeit eines Reizes an sich.

Einen weiteren Faktor, der bei der Verarbeitung und Aufmerksamkeitsverteilung in Bezug auf emotionale Gesichter eine Rolle spielt, nämlich das Alter der Versuchspersonen, untersuchten Hahn et al. 2006. Sie fanden in ihrer Studie 2006 heraus, dass das Alter einer Person nur die kontrollierten Aufmerksamkeitsprozesse beeinflusst, da die reizinduzierten Aufmerksamkeitsprozesse bei jungen und älteren Erwachsenen unverändert und gleichermaßen auftraten. Die Ergebnisse zeigten, dass bei der visuellen Suche nach einem abweichenden Gesicht in einer Menge homogener Gesichter ärgerliche Gesichter bei beiden Altersgruppen gleichermaßen schneller und effizienter verarbeitet wurden als freundliche Gesichter. Allerdings konnten ältere Erwachsene im Gegensatz zu jüngeren, ärgerliche Gesichter als Non-targets besser unterdrücken und so schnellere und bessere Ergebnisse erzielen. Bei jüngeren Probanden verschlechterten sich die Suchzeiten mit ärgerlichen Non-targets und die Suche war weniger effizient.
Diese Ergebnisse könnten dem sogenannten „positivity effect“ zuzurechnen sein. Dieser Begriff beschreibt die Tatsache, dass laut einigen Untersuchungen ältere Erwachsene positive Stimuli im Vergleich zu negativen bevorzugen und ihre Aufmerksamkeit damit mehr den positiven Stimuli widmen, wobei sie die negativen Stimuli eher unterdrücken. Dagegen favorisieren junge Erwachsene eher negative Stimuli und fokussieren sich im Bereich der Aufmerksamkeit auf diese (Mather & Carstensen, 2003; Mather & Carstensen, 2005). Ältere Erwachsene scheinen zusammengefasst ihre emotionale Erfahrung dahingehend zu optimieren, dass sie positive Stimuli negativen vorziehen (Knight et al., 2007).
Das Alter der Probanden scheint also bei den Untersuchungen des ASE ebenfalls eine wichtige Rolle zu spielen und muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden, da sich mit zunehmendem Alter Tendenzen der Informationsverarbeitung ändern, vor allem auch im Bereich der Emotionserkennung und -verarbeitung.

Horstmann fasste 2007 erstmals die relevantesten bisherigen Ergebnisse zur Hypothese des präattentiven ASE zusammen und hinterfragte sie kritisch. Er verglich in seiner Arbeit die experimentellen Bedingungen einiger vorangegangener Arbeiten und versuchte die Ergebnisse so unter nun standardisierten Untersuchungsbedingungen erneut zu replizieren, beziehungsweise zu überprüfen. Dabei fand er konstant bei allen Experimenten eine Bevorzugung negativer Gesichter im Vergleich zu positiven Gesichtern als Distraktoren bei allen Stimuluspaaren. Die Reaktionszeitanstiege zeigten

aber trotz allem, dass eine ineffiziente Suche vorlag. Dieses Ergebnis stellt die präattentive Unterscheidung von Gesichtsausdrücken in Frage.

Frischen et al. kamen 2008 nach ihrer Literaturanalyse zu mehreren Schlussfolgerungen. Zum ersten fanden sie, dass präattentive Suchprozesse für emotionale Gesichtsausdrücke sensitiv sind und durch diese beeinflusst werden. Zum zweiten zeigte sich für sie, dass die Steuerung der Aufmerksamkeit durch ein dynamisches Zusammenspiel emotionaler und wahrnehmungsbedingter Faktoren erfolgt, und zum dritten, dass die visuelle Suche nach emotionalen Gesichtern durch die aktuelle emotionale Stimmungslage der Probanden, die die Aufgabe absolvieren, beeinflusst wird. Dabei spielen laut den Autoren sowohl die aktuelle emotionale Lage der Probanden eine Rolle als auch der psychische Gesundheitszustand in Form beispielsweise klinischer Grunderkrankungen wie sozialer Phobie oder Sozialangst.
Einen neuerlichen Versuch die Frage zu klären, wie genau die schnellere Verarbeitung und somit Erkennung der ärgerlichen Gesichter im Rahmen des ASE zustande kommt, machten Mermillod et al. 2008. Sie prüften die beiden sich gegenüberstehenden Theorien, dass entweder wahrnehmungswirksame Merkmale der Gesichter oder emotionale Faktoren für den anger-superiority Effekt verantwortlich sind und untersuchten die kontroversen Ergebnisse bezüglich fotografischer Gesichter von Juth et al. 2005 (siehe Kapitel 2.1.3.2, Seite 18).
Zu diesem Zweck führten die Autoren eine neurale Netzwerkanalyse bei der Verarbeitung menschlicher Gesichter in zwei verschiedenen Simulationen durch. Zum einen testeten sie die Rolle der wahrnehmungswirksamen Merkmale von ärgerlichen und demgegenüber freundlichen Gesichtern bei der Erkennung eben dieser in einer Menge von neutralen Gesichtern. Sie verwendeten dazu die von Juth et al. verwendeten Fotografien. In der ersten Simulation konnte gezeigt werden, dass die freundlichen Gesichter einfacher durch das Netzwerk kategorisiert werden konnten als die ärgerlichen und die neutralen Gesichter. Auch in der zweiten Simulation stellte sich heraus, dass die freundlichen Gesichter einfacher erkannt wurden.
Die Autoren kamen so zu dem Schluss, dass die wahrnehmungsgesteuerte Aufmerksamkeitsverteilung wahrscheinlich gegen eine schnelle und effiziente Erkennung ärgerlicher im Vergleich zu freundlichen Gesichtern arbeitet und somit einen Erklärungsansatz für den HSE liefert. Weiterhin offen bleibt laut den Autoren jedoch die Frage nach den ausschlaggebenden Merkmalen bei der Gesichtererkennung.

Diese Kontroverse, nämlich dass ein ASE bei fotografischen Gesichtern anscheinend nicht auftritt, wurde 2009 auch von Lipp et al. bearbeitet (a). In ihrer Studie untersuchten die Autoren in zwei Experimenten die Erkennung ärgerlicher, freundlicher und trauriger Gesichter zwischen neutralen Gesichtern. Dazu wurden drei einzelne Emotionsaufgaben und eine Emotionsvergleichsaufgabe generiert; im ersten Experiment mit schematischen Gesichtern, im zweiten mit fotografischen. Dabei zeigte sich in beiden Experimenten, dass es bei den Aufgaben, in denen alle drei Emotionen präsentiert wurden, durchgängig zu einer bevorzugten Erkennung der ärgerlichen Gesichter im Vergleich zu den anderen negativen und positiven Emotionen kam.
Ein Beweis für die Theorie, dass negative Gesichter im Allgemeinen präferentiell entdeckt werden, konnte lediglich im Experiment mit den schematischen Gesichtern erbracht werden. Die Autoren folgerten aus ihren Ergebnissen weiter, dass das Erkennen der ärgerlichen Gesichter nicht auf einem präattentiven Prozess beruht, sondern sich lediglich durch eine effizientere visuelle Suche im Vergleich zu positiven Emotionen auszeichnet.

Ebenfalls 2009 veröffentlichten Lipp et al. eine Studie (b), in der erneut geprüft wurde, ob die Emotionserkennung bei Gesichtern von der gesamten Gesichtsstruktur abhängt oder nicht. Dazu prüften sie, ob und inwieweit das Umdrehen von emotionalen Gesichtern, die dann auf dem Kopf stehend präsentiert wurden, die visuelle Suche nach ihnen und die korrekte Einordnung ihres Ausdrucks beeinflusst.
Es wurden zu diesem Zweck drei visuelle Suchexperimente generiert, eines mit schematischen Gesichtern und zwei mit fotografischen Gesichtern. Die Ergebnisse zeigten, dass in allen drei Experimenten die gleichen Unterschiede in der Erkennungszeit zwischen den verschiedenen Emotionen sowohl für aufrechte als auch für umgedrehte Gesichter herauskamen. In zwei Experimenten konnte zudem die anger-superiority Hypothese bestätigt werden mit einem schnelleren Erkennen der ärgerlichen Gesichter zwischen neutralen Gesichtern im Vergleich zu den freundlichen. Die Inversion (auf dem Kopf stehende Gesichter) beeinflusste folglich weder die implizite noch die explizite Einordnung der Gesichter. Die Autoren schlussfolgerten daher, dass die Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken nicht beeinträchtigt ist, wenn die ganzheitliche Verarbeitung des Gesamtbildes gestört ist. Dies stützt wiederum die Theorie, dass einzelne Merkmale oder Faktoren in den Gesichtern für die Verarbeitung verantwortlich sind und nicht das Gesicht in seiner Gesamtheit.

Um den anger-superiority Effekt auch auf einer lebensnahen und einer umweltgetreuen Ebene zu prüfen, untersuchten Pinkham et al. schließlich 2010, ob der ASE auch in fotografischen Gesichtermengen mit multiplen Identitäten auftritt. Dazu wurde den Probanden ein FFIC Paradigma mit wahrheitsgetreuen Gesichtern, die jeweils beispielhaft einen emotionalen Gesichtsausdruck veranschaulichten, präsentiert. Die Gesichter sollten in heterogenen Mengen anderer Gesichter gefunden werden, um so eine möglichst umweltgetreue Situation zu schaffen. Anhand der Ergebnisse zeigte sich, dass ärgerliche Gesichter schneller und akkurater gefunden wurden als freundliche und dies sowohl in einer Menge von neutralen als auch von emotionalen Distraktorgesichtern. Diese Studie war damit die erste, die den ASE mithilfe des FFIC Paradigmas von homogenen Mengen auf heterogene übertrug und so lebensnahe, umweltgerechte Bedingungen simulierte. Daher kann diese Studie als ein Beweis dafür gesehen werden, dass der ASE auch unter natürlichen Bedingungen auftritt und Gültigkeit besitzt.

Savage et al. kamen 2013 im Rahmen von drei Experimenten zu dem Schluss, dass die vorbeschriebenen Phänomene des ASE und des HSE bei der visuellen Suche eher visuelle unabhängige Merkmale, die mit dem jeweils verwendeten speziellen Stimulusmaterial verknüpft sind und nicht mit der emotionalen Wertigkeit zusammenhängen, auf einem niedrigen Level widerspiegeln als die jeweilige Emotion. Es wurden zu diesem Zweck verschiedene Stimuli aus vorangegangen Untersuchungen verwendet und sowohl die Suchstrategie als auch die Emotionsintensität wurde verändert. Dabei zeigte sich, dass die auftretenden Effekte stark vom jeweils verwendeten Stimulusmaterial abhängig sind. Damit wird die Existenz eines AES sowie die Verarbeitungsart emotionaler Gesichter erneut in Frage gestellt.
Der ASE bei Emotionserkennung von Gesichtern ist in der Literatur breit beschrieben. Allerdings sind die Studien nicht eindeutig, was den damit einhergehenden Verarbeitungsmodus angeht und ob ein pop-out Effekt auftritt oder nicht. Die Meinungen gehen weit auseinander bis hin bis zu einer Favorisierung der happy faces (Becker et al. 2011 (a), siehe Kapitel 2.1.4.2) bzw. einem generellen Fehlen der favorisierten Verarbeitung emotionaler Gesichter aufgrund deren jeweiliger emotionaler Wertigkeit (Savage et al., 2013).
Dabei bleibt auch die Frage weiterhin offen, inwieweit wütende Gesichter eher präattentiv verarbeitet werden (obwohl ein pop-out Effekt vermutlich aufgrund des

aktuellen Forschungsstandes nicht mehr angenommen werden kann) oder kontrollierte, serielle Verarbeitungsprozesse beanspruchen (siehe Kapitel 2.1.4.1).

2.2. Einfluss emotionaler Informationen auf kognitive Verarbeitungsprozesse

Emotionsbezogene Informationen werden auch im Kontext anderer mentaler Prozesse als der beschriebenen expliziten Emotionserkennung verarbeitet.

Während bei der expliziten Emotionserkennung eine Emotion erkannt und in der Regel benannt werden muss, werden bei impliziten Emotionsverarbeitungsaufgaben emotionsbezogene Informationen im Hinblick auf andere Eigenschaften verarbeitet. Explizite Emotionsverarbeitung kann damit als Prozess beschrieben werden, der bewusste Anstrengung für die Initiierung erfordert sowie mit einem bestimmten Level an Bewusstsein und Einsicht verbunden ist und bei dem es ein gewisses Maß an Beobachtung während der Ausführung bedarf. Dagegen wird die implizite Emotionsverarbeitung automatisch durch den Stimulus selbst hervorgerufen, läuft vollständig ohne Beobachtung ab und ist unabhängig von einer bestimmten Bewusstheit und Einsicht (Gyurak et al., 2011). Implizite Prozesse laufen damit außerhalb einer bewussten Erkenntnis indirekt ab, sind automatisch und zeitlich effizient, jedoch gleichzeitig unflexibel und beanspruchen nur eine begrenzte Menge kognitiver Ressourcen. Explizite Prozesse sozialer Kognition werden insgesamt als bewusste und kontrollierte Verarbeitungsform angesehen, die eher flexibel ist und eine große Menge an kognitiven Ressourcen benötigt (Kliemann et al., 2013). Beide Verarbeitungsmechanismen scheinen in unterschiedlichen Regionen des Gehirns abzulaufen und mit einer unterschiedlich starken Aktivierung dieser Bereiche verbunden zu sein (Critchley et al., 2000; Habel et al., 2007; Chiew & Braver, 2011; Pichon et al., 2012; Almeida et al., 2013; Jacob et al., 2013).

Forschungsbedarf besteht laut Pessoa, der 2005 einen Literaturüberblick zum Thema Emotionsverarbeitung und Aufmerksamkeit gab, insbesondere noch in Bezug darauf, ob und in welchem Ausmaß Aufmerksamkeit und Bewusstsein nun die emotionale Wahrnehmung an sich überhaupt beeinflussen (Pessoa, 2005).

Eine Untersuchung zu diesem Thema veröffentlichten Kiss et al. im Jahr 2007. Dabei gingen sie der Frage nach, inwiefern aufmerksamkeitsgesteuerte Prozesse emotionale Antworten beeinflussen. Konkret wurde dabei geprüft, ob das Lenken der Aufmerksamkeit hin zu einem bestimmten Stimulus, während andere Stimuli gleichzeitig konsequent ignoriert werden, Konsequenzen hinsichtlich der nachfolgenden

emotionalen Einordnung und Bewertung dieses Stimulus hat. Dazu wurden die Probanden gebeten, Gesichter zu bewerten, die ihnen kurz zuvor im Rahmen einer visuellen Suchaufgabe als Target oder Distraktor präsentiert worden waren. Distraktoren wurden dabei als weniger vertrauenswürdig eingeordnet als Targets. Um die Assoziation zwischen der Effizienz der selektiven Aufmerksamkeit während der visuellen Suche und der nachfolgenden emotionalen Antwort zu prüfen, wurde ein bestimmter Wert gemessen, der als Indikator der selektiven Aufmerksamkeit bei der Verarbeitung von Target gegen Distraktor gesehen wird. Hohe Amplituden bei den Messungen weisen auf eine vollständige Fokussierung der Aufmerksamkeit mit effektiver Unterdrückung der Distraktoren hin, während niedrige Amplituden auf einen eher diffusen Aufmerksamkeitsstatus hinweisen. Es zeigte sich in den Ergebnissen, dass die gemessenen Amplituden für später negativ bewertete Distraktoren höher waren, was auf eine starke Fokussierung der Aufmerksamkeit hin zum Target mit effizienter Distraktor-Unterdrückung deutete. Dagegen waren die Amplituden niedriger und die Antworten verzögert, wenn die Distraktoren später positiv eingeordnet wurden; dies deutet auf ungerichtete Aufmerksamkeit zum Target mit geringerer Distraktor-Unterdrückung hin. Die Autoren folgerten daraus, dass sich aus der Variation selektiver Aufmerksamkeit bei verschiedenen Aufgabenteilen auf die daraufhin folgende emotionale Antwort schließen lässt und dass dies die Vermutung nahe legt, dass Aufmerksamkeit sehr eng mit der nachfolgenden emotionalen Bewertung und Einschätzung zusammenhängt. Die Hypothese, dass die Verbindung zwischen Aufmerksamkeit und Emotion in zwei Richtungen besteht, konnte damit bekräftigt werden.

Diese Ergebnisse sind sehr wichtig im Hinblick auf Ratings für Gesichter im Nachgang zu Kognitionsaufgaben aller Art, vor allem auch visueller Suchaufgaben.

Emotionale Informationen können sich, basierend auf diesen zuvor beschriebenen unterschiedlichen, mit ihnen vergesellschafteten Prozessen, als Störgrößen von anderen Verarbeitungsprozessen auswirken.

Sakaki et al. untersuchten 2011 im Rahmen ihrer Studie die Frage, ob emotionale Bilder semantische Verarbeitungsprozesse und Prozesse der Wahrnehmung stören und inwieweit sich diese Störung der Verarbeitung in diesen beiden Bereichen unterscheidet. Dazu wurden den Probanden im Vorfeld der eigentlichen Aufgabe, nämlich im Falle der semantischen Prozesse Zeichnungen oder Objekte zu beurteilen sowie Wortpaare zu kategorisieren, emotionale Bilder präsentiert. Dabei führte die

Präsentation der negativen Bilder zu langsameren Reaktionszeiten als jene der neutralen und positiven Bilder. Im Gegensatz dazu zeigte sich bei der Präsentation von negativen Bildern im Vorfeld der Aufgabe zur Prüfung der Wahrnehmungsverarbeitung, nämlich der Farbbeurteilung von Wörtern oder der Größenbeurteilung von Objekten, keinerlei Auswirkungen auf die Reaktionszeit. Keine der drei Emotionsqualitäten konnte die Verarbeitungsprozesse auf der Ebene der Wahrnehmung beeinflussen. Die subjektiv erlebte Erregung der Probanden durch die emotionalen Bilder hatte dabei ebenfalls keinerlei Einfluss auf die Stärke der Interferenz der semantischen Verarbeitung oder der Wahrnehmungsverarbeitung, obwohl sich die Probanden besser an sehr aufregende Stimuli erinnern konnten als an weniger aufregende. Daher können die Effekte der negativen Stimuli auf die semantischen Verarbeitungsprozesse nicht der persönlichen Erregung der Probanden durch die Stimuli zugeschrieben werden. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Begegnung mit negativen emotionalen Erscheinungen oder Ereignissen semantische Prozesse im Rahmen der kognitiven Verarbeitung nachfolgender Stimuli mehr stören als Prozesse der Wahrnehmungsverarbeitung und dass infolgedessen, laut den Autoren, zu vermuten ist, dass nicht alle kognitiven Prozesse durch negatives Geschehen beeinflussbar zu sein scheinen.

O´Toole und DeCicco et al. konnten 2011 die These bekräftigen, dass der Einfluss der emotionalen Stimuli auf die Aufmerksamkeit während kognitiver Prozesse sowohl vom Schweregrad der Aufgabenstellung als auch von der Emotionsart abhängig ist. Sie vermuteten dabei zunächst, dass der Einfluss von für die Aufgabenstellung irrelevanten emotionalen Stimuli auf die Aufmerksamkeitsleistung von den Faktoren Emotionsart, Schweregrad der Aufgabenstellung und Dauer der Stimulus-Präsentation abhängig sein könnte. Zu diesem Thema gab es im Vorfeld der Studie nur sehr wenige Untersuchungen. 63 Erwachsene, die sich laut Testergebnissen im normalen Bereich der Stimmungslage und Ängstlichkeit befanden, absolvierten entweder eine einfache oder eine schwere Version einer Aufgabe zur Prüfung der Aufmerksamkeit. Mithilfe dieser Aufgabe wurden drei Bereiche der Aufmerksamkeit getestet: die Alarmbereitschaft, d.h. das zu Bewusstsein bringen der Stimuli, die Orientierung sowie die exekutive Aufmerksamkeit (auch als endogene Aufmerksamkeit bezeichnet, gekennzeichnet durch Top-down Verarbeitung). Es wurden emotionale Gesichter unterschiedlicher Valenz verwendet. Anhand der Ergebnisse zeigte sich, dass lediglich in der einfachen Aufgabenstellung bedrohliche irrelevante Stimuli im Vergleich zu nicht-bedrohlichen irrelevanten Stimuli die Orientierung unabhängig von der Dauer der Stimulus-

Präsentation beanspruchten. Diese Effekte waren während der schweren Aufgabe nicht mehr signifikant. Als die schwere und die einfache Aufgabe zusammen geprüft wurden, traten diese Effekte in dem Maße auf, dass länger präsentierte Stimuli unabhängig von ihrer Emotionsqualität größere Interferenzen hervorriefen. Diese Ergebnisse waren allerdings nicht linear. Anhand dieser Resultate schlussfolgerten die Autoren, dass bedrohliche emotionale Stimuli die Aufmerksamkeit während Aufgabenstellungen mit niedriger kognitiver Beanspruchung auf sich ziehen. Gleichzeitig konnte aber auch die Wichtigkeit der Auswahl der Aufgabenparameter unterstrichen werden. Die Dauer der Präsentation hatte lediglich einen Einfluss auf die exekutive Aufmerksamkeit (jene durch Top-down Verarbeitung gekennzeichnete Aufmerksamkeit). Der Schweregrad der Aufgabenstellung selbst hatte dagegen einen Einfluss auf alle hier untersuchten Dimensionen der Aufmerksamkeit. Da in der schwereren Aufgabenstellung keinerlei Interferenzen durch die Gesichter beobachtet werden konnten, ist zu vermuten, dass diese Art von komplexer Aufgabenstellung die Aufmerksamkeit derartig stark fokussiert, dass emotionale Gesichter hier im Vergleich zu einfachen Aufgabenstellungen kaum noch Einfluss haben. Im Gegenzug würde dies bedeuten, dass die bevorzugte Verarbeitung der bedrohlichen Gesichter in der einfachen Aufgabenstellung die gesamte Effizienz der Leistung für die Bereiche Alarmbereitschaft und Orientierung der Aufmerksamkeit reduzieren konnte, da diese relativ empfindlich gegenüber Bottom-up Prozessen der exogenen (reizinduzierten) Aufmerksamkeit sind. Dies lässt wiederum den Schluss zu, dass die bevorzugte Verarbeitung solch bedrohlicher Gesichter mit einer Bottom-up Verarbeitung einhergeht und daher einfache kognitive Prozesse, die nicht viele Ressourcen und nur wenig exekutive (endogene) Aufmerksamkeit beanspruchen, überlagert und aussticht.

Gupta und Raymond gingen 2012 der Frage nach, in welcher Region des Gehirns die Verarbeitung emotionaler Inhalte bevorzugt abläuft und welchen Einfluss dies auf andere Verarbeitungsprozesse in anderen Bereichen des Gehirns hat. Dazu stellten die Autoren die Vermutung auf, dass sich die Mechanismen im Gehirn zur Kontrolle nicht-emotionaler Kognitionsaspekte von jenen zur Regulierung der Antworten auf emotionale Stimuli in dem Maße unterscheiden, dass die Aktivität der Mechanismen zur Kontrolle emotionaler Informationen jene anderen nachteilig beeinflusst. Vorherige Studien zu diesem Thema haben gezeigt, dass zum Beispiel die Unterdrückung irrelevanter emotionaler Stimuli ein größtenteils rechts-verlagertes Aktivierungsmuster des Frontalhirns induziert. Die Autoren stellten nun die These auf, dass diese rechts-

betonte Aktivierung zu zeitweiligen Einbußen der Arbeitsleistung bei nicht-emotionalen kognitiven Prozessen führt. Um dies zu testen, wurde den Probanden kurz vor einer Buchstabensuchaufgabe jeweils ein zentrales, irrelevantes emotionales oder neutrales Gesicht präsentiert. Diese Präsentation der emotionalen, nicht jedoch der neutralen Gesichter führte im Nachgang zu einer verlangsamten Suche nach Targets, die sich in der linken, nicht jedoch in der rechten Bildhälfte befanden. Auf die Reaktionszeiten für das Auffinden der Targets in der rechten Bildhälfte hatten die emotionalen Gesichter keinerlei Einfluss. Diese Befunde stützen die Idee eines rechts-gelagerten auf emotionale Stimuli bezogenen Antwortmechanismus, der mit nicht-emotionalen kognitiven Prozessen um die Kontrolle konkurriert. Neutrale Gesichter sowie auf dem Kopf stehende (umgedrehte) neutrale Gesichter führten zu keinem solchen Lateralisierungseffekt bei den Reaktionszeiten der visuellen Suche. Auch nicht-emotionale für die Suchaufgabe irrelevante Stimuli anderer Art verursachten keinerlei Interferenzen. Die Autoren schlossen daraus, dass die gefundenen Effekte nicht durch die Komplexität der Stimuli oder den Informationsgehalt bedingt waren, sondern tatsächlich durch die emotionale Wertigkeit an sich hervorgerufen wurden. Sie interpretierten diese Tatsache als deutlichen Hinweis für einen stabilen lateralisierten Effekt emotionaler Interferenz.

Önal-Hartmann et al. untersuchten 2012 die Effekte emotionaler Interferenz auf die Vertiefung von durch Sequenzlernen erworbenen Informationen und Abläufen. In verschiedenen Sitzungen wurden die sechs Gruppen von Probanden initial mit Aufgaben des Sequenzlernens trainiert. Dabei wurde ihnen ein runder Zielreiz an einer von vier möglichen Positionen auf einem Display präsentiert. Den verschiedenen Positionen wurden unterschiedliche Tasten zugeordnet. Die Probanden sollten die jeweils zugehörige Taste betätigen, sobald das Target an einer der Positionen erschien. Wurde eine Antwort nicht korrekt gegeben, so blieb das Target solange im Bild, bis die Probanden die richtige Taste gedrückt hatten. Die Probanden wussten nicht, dass die Targets in einer bestimmten sich wiederholenden Sequenz an den jeweiligen Positionen erschienen. Alle Probandengruppen absolvierten zwei Sitzungen an zwei unterschiedlichen Tagen. Um die Festigung dieser neu erlernten Fähigkeiten zu modulieren, wurden sie nach dem Training einer von drei verschiedenen Gruppen emotionaler Stimuli (positiv, negativ oder neutral) ausgesetzt, die aus einer Anordnung emotionaler Gesichter in Kombination mit kongruenten emotional gefärbten (gefühlvollen) Musikstücken oder neutralen Geräuschen bestanden. Diese emotionalen

Interventionen wurden für jede Gruppe in zwei verschiedenen Zeitintervallen durchgeführt (entweder direkt nach einer Trainingssitzung oder sechs Stunden später). 72 Stunden nach dem Training wurde dann jede Gruppe erneut mit der Reaktionszeitaufgabe getestet. Die Leistung im Rahmen der Re-Testung wurde im Hinblick auf Antwortlatenzzeiten und Genauigkeit während der Durchführung einer Zielsequenz der Aufgabe beurteilt. Es zeigte sich, dass die emotionale Intervention weder einen Einfluss auf die Antwortzeiten noch auf die Genauigkeit bei der Re-Testung in Bezug auf die Arbeitsleistung hatte. Jedoch wurde die explizite Aufmerksamkeit hin zu der implizit erlernten Sequenz gefördert, wenn die negativen Stimuli unmittelbar nach dem Training präsentiert worden waren. Die Probanden erkannten also die in der Aufgabe versteckte Sequenz besser, wenn ein negatives Gesicht präsentiert worden war. Anhand dieser Ergebnisse zogen die Autoren den Schluss, dass die Vertiefung bei expliziten Aspekten des prozeduralen Lernens empfindlicher gegenüber emotionaler Interferenz ist als bei impliziten Aspekten. Da das Sequenzlernen an sich als ein impliziter kognitiver Vorgang betrachtet werden kann (Koch, 2002; Robertson, 2007), lässt sich der Rückschluss ziehen, dass emotionale Gesichter als Störgrößen kognitiver Prozesse nicht stark genug zu sein scheinen, um implizit ablaufende Verarbeitung, zumindest im Bereich des Lernens, zu beeinflussen. Diese Erkenntnis könnte auch im Zusammenhang mit weiteren kognitiven Prozessen von Bedeutung sein.

Emotionale Ablenkreize beeinflussen auch das Arbeitsgedächtnis (Ziaei et al., 2013). Die Anweisung für die Probanden, emotionale Bilder zu ignorieren, während sie die Übung ausführten, verursachte automatisch eine Aktivierung im Bereich des Striatums. Die Autoren vermuteten daher, dass das Unterdrücken emotionaler Störbilder separate Ressourcen benötigt.

Als ein weiteres wichtiges Beispiel von kognitiven Prozessen, auf die sich emotionale Informationen auswirken, sind Quantifizierungsprozesse zu nennen. So werden auch im Bereich der Quantifizierungsprozesse zwei unterschiedliche Verarbeitungsmodi unterschieden, von denen einer eher präattentiv und der andere eher seriell abläuft. Es handelt sich dabei um das sogenannte „Subitizing“ und das „Counting“. Diese beiden Prozesse sollen im Folgenden zunächst näher betrachtet werden.

2.2.1 Subitizing

Als Subitizing wird ein Verarbeitungsmodus im Gehirn bezeichnet, bei dem es um das

Zusammenfassen von Objekten in Form des direkten Erkennens geht. Der Begriff wurde 1949 durch E.L. Kaufman et al. geprägt, die dieses Phänomen erstmals entdeckten. Beschrieben wird damit die schnelle, unmittelbare und genaue, sowie zuverlässige und aufmerksamkeitsunabhängige Erfassung einer kleinen Anzahl von Elementen (1-3), die für eine kurze Zeit präsentiert werden (Mandler & Shebo, 1982).

Beim Subitizing handelt es sich nicht um einen Zählprozess, sondern um eine vom Zählen weitgehend unabhängige Fähigkeit, die jedoch von manchen Autoren als eine Vorstufe zum Zählen gesehen wird (Fitzhugh, 1978). Diese spontane, exakte Erfassung kleiner Mengen (von lateinisch „subito“ = sofort abgeleitet) wird auch als Vorform numerischen Denkens betrachtet (Carey, 2009). Dabei ist der zugehörige Verarbeitungsprozess tief im Gehirn und im Verhaltensrepertoire des Menschen verankert und höchstwahrscheinlich angeboren (Wynn, 1992).

So konnten Wynn 1992 und Feigenson et al. im Jahr 2000 zeigen, dass Subitizing schon bei Säuglingen im 1. Lebensjahr vorhanden ist. Feigenson et al. ließen dazu Babys unter ein, zwei oder drei essbaren Objekten wählen. Die Babys entschieden sich dabei kontinuierlich für die größere Anzahl an Essbarem. Wurden ihnen hingegen Alternativen mit einer größeren Anzahl an Objekten präsentiert, wählten sie zufällig. Die Autoren interpretierten dies als Beweis dafür, dass schon Babys schnell und adäquat zwischen kleineren Objektanzahlen unterscheiden können.

Hauser et al. konnten 2000 zeigen, dass Subitizing rudimentär auch bei Schimpansen und anderen nicht-menschlichen Primaten auftritt.

Plaisier et al. konnten in ihrer Studie 2010 herausarbeiten, dass Subitizing nicht nur im visuellen Modus abläuft, sondern höchstwahrscheinlich modalitätsunabhängig vorkommt. Hierzu wurde verglichen, wie die Zählprozesse der Probanden bei einer gewissen Anzahl Kugeln, die sich in einer Hand (unimanuell) oder verteilt auf zwei Hände der Probanden (bimanuell) befanden, abliefen. Die Studie basierte auf Voruntersuchungen, in denen bereits gezeigt werden konnte, dass Subitizing auch bei mit dem Tastsinn verknüpftem Ermessen der Anzahl von Kugeln in einer Hand auftritt.

Die Ergebnisse zeigten, dass beim Berühren, wie auch beim Sehen, eine Kombination aus Subitizing und Counting benutzt wird, um Anzahlen zu erfassen in Abhängigkeit davon, wie groß die jeweilige Anzahl an präsentierten Objekten ist. Weiterhin konnte zudem nachgewiesen werden, dass Subitizing auch bei bimanuellen Abzählprozessen auftritt. Daraus ergibt sich, dass Elementanzahlen modalitätsunabhängig verarbeitet werden.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass es sich bei dem Prozess des Subitizing folglich um einen im Gehirn fest verwurzelten automatischen Verarbeitungsprozess handelt, der bei der Beurteilung von kleinen Elementanzahlen auftritt, unabhängig davon, um welche Elemente es sich handelt und welche Sinnesmodalität beteiligt ist.

2.2.2 Subitizing und Counting

Kaufmann et al. konnten in ihrem Experiment 1949 herausarbeiten, dass der Prozess des Subitizing bei einer Anzahl von 1-3 Elementen zu beobachten war und sich vor allem dadurch auszeichnete, dass der Reaktionszeitanstieg (Slope) pro Element bei diesen Elementanzahlen im Vergleich zu größeren Anzahlen relativ niedrig blieb. Trick und Pylyshyn beschrieben in ihrer Arbeit im Jahr 1994 hierbei Reaktionszeitanstiege von 40-100 ms pro hinzukommendem Element. Ab einer Anzahl von 4 bis 7 Elementen stieg die Reaktionszeit wesentlich und proportional mit der Anzahl der zu quantifizierenden Elemente an und die Genauigkeit der korrekten Erkennung der Anzahl nahm ab (Mandler & Shebo, 1982 nach Kaufmann et al., 1949). Hierbei konnten Trick und Pylyshyn Slopes von 250-350 ms pro zusätzlichem Element ermitteln. Es konnte ein typischer regelhaft auftretender „Knick“ in der Kurve der Reaktionszeiten gefunden werden, ab dem die Reaktionszeiten rapide ansteigen (siehe Abbildung 1). Er wird in der Literatur als Grenze zwischen den beiden Prozessen Subitizing und Counting gesehen.

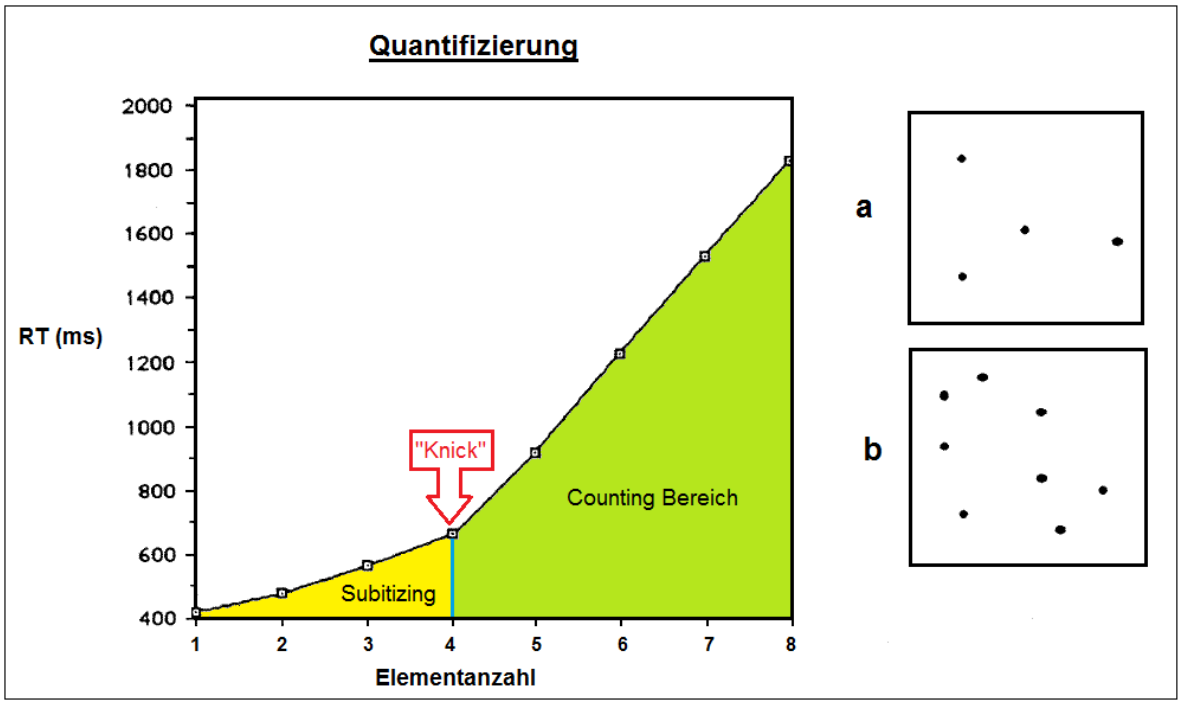

Abbildung 1: Beispielhafte Darstellung der Ergebnisse einer Quantifizierungsaufgabe mit Punkten. Gezeigt ist die Kurve der Antwortlatenzzeiten. Mit dem roten Pfeil ist der klassische „Knick“ in der Kurve gekennzeichnet, der die beiden Bereiche des Subitizing und Counting trennt. Zudem sind zwei verschiedene Beispiele von Displays mit den Punktanzahlen 4 (a) und 8 (b) gezeigt. RT (ms) = Reaktionszeiten in Millisekunden (eigene Darstellung in Anlehnung an Trick & Pylyshyn, 1994).

Die Quantifizierung einer Anzahl von 4-7 Elementen wird auch als Zählen („Counting“) bezeichnet. Ab einer Anzahl von 8 Elementen wird die Ungenauigkeit immer größer und es stellt sich zunehmend ein Prozess des Schätzens ein. Hierbei wird die präsentierte Anzahl an Elementen lediglich grob bestimmt. Während dies jedoch nur bei einer Präsentation der Elementanordnungen für eine kurze Zeitdauer gilt, zeigt sich bei unbegrenzter Darbietungszeit ein Reaktionszeitanstieg pro Element, der für den Bereich von 4 bis 30 Elementen vergleichbar groß ist und linear ansteigt (Mandler & Shebo, 1982 nach Kaufmann et al., 1949).

Diese Ergebnisse von Kaufmann et al. (1949) konnten 1982 von Mandler und Shebo repliziert werden und wurden als Beleg für eine begrenzte Kapazität des menschlichen Gehirns bezüglich Zählprozessen gewertet.

2.2.2.1 Erklärungsmodelle zu Subitizing und Counting auf der Prozessebene

Eine mögliche Begründung für die unterschiedlichen Zählprozesse versuchten 1994 Trick und Pylyshyn zu liefern. Dazu stellten sie die Vermutung auf, dass die Fähigkeit des Subitizing als ein Nebeneffekt bei der Koordination der präattentiven und attentiven

Stufen der räumlichen Verarbeitung auftritt und diskutierten dies anhand einer Literaturrecherche.

