



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Untersuchung zur unterschwelligen visuellen
Verarbeitung von emotionalen Gesichtern mit
unterschiedlichen Frequenzbereichen

Verfasserin

Lisa Cadzlek

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2015

Studienkennzahl: A 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuer: Uni.-Prof. Dr. Ulrich Ansorge

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Ansorge bedanken, der mir die Bearbeitung meiner Diplomarbeit ermöglicht hat und bei Fragen immer hilfreiche Denkanstöße geliefert.

Des Weiteren bedanke ich mich bei Shah Khalid, der mir mit großem Engagement fachlich zur Seite gestanden hat.

Ich bedanke mich von ganzem Herzen bei meiner Familie, die für mich eine große Stütze ist - meinen Eltern Margarita und Richard Cadzlek, die mir dieses Studium ermöglicht haben und bei meiner Schwester Julia, die immer für mich da ist und mir Mut macht.

Ich möchte mich auch bei meinen Freunden bedanken, die viel Spaß und Abwechslung in mein Leben bringen und im Besonderen bedanke ich mich bei Sylvia Grassl, die immer ein offenes Ohr für mich hat.

Zusammenfassung

Wir nehmen in unsere Umgebung viele Aspekte und Reize aufmerksamkeitsunabhängig wahr und integrieren sie in unser Verhalten. Angst ist von essentieller Natur, da sie seit jeher das Überleben des Menschen sichert und bestimmte Reaktionen und Verhaltensweisen auslöst, um in bedrohlichen Situationen möglichst schnelle adäquate Handlungen zu setzen. Neurologische Nachweise belegen die Existenz einer subkortikalen (retinocollicularen) Sehbahn durch das Mittelhirn (Retina -> Colliculi Superiores -> Pulvinarkern -> Amygdala), die für eine schnelle und aufmerksamkeitsunabhängige Verarbeitung steht. Gesichter stellen eine wichtige Informationsquelle dar, durch die Personen ihren Gemütszustand an ihre Mitmenschen übermitteln können. Diese Diplomarbeitsstudie untersuchte die visuelle Informationsverarbeitung von ängstlichen Gesichtsausdrücken anhand eines maskierten Bahnungsmodells. Die Untersuchungsteilnehmer sollten die Zielgesichter als entweder neutral oder ängstlich kategorisieren. Vor dem Zielgesicht wurde entweder ein kongruentes (gleicher emotionaler Ausdruck) oder ein inkongruentes (unterschiedlicher emotionaler Ausdruck) maskiertes Bahnungsbild, welches in der visuellen Peripherie über dem Zielbild präsentiert wurde, gezeigt. Die unterschwellig dargeboten Bahnungsbilder bestanden aus ängstlichen und neutralen Gesichtern, die entweder hoch-pass (HSF) oder tief-pass (LSF) gefiltert waren. Zusätzlich wurde noch ein räumlicher Hinweisreiz inkludiert, um die visuelle Aufmerksamkeit zu lenken. Da die retinocolliculare Sehbahn mehr für den niedrigen räumlichen Informationsgehalt, der in der Peripherie gezeigt wird sensibel ist, wurde bei den ungefilterten und tief-pass gefilterten ängstlichen Bahnungsgesichtern ein Kongruenzeffekt unabhängig von der visuellen Aufmerksamkeit erwartet. Dies wurde jedoch nicht für die hoch-pass gefilterten ängstlichen Bahnungsgesichter erwartet. Jüngere Studien dokumentierten die Rolle der hohen räumlichen Frequenzen bei der Verarbeitung von Angst in einer alternativen Hypothese. Demnach sollten die ungefilterten hoch-pass gefilterten, aber nicht die tief-pass gefilterten ängstlichen Bahnungsbilder einen Kongruenzeffekt erzielen. Die Ergebnisse sprechen für die alternative Hypothese. Es wurde ein Kongruenzeffekt unter den HSF, aber nicht unter den LSF Bahnungsbildern gefunden. Ein invertierter Kongruenzeffekt bei den ungefilterten und LSF Bahnungsgesichtern, lässt auf ein Einnehmen und Halten der

Aufmerksamkeit durch das Bahnungsbild in den kongruenten Bedingungen schließen. Insgesamt zeigen die Ergebnisse ein schnelles Einnehmen der Aufmerksamkeit durch die ängstlichen Gesichter und die Rolle der HSF in der unterschwellige Wahrnehmung von ängstlichen Gesichtern.

Abstract

We experience many aspects and stimuli on our environment without conscious awareness and integrate them in our behaviour. Fear has always been essential for people's survival because it allows us to react against potential threat in an appropriate fast manner. Neurological evidence confirms the existence of a subcortical (retinocollicular) pathway through the midbrain (retina -> superior colliculus -> pulvinar -> amygdala), which is known for a fast processing without conscious awareness. Human faces are an important source of information in communicating one's emotional state to other people including fear. This diploma thesis examined the face fear emotion processing with the help of masked priming paradigm. Participants were asked to categorize target faces emotional expression as either neutral or fearful. The target was preceded by a congruent (having the same emotion) or incongruent (having the opposite emotion) masked face prime, presented in the visual periphery slightly above the target. The subliminally presented primes were either high-pass filtered (HSF) or low-pass filtered (LSF). Additionally an unpredictable spatial cue was included in order to guide the visual attention towards the prime or the target across the trials. As the retinocollicular pathway is more sensitive to the LSF content presented in the periphery, we were expecting a congruence effect by unfiltered and LSF primes regardless of the cue, but not by the HSF primes. However recent studies also showed the role of HSF in fear processing, therefore the alternative hypothesis would predict a congruence effect by the unfiltered and HSF primes but not by the LSF primes. The results of this study showed a support for the alternative hypothesis. A congruence effect was found by the HSF primes but not by the LSF primes. A reverse congruence effect was also shown by the unfiltered and LSF primes, showing a capture and retention of attention by these primes in the congruent condition. Together the results confirm the fast attention capture by fearful faces and the role of HSF in subliminal face fear processing.

Inhalt

Danksagung	3
Zusammenfassung	5
Abstract	7
Einleitung	11
Theoretischer Hintergrund	11
Neurologischer Hintergrund	14
Blindsehen	20
Bahnung und Maskierung	22
Aufmerksamkeit	23
Diplomarbeitsstudie	29
Untersuchungspersonen	29
Instrumente	29
Reizmaterial	30
Prozedere	32
Ergebnisse und Interpretationen	36
Diskussion	49
Literatur	55
Abbildungsverzeichnis	60
Tabellenverzeichnis	60
Lebenslauf	61

Einleitung

Die vorliegende Diplomarbeit befasst sich mit der Verarbeitung von unterschwellig (engl.: „subliminal“) dargebotenen Gesichtern, die entweder einen neutralen oder ängstlichen Gesichtsausdruck zu erkennen geben und auf unterschiedlichen Frequenzbereichen (engl.: „frequency bands“) Informationen übermitteln.

Im Folgenden wird auf die Bedeutung von Gesichtern im sozialen Gefüge eingegangen, um anschließend einen Einblick in die unbewusste (engl.: „unconscious“) Verarbeitung von Reizinformationen zu geben. Aufbauend auf die Arbeit von Khalid, Finkbeiner, König und Ansorge (2013), in der die visuelle subkortikale Verarbeitung anhand von Gesichtskategorisierungen in männlich oder weiblich mit unterschiedlich gefilterten Frequenzbereichen erforscht wurde, behandelt diese Arbeit die visuelle subkortikale Verarbeitung der Informationsvermittlung entsprechend der Mittelhirnhypothese (Tamietto & de Gelder, 2010) von ängstlichen Gesichtsausdrücken im Vergleich zu neutralen mit unterschiedlich gefilterten Frequenzbereichen. Das Anliegen der Diplomarbeitsstudie ist, einen Erkenntnisgewinn über die Verarbeitung von emotionalen visuellen Reizen zu erbringen.

Theoretischer Hintergrund

Gesichter stellen für eine Orientierung in der sozialen Gesellschaft eine wichtige Informationsquelle dar (Palermo & Rhodes, 2007; Balconi & Bortolotti, 2013). Über den Gesichtsausdruck können Personen ihren Gemütszustand an ihre Mitmenschen vermitteln und somit eine Orientierung im sozialen Gefüge gewährleisten. Dies erfolgt meist im Sekundenbereich und ist dadurch ein starkes Werkzeug in der sozialen Kommunikation (Batty & Taylor, 2003). Smith (2011) postulierte, dass Emotionen, die über unterschiedliche Gesichtsmimik ausgedrückt werden, einen Teil der nonverbalen Kommunikation darstellen. Um sie nach außen sichtbar zu machen, werden etwa bei Angst die Augen weit geöffnet, wo hingegen eine gerümpfte Nase Eckel signalisiert. Jene Merkmale der Emotionssignalisierung sind universell und werden über die verschiedenen

Kulturen gleichermaßen verstanden (Ekman & Friesen, 1971). Die Informationsvermittlung über Gesichtsausdrücke kann beim Empfänger dazu führen, dass er, sobald er die Emotion im Gesichtsausdruck seines Gegenübers erkannt hat, diese spiegelt oder ebenfalls in abgeschwächter Form nachempfindet (Balconi & Bortolotti, 2013; Gallese & Goldman, 1998).

Lee, Kang, Lee, Namkoong und An (2011) weisen darauf hin, dass die emotionale Informationsverarbeitung von Angst von essentieller Natur ist, da sie seit jeher das Überleben des Menschen sicherte. Sie ist notwendig, bestimmte Reaktionen und Verhaltensweisen auszulösen, um in bedrohlichen Situationen möglichst schnelle und lebenserhaltende adäquate Handlungen zu setzen. In den vergangenen Jahren hat sich gezeigt, dass die verschiedenen Emotionsausdrücke unterschiedlich schnell erkannt und eingeordnet werden. Manche Autoren gehen von der Überlegung aus, dass bestimmte visuelle Reize so etwas wie einen Signalcharakter besitzen und ihre Verarbeitung über eine evolutionär ausgebildete Sehbahn im Gehirn aufmerksamkeitsunabhängig und somit schneller erfolgt (Vuilleumier, 2002; Batty & Taylor, 2003; Tamietto & de Gelder, 2010; Smith, 2011).