Die FINST-Hypothese

Sie fanden dabei zum einen heraus, dass immer dann, wenn räumliche Aufmerksamkeit benötigt wird, um eine räumliche Beziehung zwischen Objekten herzustellen oder eine Objekteinordnung vorzunehmen, Subitizing nicht auftritt. Zum anderen stellten sie fest, dass die Position des aufmerksamkeitsziehenden Fokus (beeinflusst durch die Salienz des Reizes) eine größere Auswirkung auf den Prozess des Counting als auf den des Subitizing hat. Erklärt wurde dies damit, dass Subitizing auf präattentiver Informationsverarbeitung beruht und somit eine parallele Verarbeitungsart darstellt, wohingegen Counting räumliche Informationen in Bezug auf die Lokalisation der Stimuli und deren Anordnung zueinander im Raum beansprucht und so einer seriellen, attentiven Verarbeitung unterliegt.

Die Autoren stützten ihre Thesen und die Interpretation ihrer Ergebnisse dabei im Wesentlichen auch auf die Arbeit von Pylyshyn 1989, in der das Subitizing als ein kapazitätsbegrenzter paralleler Prozess zur Individualisierung von Elementen charakterisiert wird (FINST-Theorie). Diese Fingers of INSTantiation Theorie besagt, dass eine kleine Anzahl von Elementen schnell parallel markiert werden kann (Watson et al., 2007). Dabei erfolgt diese Markierung durch Abbildung bzw. Indexierung eines bestimmten charakteristischen Merkmals oder eines Musters einer Ansammlung bestimmter charakteristischer Merkmale auf der Retina. Dadurch können diese sehr schnell abgerufen und erkannt werden. Im Falle des Subitizing handelt es sich dabei um maximal bis zu vier FINST Elemente, die gleichzeitig parallel erfasst und markiert werden können (Pylyshyn, 1989). Es werden auf diese Weise Merkmalscluster erstellt. Die FINST fungieren dabei als Hinweisvariablen, die ähnlich wie durch einen Fingerzeig auf ein Element hinweisen ohne dessen Beschaffenheit oder Position ausdrücklich anzugeben (Trick & Pylyshyn, 1994). Um diesen FINST Prozess nun zeitlich in den Ablauf bei der visuellen Analyse einordnen zu können, sollen zunächst die Grundlagen der Prozesse im Rahmen der visuellen Analyse erläutert werden (siehe Abbildung 2, a.). Dabei werden drei Stufen unterschieden. Die erste, räumlich parallele, präattentive Stufe kann in zwei Bereiche unterteilt werden: die Merkmalserfassung und die Gruppierung. Die Erfassung von Merkmalen beinhaltet das Auffinden der Lokalisation von charakteristischen Merkmalen an Objekten und deren Kennzeichnung.

Dieser Prozess scheint räumlich parallel zu verlaufen, d.h. die Analyse findet gleichzeitig an jedem Objektteil statt. Daher können Objekte, die sich voneinander unterscheiden, auf der Basis von Merkmalen gleichzeitig erkannt werden unabhängig von der Gesamtanzahl an Objekten im abzusuchenden Display. Es dauert zum Beispiel nicht länger, ein rotes Objekt zwischen 30 grünen auszumachen als 10 rote Objekte zwischen 30 grünen. Ein rotes Objekt springt zwischen den grünen hervor und wird so schnell verarbeitet. Im nächsten Schritt werden die zuvor parallel erfassten Objekte im Rahmen der Gruppierung zusammengefasst. Es wird vermutet, dass Merkmalscluster auf der Basis der räumlichen Lage der Objekte zueinander, deren Ähnlichkeit sowie deren Unterschiede und Gemeinsamkeiten generiert werden. Die Probanden sehen eine implizite Grenze, die Objekte mit abweichenden Merkmalen umgibt und von den sonstigen Objekten auf dem Display absetzt. Damit kann diese Gruppe leicht gefunden werden; zum Beispiel ein Quadrant mit vertikalen Linien zwischen horizontalen Linien. Dieser gesamte Gruppierungsprozess findet noch im Rahmen der präattentiven Verarbeitung statt und ist der zweiten Stufe vorgeschaltet (Trick & Pylyshyn, 1994).

In der zweiten Stufe mit attentiver, serieller Verarbeitung greifen visuelle Routineabläufe und räumliche Aufmerksamkeit wird beansprucht. Visuelle Routineabläufe sind zielgesteuert. Obwohl einige Abschätzungen zufällig passieren (wie beispielsweise das Erfassen der Objektformen) hängt das Ergebnis dieser Analyseebene insgesamt von der Intention des Betrachters ab. Beispielsweise zählt man in einem Wald nicht automatisch die Bäume, sondern tut dies nur, wenn man es auch möchte (Trick & Pylyshyn, 1994).

Die letzte und dritte Stufe der visuellen Analyse ist die visuelle Kognition. Die Objekterkennung findet auf dieser Ebene statt. Die strukturellen Beschreibungen, die in den vorherigen Ebenen erstellt wurden, werden nun mit Erinnerungen im Gedächtnis an ähnliche Objekte oder Objektklassen verglichen. Wird eine Übereinstimmung gefunden, kann das Objekt benannt oder kategorisiert werden (Trick & Pylyshyn, 1994).

Die FINST werden nach den präattentiven Prozessen der Merkmalserfassung und der Gruppierung, jedoch vor den attentiven Prozessen der räumlichen Aufmerksamkeit festgesetzt (siehe Abbildung 2, b.). Theoretisch ist die FINST Ebene damit präattentiv, praktisch stellt sie eine Zwischenstufe zwischen beiden Ebenen dar. Die begrenzte Kapazität der FINST ist nützlich, um Ziele auszuwählen, auf die der Fokus der Aufmerksamkeit gerichtet werden soll. Würden beliebig viele FINST festgesetzt werden können, wäre es sinnlos, da jede Lokalisation im Display markiert wäre. Es wird

allerdings immer mehr als ein FINST benutzt, da sonst keine räumliche Beziehung zwischen den Objekten und Clustern errechnet werden kann und die Kapazität fehlt, in einem späteren Schritt eine detaillierte Analyse all dieser Elemente auf einmal durchzuführen (Trick & Pylyshyn, 1994).

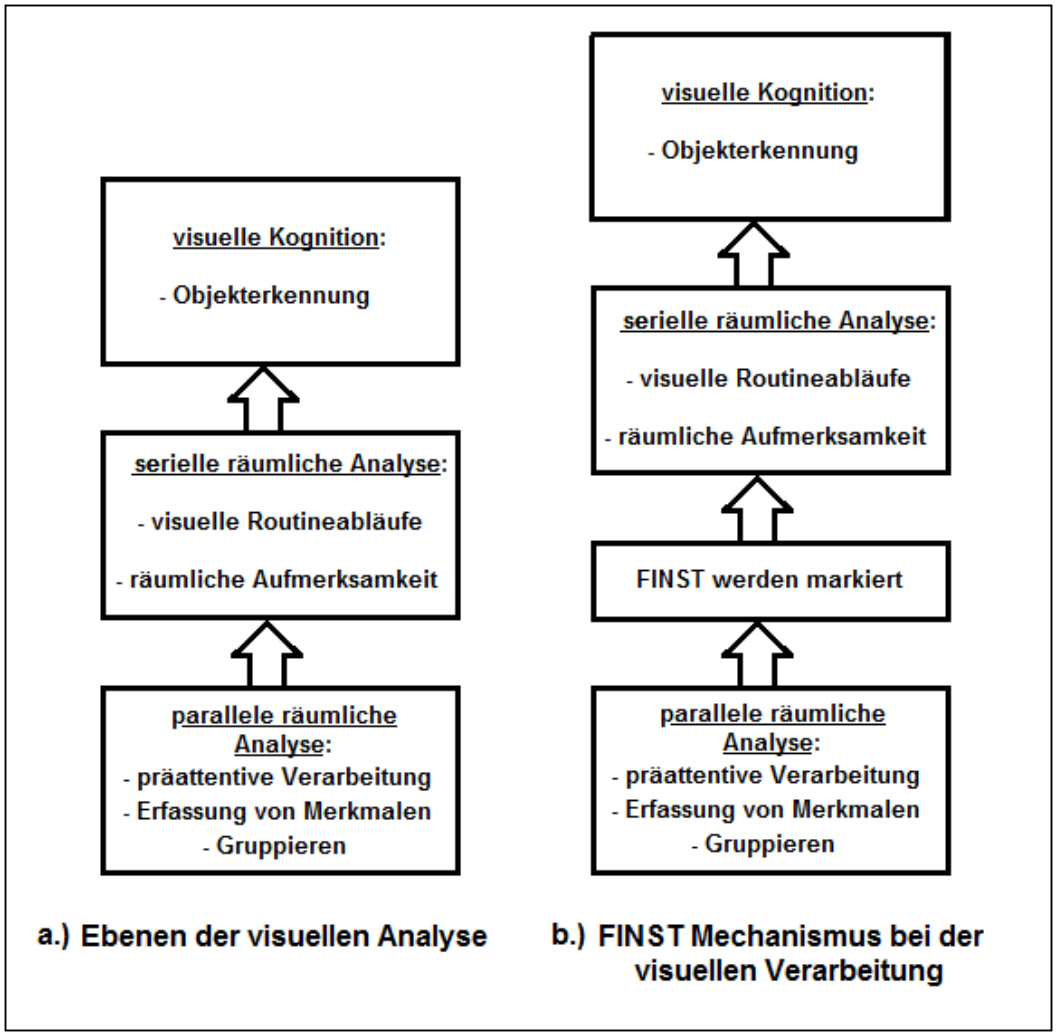

Abbildung 2: Darstellung des Ablaufs der visuellen Analyse und Einordnung des FINST Mechanismus in diesen Ablauf. Der FINST Mechanismus läuft unmittelbar nach den präattentiven Prozessen ab (eigene Darstellung in Anlehnung an Trick & Pylyshyn, 1994).

Ist das Kontingent der möglichen FINST aufgebraucht, greift ein serieller Prozess, der die FINST auflöst und neu verteilt, wobei ein Zwischenstand der bislang festgesetzten FINST nach jedem Schritt der Neuverteilung festgeschrieben wird. Daher kommt es zu einem Anstieg der Reaktionszeiten (Watson et al., 2005; Maylor et al., 2011).

Weiterhin scheint Subitizing nur aufzutreten, wenn ein Element präattentiv unverwechselbar gemacht werden kann und in diesen Fällen auch das „location precuing“ (Vorbereiten der Probanden, wo der nächste Reiz voraussichtlich erscheinen

wird) keine großen Auswirkungen hat. Daraus wurde gefolgert, dass es ein frühes präattentives Stadium gibt, in dem eine kleine Anzahl salienter Reize im Blickfeld indexiert wird und dadurch für eine Vielzahl visueller Aufgaben verfügbar gemacht wird. Subitizing ist folglich eher durch das unbewusste Zählen indexierter Reize als durch das Zählen normaler, nicht indexierter Elemente im Blickfeld bedingt (Trick & Pylyshyn, 1994). Dies erklärt auch, warum Zielreize (Targets) bei visuellen Zählaufgaben nur dann durch Subitizing verarbeitet werden können, wenn sie sich signifikant durch ein besonders salientes Merkmal von den hinzugefügten Ablenkreizen (Distraktoren) unterscheiden lassen. Dieses einzigartige Merkmal kann dabei parallel mitverarbeitet werden und benötigt keine gesonderte Aufmerksamkeit, sodass präattentive Prozesse weiterhin ungestört und unbeeinflusst ablaufen können. Dagegen können Elemente, die Aufmerksamkeit für ihre Erkennung und Zuordnung benötigen, nicht durch Subitizing verarbeitet werden. Für den Fall einer visuellen Zählaufgabe bedeutet dies, dass im direkten Vergleich miteinander nicht ausreichend saliente Targets bzw. Distraktoren nicht durch Subitizing verarbeitet werden können und damit einer seriellen, attentiven Verarbeitung unterliegen, die sich durch mit steigender Reizanzahl immer größer werdenden Reaktionszeitanstiegen äußert. Die FINST können in diesem Fall nicht parallel entlang des gesamten Displays zugewiesen werden, da die einzelnen Elemente nicht präattentiv unterscheidbar sind. Es muss daher jedes Element einzeln visuell aufmerksamkeitsgesteuert erfasst und identifiziert werden und die FINST werden dabei auch für eine sehr kleine Anzahl an Elementen lediglich auf eine serielle Art festgesetzt (Watson et al., 2005; Maylor et al., 2011).

Die pattern matching Hypothese

Bereits Mandler und Shebo stellten 1982 eine Theorie auf, wie genau es zu Subitizing und Counting kommt. Dabei konnten sie feststellen, dass das Erfassen von Reizanzahlen im Subitizing Bereich auf der Basis der Wiedererkennung anerkannter Muster abläuft. Die Probanden erkennen in der Displayanordnung der präsentierten Elemente ein bereits zuvor einmal gesehenes Muster und bestimmen daraus die Elementanzahl. Diese pattern matching Theorie stellt ein weiteres Erklärungsmodell für das Subitizing Phänomen dar. Das Display fungiert dabei als abrufbarer Hinweis der zur Aktivierung einer numerischen Antwort führt, die bereits in der Vergangenheit einmal mit einem sehr ähnlichen Display verknüpft war. Ist die Aktivierung suffizient genug, kann diese Antwort dann direkt in der gerade aktuellen Aufgabe reproduziert werden.

Der Grad der Aktivierung hängt dabei direkt vom Grad der Ähnlichkeit der beiden Displayanordnungen ab. Je ähnlicher sich diese sind, desto höher und suffizienter ist die Aktivierung.
Dabei können Muster im Subitizing Bereich direkt abgerufen werden und führen so zu einer prompten Erkennung der Elementanzahl, wohingegen Muster aus dem Counting Bereich dies nicht können. Hier muss die Anzahl neu durch Abzählen ermittelt werden. Die Autoren konnten allerdings zeigen, dass solche Musterhinweise auch das Abzählen größerer Elementmengen verbessern können, wenn die Displayanordnungen für eine zu kurze Zeit präsentiert werden, um den normalen Prozess des Counting ablaufen zu lassen und die Muster sich zudem wiederholen.
Dieses Erklärungsmodell für Subitizing und Counting konnten Logan und Zbrodoff im Jahr 2003 bekräftigen. Sie überprüften die Hypothese, dass Personen Displays mit kleinen Elementanzahlen abzählen, indem sie diese mit ähnlichen, in der Vergangenheit gesehenen Displays vergleichen.
Ein solches Abrufen impliziert jedoch, dass das präsentierte Display anderen mit der gleichen Elementanzahl ähnelt und sich von jenen mit unterschiedlicher Elementanzahl unterscheidet. Die Probanden zählten in diesem Experiment Punkte auf einem Display mit einer Anzahl zwischen 1-10. Eine Gruppe bekam dabei Displaymuster mit gleichen Punkteanzahlen, die andere Gruppe Displaymuster mit unterschiedlichen Punkteanzahlen.
In der Gruppe mit den gleichen Punktezahlenmustern waren die Einschätzungen der Probanden bei einer Punktezahl von 1-3 (also im Subitizing Bereich) besser als von 4-10 (also außerhalb des Subitizing Bereiches). Die Autoren kamen daher zu dem Ergebnis, dass eine Anzahl von 1-3 Punkten genau in Displayform abgerufen werden kann, eine Anzahl von 4-10 Punkten jedoch nicht.
Watson et al. konnten in ihrer Studie im Jahr 2007 innerhalb dreier Experimente zum Thema Einflüsse des Alters der Probanden und Einflüsse der Distraktoren auf die Quantifizierung nicht zwischen der am Anfang dieses Kapitels erläuterten FINST Theorie von Pylyshyn (1989) als mögliche Erklärung für das Subitizing Phänomen und der pattern matching Theorie differenzieren. Durch diese Ergebnisse kamen die Autoren zu dem Schluss, dass eine klare Entscheidung für eine der beiden Theorien nicht möglich zu sein scheint, da sich diese sehr ähnlich sind und eher eine Verknüpfung beider als Erklärungsmodell für die genauen Abläufe bei Subitizing und Counting wahrscheinlich ist.

2.2.2.2 Neuronale Muster und Zusammenhang mit anderen kognitiven Prozessen

Piazza et al. untersuchten 2002 mithilfe einer PET (Positronen-Emissions-Tomographie) Studie, wo die neuralen Zentren der kognitiven Prozesse im Rahmen des Subitizing im Gehirn liegen und ob sie sich anderen zerebralen Arealen zuordnen lassen als jene im Rahmen des Counting. Weiterhin interessierte, inwieweit es sich bei den beiden Verarbeitungsstrategien um separate oder funktionell überlappende Vorgänge handelt.

In dieser Studie wurden den Probanden Quantifizierungsaufgaben mit Punkten auf einem Display präsentiert. Die Punktanzahlen variierten dabei zwischen 1-4 Punkten und zwischen 6-9 Punkten. Weiterhin wurde die räumliche Anordnung der Punkte variiert (von zufällig bis bekannt), um zu prüfen, ob bekannte Displayanordnungen besser und schneller verarbeitet werden als zufällige.

Die Ergebnisse zeigten, dass es ein gemeinsames Netzwerk für Subitizing und Counting gibt, welches extrastriatale Areale im Mittelhirn, Areale im Okzipitalhirn und intraparietale Areale beinhaltet. Die Intensität und das räumliche Ausmaß der Aktivierung dieses Netzwerkes wurden durch die Punkteanzahl und ihre räumliche Anordnung beeinflusst. Bei steigender Punkteanzahl auf dem Display stieg parallel auch die Aktivierung des neuralen Netzwerks bis zu einem Maximum bei einer Punktezahl von 6-9 an. Im direkten Vergleich zwischen dem Subitizing Bereich (1-4 Punkte) und dem Counting Bereich (> 4 Punkte) zeigte sich, dass das Counting mit einer erhöhten Aktivität im okzipitoparietalen Netzwerk verbunden war, wohingegen beim Subitizing dort keine erhöhte Aktivität zu verzeichnen war.

Diese Ergebnisse brachten die Autoren zu der Schlussfolgerung, dass die beiden Prozesse Subitizing und Counting im gleichen neuralen Netzwerk, welches verschiedene Areale im Gehirn umfasst, verschaltet werden und ablaufen. Unterschiede ergeben sich lediglich im Grad der Aktivierung. Je aufwendiger die zu verarbeitende Information, desto mehr Teilbereiche des Netzwerks werden aktiv und desto stärker ist die Aktivierung. Sie scheint auch vom Ausmaß der benötigten Ressourcen für die bewusste Aufmerksamkeit bei serieller Verarbeitung abzuhängen. Es lässt sich daher zusammenfassend sagen, dass für Subitizing keinerlei separate neurale Aktivierung stattfindet, die sich von jener im Counting Bereich unterscheidet.

Bezüglich der Auswirkungen der räumlichen Anordnung der Punkte auf dem Display konnte bei vergleichender Betrachtung keine unterschiedliche Aktivierung des neuralen Netzwerks für zufällige oder bekannte Displayanordnungen gefunden werden. Die

Autoren vermuteten daher bezüglich der pattern matching Theorie, dass es eine bestimmte Form der Mustererkennung in allen Anordnungen gab.

Insgesamt konnte die Hypothese, dass Subitizing und Counting zwei auf der Basis verschiedener neuraler Netzwerke qualitativ unterschiedliche Mechanismen sind, durch diese Studie nicht belegt werden. Wie sich die neurale Aktivierung der beiden Prozesse gestaltet, konnte damit geklärt werden.

Eine andere mit den Unterschieden und Ähnlichkeiten von Subitizing und Counting zusammenhängende Frage ist, inwieweit sie mit anderen kognitiven Prozessen verknüpft sind und in Beziehung stehen.

Tuholski et al. (2001) konnten zum Beispiel einen differentiellen Zusammenhang der beiden Verarbeitungsmodi im Rahmen der Quantifizierung mit Prozessen des Arbeitsgedächtnisses zeigen.

Das Arbeitsgedächtnis stellt eine der kürzesten und am wenigsten selektiven Gedächtnisformen dar. Es wird in der Literatur als grundlegende Bedingung nahezu aller höheren kognitiven Leistungen des Menschen gesehen. So gilt es unter anderem als wesentliche kognitive Voraussetzung für grundlegende mathematische Operationen bis hin zu sprachlichen und komplexeren visuell-räumlichen Leistungen. Allgemein wird das Arbeitsgedächtnis als Verbindungspunkt zwischen Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Langzeitgedächtnis, kognitiver Kontrolle und Handlungsplanung betrachtet (Gruber, 2008).

Nach dem Modell von Baddeley und Hitch aus dem Jahr 1974, welches 2000 von Baddeley erweitert wurde, kann das Arbeitsgedächtnis in vier funktionell getrennte Komponenten eingeteilt werden, die aber miteinander in Verbindung stehen. Es handelt sich dabei um die zentrale Exekutive, die als Steuer- und Organisationselement fungiert, und drei passive Speichersysteme (sogenannte „Sklavensysteme“). Dies sind die phonologische Schleife, die vor allem für die Verarbeitung verbaler Informationen zuständig ist, der räumlich visuelle Notizblock, der visuelle Informationen verarbeitet, und der episodische Puffer, der sowohl visuelle als auch phonologische Informationen in Form von Episoden speichert. Alle drei Subsysteme werden von der zentralen Exekutive gesteuert und überwacht. Sie regelt unter anderem die Verteilung der Prioritäten der Arbeitsvorgänge (Baddeley, 2009).

In der Studie von Tuholski wurden den Probanden nun Arbeitsgedächtnisaufgaben und Quantifizierungsaufgaben präsentiert. Im ersten Experiment erzielten die Probanden, die wenige Punkte in der Arbeitsgedächtnisaufgabe erreicht hatten, auch schlechte

Ergebnisse, in Form von langen Reaktionszeiten und hohen Reaktionszeitanstiegen, im aufmerksamkeitsbeanspruchenden Counting-Teil der Abzählaufgabe. Dagegen konnten im aufmerksamkeitsunabhängigen Subitizing Teil keine Unterschiede gefunden werden.
Im zweiten Experiment wurden verbundene und unverbundene Distraktoren zu der Abzählaufgabe hinzugefügt. Dabei wiesen die verbundenen Distraktoren äußerliche Merkmale auf, die die Probanden ebenfalls benutzten, um die Zielreize zu identifizieren. Aufgrund der physischen Ähnlichkeit der zu zählenden Targets und der zu ignorierenden Distraktoren, welche die Unterscheidung dieser beiden Stimulusarten erschwerte, wurde angenommen, dass kontrollierte Verarbeitung für das Zählen erforderlich sei. Obwohl die verbundenen Distraktoren sowohl die Probanden mit den hohen, als auch jene mit den niedrigen Arbeitsgedächtnisspannen ungünstig beeinflussten, war der Effekt bei jenen mit den niedrigen Arbeitsgedächtnisspannen doch viel größer. Eine steigende Target-Distraktor Ähnlichkeit beeinflusste auch in dieser Studie die Ergebnisse bei der Quantifizierung negativ und die Arbeitsgedächtnisspannen schienen mit den Ergebnissen beim Counting zu korrelieren. Die Autoren führten dies darauf zurück, dass Personen mit einer größeren Arbeitsgedächtnisspanne bessere Inhibitoren sind und dadurch irrelevante Informationen grundsätzlich besser unterdrücken können als jene mit einer geringen Spanne des Arbeitsgedächtnisses und damit auch einer geringeren Kapazität. Die besseren Resultate sind daher laut den Autoren ein Nebenprodukt der effizienteren Inhibitionsfähigkeit. Diese Annahme geht auch mit den beobachteten individuellen Unterschieden im Counting Bereich und den gleichzeitig fehlenden Unterschieden im Subitizing Bereich konform.
Die Autoren kamen durch diese Ergebnisse zu dem Schluss, dass Unterschiede in der Kapazität des Arbeitsgedächtnisses mit Unterschieden in der Fertigkeit der kontrollierten Aufmerksamkeit korrelieren.
Betrachtet man die bislang in diesem Kapitel vorgestellten Ergebnisse in der Zusammenschau kann festgehalten werden, dass es sich bei Subitizing und Counting um zwei unterschiedliche Verarbeitungsmodi zu handeln scheint, die jedoch im gleichen neuralen Netzwerk verschaltet werden. Unterschiede der beiden Prozesse bestehen im Zusammenhang mit anderen kognitiven Prozessen wie dem Arbeitsgedächtnis. Außerdem ist anzunehmen, dass sich auch Ablenkreize verschiedenartig auf die beiden Prozesse auswirken. Dieser Aspekt soll im Folgenden näher beleuchtet werden.

2.2.3 Distraktoren

Bereits Trick und Pylyshyn konnten 1993 zeigen, dass Subitizing auch auftritt, wenn Ablenkreize (Distraktoren) zu der zu erfassenden Anzahl an Zielreizen (Targets) hinzugefügt werden.

Target-Distraktor Ähnlichkeit

Ähnlich wie im Falle der visuellen Suche, stellt auch hier die Menge der zu erfassenden (also in diesem Fall zu zählenden) Stimuli die Targets dar und die für die Aufgabenstellung irrelevanten Reize, die zusätzlich präsentiert werden und sich von den Targets mehr oder weniger stark unterscheiden, sind die Distraktoren. Dabei sollten die Probanden zunächst die Anzahl der Buchstaben O zwischen den vielen X Buchstaben ermitteln und im nächsten Schritt dann O Buchstaben zwischen Q Buchstaben abzählen. Es zeigte sich, dass Subitizing mit O als Target und X als Distraktor auftrat, jedoch nicht wenn Q als Distraktor fungierte. Daraus folgerten die Autoren, dass Subitizing abläuft, wenn sich Target und Distraktor durch ein Merkmal unterscheiden, das ebenfalls parallel verarbeitet werden kann und damit die Verarbeitung selbst nicht stört. Wenn hingegen die Target-Distraktor Kombination selbst schon eine serielle Verarbeitung zur Differenzierung beansprucht, kann Subitizing in der Anwesenheit solcher Distraktoren nicht stattfinden. Da sich Q und O sehr ähnlich sehen und sich nur durch ein kleines, nicht leicht zu verarbeitendes Merkmal am Q unterscheiden, wird dabei scheinbar die serielle Verarbeitung benötigt und somit kann der Prozess des Subitizing nicht ablaufen.

Einfluss der Distraktoranzahl

Goldfarb und Levy untersuchten 2013 die Rolle der Anzahl von Distraktoren beim Erfassen kleiner Targetmengen. Es wurden im Rahmen der Studie verschiedene Distraktortypen geprüft und verglichen, sowohl innerhalb als auch außerhalb des Subitizing Bereiches, große und kleine Mengen dieser Distraktoren und verschiedene Anordnungen im Display. Dabei benutzten die Autoren im ersten Experiment das Design von Trick und Pylyshyn mit O Buchstaben als Targets und X Buchstaben als Distraktoren. Es wurden dabei zwei Distraktortypen unterschieden: Distraktoren im Subitizing Bereich (wenige und viele) und über den Subitizing Bereich hinaus (ebenfalls wenige und viele). Die Ergebnisse zeigten, dass die Probanden schnellere Reaktionszeiten erreichten, wenn sich weniger Distraktoren in der Menge abzuzählender Targets befanden, als wenn die Distraktoranzahl größer war. Dies war

sowohl für den Subitizing als auch für den Counting Bereich der Fall. Durch das zweite Experiment konnten diese Resultate repliziert werden. Es konnte zudem gezeigt werden, dass das Hinzufügen von weiteren Distraktoren zu der bereits vorhandenen Menge keinerlei Reaktionszeitanstiege beim Abzählen der Targetmenge zur Folge hatte, insofern die Anordnung der Distraktoren einem bestimmten Muster entsprach, welches ein Gruppieren dieser erlaubte. Aus diesem Ergebnis zogen die Autoren den Schluss, dass die Anzahl einer kleinen Zielteilmenge von Elementen in einem Display nur direkt und unabhängig von den sonst im Display befindlichen anderen irrelevanten Elementen erfasst werden kann, wenn die Distraktoren gruppiert werden können. Die Autoren postulierten daher die These, dass im Vorfeld des Subitizing und Counting zunächst „Pre-Subitizing“ und „Pre-Counting“ Prozesse ablaufen, die der Lokalisation und Einordung der in einem Display vorhandenen Elemente dienen und im Rahmen derer eine genaue Bestimmung der Position sowie ggf. eine Gruppierung der Elementmengen und eine Zuordnung anhand der Form und Größe stattfinden, um die nachfolgende Mengenerfassung überhaupt zu ermöglichen. Kann eine solche Kategorisierung im Vorfeld stattfinden, beanspruchen zusätzlich hinzukommende Distraktorelemente dann keinerlei Aufmerksamkeit mehr, da sie einfach in das bestehende System eingeordnet werden und ihre Position nicht komplett neu bestimmt werden muss. Das bedeutet, die Targetanzahl in einer Elementmenge kann nicht einfach direkt erfasst werden, wie etwa die Form oder Farbe eines Elements, sondern es wird zunächst eine gedankliche Karte erstellt, in die bereits alle Positionen und Lokalisationen sowie die Formen der zugehörigen Targets und auch Distraktoren eingebunden sind, bevor die Anzahl der gewünschten Zielmenge schnell und ohne attentiven Aufwand erfasst werden kann.

Einfluss auf andere Sinnesmodalitäten

Plaisier et al. untersuchten in ihrer Studie aus dem Jahr 2010, wie bereits im Kapitel 2.2.1 beschrieben, den Aspekt des Subitizing bezogen auf den Tastsinn und konnten zeigen, dass Subitizing modalitätsunspezifisch auftritt. Die Autoren betrachteten im Jahr 2011 in einer neuerlichen Studie zu diesem Thema allerdings noch einen weiteren Aspekt. Subitizing wird, wie bereits ausführlich beschrieben, bei visuellen Prozessen durch Hinzufügen von Distraktoren in unterschiedlicher Weise beeinflusst, stark abhängig davon, welche Anzahl und Art von Distraktoren verwendet werden und wie salient diese im Vergleich zu den Targets sind. In diesem Zusammenhang testeten die Autoren nun, ob und inwiefern sich das Hinzufügen eines Elements zu den Targets bei

der Beurteilung mittels Tastsinn auswirkt. Zu diesem Zweck wurden die Probanden gebeten, eine bestimmte Anzahl von Kugeln zu beurteilen, die sich in ihrer Hand befand. Zu diesen Kugeln konnte dann fakultativ entweder ein Würfel oder ein Oval hinzugefügt werden. Ein Würfel stellte einen hoch salienten Distraktor im Vergleich zu den Kugeln dar, ein Oval hingegen nicht. Die Resultate zeigten, dass der Zusatz eines Distraktors, unabhängig von dessen Form, zu einem Anstieg der Reaktionszeiten führte. Subitizing trat lediglich auf, wenn der Distraktor hoch salient war. Damit konnten die Autoren die bereits im visuellen Bereich gefundenen Ergebnisse auch für den Bereich des Tastsinnes bestätigen.

Einfluss im Zusammenhang mit dem Alter der Probanden

Zum Thema der Auswirkungen des Alters der Probanden auf die Prozesse des Subitizing und Counting im Zusammenhang mit Distraktoren veröffentlichten Watson et al. im Jahr 2005 und Maylor et al. im Jahr 2011 wichtige Studien.

Watson et al. fanden heraus, dass höheres Alter, entgegen der Theorie einer generellen Verlangsamung im Alter, nicht mit Rückgang der Abzählraten von Targets in einer Menge mit Distraktoren einherging. Sie testeten dabei auch gleichzeitig den Einfluss der Target-Distraktor Ähnlichkeit auf die Quantifizierungsprozesse.

Im ersten Experiment sollten junge und ältere erwachsene Probanden zu diesem Zweck Targets (Buchstaben: Os) mit und ohne schwer zu differenzierende Distraktoren (Buchstaben: Qs) abzählen. Ohne die Distraktoren trat die gewöhnliche, bekannte Subitizing-Counting Struktur, wie in der Literatur beschrieben, in beiden Altersgruppen gleichermaßen auf. Die Subitizing-Spanne, also bis zu wie vielen Elementen das Subitizing auftrat, war mit 3,3 Elementen ebenfalls die gleiche. Es wurden ohne Distraktoren keinerlei Hinweise auf eine alters-assoziierte Abnahme der Abzählraten gefunden, weder im Subitizing noch im Counting Bereich. Es zeigten sich insoweit also keinerlei Unterschiede zwischen den Altersgruppen.

Wurden die Distraktoren hinzugefügt, trat das Subitizing nicht mehr auf. Die Abzählraten blieben dabei in beiden Altersgruppen gleich, wohingegen sich die Reaktionszeiten bei den älteren Probanden verschlechterten, sie wurden langsamer.

Das zweite Experiment ergab ähnliche Ergebnisse unter etwas abgewandelten Bedingungen, nämlich einer feineren Abstimmung der Target-Distraktor Ähnlichkeit. Eine ansteigende Ähnlichkeit verminderte selektiv die Effizienz des Abzählens kleiner Anzahlen (< 4), also im Subitizing Bereich. Beim Abzählen größerer Anzahlen, also im

Counting Bereich, oder beim Aufsuchen einzelner Zielreize blieb dieser Effekt jedoch aus.
Im dritten Experiment zeigte sich erneut, dass die Target-Distraktor Ähnlichkeit größere Auswirkungen auf ältere Personen im Subitizing Bereich bezüglich einer Verlängerung der Reaktionszeiten hatte als auf jüngere Personen. Im Counting Bereich war dies nicht der Fall.
Unter den Bedingungen dieser Studie ließen sich jedoch insgesamt über die gesamte Quantifizierungsspanne gemittelt keine signifikanten alters-assoziierten Unterschiede beim Abzählen von Elementmengen feststellen.
Zu ergänzenden und teilweise ähnlichen Ergebnissen kamen auch Maylor et al. 2011. Sie untersuchten die Auswirkungen von Distraktoren auf visuelle Abzählprozesse bei Kindern und Erwachsenen im Vergleich. Die FINST Theorie von Trick und Pylyshyn wurde hier erstmals mit Kindern getestet. Es wurden erneut Os abgezählt, zum einen ohne Distraktoren (X Buchstaben), zum anderen mit diesen. 35 Kinder im Alter von 6-11 Jahren und 17 Erwachsene nahmen an der Untersuchung teil. Dabei zeigte sich, dass die Subitizing-Spanne vom Kindesalter bis hin zum Erwachsenenalter signifikant anstieg (von 2,8 Elementen bei Kindern auf 3,5 Elemente bei Erwachsenen), genau wie auch die Counting-Rate. Die Reaktionszeiten fielen mit dem Alter, wie von den Autoren vermutet, in allen Aufgabenteilen kontinuierlich ab. Der Einfluss der Distraktoren auf die Reaktionszeiten der Abzählprozesse ließ dagegen mit zunehmendem Alter nach. Die Subitizing-Rate blieb unabhängig vom Alter der Probanden gleich, auch wenn sie sich durch die Distraktoren verschlechterte, trat dieser Effekt in allen Altersstufen gleichermaßen auf. Die Counting-Rate verbesserte sich hingegen mit zunehmendem Alter und wurde durch die Anwesenheit der Distraktoren nicht negativ beeinflusst. Die Autoren zogen daraus den Schluss, dass Distraktoren die im Rahmen der FINST Hypothese beschriebene Effizienz beeinträchtigen. Damit konnten die Autoren die Ergebnisse von Watson et al. teilweise bestätigen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Distraktoren im Zusammenhang mit Quantifizierungsprozessen von großer Relevanz sind, da sie diese abhängig von ihrer jeweiligen Salienz und Ähnlichkeit zum Target, sowie ihrer Lokalisation und Anzahl im Vergleich zum Target mehr oder weniger stark beeinflussen können. Dabei spielt sowohl der im Rahmen der Aufgabenstellung durch die Anzahl der Targets hervorgerufene Verarbeitungsmodus als auch jener zur Differenzierung der Distraktoren

eine zentrale Rolle. Es scheint in der Summe der Resultate bisheriger Untersuchungen einen Konsens darüber zu geben, dass stark saliente Distraktoren, die leicht und schnell vom Target unterschieden werden können, direkt parallel mitverarbeitet werden können und somit den Prozess des Subitizing nicht stören.

2.2.4 Auswirkungen von Emotionserkennung auf die Prozesse des Subitizing und Counting

Ausgehend von dem Befund, dass saliente Reize andere kognitive Verarbeitungsprozesse stören können (siehe Kapitel 2.2), sollte die als präattentiv postulierte Verarbeitung der in der Literatur als salient beschriebenen Emotion Ärger zu stärkeren Interferenzen bei kognitiven Aufgaben führen als die Emotion Freude.

Aufgaben, die sich für eine Verifizierung dieser Vermutung besonders eignen, sind Quantifizierungsaufgaben. Innerhalb eines vergleichbaren experimentellen Settings lassen sich durch eine Variation der zu quantifizierenden Elemente entweder präattentive oder eher kontrollierte Prozesse induzieren. Die Frage ist, inwieweit emotionale Gesichter zu einer differentiellen Störung dieser beiden Verarbeitungsmodi führen.

Eine differentielle Störung von Subitizing und Counting Prozessen konnte 2008 von Gotoh et al. für Wortmaterial nachgewiesen werden. Die Autoren untersuchten den Einfluss emotionaler Stimuli, in Form von Wörtern, auf diese Quantifizierungsprozesse. Dabei wurde den Probanden in jedem Trial eine Zusammenstellung von 1 bis 10 affektiven, positiven, negativen oder neutralen Wörtern für jeweils 200 ms präsentiert. Die Probanden sollten diese Wörter dann zählen.

Dabei kam heraus, dass für negative und positive Wörter die Fehlerrate größer und die Antwortzeiten länger waren als für neutrale Wörter. Dieser Effekt trat nur für Modulgrößen innerhalb des zählbaren Bereichs auf (1-7 Wörter pro Zusammenstellung). Dabei traten keine Effekte in den Fehlerraten bei Wörteranzahlen von 1-4 pro Ansammlung auf. Der Effekt der größeren Fehlerraten und verlängerten Antwortzeiten für positive und negative Wörter verschwand komplett im nicht mehr zählbaren Bereich des Schätzens (8-10 Wörter).

Diese Studie belegt damit den Einfluss emotionaler Stimuli auf die Informationsverarbeitungsprozesse des Subitizing und Counting.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll nun der Einfluss emotionaler Stimuli in Form von Gesichtern auf die Prozesse des Subitizing und Counting untersucht werden. Der

Bereich des Subitizing wurde dabei auf eine Elementmenge von 1-4 Stimuli festgelegt, der des Counting auf eine Elementmenge auf 5-7 Stimuli. Alle Auswertungen und Ergebnisse beziehen sich auf diese Definition der beiden Bereiche.