Wenn wir unsere Umgebung betrachten, werden viele Aspekte und Reize wahrgenommen. Manche dieser wahrgenommenen visuellen Reize ziehen mehr Aufmerksamkeit auf sich als andere (Palermo & Rhodes, 2007). Compton (2003) geht in ihrer Arbeit davon aus, dass die emotionale Aussagekraft eines Ereignisses von entscheidender Bedeutung ist, ob es die Aufmerksamkeit auf sich zieht oder nicht. Studien dazu haben gezeigt, dass der emotionale Gehalt eines erscheinenden Reizes nach ca. 100-300ms erkannt werden kann (Smith, 2011). Wieser und Keil (2014) erörtern in ihrer Studie, dass durch Angst die fundamentalen Wahrnehmungsprozesse, wie die Kontrast- und Orientierungssensibilität und die räumliche Auflösung gesteigert werden. In ihrer Studie war das Hauptaugenmerk auf den Effekt gerichtet, den das Sehen von Gesichtsausdrücken mit Kontextreizen auf die Gehirnverarbeitung haben würde. Dazu wurden Gesichter mit ängstlichem, fröhlichem und neutralem Gesichtsausdruck auf angenehmem, neutralem und bedrohlichem Hintergrund dargeboten. Zur Messung der Gehirnaktivität in dieser Studie wurde von den Autoren die „Steady-State visually evoked potential“ (kurz ssVEP) zusammen mit der „frequency-tagging“ Methode verwendet. Die ssVEP ist eine oszillierende Antwort von Gehirnpotentialen auf Reize, deren Kontrast und Helligkeit regelmäßig verändert werden (z. B. flimmern). „Frequency-tagging“

bezieht sich auf die Aufzeichnung der verschiedenen Reizfrequenzen, die gleichzeitig im Sehfeld präsentiert werden. Dies erlaubt die Gehirnantworten auf die vielen visuellen Objekte, die gleichzeitig gezeigt werden, separat zu quantifizieren. Alle Gesichts- und Kontextbilder wurden auf Grauskala konvertiert. In jedem Durchgang wurde ein Gesicht in der Mitte des Bildschirms mit einem visuellen Hintergrund für 3000ms gezeigt. Dann kamen ein grauer Bildschirm für entweder 2000ms oder 3000ms und anschließend das nächste Gesicht mit Hintergrund (siehe Abbildung 1). Die Zeitintervalle wurden randomisiert, d. h. in zufälliger Reihenfolge vorgegeben.

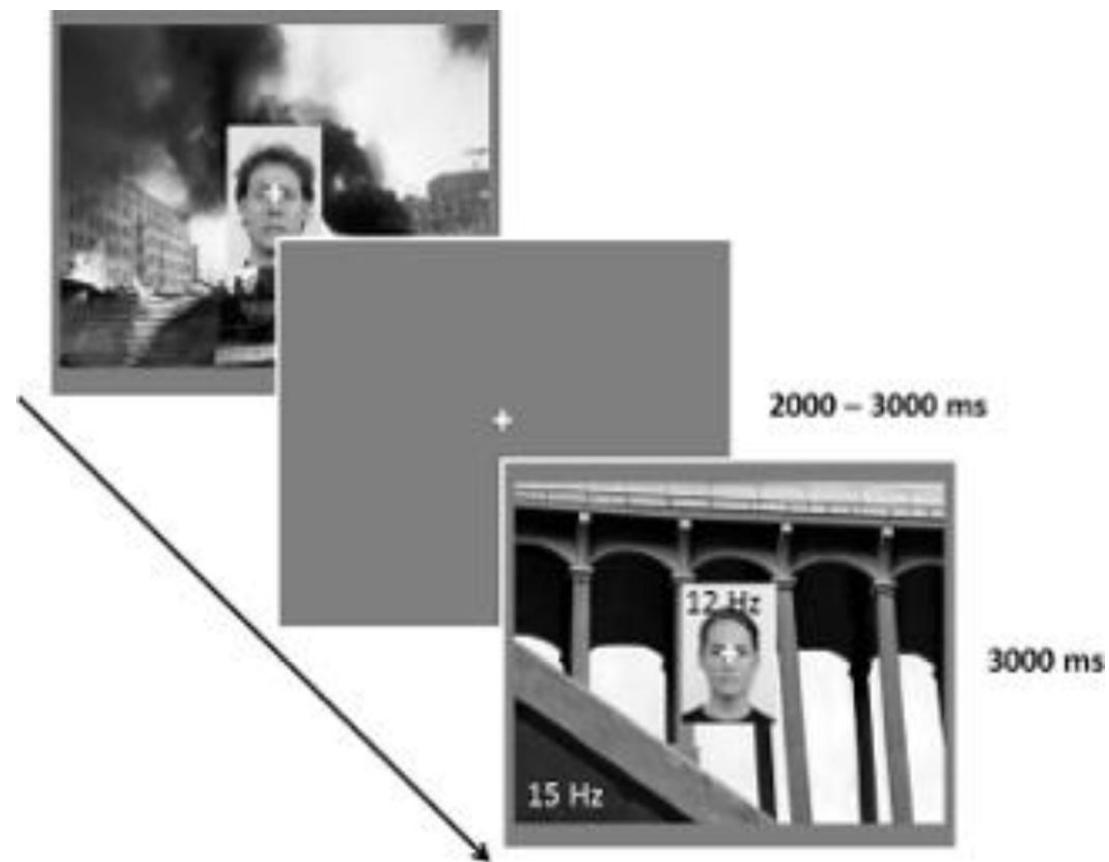


Abbildung 1: Schematische Darstellung von 2 Durchgängen. Während des Experiments wurde immer ein Kreuz in der Mitte des Bildschirms präsentiert. Die Intervalle zwischen den Durchgängen variierten randomisiert zwischen 2000 und 3000ms. In jedem Durchgang wurden 2 Reizbilder (Gesichtsausdruck auf einer visuellen Szene) mit 12 oder 15 Hz für 3000ms gezeigt. „Fearful faces heighten the cortical representation of contextual threat“ von M. J. Wieser und A. Keil, (2014), *NeuroImage*, 86, S. 319. Urheberrecht 2013 von Elsevier Inc.

Alle Gesichtsausdrücke wurden mit allen Kontextbedingungen kombiniert. In der Mitte des Bildschirms war ein Fixationskreuz, auf das die UntersuchungsteilnehmerInnen ihren Blick richten sollten. Dadurch sollten Augenbewegungen vermieden werden. Sie wurden dazu angehalten, den emotionalen Gesichtsausdruck zu identifizieren und hinsichtlich seiner Valenz und emotionalen Erregung einzuordnen.

In den Ergebnissen zeigte sich, dass die kortikale Verarbeitung von Gesichtsausdrücken durch den visuellen Hintergrund nicht beeinflusst wurde. Die Verarbeitung des Hintergrundes wurde jedoch sehr wohl von den Gesichtsausdrücken beeinflusst. Es hat sich gezeigt, dass ein ängstliches Gesicht mit bedrohlichem Hintergrund eine höhere elektrokortikale Amplitude hervorgerufen hat, als die Darbietung eines bedrohlichen Hintergrundes mit neutralem oder fröhlichem Gesicht (Wieser & Keil, 2014). Diese Studie veranschaulichte, dass die Präsenz eines ängstlichen Gesichtes mehr Aktivierung als fröhliche und neutrale Gesichtsausdrücke bei Anwesenheit von Bedrohung in der visuellen Umgebung hervorgerufen hat und somit Angst als eine bedeutende (engl.: „salient“) Reizquelle für den Hinweis auf Bedrohung herangezogen werden kann.

Es stellt sich nun die Frage, welche Wahrnehmungsprozesse in der visuellen Verarbeitung stattfinden, damit die entscheidenden visuellen Informationen schnell registriert werden.

Neurologischer Hintergrund

Was geschieht während der visuellen Verarbeitung? Mit dieser Frage beschäftigte sich in der Vergangenheit eine Reihe an Forschern und nach wie vor beherrscht sie einen großen Teil des aktuellen Forschungsfeldes. Für die Identifizierung der neurologisch beteiligten Gehirnstrukturen können bildgebende Verfahren, wie z. B. Positron-Emissions-Thomograph (kurz PET), Magnetresoanztomographie (kurz: MRT) oder funktionelle Magnetresonatnomographie (kurz: fMRT), verwendet werden.

Die am besten untersuchte neurologische, visuelle Verarbeitungsbahn, die vom Auge aus die Information zum Gehirn weiterleitet, ist die retino-geniculo-striäre Sehbahn (Johnson, 2005; Tamietto & de Gelder, 2010). Die visuelle Reizinformation, also das in das Auge eintreffende Licht, wird durch die Sehzellen des Auges in elektrische Impulse

umgewandelt (Pinel & Pauli, 2007). Diese elektrische Information wird mit einigen Zwischenverschaltungen schlussendlich durch retinale Ganglienzellen aus dem Auge zum Gehirn weitergeleitet (siehe Abbildung 2). Dabei gibt es zumindest zwei Typen von Ganglienzellen. Einen Typ bilden die magnozellulären Ganglienzellen (kurz M-Typ). Diese Ganglienzellen leiten jeweils Information aus einem relativ „großen“ rezeptiven Feld weiter. D.h., dass eine relativ große Retinaoberfläche zur jeweils direkten Erregung dieses Ganglentyps führen kann. Eine weitere Besonderheit des M-Typs ist, dass diese Ganglienzellen hauptsächlich Erregungsinformation der Sehzellen weiterleiten, die für das Hell-/Dunkel- Sehen zuständig sind. Dabei wird keine Farbinformation weitergeleitet, sondern lediglich die Lichtintensität, die auf das Auge eintrifft. Durch das große rezeptive Feld können kleine Änderungen der Lichtintensität zwischen zwei benachbarten rezeptiven Feldern erkannt werden. Einen zweiten Typ von Ganglienzellen bilden die parvozellulären Ganglienzellen (kurz P-Typ). Diese Ganglienzellen leiten jeweils Information aus einem relativ „kleinen“ rezeptiven Feld in der Retinaoberfläche weiter. Diese Ganglienzellen sind hauptsächlich auf Farben und große Auflösungen empfindlich und schlecht im Erkennen von kleinen Helligkeitsunterschieden zwischen zwei benachbarten Feldern. (Merigan & Maunsell, 1993; Johnson, 2005; Pinel & Pauli, 2007; Tamietto & de Gelder, 2010; Rassovsly, et al., 2013)

Alle Ganglienzellen leiten das Erregungsmuster über die Sehnervkreuzung (lat.: „chiasma opticum“) zu einem Unterkern des Thalamus, dem Lateralen Genikulaten Kern (lat.: „corpus geniculatum lateralis“; kurz LG-Kern). Durch die Sehnervkreuzung gelangt die visuelle Information des rechten Sehfeldes ausschließlich in die rechte Gehirnhälfte (siehe Abbildung 2). Der LG-Kern besteht jeweils in der rechten und linken Hemisphäre aus sechs Schichten und je drei empfangen magnozelluläre und parvozelluläre Information. Die weiterführenden Nervenfasern verlaufen nun in der Sehradiation (lat.: „radiatio optica“), auch Sehstrahlung genannt und erreichen schlussendlich den primären visuellen Kortex (Merigan & Maunsell, 1993; Johnson, 2005; Pinel & Pauli, 2007; Tamietto & de Gelder, 2010).