2.3 Bedeutung klinischer Störungen und ihr Bezug zur Persönlichkeitsstruktur

Viele psychische Erkrankungen gehen mit Defiziten in kognitiven Prozessen einher. Einige wegweisende Studien aus der Kognitionspsychologie beschäftigten sich mit den verschiedenen Verarbeitungsprozessen (automatische und kontrollierte Prozesse) unter Verwendung des Paradigmas der visuellen Suche.

2.3.1 Persönlichkeitsfaktoren und zugehörige klinische Störungen in ihrem Einfluss auf die visuelle Suche und die Verarbeitung emotionaler Stimuli

Magaro et al. untersuchten bereits im Jahr 1983 die Unterschiede zweier verschiedener Persönlichkeitstypen auf kognitiver Ebene im Rahmen einer visuellen Suche. Es handelte sich dabei um die hysterische Persönlichkeitsstruktur und um die zwanghafte Persönlichkeitsstruktur.

Die Probanden hatten bei diesem Experiment die Aufgabe, einen Zielbuchstaben innerhalb einer bestimmten Buchstabenanordnung zu finden. Es wurde dabei immer ein K als Zielbuchstabe gewählt. Die Distraktorbuchstaben waren entweder eher runde Buchstaben (O, C, G, S, Q) oder eher geradlinige Buchstaben (I, V, E, N).

Die runden Buchstaben stärkten dabei eine parallele (automatische) Suche, während die geradlinigen eher eine serielle (kontrollierte) Suche förderten.

Dabei fanden die Autoren heraus, dass die hysterischen Persönlichkeitstypen im Vergleich zu den zwanghaften Persönlichkeitstypen und der Kontrollgruppe langsamere Reaktionszeiten aufwiesen. Sie brauchten länger für die Suche nach dem Zielbuchstaben.

Die Autoren folgerten daraus, dass die hysterischen Persönlichkeitstypen eine serielle Suchstrategie anwendeten, um ihre fehlende Effizienz bei der Informationsverarbeitung auszugleichen, und sich dadurch von den zwanghaften Persönlichkeitstypen unterschieden.

Diese wiesen nämlich ähnliche Reaktionszeiten und damit auch Suchstrategien und Verarbeitungsmuster auf wie die Kontrollgruppe (Magaro et al., 1983).

Ähnliche Ergebnisse fanden 1992 Newton et al. In ihrer Studie untersuchten die Autoren ebenfalls die persönlichkeitsbezogenen Unterschiede bei der visuellen Suche.

Sie verwendeten als Grundlage das Persönlichkeitsmodell nach Eysenck, in Form des EPQ (Eysenck Personality Questionnaire). Bei diesem Persönlichkeitsfragebogen werden die drei Dimensionen Extraversion, Neurotizismus und Psychotizismus abgefragt.

Im Experiment selbst sollten die Probanden schließlich den EPQ ausfüllen, sowie eine visuelle Suche absolvieren. Es wurde eine rein studentische Stichprobe verwendet.

Es zeigte sich anhand der Ergebnisse, dass bestimmte Persönlichkeitsmerkmale der Probanden mit ihrer Leistung bei der visuellen Suche zusammenhingen. Dabei stieg die Schnelligkeit bei der visuellen Suche mit zunehmend extrovertierter Persönlichkeitsstruktur an. Introvertierte wiesen also längere Reaktionszeiten auf und waren damit langsamer.

Weiterhin zeigte sich, dass auch Neurotizismus mit Langsamkeit, also ebenfalls längeren Reaktionszeiten, bei der visuellen Suche positiv korreliert war. Dagegen war zunehmender Psychotizismus mit einer größeren Genauigkeit verbunden. Die Autoren folgerten daraus, dass diese Ergebnisse gut mit der Eysenckschen Persönlichkeitstheorie zu begründen waren.

Speziell im Bereich der visuellen Suche von Gesichtern steht die Forschung hinsichtlich verschiedener Persönlichkeitstypen noch am Anfang.

Den Aspekt des Einflusses der Persönlichkeitseigenschaften auf die Gesichtererkennung untersuchten erstmals Matsumoto et al. im Jahr 2000 an jungen Asiaten und Kaukasiern anhand des Fünf-Faktoren-Modells (FFM) der Persönlichkeit. Beim FFM handelt es sich um ein Modell aus der Persönlichkeitspsychologie, das von fünf Hauptdimensionen der Persönlichkeit ausgeht. Diese fünf Hauptdimensionen sind:

- Neurotizismus
- Extraversion
- Offenheit für Erfahrungen
- Verträglichkeit
- Rigidität/Gewissenhaftigkeit (Simon, 2006).

Die Autoren konnten dabei zeigen, dass das Erkennen emotionaler Gesichtsausdrücke vor allem in Beziehung zu den Dimensionen Offenheit für Erfahrungen und Gewissenhaftigkeit steht (Matsumoto, 2000).

Terraccino et al. konnten schließlich 2003 diese Ergebnisse auch bei älteren Afroamerikanern und Kaukasiern bestätigen. In dieser Studie konnte weiterhin gezeigt

werden, dass das Geschlecht bei der Gesichtererkennung von afroamerikanischen Probanden keine Rolle spielte, bei Kaukasiern jedoch die Frauen besser abschnitten als die Männer.
Die Autoren folgerten aus diesen Ergebnissen, dass der sozioökonomische, sowie der kulturelle Hintergrund die Gesichtererkennung maßgeblich beeinflussen.
Das Fünf-Faktoren-Modell (FFM) wurde 2010 ebenfalls von Avisar benutzt. In dieser Studie ging es um die Frage, inwieweit Verhaltensmuster und Persönlichkeitseigenschaften Schwierigkeiten bei der selektiven Aufmerksamkeit hervorrufen.
Zu diesem Zweck verglich der Autor Probanden mit ADHS (Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung) mit einer gesunden Kontrollgruppe. Bei einer visuellen Suche wurden die Probanden hinsichtlich ADHS typischer Verhaltensmuster, selektiver Aufmerksamkeit, dem FFM, Symptomen einer Zwangsstörung und Sensation seeking (erhöhte Risikobereitschaft) untersucht.
Es zeigte sich, dass die ADHS Verhaltensmuster nicht relevant für die Leistung bei der visuellen Suche waren. Hingegen korrelierte eine schwächere Suchleistung positiv mit größerem Neurotizismus, größerer Verträglichkeit, größerer Introversion und geringerem Sensation seeking.
Die Symptome einer Zwangsstörung waren sowohl mit einer schwächeren Suchleistung als auch mit vermeidenden Persönlichkeitseigenschaften verbunden.
Der Autor folgerte aus diesen Ergebnissen, dass Schwierigkeiten bei selektiver Aufmerksamkeit nicht durch ADHS Verhaltensmuster sondern eher durch Persönlichkeitseigenschaften bedingt sind.

2.3.1.1 Borderline-Persönlichkeitsstörung und „negativer Bias“

Der Einfluss der Persönlichkeitsstruktur auf die Gesichtererkennung wird auch bei anderen Krankheitsbildern deutlich. So ist der Stellenwert der Persönlichkeitseigenschaften einschließlich den damit verbundenen Verhaltensänderungen und Änderungen im Bereich der Kognition bei Patienten mit einer Borderline-Persönlichkeitsstörung (BPS) für die klinische Psychologie von besonderem Interesse.
Die Borderline-Persönlichskeitsstörung (BPS) zählt mit einer Prävalenz von 3 bis 5 % zu den am weitesten verbreiteten Störungsbildern in der Psychiatrie (Niedfeld & Schmahl, 2012). Die Ursache dieser Störung ist bis heute unbekannt. Es gibt

verschiedene Theorien und Erklärungsansätze hinsichtlich der Entstehung. Dieses Störungsbild ist durch Impulsivität und Instabilität in zwischenmenschlichen Beziehungen, Stimmung und Selbstbild sowie durch die tiefgreifende und dauerhafte Beeinträchtigung des Verhaltens und Erlebens in bestimmten Bereichen der Gefühle, des Denkens und des Handelns gekennzeichnet. Die Krankheit äußert sich durch negatives und zum Teil paradox wirkendes nicht sozial angepasstes Verhalten in zwischenmenschlichen Beziehungen sowie durch ein gestörtes Verhältnis zur eigenen Person. Sie tritt sehr häufig gemeinsam mit weiteren Erkrankungen auf, darunter dissoziative Störungen und Depressionen (Hautzinger et al., 2002; Hautzinger & Thies, 2009).

Im wissenschaftlichen Fokus steht neuerdings zunehmend die Frage nach Abweichungen im Rahmen der Gesichtererkennung und Emotionsverarbeitung in Bezug auf die Diagnostik und Früherkennung dieser Störung.

Bei an BPS Erkrankten konnte eine von Gesunden abweichende Wahrnehmung bzw. Interpretation und Verarbeitung von Emotionen festgestellt werden (Ruppel, 2005).

So konnten V. Ceumern-Lindenstjerna et al. 2007 zeigen, dass jugendliche Patientinnen mit der Diagnose einer BPS bei der Benennung dargestellter Emotionen keine Probleme hatten, sowie auch bei der subjektiven Einschätzung negativer emotionaler und neutraler Gesichtsausdrücke. Bei der Wahrnehmung positiv emotionaler Gesichter zeigte sich allerdings, dass die Probandinnen die Positivität und Intensität solcher Gesichtsausdrücke geringer und die Bedrohlichkeit höher einschätzten als die Kontrollgruppen.

Die Autoren folgerten, dass es aufgrund dieser dysfunktionalen Interpretation positiv emotionaler Stimuli hilfreich sein könnte, differenziert auf die Wahrnehmungsverzerrungen der Patienten im Therapieprozess einzugehen.

Anhand dieser Studie kann verdeutlicht werden, wie wichtig die Einflüsse der Persönlichkeit auf die Verarbeitung von Gesichtsausdrücken und Emotionen sind.

Dies konnten auch Domes et al. 2009 zeigen. Bei ihrer Literaturrecherche arbeiteten sie die bis dato bestehenden Arbeiten zum Thema Borderline-Persönlichkeitsstörung (BPS) und Emotionserkennung auf und kamen dabei zu dem Schluss, dass die BPS mit einer veränderten Erkennung von Emotionen verknüpft ist. Dies äußert sich bei den Betroffenen durch eine feine Beeinträchtigung beim Erkennen der Basisemotionen, auch als „negativer Bias“ oder „anger Bias“ bezeichnet. Dieses Phänomen ist sowohl durch eine erhöhte Sensitivität für die Erkennung negativer Emotionen, als auch durch

die Tendenz, ambige oder neutrale Gesichter als negativer und wütender zu interpretieren, gekennzeichnet.

Domes et al. stellten weiterhin fest, dass es bei Personen mit BPS auch strukturelle und funktionelle Abweichungen des neuralen Netzwerkes gibt.

Sie folgerten, dass diese neuralen Abweichungen mit der veränderten Emotionserkennung bei der BPS zusammenhängen könnten.

Ruppel fand 2005 in ihrer Studie heraus, dass Patientinnen mit einer solchen Störung Schwierigkeiten hinsichtlich der Differenzierung negativer Gesichtsausdrücke in der Unterscheidung von Ärger und Angst hatten. Sie folgerte daraus, dass ein negativer Bias in der Beurteilung emotionaler Stimuli in Form von Gesichtern für BPS Patientinnen vorliegt, jedoch nur bei hoch ambivalenten Gesichtern. Insgesamt erwies sich laut der Autorin jedoch die Fähigkeit, Basisemotionen zu erkennen, als unbeeinträchtigt, so dass eher die grundlegende (emotionale) Verarbeitung als eine beeinträchtigte Wahrnehmung des Emotionsausdrucks anderer Personen als für die interpersonellen Probleme dieser Patientinnen verantwortlich angesehen werden kann. In der Studie wurden ausschließlich weibliche Probanden untersucht und als Stimuli wurden männliche und weibliche Gesichter verwendet, die Emotionsausdrücke verschiedener Intensität zeigten. Es wurde anhand der Ergebnisse ebenfalls deutlich, dass die männlichen Gesichter insgesamt negativer bewertet wurden als die weiblichen.

Benecke et al. konnten 2008 in ihrer Studie unter Verwendung des FEEL Tests herausarbeiten, dass bei Patientinnen mit einer BPS eine Übersensibilisierung hinsichtlich Angst und Ärger zu existieren scheint. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen mit einem anderen Versuchsdesign auch bereits 1999 Wagner und Linehan. Beim FEEL Test (Facial Emotional Expression Labeling Test) handelt es sich um einem PC-gestützten Test, der die Fähigkeit misst, mimisch kodierte Basisemotionen zu erkennen, und der als Stimuli Gesichtsabbildungen von sechs Basisemotionen verwendet, deren emotionaler Ausdruck von den Probanden erkannt werden muss (Kessler et al., 2002). Die Autoren konnten zudem zeigen, dass die Patientinnen mit Borderline-Störung Ekel und Überraschung relativ schlecht erkennen, Trauer hingegen gut. Die Emotionen Angst, Ärger und Trauer wurden im Gesamtvergleich häufig genannt, Überraschung und Ekel eher selten. Die Autoren folgerten daraus, dass die Fähigkeit zur Emotionserkennung störungstypischen Abweichungen, im Sinne von Fokussierungen und Vermeidungen spezifischer Emotionen, unterliegt, die in die diagnostische und therapeutische Arbeit miteinbezogen werden könnten.

Die negative Wahrnehmung positiver Gesichtsausdrücke wird auch bei anderen klinischen Krankheitsbildern beobachtet.

2.3.1.2 Affektive Erkrankungen

Bei Personen mit bipolaren Erkrankungen lässt sich ebenfalls eine gestörte Emotionserkennung nachweisen. So konnten George et al. 1998 nachweisen, dass Patienten im Zustand der Depression signifikant mehr Fehler bei Aufgaben zur Emotionserkennung machten. Weiterhin zeigte sich ein signifikanter „negativer Bias“ während der Depression im Vergleich zum nicht-depressiven Zustand.

Bei gesunden Personen werden für die Emotionserkennung eines menschlichen Gesichts die rechte Insel, der anteriore temporale Kortex beidseits und der präfrontale Kortex genutzt. Patienten mit bipolaren Störungen weisen selektive Defizite bei der Emotionserkennung auf. Es konnte mithilfe von bildgebenden Verfahren des Gehirns gezeigt werden, dass sie die rechte Insel nicht im gleichen Maße aktivieren können wie gesunde Personen (George et al, 1998).

George et al. konnten somit anhand ihrer Ergebnisse zeigen, dass die Defizite bei Personen mit bipolaren Störungen bei der Emotionserkennung vom aktuellen klinischen Zustandsbild dieser Personen abhängen (Stadium der Depression oder nicht).

Raes et al. konnten dies 2006 auch für Patienten mit einer reinen Depression zeigen. Die Autoren versuchten dabei gleichzeitig einen Erklärungsansatz für den bei depressiven Patienten vorhandenen „negativen Bias“ zu finden. Sie gingen dabei von der Hypothese aus, dass die Neigung zum Grübeln oder Nachsinnen (Rumination) über die eigene Person bei Depressiven mit einem größeren Ausmaß an Wahrnehmung negativer emotionaler Gesichter verbunden ist.

Anhand der Ergebnisse konnte diese Vermutung bestätigt werden. Die Autoren wiesen nach, dass die Neigung zum Grübeln über die eigene Person bei Depressiven eine wesentliche Rolle bei der Erklärung des „negativen Bias“ im Rahmen der Emotionserkennung spielt.

Die Persönlichkeit spielt also bei der Emotionserkennung und -verarbeitung eine zentrale Rolle. Es kann allerdings im Einzelnen oft nicht genau festgestellt werden, welche Phänomene welchen Persönlichkeitseigenschaften oder -typen zuzuordnen sind. Es besteht folglich auch auf diesem Gebiet noch weiterer Forschungsbedarf.

2.3.2 Quantifizierungsprozesse

Auch Quantifizierungsprozesse wie Subitizing und Counting wurden im Rahmen von Untersuchungen zu verschiedenen Krankheitsbildern näher betrachtet. Es konnten auf Grundlage der Ergebnisse neue Erkenntnisse und Ideen für Therapie und Ursachenforschung gewonnen werden. Zwei im Kontext der hier vorliegenden Arbeit wichtige Studien sollen im Folgenden vorgestellt werden.

Dehaene und Cohen untersuchten schon 1994 die Fragestellung, ob Subitizing auch bei Personen mit Simultanagnosie auftritt, die durch ihre Erkrankung größte Schwierigkeiten im Bereich des seriellen Zählens haben. Simultanagnosie ist eine Funktionsstörung des Sehens, bei der eine extreme Einengung der visuellen Aufmerksamkeit auf einzelne Teilaspekte komplexer Bilder und zusammenhängender Szenarien besteht, mit der Folge, dass diese nicht im Ganzen erfasst werden können (Wolpert, 1924).

Die Autoren konnten durch ihre Untersuchungen zeigen, dass ihre Befunde für die Existenz von zwei Verarbeitungsmodi beim Quantifizieren sprechen.

Im Rahmen der Experimente wurden den fünf an Simultanagnosie leidenden Patienten visuelle Suchparadigmen vorgeführt und es wurden die Reaktionszeiten für die Benennung der präsentierten Elementanzahlen sowie die Fehlerraten gemessen. Dabei konnte gezeigt werden, dass die Quantifizierungen der kleinen Elementansammlungen (1-2 Elemente, manchmal auch 3 Elemente) ausgezeichnet waren, wohingegen bei Elementansammlungen von mehr als 3 Elementen die Fehlerrate bei der Quantifizierung fast durchgängig 100 % betrug. Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass diese Patienten an einem Defizit der seriellen visuellen Verarbeitung leiden.

Somit bestätigte sich durch die Ergebnisse, dass die erhalten gebliebenen Subitizing Prozesse der Patienten nicht auf serieller Verarbeitung basieren sondern auf parallelen, für kleine Anzahlen reservierten Algorithmen.

Im Jahr 2009 wurde von Maloney et al. eine Studie veröffentlicht, die sich mit Individuen auseinandersetzte, die an Mathematikangst litten. Mathematikangst wird in der Literatur als eine Teilkomponente bzw. Teilursache der Rechenschwäche gesehen (Roick, 2006; Eysenck & Calvo, 1992). Dabei wird der Zentralen Exekutive als Variable interindividueller Unterschiede der Leistungsfähigkeit des Arbeitsgedächtnisses im Rahmen der Mathematikangst eine besondere Bedeutung beigemessen (Roick, 2006). So konnten Ashcraft und Kirk 2001 zeigen, dass die Mathematikangst das Ergebnis beim Lösen zur Mathematik zugehöriger Aufgaben

beeinflusst. Dieser Effekt äußert sich in einer vorübergehenden Störung des Arbeitsgedächtnisses.

In der Studie von Maloney et al. wurde nun die Fragestellung untersucht, ob und inwieweit sich Individuen mit Mathematikangst auf der Ebene basaler Abzählprozesse von Kontrollprobanden ohne Mathematikangst unterscheiden.

Es wurde zu diesem Zweck eine visuelle Zählaufgabe gewählt, mit der es möglich war, die beiden Phänomene des Subitizing und Counting zu beurteilen. Dabei wurden den Probanden Displays mit einer variierenden Anzahl von weißen Quadraten (1-9) auf schwarzem Hintergrund präsentiert, deren Anzahl sie laut benennen sollten. Die individuelle Größe der Quadrate, sowie die absolute Displaygröße und die Dichte der Quadrate wurden ebenfalls variiert, um auszuschließen, dass die Probanden nicht-numerische Hinweise nutzten, um auf die korrekte Antwort zu kommen.

Es stellte sich dabei heraus, dass Individuen mit Mathematikangst, im Vergleich zu den gesunden Probanden ohne Mathematikangst in der Kontrollgruppe, ein Defizit im Bereich des Counting nicht jedoch im Bereich des Subitizing aufwiesen. Zudem konnte aufgezeigt werden, dass das Arbeitsgedächtnis diese Unterschiede bedingte. Die Autoren schlossen aus diesen Ergebnissen, dass die Probleme, die mit der Mathematikangst einhergehen, auf einem basaleren Level angesiedelt sind, als bis zu dieser Studie in der Literatur angenommen wurde.

Verschiedene Studien mit klinischen Stichproben stützen die Annahme, dass sich bei der Quantifizierung unterschiedliche Verarbeitungsmodi differenzieren lassen, die bei verschiedenen Erkrankungen, wie depressiven Störungen und Persönlichkeitsstörungen in unterschiedlichem Ausmaß beeinträchtigt sein können.

Wie sich die basalen Quantifizierungsprozesse im Zusammenhang mit Emotionserkennung und -verarbeitung bei gesunden Personen sowie bei Personen mit einer Borderline-Persönlichkeitsstörung verhalten, wurde bislang noch nicht eingehend untersucht. Im Folgenden soll dieses Thema daher näher beleuchtet werden.

Ziel der hier vorliegenden Arbeit ist es bei gesunden Probanden zu überprüfen, ob auch emotionale Gesichter andere kognitive Verarbeitungsprozesse stören und ob dabei ein dem anger-superiority Effekt analoger Effekt auftritt. Dies würde für das Vorliegen einer unterschiedlichen Verarbeitung verschiedener Emotionsqualitäten sprechen. Dabei interessiert, ob sich die in der klassischen Untersuchungsanordnung des FFIC zumeist zu beobachtende bessere Detektion von ärgerlichen Gesichtern mit einer stärkeren

Interferenz dieser Gesichter während einer Quantifizierungsaufgabe in Beziehung setzen lässt.

2.4 Fragestellung und Hypothesenherleitung

Es sollen im Rahmen dieser Arbeit die Auswirkungen emotionaler Stimuli in Form von schematischen Gesichtern auf Quantifizierungsprozesse, d.h. Subitizing-Prozesse im Bereich kleiner Elementmengen und Zählprozesse (Counting) bei größeren Elementmengen, untersucht werden. Dabei soll im Vorfeld die Hypothese des anger-superiority Effekts für die hier verwendeten schematischen Gesichter und dem damit einhergehenden Verarbeitungsmodus geprüft werden.

Die Vermutung, dass emotionale Gesichter einen anderen Stellenwert haben als andere Stimuli und damit auch einen anderen Einfluss auf die Verarbeitung haben als beispielsweise Wörter, wurde bereits erläutert. Die Frage ist nun, ob und inwieweit sich dies auf Subitizing und Counting auswirkt und Fehlerraten und Reaktionszeiten beim Quantifizieren beeinflusst. Die Bereiche des Subitizing und Counting sollen im direkten Vergleich zueinander parallel betrachtet werden, um mögliche Effekte auf die attentive und die präattentive Informationsverarbeitung feststellen zu können und die Grenzziehung bezüglich dieser beiden Bereiche spezifisch vornehmen zu können.

Im Vorfeld soll jedoch zunächst der anger-superiority Effekt überprüft werden. Wie bereits dargestellt wurde, herrscht in der Literatur keine Einigkeit über dieses Phänomen. Die vorliegende Studie soll daher zunächst prüfen, ob ein ASE beim gewählten Studiendesign vorliegt und wie sich dieser äußert. Im Anschluss daran soll dieses Phänomen mit den Auswirkungen emotionaler Gesichter auf die Quantifizierungsprozesse Subitizing und Counting in Verbindung gebracht werden.

Aus den vorangegangenen Ausführungen ergeben sich daher folgende Fragestellungen und Hypothesen.

1. Gibt es einen Unterschied bei der Verarbeitung von sozialen und nicht-sozialen schematischen Elementen in der visuellen Suchaufgabe?

   Dabei wird vermutet:

   a. *Sowohl schematische freundliche als auch ärgerliche Gesichter werden schneller verarbeitet als schematische entsprechend abgewandelte Figuren.*
   b. *Schematische neutrale Gesichter werden schneller verarbeitet als schematische neutrale Figuren.*

c. *Mit steigender Elementanzahl wird die Erkennungsgeschwindigkeit geringer.*

2. Gibt es einen pop-out Effekt bei der visuellen Suchaufgabe mit den schematischen Gesichtern und Figuren?
   Dabei wird vermutet:
   a. *Es gibt einen anger-superiority Effekt bei schematischen Gesichtern, der sich durch einen pop-out Effekt äußert.*
   b. *Es gibt einen pop-out Effekt für neutrale schematische Gesichter im Vergleich zu neutralen schematischen Figuren.*

3. Beeinflussen Distraktoren basale Quantifizierungsprozesse?
   Dabei wird vermutet:
   a. *Emotionale Distraktoren beeinflussen basale Quantifizierungsprozesse in stärkerem Maße als nicht-emotionale Distraktoren, d.h. sowohl freundliche als auch ärgerliche Gesichter führen zu einer Verlangsamung der Quantifizierungsgeschwindigkeit.*
   b. *Nicht-soziale Distraktoren führen zu einer Verlangsamung der Quantifizierungsgeschwindigkeit bei nicht-sozialen Reizen.*

4. Ist der Einfluss abhängig von der Art des Distraktors?
   Dabei wird vermutet:
   Der Einfluss der Distraktorart ist bei den sozialen Reizen abhängig von der Valenz und damit für ärgerliche Gesichter größer als für freundliche Gesichter, d.h. ärgerliche Gesichter führen zu einer größeren Verlangsamung der Quantifizierungszeit als freundliche Gesichter.

5. Ist der Einfluss abhängig von der Art der Quantifizierungsprozesse (Subitizing vs. Counting)?
   Dabei wird vermutet:
   a. *Sowohl freundliche als auch ärgerliche Gesichter führen zu einer Verlangsamung der Quantifizierungsgeschwindigkeit im Subitizing Bereich.*

b. *Sowohl freundliche als auch ärgerliche Gesichter führen zu einer Verlangsamung der Quantifizierungsgeschwindigkeit im Counting Bereich.*
c. *Sowohl freundliche als auch ärgerliche Gesichter führen zu einem stärkeren Anstieg der Verarbeitungszeit im Counting Bereich als im Subitizing Bereich.*

3. Material und Methoden

3.1 Stichprobe

Es wurden 10 weibliche und 10 männliche psychisch und physisch gesunde Studentinnen und Studenten im Alter zwischen 21 und 31 Jahren untersucht. Der Altersdurchschnitt betrug sowohl bei den männlichen, als auch bei den weiblichen Probanden 24,6 Jahre. Alle Probanden waren Rechtshänder.

3.2 Erhebungsmethoden und Versuchspläne

Die Untersuchung bestand aus zwei Paradigmen, die von allen Probanden bearbeitet wurden.

Das erste Paradigma stellte eine klassische ‚finding-the-face-in-the-crowd'-Aufgabe (FFIC) dar, bei der emotionale Gesichtsausdrücke (freundlich oder ärgerlich) die zu detektierenden Targets in einer Menge von neutralen Gesichtern (Non-targets) bildeten. Diese Aufgabe wurde mit einem analogen Aufbau als Kontrollaufgabe ergänzt, bei der die Targets und Non-targets durch abstrakte Figuren gebildet wurden. Diese Bedingung diente der Kontrolle des sozial-emotionalen Informationsgehaltes. Dabei unterschieden sich die Target von den Non-target Figuren durch eine Merkmalsausprägung, nämlich die Ausrichtung des Mittelstrichs. Dieses Paradigma bildete auch die Grundlage für die Untersuchung des Subitizing Themenbereichs.

Als zweites Paradigma wurde eine Quantifizierungsaufgabe durchgeführt, bei der die Anzahl von Elementen einer Menge bestimmt werden sollte. Analog der FFIC-Aufgabe wurden in einer Teilaufgabe neutrale Gesichter mit in 50% der Trials einzelnen emotionalen Gesichtern dargeboten. In der zweiten Teilaufgabe, die als Kontrolle diente, wurden abstrakte Figuren verwendet und es wurden ebenfalls in 50 % der Trials einzelne veränderte abstrakte Figuren eingesetzt. Im Gegensatz zur FFIC-Aufgabe waren jedoch hier die abweichenden Elemente für die Aufgabenlösung nicht relevant, sondern dienten als Distraktoren in der zu bearbeitenden Quantifizierungsaufgabe, im Rahmen derer die Anzahl der auf dem Display erscheinenden Gesichtern bzw. abstrakten Figuren (Kontrollaufgabe) bestimmt werden sollte.

Die Versuchssteuerung erfolgte mit Hilfe der Präsentations-Software Presentation (Neurobehavioural Systems). Die beiden Paradigmen waren wie folgt aufgebaut. Es erschien auf dem Bildschirm eine gerahmte Matrix mit 24 weiß abgerundeten Kreisen

(siehe Abbildung 3). Unterhalb dieser Matrix befanden sich drei kleinere komplett weiße Kreise in der Anordnung eines umgekehrten Dreiecks (siehe Abbildung 3).

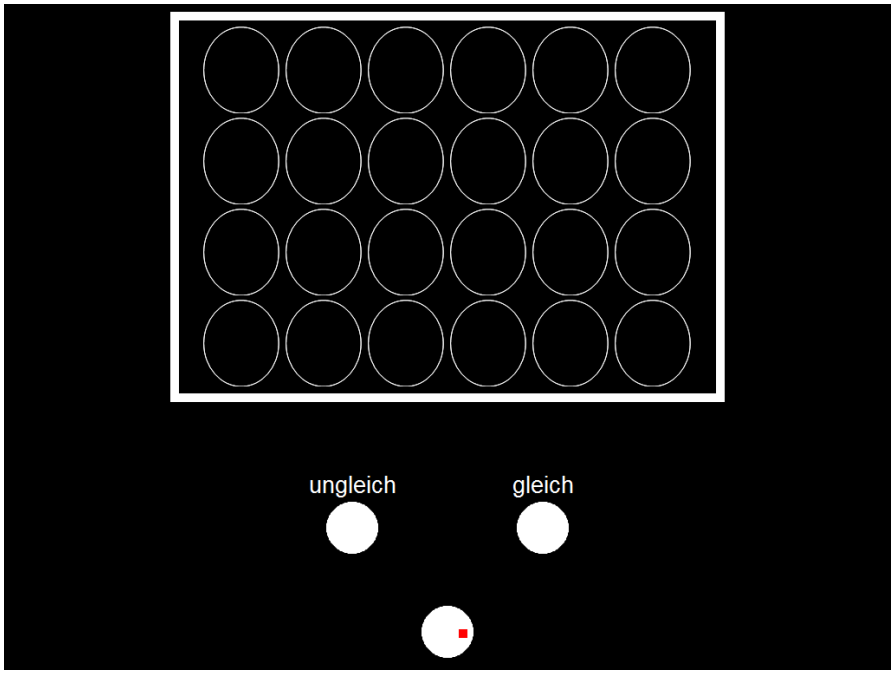

Abbildung 3: Monitoransicht der Untersuchung. Der Hintergrund des Programmes Presentation war schwarz. Auf diesem befand sich der weiße Kasten in Form einer schwarz hinterlegten Matrix mit 24 weiß umrandeten leeren Kreisen. In dieser Matrix erschienen dann jeweils die Gesichter oder die Figuren. Unterhalb der Matrix befanden sich die weißen Punkte für die Bedienung. Die Bedienung erfolgte über einen Stift und ein Grafiktablett. Dabei wurde durch den Stift das rote Karo gesteuert, ähnlich wie bei einer Computermaus.

Der unterste Kreis hatte keine Beschriftung und diente zum Starten und Fortführen der Untersuchung. Die Probanden mussten ihn nach jedem absolvierten Trial anwählen, damit der nächste Trial angezeigt wurde. Oberhalb dieses Kreises befanden sich, rechts und links versetzt, zwei weitere weiße Kreise. Diese trugen die Beschriftungen “gleich” und “ungleich”. Die Instruktion für die Probanden lautete dabei im Falle der FFIC Aufgabe: „Bitte entscheiden Sie, ob alle auf dem Display erscheinenden Gesichter gleich aussehen, oder ob sie sich voneinander unterscheiden. Wählen Sie dann bitte die entsprechende Taste aus.“ Im Falle des Quantifizierungs-Paradigmas lautete die Instruktion: „Bitte zählen Sie die auf dem Display erscheinende Anzahl an Gesichtern ab und vergleichen Sie sie mit der unterhalb des Displays stehenden grünen Zahl. Wählen Sie dann bitte die entsprechende Antworttaste aus.“
Insgesamt gab es 16 verschiedene Abfolgen der Trials. Zu jeder Anordnung gab es noch

eine Kontrolle, nämlich in Form vertauschter Antworttasten (siehe Abbildung 4).

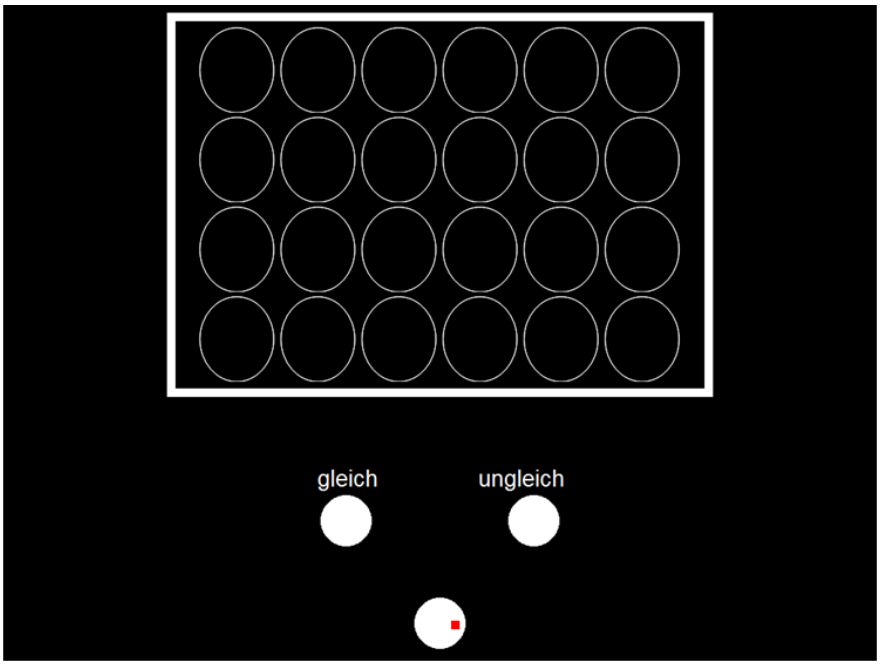

Abbildung 4: Kontrollbedingung mit vertauschten Antworttasten. Die weißen Kreise mit der Beschriftung „gleich“ und „ungleich“ sind vertauscht (jeweils auf der anderen Seite).

Die Tasten (weiße Kreise) zur Antwort “gleich” und “ungleich” wurden dabei jeweils rechts oder links vom Probanden mit einem Stift angewählt.
Die Probanden konnten dabei das Gesamttempo der Untersuchung selbst bestimmen. Das Zurückführen des Stiftes auf den Startpunkt führte zum Start des nächsten Trials (siehe Abb. 5).

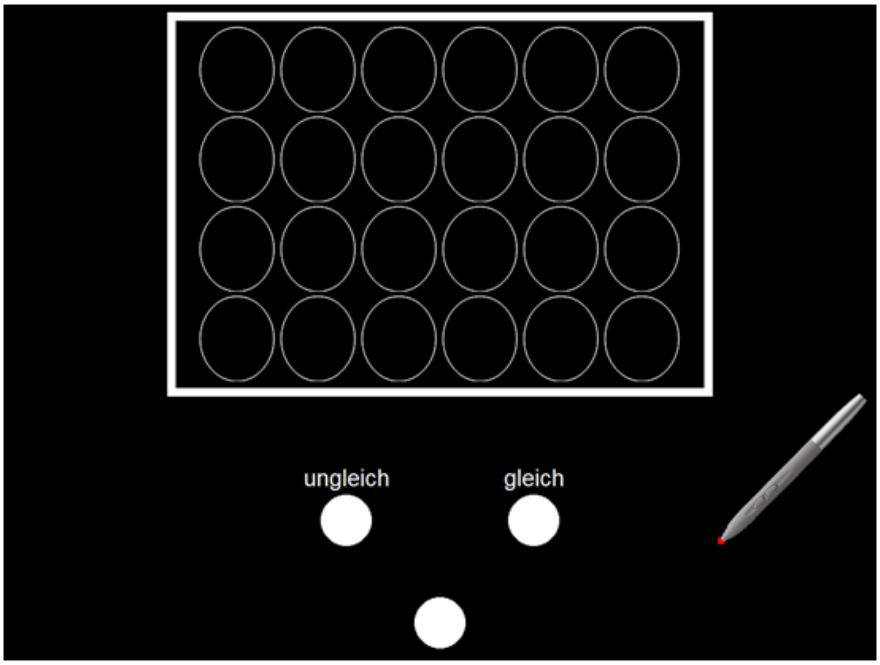

Abbildung 5: Untersuchungsansicht in der Pausenposition. Zum Weiterführen der Untersuchung musste der Stift wieder auf die Starttaste bewegt werden.

3.2.1 Quantifizierungsaufgabe

Im Rahmen dieses Paradigmas war es Aufgabe der Probanden, die auf dem Display erscheinende Anzahl an Gesichtern (neutral/freundlich/ärgerlich) bzw. Figuren (target/non-target) zu bestimmen und dann mit einer darunter stehenden grünen Zahl zu vergleichen. Danach sollte die entsprechende Antworttaste (gleich/ungleich) angewählt werden. Es wurden dazu 1 bis 8 Gesichter/Figuren auf dem Display gezeigt, mit denen gleichzeitig eine zugehörige grüne Zahl, die entweder der jeweiligen Elementanzahl entsprach oder nicht, unterhalb des Displays erschien.

3.2.1.1 Unabhängige Variablen

Beim Subitizing Paradigma (im Folgenden SUBI Paradigma genannt) stellten die Emotionsarten und die veränderten Figuren (Kontrollaufgabe) eine unabhängige Variable dar. Es wurde hier zwischen den Emotionen Ärger und Freude sowie zwei veränderten Figuren (Kontrollaufgabe) unterschieden. Die zweite unabhängige Variable war die Anzahl der Stufen (= gezeigte Menge an Gesichtern/Figuren), welche sich in diesem Paradigma auf sieben belief. Stufe eins bis vier wurden dabei als Subitizing Bereich erfasst, Stufe fünf bis sieben als Counting Bereich. Die achte Stufe (acht Gesichter oder Figuren) wurde nicht in die Auswertung miteinbezogen, sondern diente lediglich als Kontrollbedingung, da davon ausgegangen wurde, dass Counting lediglich

bis zu einer Elementmenge von sieben abläuft.
Die zugehörigen Fragestellungen waren Nummer 3 bis 5 (siehe Kapitel 2.4).

3.2.1.2 Stimulusmaterial

Es wurden im Rahmen der Arbeitsgruppe gemeinschaftlich erstellte schematische Gesichter mit Augenbrauen, in den Variationen "neutral" (gerade Augenbrauen), "ärgerlich" (schräge Augenbrauen) und "freundlich" (runde Augenbrauen) verwendet. Diese waren auf Grundlage der Literatur und eines Ratings ausgewählt worden.
Im Vorfeld der Erstellung der Stimuli galt es, sich zu überlegen, welche Art schematischer Stimuli verwendet werden sollte. Da in der Literatur diverse Studien mit vielen verschiedenartigen schematischen Gesichtern existieren, wurde speziell nach Untersuchungen der einzelnen Gesichtselemente und deren Einfluss auf die Emotionserkennung gesucht. Dabei stellten sich einige Studien als besonders relevant für die vorliegende Arbeit heraus.
So konnten Fox und Damjanovic 2006 zeigen, dass schon die Augenregion alleine einen anger-superiority Effekt auslösen kann, denn die Stärke des anger-superiority Effekts stieg in diesem Experiment mit ganzen Gesichtern im Vergleich zu Stimuli, die nur aus der Augenregion bestanden, nicht an. Diese Studie wurde jedoch mit Fotografien von Gesichtern durchgeführt. Somit bleibt in dieser Studie offen, wie es sich bezüglich der Augenregion bei schematischen Gesichtern verhält.
Auch Calvo und Nummenmaa benutzten für ihre Studie 2008 fotografische Gesichter. Sie arbeiteten hingegen anhand visueller Suchaufgaben heraus, dass eher die Mundregion als die Augenregion für die Salienz eines Gesichts verantwortlich ist. Festgestellt wurde dies durch die Messung der Salienz verschiedener Gesichtsbereiche in Form der Zeiten, die die Probanden für das Fixieren und Erkennen der Gesichter benötigten. Dabei zeigte sich, dass der lächelnde Mund der freundlichen Gesichter am schnellsten entdeckt und erkannt wurde. Auch in dieser Studie wurde der Aspekt schematischer Gesichter nicht untersucht.
Fox et al. hingegen verwendeten 2000 in ihrer Studie schematische Gesichter. Sie untersuchten zum einen den anger-superiority Effekt und zum anderen die Gesichtsregion, die für eine schnellere und effizientere Suche bei Gesichtern verantwortlich ist. Dabei fanden sie heraus, dass der Mund alleine nicht zu einer schnelleren und effizienteren Verarbeitung führt und dass Gesichter ohne Augenbrauen nicht so zuverlässig einer bestimmten Emotion zugeordnet werden, wie jene mit

Augenbrauen.

Bezüglich der Form der Augenbrauen existieren verschiedene Studien. Viele Autoren verwendeten gerade Striche als Augenbrauen sowohl bei den neutralen und ärgerlichen Gesichtern als auch bei den freundlichen (Öhman et al., 2001; Fox et al., 2000; Lipp et al., 2009). Runde Augenbrauen bei den freundlichen Gesichtern wurden lediglich 2006 von Hahn et al. verwendet.

Basierend auf der Grundlage der Literatur wurde beschlossen, dass die schematischen Gesichter für die vorliegende Studie Augenbrauen haben sollten. Um das Aussehen der Augenbrauen und des Mundes festzulegen, wurde ein Rating durchgeführt, durch welches sich herauskristallisierte, welche Gesichter die benötigten Emotionen am besten wiederspiegelten.

3.2.1.1.1 Auswahl und Konstruktion der Stimuli

Die schematischen Gesichter wurden mit dem Programm „Draw“ von Open Office mit einer Größe von 88 x 100 Pixeln erstellt. Es wurde wegen der besseren Kontrastierung ein schwarzer Hintergrund gewählt, auf dem dann die weißen Gesichter eingezeichnet wurden.

Im Vorfeld der Studie wurden verschiedene Varianten der Gesichter gezeichnet, die sich jeweils im Grad der Krümmung des Mundes und der Augenbrauen sowie der Größe der Pupillen unterschieden. Um eine Auswahl der Gesichter zu erhalten, die die gewünschte Emotion am besten wiedergaben, wurde ein Rating durchgeführt. Dies gestaltete sich wie folgt.

Es wurden 20 unabhängigen Personen alle Gesichter einzeln nacheinander präsentiert. Im Vorfeld erhielten sie folgende Instruktion: „Bitte bewerten Sie die folgenden Gesichter nach den Emotionen, welche diese für Sie zeigen. Markieren Sie auf jeder Skala mit einem Strich, wie stark das Gesicht die jeweilige Emotion aufweist.“

Unter den Gesichtern waren jeweils fünf zehn cm lange Skalen mit den Grenzen „*überhaupt nicht*“ bis „*vollkommen*“ aufgedruckt. Auch der Grad, zu welchem ein Gesicht die jeweilige Emotion wiederspiegelte, konnte so bestimmt werden.

Die genannten Emotionen waren Freude, Ärger, Angst und Trauer. Eine Skala hatte keine Überschrift. Dort konnten die befragten Personen optional eine Emotion ihrer Wahl eintragen, die das jeweilige Gesicht für sie zeigte.

Bei dieser Voruntersuchung erwiesen sich die in Abbildung 6 dargestellten Gesichter als diejenigen, die am eindeutigsten die Zielemotion abbildeten, und die deshalb als Stimulusmaterial in der vorliegenden Arbeit verwendet wurden.

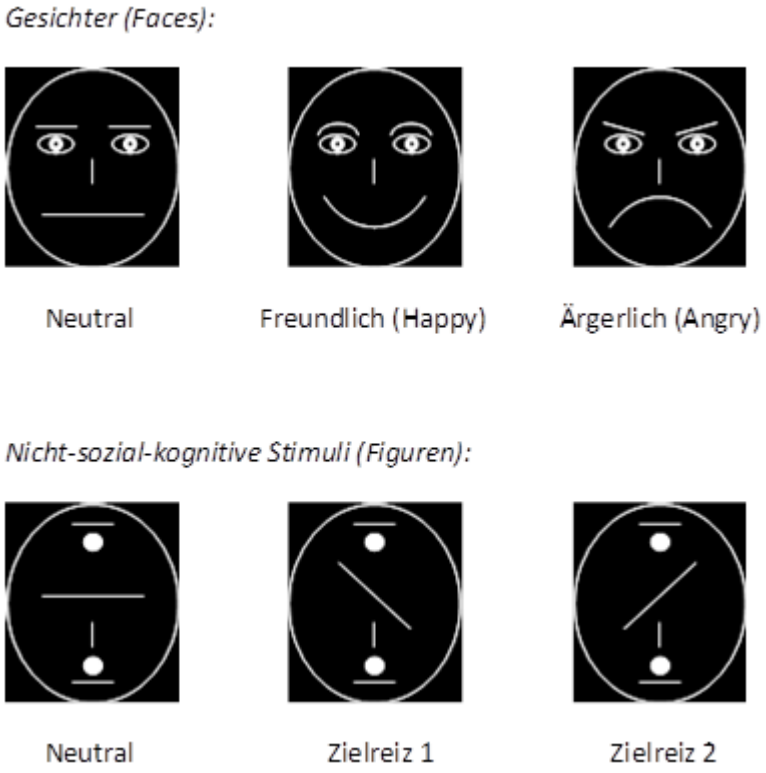

Abbildung 6: Für die Untersuchung am Laptop mit dem Programm Presentation in den beiden Paradigmen ausgewählte sozial-kognitive (Gesichter) und nicht-sozial-kognitive (Figuren) Stimuli. Die Augenbrauen der neutralen Gesichter waren gerade Striche. Die freundlichen Gesichter wurden mit runden Augenbrauen ausgewählt; die ärgerlichen mit geneigten Strichen. Die Figuren enthielten die wesentlichen Merkmale der Gesichter in verschiedener Anordnung.

Die nicht-sozial-kognitiven Stimuli, im Folgenden als Figuren bezeichnet, wurden analog im Programm Draw konstruiert. Es wurde eine neutrale Variante konstruiert und analog zu den Emotionen Ärger und Freude bei den Gesichtern zwei veränderte Varianten der Figuren (als Zielreiz 1 und 2 bezeichnet) erstellt. Die Variation bestand hierbei, wie in Abbildung 6 zu sehen, in der Neigung des langen weißen Strichs in der Mitte der Ovale. Im Fall des Zielreiz 1 war dieser nach rechts unten geneigt. Im Falle des Zielreiz 2 nach links unten. Dies war der einzige Unterschied bei den Figuren.

3.2.1.3 Versuchsdurchführung

Im SUBI Paradigma sollten die Probanden entscheiden, ob die Anzahl der Gesichter oder Figuren gleich der grünen Zahl (Vergleichsstimulus) war, die unter der Matrix

erschien (siehe Abbildung 7). Dabei wurden die Gesichter/Figuren in 50 % der Trials in gemischter Form präsentiert, d.h. zwischen den neutralen Gesichtern/Figuren befanden sich auch emotionale Gesichter/veränderte Figuren. In den anderen 50 % der Trials erschienen nur neutrale Gesichter/Figuren. Die emotionalen Gesichter/veränderten Figuren dienten dabei als Störreize (Distraktoren), die für die Aufgabe der Probanden nicht relevant waren.

Es gab für dieses Paradigma eine Kontrollbedingung mit verdrehten Antworttasten permutiert zwischen den Versuchspersonen.

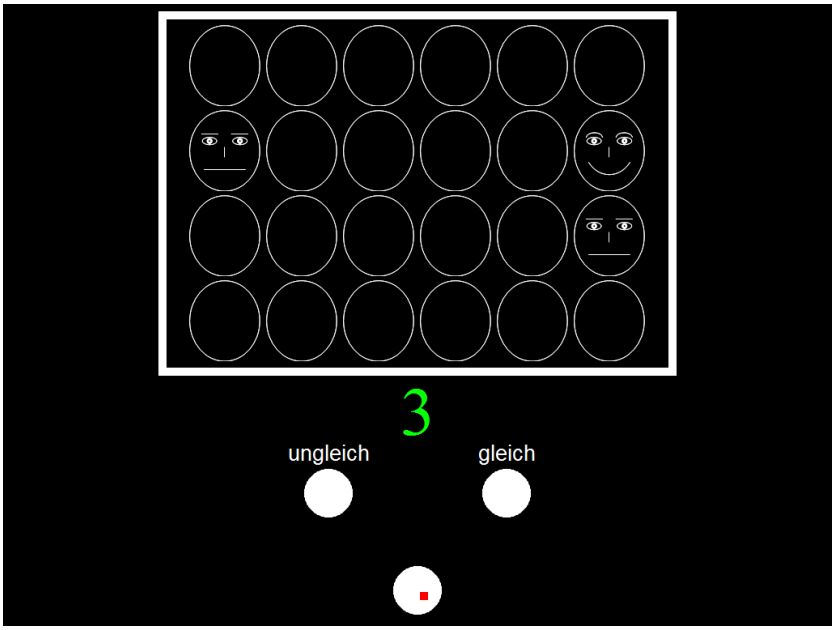

Abbildung 7: SUBI Paradigma mit Gesichtern. Hier entsprach die Anzahl der Gesichter (3) der grünen Zahl (3).

Als abhängige Variable wurde die Reaktionszeit, d.h. die Zeit von Präsentationbeginn des Stimulus, ab Anwahl des weißen nicht beschrifteten Kreises mit dem Stift, bis zum Berühren der Antworttaste, gemessen und ausgewertet. Weiterhin wurden die Anzahl korrekter Antworten erfasst. Diese wurde jedoch nicht in die Auswertung miteinbezogen.

Das Design der Quantifizierungsaufgabe war dabei ein 2 x 7 Messwiederholungsdesign, welches die beiden Faktoren gleiche oder ungleiche Stimuli und die sieben möglichen Elementmengen berücksichtigte. Es gab 7 Elementmengenabstufungen, d.h. mögliche Elementmengen (1-7) mit 8-Stimuli „Catch-Trials“, d.h. es konnten zwischen ein und acht Elemente (Gesichter/Figuren) auf dem Display erscheinen. Dabei waren je 50% der präsentierten Elementmengen der grünen Zahl gleich und je 50 % waren ihr ungleich.

Von den ungleichen Vergleichs-Zahlen waren jeweils 50% größer und 50 % kleiner als die präsentierten Elementmengen der Gesichter oder Figuren.
Für die erste Auswertung (Design 1) wurde für die Gesichter der Effekt der unterschiedlichen Emotionen des Distraktorreizes analysiert und in Form der Valenz der Gesichter in das Design einbezogen. Es ergab sich ein 3 x 7 Messwiederholungsdesign, das wie folgt aussah:

- Faktor 1: Valenz des Reizes (happy/angry/neutral)
- Faktor 2: Anzahl Elemente (Stimuli) (1-7).

In einer weiteren getrennten Auswertung (Design 2) der Kontrollbedingung mit den Figuren wurde ebenfalls die Valenz der Figuren analog zu Design 1 untersucht und es ergab sich ein 2 x 7 Messwiederholungsdesign (Design 2) mit

- Faktor 1: Valenz des Reizes (Zielreiz 1/2 /neutral)
- Faktor 3: Anzahl Elemente (Stimuli) (1-7).

3.2.2 Finding-the-face-in-the-crowd Aufgabe

Im Rahmen dieses Paradigmas war es die Aufgabe der Probanden zu entscheiden, ob sich die auf dem Display erscheinenden Stimuli voneinander unterschieden oder ob sie gleich waren. Je nachdem sollte dann die entsprechende Antworttaste angewählt werden. Die Instruktion lautete dabei: „Sehen die gezeigten Gesichter/ Figuren auf dem Display alle gleich aus?“. Den Probanden wurde dazu eine Anzahl von 2 bis 7 Gesichtern oder Figuren unterschiedlicher Valenz präsentiert.

3.2.2.1 Unabhängige Variablen

Die unabhängigen Variablen waren beim FFIC Paradigma wie auch beim SUBI Paradigma zum einen die Emotionsart bzw. die Zielreiz Figuren (Kontrollaufgabe), zum anderen die Stufenanzahl (Elementmengenabstufung). Bei der Emotionsart wurde ebenfalls zwischen Ärger und Freude unterschieden und es gab sechs Stufen. Mit Stufen wird die Anzahl der pro Trial in der Matrix präsentierten Reize/Elemente bezeichnet.

3.2.2.2 Stimulusmaterial

Im FFIC Paradigma wurden die gleichen Stimuli verwendet wie im SUBI Paradigma, zum einen neutrale und emotionale Gesichter der Valenz Ärger oder Freude, zum anderen neutrale Figuren und veränderte Figuren (Zielreiz 1, 2) (siehe Kapitel 3.2.1.2).

3.2.2.3 Versuchsdurchführung

Im FFIC Paradigma bestand die Aufgabe der Probanden darin zu entscheiden, ob alle Gesichter beziehungsweise Figuren, die in der Matrix erschienen, gleich aussahen (Abbildung 8 und 9).

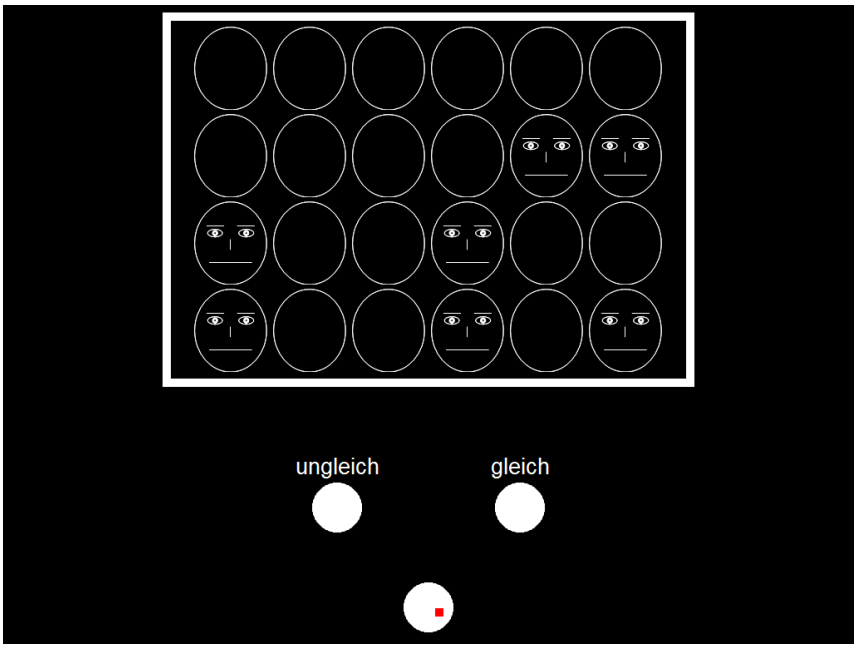

Abbildung 8: FFIC Paradigma mit Gesichtern. In diesem Beispiel waren alle Gesichter gleich und die Probanden sollten mit dem Stift auf die „gleich“ Taste fahren.

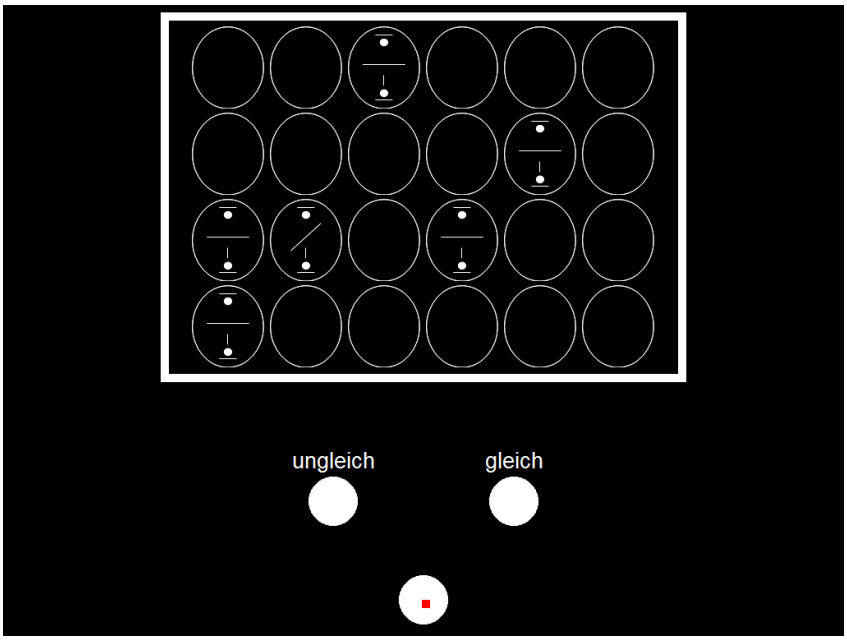

Abbildung 9: Kontrollbedingung des FFIC Paradigmas mit Figuren. In diesem Beispiel waren die Figuren verschieden und die Probanden sollten mit dem Stift auf die „ungleich“ Taste fahren.

Von den gemessenen abhängigen Variablen wurden wie im SUBI Paradigma nur die

Reaktionszeiten ausgewertet.

Das Design der FFIC Aufgabe war ein 2 x 6 Messwiederholungsdesign, denn im Unterschied zur Quantifizierungsaufgabe gab es hier keine Bedingung mit einem einzelnen Gesicht, da die Aufgabenstellung ja „zwischen gleich und verschieden entscheiden“ lautete. Dies galt sowohl für die Zielaufgabe, als auch für die Kontrollaufgabe mit dem nicht sozial-kognitiven Stimulusmaterial.

Es gab 6 Elementmengenabstufungen (2-7) mit 8-Stimuli „Catch-Trials“, d.h. es konnten zwischen zwei und acht Elemente (Gesichter/Figuren) auf dem Display erscheinen. Bei je 50 % der Trials waren die präsentierten Stimuli gleich und bei 50 % befand sich ein abweichendes Gesicht/ eine abweichende Figur in der Menge.

Bei den Trials mit einem abweichenden Gesicht hatten jeweils 50 % eine positive und 50 % eine negative Valenz. Bei den Trials der Kontrollaufgabe mit einer veränderten Figur erschien in jeweils 50 % der Fälle Zielreiz 1 und in 50 % der Fälle Zielreiz 2.

In das Design konnte für die Auswertung der Target Reize, also der emotionalen Gesichter, die Kontrollaufgabe mit den Zielreiz Figuren integriert werden. Damit änderte sich dieses Design zu einem 2-faktoriellen Design mit 3 x 6 Messwiederholungen (Design 1).

- Faktor 1: Valenz des Targets (sozial-kognitive Stimuli: happy und angry sowie nicht sozial-kognitive Stimuli: Zielreiz 1/2 zusammengefasst)
- Faktor 2: Anzahl Elemente (Stimuli) (2-7).

In einer weiteren Auswertung der Non-targets wurde analog ebenfalls die Kontrollaufgabe integriert und es ergab sich damit ein 2-faktorielles Design mit 2 x 6 Messwiederholungen (Design 2).

- Faktor 1: Valenz des Non-targets (sozial-kognitive Stimuli: neutral und nicht sozial-kognitive Stimuli: neutral)
- Faktor 2: Anzahl Elemente (Stimuli) (2-7).

3.3 Allgemeiner Versuchsablauf und Versuchsapparatur

Das Experiment setzte sich aus mehreren Teilen zusammen. Zu Beginn wurden von den Probanden Fragebögen ausgefüllt. Im Anschluss daran erfolgte der Hauptteil des Versuchs am Computer mit einem Grafiktablett zur Bedienung. Danach wurden dann erneut einige Fragebögen vom Probanden ausgefüllt.

Der Ablauf des Experimentes war standardisiert und gestaltete sich wie folgt.

Zu Beginn wurden die Probanden über den Sinn und Zweck des Versuchs aufgeklärt und die Versuchsleiterin stellte sich vor. Dabei wurde den Probanden erklärt, dass die Studie für eine Doktorarbeit im Rahmen eines Großprojektes des Kognitionslabors der Justus-Liebig-Universität Gießen durchgeführt wurde. Danach wurden die Probanden darauf hingewiesen, dass sie vor und nach den Aufgaben am Computer mehrere Fragebögen auszufüllen hatten. Die Anzahl der Fragebögen belief sich auf insgesamt acht; drei, die vor den Aufgaben am Computer absolviert wurden, und fünf danach. Nachdem die Probanden allgemein instruiert worden waren und sie ihr Einverständnis schriftlich erteilt hatten, wurden die Fragebögen besprochen und durchgeführt. Dabei handelte es sich um einem Händigkeitsfragebogen, einen Fragebogen zum sozialen Hintergrund der Probanden (SOZ-DEM) sowie ein standardisiertes Interview zum Ausschluss psychiatrischer Erkrankungen (Mini DIPS, Margraf, 1994). Zudem wurde ein Rating durchgeführt, im Rahmen dessen die Probanden angeben sollten, in welcher Stimmung sie sich in diesem Moment befanden und mit welchem der gezeigten Gesichter sie sich am ehesten identifizieren konnten. Dabei wurden den Probanden das neutrale, freundliche sowie das ärgerliche Gesicht aus der Untersuchung präsentiert sowie zwei weitere Gesichter einer anderen emotionalen Valenz.

Den Probanden wurde dann zunächst eine Power Point Präsentation vorgeführt. In dieser waren der Versuchsaufbau, die Versuchsdurchführung und die einzelnen Aufgaben dargestellt.

Nun folgten die Instruktion zur ersten Aufgabe und die jeweilige Demonstrationsversion.

Dabei erfolgte die Erläuterung des eigentlichen Experiments am Computer. Die Probanden wurden darauf aufmerksam gemacht, dass sie die Aufgaben vor dem Bildschirm und an dem vor ihnen liegenden Grafiktablett absolvieren sollten. Zur genauen Beschreibung der Aufgaben wurden während der Power Point Präsentation Screen Shots des jeweiligen Monitorbildes gezeigt, anhand derer die gewünschte Vorgehensweise beschrieben wurde.

Die Instruktion der Probanden erfolgte dabei getrennt vor Durchführung der verschiedenen Paradigmen.

Da insgesamt vier verschiedene Durchgänge des Experiments durchlaufen wurden, wurden den Probanden insgesamt vier verschiedene Instruktionspräsentationen vorgeführt.

Weiterhin wurden insgesamt vier verschiedene Demonstrationsversionen bearbeitet, um

die Probanden optimal auf die jeweils folgende Aufgabe vorzubereiten und mit der Bedienung des Grafiktabletts vertraut zu machen. Dadurch sollten Eingewöhnungseffekte weitgehend vermieden werden.

Zu Anfang der Demonstrationen wurde den Probanden die Bedienung vorgeführt, indem von der Versuchsleiterin selbst einige Trials absolviert wurden.

Nach jeder Instruktion hatten die Probanden Gelegenheit, sich auch selbst mit der jeweiligen Aufgabe in einer Trainingsphase vertraut zu machen.

In den folgenden Abbildungen (10-12) ist eine solche Instruktion beispielhaft aufgezeigt. Der Ablauf der Untersuchung am Laptop mit dem Programm Presentation wird daran ebenfalls deutlich.

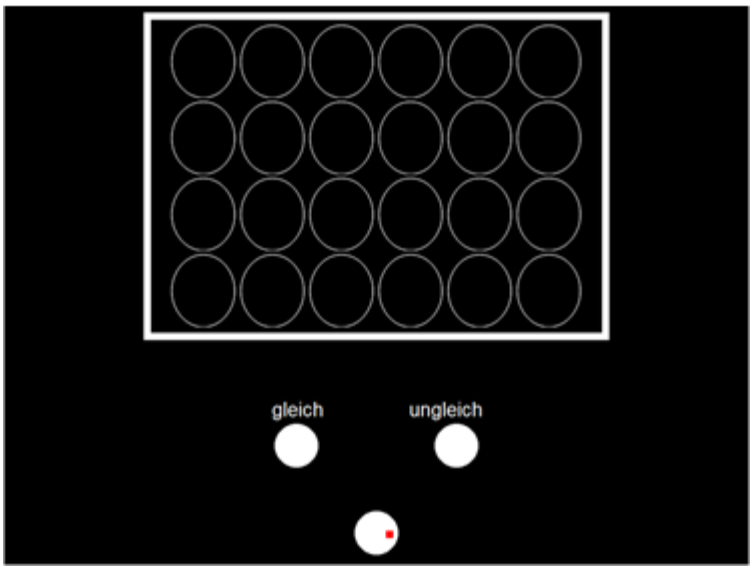

Abbildung 10: Folie aus der Instruktion in Power Point zur Veranschaulichung des Ablaufs der Untersuchung. Es ist die Monitoransicht mit schwarzem Hintergrund dargestellt. Auf diesem ein weißer Kasten in Form einer Matrix mit 24 leeren weißen Kreisen. Unterhalb der Matrix sind die drei weißen Punkte zur Bedienung dargestellt.

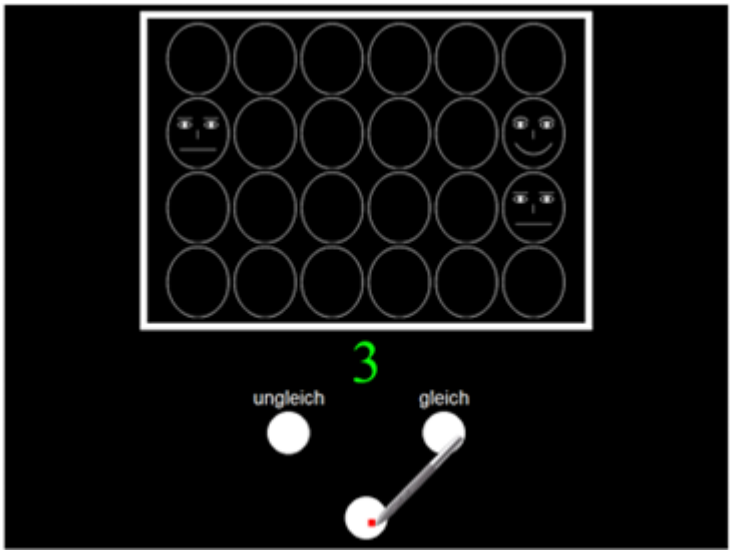

Abbildung 11: Der unterste Kreis stellte die Starttaste/Ruhetaste dar. Es wurde erläutert, dass durch das Anwählen der Starttaste mit dem roten Karo (gesteuert durch den Stift) die Untersuchung startete.

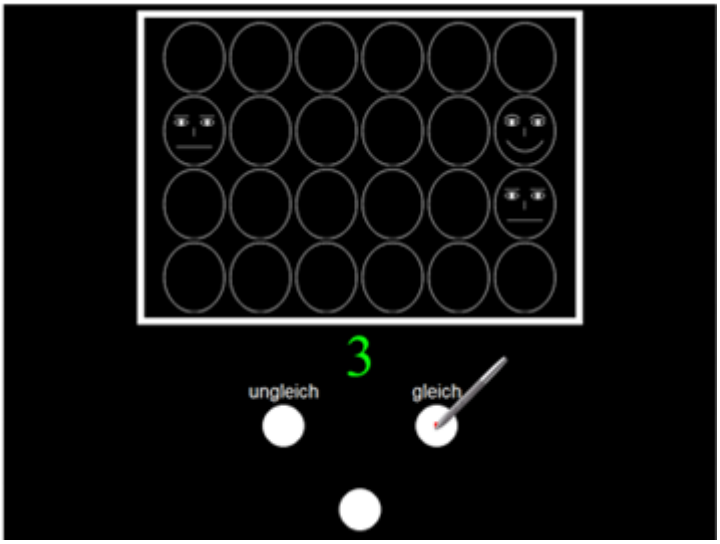

Abbildung 12: Die mit „gleich“ und „ungleich“ beschrifteten Punkte sollten je nach Aufgabenstellung und Trial angewählt werden. Hier ist beispielhaft das Subitizing Paradigma dargestellt, in dem die Aufgabe der Probanden war, die Gesichter unabhängig von ihrer Emotion zu zählen, sie mit der unter der Matrix stehenden grünen Zahl (3) zu vergleichen und je nachdem, ob die Anzahl gleich der Zahl war (wie in diesem Fall) oder nicht, die Punkte „gleich“ oder „ungleich“ anzuwählen.

Danach führten die Probanden die Aufgaben durch.

Der Versuch bestand aus vier Teilen mit je 588 Trials für das FFIC Paradigma mit den Gesichtern und 294 Trials für das FFIC Paradigma mit den Figuren sowie 690 Trials für das SUBI Paradigma mit Gesichtern und 345 Trials für das SUBI Paradigma mit den Figuren.

Jeder Proband führte alle vier Untersuchungsteile in abgewandelter Reihenfolge durch.

Es wurde nach Abschluss der Versuchsdurchführung ein Rating der verwendeten Gesichter durchgeführt. Die Probanden sollten hierbei bewerten, inwieweit die drei zuvor bei der Computeruntersuchung gezeigten Gesichter, jeweils die Emotionen Freude, Ärger, Angst und Trauer ausdrückten.

Im Anschluss daran wurden die restlichen Fragebögen mit den Probanden bearbeitet. Dabei handelte es sich um einen Fragebogen zur allgemeinen Intelligenz sowie vier weitere Fragebögen zur Persönlichkeitsstruktur. Auf diese Fragebögen wird jedoch nicht näher eingegangen, da auf eine Auswertung verzichtet wurde.

Die Apparatur für den Versuch war wie folgt aufgebaut. Auf einem Schreibtisch war ein Monitor platziert, vor dem anstelle einer Tastatur ein Grafiktablett (WACOM) lag. Auf der linken Seite neben dem Grafiktablett war ein Laptop aufgebaut, von dem aus das verwendete Programm "Presentation" gestartet und gesteuert wurde. Auf der rechten Seite des Grafiktabletts befand sich der zugehörige Stift für die Durchführung der Untersuchung. Der Proband saß vor dem Schreibtisch auf einem höhenverstellbaren Drehstuhl. Da es sich bei den Probanden, wie bereits eingangs erwähnt, um Rechtshänder handelte, wurde die Versuchsanordnung mit dem Stift auf der rechten Seite des Tabletts gewählt.

Auf der folgenden Abbildung 13 ist der Versuchsaufbau bildlich dargestellt.

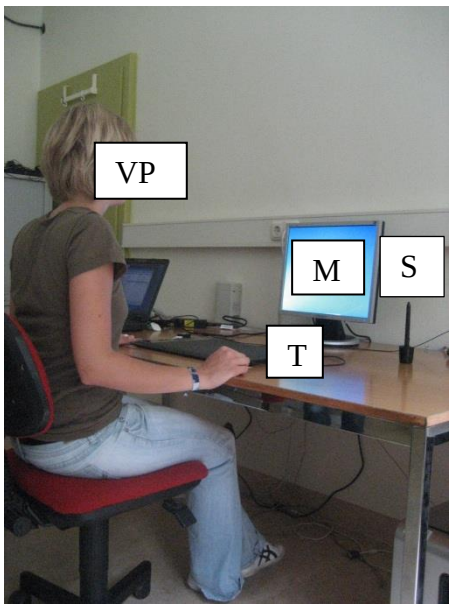

Abbildung 13: Versuchsaufbau mit Blick auf den Schreibtisch. Auf dem Schreibtisch befand sich der Monitor (M), links daneben der Laptop (L) und unmittelbar vor dem Monitor das Grafiktablett (T). Rechts neben dem Grafiktablett stand der Stift (S). Die Versuchsperson (VP) saß auf dem Drehstuhl vor dem Schreibtisch.

3.4 Experimentelle Kontrolle

Zum Ausschluss von unerwünschten Effekten, wurden verschiedene Kontrollbedingungen in die Untersuchung eingebaut.

Zum einen wurden Abfolgen der Trials durch einen Zufallsgenerator bestimmt, um Gewöhnungseffekte zu vermeiden.

Weiterhin wurden die vier Aufgabenteile von Proband zu Proband in unterschiedlicher Reihenfolge absolviert. Dies diente dazu auszuschließen, dass die Ergebnisse durch Unsicherheiten in der Steuerung beim ersten Aufgabenteil und nachlassende Konzentration beim letzten durchzuführenden Aufgabenteil verfälscht wurden.

Zum Zweck der schnellen Gewöhnung an die Steuerung und die Aufgabenart wurden den Probanden zusätzlich vor jeder Aufgabe Übungsversionen zur Demonstration vorgeführt.

Um zu vermeiden, dass die Probanden in der Quantifizierungsaufgabe bei der maximalen Punktezahl weniger sorgfältig die Elemente quantifizierten, wurde eine zusätzliche Bedingung mit acht Elementen eingefügt, die jedoch nicht in die Auswertung einging.

Um einen Einfluss der Antworttastenanordnung auf die Verarbeitungszeiten zu kontrollieren, wurde die räumliche Anordnung der beiden Antworttasten variiert, permutiert zwischen den Versuchspersonen.

Um den Effekt der Stimmungskongruenz zu erfassen und auszuschließen, wurde im Vorfeld der Untersuchung (an den SAM angeschlossen) ein Rating zu den verwendeten Gesichtern durchgeführt, wie unter 3.3 bereits erläutert.

3.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm SPSS in der Version 17.0 durchgeführt. Danach wurden deskriptive Statistiken für jeden Untersuchungsteil angefertigt und jeweils mehrfaktorielle Varianzanalysen mit Messwiederholungen durchgeführt. Die zugehörigen Faktoren wurden bereits bei der Beschreibung der Versuchspläne zu den einzelnen Fragestellungen genannt und werden in den einzelnen Abschnitten des Ergebnisteils wiederholt. Für die Fragen zum Vergleich der emotionalen Gesichter und für den Vergleich der neutralen Figuren und Gesichter wurden jeweils getrennte Analysen durchgeführt.

Das Signifikanzniveau wurde mit $\alpha = 0.05$ festgelegt.

Im Falle der verletzten Sphärizität wurden die Ergebnisse mit Greenhouse-Geisser Korrekturen angegeben. Für Post-hoc-Analysen zum Mittelwertsvergleich einzelner Untergruppen wurde eine Bonferroni-Korrektur durchgeführt.

Bei den abhängigen Variablen handelte es sich in der vorliegenden Arbeit um die Reaktionszeit und die Anzahl korrekter Antworten. Dies galt jeweils sowohl für das Finding-the-face-in-the-crowd als auch für das Subitizing Paradigma.

Ausgewertet wurde die Reaktionszeit als der Parameter mit der größten Aussagekraft und der stärksten Verlässlichkeit für die Fragestellungen der vorliegenden Arbeit. Die Anzahl korrekter Antworten belief sich geschlechtsunabhängig für beide Paradigmen im Mittel auf nahezu 100 %, sodass auf deren Auswertung bzw. Einbeziehung in den Ergebnisteil verzichtet wurde. Die erfassten Fragebögen zur Intelligenz sowie zum sozioökonomischen Status der Probanden wurden ebenfalls nicht in die Auswertung miteinbezogen, da es sich bei den Probanden ausschließlich um Studenten mit IQ-Werten ähnlicher Größenordnung (gematcht auf größer 90) sowie mit ähnlichem sozialem Hintergrund handelte.

Die Persönlichkeitseigenschaften, die im Rahmen verschiedener Fragebögen erhoben worden waren, wurden ebenfalls nicht in die Auswertung miteinbezogen, da dies Gegenstand einer weiteren Arbeit sein könnte und nicht Gegenstand der vorliegenden Fragestellung war.

Auf die Auswertung des Ratings hinsichtlich der Stimmungskongruenz und des SAM wurde verzichtet, da dieser Teil der Daten nicht Gegenstand der Fragestellung der vorliegenden Arbeit war. Ein diesbezüglicher Ausblick und die Diskussion der möglichen Auswirkungen werden nebenbefundlich in der Diskussion abgehandelt.

Bei der Auswertung des Geschlechtes ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen, sodass diese Auswertung nicht in den Ergebnisteil miteinbezogen wurde, da sie ebenfalls nicht Gegenstand der Fragestellung war. Die gefundenen marginalen Unterschiede zwischen Männern und Frauen werden nebenbefundlich in der Diskussion aufgegriffen.