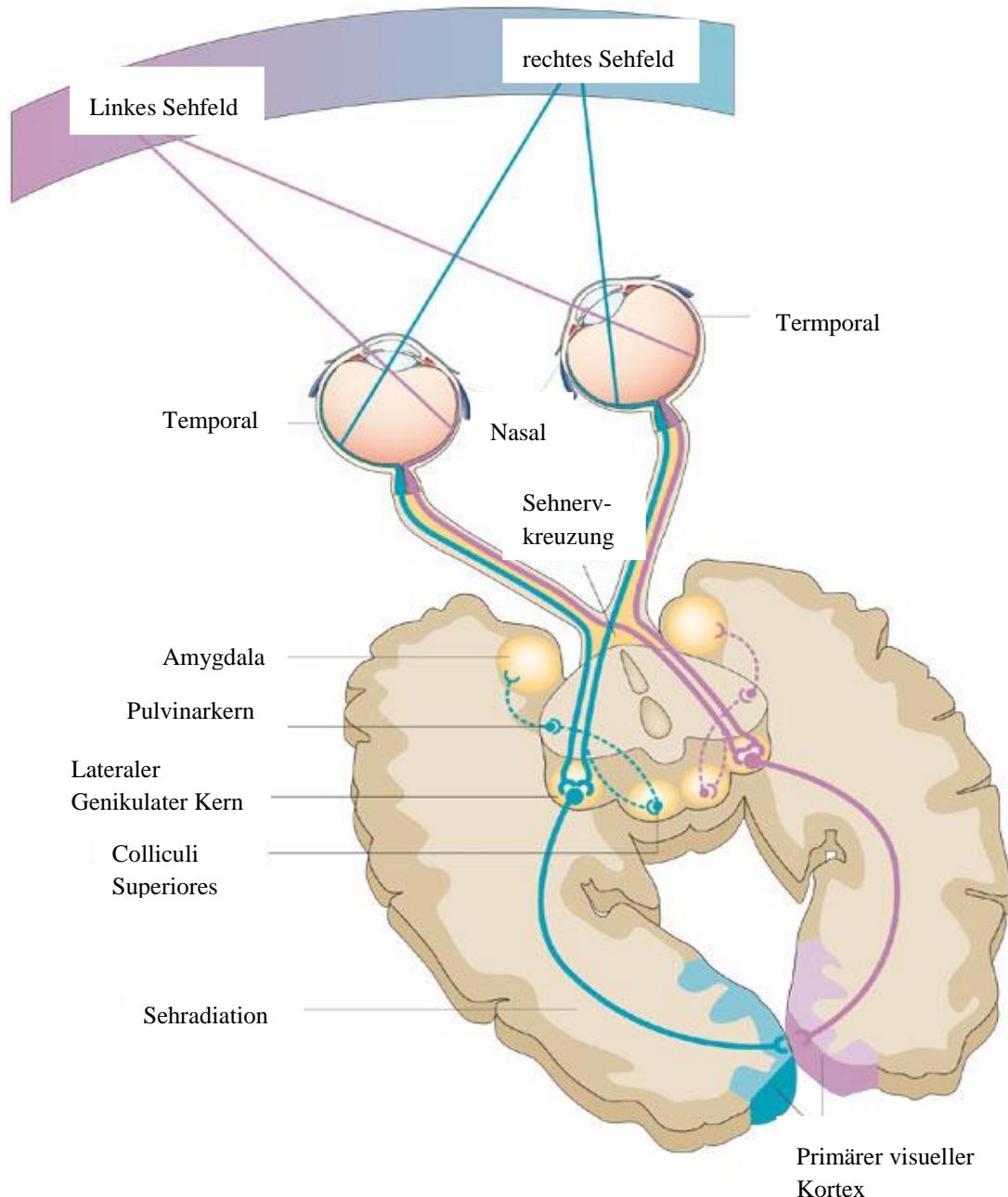


Abbildung 2: Darstellung der retino-geniculo-striären Sehbahn (solide Linien). Darstellung der retinocollicularen Sehbahn (unterbrochene Linien). Modifizierte Quelle: edoctoronline.com.

Einige Nervenbahnen die aus der Retina des Auges führen, verzweigen nicht im LG-Kern, sondern führen nach der Sehnervkreuzung zu den Colliculi Superiores (Tamietto & de Gelder, 2010). Diese zweite neurologische Verarbeitungsbahn wird als die retinocolliculare Sehbahn bezeichnet. Diese Sehbahn wird subkortikal genannt, da sie nicht in den primären visuellen Kortex (engl.: „cortex“) läuft und somit nicht in die Gehirnrindenschicht führt und die Verarbeitung „unter“ dieser Gehirnrindenschicht

stattfindet. Es hat sich in Untersuchungen herausgestellt, dass hauptsächlich Ganglienzellen der M-Typen diese zweite Verarbeitungsbahn ausmachen und keine Zellen der P-Typen beteiligt sind. Nach den Colliculi Superiores verläuft die retinocolliculare Sehbahn weiter zum Pulvinarkern (lat.: „nucleus pulvinaris“) und zur Amygdala. Diese Bahn steht dafür, dass sie bedrohliche Reize, wie ängstliche Gesichter, größtenteils aufmerksamkeitsunabhängig verarbeitet und Reaktionen des Organismus einleiten kann (Merigan & Maunsell, 1993; Compton, 2003; Johnson, 2005; Öhman, Carlsson, Lundqvist & Ingvar, Palermo & Rhodes, 2007; Tamietto & de Gelder, 2010). Eine Beschädigung der Amygdala verändert das instinktive Verhalten von Tieren und Menschen in bedrohlichen Situationen, z. B. verlieren Affen die Angst vor Schlangen und Ratten die Angst vor Katzen (LeDoux, 1998). Die Existenz dieser Nervenbahn von den Colliculi Superiores weiter zum Pulvinarkern und zur Amygdala kann auch über indirekte Befunde der funktionalen Eigenschaften der subkortikalen Strukturen abgeleitet werden, wie z. B. schnellere und genauere Kategorisierung von ängstlichen im Vergleich zu neutralen Gesichtsausdrücken und die Aktivierung der Amygdala im unbewussten Zustand (Morris et al., 1996; Öhman et al., 2007). Morris, Öhman und Dolan (1999) haben in ihrem Experiment gesunden Personen Gesichter mit ärgerlichem und neutralem Ausdruck dargeboten, um die vermutete subkortikale Bahn, also die retinocolliculare Sehbahn, zu untersuchen. Um diese zu untersuchen, wurde ein maskiertes Versuchsdesign (siehe unten: maskiertes Bahnungsmodell) gewählt, um den UntersuchungsteilnehmerInnen das Reizmaterial unterschwellig und somit außerhalb der bewussten Wahrnehmung zu präsentieren. Ein Positron-Emissions-Thomograph (kurz PET) verzeichnete während der Darbietung von ärgerlichen Gesichtern eine zunehmende Aktivität in den rechten Colliculi Superiores, im Pulvinarkern und der Amygdala. Aus diesen Ergebnissen schlossen die Autoren, dass verhaltensrelevante Eigenschaften aus unserer visuellen Umwelt unbewusst über die subkortikale Bahn wahrgenommen und verarbeitet werden können. Die bewusste Wahrnehmung derselben Reize wurde hingegen der kortikalen Verarbeitung zu geschrieben werden (Morris et al., 1999; Palermo & Rhodes, 2007).

Ein anderer Zugang zur Klärung der visuellen Reizüberlieferung betrifft die informationsleitenden Zellen der subkortikalen Nervenbahn. Die Colliculi Superiores

bekommen hauptsächlich von den magnozellulären retinalen Ganglienzellen (M-Typ, siehe oben) die sogenannten niedrig auflösenden Frequenzinformationen (engl.: low-spatial-frequency, kurz LSF). Diese Ganglienzellen verfügen, wie bereits beschrieben, über große rezeptive Felder. Dieses große rezeptive Feld kommt durch ein Zusammenfügen von Erregungsmuster vieler, sich nebeneinander befindenden Sehzellen zustande. Deshalb werden die M-Typ Ganglienzellen bei graduell wechselnder Helligkeit über relativ große räumliche Bereiche der Retina aktiv. Der Abstand, der zwischen zwei Lichtpunkten bestehen muss, um bei der Verarbeitung durch M-Typ Ganglienzellen als zwei unterschiedliche Punkte erkannt zu werden, muss relativ groß sein. Das ist der Grund, dass dieser Typ nur niedrige räumliche Frequenzinformationen überträgt.

Im Gegensatz dazu verfügen parvozelluläre Ganglienzellen (P-Typ), über ein relativ kleines rezeptives Feld, das bei Helligkeitswechsel über kleinere räumliche Bereiche aktiv werden und somit hohe räumliche Frequenzinformationen (engl.: high-spatial-frequency, kurz HSF) übertragen. Diese P-Typ Projektionen werden hauptsächlich zum visuellen Kortex geleitet und projizieren nicht zu den Colliculi Superiores (Merigan & Maunsell, 1993; Johnson, 2005; Stein, Seymour, Hebart & Sterzer, 2014).

Aus diesem Grund ist es möglich, dass bei der Verarbeitung von kurz gezeigten, meist nicht bewusst wahrgenommenen, visuellen emotionalen Reizen, die nur niedrig auflösende Frequenzinformation enthalten auf die M-Typ Ganglienzellen und auf die subkortikale, retinocolliculare Sehbahn geschlossen wird. Werden visuelle Reize, die hoch auflösende Frequenzinformation enthalten, so kurz gezeigt, dass sie nicht bewusst wahrgenommen werden können, ist jedoch keine Beteiligung der retinocollicularen Sehbahn zu erwarten, da keine P-Typ Ganglienzellen an dieser subkortikalen Sehbahn beteiligt sind. Wenn nun bei einem Experiment beobachtet wird, dass eine Verarbeitung von visuellen LSF-Reizen, die so kurz gezeigt wurden, dass sie nicht bewusst wahrnehmbar sind, erfolgt, jedoch keine Verarbeitung von genauso kurz gezeigten HSF-Reizen, wird darauf geschlossen, dass an der Verarbeitung des visuellen Reizes die subkortikale Sehbahn beteiligt ist. Findet jedoch auch eine Verarbeitung der HSF-Reize statt, kann auf eine kortikale Verarbeitung entlang der retino-geniculo-striären Sehbahn geschlossen werden (Merigan & Maunsell, 1993; Johnson, 2005; Mermilliod, Vuilleumier, Peyrin, Alleysson & Marendaz, 2009).

Um die Prozesse bei der Gesichtsverarbeitung zu untersuchen, verwendeten Prete, Laeng und Tommasi (2014) in ihrer Studie ein neues Paradigma, die sogenannten

Hybridgesichter. Bei diesen Bildern werden verschiedene Informationen mit unterschiedlichen räumlichen Frequenzen übereinander gelagert. Es wird zum Beispiel ein Gesicht mit einem ängstlichen Gesichtsausdruck tief-pass gefiltert (d.h. nur visuelle Information mit niedriger räumlicher Auflösung ist im Bild enthalten) oder hoch-pass gefiltert (d.h. nur visuelle Information mit hoher räumlicher Auflösung ist im Bild enthalten) und über ein ungefiltertes Gesicht mit neutralem Ausdruck gelegt. Ziel der Studie war es, zwei Hypothesen mittels dieser Hybridgesichts-Methode zu untersuchen. Die erste Hypothese betraf die unterschiedliche Verarbeitung der Hemisphären, wonach die rechte Hemisphäre für die Emotionen mit negativer Wertigkeit verantwortlich sein soll und die linke hingegen für die Reize mit positiver Wertigkeit. Falls alle Emotionen, die der rechten Hemisphäre (also im linken Sehfeld) tief-pass gefiltert präsentiert werden, besser erkannt werden würden, wäre dies ein Nachweis für die Hypothese der rechten Hemisphäre. Die zweite Hypothese stellt die Valenz-Hypothese dar. Dieser entsprechend, würden fröhliche Hybridgesichter freundlicher in der verarbeitenden linken Hemisphäre (präsentiert im rechten und zentralen Sehfeld) und ärgerliche Hybridgesichter weniger freundlich in der verarbeitenden rechten Hemisphäre (präsentiert im linken und zentralen Sehfeld) im Vergleich zu den neutralen Ausdrücken beurteilt werden. Wenn nun der emotionale Gehalt der Reizbilder die subjektive Antwort der UntersuchungsteilnehmerInnen in Relation zur Präsentationsseite beeinflussen würde, würde dies einen Nachweis für die Valenz Hypothese darstellen. Im Einklang mit der Hypothese der rechten Hemisphäre gingen die Autoren davon aus, dass die soziale Beurteilung der Hybridgesichter mit den versteckten Emotionen mehr Übereinstimmungen liefern würde, wenn sie im linken Sehfeld präsentiert werden und somit in der rechten Hemisphäre verarbeitet werden. Um diesen Fragen nachzugehen, wurden fröhliche und ärgerliche Hybrid- und neutrale Gesichter beiden Geschlechts in entweder zentraler, rechter oder linker Position dem visuellen Sehfeld der UntersuchungsteilnehmerInnen präsentiert. Die TeilnehmerInnen waren dazu angehalten, die Freundlichkeit der Gesichter einzuschätzen. Die Durchgänge begannen mit einem leeren Bildschirm für 1s, dann erschien ein Fixationskreuz für 2s, gefolgt von den Reizgesichtern für entweder 250ms für die erste Gruppe von Testpersonen oder 125ms für die zweite Gruppe. Der Bildschirm blieb leer bis die Person eine Antwort abgegeben hat und damit war ein Durchgang beendet und der nächste folgte. In den Ergebnissen

bestätigte sich die Valenz-Hypothese, in dem die versteckten Emotionen in den beiden präsentierten Sehfeldern unterschiedlich beurteilt wurden. Wenn die Gesichter im rechten visuellen Feld gezeigt und somit in der linken Hemisphäre verarbeitet wurden, schätzten die UntersuchungsteilnehmerInnen sie freundlicher ein und im präsentierten linken Sehfeld, bei dem die Information in der rechten Hemisphäre verarbeitet wurde, schätzten sie die Bilder weniger freundlich ein (vgl. Balconi & Ferrari, 2012). Diese Spezialisierung der Hemisphären ist in der expliziten Emotionsverarbeitung wohl bekannt, jedoch sprechen die verzeichneten Ergebnisse in dieser Studie für eine implizite Verarbeitung. Die Testpersonen reagierten nämlich hauptsächlich auf jene Hybridsichten, bei denen der emotionale Gehalt über niedrige räumliche Frequenzen übermittelt wurde. Dadurch gehen die Autoren von der Annahme aus, dass die subkortikale Bahn unter diesen Bedingungen in der emotionalen Verarbeitung involviert war.

Bei den bisher vorgestellten Studien zur Untersuchungen der subkortikalen Sehbahn nahmen gesunde Personen teil. Mit speziellen Versuchsdesigns wurde eine unbewusste Informationsverarbeitung provoziert, umso, Rückschlüsse auf die ablaufenden Prozesse zu ziehen. Eine weitere Möglichkeit zur Untersuchung von emotionalen Reizen über die subkortikale Sehbahn stellen „blind sehende“ Personen dar.

Blindsehen

De Gelder, Vroomen, Pourtois und Weiskrantz (1999) haben eine Studie mit einem 43-jährigen Mann durchgeführt, der seit einem Unfall im Alter von 8 Jahren an Rindenblindheit leidet. Dies ist eine Form der Erblindung, die nicht das Auge betrifft, sondern den primären Kortex des Gehirns. In seinem Fall ist die linke Seite des primären Kortex beschädigt worden und somit hat er einen halbseitigen visuellen Ausfall im rechten Sehfeld erlitten. In der Studie wurden ihm als Reizmaterial Videos oder Bilder von Gesichtern gezeigt, die eine bestimmte Emotion zum Ausdruck gebracht haben (traurig oder glücklich, wütend oder traurig, wütend oder ängstlich). Das Reizmaterial wurde entweder randomisiert, d. h. in zufälliger Reihenfolge, oder geblockt seinen Sehfeldern präsentiert. Seine Aufgabe bestand darin das Reizmaterial den jeweiligen Emotionen zu zuordnen. In seinem linken (gesunden) Sehfeld konnte er alle 333 (100%) gezeigten Reize richtig kategorisieren. Im blinden Sehfeld erzielte er 220 (66%) richtige

Zuordnungen und somit lag sein Antwortverhalten über der Wahrscheinlichkeit der Zufälligkeit von 50%. Während der Studie wurden zusätzlich die Gehirnaktivitäten mittels eines Elektroenzephalogramms (kurz EEG) aufgezeichnet. Die dadurch dokumentierten ereigniskorrelierten Potenziale (kurz ERP) haben eine Aktivität in der ventralen (bauchseits gelegenen) Nervenbahn während der Reizpräsentation im blinden Sehfeld verzeichnet. Eine ähnliche Studie führten Pegna, Khateb, Lazeyras und Seghier (2004) mit einem 52-jährigen Mann durch. Ihm wurden mit seinem Einverständnis zwei gezielte Schläge auf den Kopf verabreicht, die eine Lähmung im visuellen Kortex verursacht haben. Anschließend wurden ihm emotionale Gesichter präsentiert und seine Aufgabe war es, die dargestellten Emotionen richtig zu unterscheiden. Auch seine erzielten Antwortwerte lagen über dem Zufallsniveau. Um die Gehirnstrukturen, die bei den Diskriminationsaufgaben beteiligt waren zu erfassen, wurde eine funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) angewandt. Während jeder einzelner Emotionsdarstellungen konnte eine signifikante Aktivität in der rechten Amygdala dokumentiert werden. Jedoch die Emotion Angst verursachte die stärksten Aktivitätswerte. Bei dieser Studie ist auch zu berücksichtigen, dass die vorübergehende Beschädigung des Gehirns der Testperson erst kurz vor dem Experiment erfolgte und so das Gehirn noch keine Zeit hatte, die kortikalen Netzwerke funktionell neu zu organisieren. Die Ergebnisse der berichteten Studien lassen darauf schließen, dass die Antworten nicht zufällig gegeben wurden und die Emotionen auf einer unbewussten Ebene richtig erkannt und verarbeitet wurden. Die Untersuchungsteilnehmer zeigten auf verschiedene Emotionsdarstellungen korrekte selektive Aktivitäten im limbischen System (Amygdala), das zur Verarbeitung von Emotionen dient, obwohl die Verarbeitung durch den primären visuellen Kortex und so die Fähigkeit zur bewussten Wahrnehmung nicht möglich war. Aufgrund dieser Ergebnisse konnte auf eine subkortikale Sehbahn durch das Mittelhirn von der Retina über die Colliculi Superiores und den Pulvinarkern geschlossen werden.

Um die visuelle Verarbeitung über die subkortikale Bahn, die durch das Mittelhirn führt auf psychophysikalische Weise zu untersuchen, kann das Konzept der maskierten Bahnung verwendet werden.

Bahnung und Maskierung

Einige psychophysikalische Techniken haben sich die Methodik der Bahnung (engl.: „priming“) zu Nutze gemacht, um die Unterschiede zwischen bewusster und unbewusster Verarbeitung zu untersuchen (Kiese, Kunde & Hoffmann, 2007; Tapia & Breitmeyer, 2011). Nach Müssler und Prinz (2002) wird ganz allgemein als Bahnung, die Erleichterung einer Reaktion auf einen Zielreiz (engl.: „target“) aufgrund der vorherigen Darbietung eines Bahnungsreizes (engl.: „prime“) bezeichnet. Das Reizmaterial kann von unterschiedlicher Natur sein, z. B. Farben, Richtungspfeile, Symbole, etc. Die UntersuchungsteilnehmerInnen können dann ein „Forced choice“ Beantwortungsmodell bekommen, bei dem sie zwischen verschiedenen Antwortmöglichkeiten entscheiden müssen. Mithilfe des unterschiedlichen Reizmaterials, können verschiedene Bedingungen geschaffen werden. Eine Bedingung, in der Ziel- und Bahnungsreiz ident sind, bezeichnet man als kongruent. Sind der Zielreiz und der Bahnungsreiz unterschiedlich, stellen sie eine inkongruente Bedingung dar (Tapia & Breitmeyer, 2011). Nach der obigen Definition von Bahnung besteht die Erleichterung für die Untersuchungsperson darin, dass in einer kongruenten Bedingung durch den Bahnungsreiz schon eine Handlungstendenz aktiviert wurde und so die Reaktionszeit zwischen Zielreiz und Antwort kürzer ausfällt, als bei einer inkongruenten Bedingung (Kiesel et al., 2007). Hier muss die Untersuchungsperson die durch den Bahnungsreiz voraktivierte falsche Antworttendenz unterdrücken, um richtig auf den Zielreiz zu reagieren (Klotz & Neumann, 1999). Somit hat der Bahnungsreiz Auswirkung auf das folgende Verhalten und es resultiert eine Reaktionsverlangsamung. Diese Differenz in der Antwortreaktionszeit ist als Bahnungseffekt bzw. Kongruenzeffekt definiert (Müssler & Prinz, 2002; Tapia & Breitmeyer). Um die unbewusste Verarbeitung mithilfe dieses Modells zu untersuchen, wird unmittelbar nach dem Bahnungsreiz eine Maske in Form eines neutralen Bildes gezeigt. Um beim maskierten Bahnungsmodell eine unbewusste Wahrnehmung zu gewährleisten, wird der Bahnungsreiz nur für sehr kurze Zeit im Bereich von 10 bis 50ms gefolgt von einer Maske präsentiert. Diese Maske bewirkt, dass das weitere Sehen des Bahnungsreizes, nach dessen Präsentation, unterbrochen wird.

Whalen und Kollegen (1998) führten eine Studie mithilfe des maskierten Bahnungsmodells durch. Sie zeigten ihren UntersuchungsteilnehmerInnen entweder ängstliche oder fröhliche Gesichter, die durch neutrale Gesichter maskiert wurden, oder

ein einzelnes Kreuz in der Mitte des Bildschirms. Die ängstlichen oder fröhlichen Zielgesichter wurden für 33ms gezeigt, unmittelbar gefolgt von einem neutralen Gesichtsausdruck für 167ms, der als Maske diente. Im Anschluss an das Experiment wurden die TeilnehmerInnen gefragt, ob sie emotionale Gesichtsausdrücke wahrgenommen haben, 8 von 10 TeilnehmerInnen konnten unter dieser Bedingung keinen emotionalen Gesichtsausdruck bewusst wahrnehmen. Dadurch konnten die Autoren nachweisen, dass, unter Verwendung eines maskierten Bahnungsmodells, die Masken die bewusste Verarbeitung unterbrochen haben. Zusätzlich zeichneten die Autoren während der Untersuchung die Gehirnaktivitäten mittels fMRI auf. Obwohl die TeilnehmerInnen die emotionalen Gesichter nicht bewusst wahrgenommen hatten, konnte die Aktivität der Amygdala, die bei der Präsentation von ängstlichen Gesichtsausdrücken immer höher war als bei fröhlichen Gesichtern oder dem Kreuz nachweisen, dass die emotionalen visuellen Reize trotzdem unbewusst verarbeitet wurden (vgl. auch Morris et al. 1999; Whalen et al., 1998; Kiss & Eimer, 2008).