4. Ergebnisse

4.1 Finding-the-face-in-the-crowd Paradigma

Die nachfolgenden Darstellungen dienen der Beantwortung der ersten und zweiten Fragestellung. Es wurden zunächst die Mittelwerte, Standardabweichungen und die Standardabweichungen der Mittelwerte der Reaktionszeiten aller Probanden im FFIC Paradigma für soziale und nicht-soziale Elemente im Vergleich berechnet. Dabei wurden emotionale Gesichter mit entsprechend abgewandelten Figuren und nicht-emotionale, neutrale Gesichter mit den neutralen Figuren in getrennten Analysen verglichen. Der Einfluss der Zielreize (Targets = freundliche und ärgerliche Gesichter, abgewandelte Figuren) und der Stufen (Stimuluszahlen pro Bild) wurde mit einer zweifaktoriellen Varianzanalyse geprüft. Das Gleiche galt für den Vergleich der „Non-targets“ (neutrale Gesichter vs. neutrale Figuren) Es wurde dann jeweils überprüft, ob die pop-out Schwelle von 10 ms bei der Verarbeitung unterschritten wurde. Relevante Ergebnisse werden in gemeinsamen Abbildungen veranschaulicht.

Unterschiede bei der Verarbeitung von sozialen und nicht-sozialen schematischen Elementen

In Abbildung 14 sind zunächst für die Haupteffekte Targets resp. Non-targets die mittleren Reaktionszeiten aller Probanden gemittelt über alle Stufen beim FFIC im Überblick vergleichend grafisch dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Zielreiz Figuren schneller gefunden wurden als die freundlichen und ärgerlichen Gesichter. Die neutralen Figuren wurden schneller als die neutralen Gesichter gefunden. Die mittleren Reaktionszeiten sind also in beiden Fällen für die Gesichter länger als für die Figuren. Alle gezeigten Unterschiede sind signifikant, wie aus den nach der Abbildung 14 folgenden Tabellen 1 bis 3 ersichtlich wird. Die kürzeste mittlere Reaktionszeit liegt bei den Bedingungen mit den Zielreiz Figuren vor. Die längste mittlere Reaktionszeit findet sich für die Bedingungen mit ausschließlich neutralen Gesichtern. Das bedeutet, dass in der Gesamtbetrachtung die Zielreiz Figuren am schnellsten gefunden wurden und die Bedingung mit ausschließlich neutralen Gesichtern in der Matrix zur langsamsten Erkennung führte. Die Trials mit den Targets führten zu einer schnelleren Verarbeitung als die Trials ohne Targets in der Matrix. Dabei fällt allerdings auf, dass die mittlere Reaktionszeit für die Trials mit einem freundlichen Gesicht als Target etwas größer ist als jene mit ausschließlich neutralen Figuren. Das bedeutet, dass in diesem Fall im

Mittel eine schnellere Erkennung einer gleichförmigen Elementansammlung eingetreten war als jene der Menge mit einem abweichenden Element.

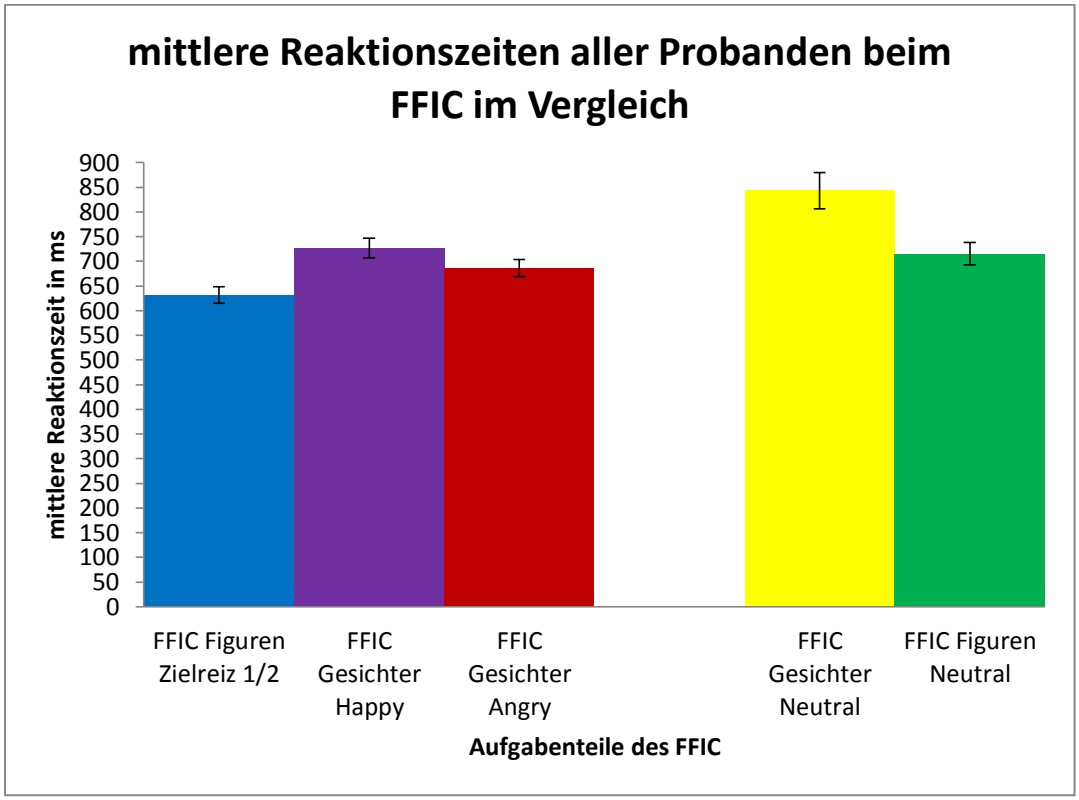

Abbildung 14: Grafische Darstellung der über alle Stufen gemittelten Reaktionszeiten aller Probanden mit den Standardabweichungen der Mittelwerte beim FFIC im Vergleich, unterteilt nach Aufgabenteilen.

Für das FFIC Paradigma mit den sozialen und nicht-sozialen Targets zeigten sich in den Ergebnissen der zweifaktoriellen Varianzanalyse (Target, Stufen) mit Messwiederholung (3x6) nach Design 1 signifikante Haupteffekte für die beiden Faktoren Target und Stufen. Die Interaktionen zwischen den beiden Faktoren waren ebenfalls signifikant (siehe Tabelle 1). Das bedeutet, dass sich die Zahl der Zielreize unterschiedlich auf die drei Targetbedingungen auswirkte.

Tabelle 1: Ergebnisse der ANOVA für die Faktoren Target und Stufen im FFIC Paradigma.

Faktor	F	df1	df2	p
Target	23,47	1	22	<0,01
Stufen	37,57	3	67	<0,01
Target*Stufen	4,76	5	98	0,01

In Tabelle 2 sind die paarweisen Vergleiche für die drei Ausprägungen Freundlich, Ärgerlich und Figur des Faktors Target Bonferroni-adjustiert dargestellt. Alle gezeigten paarweisen Vergleiche sind signifikant. Die Zielreiz Figuren wurden schneller gefunden als die ärgerlichen und die freundlichen Gesichter, die ärgerlichen Gesichter wiederum schneller als die freundlichen.

Tabelle 2: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche Bonferroni-adjustiert für freundliche (Freundlich) und ärgerliche Gesichter (Ärgerlich), sowie Zielreiz Figuren (Figur) im FFIC Paradigma.

Paarweise Vergleiche der Targets	p
Freundlich vs. Figur	<0,01
Ärgerlich vs. Figur	<0,01
Freundlich vs. Ärgerlich	<0,01

Abbildung 15 stellt die Mittelwerte und Standardabweichungen der Mittelwerte der Reaktionszeiten aller Probanden im FFIC Paradigma mit sozialen und nicht-sozialen Zielreizen in Abhängigkeit von den Reizanzahlen der Matrix grafisch dar. Die mittleren Reaktionszeiten sind bei den Figuren im Vergleich zu den Gesichtern kürzer und ärgerliche Gesichter als Zielreize weisen im Vergleich zu den freundlichen Gesichtern kürzere mittlere Reaktionszeiten auf (siehe auch Abb. 14).

Die paarweisen Vergleiche für den Faktor Stufen in der Korrektur nach Bonferroni ergaben keine signifikanten Unterschiede der Stufen 1 und 2, 3 und 4, 3 und 5 sowie 5 und 6. Alle anderen Stufen unterscheiden sich signifikant voneinander, d.h. die Erkennungsgeschwindigkeit wurde mit steigender Elementanzahl auf diesen Stufen signifikant geringer. Auf allen anderen Stufen, auf denen keine Signifikanz festgestellt wurde, war sie nur marginal geringer.

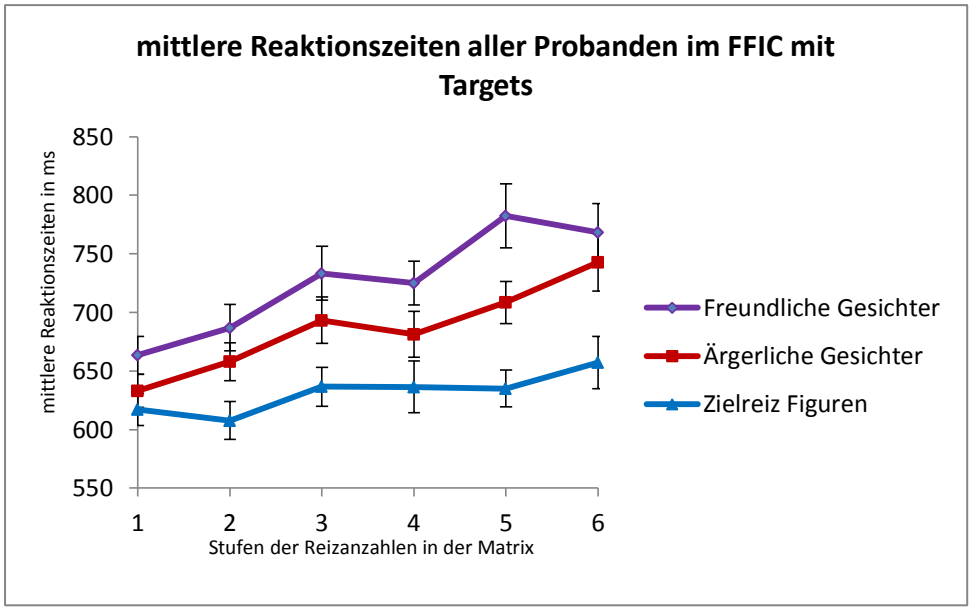

Abbildung 15: Mittlere Reaktionszeiten mit Standardabweichungen der Mittelwerte aller Probanden im FFIC Paradigma mit Targets (freundliche und ärgerliche Gesichter, Zielreiz Figuren) auf allen Stufen mit Standardfehlern der Reizanzahlen der Matrix auf dem Display (Elementmengen).

Im FFIC Paradigma mit sozialen und nicht-sozialen Non-targets (neutral) zeigen sich in der zweifaktoriellen Varianzanalyse (Non-target, Stufen) nach Design 2 mit Messwiederholung für beide Faktoren (2x6) signifikante Haupteffekte (vgl. Abb. 14). Die neutralen Figuren wurden also schneller verarbeitet als die neutralen Gesichter und die Verarbeitungszeit stieg von Stufe zu Stufe der Elementmengen signifikant stärker an (vgl. Abb. 15). Die Interaktionen der beiden Faktoren sind ebenfalls signifikant (siehe Tabelle 3 und Abb. 16). Das bedeutet, die Verarbeitungsgeschwindigkeit der Figuren und Gesichter wurde durch die Zahl der Stufen unterschiedlich beeinflusst (vgl. Abb. 16).

Tabelle 3: Ergebnisse der ANOVA für die Faktoren Non-target und Stufen im FFIC Paradigma.

Faktor	F	df1	df2	p
Non-target	23,92	1	19	<0,01
Stufen	47,73	1	26	<0,01
Non-target*Stufen	12,06	1	35	<0,01

Die paarweisen Vergleiche für den Faktor Stufen der Elementmengen in der Korrektur nach Bonferroni ergab, dass sich die Stufen 2 und 3 nicht signifikant voneinander unterscheiden. Alle anderen Stufen unterscheiden sich signifikant voneinander, d.h. die

Reaktionszeiten je Stufe wurden von einer Elementmenge zur nächsten signifikant größer, außer zwischen Stufe 2 und 3, dort unterschieden sie sich nur marginal. Die Erkennungsgeschwindigkeit verlangsamte sich also bei allen aufeinanderfolgenden Stufen außer bei Stufe 2 und 3 signifikant. Hier wurden die Elemente ähnlich schnell erkannt und verarbeitet.

In Abbildung 16 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Mittelwerte der Reaktionszeiten aller Probanden im FFIC Paradigma für die Kontrollbedingung mit sozialen und nicht-sozialen Non-targets (neutral) grafisch dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass die neutralen Gesichter längere Reaktionszeiten auf allen Stufen der Elementmengen aufweisen als die neutralen Figuren. Die Erkennungsvorgänge der Verarbeitung der Trials mit ausschließlich neutralen Figuren als Reizen liefen somit schneller als jene bei den Trials mit ausschließlich neutralen Gesichtern ab.

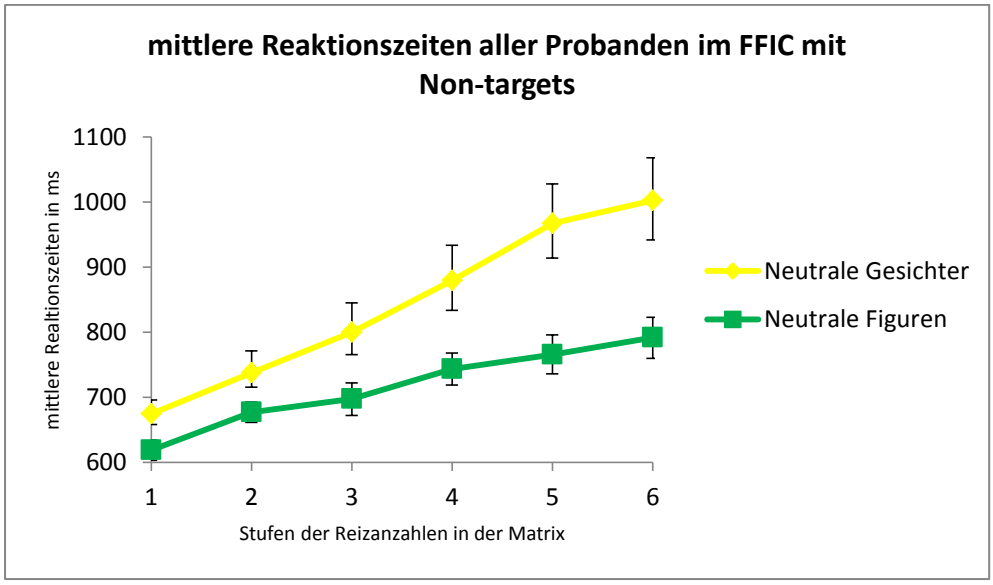

Abbildung 16: Mittlere Reaktionszeiten mit Standardabweichungen der Mittelwerte aller Probanden im FFIC mit Non-targets (neutrale Gesichter/Figuren) für die verschiedenen Stufen der Reizanzahlen.

Pop-out Effekt

Die mittleren Reaktionszeitanstiege je Stufe bei sozialen und nicht-sozialen Zielreizen unter Berücksichtigung der pop-out Schwelle sind in Abbildung 17 dargestellt. Die Reaktionszeitanstiege sind im Mittel bei den Gesichtern größer als jene bei den Figuren (gemittelt über die sechs Stufen: Figuren 8,02 ms, bei den freundlichen Gesichtern 21,96 ms und bei den ärgerlichen Gesichtern 20,98 ms). Dabei wurden die ärgerlichen Gesichter schneller erkannt und verarbeitet als die freundlichen Gesichter. Die pop-out

Schwelle wurde im Mittel nur im Falle der Zielreiz Figuren unterschritten. Hier kann von einer präattentiven automatischen Verarbeitung und einem pop-out Effekt ausgegangen werden. Die mittlere Verarbeitungsgeschwindigkeit schwankte für alle drei Targets, blieb aber bei den Zielreiz Figuren am ehesten über die verschiedenen Stufen der Elementmengen hinweg konstant. Die freundlichen Gesichter wie auch die ärgerlichen Gesichter unterschritten die pop-out Schwelle auf Stufe 4, mit einer Elementmenge von 5. Hier waren die Reaktionszeitanstiege für die ärgerlichen und freundlichen Gesichter von allen Probanden im Mittel negativ, das bedeutet die Erkennung der ärgerlichen und freundlichen Gesichter lief bei einer Menge von fünf Gesichtern schneller ab als jene bei vier Gesichtern. Bei den Zielreiz Figuren lag der Reaktionszeitanstieg bei 0. Die Zielreiz Figuren wurden also bei einer Elementmenge von 4 und fünf etwa gleich schnell gefunden.

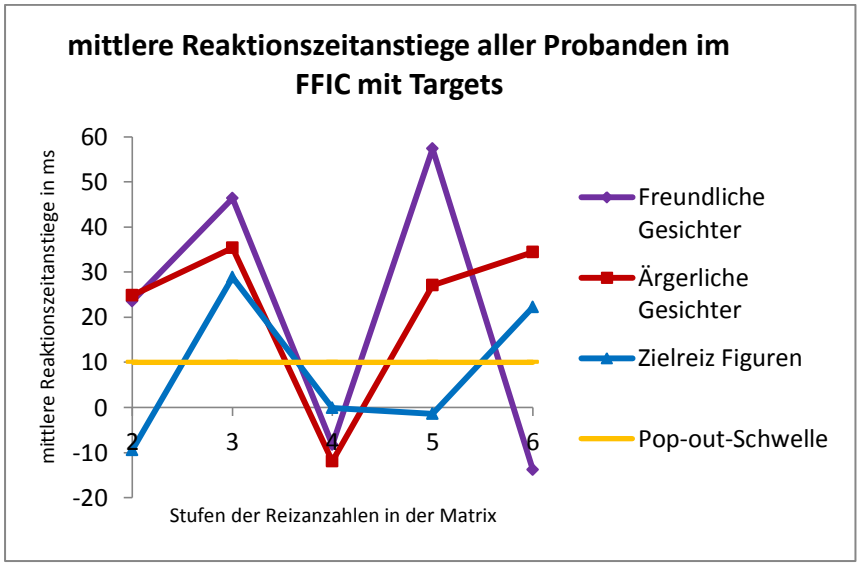

Abbildung 17: Mittlere Reaktionszeitanstiege aller Probanden je Stufe im FFIC Paradigma mit Targets (freundliche und ärgerliche Gesichter, Zielreiz Figuren) unter Berücksichtigung der pop-out-Schwelle.

Die mittleren Reaktionszeitanstiege je Stufe bei den sozialen und nicht-sozialen Non-targets sind in Abbildung 18 unter Berücksichtigung der pop-out Schwelle analog zur Darstellung für Targets (Abb. 16) zu sehen. Bei den neutralen Gesichtern liegen über alle Stufen hinweg größere Reaktionszeitanstiege vor als bei den neutralen Figuren. Die pop-out Schwelle wird weder bei Gesichtern noch bei Figuren unterschritten.

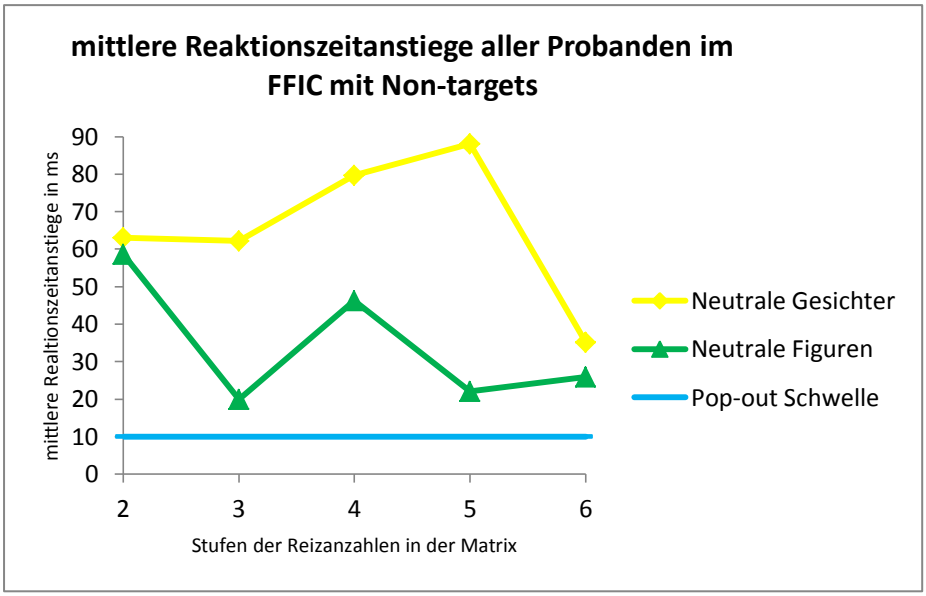

Abbildung 18: Mittlere Reaktionszeitanstiege aller Probanden im FFIC Paradigma mit Non-targets (neutrale Gesichter/Figuren) unter Berücksichtigung der pop-out-Schwelle.

4.2 Subitizing Paradigma

Zur Beantwortung der Fragestellungen 3-5 hinsichtlich des SUBI Paradigmas wurden ebenfalls zunächst Mittelwerte, Standardabweichungen und Standardabweichungen der Mittelwerte der Reaktionszeiten berechnet und darauf folgend dann entsprechende Varianzanalysen analog zu den Designs errechnet. Hierbei wurden die emotionalen und die neutralen Gesichter untereinander verglichen, um die Wertigkeit der emotionalen Valenz herausarbeiten zu können, und in der Kontrollbedingung wurden dann die veränderten und die neutralen Figuren untereinander verglichen. Am Ende wurde eine gemeinsame Gegenüberstellung der Ergebnisse grafisch vorgenommen. Die Bereiche Subitizing und Counting wurden zunächst gemeinsam betrachtet, um die genaue Schwelle des Subitizing bestimmen zu können. Im Nachgang wurde dann eine getrennte Analyse der beiden Bereiche hinsichtlich des Einflusses der Emotionen durchgeführt.

Einfluss von Distraktoren

Die nachfolgende Abbildung 19 stellt die Mittelwerte und Standardabweichungen der Mittelwerte der Reaktionszeiten aller Probanden im SUBI Paradigma mit Gesichtern grafisch dar. Im Subitizing Bereich (Stufe 1-4) sind keine wesentlichen Unterschiede im Verlauf der Kurven der Reaktionszeiten zwischen den Gesichtern und auf den einzelnen Stufen zu erkennen. Im Counting Bereich (Stufe 5-7) zeigt sich, dass die mittleren Reaktionszeiten bei ausschließlich neutralen Gesichtern im Vergleich zu den Bedingungen mit freundlichen und ärgerlichen Gesichtern als Distraktoren kürzer sind. Weiterhin ist im Counting Bereich zu erkennen, dass die Bedingungen mit ärgerlichen Gesichtern als Distraktoren im Vergleich zu den freundlichen Gesichtern keine wesentlich unterschiedlichen Reaktionszeiten aufweisen. Das bedeutet, dass emotionale Gesichter als Distraktoren einen Einfluss auf die basale Quantifizierung haben, jedoch nur im Counting Bereich, nicht im Subitizing Bereich.

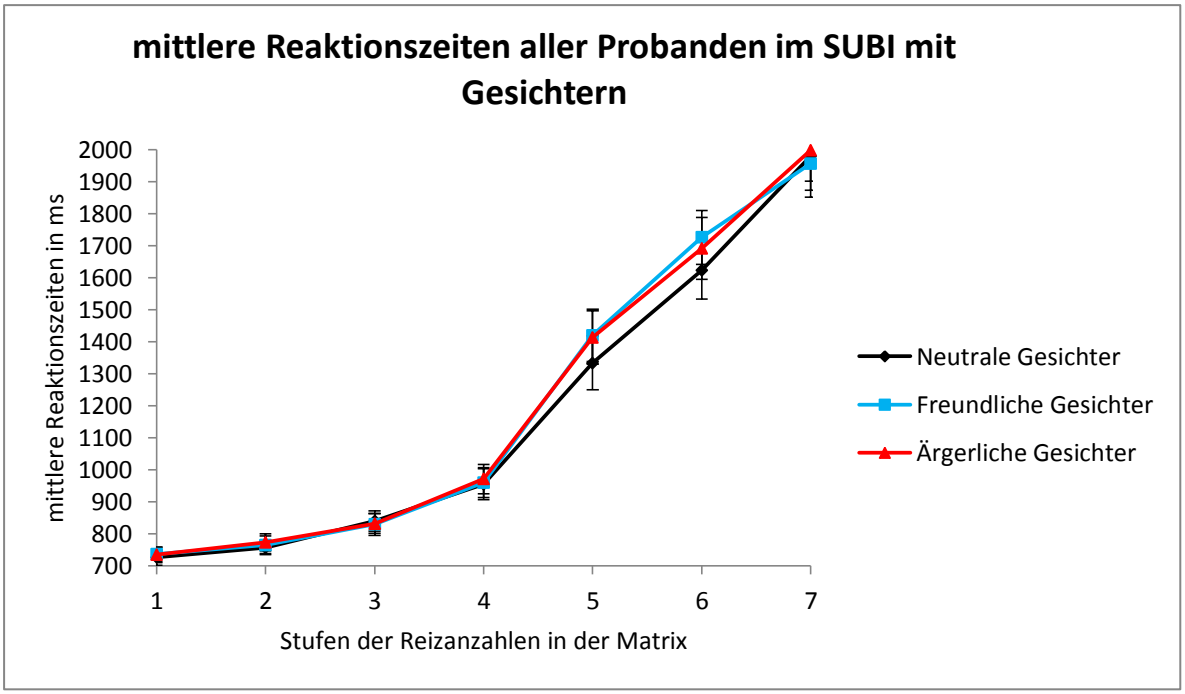

Abbildung 19: Mittlere Reaktionszeiten mit Standardabweichungen der Mittelwerte aller Probanden im SUBI Paradigma mit neutralen, freundlichen und ärgerlichen Gesichtern.

Für das SUBI Paradigma mit den Gesichtern zeigten sich in den Ergebnissen der zweifaktoriellen Varianzanalyse (Gesichter, Stufen) mit Messwiederholung auf beiden Faktoren (3x7) nach Design 1 signifikante Haupteffekte für die Faktoren Gesichter und Stufen. Die Interaktionen zwischen den beiden Faktoren waren ebenfalls signifikant (siehe Tabelle 4). Das bedeutet, die Gesichter unterscheiden sich signifikant hinsichtlich ihrer Valenz voneinander, obwohl dies in der Abbildung kaum deutlich wird. Die einzelnen Stufen der Elementmengen unterscheiden sich ebenfalls signifikant voneinander. Ferner ist der Unterschied zwischen den Gesichtern auf den einzelnen Stufen verschieden stark ausgeprägt, wie die signifikante Wechselwirkung zeigt.

Tabelle 4: Ergebnisse der ANOVA für die Faktoren Gesichter und Stufen im SUBI Paradigma.

Faktor	F	df1	df2	p
Gesichter	6,31	2	38	<0,01
Stufen	169,36	1	23	<0,01
Gesichter*Stufen	3,08	4	87	0,015

In der nachfolgenden Abbildung 20 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Mittelwerte der Reaktionszeiten aller Probanden im SUBI Paradigma mit Figuren grafisch dargestellt. Im Subitizing Bereich sind dabei bezüglich der Reaktionszeiten

keine wesentlichen Unterschiede zwischen den veränderten (Zielreiz 1/2) und den neutralen Figuren auf den einzelnen Stufen zu erkennen. Es zeigt sich im Counting Bereich, dass die mittleren Reaktionszeiten bei den veränderten Figuren im Vergleich zu den neutralen Figuren länger sind. Distraktor Figuren stören damit die Verarbeitung bei der basalen Quantifizierung, allerdings nur im Counting Bereich, nicht im Subitizing Bereich.

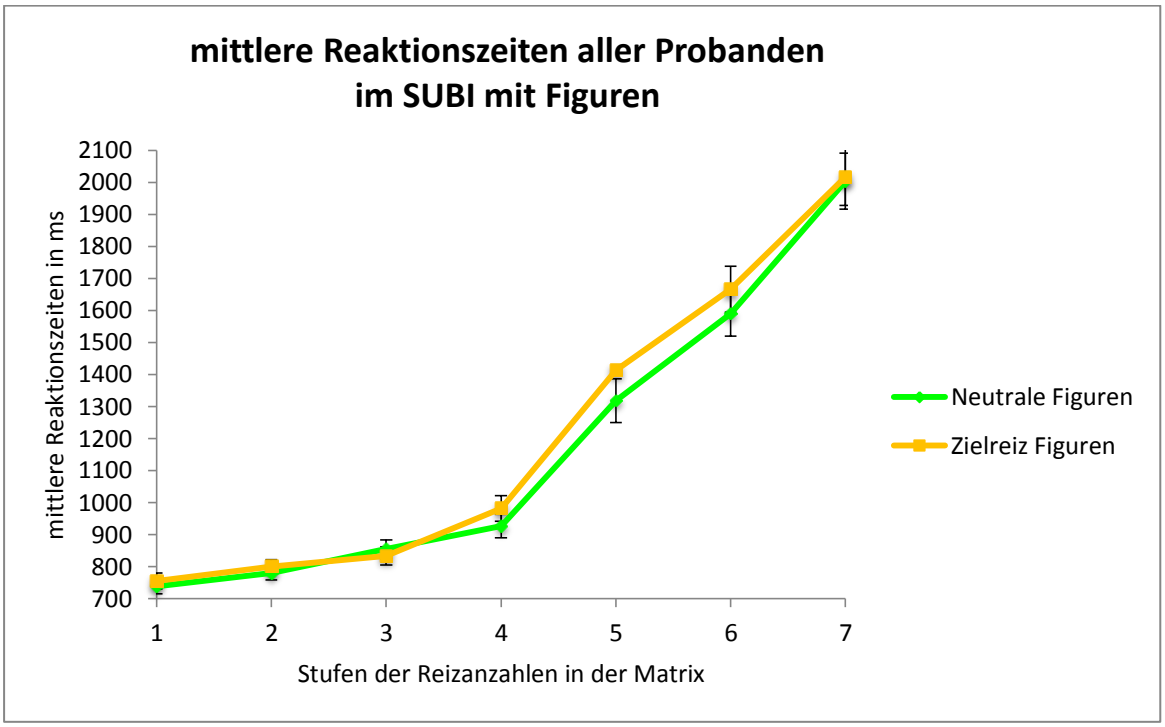

Abbildung 20: Mittlere Reaktionszeiten mit Standardabweichungen der Mittelwerte aller Probanden im SUBI Paradigma mit neutralen und Zielreiz Figuren.

Für das SUBI Paradigma mit den Figuren zeigten sich in den Ergebnissen der zweifaktoriellen Varianzanalyse (Figuren, Stufen) mit Messwiederholung (2x7) nach Design 2 signifikante Haupteffekte für die Faktoren Figuren und Stufen. Die Interaktionen zwischen den beiden Faktoren waren nicht signifikant (siehe Tabelle 5). Das bedeutet, die Zielreiz Figuren führten im Vergleich zu den neutralen Figuren zu einer signifikanten Verlangsamung der Quantifizierungszeit, was jedoch unabhängig von der Stufenzahl war, obwohl die Abbildung den Eindruck vermittelt, dass auf Stufen 5 und 6 die Unterschiede zwischen den Figuren größer sind.

Tabelle 5: Ergebnisse der ANOVA für die Faktoren Figuren und Stufen im SUBI Paradigma.

Faktor	F	df1	df2	p
Figuren	7,70	1	19	0,012
Stufen	200,37	1	29	<0,01
Figuren*Stufen	1,49	2	49	0,232

Die Ergebnisse der paarweisen Vergleiche des Faktors Stufen nach Bonferroni korrigiert zeigen ebenfalls, dass sich alle paarweisen Vergleiche und damit alle Stufen signifikant voneinander unterscheiden. Das bedeutet die Quantifizierung lief von Stufe zu Stufe langsamer ab.

In Abbildung 21 sind die mittleren Reaktionszeiten aller Probanden und Stufen im SUBI Paradigma aller Aufgabenteile im Vergleich grafisch dargestellt. Dabei ist beim Vergleich der verschiedenen Aufgabenteile des SUBI zu erkennen, dass die Reaktionszeiten der Probanden bei den Gesichtern im Durchschnitt größer waren als bei den Figuren. Die mittleren Reaktionszeiten waren zudem für das Verarbeiten der neutralen Figuren kürzer als jene für das Verarbeiten der neutralen Gesichter. Dagegen waren die mittleren Reaktionszeiten für die Verarbeitung mit den veränderten Figuren (Zielreiz) als Distraktoren etwas länger als die für jene mit den emotionalen Gesichtern als Distraktoren (Emotion freundlich und ärgerlich).

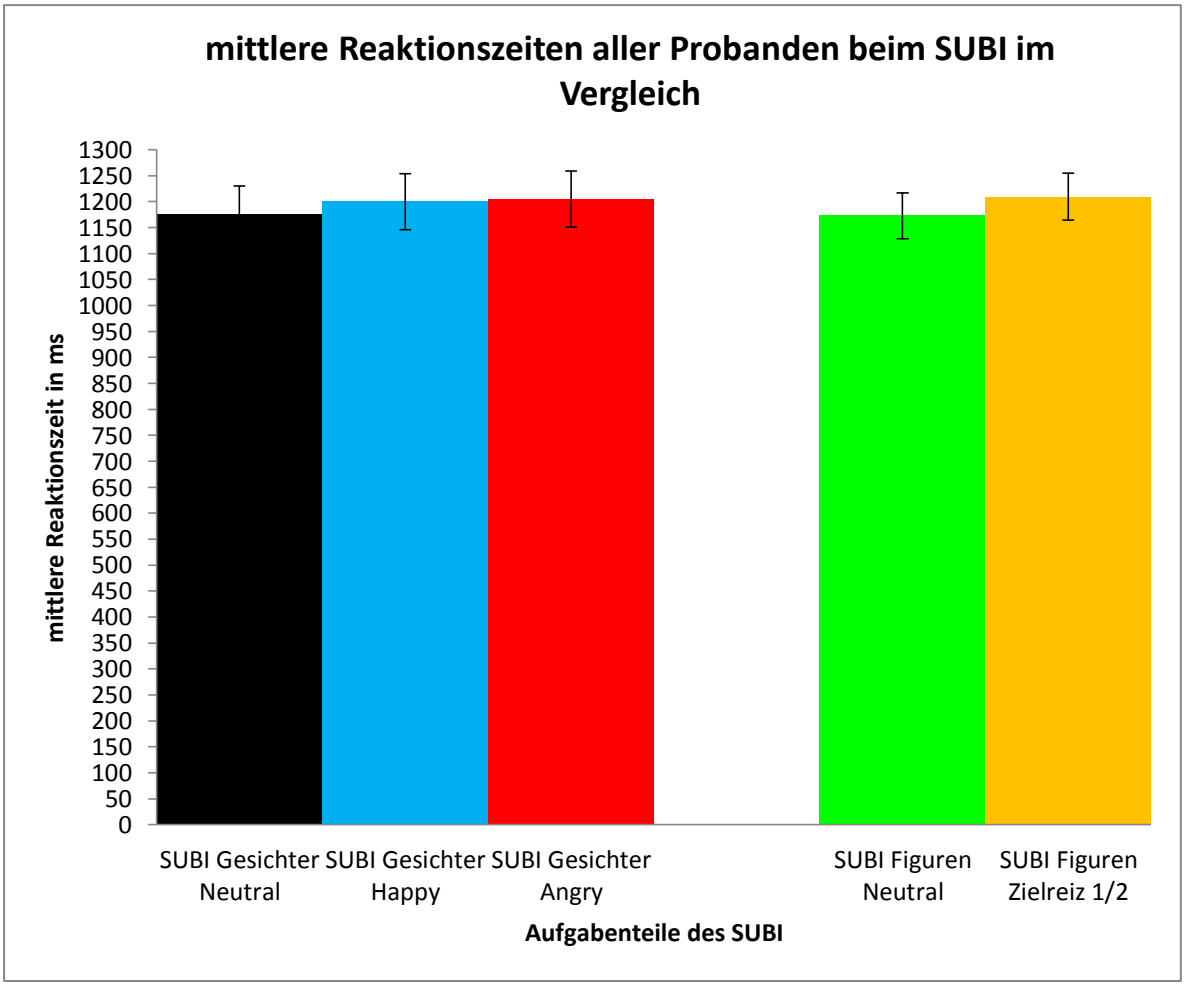

Abbildung 21: Grafische Darstellung der mittleren Reaktionszeiten mit Standardabweichungen der Mittelwerte aller Probanden beim SUBI im Vergleich, unterteilt nach Aufgabenteilen.

Einfluss der Art des Distraktors

Wie bereits in Tabelle 4 gezeigt, unterscheiden sich die Gesichter hinsichtlich ihrer Valenz signifikant voneinander. Die einzelnen Stufen der Elementmengen unterscheiden sich ebenfalls signifikant voneinander, wie auch die Gesichter in Abhängigkeit von der Stufenzahl.

In Tabelle 6 sind nun die paarweisen Vergleiche nach Bonferroni korrigiert dargestellt. Es konnte gezeigt werden, dass sich die ärgerlichen und freundlichen Gesichter signifikant von den neutralen Gesichtern unterscheiden. Die ärgerlichen und freundlichen Gesichter unterscheiden sich hingegen nicht signifikant voneinander. Das bedeutet, die ärgerlichen und die freundlichen Gesichter führten jeweils zu einer Verlangsamung der Quantifizierungsgeschwindigkeit, jedoch war diese Verlangsamung bei beiden Emotionsarten etwa gleich groß.

Tabelle 6: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche, in der Korrektur nach Bonferroni, für neutrale (Neutral), freundliche (Freundlich) und ärgerliche Gesichter (Ärgerlich) im SUBI Paradigma.

Paarweise Vergleiche der sozialen Zielreize	P
Neutral vs. Freundlich	0,015
Neutral vs. Ärgerlich	0,028
Freundlich vs. Ärgerlich	1,00

Die Ergebnisse der paarweisen Vergleiche für den Faktor Stufen (Elementmengen) nach Bonferroni korrigiert zeigen, dass sich alle paarweisen Vergleiche und damit auch alle Stufen signifikant voneinander unterscheiden. Das bedeutet die Quantifizierung lief von Stufe zu Stufe langsamer ab.