Aufmerksamkeit

Wie eingangs schon erwähnt, werden nicht alle visuellen Reize in unserer Umgebung vollständig bewusst wahrgenommen. Oft wird in diesem Zusammenhang von einer unbewussten aufmerksamkeitsunabhängigen Verarbeitung gesprochen. Infolge von Untersuchungen hinsichtlich der Informationsverarbeitung und Wahrnehmung kann gesagt werden, dass die Informationsverarbeitung verschiedener Objekte in zwei Klassen unterteilt werden können, einerseits in eine „top-down“ (endogen) kontrollierte, die mit einer bestimmten Intention übereinstimmt, oder anderseits in eine „bottom-up“- (exogen) Verarbeitung, die durch Reize oder Informationen bestimmt wird (Posner, 1980; Corbetta & Shulman, 2002; Ansorge & Neumann, 2005). Es kann davon ausgegangen werden, dass ein peripherer Reiz, die Aufmerksamkeit auf „bottom-up“-Weise erobert. Bezogen auf ein Hinweisreizparadigma verkürzt ein zuvor dargebotener Hinweisreiz (engl.: „cue“) an der Position, an der das zu diskriminierende Zielobjekt unvorhergesehen erscheinen wird, die Reaktionszeit bis zur Antwort auf das Zielobjekt. Die erfolgreiche schnelle Antwortreaktion, bei einem peripher dargebotenen Reiz, ist daher auf einen „bottom-up“

Prozess zurückzuführen (Ansorge & Neumann, 2005; Posner, 1980). In diesem Zusammenhang der Informationsverarbeitung wohnt der räumlichen Aufmerksamkeit ein wichtiger Faktor inne. Finkbeiner und Palermo (2009) beschäftigten sich in ihrem Artikel mit der Rolle der räumlichen Aufmerksamkeit bei unbewusster Verarbeitung von visuell dargebotenen Reizen. Sie lieferten Nachweise, dass die Aufmerksamkeit bei der unbewussten kognitiven Verarbeitung, von der Art der Information abhängt, die zu verarbeiten ist, variiert. Ähnlich dazu sieht Compton (2003) die emotionale Aussagekraft der visuellen Ereignisse verantwortlich für das Hinwenden der Aufmerksamkeit. Finkbeiner und Palermo (2009) untersuchten die Rolle der Aufmerksamkeit bei der unbewussten Verarbeitung von Gesichtern, Gemüse und Tieren. Die Aufgabe der UntersuchungsteilnehmerInnen war es, die Zielreizbilder, die in einem maskierten Bahnungsmodell präsentiert wurden, zu kategorisieren. Um die visuelle Aufmerksamkeit der UntersuchungsteilnehmerInnen zu lenken, wurde ein schwarzer Punkt, als örtlicher Hinweisreiz unvorhergesehen entweder an der oberen (Bahnungs-) Position oder an der unteren (Ziel-) Position vor der Vorwärtsmaske gezeigt (siehe Abbildung 3).

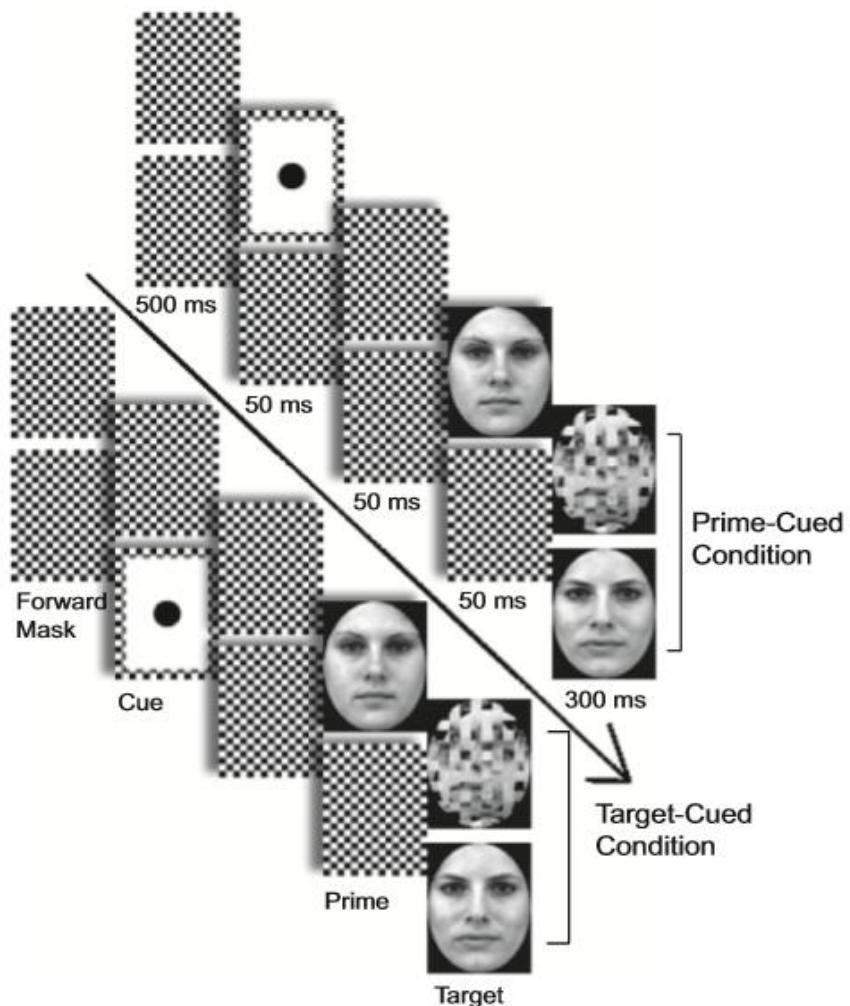


Abbildung 3: Darstellung zweier Untersuchungsdurchgänge mit Gesichtern als Reizmaterial aus der Studie von Finkbeiner und Palermo (2009). Der obere Durchgang zeigt eine kongruente Bedingung mit Hinweisreiz („cue“) an der Bahnungsposition („prime“); der untere Durchgang zeigt eine kongruente Bedingung mit Hinweisreiz („cue“) an der Zielposition („target“).

In den Ergebnissen zeigte sich, dass nach kongruenten Durchgängen im Gegensatz zu den inkongruenten eine schnellere Antwortreaktion zu verzeichnen war. Die Befunde deuten darauf hin, dass der Bahnungsreiz, auch wenn er unter der Schwelle der bewussten Wahrnehmung gelegen hat, eine merkmalspezifische Antwort provoziert und eine Handlungsvorbereitung stattgefunden hat (Finkbeiner & Palermo, 2009; Klotz & Neumann, 1999). Also ist die Antwortreaktion nach einem kongruenten Reiz erleichtert und somit schneller, und nach einem inkongruenten Reiz verzögert. Des Weiteren zeigten die Ergebnisse einen verstärkten Kongruenzeffekt bei der unbewussten Verarbeitung von

Tieren und Gemüse, wenn der zuvor präsentierte örtliche Hinweisreiz die Aufmerksamkeit auf die Bahnungsposition gelenkt hatte. Wohingegen der Kongruenzeffekt von Gesichtern, bei der unbewussten Verarbeitung in dem maskierten Bahnungsmodell nicht von der räumlichen Aufmerksamkeit abhängig war, also unabhängig von der Position des örtlichen Hinweisreizes. Diese unterschiedlichen Verarbeitungsvorgänge deuten auf zwei individuelle Verarbeitungswege hin, - einer benötigt visuelle Aufmerksamkeit, der andere hingegen nicht. Finkbeiner und Palermo (2009) schließen aus ihren Ergebnissen, dass beide Prozesse der Objekt- und Gesichtswiedererkennung über eine kortikale visuelle Bahn verlaufen, die subjektiv durch visuelle Aufmerksamkeit zu steuern ist. Jedoch läuft die unbewusste Verarbeitung der Geschlechterdifferenzierung durch Gesichter über eine subkortikale Sehbahn, die außerhalb der visuellen Aufmerksamkeit liegt (Johnson, 2005; Vuilleumier et al., 2003). Mit dieser Vermutung stimmen Belege überein, dass die subkortikale Sehbahn für die Gesichtsverarbeitung zuständig ist. Die visuelle Information wird über die magnozelluläre Bahn, die niedrige räumliche Frequenzen (LSF) überliefert, (Johnson, 2005; Vuilleumier et al., 2003) bevorzugt für Aufgaben zur Geschlechterunterscheidung genutzt (Deruelle & Fagot, 2005).

Diese Überlegung aufgreifend führten Khalid, Finkbeiner, König und Ansorge (2013) eine Studie durch, in der sie die subkortikale Bahn durch das Mittelhirn in Verbindung mit der visuellen räumlichen Aufmerksamkeit untersucht haben. Dazu nutzten sie das maskierte Bahnungsmodell von Finkbeiner und Palermo (2009). Die Aufgabe der teilnehmenden Untersuchungspersonen bestand darin, maskiert präsentierte Gesichter hinsichtlich ihrer Geschlechterzugehörigkeit zu kategorisieren. Die Bahnungsbilder wurden in ihren räumlichen Frequenzen so manipuliert, dass entweder tief-pass gefilterte (LSF-Bilder) oder hoch-pass gefilterte (HSF-Bilder) Frequenzinformation zu sehen war, um entweder die M-Typ oder P-Typ Ganglienzellen anzusprechen, die dann die unterschiedlichen Frequenzinformationen (LSF/HSF) übertragen. Ein Hinweisreiz lenkte die räumliche Aufmerksamkeit entweder auf die Bahnungs- oder auf die Zielposition. Um nun die unbewusste Gesichtsverarbeitung in Bezug auf die Mittelhirnhypothese zu testen, wurden drei Eigenschaften im experimentellen Designs beachtet: zum einen wurden die Bahnungsgesichter in der visuellen Peripherie dargeboten, um den Beitrag der tiefen räumlichen Frequenzen der Gesichtsbilder im Gegensatz zu den hohen räumlichen Frequenzen zu steigern. Diesem