Einfluss der Art der Quantifizierungsprozesse

Für die getrennte Betrachtung der Bereiche Subitizing (1-4 Elementanzahlen) und Counting (5-7 Elementanzahlen) bei Gesichtern sind die Ergebnisse der ANOVA in Tabelle 7 dargestellt. Dabei zeigt sich für den Faktor Emotionen im Subitizing Bereich kein signifikanter Haupteffekt, im Counting Bereich dagegen schon. Für den Faktor Stufen ergaben sich in beiden Bereichen signifikante Haupteffekte. Die Interaktionen sind im Subitizing Bereich nicht signifikant, im Counting Bereich hingegen schon. Das bedeutet, die emotionalen Gesichter führen im Counting Bereich zu einer Verlangsamung der Quantifizierung, im Subitizing Bereich hingegen nicht. Dieser Effekt wird auf allen Stufen im Bereich des Counting beobachtet. Im Subitizing unterscheiden sich die einzelnen Stufen hingegen zwar hinsichtlich der Reaktionszeiten, d.h. die Quantifizierungsprozesse laufen mit unterschiedlicher Geschwindigkeit ab, allerdings unbeeinflusst durch die Emotionen.

Tabelle 7: Ergebnisse der ANOVA für die Faktoren Gesichter und Stufen der Bereiche Subitizing (1-4 Elemente) und Counting (5-7 Elemente) im SUBI Paradigma im Vergleich.

Faktor	Subitizing Bereich				Counting Bereich			
	F	df1	df2	p	F	df1	df2	p
Emotionen	2,00	2	38	0,150	5,93	2	38	<0,01
Stufen	57,25	1	22	<0,01	192,45	2	38	<0,01
Emotionen*Stufen	0,79	6	114	0,232	2,76	2	51	0,056

Aufgrund des fehlenden Haupteffekts für den Faktor Emotionen im Subitizing Bereich wurde auf die Durchführung paarweiser Vergleiche verzichtet. Im Subitizing Bereich führten folglich weder die freundlichen noch die ärgerlichen Gesichter zu einer Verlangsamung der Quantifizierung.

Die paarweisen Vergleiche in der Korrektur nach Bonferroni für den Bereich des Counting für den Faktor Gesichter sind in Tabelle 8 gezeigt. Dabei ist zu erkennen, dass sich die neutralen Gesichter signifikant von den freundlichen Gesichtern unterscheiden. Die freundlichen Gesichter unterscheiden sich jedoch nicht signifikant von den ärgerlichen Gesichtern. Beim Vergleich der ärgerlichen mit den neutralen Gesichtern zeigt sich, dass keine signifikanten Unterschiede bestehen. Das bedeutet, die freundlichen Gesichter führten im Counting Bereich zu einer signifikanten Verlangsamung der Quantifizierung, die ärgerlichen Gesichter hingegen nicht.

Tabelle 8: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche im Counting Bereich für den Faktor Gesichter in der Korrektur nach Bonferroni im SUBI Paradigma.

Paarweise Vergleiche der Gesichter im Counting Bereich	P
Neutral vs. Freundlich	0,010
Neutral vs. Ärgerlich	0,050
Freundlich vs. Ärgerlich	1,00

5. Diskussion

Ziel der vorliegenden Arbeit war es herauszufinden, ob basale Quantifizierungsprozesse durch emotionale Gesichtsausdrücke beeinflussbar sind. Es wurden dazu zunächst die Unterschiede bei der Verarbeitung von sozialen und nicht-sozialen Elementen und im Nachgang die Hypothese des anger-superiority Effekts (ASE) anhand einer visuellen Suchaufgabe überprüft. Mithilfe eines zweiten Paradigmas wurde dann der Bereich der Gesichtererkennung in Bezug zu den beiden Quantifizierungsprozessen Subitizing und Counting gesetzt. Wie bei der Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken werden auch bei diesen beiden Zählprozessen zwei verschiedene Verarbeitungsmodi unterschieden: Subitizing als präattentiver, paralleler und schneller Verarbeitungsprozess und Counting als attentiver, serieller und langsamerer Prozess. Es interessierte daher nun, inwieweit sich der ASE, der in der Literatur meist einer präattentiven und parallelen Verarbeitung zugeordnet wird, und die Verarbeitung freundlicher und neutraler Gesichter, die hauptsächlich als attentiv und seriell beschrieben wird, auf die beiden genannten Quantifizierungsprozesse auswirken. Aufgrund der bisherigen Studienlage wurde vermutet, dass die Verarbeitung von Emotionen die Verarbeitung im Bereich der Quantifizierungsprozesse stört. Da bei der Emotion Ärger von einer anderen Verarbeitung, nämlich einer schnellen, automatischen und präattentiven, ausgegangen wird als bei den Emotionsqualitäten happy oder neutral, wurde weiter vermutet, dass ärgerliche Gesichter die Subitizing Prozesse in größerem Maße stören würden als die freundlichen und neutralen Gesichter, da beide, ASE und Subitizing, dem gleichen Verarbeitungsmodus zugeordnet werden. Für den Counting Bereich wurde eine noch größere Störung durch die emotionalen Gesichtsausdrücke erwartet, da dieser Prozess nicht automatisch sondern aufmerksamkeitsgesteuert abläuft. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung sollen im Folgenden auf diese Vermutungen hin geprüft und diskutiert werden.

5.1 Finding-the-face-in-the-crowd Paradigma

Für das FFIC Paradigma wurde untersucht, ob ein Unterschied bei der Verarbeitung zwischen sozialen und nicht-sozialen schematischen Elementen existiert und ob es einen pop-out Effekt bei der visuellen Suchaufgabe mit den schematischen Gesichtern und Figuren gibt.

5.1.1 Verarbeitung sozialer und nicht sozialer Elemente

Hinsichtlich der Verarbeitung sozialer und nicht sozialer Elemente in der visuellen Suchaufgabe wurde erwartet, dass sowohl schematische freundliche als auch ärgerliche Gesichter schneller verarbeitet werden als entsprechend abgewandelte schematische Figuren (Hypothese 1a.). Es zeigte sich anhand der Ergebnisse, dass sich diese Hypothese als nicht bestätigt erweist und daher verworfen werden muss. Die schematischen Figuren wurden im Mittel schneller gefunden und verarbeitet als die ärgerlichen und die freundlichen Gesichter.

Die zweite Annahme war, dass schematische neutrale Gesichter schneller verarbeitet werden als schematische neutrale Figuren (Hypothese 1b.). Auch diese Hypothese muss verworfen werden, da anhand der Ergebnisse gezeigt werden konnte, dass die neutralen Figuren schneller gefunden und damit verarbeitet wurden als die schematischen Gesichter.

Die dritte Hypothese, dass die Erkennungsgeschwindigkeit mit steigender Elementanzahl geringer wird, erwies sich als zutreffend und kann angenommen werden (Hypothese 1c.). Die Reaktionszeiten stiegen von Stufe zu Stufe der Elementmengen kontinuierlich an. Daher ist von einer abnehmenden Erkennungsgeschwindigkeit mit steigender Elementanzahl auszugehen.

Damit konnte die Hypothese 1c. bestätigt und angenommen werden, die Hypothesen 1a. und 1b. konnten nicht bestätigt werden und wurden daher verworfen.

5.1.2 Pop-out Effekt und ASE

Bezüglich des Vorliegens eines pop-out Effekts wurde erwartet, dass bei dem Aufgabenteil mit den Gesichtern ein anger-superiority Effekt vorliegen würde, der sich durch einen pop-out Effekt äußert (Hypothese 2a.). In den Ergebnissen zeigte sich, dass sowohl ein signifikanter Unterschied bezüglich der Reaktionszeiten zwischen ärgerlichen und freundlichen Gesichtern besteht, als auch ein Unterschied zwischen den ärgerlichen und den freundlichen Gesichtern im direkten Vergleich mit den Zielreiz Figuren. Die ärgerlichen Gesichter wurden dabei schneller verarbeitet als die freundlichen Gesichter. Die Zielreiz Figuren wurden wiederum schneller verarbeitet als die Gesichter. Das bedeutet, dass sich insgesamt betrachtet alle Targets, sowohl sozial als auch nicht-sozial, bezüglich der Verarbeitungsgeschwindigkeit voneinander unterscheiden.

Ob nun ein anger-superiority Effekt als vorliegend angenommen werden kann, hängt davon ab, von welchen Voraussetzungen für einen solchen Effekt ausgegangen wird. Die Bedingungen, die für diese Studie gewählt wurden, orientieren sich an den Untersuchungen von Horstmann aus dem Jahr 2007, der in der Zusammenschau und dem Vergleich verschiedener vorangegangener Studien klar definierte Kriterien für einen ASE festlegte. Er postulierte zwei Kriterien als Voraussetzung für den anger-superiority Effekt: zum einen das der parallelen, effizienten Suche, zum anderen jenes der Suchasymmetrie.

Im Falle der hier vorliegenden Studie hat sich in den Ergebnissen gezeigt, dass weder von einer parallelen Suche ausgegangen werden kann, noch hat sich eine Suchasymmetrie gezeigt, also eine zwischen den freundlichen und den ärgerlichen Gesichtern differierende Suchqualität im Sinne der effizienten Suche nach ärgerlichen Gesichtern und der nicht effizienten Suche nach freundlichen Gesichtern.

Die ärgerlichen Gesichter wurden zwar signifikant schneller gefunden als die freundlichen, dies ging jedoch nicht mit einer parallelen, präattentiven Suche einher. Die Suchzeiten waren laut Definition durchschnittlich zu lang. Horstmann geht in seiner Studie ab einem Reaktionszeitanstieg von 20-30 ms pro Element von einer ineffizienten Suche aus. Die Reaktionszeitanstiege bei den ärgerlichen Gesichtern lagen im Mittel bei 21,96 ms. Ein pop-out Effekt lag damit ebenfalls nicht vor, da die Werte der Reaktionszeitanstiege deutlich über der Schwelle von 10 ms pro Trial, die in der Literatur als kennzeichnend für einen pop-out Effekt angesehen wird, angesiedelt sind (siehe auch Abb.17).

Da die Reaktionszeitanstiege zudem nicht unabhängig von der Elementanzahl immer gleich geblieben waren, kann insgesamt von einer ineffizienten Suche ausgegangen werden, die als nicht präattentiv, sondern als seriell eingestuft werden muss.

Auch bei den freundlichen Gesichtern lag eine ineffiziente Suche vor. Die Reaktionszeitanstiege waren dabei nicht von der Elementanzahl unabhängig und somit nicht von konstanter Höhe. Im Mittel lagen die Reaktionszeitanstiege ebenfalls über der pop-out Schwelle. Somit ähnelt die Suche bei den freundlichen Gesichtern jener bei den ärgerlichen und es konnte somit keine Suchasymmetrie nachgewiesen werden. Da folglich keines der Kriterien für den ASE erfüllt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass im FFIC Paradigma mit schematischen Gesichtern für das vorliegende Studiendesign kein anger-superiority Effekt vorliegt.

Die Hypothese, dass bei der visuellen Suche mit schematischen Gesichtern ein anger-superiority Effekt vorliegt, der sich durch einen pop-out Effekt äußert, hat sich damit als nicht bestätigt erwiesen und muss somit verworfen werden.
Auffallend ist allerdings, dass die pop-out Schwelle für die Zielreiz Figuren mit Reaktionszeitanstiegen von im Mittel 8,02 ms unterschritten wurde. Damit kann bei den Zielreiz Figuren von einem pop-out Effekt ausgegangen werden. Eine parallele, effiziente Suche ist im Gegensatz zu den Gesichtern in diesem Fall anzunehmen.
Ähnlich stellt sich die Sachlage bei den Ergebnissen der Kontrollbedingung des FFIC Paradigmas mit den Non-target Stimuli (neutrale Gesichter und neutrale Figuren) dar. Hier wurde angenommen, dass es einen pop-out Effekt für neutrale schematische Gesichter im Vergleich zu neutralen schematischen Figuren gibt (Hypothese 2b.). Im Vergleich zu den neutralen Gesichtern wurden auch hier die neutralen Figuren schneller erkannt. Hier wurde allerdings die pop-out Schwelle in beiden Fällen nicht unterschritten, sodass nicht von einem pop-out Effekt ausgegangen werden kann.
Die Hypothese, dass bei der visuellen Suche mit schematischen Non-targets ein pop-out Effekt für neutrale schematische Gesichter im Vergleich zu neutralen schematischen Figuren vorliegt, hat sich damit ebenfalls als nicht bestätigt erwiesen und muss somit verworfen werden.
Die Hypothesen 2a. und 2b. konnten somit zusammengefasst beide nicht bestätigt werden und wurden verworfen.

5.1.3 Weitere Ergebnisse

Interessant ist der einheitliche gemittelte Abfall der Reaktionszeitanstiege von Stufe drei auf Stufe vier der Reizanzahl, also beim Wechsel der Elementmenge von vier zu fünf. Es kann eventuell angenommen werden, dass bei einer Elementmenge von genau vier ähnliche Prozesse zum Tragen kommen wie im Rahmen der postulierten FINST (Fingers of instantiation) Hypothese beim Subitizing. In diesem Fall würde das heißen, dass auch bei der Verarbeitung von Gesichtern bei der visuellen Suche eine Kategorisierung und Markierung der Objekte bezüglich ihrer Lage im Raum stattfindet und dass dies bei einer Anzahl von genau vier Objekten sehr effizient geschieht. Denn an dieser Stelle unterschreitet die Slope einheitlich für Gesichter und Figuren kurzzeitig die pop-out-Schwelle. Damit würde im Vorfeld des eigentlichen Bearbeitens der Suchaufgabe die Anzahl der Objekte zunächst erfasst und die Lage der Gesichter zueinander ermittelt, bevor dann unmittelbar danach mithilfe dieser Information ggf. ein

abweichendes Element anhand seiner Salienz ermittelt wird. Dieses fünfte abweichende Element würde sofort identifiziert werden können, da die anderen ja bereits abgespeichert wurden.
Für diese Überlegung würde sprechen, dass sich ärgerliche Gesichter hier im Ergebnis bezüglich der Reaktionszeiten von freundlichen Gesichtern unterscheiden. Sie wurden schneller und damit effizienter gefunden. Freundliche Gesichter wurden wiederum schneller gefunden als Zielreiz Figuren. Dies würde die These stützen, dass ärgerliche Gesichter aufgrund ihrer größeren Salienz an genau dieser Stelle hochparallel von anderen unterschieden werden können und damit sofort als nicht gleichartig zu den anderen identifiziert werden.

5.1.4 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass die Figuren insgesamt schneller erkannt und damit verarbeitet wurden als die Gesichter. Dabei kann allerdings nur im Falle der Zielreiz Figuren von einem pop-out Effekt ausgegangen werden. Bei den Gesichtern liegt hingegen in allen Fällen eine ineffiziente, serielle Suche vor.

5.2 Subitizing Paradigma

Für das SUBI Paradigma wurde untersucht, ob Distraktoren einen Einfluss auf basale Quantifizierungsprozesse haben und ob der Einfluss abhängig von der Art des Distraktors und der Art der Quantifizierungsprozesse ist.

5.2.1 Einfluss der Distraktoren

Hinsichtlich des Einflusses der Distraktoren wurde zum einen vermutet, dass emotionale Distraktoren basale Quantifizierungsprozesse in stärkerem Maße beeinflussen als nicht-emotionale Distraktoren (Hypothese 3a.), zum anderen wurde vermutet, dass nicht-soziale Distraktoren zu einer Verlangsamung der Quantifizierungsgeschwindigkeit bei nicht-sozialen Reizen führen (Hypothese 3b.).
Die erste Annahme, dass sowohl freundliche als auch ärgerliche Gesichter zu einer Verlangsamung der Quantifizierungsgeschwindigkeit führen, konnte bestätigt werden. Beide Emotionsvarianten führten im Mittel zu einer Verlangsamung der Quantifizierungszeit über alle Stufen der Elementmengen hinweg. Die Hypothese kann daher angenommen werden.

Die zweite Annahme konnte anhand der Ergebnisse ebenfalls bestätigt werden, denn es zeigte sich, dass die Zielreiz Figuren zu einer signifikanten Verlangsamung der Quantifizierungsgeschwindigkeit führten. Auch diese Hypothese kann daher angenommen werden. Beide Vermutungen zum Thema Einfluss der Distraktoren sind damit zutreffend.
Die beiden Hypothesen 3a. und 3b. konnten damit bestätigt werden und wurden daher angenommen.

5.2.2 Einfluss der Art des Distraktors

Die Hypothese, dass der Einfluss der Distraktorart bei den sozialen Reizen abhängig von der Valenz ist, und damit für ärgerliche Gesichter größer als für freundliche Gesichter (Hypothese 4) konnte nicht bestätigt werden. Es wurde dabei angenommen, dass ärgerliche Gesichter zu einer größeren Verlangsamung der Quantifizierungszeit führen als freundliche Gesichter. Anhand der Ergebnisse konnte gezeigt werden, dass sich die emotionalen Gesichter hinsichtlich ihres Einflusses auf die Quantifizierungszeit nicht wesentlich voneinander unterscheiden. Die Unterschiede sind nicht signifikant und daher hat sich die Hypothese 4 als nicht bestätigt erwiesen und muss verworfen werden.

5.2.3 Einfluss der Art der Quantifizierungsprozesse

Für das SUBI Paradigma wurde hinsichtlich des Einflusses der Art der Quantifizierungsprozesses erstens erwartet, dass sowohl freundliche als auch ärgerliche Gesichter zu einer Verlangsamung der Quantifizierungsgeschwindigkeit im Subitizing Bereich führen (Hypothese 5a.).
Anhand der Ergebnisse konnte gezeigt werden, dass diese Erwartung nicht eingetroffen ist. Im Bereich von 1-4 Elementen unterschieden sich die Reaktionszeiten für neutrale, freundliche und ärgerliche Gesichter nicht signifikant voneinander. Diese Hypothese muss damit verworfen werden.
Die zweite Annahme, dass sowohl freundliche als auch ärgerliche Gesichter zu einer Verlangsamung der Quantifizierungsgeschwindigkeit im Counting Bereich führen (Hypothese 5b.), konnte nur teilweise bestätigt werden. Denn es fällt auf, dass sich in den im Anschluss an die ANOVA berechneten paarweisen Vergleiche nach Bonferroni zwar die freundlichen Gesichter von den neutralen Gesichtern hinsichtlich der Reaktionszeiten signifikant unterscheiden, nicht jedoch die ärgerlichen Gesichter von

den neutralen und den freundlichen Gesichtern. Daraus lässt sich schließen, dass die freundlichen Gesichter zu einer signifikanten Verlangsamung des Counting führen, die ärgerlichen Gesichter jedoch nicht. Die freundlichen und die ärgerlichen Gesichter unterscheiden sich allerdings nicht signifikant voneinander, sodass die Unterschiede bezüglich der Verlangsamung nicht so groß sein können, da sonst auch signifikante Unterschiede zwischen ärgerlichen und neutralen oder zwischen ärgerlichen und freundlichen Gesichtern bestanden hätten.

In diesem Fall sind die Ergebnisse folglich nicht vollständig widerspruchsfrei interpretierbar.

Insgesamt muss die Hypothese, dass sowohl freundliche als auch ärgerliche Gesichter zu einer Verlangsamung der Quantifizierungsgeschwindigkeit im Counting Bereich führen, verworfen werden.

Die dritte Hypothese, dass sowohl freundliche als auch ärgerliche Gesichter zu einem stärkeren Anstieg der Verarbeitungszeit im Counting Bereich als im Subitizing Bereich führen (Hypothese 5c.), konnte bestätigt werden und wird daher angenommen. Da die emotionalen Gesichter im Subitizing Bereich ja keinerlei signifikante Effekte hervorriefen, im Counting Bereich hingegen schon, ist die Verlangsamung im Counting Bereich größer als jene im Subitizing Bereich.

Der Einfluss der emotionalen Gesichter auf die Ergebnisse war daher zusammengefasst nicht wie erwartet. Die emotionalen Gesichter störten die Verarbeitungsgeschwindigkeit des Subitizing überhaupt nicht und auch die ärgerlichen Gesichter hatten weder im Counting Bereich noch in der Gesamtbetrachtung einen größeren Einfluss auf die Geschwindigkeit der Quantifizierung als die Gesichter mit einer anderen Valenz.

Die Hypothesen 5a. und 5b. konnten nicht bestätigt werden und wurden daher verworfen, die Hypothese 5c. hingegen konnte bestätigt werden und wurde daher angenommen.

5.2.4 Weitere Ergebnisse

Zusätzlich zu den Ergebnissen in Bezug auf die aufgestellten Hypothesen wurden folgende weitere Ergebnisse gefunden.

Anhand des Vergleichs der Gesichter mit der Kontrollbedingung, und damit den Figuren, konnte festgestellt werden, dass die Zielreiz Figuren insgesamt im Vergleich mit den Zielreiz Gesichtern im Mittel zu größeren Reaktionszeiten bei der Verarbeitung im gesamten Quantifizierungsbereich führten. Bei den neutralen Reizen war dies nicht

der Fall. Hier waren die Reaktionszeiten für neutrale Gesichter größer als jene für Figuren. Diese Effekte waren jedoch nur minimal.

Unter getrennter Einzelbetrachtung für Subitizing und Counting in der Kontrollbedingung, zeigte sich, dass auch die Figuren, egal ob Target oder Non-target, keinerlei Einfluss auf die Reaktionszeiten im Subitizing Bereich hatten. Im Counting Bereich hingegen führten sie zu einer Störung der Verarbeitung.

Insgesamt kann daher in der Zusammenschau der Befunde davon ausgegangen werden, dass Gesichter allgemein, also sowohl in neutraler Form als auch mit emotionalem Ausdruck, die basale Quantifizierung im Subitizing Bereich nicht beeinflussen. Im Counting Bereich hingegen störten die emotionalen Gesichter die Verarbeitung und zwar signifikant mehr als die neutralen Gesichter.

Der Unterschied zwischen Figuren und Gesichtern war im Mittel in der Gesamtbetrachtung jedoch nur so gering, mit sogar durchschnittlich größeren Reaktionszeiten bei den Zielreiz Figuren im Vergleich zu den emotionalen Gesichtern, dass davon ausgegangen werden kann, dass sich schematische Gesichter im Allgemeinen hinsichtlich ihrer Fähigkeit, als Störfaktoren zu wirken, nicht von den schematischen Figuren unterscheiden. Damit kann die Annahme einer generell gesonderten Verarbeitung von Gesichtern nicht bestätigt werden.

Die Vermutung, dass die emotionale Valenz eines Gesichtsausdrucks für die Aufmerksamkeitsbindung verantwortlich ist, kann bei den vorliegenden Versuchsbedingungen ebenfalls nicht bestätigt werden. Es ist davon auszugehen, dass einzelne charakteristische Merkmale eines Objektes die Aufmerksamkeit für sich beanspruchen. Im vorliegenden Fall waren diese Merkmale scheinbar nur so wenig salient, dass sie zu keinerlei signifikanten Unterschieden führten (ärgerliche und freundliche Gesichter unterschieden sich nicht signifikant hinsichtlich der Reaktionszeiten) und damit auch die Verarbeitung im attentiven Bereich nur geringfügig störten.

Eine andere mögliche Interpretation dieser Ergebnisse wäre, dass die Distraktoren im Vergleich zu den Targets so salient sind, dass sie unkompliziert parallel mitverarbeitet werden können, wie bereits in der Studie von Plaisier et al. 2010 festgestellt wurde, und daher die Verarbeitung im Subitizing Bereich nicht stören.

Im Counting Bereich wäre anhand der signifikanten Abweichung der Reaktionszeiten für die freundlichen Gesichter zu vermuten, dass die Salienz der freundlichen Gesichter von solcher Relevanz ist, dass sie die attentiven aufmerksamkeitsgesteuerten Prozesse

stören, da anscheinend mehr Aufmerksamkeit benötigt wird, um sie zu erfassen. Eine Erklärung dafür wäre, dass freundliche Gesichter gern gesehen werden, wie von Juth et al. 2005 postuliert, und daher die bewusste Aufmerksamkeit zunächst ihnen gewidmet wird, bevor die eigentliche Aufgabe bearbeitet wird.

Symmetrische natürliche Gesichter gelten als attraktiver und schöner als asymmetrische Gesichter (Rhodes et al., 1989; Perrett et al., 1999) und beeinflussen kognitive Prozesse, indem sie bevorzugt verarbeitet zu werden scheinen (Olson et al., 2005). Überträgt man diese Beobachtung auf schematische Gesichter, so ließe sich die längere Fokussierung der freundlichen Gesichter in Form der verlängerten Reaktionszeiten in der vorliegenden Arbeit damit begründen. Denn die freundlichen Gesichter hatten einzelne Merkmale, wie die runde, der Gesichtsumrandung ähnliche und symmetrische Form des schematischen Mundes und die ebenfalls jeweils halbrund geformten und zu den Augen symmetrischen und gleichförmigen Augenbrauen, die zu einem harmonischen und symmetrischen Gesamtbild dieser Gesichter führten. Der schematische Mund bei den ärgerlichen Gesichtern war hingegen umgedreht und entgegengesetzt zur Umrandung der Gesichter angeordnet und auch die Augenbrauen hatten eine asymmetrische, schräge Stellung. Dies führte insgesamt zu einem nicht harmonischen, asymmetrischen Bild.

Daher kann vermutet werden, dass diese singulären, salienten Merkmale in ihrer Kombination und der Anordnung im Gesicht die Aufmerksamkeit zunächst auf sich ziehen.

5.2.5 Zusammenfassung

Zusammenfassend erwies sich der Prozess des Subitizing unabhängig von der Art der Distraktoren und deren emotionaler Wertigkeit robust gegen Störungen verschiedenster Art. Beim Counting hingegen wirkten sich sowohl Gesichter als auch Figuren mit mehr oder weniger starkem Einfluss als Störfaktoren aus. Woher diese Effekte rühren, konnte nicht zweifelsfrei festgestellt werden und bleibt damit unklar.

Die hier vorliegende Arbeit stützt die These, dass es sich beim Subitizing um einen automatischen und präattentiven Prozess der kognitiven Verarbeitung handelt, der attentiv und von außen kaum beeinflussbar ist. Emotionale Informationen sind dabei nicht vorrangig gegenüber anderen Informationen. Auch Gesichter können das Subitizing nicht beeinflussen und werden daher scheinbar nachrangig verarbeitet.

Das Counting, als eher serielle und attentive Form der Verarbeitung, ist hingegen nicht robust gegen solche Störfaktoren.

5.3 Gesichtererkennung

Bei genauerer Betrachtung der im FFIC Experiment gefundenen Ergebnisse stellt sich nun die Frage, woher die so nicht erwarteten Unterschiede zwischen sozialen und nicht-sozialen Stimuli in der Verarbeitung im FFIC Paradigma rühren könnten. Die eigentliche Vermutung ist, dass Gesichter vom Gehirn schneller verarbeitet werden müssten als Figuren, denn Gesichter stellen bekannte Strukturen dar, die durch ihre verschiedenen komplexen Eigenschaften und Merkmale schnell und effizient identifiziert werden können. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Fähigkeit der Gesichtererkennung bereits bei der Geburt angelegt und aktiviert ist (Bushnell, 1989; Bushnell, 2001).

5.3.1 Einflussfaktoren auf die Aufmerksamkeitsverteilung

Ob Gesichter tatsächlich schneller und leichter als Objekte verarbeitet werden, da sie bekannte Strukturen haben, kann nicht eindeutig beantwortet werden. Denn gerade durch die Komplexität der Gesichter können Probanden beim Erkennen länger brauchen, da eine größere Zahl von Merkmalen auch mehr Verarbeitungszeit im Gehirn in Anspruch nimmt. So konnte Donders bereits 1969 nachweisen, dass je komplexer ein Verarbeitungsprozess im Gehirn ist, desto länger auch die dafür benötigte Reaktionszeit ist.

5.3.1.1 Merkmale und deren Anordnung

In der Kontrollbedingung der vorliegenden Studie wurde ein pop-out Effekt für die Zielreiz Figuren gefunden. Eine mögliche Erklärung dafür wäre, dass bei den Zielreiz Figuren im Verhältnis zu den neutralen Figuren nur ein Merkmal variiert wurde, wohingegen bei den emotionalen Gesichtern im Verhältnis zu den neutralen Gesichtern mehrere Merkmale variiert wurden. Damit ließe sich der pop-out Effekt durch die geringere Anzahl an veränderten zu verarbeitenden Merkmalen erklären. Bei den freundlichen Gesichtern wurde sowohl der schematische Mund als auch die schematischen Augenbrauen in Form und Position verändert, bei den ärgerlichen Gesichtern wurde ebenfalls der schematische Mund in Form und Position verändert, die Augenbrauen jedoch lediglich in der Position.

Somit bleibt die Frage offen, wie komplex die Verarbeitung eines menschlichen Gesichtes allgemein im Vergleich zu Objekten ist und wie sie sich bei schematischen Gesichtern gestaltet. An dieser Stelle wäre es interessant eine vergleichende Untersuchung mit dem hier gewählten Versuchsdesign unter Verwendung von fotografischen Gesichtern und fotografierten Objekten durchzuführen.

Weiterhin ist nicht vollständig geklärt, welche Merkmale zusätzlich zu den Augen in einem Gesicht die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, insofern sie dies überhaupt tun. Eine mögliche Erklärung, warum in den Ergebnissen der vorliegenden Studie die Zielreiz Figuren schneller erkannt wurden als die emotionalen Gesichter, liegt in der Art der Figuren. Tatsächlich wurden die Zielreiz Figuren nicht genau mit den gleichen Merkmalen versehen wie die emotionalen Gesichter. So ist die Mundregion der emotionalen Gesichter rund. Die Augenbrauen der freundlichen Gesichter sind ebenfalls rund, jene der ärgerlichen sind gerade und schräg gestellt. Die Figuren sind hingegen lediglich mit geraden Strichen und Punkten versehen, sodass sich streng genommen lediglich die Elemente der neutralen Gesichter in den Figuren wiederfinden. Weiterhin waren die schematischen Augen deutlich komplexer aufgebaut als die weißen Punkte als äquivalentes Merkmal bei den Figuren. So enthielten die schematischen Augen ein pupillenähnliches schwarzes Element, einen weißen Kreis um die Pupille, der der Regenbogenhaut entspricht, sowie eine schwarze Fläche um den weißen Kreis als Entsprechung der Lederhaut.

Eine weitere Begründung für die vergleichsweise schnellere Verarbeitung der Figuren in dieser Studie könnte der Strich sein, welcher in den Gesichtern die Nase darstellen soll. Die Nase in einem Gesicht dient nach den Untersuchungen von Carbon aus dem Jahr 2003 ebenfalls als zentrales Erkennungsmerkmal für Gesichter im Allgemeinen. Der Autor konnte nachweisen, dass in einem Gesicht zunächst die Augen und der Mund verarbeitet werden, im Anschluss dann jedoch direkt die Nase. In dieser Untersuchung ging es dabei zwar ausschließlich um reale, natürliche Gesichter in fotografischer Form, dennoch liegt die Vermutung nahe, dass auch das Erkennen schematischer Gesichter durch das Vorhandensein oder Fehlen eines der Nase analogen Elements beeinflusst wird. So könnte angenommen werden, dass die Suche und das Erkennen verlangsamt und erschwert werden, da die Anordnung dieses zu verarbeitenden Merkmals in den Gesichtern noch zusätzliche Ressourcen beansprucht.

Andererseits erleichtert das Vorhandensein einer Nase in einem Gesicht wiederum dessen Erkennung und Zuordnung, was mit einer Verkürzung der Reaktionszeiten

aufgrund erleichterter schnellerer Verarbeitung einhergehen könnte, da alle „gesichtstypischen“ Merkmale schnell und parallel verarbeitet werden und so überhaupt erst die Klassifizierung eines Objektes als menschliches Gesicht ermöglichen. Welchen Einfluss die schematische strichförmige Nase in dieser Studie auf die Ergebnisse hatte, kann zusammengefasst nicht genau festgestellt werden und bleibt unklar. Faktisch wurde jedoch entschieden, ein der menschlichen Nase ähnelndes Merkmal in dieser Studie in die schematischen Gesichter einzufügen, da in der Literatur in den meisten Studien die schematischen Gesichter mit einer Nase präsentiert wurden (Nothdurft, 1998; Fox et al., 2000; Öhman et al., 2001; Eastwood et al, 2001).

Die in der vorliegenden Arbeit gefundenen Ergebnisse decken sich teilweise mit jenen einer Studie von Horstmann aus dem Jahr 2007. Horstmann fand in seinem Literaturüberblick 2007 unter standardisierten Bedingungen zwar eine klare Bevorzugung der ärgerlichen Gesichter bei der visuellen Suche in Form kürzerer Reaktionszeiten. Allerdings konnte er aufgrund stark variierender durchschnittlicher Reaktionszeitanstiege keinen klaren Hinweis auf einen pop-out Effekt finden. Der endgültige Beweis für den anger-superiority Effekt in Form unterschiedlicher Sucheffizienz bei freundlichen und ärgerlichen Gesichtern konnte ebenfalls nicht erbracht werden. Auch war das gewählte Probandenkollektiv in Bezug auf Bildungsgrad und Alter dem der vorliegenden Studie vergleichbar. Dies unterstreicht die gefundenen Ergebnisse in Bezug auf ihre Vergleichbarkeit noch zusätzlich.

Dass ein pop-out Effekt für die Zielreiz Figuren nicht jedoch für die neutralen Figuren gefunden wurde, kann daran liegen, dass die in dieser Studie gewählten Zielreiz Figuren mit einem jeweils in zwei verschiedene Richtungen geneigten Mittelstrich versehen wurden. Ein auffälliges Merkmal wie dieser geneigte Mittelstrich kann als besonders salient und damit bereits unbewusst auffallend gewertet werden. Daher ist davon auszugehen, dass nicht ausschließlich die Struktur der Figur in ihrer Gesamtheit Aufmerksamkeit beansprucht.

Auffallend ist weiterhin, dass sich die Unterschiede in der Verarbeitung zwischen den Gesichtern und den Figuren, die im FFIC Paradigma aufgetreten waren, im SUBI Paradigma nicht wiederholten. So zeigten sich in den Ergebnissen des SUBI Paradigmas bezüglich der Gesichter und Figuren keine wesentlichen Unterschiede bei der Verarbeitung und Erkennung. Daraus kann geschlossen werden, dass schematische Gesichter während der Prozesse des Subitizing und Counting in ähnlichem Maße verarbeitet werden wie schematische Figuren.

Ein mögliche Begründung wäre, dass Subitizing einen so basalen Prozess im Gehirn darstellt, dass dieser von den Störfaktoren nahezu gänzlich unbeeinflusst bleibt. Beim Counting kann die Vermutung angestellt werden, dass diese Abläufe unabhängig von der Qualität und der Quantität der Störfaktoren relativ gleich stark davon beeinflusst werden. Für die vorliegende Arbeit hieße das, dass unabhängig davon, ob ein Gesicht oder eine Figur den Prozess stört, das Ausmaß der Störung bei gleicher Reizqualität ähnlich ausfiele. So störten zwar die emotionalen Gesichter etwas mehr als die neutralen Gesichter, jedoch taten dies ebenso die Zielreiz Figuren in höherem Maße als die neutralen Figuren. Erkennbar ist dies an den mittleren Reaktionszeiten, die für neutrale Gesichter und neutrale Figuren in einer ähnlichen Größenordnung lagen, genau wie auch für emotionale Gesichter und Zielreiz Figuren.

Railo et al. konnten allerdings 2007 zeigen, dass für den Prozess des Subitizing auch eine geringfügige Komponente der bewussten Aufmerksamkeit nötig ist. Dies konnten auch Egeth et al. 2008 bestätigen. Laut der FINST Hypothese von Trick und Pylyshyn 1993 und 1994 tritt Subitizing beim Erkennen von Zielreizen in der Anwesenheit von Ablenkreizen nur auf, wenn das Erkennen der Zielreize keine Aufmerksamkeit beansprucht.

Für die vorliegende Arbeit ergibt sich daraus, dass das Subitizing im SUBI Paradigma auftrat, weil die Gesichter, die gezählt werden sollten, verarbeitet werden konnten ohne Aufmerksamkeit zu beanspruchen. Die emotionalen Gesichter, die als Ablenkreize beim Zählen fungierten, konnten den Prozess daher nicht stören oder beeinträchtigen. Analog verhält es sich bei der Kontrollbedingung mit den Figuren.

5.3.1.2 Einfluss des Alters

Laut einigen Autoren favorisieren junge Erwachsene eher negative Stimuli und fokussieren sich im Bereich der Aufmerksamkeit auf diese (Mather & Carstensen, 2003; Mather & Carstensen, 2005). Dieser Beobachtung stehen die in der Studie gefunden Ergebnisse entgegen, da eine mit einer Favorisierung der ärgerlichen Gesichter verknüpfte Störung im Counting Bereich nicht nachgewiesen werden konnte.

Bei Kindern tritt Subitizing für eine kleinere Spanne an Elementen auf als bei Erwachsenen. Auch der Bereich des Counting steigt mit zunehmendem Alter an (Maylor et al., 2011). Daraus lässt sich schlussfolgern, dass sich die Prozesse des Subitizing und Counting mit der Entwicklung vom Kindes- ins Erwachsenenalter ebenfalls weiterentwickeln und ausprägen.

Interessant wäre nun zu untersuchen, welche Ergebnisse sich bei Kindern oder älteren Erwachsenen im SUBI Paradigma ergeben. Denn unter der Annahme, dass Kindern zunächst lediglich eine kleinere Spanne an Elementen für das Subitizing zur Verfügung steht, wäre zu erwarten, dass die emotionalen Gesichter die Verarbeitung bereits früher stören würden als dies bei den Erwachsenen der Fall war.
Ältere Erwachsene hingegen scheinen laut dem positivity Effekt negative Reize besser unterdrücken zu können und dafür positive Stimuli bevorzugt zu verarbeiten (Knight et al., 2007). Es wäre daher zu vermuten, dass die freundlichen Gesichter bei einem solchen Probandenkollektiv die Verarbeitung zumindest im Counting Bereich signifikant mehr stören würden als die ärgerlichen Gesichter.

5.4 Emotionsverarbeitung

Bei genauerer Betrachtung der in beiden Experimenten gefundenen Ergebnisse stellt sich nun die Frage, woher die teilweise widersprüchlichen Befunde rühren könnten. Die eigentliche Vermutung, dass ärgerliche Gesichter vom Gehirn schneller verarbeitet werden müssten als freundliche Gesichter und auch zu einer Störung anderer Informationsverarbeitungsprozesse, wie der Quantifizierung, führen müssten, konnte nicht bestätigt werden.

5.4.1 Einfluss der Valenz

Eine Erklärung für die langsamere Verarbeitung im SUBI Paradigma mit freundlichen Gesichtern könnte darin begründet liegen, dass freundliche Gesichter generell gerne gesehen werden, da mit ihnen eine positive Assoziation verbunden ist. Somit werden sie länger betrachtet und stören damit die Verarbeitung während des Zählens, da sie einen Teil der Aufmerksamkeit für sich beanspruchen. Weiterhin könnte die Bevorzugung dadurch bedingt sein, dass sich die Freundlichkeit hin zu einer kommunikativen Bedeutung entwickelt hat, die als weniger ambivalent als jene anderer Gesichtsausdrücke angesehen werden kann (Becker et al., 2011 (a)).
So zeigt der geringfügige Unterschied bezüglich des Einflusses der einzelnen Faktoren, dass neutrale Gesichter eventuell als negativer eingeschätzt werden und sich daher eher in der Tendenz bezüglich der Verarbeitung in Richtung der ärgerlichen Gesichter bewegen. Dies würde den geringeren Unterschied zwischen diesen beiden Gesichtsausdrücken erklären. Damit wäre auch begründet, warum sich die freundlichen Gesichter signifikant von den neutralen Gesichtern unterscheiden, nicht jedoch von den

ärgerlichen Gesichtern. Der Abstand hinsichtlich der Reaktionszeiten ist für die freundlichen Gesichter zu den neutralen Gesichtern am größten und zu den ärgerlichen Gesichtern nur marginal. Die neutralen Gesichter liegen damit bezüglich ihrer Reaktionszeiten im Mittel etwas näher an den ärgerlichen Gesichtern als an den freundlichen. Der Unterschied bleibt trotzdem signifikant. In der Literatur gibt es bereits einige Untersuchungen zu einem negativen Bias in Bezug auf die Gesichtererkennung und -verarbeitung. Dieser ist bislang jedoch lediglich bei psychiatrisch erkrankten Personen beschrieben worden, siehe Kapitel 2.1 und 2.3.1.1.

Evolutionsbiologisch würde sich ein solcher Effekt der zunächst negativen Bewertung eigentlich neutraler Gesichter, wie in Kapitel 2.1.4.1 bereits ausführlich erläutert, jedoch gut mit dem natürlichen Schutzreflex und der Gefahrenprävention des menschlichen Gehirns begründen lassen. So kann es als durchaus sinnvoll erachtet werden, wenn einem im ersten Kontakt nicht als freundlich oder feindlich einzuordnenden Artgenossen zunächst mit Vorsicht und Misstrauen begegnet wird, um mögliche Konflikte und körperliche Auseinandersetzungen voraussehen oder abwenden zu können. Eine derartige dem Selbstschutz dienende Verarbeitung im Gehirn wäre somit als von Vorteil für das Überleben anzusehen.

Guyll konnte bereits 1998 nachweisen, dass bei starker Ausgeprägtheit der Charaktereigenschaft Feindseligkeit ein negativer Bias bei der Verarbeitung sozialer Informationen erzeugt wird. In dieser Studie untersuchte der Autor die Auswirkungen der Feindseligkeit auf die unmittelbare Bewertung sozialer Informationen und das Erinnerungsvermögen für sie. Dabei stellte sich heraus, dass sehr feindselige Probanden in der Situation einer akuten Bedrohung der eigenen Person eine negativere initiale Bewertung vornahmen als wenn eine Bedrohung für eine andere Person vorlag. Zusätzlich bewerteten diese Probanden soziale Richtlinien und Gebote im Vergleich zu nicht so feindseligen Personen als durchweg negativer.

Es wäre somit interessant zu überprüfen, ob neutrale Gesichter tatsächlich auch von psychisch gesunden Probanden eher als negativ erfasst werden und unter welchen Umständen dies der Fall ist. Zu untersuchen wäre hier auch, ob ein solch negativer Bias nur bei bestimmten ethnischen Gruppen auftritt, nur in bestimmten Situationen oder bei Personen mit bestimmten Charaktereigenschaften.

5.4.2 Einfluss der Art der Verarbeitung

Ein weiterer interessanter Aspekt bezüglich der Emotionsverarbeitung findet sich im FFIC Paradigma bei den bei Stufe 4 sowohl bei den Gesichtern als auch bei den Figuren auftretenden Einbrüchen der Reaktionszeitanstiege. Hier kann die Überlegung angestellt werden, ob auch bei der visuellen Suche nach Gesichtern im FFIC unterschiedliche Verarbeitungsmodi auf den verschiedenen Stufen vorliegen, ähnlich wie bei den Prozessen des Subitizing und Counting. Auch dort liegt die Grenze in der Verarbeitungsart bei Stufe 3 oder 4. Die anzustellende Überlegung ist hierbei, ob auch beim Suchen nach Gesichtern in einer Menge die Verarbeitungsart abhängig von der Anzahl der präsentierten Gesichter eine andere ist und dem Gehirn damit generell und unabhängig von der Aufgabenstellung für verschieden große Elementmengen verschiedene Verarbeitungsmuster zur Verfügung stehen.

Für die vorliegende Arbeit kann festgehalten werden, dass im Aufgabenteil des Subitizing die Figuren ähnlich verarbeitet wurden wie die Gesichter. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass der Prozess des Subitizing strukturunabhängig und auch stimulus-unabhängig in der gleichen Art und Weise abläuft und damit universell zu sein scheint.

Damit konnten alles in allem die gefundenen Ergebnisse aus der Studie von Gotoh et al. über die Auswirkungen emotionaler Wörter in gleicher Weise auch für die emotionalen schematischen Gesichter aus der vorliegenden Arbeit bestätigt werden.

Ein interessanter Ansatz wäre nun emotionale Gesichter und emotionale Wörter direkt zu vergleichen, um herauszufinden wie sich diese Stimulusarten im direkten Vergleich zueinander bei Quantifizierungsprozessen verhalten.

5.4.3 Einfluss des Geschlechts

In einer Vielzahl von Studien zeigte sich, dass Frauen in der Emotionsverarbeitung mehr Kompetenzen für die Bereiche Empathiefähigkeit, emotionales Verstehen und Emotionserkennung zu besitzen scheinen als Männer (Scheffler, 2010). Diese Überlegenheit beim Dekodieren emotionaler Reize besteht laut McClure schon in der Kindheit und Jugend. So können Mädchen bereits ab einem Alter von drei Jahren Emotionen besser erkennen (McClure, 2000). Allerdings müssen die gefundenen Ergebnisse dahingehend eine Einschränkung finden, dass Frauen nicht in der Erkennung aller Ausdrucksformen von Emotionen besser abschneiden. Das nicht willentlich beabsichtigte „Durchscheinen" nonverbaler Information, welches laut Merten eher für

die Körperhaltung als für die Mimik der Fall ist und v.a. auftritt, wenn Verhaltensweisen in einem Verhaltenskanal schlechter kontrollierbar sind, wird anscheinend von Männern besser erkannt (Scheffler, 2010 nach Merten, 2003).

Bezüglich der Unterscheidung zwischen Frauen und Männern stellt sich die Frage, woher die minimalen, wenn auch nicht signifikanten nebenbefundlich festgestellten Unterschiede in der vorliegenden Arbeit rühren und unter welchen Umständen diese eventuell signifikant werden könnten. Zu diesem Thema kann gesagt werden, dass es bereits einige Untersuchungen gibt, die besagen, dass Frauen emotionaler reagieren als Männer.

Damit ist anzunehmen, dass ein Unterschied bezüglich der Gesichtererkennung zwischen Männern und Frauen besteht und obwohl dieser lediglich marginal zu sein scheint, so ist er doch vorhanden. So konnten Hess et al. 2000 nachweisen, dass Frauen beim Erzählen negativer persönlicher Erfahrungen und Ereignisse mehr Traurigkeit und ein größere Tendenz zum Weinen aufwiesen als Männer. Dies wurde von den Frauen auch in der Selbsteinschätzung beschrieben. Männer hingegen schätzen sich als entspannter in negativen Situationen ein und weisen auch eine größere Tendenz auf, positive Emotionen beim Erzählen negativer persönlicher Ereignisse zu empfinden. Zu diesem Ergebnis kamen bereits 1998 auch Kring und Gordon als sie männlichen und weiblichen Probanden emotionale Filme vorführten und deren Reaktionen bezüglich Emotionalität und Selbsteinschätzung untersuchten.

Montagne et al. fanden 2005 heraus, dass Männer bei der Erkennung und Einordnung sowie Einschätzung emotionaler Gesichter weniger genau und sensitiv waren als Frauen. Im Rahmen ihrer Studie untersuchten die Autoren männliche und weibliche Studenten, indem sie ihnen Videoaufnahmen von neutralen Gesichtern zeigten, die sich dann in Gesichter mit maximalem emotionalem Ausdruck umwandelten. Damit liegt die Vermutung nahe, dass Männer schneller bei der Einordnung von emotionalen Gesichtern sind, weil sie diese Einordnung nicht so genau vornehmen wie Frauen. Dies würde die kürzeren Reaktionszeiten, die sich in der vorliegenden Arbeit im SUBI Paradigma bei Männern zeigten, erklären. Allerdings wurde hier auch nur das Zählen untersucht und nicht abgefragt, ob bei den Gesichtern eine abweichende Emotion vorlag oder nicht. Weiterhin wurde ebenfalls nicht abgefragt, um welche Emotion es sich dabei handelte. Es würde sich anbieten, eine weitere Aufgabe mit der Kategorisierung von Emotionen hinzuzufügen, um den Aspekt der Geschlechterunterschiede bei der Emotionsverarbeitung noch besser herausarbeiten zu können. Unter diesen Umständen

würden sich dann eventuell auch signifikante Unterschiede bezüglich der Reaktionszeiten zwischen Männern und Frauen feststellen lassen. Dazu könnte nach jedem Trial des SUBI Paradigmas abgefragt werden, ob ein emotionales Gesicht unter den gezählten Gesichtern war und mit welcher Emotion dieses versehen war.
Da Montagne et al. in ihrer Studie fotografische natürliche Gesichter verwendeten, kann nicht genau vorhergesagt werden, wie das Ergebnis bei schematischen Gesichtern wäre.
Damit kann festgehalten werden, dass sich die in dieser Arbeit nicht signifikanten Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden eventuell mit einem etwas abgewandelten Versuchsdesign besser herauskristallisieren würden. Ein anderes Probandenkollektiv mit anderer Alters- und Bildungsverteilung würde unter Umständen ebenfalls klarere oder andere Ergebnisse in Bezug auf die Geschlechterunterschiede erbringen.

5.4.4 Einfluss der Stimmungslage

Verschiedene Faktoren haben Einfluss auf die Dekodierungskompetenz für Emotionen. So erzeugt der im Probanden herrschende affektive Zustand (z.B. Angst, Euphorie, Ärger) als ein wichtiger Faktor über die Aktivierung mentaler Schemata stimmungskongruente Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsbiases (Scheffler, 2010). Daher ist ein weiterer interessanter Aspekt, der im Rahmen einer Anschlussarbeit behandelt werden könnte, die Frage nach der Auswirkung der Stimmungslage der Probanden. Denn es ist zu erwarten, dass die jeweilige Stimmung der Probanden sich auch auf die Ergebnisse der Untersuchung auswirkt. So konnten Schmid und Schmid 2010 nachweisen, dass die Stimmung sich beim Erkennen von Gesichtern insofern auswirkt, als dass mit der eigenen Stimmung kongruente Gesichter im Vergleich zu mit der eigenen Stimmung inkongruenten Gesichtern leichter und schneller erkannt wurden. Die Autoren untersuchten in ihrer Studie 93 Personen in verschiedenen Stimmungslagen. Dabei zeigte sich, dass traurige und freudige Stimmung bei den Probanden das Erkennen der traurigen beziehungsweise freudigen Gesichter erleichterte. Das Erkennen von Gesichtern mit anderen Emotionen war erschwert. Somit führen laut den Autoren in erster Linie diese beiden Stimmungslagen bei Probanden zu Erschwernissen bei der Gesichtererkennung. In der Literatur allgemein bekannt ist bislang, das traurige Personen generell eine erschwerte Gesichtererkennung aufweisen.
Allerdings gibt es auch hier gegensätzliche Erkenntnisse. Lee et al. konnten in ihrer Studie 2006 beispielsweise keine solch allgemeine Beeinträchtigung bei der

Gesichtererkennung für Personen in trauriger Stimmung nachweisen. Die Studie wurde jedoch mit ausschließlich chinesischen Probanden durchgeführt. Es lässt sich daher vermuten, dass eventuell auch die ethnische Herkunft eine Rolle bezüglich der Auswirkungen der Stimmungslage auf die Gesichtererkennung haben könnte.
In der vorliegenden Arbeit wurden zum Ausschluss der Stimmungskongruenz zwei Ratingskalen (SAM) durchgeführt, auf deren Auswertung jedoch verzichtet wurde, da sie nicht Teil der Fragestellung waren. Interessant wäre nun in einer weiteren Studie weitergehende ausführlichere Fragebögen zu aktueller Stimmungslage und Stimmungskongruenz der Probanden mitaufzunehmen und diese dann in Beziehung zu den Untersuchungsergebnissen zu stellen.

5.5 Methode

Im Folgenden soll die Methodik der Studie für die Bereiche Probandenkollektiv sowie Versuchsablauf und Messtechnik diskutiert und kritisch hinterfragt werden. Es soll dabei auch auf weiteren Forschungsbedarf und mögliche Anknüpfungspunkte für nachfolgende Studien eingegangen werden.

5.5.1 Probandenkollektiv

Zur Methode der vorliegenden Studie ist zu sagen, dass mit insgesamt 20 Probanden eine relativ kleine Stichprobe untersucht wurde. Um die Ergebnisse zu replizieren und zu sichern ist es empfehlenswert, das experimentelle Design zu übernehmen und die Studie erneut mit einem größeren Probandenkollektiv durchzuführen.
Neben der vergleichsweise kleinen Probandenzahl handelte es sich bei allen Probanden zudem um Studenten. Alle Probanden hatten einen IQ größer 90 und lagen in einem vergleichbaren überdurchschnittlichen Bereich des Intelligenzniveaus. Diese Personengruppe kann als in besonderem Maße mit der Bildschirmarbeit vertraut betrachtet werden. Weiterhin ist hier ein hohes Maß an Konzentrationsfähigkeit zu erwarten und die Merkfähigkeit ist als überdurchschnittlich zu bewerten, was vor allem auch in Zusammenhang mit dem Alter zu sehen ist. Der Altersdurchschnitt lag bei 24,6 Jahren. Damit stellt sich die Frage, wie die Ergebnisse mit einer anderen Personengruppe aussehen würden. Für nachfolgende Arbeiten wäre es interessant, Personen mit niedrigerem Bildungsgrad und anderem sozialen Umfeld, einem niedrigeren Intelligenzniveau sowie höherem Alter oder auch Kinder zu untersuchen. Watson et al. konnten 2007 zeigen, dass sich die Verarbeitung im Subitizing Bereich bei

älteren und jüngeren Personen teilweise unterscheidet. So wurde in dieser Studie herausgefunden, dass eine ansteigende Ähnlichkeit von Zielreiz und Distraktor bei der visuellen Suche im Subitizing Bereich die älteren Probanden stärker beeinflusst als die jüngeren.

Ein weiteres interessantes Probandenkollektiv sind Kinder. Es gibt bereits einige Untersuchungen zur Verarbeitung von Elementanzahlen bei Kindern, die zeigen konnten, dass die Prozesse des Subitizing und Counting bereits ab einem sehr jungen Alter auftreten (Wynn, 1992; Feigenson et al., 2000; Hannula et al., 2007). Auch spielen diese Prozesse eine wesentliche Rolle in der Entwicklung der Kinder, vor allem in Hinblick auf die Verknüpfung von Wörtern mit Anzahlen (Benoit et al., 2004).

Für den nächsten Schritt des Forschungsprojektes, der klinischen Studie mit den Patienten, die an einer Borderline-Persönlichkeitsstörung leiden, würde es allerdings einiger Modifikationen des gewählten und untersuchten experimentellen Designs bedürfen. Dabei ist davon auszugehen, dass die Bearbeitungszeiten aus dieser Studie für psychiatrische Patienten zu lang sind und der Anstrengungsgrad bezüglich Geduld, Durchhaltevermögen und Konzentration zu hoch ist. Das Design müsste folglich etwas abgewandelt werden, mit verkürzten Bearbeitungszeiten und in kleinerem Umfang. Alternativ würde es sich anbieten, die Untersuchung in zwei Teile zu spalten und an zwei Terminen durchzuführen. Domes et al. konnten in ihrem Literaturüberblick 2009 herausarbeiten, dass Patienten mit BPS bei der Emotionserkennung im Durchschnitt genauso gut abschneiden wie gesunde Kontrollpersonen insofern keine Zeitbeschränkung oder andere konfundierende Variablen vorhanden sind (Domes et al., 2009). Damit ist auch die Bearbeitungszeit für die Aufgaben als ein begrenzender Faktor, der unbewusst zu Druck und Stress führen kann, ein zu bedenkendes Kriterium.

5.5.2 Versuchsanordnung und -design

In der vorliegenden Arbeit wurde jeweils ein schematisches emotionales Gesicht als Distraktor für die visuelle Quantifizierungsaufgabe verwendet. Dabei sollte die Anzahl der Gesichter (eine Menge neutraler Gesichter mit ggf. einem abweichenden emotionalen Gesicht dazwischen) bestimmt werden. Es wäre nun interessant mehrere Distraktoren, evtl. auch mit unterschiedlichen emotionalen Gesichtsausdrücken, einzusetzen und zu prüfen, wie sich die Ergebnisse dann verändern würden. Dabei wäre anhand der Ergebnisse von Goldfarb et al. zu vermuten, dass sich der gefundene Interferenzeffekt im Counting Bereich mit einer größeren Distraktoranzahl verstärken

und noch klarer abzeichnen würde. Weiterhin könnte geprüft werden, inwieweit emotionale Gesichter als Distraktoren das Abzählen anderer Objekte, wie bspw. Striche oder Buchstaben, beeinflussen, um endgültig differenzieren zu können, ob Salienz oder emotionale Wertigkeit bevorzugt verarbeitet werden und wie sich dies auf die Quantifizierung sehr einfacher Objekte auswirkt bzw. ob Gesichter generell überhaupt einen Einfluss auf Subitizing haben können. Weiterhin könnte durch vermehrtes Angleichen der Gesichtsausdrücke aneinander oder durch ambivalentere Gestaltung der Emotionen im Vergleich zu den neutralen Gesichtern der Einfluss der Target-Distraktor-Ähnlichkeit für dieses Versuchsdesign bei der Quantifizierung getestet werden. So wäre nach Trick und Pylyshyn, 1993 zu vermuten, dass das Subitizing mit steigender Target-Distraktor Ähnlichkeit gänzlich verschwinden würde.

5.5.3 Versuchsablauf und Messtechnik

Die Methode der Messung am Computer hat sich in dieser Studie bewährt. Die gewählten Paradigmen und deren Umsetzung konnten den Probanden gut und leicht verständlich erläutert werden. Als kritisch zu bewerten ist, wie bereits in Kapitel 5.5.1 erläutert, die Untersuchungsdauer, die mit ca. drei Stunden relativ lang gewählt wurde. Geduld und Konzentration der Probanden waren dabei am Ende in den meisten Fällen erschöpft, sodass es empfehlenswert sein könnte, eine solche Untersuchung in nachfolgenden Studien entweder auf zwei Termine aufzuteilen oder zu verkürzen.

Weiterhin war der Untersuchungsgang in den beiden längeren Teilen der Untersuchung mit einer relativen Monotonie verbunden, was ebenfalls die Konzentrationsfähigkeit der Probanden beeinflusste. Daher könnte eine Teilung mit mehr Abwechslung für nachfolgende Untersuchungen sinnvoll sein.

Die Arbeit mit dem Programm Presentation stellte sich als positiv heraus. Eine erneute Anwendung ist anzuraten, denn das Programm lässt sich einfach bedienen und bietet vielfältige Möglichkeiten, eine Untersuchung auszugestalten.

Auch die gewählten schematischen Gesichter können als passend bezeichnet werden, da sie meist zu eindeutigen Ergebnissen führten und alle Fragestellungen damit beantwortet werden konnten.

Ein anderer Ansatz, die vorliegende Arbeit fortzuführen, wäre anstelle der schematischen Gesichter und Figuren Fotografien zu verwenden. So könnte eruiert werden, wie sich die Ergebnisse unter realistischeren Bedingungen darstellen und ob die aufgetretenen Effekte gleich bleiben würden.

Zudem könnten die Probanden während der Untersuchung per Videokamera aufgezeichnet werden, um die Reaktionen auf die Aufgabenstellungen genau festzuhalten und im Anschluss auswerten zu können. Im Rahmen einer Erweiterung der Messtechnik wäre auch eine EEG Ableitung interessant, um die Hirnströme während der Versuche direkt messen zu können. Das gewählte Versuchsdesign könnte für all diese Modifikationen der Messtechnik gleich bleiben.

6. Fazit

Abschließend kann gesagt werden, dass die vorliegende Arbeit als erfolgreich zu bewerten ist. Die Fragestellungen konnten in zufriedenstellendem Ausmaß beantwortet werden, es wurden daraus einige interessante Schlussfolgerungen gezogen und weiterer Forschungsbedarf wurde ermittelt.

Die Methodik hat sich insgesamt als passend für das gewählte Versuchsdesign erwiesen. Allerdings gibt es im Bereich der Erforschung des Einflusses emotionaler Reize auf andere kognitive Prozesse noch großen Forschungsbedarf. Dabei kann die vorliegende Arbeit als Wegbereiter für weitere Studien gesehen werden, in denen das vorliegende Untersuchungsgebiet dann mit einigen Modifikationen weiter untersucht werden kann. Zur Umsetzung dieses Versuchsdesigns im klinischen Bereich für psychiatrische Patienten mit einer Borderline-Persönlichkeitsstörung bedarf es sicher noch weiterer Testdurchläufe und einiger Modifikationen.

7. Zusammenfassung

Gesichtererkennung und Emotionsverarbeitung spielen in der Kognitionsforschung eine wichtige Rolle. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, herauszufinden, ob es einen Einfluss emotionaler Gesichter auf basale Quantifizierungsprozesse gibt, mit dem Hintergrund eine potentielle Methode zur diagnostischen Eingrenzung und Früherkennung der Borderline-Persönlichkeitsstörung (BPS) zu untersuchen. An einer Stichprobe gesunder Probanden sollten die potentiell relevanten Einflussgrößen auf die Untersuchungsmethode ermittelt werden. Das Probandenkollektiv setzte sich aus zehn männlichen und zehn weiblichen Studenten zusammen, die im Durchschnitt 24,6 Jahre alt waren.

Vor allem das verstärkte und schnellere Erkennen und Auffinden von ärgerlichen Gesichtern in einer Menge Gesichter mit anderem Gesichtsausdruck, auch als anger-superiority Effekt (ASE) bezeichnet, steht in der Diskussion im Zusammenhang mit dem sogenannten „negativen Bias“, der negativeren Bewertung neutraler oder ambivalenter Emotionen, bei Patienten, die an BPS erkrankt sind. Allerdings ist man sich in der Fachwelt nicht einig, ob ein ASE überhaupt existiert und unter welchen Umständen er auftritt. Zahlreiche Autoren konnten den Nachweis für einen ASE erbringen, andere jedoch wiesen in ihren Untersuchungen genau das Gegenteil nach und propagieren einen happy-superiority Effekt (HSE).

In der vorliegenden Arbeit wurde der ASE erneut im Rahmen einer visuellen Suchaufgabe in Form eines Finding-the-face-in-the-crowd (FFIC) Paradigmas überprüft. Unter den gewählten Bedingungen trat kein ASE auf.

Auf der Basis des ersten Experiments wurde ein zweites generiert. Dabei wurden die basalen Quantifizierungsprozesse Subitizing und Counting untersucht. Als Subitizing werden die Verarbeitungsprozesse im Gehirn beim Erfassen kleiner Elementanzahlen, von 1-3 oder 1-4 Elementen, je nach Autor, bezeichnet. Counting beschreibt den Prozess des Abzählens größerer Elementanzahlen, je nach Autor von 4-7 oder 5-7 Elementen (Mandler & Shebo, 1982). Mit dem Ziel herauszufinden, wie sich emotionale Gesichter auf diese Quantifizierungsprozesse auswirken, wurde eine Quantifizierungsaufgabe entwickelt, im Rahmen derer Gesichter gezählt und mit einer Zahl verglichen werden sollten. Es wurden die gleichen schematischen emotionalen Gesichter und schematischen Figuren in der Kontrollbedingung verwendet wie im FFIC Paradigma. Gemessen und ausgewertet wurde die Reaktionszeit. Dabei konnte

nachgewiesen werden, dass die emotionalen Gesichter die Prozesse des Subitizing nicht beeinflussten. Im Counting Bereich hingegen führten die emotionalen Gesichter zu verlängerten Reaktionszeiten und störten die Verarbeitung somit nachweislich. Eine Sonderstellung der Emotionsqualität Ärger im Hinblick auf den negativen Bias konnte nicht gefunden werden.

Anhand dieser Ergebnisse wurden schließlich die möglichen Aspekte und Einflüsse der Emotionsverarbeitung und Gesichtererkennung auf die Quantifizierungsprozesse sowie alternative Lösungs- und Erklärungsansätze aufgezeigt und diskutiert. Es wurde zudem darauf verwiesen, dass weitere Untersuchungen mit einem klinischen Probandenkollektiv an BPS erkrankter Patienten verschiedener Modifikationen, wie einer Kürzung der Untersuchungsdauer, bedürften.

8. Abstract

Emotion recognition and the processing of facial expressions play an important role in neuroscience and cognition research. Especially the fast and accurate recognition of angry faces is discussed controversially. To this day there is no agreement about the question if there is a so called “anger-superiority effect” (ASE) and under which conditions it appears.

On one hand there are studies that show this effect as a preattentive and automatic process of emotion recognition. On the other hand there are results that confirm the opinion that the ASE exists, but that it isn’t characterized by a preattentive kind of processing and that angry faces are only found a little faster than other types of facial expressions. An also existing different view is that there is no ASE but a so called “happy-superiority effect” (HSE) with the preference and the faster finding of happy faces compared to other facial expressions.

A scientific paradigm to investigate this phenomenon is the “finding-the-face-in-the-crowd” (FFIC) paradigm. The participants’ job is to find emotional facial expressions in a crowd of neutral and/or different emotional facial expressions. The reaction time is determined meanwhile.

In the present study we investigated how the processing of emotional faces affects other cognitive processes. Especially the determination of numbers hasn’t yet been examined. If there is an impact of emotional faces on other cognitive processes, this could be of great importance in particular for the clinical medical sector. There are some psychiatric diseases which could occur linked to such an effect. There is the presumption that e.g. depressions and the borderline-personality disorder come along with the preferred negative perception of situations and interpersonal contacts. This so called “negative bias” could possibly be detected by the finding of an ASE. The impact of such an ASE on other cognitive processes could affect the whole interpersonal interactions and the actions of such patients in general.

In this survey we were testing the hypothesis that there is an ASE and that this ASE would have a direct impact on the basal counting processes of “subitizing” and “counting”. Subitizing is a phenomenon which describes the fast and accurate, preattentive and automatic registration of a number up to three or four objects in parallel. Counting describes the registration of numbers larger than four objects. Therefore a computer simulation program named “Presentation” was used to present

displays with varying tasks. For the appliance the participants used a tablet with an electronic pen. The participants who took part were all healthy students, 10 female und 10 male ones.

At first a classical FFIC paradigm was used to detect whether there is an ASE or not. In the next step we presented a certain amount of faces that should be counted. The numbers varied from one to eight faces in one display. The participants of the experiments had to decide if the shown number was equal to a written digit on the bottom of the display. In some trials there were emotional faces of the emotions happy or angry between the neutral, non-emotional faces. The sequence of the trials in one test series changed from participant to participant. It was tested if the reaction time to determine the face number increased in the cases of the appearance of the emotional distractor faces.

The results showed that there was no ASE and that emotional faces had no impact on the process of subitizing but that they had a significant impact on the process of counting with the increase of the reaction times. In case of the emotional quality of the facial expression there was no significant difference between angry and happy faces. These results have been discussed referring to their meaning for the clinical medical background and the neuroscientific point of view in general. Possible and reasonable verifications and modifications as well as expansion of the experiment and its design were presented and discussed.

Abkürzungsverzeichnis

ASE	Anger-superiority Effekt
BPS	Borderline-Persönlichkeitsstörung
FFIC	Finding-the-face-in-the-crowd Paradigma
FINST	Fingers of instantiation
fMRT	funktionelle Magnetresonanztomographie
HSE	Happy-superiority Effekt
PET	Positronen-Emissions-Tomographie
SUBI	Subitizing Paradigma

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispielhafte Darstellung der Ergebnisse einer Quantifizierungsaufgabe mit Punkten. Gezeigt ist die Kurve der Antwortlatenzzeiten. 46

Abbildung 2: Darstellung des Ablaufs der visuellen Analyse und Einordnung des FINST Mechanismus in diesen Ablauf. Der FINST Mechanismus läuft unmittelbar nach den präattentiven Prozessen ab (eigene Darstellung in Anlehnung an Trick & Pylyshyn, 1994).....49

Abbildung 3: Monitoransicht der Untersuchung. 72

Abbildung 4: Kontrollbedingung mit vertauschten Antworttasten. 73

Abbildung 5: Untersuchungsansicht in der Pausenposition.....74

Abbildung 6: Für die Untersuchung am Laptop mit dem Programm Presentation in den beiden Paradigmen ausgewählte sozial-kognitive (Gesichter) und nicht-sozial-kognitive (Figuren) Stimuli. 77

Abbildung 7: SUBI Paradigma mit Gesichtern. Hier entsprach die Anzahl der Gesichter (3) der grünen Zahl (3). 78

Abbildung 8: FFIC Paradigma mit Gesichtern. In diesem Beispiel waren alle Gesichter gleich und die Probanden sollten mit dem Stift auf die „gleich“ Taste fahren. 80

Abbildung 9: Kontrollbedingung des FFIC Paradigmas mit Figuren. In diesem Beispiel waren die Figuren verschieden und die Probanden sollten mit dem Stift auf die „ungleich“ Taste fahren. 80

Abbildung 10: Folie aus der Instruktion in Power Point zur Veranschaulichung des Ablaufs der Untersuchung. 83

Abbildung 11: Der unterste Kreis stellte die Starttaste/Ruhetaste dar. Es wurde erläutert, dass durch das Anwählen der Starttaste mit dem roten Karo (gesteuert durch den Stift) die Untersuchung startete. 84

Abbildung 12: Die mit „gleich“ und „ungleich“ beschrifteten Punkte sollten je nach Aufgabenstellung und Trial angewählt werden. 84

Abbildung 13: Versuchsaufbau mit Blick auf den Schreibtisch. Auf dem Schreibtisch befand sich der Monitor (M), links daneben der Laptop (L) und unmittelbar vor dem Monitor das Grafiktablett (T). Rechts neben dem Grafiktablett stand der Stift (S). Die Versuchsperson (VP) saß auf dem Drehstuhl vor dem Schreibtisch. 85

Abbildung 14: Grafische Darstellung der über alle Stufen gemittelten Reaktionszeiten aller Probanden mit den Standardabweichungen der Mittelwerte beim FFIC im Vergleich, unterteilt nach Aufgabenteilen.....89

Abbildung 15: Mittlere Reaktionszeiten mit Standardabweichungen der Mittelwerte aller Probanden im FFIC Paradigma mit Targets (freundliche und ärgerliche Gesichter, Zielreiz Figuren) auf allen Stufen mit Standardfehlern der Reizanzahlen der Matrix auf dem Display (Elementmengen). 91

Abbildung 16: Mittlere Reaktionszeiten mit Standardabweichungen der Mittelwerte aller Probanden im FFIC mit Non-targets (neutrale Gesichter/Figuren) für die verschiedenen Stufen der Reizanzahlen. 92

Abbildung 17: Mittlere Reaktionszeitanstiege aller Probanden je Stufe im FFIC Paradigma mit Targets (freundliche und ärgerliche Gesichter, Zielreiz Figuren) unter Berücksichtigung der pop-out-Schwelle. 93

Abbildung 18: Mittlere Reaktionszeitanstiege aller Probanden im FFIC Paradigma mit Non-targets (neutrale Gesichter/Figuren) unter Berücksichtigung der pop-out-Schwelle. 94

Abbildung 19: Mittlere Reaktionszeiten mit Standardabweichungen der Mittelwerte aller Probanden im SUBI Paradigma mit neutralen, freundlichen und ärgerlichen Gesichtern.....96

Abbildung 20: Mittlere Reaktionszeiten mit Standardabweichungen der Mittelwerte aller Probanden im SUBI Paradigma mit neutralen und Zielreiz Figuren. 97

Abbildung 21: Grafische Darstellung der mittleren Reaktionszeiten mit Standardabweichungen der Mittelwerte aller Probanden beim SUBI im Vergleich, unterteilt nach Aufgabenteilen. 99

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der ANOVA für die Faktoren Target und Stufen im FFIC Paradigma. 89

Tabelle 2: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche Bonferroni-adjustiert für freundliche (Freundlich) und ärgerliche Gesichter (Ärgerlich), sowie Zielreiz Figuren (Figur) im FFIC Paradigma. 90

Tabelle 3: Ergebnisse der ANOVA für die Faktoren Non-target und Stufen im FFIC Paradigma. 91

Tabelle 4: Ergebnisse der ANOVA für die Faktoren Gesichter und Stufen im SUBI Paradigma. 96

Tabelle 5: Ergebnisse der ANOVA für die Faktoren Figuren und Stufen im SUBI Paradigma. 98

Tabelle 6: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche, in der Korrektur nach Bonferroni, für neutrale (Neutral), freundliche (Freundlich) und ärgerliche Gesichter (Ärgerlich) im SUBI Paradigma. 100

Tabelle 7: Ergebnisse der ANOVA für die Faktoren Gesichter und Stufen der Bereiche Subitizing (1-4 Elemente) und Counting (5-7 Elemente) im SUBI Paradigma im Vergleich. 100

Tabelle 8: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche im Counting Bereich für den Faktor Gesichter in der Korrektur nach Bonferroni im SUBI Paradigma. 101

Literaturverzeichnis

- Agrawal, R., & Kumar, A. (1993). The relationship between intelligence and reaction time as a function of task and person variables. Person. individ. Diff., Vol. 14, No.1, 287-288.
- Almeida, I., Van Asselen, M., Castelo-Branco, M. (2013). The role of the amygdala and the basal ganglia in visual processing of central vs. peripheral emotional content. Neuropsychologia 51, 2120–2129.
- Asendorpf, J. P., Persönlichkeitspsychologie, Springer Medizinverlag Heidelberg, 1.Auflage, 2009.
- Ashcraft, M. H., Kirk, E. P. (2001). The Relationship Among Working Memory, Math Anxiety and Performance. Journal of Experimental Psychology: General, Vol.130, No. 2, 224-237.
- Avisar, A. (2010). Which Behavioral and Personality Characteristics Are Associated With Difficulties in Selective Attention? Journal of Attention Disorders, XX(X) 1–11. DOI: 10.1177/1087054710365976.
- Baddeley, A. D. Working memory. In: A. D. Baddeley, M. W. Eysenck & M. C. Anderson. Memory (pp. 41–68). Hove, New York: Psychology Press. 1. Auflage, 2009. ISBN 978-1-84872-001-5.
- Becker, D. V., Anderson, U. S., Mortensen, C. R., Neufeld, S. L., & Neel, R. (2011, July 11) (a). The Face in the Crowd Effect Unconfounded: Happy Faces, Not Angry Faces, Are More Efficiently Detected in Single- and Multiple-Target Visual Search Tasks. Journal of Experimental Psychology: General. Advance online publication. doi: 10.1037/a0024060.
- Becker, S., Horstmann, G., Remington, R.W. (2011) (b). Perceptual Grouping, Not Emotion, Accounts for Search Asymmetries With Schematic Faces. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance 2011, Vol. 37, No. 6, 1739–1757.
- Benecke, C., Bock, A., Peham, D., Koschier, A., Biebl, W. (2008). Emotionserkennung und psychische Störung - Emotion Recognition and Mental Disorders, Psychologie der Emotionen in Psychologie in Österreich 5, 466-472.
- Benoit, L., Lehalle, H., Jouen, F. (2004). Do young children acquire number words through subitizing or counting? Cognitive Development 19, 291–307.
- Bijlstra, G., Holland, R. W., Wigboldus, D. H. J. (2010). The social face of

emotion recognition: Evaluations versus stereotypes. J Exp Soc Psychol, 46, 657-663.

- Bohus, M., Schmahl, C. (2006). "Psychopathologie und Therapie der Borderline-Persönlichkeitsstörung." Deutsches Ärzteblatt 103, 49, 3345-3352.
- Buck, R. (1980). Nonverbal behavior and the theory of emotion: the facial feedback hypothesis. Journal of Personality and Social Psychology, 38, 811-824.
- Bushnell, I.W.R., Sal, F , & Mulhn, J.T. (1989). Neonatal recognition of the mother's face. British Journal of Developmental Pswhology, 7, 3-15.
- Bushnell, I.W.R. (2001). Mother's Face Recognition in Newborn Infants: Learning and Memory. Inf. Child Dev. 10: 67–74 (2001). DOI: 10.1002/icd.248.
- Buck, R. (1984). The Communication of Emotion. Guildford Press, New York.
- Calvo, M., Avero, P., Lundqvist, D. (2006). Facilitated detection of angry faces: Initial orienting and processing efficiency. Cognition and Emotion, 20 (6), 785-811.
- Calvo, M., & Nummenmaa L. (2008). Detection of Emotional Faces: Salient Physical Features Guide Effective Visual Search. Journal of Experimental Psychology: General, 3, 471-494.
- Carbon, C.-C. (2003). Gesichtsverarbeitung - Frühe Prozesse der Gesichtserkennung. FU Berlin, FB Erziehungswissenschaft und Psychologie. http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000000901.
- Carey, S. (2009). The origin of concepts. New York, NY: Oxford University Press; US. Ausführlicher Überblick über Befunde zu kognitiven Fähigkeiten bei Säuglingen und nicht-menschlichen Primaten aus der Sicht der Theorie des Kernwissens.
- Cacioppo, J. (2004). Feelings and emotions: Roles for electrophysiological markers. Biological Psychology 67, 235–243.
- Chan, S. W., Goodwin, G. M., Harmer, C. J. (2007). Highly neurotic never-depressed students have negative biases in information processing. Psychol Med., Sep, 37 (9), 1281-91.
- Chiew, K. S., Braver, T. S. (2011). Neural Circuitry of Emotional and Cognitive Conflict Revealed through Facial Expressions. PLoS ONE 6(3): e17635. doi:10.1371/journal.pone.0017635.
- Critchley, H., Daly, E., Phillips, M., Brammer, M., Bullmore, E., Williams, S.,

Van Amelsvoort, T., Robertson, D., David, A. & Murphy, D. (2000). Explicit and Implicit Neural Mechanisms for Processing of Social Information From Facial Expressions: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study. Human Brain Mapping, 9, 93–105.