Vorgehen liegt der Umstand zugrunde, dass in der visuellen Peripherie eine erhebliche Anreicherung von Sehzellen zu finden ist, die Information ausschließlich an die M-Typ Ganglienzellen übergeben. Diese retinalen Ganglienzellen sind für die Wahrnehmung von peripheren Reizen zuständig und arbeiten wie ein visueller tief-pass Filter und sind nur für relativ grobe räumliche Details sensibel (Johnson, 2005; Khalid et al. 2013). Zweitens leiten diese Ganglienzellen die Informationen in die magnozellulären Nervenbahnen, die direkt zu den Superioren Colliculi im Mittelhirn projizieren. Daher sind die Mittelhirnübertragungen sensitiv auf den LSF-Gehalt der Bilder (Vuilleumier et al., 2003; Merillod et al., 2009; Khalid et al. 2013). Und drittens, hängt die Möglichkeit eines maskierten Kongruenzeffektes bei hoch-pass gefilterten Bahnungsgesichter, von der Aufmerksamkeitszuwendung durch den räumlichen Hinweisreiz, ab. Finkbeiner und Palermo (2009) fanden in ihrer Studie heraus, dass maskierte Bahnungskongruenz bei denjenigen Aufgaben, in denen der zu unterscheidende Wahrnehmungsgehalt durch hoch-pass gefilterte Frequenzen dargestellt wurde von räumlicher Aufmerksamkeit abhängig war (Tiere und Gegenstände als Linienzeichnungen dargestellt). Bei Aufgaben zur Geschlechterunterscheidung mit der Informationsübermittlung durch den gesamten Frequenzbereich fanden die Autoren keinen aufmerksamkeitsabhängigen maskierten Kongruenzeffekt. Dies könnte daran gelegen haben, dass der Effekt durch die beinhalteten niedrigen räumlichen Frequenzen verursacht wurde. Daher gingen Khalid und Kollegen (2013) von der Möglichkeit aus, dass Gesichter, die nur hoch-pass gefiltert dargestellt werden, nur dann einen Bahnungseffekt produzieren, wenn die Aufmerksamkeit auf sie gelenkt wird. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass die peripher präsentierten maskierten tief-pass gefilterten Bahnungsgesichter einen Kongruenzeffekt produziert haben, unabhängig davon, ob der Hinweisreiz die räumliche Aufmerksamkeit an die Bahnungs- oder an die Zielposition lenkte. Die Bilder mit hoch-pass gefiltertem Gehalt jedoch haben keinen Kongruenzeffekt hervorgerufen. Somit haben die Ergebnisse die unbewusste Verarbeitung der Gesichter in Bezug auf ihr jeweiliges Geschlecht durch tief-pass gefilterte nicht aber über hoch-pass gefilterte Bahnungsgesichter bestätigt und dass diese unbewusste Verarbeitung der Geschlechterzugehörigkeit mittels Gesichter unabhängig von der gerichteten Aufmerksamkeit von statthaft gewesen (Khalid et al., 2013). Diese Ergebnisse spiegeln die Sicht einer alten phylogenetischen Funktion der subkortikalen Nervenbahn in

Wahrnehmungsprozessen wieder, um evolutionäre Herausforderungen zu meistern. Forscher haben wiederholt postuliert, dass schnelle Wahrnehmung in einer aufmerksamkeitsunabhängigen Weise entlang einer Mittelhirnbahn verlaufen könnte und die Lösung von evolutionären Wahrnehmungsherausforderungen, wie das effektive Erkennen von Emotionen bei anderen Personen, Erkennen von Gefahren in wieder auftretenden Situationen durch z. B. Schlangen oder Spinnen, sei (LeDoux, 1996; Morris et al., 1999; Johnson, 2005; Palermo & Rhodes, 2007).

Diese berichteten Erkenntnisse nutzend, ist das Ziel der vorliegenden Arbeit die unbewusste Verarbeitung gemäß der Mittelhirnhypothese in Erweiterung der Emotion Angst zu untersuchen. Die Reizbilder stellten ängstliche und neutrale Gesichtsausdrücke dar. Genauer bestand die Vorgehensweise darin, unterschiedliche Bahnungseffekte bei maskierten Bildern von ängstlichen Gesichtsausdrücken, die entweder hoch-pass (HSF) oder tief-pass (LSF) gefiltert waren, zu produzieren. Die UntersuchungsteilnehmerInnen sollten die sichtbaren Zielgesichter als entweder neutral oder ängstlich kategorisieren. Vor den Zielgesichtern wurden Bahnungsgesichter, die entweder ungefilterte, hoch- oder tief-pass gefilterte neutrale oder ängstliche Gesichter darstellen präsentiert. Die hoch- oder tief-pass gefilterten Bahnungsreize wurden unter den UntersuchungsteilnehmerInnen geblockt dargeboten. Alle Bahnungsbilder wurden maskiert und leicht nach oben in die visuelle Peripherie versetzt gezeigt. Die Zielbilder wurden an einer fixen Position unterhalb der Position der Bahnungsbilder präsentiert (vgl. Finkbeiner & Palermo, 2009; Khalid et al., 2013). Ein schwarzer Punkt als örtlicher Hinweisreiz sollte die Aufmerksamkeit entweder an die darauffolgende Bahnungsbildposition oder Zielbildposition lenken.

Wenn sich die Mittelhirnhypothese im Zusammenhang mit der Signalkraft der Emotion Angst bestätigt, wird erwartet, dass ungefilterte und tief-pass gefilterte ängstliche Bahnungsgesichter einen Kongruenzeffekt hervorrufen, *unabhängig* von der Position des örtlichen Hinweisreizes. Hingegen hoch-pass gefilterte ängstliche Bahnungsgesichter sollten nur einen Kongruenzeffekt hervorrufen, wenn der örtliche Hinweisreiz an der Bahnungsposition und nicht wenn der Hinweisreiz an der Zielposition dargeboten wurde.

Diplomstudie

Untersuchungspersonen

Insgesamt wurden 52 Personen (29 weiblich) mit einem Durchschnittsalter von $M_{ALTER} = 24,6$ Jahren, welche zum Teil aus dem privaten Umfeld stammten oder anhand des Versuchs-Personen-Management System des Instituts für Allgemeine Psychologie rekrutiert wurden, getestet. Letztere erhielten für ihre Teilnahme einen Bonus für bestimmte Prüfungen im Bereich der Allgemeinen Psychologie. Bevor die Testung startete, wurde von allen Testpersonen eine Einverständniserklärung eingeholt und sie wurden entsprechend den APA Standards und den Regeln der Deklaration von Helsinki getestet. Alle TeilnehmerInnen hatten eine normale Sehleistung oder eine mittels Sehhilfe korrigierte Sehschärfe, um die volle Sehfähigkeit zu erreichen.

Instrumente

Es wurde das deutschsprachige „State-Trait Angst Inventar“ (STAI; Laux, Glanzmann, Schaffner, & Spielberger, 1981) zur Erfassung der aktuellen und habituellen Angst der Testperson vorgegeben. Die Zusammenstellung des Persönlichkeitsfragebogens erlaubt Angst als überdauerndes Persönlichkeitsmerkmal und Angst als Eigenschaft unabhängig voneinander zu erfassen und Beziehungen zwischen ihnen herzustellen.

Die visuellen Reize (Bilder von Gesichtern) wurden auf einem 17-Zoll, Computerbildschirm präsentiert. Die Bildwiederholungsfrequenz betrug 59,1 Hz mit einem NVIDIA GeForce GT 220 (1024 MB) Graphikadapter. Die Reizbilder hatten eine Dimension von 75w × 216h Pixel und eine Größe von 17.0KB. Des Weiteren, wurde Matlab (Math Works Inc., Natick, MA; <http://www.mathworks.com>) mit Psychophysics toolbox – 3 (<http://psychtoolbox.org>) verwendet. Die TeilnehmerInnen saßen 57cm vom Bildschirm entfernt und hatten ihren Kopf auf einer Kinnstütze positioniert. Diese garantierte, dass jede Person die gleiche Entfernung und die gleiche Blickrichtung zum Bildschirm hatte. Die Testung fand in einem ruhigen Raum mit abgedunkelten Fenstern und mit indirekter Beleuchtung statt, um Beeinträchtigungen auf der Bildschirmoberfläche zu vermeiden. Die Reaktionszeit wurde anhand einer typischen Standardcomputertastatur registriert, die unmittelbar vor der Testperson platziert war. Um Antworten auf die Zielreize abzugeben, drückten die UntersuchungsteilnehmerInnen mit

ihren Zeigefingern entweder die Tasten „C“ oder „M“, welche entsprechend für rechts und links standen. Die Buchstabenbezeichnungen wurden durch Aufkleber verdeckt, da diese nicht relevant waren. Nach dem Lesen der Instruktionen drückten die UntersuchungsteilnehmerInnen mit einem ihrer Daumen die Leertaste, sowohl um das Experiment zu starten, als auch um nach jeder Pause fortzufahren.

Reizmaterial

Für die Testung wurden Masken und ein schwarzer Punkt auf einem weißen Hintergrund, der aus früheren Experimenten (Finkbeiner & Palermo, 2009; Khalid et al., 2013) stammte, verwendet. In weiterer Folge wird dieser als Hinweisreiz bezeichnet (siehe Abbildung 4a). Die Vorwärtsmaske zeigte ein Schachbrettmuster und die Rückwärtsmaske bestand aus einer Mosaikkomposition von allen Gesichtsbildern (siehe Abbildung 4b/c). Die Ziel- und Bahnungsgesichter hatten je nach Durchgang sowohl einen neutralen oder einen ängstlichen Gesichtsausdruck (siehe Abbildung 5) und wurden von der Karolinska Directed Emotional Faces (KDEF) Datenbank (Lundqvist, Flykt, & Öhman, 1998) verwendet und mittels „high-pass-Filter“ (HSF) und „low-pass-Filter“ (LSF) in derselben Weise wie bei Finkbeiner und Palermo (2009) verändert. Um wirklich nur die Gesichter zu sehen, wurde ein ovaler Bildausschnitt (siehe Abbildung 4d) gewählt, sodass Kopfhaar und Ohren nicht von den Gesichtsausdrücken ablenken konnten.

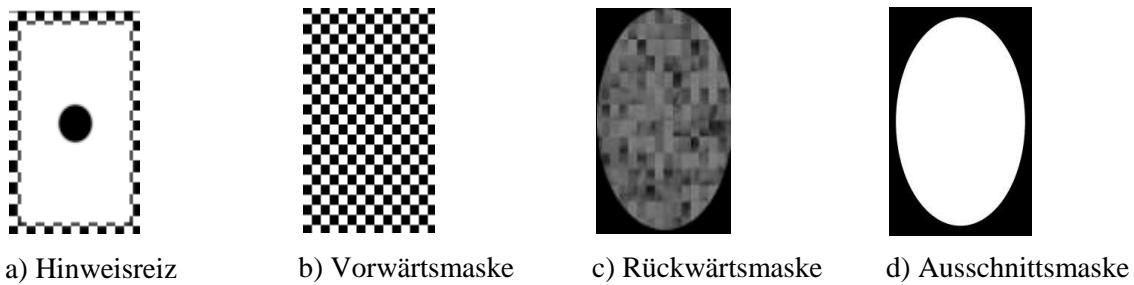


Abbildung 4. Darstellung der in der Studie verwendeten Vor- und Rückwärtsmasken (b und c) und der Hinweisreiz (a). Die Ausschnittsmaske (d) wurde jeweils immer über die Gesichter gelegt, sodass Kopfhaar und Ohren der Gesichter nicht mehr zu sehen waren (Khalid et al., 2013).

Jedes Bild wies einen Blickwinkel von $3,0^\circ$ vertikal und $2,5^\circ$ horizontal auf. Alle Gesichtsbilder wurden in ihrer Helligkeit, ihrem Kontrast (durchschnittlich quadratisch gemittelter Kontrast = 8,39; SD = 0,05) und ihrer spektralen Leistung (durchschnittliche Amplitude = 6,63; SD = 0,48) aufeinander abgeglichen.

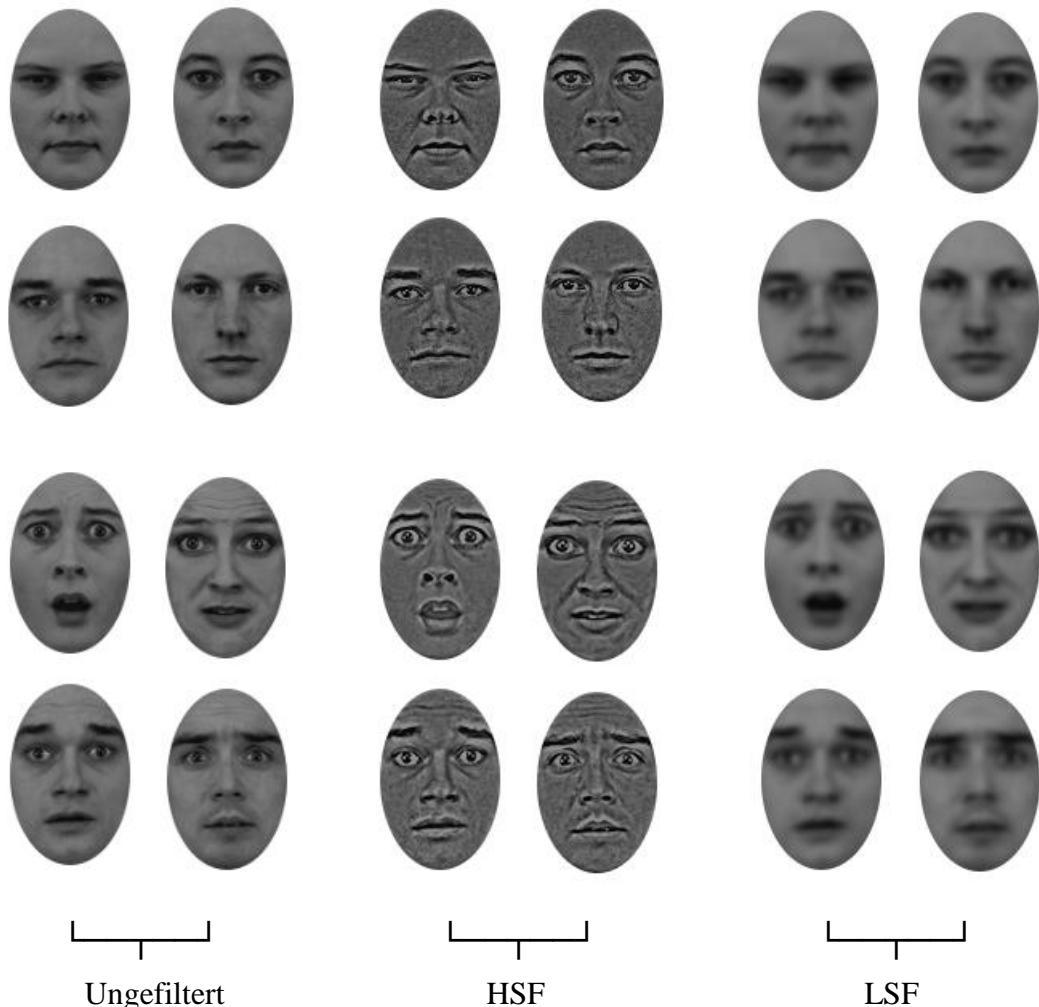


Abbildung 5: In den oberen zwei Reihen: Set von weiblichen und männlichen neutralen Gesichtsausdrücken (von links nach rechts: ungefiltert, HSF, LSF), in den unteren zwei Reihen: Set von weiblichen und männlichen ängstlichen Gesichtsausdrücken (von links nach rechts: ungefiltert, HSF, LSF). Die Reize sind nicht maßstabsgetreu abgebildet.

Prozedere

Vor der Computertestung wurden die UntersuchungsteilnehmerInnen gebeten, das State-Trait-Angstinventar (STAI; Laux, et al., 1981) auszufüllen. Dieser Fragebogen hatte den Zweck die mittlere Ängstlichkeit der Untersuchungspersonen zu erfassen, um auszuschließen, dass mögliche unterschwellig erzielte emotionale Bahnungseffekte nicht aufgrund einer erhöhten mittleren Ängstlichkeit zustande gekommen sind (vgl. Etkin et al., 2004).

Die Reizbilder wurden auf einem schwarzen Hintergrund (Helligkeit < 0,1 cd/m²) dargeboten. In jedem Durchgang gab es zwei Positionen, an denen die Bilder präsentiert wurden, eines direkt über der Bildschirmmitte, das andere darunter (siehe Abbildung 6). Das Zielbild wurde immer in der unteren Position präsentiert, das Bahnungsbild wurde immer an der oberen Position gezeigt (vgl. Finkbeiner & Palermo, 2009; Khalid et al., 2013).

Nach dem Lesen der Instruktionen für die jeweilige Aufgabenstellung waren die Testpersonen angehalten, die Leertaste zu drücken, um das Experiment zu beginnen. Die Untersuchungspersonen wurden davon unterrichtet so schnell und korrekt wie möglich eine Antwort durch Drücken einer der markierten Tasten (C; M) abzugeben. Jeder Durchgang hat mit der Schachbrettmaske für 500ms begonnen. Anschließend folgte ein schwarzer Punkt (Hinweisreiz) unvorhersehbar entweder an der oberen (Bahnungsbild-) oder unteren (Zielbild-) Position zusammen mit einer Schachbrettmaske an der freien Position für 50ms. Der Hinweisreiz diente dazu, die Aufmerksamkeit entweder auf die Bahnungsbildposition (Bahnungshinweisreiz) oder auf die Zielbildposition (Zielhinweisreiz) zu lenken (vgl. Posner, 1980). Danach wurde wieder eine Schachbrettmaske für 50ms an beiden Positionen gezeigt, gefolgt von einem Bahnungsgesicht an der oberen Position zusammen mit einer Schachbrettmaske an der Zielbildposition für 50ms. Und zum Abschluss des Durchgangs wurde das Zielgesichtsbild an der unteren Position zusammen mit einer Rückwärtsmaske an der oberen Position für 300ms gezeigt. Alle Gesichtsbilder wurden sowohl als Bahnungs- als auch als Zielbilder verwendet, jedoch innerhalb eines Durchgangs wurde nicht dasselbe Gesichtsbild als Bahnungs- und als Zielbild präsentiert, um eine Wiederholungsbahnung zu verhindern (Forster & Davis, 1984; Norris & Kinoshita, 2008).

Bei allen Durchgängen variierten die Bahnungs- und Zielgesichtsausdrücke orthographisch um kongruente und inkongruente Bedingungen zu schaffen. In der

kongruenten Bedingung (siehe Abbildung 6), waren die Bahnungsemotion und die Zielemotion ident, d.h., wenn ein ängstlicher Gesichtsausdruck an der Bahnungsposition präsentiert wurde, wurde an der Zielposition auch ein ängstlicher Gesichtsausdruck gezeigt. Dasselbe galt auch für den neutralen Gesichtsausdruck. In der inkongruenten Bedingung (siehe Abbildung 7), war der Bahnungsgesichtsausdruck unterschiedlich zum Zielgesichtsausdruck. Entweder wurde ein neutraler Gesichtsausdruck an der Bahnungsposition und ein ängstlicher Gesichtsausdruck an der Zielposition, oder ein ängstlicher gefolgt von einem neutralen Gesichtsausdruck gezeigt.

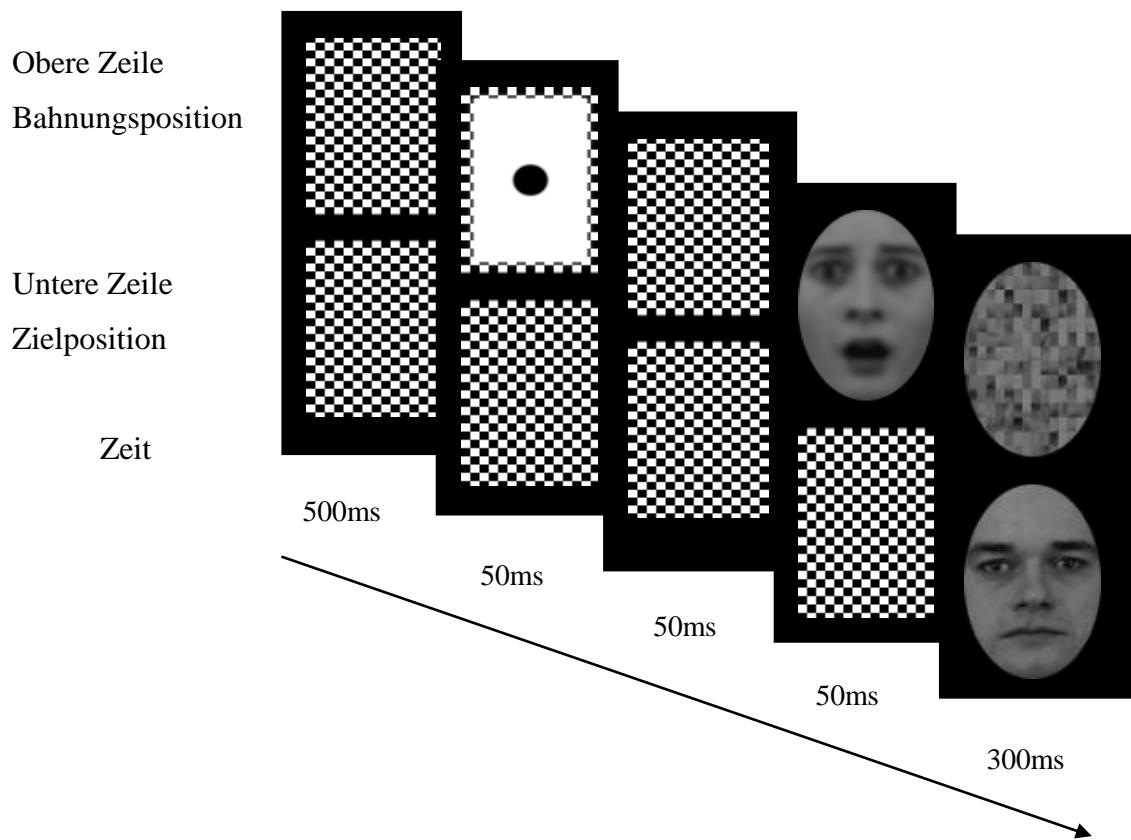


Abbildung 6: Darstellung eines inkongruenten Durchgangs mit Hinweisreiz auf der Bahnungsposition, ängstlichen LSF Bahnungsbild und neutralen Zielbild.