- De Haan M, Pascalis O, Johnson MH. (2002) Specialization of neural mechanisms underlying face recognition in human infants. J Cogn Neurosci Feb 15;14(2),199-209.
- Dehaene, S., Cohen, L. (1994). Dissociable Mechanisms of Subitizing and Counting: Neuropsychological Evidenve From Simultanagnostic Patients. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, Vol. 20, No. 5, 958-975.
- Dolcos, F., Kragel, P., Wang, L., McCarthy, G. (2006). Role of the inferior frontal cortex in coping with distracting emotions. BRAINIMAGING NEUROREPORT, Vol 17 No 15 23 October 2006, 1591-1594.
- Dolcos, F., McCarthy, G. (2006). Brain Systems Mediating Cognitive Interference by Emotional Distraction, The Journal of Neuroscience, February 15, 2006 26(7), 2072–2079.
- Dolcos, F., Iordan, A. D., Dolcos, S. (2011). Neural correlates of emotion–cognition interactions: A review of evidence from brain imaging investigationsA review of evidence from brain imaging investigations. JOURNAL OF COGNITIVE PSYCHOLOGY, 2011, 23 (6), 669-694.
- Domes, G., Schulze, L. & Herpertz, S.C. (2009). Emotion recognition in Borderline Personality Disorder – A review of the literature. Journal of Personality Disorders, 23(1), 6-19.
- Donders, F.C. (1969). On the Speed of Mental Processes. Acta Psychologica Attention and Performance II 30, 412-431.
- Duncan, J., & Humphreys, G. W. (1989). Visual search and stimulus similarity. Psychological Review, 96, 433–458.
- Eastwood, J.D., Smilek, D., Merikle, P. M. (2001). Differential attentional guidance by unattended faces expressing positive and negative emotion. Perception & Psychophysics 63 (6), 1004-1013.
- Eastwood, J.D., Smilek, D., Merikle, P. M. (2003). Negative facial expression captures attention and disrupts performance. Perception & Psychophysics, 65

(3), 352-358.

- Ebner, N. C. (2008). Age of face matters: Age-group differences in ratings of young and old faces. Behavior Reserach Methods 40, 130-136.
- Ebner, N. C., Johnson, M. K. (2009). Young and older emotional faces: Are there age group differences in the expression identification and memory? Emotion 9, 329-339.
- Egeth, H. E., Leonard, C. J., Palomares, M. (2008). The role of attention in subitizing: Is the magical number 1? VISUAL COGNITION, 16 (4), 463-473.
- Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. Cognition and Emotion, 6 (3/4), 169-200.
- Ekman, P. (1993). Facial expression and emotion. American Psychologist, Vol 48 (4), Apr 1993, 384-392.
- Ekman, P. (2003). Emotions revealed. Times Books, New York.
- Ekman, P., Cordano, D. (2011). What is meant by calling emotions basic. Emotion Review 3, 364-370.
- Eysenck, M. W. & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. Cognition and Emotion, 6, 409-434.
- Feigenson, L. & Carey, S., & Hauser, M. (2000). Spontaneous ordinal judgments by preverbal infants. Poster presented at the 12th Biennial International Conference on Infant Studies, Brighton, UK.
- Frith, C. D., Frith, U. (2008). "Implicit and explicit processes in social cognition." Neuron 60, 3, 503-10.
- Fitzhugh, J. I. (1978). "The Role of Subitizing and Counting in the Development of the Young Children's Conception of Small Numbers." Ph.D diss., 1978. Abstract in *Dissertation Abstracts International* 40: 4521 B4522B. University microfilms no.8006252.
- Fockert, J., Rees G., Frith C., & Lavie N. (2004). Neural Correlates of Attentional Capture in Visual Search. Journal of Cognitive Neuroscience, 16:5, 751-759.
- Fox, E., Lester, V., Russo, R.., Bowles, R. J., Pichler, A., Dutton, K. (2000). Facial Expressions of Emotion: Are Angry Faces. Cognition and Emotion, 14 (1), 61± 92.
- Fox, E. & Damjanovic, L. (2006). The Eyes Are Sufficient to Produce a Threat

Superiority Effect. Emotion, 6 (3), 534-539.

- Frischen, A., Smilek, D., Eastwood J. D. (2008). Visual Search for Faces With Emotional Expressions. Psychological Bulletin, Vol. 134, No. 5, 662–676.
- George, M. S., Huggins, T., McDermut, W., Priti, I. P., Rubinow, D., Post, M. P. (1998). Abnormal Facial Emotion Recognition in Depression. Sage Publications. http://bmo.sagepub.com/content/22/2/192.
- Gerritsen, C., Frischen, A., Blake, A., Smilek, D. & Eastwood, J.D. (2008). Visual Search is not blind to emotion. Perception & Psychophysics, 70 (6), 1047-1059.
- Goldfarb, L., Levy, S. (2013). Counting within the Subitizing Range: The Effect of Number of Distractors on the Perception of Subset Items. PLoS ONE 8(9): e74152. doi:10.1371/journal.pone.0074152.
- Gotoh, F., Kikuchi, T., Roßnagel, C. S. (2008). Emotional interference in enumeration: A working memory perspective. Psychology Science Quarterly, Volume 50 (4), pp. 526-537.
- Gruber, O. Arbeitsgedächtnis-Bildgebung. In: Kircher, T., Gauggel S. Neuropsychologie der Schizophrenie: Symtome, Kognition, Gehirn. 242-251. Springer Medizin Verlag Heidelberg. 1. Auflage, 2008. ISBN 9783540711476.
- Grüter, M. (2004). Genetik der kongenitalen Prosopagnosie. INAUGURAL – DISSERTATION zur Erlangung des doctor medicinae der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Medizinische Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. http://miami.uni-muenster.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-1445/diss_martina_grueter.pdf.
- Gunderson, J. G. (2007). "Disturbed relationships as a phenotype for borderline person-ality disorder." Am J Psychiatry 164, 11, 1637-40.
- Gunderson, J. G. (2009). "Borderline personality disorder: ontogeny of a diagnosis." Am J Psychiatry 166, 5, 530-9.
- Guyll, M. (1998). Effects of trait hostility on social information processing. Dissertation Abstracts International: Section B: The Sciences and Engineering. Vol.59(2-B), Aug 1998, pp. 0903.
- Gupta, R., Raymond, J. E. (2012). Emotional distraction unbalances visual processing. Psychon Bull Rev (2012) 19, 184–189. DOI 10.3758/s13423-011-0210-x.

- Gyurak, A., Gross, J. J. & Etkin, A. (2011). Explicit and Implicit Emotion Regulation: A Dual-Process Framework. Cogn Emot. 2011 April ; 25(3): 400–412. doi:10.1080/02699931.2010.544160.
- Habel, U., Windischberger, C., Derntl, B., Robinson, S., Kryspin-Exner, I., Gur, E. C., Moser, E. (2007). Amygdala activation and facial expressions: Explicit emotion discrimination versus implicit emotion processing. Neuropsychologia 45, 2369–2377.
- Hahn, S., Carlson, C., Singer, S., & Gronlund, S. D. (2006). Aging and visual search: Automatic and controlled attentional bias to threat faces. Acta Psychologica, 123, 312–336.
- Hall, J. A., Carter, J., Horgan, T. (2000). Gender differences in the nonverbal communication of emotion. In: Fisher, A. (Hrsg) Gender and emotion: Social psychological perspectives. Cambridge University Press, Paris, S. 97-117.
- Hannula, M. M., Räsänen, P., Lehtinen, E. (2007). Development of Counting Skills: Role of Spontaneous Focusing on Numerosity and Subitizing-Based Enumeration. MATHEMATICAL THINKING AND LEARNING, 9(1), 51–57.
- Hansen, C. H., & Hansen, R. D. (1988). Finding the face in the crowd: An anger superiority effect. Journal of Personality and Social Psychology, 54, 917–924.
- Hauser, M. D., Carey, S., & Hauser, L. B. (2000). Spontaneous number representation in semifree-ranging rhesus monkeys. Proceedings of the Royal Society of London: Biological Sciences.
- Hautzinger, M., Davison, G.C., Neale, J.M. (2002). Klinische Psychologie. Beltz PVU, Weinheim, ISBN 3-621-27458-8.
- Hautzinger, M., Thies, E. (2009). Klinische Psychologie: Psychische Störungen kompakt. Beltz PVU, Weinheim, ISBN 3621277552.
- Hershler, O., Hochstein, S. (2005). At first sieht: A high-Level pop out Effekt for fades. Vision Research, 45, 1707-1724.
- Hess, U., Senécal, S., Kirouac, G., Herrera, P., Philippot, P., Kleck, R. E. (2000). Emotional expressivity in men and women: Stereotypes and self-perceptions. COGNITION AND EMOTION, 14 (5), 609–642.
- Hoffmann, H., Kessler, H., Eppel, T., Rukavina, S., Traue, H. C. (2010). Expression intensity, gender and facial emotion recognition: Women recognize

only subtle facial emotions better than men. Acta Psychologica, 135, 278-283.

- Horstmann, G. (2003). What do facial expressions convey: Feeling states, behavioral intentions,or action requests? Emotion, 3, 150-166.
- Horstmann, G., & Bauland, A. (2006). Search asymmetries with real faces: Testing the anger superiority effect. Emotion, 6 , 193-207.
- Horstmann, G. (2007). Preattentive face processing: What do visual search experiments with schematic faces tell us?. Visual Cognition, 15 (7), 799-833.
- Horstmann, G. (2009). Visual search for schematic affective faces: Stability and variability of search slopes with different instances. COGNITION AND EMOTION, 2009, 23 (2), 355-379.
- Iordan, A. D., Dolcos, S., Dolcos, F. (2013). Neural signatures of the response to emotional distraction: A review of evidence from brain imaging investigations. June2013, Volume7, Article200, 1-21.
- Jacob, H., Brück, C., Domin, M., Lotze, M. & Wildgruber, D. (2013). I Can't Keep Your Face and Voice Out of My Head: Neural Correlates of an Attentional Bias Toward Nonverbal Emotional Cues. Cerebral Cortex, 02/2013, doi:10.1093/cercor/bhs417.
- Juth, P., Lundqvist, D., Karlsson, A., Öhman, A. (2005). Looking for Foes and Friends: Perceptual and Emotional Factors When Finding a Face in the Crowd. Emotion, Vol. 5, No. 4, 379–395.
- Kaufman, E. L., Lord, M. W., Reese, T. W. u. Volkmann, J (1949). „Die Unterscheidung der Sichtzahl". Amerikanisches Journal von Psychologie 62: 498–525. doi:10.2307/1418556.
- Kessler, H., Bayerl, P., Deighton, R., Traue, H. (2002). Facially Expressed Emotion Labeling (FEEL): PC-gestützter Test zur Emotionserkennung. Verhaltenstherapie und Verhaltensmedizin, 23, 297-306.
- Kessler, H., Hoffmann, H., Bayerl, P., Neumann, H., Basic, A., Deighton, R. M., Traue, H. C. (2005). Die Messung von Emotionserkennung mittels Computer-Morphing: Neue Methoden für Forschung und Klinik. Nervenheilkunde 24, 611-614.
- Kiss, M., Goolsby, B. A., Raymond, J. E., Shapiro, K. L., Silvert, L., Nobre, A. C., Fragopanagos, N., Taylor, J. G. & Eimer, M. (2007). Efficient attentional selection predicts distractor devaluation: ERP evidence for a direct link between

attention and emotion. J Cogn Neurosci. 2007 August; 19 (8): 1316–1322. doi:10.1162/jocn.2007.19.8.1316.

- Kliemann, D., Rosenblau, G., Bölte, S., Heekeren, H. R. & Dziobek, I. (2013). Facepuzzle - two new video-based tasks for measuring explicit and implicit aspects of facial emotion recognition. Frontiers in psychology, 06/2013, doi: 10.3389/fpsyg.2013.00376.
- Knight, M., Seymour, T. L., Gaunt, J. T., Baker, C., Nesmith, K., Mather, M. (2007). Aging and Goal-Directed Emotional Attention: Distraction Reverses Emotional Biases. Emotion 2007, Vol. 7, No. 4, 705–714.
- Koch, I. (2002). Konditionieren und implizites Lernen. In: Müsseler, Jochen & Prinz, Wolfgang: Allgemeine Psychologie, Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 2002. ISBN 3827411289.
- Kraus, M. W., Keltner, D. (2009). Signs of Socioeconomic Status: A thin-slicing approach. Psychol Sci, 20, 99-106.
- Kraus, M. W., Pfiff, P. K., Keltner, D. (2009). Social class, sense of control, and social explanation. J Pers Soc Psychol, 97, 902-1004.
- Kring, A. M., Gordon, A. H. (1998). Sex Differences in Emotion: Expression, Experience, and Physiology. Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 74, No. 3,686-703.
- Lavie, N., Cox, S. (1997). ON THE EFFICIENCY OF VISUAL SELECTIVE ATTENTION: Efficient Visual Search Leads to Inefficient Distractor Rejection. Psychological Science, Vol. 8 (5), 395-398.
- Laird, J. D. (1974). Self-attribution of emotion: The effects of expressive behavior on the quality of emotional experience. Journal of Personality and Social Psychology, 29, 475-486.
- Lamy, D., Amunts L., & Bar-Heim, Y. (2008). Emotional Priming of Pop-out in Visual Search. Emotion, 2, 151-161.
- Lee, T. M. C., Ng, E. H. H., Tang, S. W., Chan, C. C. H. (2006). Effects of sad mood on facial emotion recognition in Chinese people. Psychiatry Research 159, 37–43.
- Lemke, B. (2003). Nichtbewusste Informationsverarbeitungsprozesse und deren Bedeutung für das Lernen Erwachsener. Deutsches Institut für Erwachsenenbildung Bonn: http://www.die-bonn.de/doks/lemke0301.pdf.

- Limbrecht, K. (2012). Die standardisierte Erfassung der Emotionserkennungsfähigkeit aus Gesichtern – Erstellung und Anwendung der „Pictures of Facial Affect-Ulm“. Ulm, 2012. http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CDEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fd-nb.info%2F1025012380%2F34&ei=AOmiUpG7LIPTtQaog4HQAw&usg=AFQjCNE-egFjZGmLoIASNm3ela0tOSkmxg&bvm=bv.57752919,d.Yms.
- Lipp, O. V., Price, S. M., Tellegen, C. L. (2009) (a). Emotional faces in neutral crowds: Detecting displays of anger, happiness, and sadness on schematic and photographic images of faces. Motiv Emot, 33:249–260.
- Lipp, O. V., Price, S. M., Tellegen, C. L. (2009) (b). No Effect of Inversion on Attentional and Affective Processing of Facial Expressions. Emotion, Vol. 9, No. 2, 248-259.
- Logan, G. D., Zbrodoff, N. J. (2003). Subitizing and similarity: Toward a pattern-matching theory of enumeration. Psychonomic Bulletin & Review, 10 (3), 676-682.
- Magaro, P.A., Smith, P., & Ashbrook, R.M. (1983). Personality Style Differences in Visual Search Performance. Psychiatry Research, 10, 131-138.
- Maljkovic, V., & Nakayama, K. (1994). Priming of pop-out: I. Role of Features. Memory&Cognition, 22, 657-672.
- Maloney, E. A., Risko, E. F., Ansari, D., Fugelsang, J. (2009). Mathematics anxiety affects counting but not subitizing during visual enumeration. Cognition 114 (2010) 293–297.
- Mandler, G. & Shebo, B., J. (1982). Subitizing: An Analysis of Its Compenents Processes. Journal of Experimental Psychology: General, Vol. 111, No. 1.
- Margraf, J. (1994). Mini-DIPS. Berlin, Springer.
- Mather, M., & Carstensen, L. L. (2003). Aging and attentional biases for emotional faces. Psychological Science, 14, 409–415.
- Mather, M., & Carstensen, L. L. (2005). Aging and motivated cognition: The positivity effect in attention and memory. Trends in Cognitive Sciences, 9, 496–502.
- Matsumoto, D., LeRoux, J., Wilson-Cohn C., et Al. (2000). A new test to measure emotion recognition ability: Matsumoto and Ekman`s Japanese and

Caucasian Brief Affect Recognition Test (JACBART). J Nonverbal Behav, 24, 179-209.

- Maylor, E. A., Watson, D. G., Hartley, E. L. (2011). Effects of distraction on visual enumeration in children and adults. Developmental Psychology. 2011, Vol. 47, No. 5, 1440–1447.
- McClure, E. B. (2000). A meta-analytic review of sex differences in facial expression processing and their development in infants, children, and adolescents. Psychol Bull 126, 424-453.
- Mermillod, M., Vermeulen, N., Lundqvist, D., Niedenthal, P. M. (2008). Neural computation as a tool to differentiate perceptual from emotional processes: The case of anger superiority effect. Cognition 110, 346–357.
- Merten, J. (2003). Einführung in die Emotionspsychologie. Stuttgart: Kohlhammer.
- Meyer, R. W., Vom Faustkeil zum Internet: Die Entwicklungsgeschichte des Menschen, Humboldt, 1. Auflage, 2007
- Mogg, K., & Bradley, B. P. (1999). Selective attention and anxiety: A cognitive-motivational perspective. In T. Dalgleish & M. Power (Eds.), Handbook of cognition and emotion (pp. 145_170). New York: Wiley.
- Montagne, B., Kessels, R. P. C., Frigerio, E., de Haan, E. H. F., Perrett, D. I. (2005). Sex differences in the perception of affective facial expressions: Do men really lack emotional sensitivity? Cogn Process 6: 136–141.
- Newton, T., Slade, P., Butler, N., & Murphy, P. (1992). Personality and performance on a simple visual search task. Person. individ. Diff., Vol. 13, 381-382.
- Niedfeld, I., Schmahl, C. (2012). Emotionale Dysregulation bei der Borderline-Persönlichkeitsstörung. Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie, 60 (3), 2012, 185–193.
- Nothdurft, C. (1998). Was ist parallel bei der parallelen Suche?. Symposium: Serielle und Parallele Verarbeitung, 1. Tübinger Wahrnehmungskonferenz: http://www.twk.tuebingen.mpg.de/twk98/TWK98.pdf.
- O'Toole, L. J. & DeCicco, J. M., Hong, M., Dennis, T. A., The Impact of Task-Irrelevant Emotional Stimuli on Attention in Three Domains. Emotion, 2011, Vol. 11, No. 6, 1322–1330. DOI: 10.1037/a0024369.

- Öhman, A. (1999). Distinguishing unconscious from conscious emotional processes: Methodological considerations and theoretical implications. In T. Dalgleish & M. Power (Eds.),Handbook of cognition and emotion (pp. 321_352). New York: Wiley.
- Öhman, A., Lundqvist, D., & Esteves, F. (2001). The face in the crowd revisited: A threat advantage with schematic stimuli. Journal of Personality and Social Psychology, 80, 381-396.
- Öhman, A., Juth, P., Lundquist, D. (2010). Finding the face in a crowd: Relationships between distractor redundancy, target emotion, and target gender. COGNITION AND EMOTION, 2010, 24 (7), 1216-1228.
- Olson, I.R., Marshuetz, C. (2005). Facial attractiveness is appraised in a glance. Emotion, 5, 498–502.
- Önal-Hartmann, C., Fiorio, M., Gentner, R., Zeller, D., Pauli, P., Classen, J. (2012). After-training emotional interference may modulate sequence awareness in a serial reaction time task. Exp Brain Res. 2012 May; 219 (1):75-84. doi: 10.1007/s00221-012-3068-x.
- Ortony, A., Turner, T.J. (1990). What's basic about basic emotions? Psychol. Rev. 1990 Jul; 97 (3), 315-331.
- Palermo, R., Coltheart, M. (2004). Photographs of facial expression: accuracy, response times, and ratings of intensity. Behavior Research, Methods, Instruments, & Computers, 36 (4), 634-638.
- Pascalis, O., De Haan, M., Nelson, CA. (2002) Is face processing species-specific during the first year of life? Science May 17; 296(5571),1321-3.
- Pessoa, L., Kastner, S., Ungerleider L. G. (2002). Attentional control of the processing of neutral and emotional stimuli. Cognitive Brain Research, 15, 31–45.
- Pessoa, L. (2005). To what extent are emotional visual stimuli processed without attention and awareness? Current Opinion in Neurobiology 2005, 15, 188–196.
- Perrett, D. I., Burt, D. M., Penton-Voak, I. S., Lee, K. J., Rowland, D. A., & Edwards, R. (1999). Symmetry and human facial attractiveness. Evolution & Human Behavior, 20, 295-307.
- Piazza, M., Mechelli, A., Butterworth, B., Price, C. (2002). Are Subitizing and Counting Implemented as Separate or Functionally Overlapping Processes?.

NeuroImage 15, 435-446.

- Pichon, S., Rieger, S. W., Vuilleumier, P. (2012). Persistent affective biases in human amygdala response following implicit priming with negative emotion concepts. NeuroImage 62, 1610–1621.
- Piff, P. K., Kraus, M. W., Côté, S., Cheng, B. H., Keltner, D. (2010). Having less, giving more: the influence of social class on prosocial behavior. J Pers Soc Psychol., 99 (5), 771-84.
- Pinkham, A. E., Griffin, M., Baron, M., Sasson N.J., Gur, R. C. (2010). The Face in the Crowd Effect: Anger Superiority When Using Real Faces and Multiple Identities. Emotion, Vol.10, No.1, 141-146.
- Plaisier, M. A., Bergmann Tiest, W. M., Kappers, A. M. L. (2010). Grabbing subitizing with both hands: bimanual number processing. Exp Brain Res 202: 507-512. DOI 10.1007/s00221-009-2146-1.
- Plaisier, M. A., Van't Woud, M., Kappers, A. M. J. (2011). The effect of feature saliency on haptic subitizing. Exp Brain Res (2011) 209, 29–34. DOI 10.1007/s00221-010-2517-7.
- Pollak, S. D., Messner, M., Kistler, D. J., Cohn, J. F. (2009). Development of perceptual expertise in emotion recognition. Cognition 110, 242-247.
- Pollmann, S., Allgemeine Psychologie, Ernst Reinhardt Verlag, 1. Auflage, 2008.
- Proulx, M. J., Egeth, H. E. (2006). Target–nontarget similarity modulates stimulus-driven control in visual search. Psychonomic Bulletin & Review, 2006, 13 (3),524-529.
- Pylyshyn, Z. (1989). The role of location indexes in spatial preception: A sketch of the FINST spatial-index model. Cognition, 32, 65-97.
- Railo, H., Koivisto, M., Revonsuo, A., Hannula, M. M. (2007). The role of attention in subitizing. Cognition, Volume 107, Issue 1, April 2008, Pages 82-104.
- Raes, F., Hermans, D., Williams, J. M. G., Beyers, W., Brunfaut, E., & Eelen, P. (2006). Reduced autobiographical memory specificity and rumination in predicting the course of depression. Journal of Abnormal Psychology, 115, 699–704.
- Revenstorf, D. & Weitzäcker, W. (2007). Hypnose Grammatik am Beispiel einer

hypnotisch begleiteten Selbstheilung. Universität Tübingen: http://www.meg-tuebingen.de/downloads/hypnosegrammatik-text.pdf.

- Rhodes, G., Brake, S. Taylor, K., et al. (1989). Expertise and configural coding in face recognition. British Journal of Psychology, 80, 313-331.
- Robertson, E. M. (2007). The Serial Reaction Time Task: Implicit Motor Skill Learning? The Journal of Neuroscience, September 19, 2007, 27 (38): 10073–10075.
- Roick, T. (2006). Kognitive Determinanten unterschiedlicher Rechenleistungen in der Primarstufe: Arbeitsgedächtnismerkmale und Aufmerksamkeitsaspekte. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultäten der Georg-August-Universität zu Göttingen. http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=986328707&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=986328707.pdf
- Ruppel, B. (2005). Kognitive Beeinträchtigungen und Verarbeitung emotionaler Reize bei Patientinnen mit einer Borderline Persönlichkeitsstörung (BPS). Diplomarbeit, Fakultät für Psychologie und Pädagogik, Department Psychologie Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Sakaki, M., Gorlick, M. A., Mather, M. (2011). Differential Interference Effects of Negative Emotional States on Subsequent Semantic and Perceptual Processing. Emotion, 2011, Vol. 11, No. 6, 1263–1278. DOI: 10.1037/a0026329.
- Savage, R. A., Lipp, O. V., Craig, B. M., Becker, S. I., & Horstmann, G. (2013). In Search of the Emotional Face: Anger Versus Happiness Superiority in Visual Search. Emotion. Advance online publication, March 25. doi: 10.1037/a0031970.
- Scheffler, S. N. (2010). Die Kompetenz von Borderline-Patientinnen zur Dekodierung von Emotionen aus dem mimischen Ausdruck. Dissertation, Fakultät für Verhaltens- und Empirische Kulturwissenschaften, Institut für Psychologie der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg.
- Schmid, P. C., Schmid Mast, M. (2010). Mood effects on emotion recognition. Motiv Emot, 34:288–292.
- Schneider, W., Shiffrin, R. M. (1977). "Controlled and automatic human information

processing: I. Detection, search and attention." Psychological Review 84, 1, 1-66.

- Schneider, S., Margraf, J., Lehrbuch der Verhaltenstherapie, Band 3: Störungen im Kindes- und Jugendalter, Springer, 1. Auflage, 2009.
- Schwartz, G.M., Izard, C.E., Ansul, S.E. (1985). The five-month-old´s ability to discriminate facial expressions of emotion. Infant Behavior and Development, 8, 65-77.
- Simon, W. (2006). *Persönlichkeitsmodelle und Persönlichkeitstests*. Heidesheim: Gabal.
- Shiffrin, R. M., Schneider, W. (1977). "Controlled and automatic information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory." Psychological Review 84, 2, 127-190.
- Strack, F, Martin, L. L, Stepper, S. (1988). Inhibiting and Facilitating Conditions of the Human Smile: A Nonobtrusive Test of the Facial Feedback Hypothesis, Journal of Personality an Social Psychology, 54, 768-777.
- Stroebe, W., Jonas, K., Hewstone, M. (2002). Sozialpsychologie Eine Einführung, Springer, 4. Auflage.
- Suzuki, S., & Cavanagh, P. (1995). Facial organization blocks access to low-level features: An object inferiority effect. Journal of Experimental Psychology: Human Perception& Performance, 21, 901-913.
- Terraccino, A., Merritt, M., Zondermann, A.B., & Evans M.K. (2003). Personality Traits and Sex Differences in Emotion Recognition Among African Americans and Caucasians. Ann N Y Acad Sci., 1000, 309-312.
- Theeuwes, J. (2004). Top-down search strategies cannot override attentional capture. Psychonomic Bulletin & Review, 11, 65-70.
- Traue, H. C. (1998). Emotion und Gesundheit – die psychobiologische Regulation durch Hemmungen. Spektrum, Heidelberg Berlin.
- Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A feature integration theory of attention. Cognitive Psychology, 12, 97–136.
- Treisman, A., & Gormican, S. (1988). Feature analysis in early vision: Evidence from search asymmetries. Psychological Review, 95, 15_48.
- Treisman, A., & Souther, J. (1985). Search asymmetry: A diagnostic for preattentive processing of separable features. Journal of Experimental Psychology: General , 114, 285_310.

- Trick, L. M., & Pylyshyn, Z. W. (1990). Subitizing, counting and FINSTs. Western Journal of Graduate Research, 2(1), 50-58.
- Trick, L. M., Pylyshyn, Z. W. (1993). What enumeration studies can show us about spatial attention: Evidence for limited capacity preattentive processing. J Exp Psychol Hum Percept Perform 19: 331–351.
- Trick, L. & Pylyshyn, Z. W. (1994). Why are Small and Large Numbers Enumerated Diffenrently? A Limited-Capacity Preattentive Stage in Vision. Psychologial Review, Vol. 101, No. 1, 80-102.
- Tuholski, S. W., Engle, R. W., Baylis, G. C. (2001). Individual differences in working memory capacity and enumeration. Memory & Cognition, 29 (3), 484-492.
- Van Zoest, W., & Donk, M. (2004). Bottom-up and top-down control in visual search. Perception, 33, 927-937.
- Van Zoest, W., Donk, M., & Theeuwes, J. (2004). The role of stimulusdriven and goal-driven control in saccadic visual selection. Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 30, 746-759.
- Von Ceumern-Lindenstjerna, I.-A., Brunner, R., Parzer, P., Frey M., Fiedler P. & Resch, F. (2007). Wahrnehmung und Bewertung von emotionalen Gesichtsausdrücken bei weiblichen Jugendlichen mit einer Borderline-Persönlichkeitsstörung. Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie, 35 (5), 333-340.
- Vuilleumier, P. (2005). How brains beware: neural mechanisms of emotional attention. TRENDS in Cognitive Sciences Vol.9 No.12, 585-594.
- Wagner, A. W., Linehan, M. M. (1999). Facial expression recognition ability among women with borderline personality disorder: Implications for emotion regulation. Journal of Personality Disorders, 13, 329-344.
- Watson, D. G., Maylor, E. A., Bruce, L. A. M. (2005). Effects of age on searching for and enumerating targets that cannot be detected efficiently. THE QUARTERLY JOURNAL OF EXPERIMENTAL PSYCHOLOGY, 2005, 58A (6), 1119–1142.
- Watson, D. G., Maylor, E. A., Allen, G. E. J., Bruce, L. A. M. (2007). Early Visual Tagging: Effects of Target–Distractor Similarity and Old Age on Search, Subitization, and Counting. Journal of Experimental Psychology: Human

Perception and Performance, 2007, Vol. 33, No. 3, 549–569.

- Wentura, D. & Rothermund, K. (2009). Aufmerksamkeit und Gedächtnis. In G. Stemmler (Hrsg.), Psychologie der Emotion, S. 205-245. Göttingen: Hogrefe.
- Williams, M. A., Moss, S. A., Bradshaw, J. L., & Mattingley, J. B. (2005). Look at me, I'm smiling: Visual search for threatening and nonthreatening facial expressions. Visual Cognition, 12, 29–50.
- Wilson, H. R., Wilkinson, F., Asaad, W. (1997) Concentric orientation summation in human form vision. Vision Res Sep, 37(17), 2325-30.
- Wolfe, J. M. (1994). Guided Search 2.0: A revised model of visual search. Psychonomic Bulletin & Review, 1, 202–238.
- Wolfe, J. M. (1998). Visual search. In H. Pashler (Ed.), Attention (pp. 13_73). London: University College London Press.
- Wolfe, J. M. (1998). What can 1 million trials tell us about visual search? Psychological Science, 9, 33–39.
- Wolfe, J. M. (2001). Asymmetries in visual search: An introduction. Perception and Psychophysics, 63, 381_389.
- Wolfe, J. M., & Horowitz, T. S. (2004). What attributes guide the deployment of visual attention and how do they do it? Nature Review Neuroscience, 5 , 495_501.
- Wolpert, I. (1924). Die Simultanagnosie. Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie, 93:397–415.
- Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. NATURE, Vol 358.
- Ziaei, M., Peira, N., Persson, J. (2013). Brain systems underlying attentional control and emotional distraction during working memory encoding, NeuroImage (2013), http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.10.048.

Anhang

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Reaktionszeiten im FFIC Paradigma mit sozialen und nicht-sozialen Zielreizen sind in Tabelle A1 dargestellt. In Tabelle A2 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Reaktionszeiten im FFIC Paradigma mit sozialen und nicht-sozialen Non-targets gezeigt.

Tabelle A1: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Reaktionszeiten im FFIC Paradigma mit Zielreizen auf den sechs Stufen der Reizanzahlen.

Stufen	Mittelwerte			Standardabweichung		
	Freundliche Gesichter	Ärgerliche Gesichter	Zielreiz Figuren	Freundliche Gesichter	Ärgerliche Gesichter	Zielreiz Figuren
2	663,5	633,1	617,1	72,4	62,5	60,5
3	687,0	657,9	607,8	88,0	72,6	72,5
4	733,3	693,2	636,5	102,9	88,5	74,1
5	725,0	681,3	636,4	83,0	88,1	98,2
6	782,3	708,4	635,0	122,6	80,8	70,2
7	768,4	742,8	657,2	109,0	110,3	100,6

Tabelle A2: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Reaktionszeiten im FFIC Paradigma mit Non-targets auf den sechs Stufen der Reizanzahlen.

Stufen	Mittelwerte		Standardabweichungen	
	Neutrale Gesichter	Neutrale Figuren	Neutrale Gesichter	Neutrale Figuren
2	674,1	71,8	618,5	68,6
3	737,2	97,3	677,1	69,7
4	799,4	151,9	697,0	112,0
5	879,1	204,1	743,3	108,9
6	967,1	241,2	765,3	133,6
7	1002,2	270,5	791,2	141,1

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Reaktionszeiten im SUBI Paradigma mit Gesichtern sind in Tabelle A 3 dargestellt.

TabelleA3: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Reaktionszeiten im SUBI Paradigma mit Gesichtern auf den sieben Stufen der Reizanzahlen.

Stufen	Mittelwerte			Standardabweichung		
	Neutrale Gesichter	Freundliche Gesichter	Ärgerliche Gesichter	Neutrale Gesichter	Freundliche Gesichter	Ärgerliche Gesichter
1	727,4	737,2	738,2	108,3	101,1	107,7
2	760,1	769,3	776,9	94,6	123,4	119,1
3	841,8	828,5	835,7	141,6	153,7	137,7
4	959,4	960,4	968,9	214,6	207,0	203,7

5	1330,0	1418,2	1416,5	379,6	362,2	371,9
6	1626,6	1723,7	1714,7	404,2	376,7	432,1
7	1983,3	1958,3	1986,3	480,7	470,1	433,2

In Tabelle A4 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Reaktionszeiten im SUBI Paradigma mit Figuren gezeigt.

Tabelle A4: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Reaktionszeiten im SUBI Paradigma mit Figuren auf den sieben Stufen der Reizanzahlen.

Stufen	Mittelwerte		Standardabweichungen	
	Neutrale Figuren	Zielreiz Figuren	Neutrale Figuren	Zielreiz Figuren
1	737,3	754,1	102,6	111,3
2	779,3	799,8	95,3	98,8
3	854,1	832,8	129,1	128,5
4	926,4	981,3	162,1	180,1
5	1318,0	1413,7	306,8	319,7
6	1590,5	1666,9	320,1	398,5
7	2003,5	2016,8	391,3	409,6

Tabelle A5: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche, in der Korrektur nach Bonferroni, für die 6 Stufen im FFIC Paradigma für Targets. Nicht signifikant sind die paarweisen Vergleiche Stufe 1 vs. Stufe 2, Stufe 3 vs. Stufe 4, Stufe 3 vs. Stufe 5, Stufe 5 vs. Stufe 6. Alle übrigen gezeigten paarweisen Vergleiche sind signifikant ($\alpha = 0,05$).

Paarweise Vergleiche der Stufen	p
Stufe 1 vs. Stufe 2	0,702
Stufe 1 vs. Stufe 3	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 4	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 5	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 3	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 4	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 5	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 3 vs. Stufe 4	1,00
Stufe 3 vs. Stufe 5	0,082
Stufe 3 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 4 vs. Stufe 5	0,027
Stufe 4 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 5 vs. Stufe 6	1,00

Tabelle A6: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche, in der Korrektur nach Bonferroni, für die 6 Stufen im FFIC Paradigma für Non-targets. Nicht signifikant ist der paarweise Vergleich Stufe 2 vs. Stufe 3. Alle übrigen gezeigten paarweisen Vergleiche sind signifikant.

Paarweise Vergleiche der Stufen	p
Stufe 1 vs. Stufe 2	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 3	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 4	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 5	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 3	0,087
Stufe 2 vs. Stufe 4	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 5	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 3 vs. Stufe 4	<0,01
Stufe 3 vs. Stufe 5	<0,01
Stufe 3 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 4 vs. Stufe 5	<0,01
Stufe 4 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 5 vs. Stufe 6	0,037

Tabelle A7: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche, in der Korrektur nach Bonferroni im SUBI Paradigma für Gesichter. Alle gezeigten paarweisen Vergleiche sind signifikant.

Paarweise Vergleiche der Stufen	p
Stufe 1 vs. Stufe 2	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 3	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 4	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 5	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 7	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 3	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 4	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 5	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 7	<0,01
Stufe 3 vs. Stufe 4	<0,01
Stufe 3 vs. Stufe 5	<0,01
Stufe 3 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 3 vs. Stufe 7	<0,01

Stufe 4 vs. Stufe 5	<0,01
Stufe 4 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 4 vs. Stufe 7	<0,01
Stufe 5 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 5 vs. Stufe 7	<0,01
Stufe 6 vs. Stufe 7	<0,01

Tabelle A8: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche, in der Korrektur nach Bonferroni im SUBI Paradigma für Figuren. Alle gezeigten paarweisen Vergleiche sind signifikant.

Paarweise Vergleiche der Stufen	p
Stufe 1 vs. Stufe 2	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 3	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 4	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 5	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 1 vs. Stufe 7	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 3	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 4	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 5	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 2 vs. Stufe 7	<0,01
Stufe 3 vs. Stufe 4	<0,01
Stufe 3 vs. Stufe 5	<0,01
Stufe 3 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 3 vs. Stufe 7	<0,01
Stufe 4 vs. Stufe 5	<0,01
Stufe 4 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 4 vs. Stufe 7	<0,01
Stufe 5 vs. Stufe 6	<0,01
Stufe 5 vs. Stufe 7	<0,01
Stufe 6 vs. Stufe 7	<0,01

Erklärung zur Dissertation

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

_____ _____

Ort, Datum Unterschrift

Danksagung

Ich danke allen Beteiligten, die mich während der Fertigstellung dieses Projektes begleitet haben und mich so tatkräftig unterstützt haben, insbesondere meiner Familie und meinem Partner.

Herrn Professor Gallhofer, Frau Dr. Stefanie Lis und Frau Hagenhoff danke ich für die Ermöglichung der Untersuchungen und die gute Projektleitung. Des Weiteren bedanke ich mich bei dem gesamten Team des Kognitionslabors der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie der JLU Gießen für die gute Zusammenarbeit und vor allem auch bei Frau Professor Netter für die abschließende Betreuung.