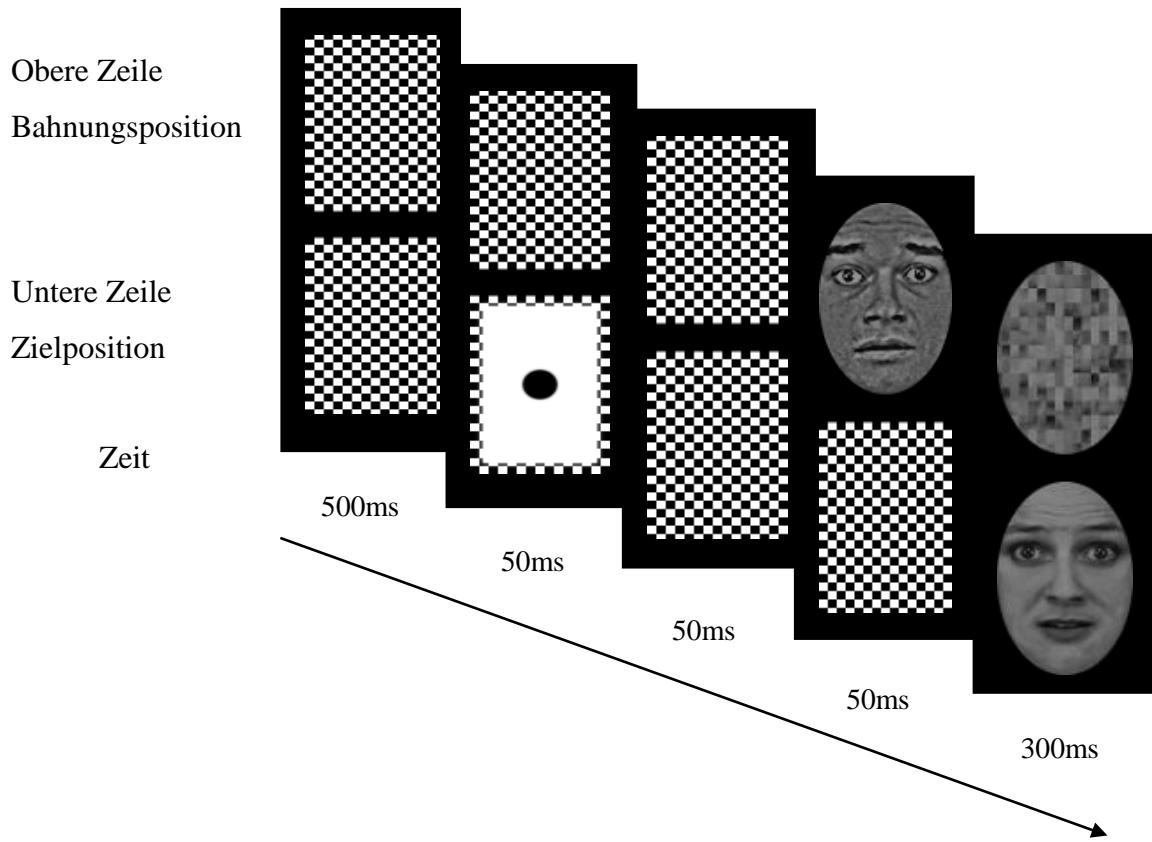


Abbildung 7: Darstellung eines kongruenten Durchgangs mit Hinweisreiz auf der Zielposition, ängstlichen HSF Bahnungsbild und ängstlichen Zielbild.

In der *Zielbilddiskriminationsaufgabe*, sollten die Untersuchungspersonen durch drücken der markierten Tasten (C; M), den gezeigten Zielgesichtsausdruck als entweder neutral oder ängstlich kategorisieren (innerhalb der Untersuchungspersonen ausgeglichen). Jeder Zieldiskriminationsblock bestand aus 32 Wiederholungen der folgenden Kombinationen: des ortsbezogenen Hinweisreizes (schwarzer Punkt), entweder an der Bahnungsposition oder der Zielposition, der Zielgesichtsemotion (ängstlich vs. neutral), der Art des Bahnungsgesichts (ungefiltertes, HSF, LSF Gesicht) und des Kongruenzlevels (kongruent vs. inkongruent) zwischen dem Bahnungs- und Zielgesicht. Dies führte zu insgesamt 256 Durchgängen. Zusätzlich wurden zu Beginn des Experiments 32 Übungsdurchgänge von jedem Block vorgegeben. Insgesamt gab es drei unterschiedliche Blöcke mit jeweiliger Instruktion der Aufgabenstellung. Die unterschiedliche Filterung wurde in zwei Gruppen vorgegeben. Eine Hälfte der UntersuchungsteilnehmerInnen bekam die tief-pass gefilterten (LSF) Bahnungsgesichter und die andere Hälfte die hoch-pass gefilterten (HSF) Bahnungsgesichter zu sehen. Die

Untersuchungspersonen waren angehalten so korrekt und so schnell wie möglich eine Antwort abzugeben. Im Falle einer nicht korrekten Kategorisierung wurde dies den TeilnehmerInnen rückgemeldet indem „Falsche Taste!“ am Bildschirm erschien oder bei einer Reaktionszeit über 850ms „Schneller reagieren“. In den gefilterten Bahnungsblöcken wurden auch 10% sogenannte Füller durchgänge, die jedoch nicht in der Datenanalyse berücksichtigt wurden, entweder tief-pass gefilterte oder hoch-pass gefilterte Gesichter als Zielgesichter inkludiert. Hier wurden dann die gefilterten Gesichter, die normalerweise auf der Bahnungsposition dargeboten wurden klar sichtbar ohne Masken auf der Zielposition präsentiert. Dieses Vorgehen wurde gewählt damit die UntersuchungsteilnehmerInnen nicht einfach nur nach den tief-pass Anteilen in den ungefilterten Zielgesichtern suchten, sondern auch nach den hoch-pass Anteilen (vgl. Khalid et al., 2013).

Als nächstes absolvierten die Untersuchungspersonen zwei *Bahnungsgesichtsdiskriminationsblöcke*, zu je 128 Durchgängen, in denen ungefilterte Bahnungsbilder und gefilterte Bahnungsbilder vorgegeben wurden. Die Aufgabenstellung verlangte die maskierten Bahnungsgesichter als entweder ängstlich oder neutral zu kategorisieren. Das Prozedere war gleich zur Zielbilddiskriminationsaufgabe, allerdings sollten die UntersuchungsteilnehmerInnen nach der Kategorisierung des sichtbaren Zielgesichtes auch die maskierten Bahnungsgesichter bestimmen. Das zugeordnete Antwortschema war für die Diskrimination der Bahnungsgesichter dasselbe wie für die Unterscheidung der Zielgesichter (vgl. Finkbeiner & Palermo, 2009; Khalid et al., 2013).

In jedem Block mit den verschiedenen Aufgabenstellungen wurden die Durchgänge pseudorandomisiert vorgegeben, mit der Auflage, dass sich keine Gesichtsabfolge sofort nach einem abgeschlossenen Durchgang wiederholt und dass nicht öfters als vier Mal das gleiche Antwortverhalten verlangt wird. Die Untersuchung startete mit der Zielgesichtsklassifizierung gefolgt von der Diskrimination der Bahnungsgesichter.

Der *letzte Block* bestanden aus ungefilterten und gefilterten Gesichtern, die jeweils 40 Durchgänge mit unmaskierten Bahnungsgesichtern für eine Präsentationsdauer von 50ms umfasst haben. Hier wurden nur auf der oberen Position, der Bahnungsposition

Gesichter präsentiert und die verschiedenen Masken (Vorwärts- und Rückwärtsmasken) und das Zielgesicht durch schwarze Flächen ersetzt. Auch hier sollten die Untersuchungspersonen den unterschiedlichen emotionalen Gehalt der unmaskierten Bahnungsgesichter einordnen. Dieser letzte Block diente als Kontrolle, dass die hoch-pass gefilterten und die tief-pass gefilterten Bahnungsgesichter genug Informationsgehalt liefern, um unter der bewussten Bedingung eine richtige emotionale Zuordnung zu gewährleisten.

Das Experiment wurde in einer einmaligen Sitzung durchgeführt und dauerte ca. 50 Minuten, wobei es 8 kurze Pausen, zwei in der Mitte und eine nach jedem Zieldiskriminationsblock plus eine nach jedem Bahnungsdiskriminationsblock gab.

Ergebnisse und Interpretationen

Während des gesamten Experiments wurden die Reaktionszeiten und Fehlerraten der UntersuchungsteilnehmerInnen registriert, um anhand derer die Analysen durchzuführen. Die Daten von fünf UntersuchungsteilnehmerInnen wurden aufgrund zu hoher Fehlerraten ($> 50\%$) in den Zieldiskriminationsaufgaben ausgeschlossen. Die Datenanalyse wurde anhand der übriggebliebenen 47 UntersuchungsteilnehmerInnen wie folgt vorgenommen. Der Mauchlys Sphärizitätstest wurde angewandt, um die Annahme der Homogenität der Varianzen zu prüfen. Falls diese nicht erfüllt wurde, wurden die Freiheitsgrade mithilfe von Greenhaus-Geisser $\hat{\epsilon}$ angepasst, damit ein korrigierter F -Wert erhalten wurde. Die Erfüllung dieses Kriteriums ist essentiell, da die Sphärizität eine wichtige Voraussetzung für die Anwendung einer Varianzanalyse bei „within designs“ darstellt. Die Normalverteilung der Mittelwerte wurde mit dem Kolmogorov-Smirnow-Test überprüft (kurz K-S-Test).

Bahnungsbildsichtbarkeit

Die Bahnungsbildsichtbarkeit wurde in der Bahnungsdiskriminationsaufgabe mittels des Sensitivitätsmaßes der Reizsichtbarkeit d' , welches auf der Grundlage der Signalentdeckungstheorie (engl.: „signal detection theory“ kurz SDT) von Green und Swets (1966) basiert, bemessen. Die d' Werte wurden durch Differenzierung der Daten in *Treffer* (richtig erkannte „Signale“) und *falscher-Alarm* (falsch erkannte Gesichter)

berechnet. Die *Treffer-Rate* ergab sich durch die Anzahl der Durchgänge, bei denen auf ängstliche Bahnungsgesichter auch korrekt mit „Angst“ geantwortet wurde, dividiert durch die Anzahl der Durchgänge, bei denen ein ängstlicher Gesichtsausdruck dargeboten wurde. Die *Rate der falschen Alarme* resultierte durch die Anzahl der Durchgänge, bei denen auf ängstliche Bahnungsgesichter mit „Neutral“ geantwortet wurde, dividiert durch die Anzahl der Durchgänge, bei denen ein ängstlicher Gesichtsausdruck präsentiert wurde. Durch die Subtraktion des transformierten z -Werts der *falschen Alarm-Rate* von den transformierten z -Werten der *Treffer-Rate* resultierte der Wert für d' . Im Falle einer Leistung im Zufallsbereich unterscheidet sich dieser Index nicht von Null. Ein *t*-Test gegen Null ergab, dass die UntersuchungsteilnehmerInnen sich der Emotion der maskierten Bahnungsgesichter nicht bewusst waren.

Die Ergebnisse zeigten an, dass der durchschnittliche d' Wert sich weder bei den maskierten ungefilterten Zielhinweisbedingungen ($M = 0,05; SD = 0,48$), $t(46) = 0,72, p = 0,47$, noch in den maskierten ungefilterten Bahnungshinweisbedingungen signifikant von Null unterschieden hat ($M = 0,07; SD = 0,37$), $t(46) = 1,27, p = 0,21$. Ebenfalls wurden die durchschnittlichen d' Werte in den maskierten gefilterten Zielhinweisbedingungen ($M = 0,11; SD = 0,54$), $t(46) = 1,40, p = 0,16$, und auch in den maskierten gefilterten Bahnungshinweisbedingungen nicht signifikant und unterschieden sich nicht von Null ($M = -0,01; SD = 0,47$), $t(46) = -0,21, p = 0,83$. Diese Ergebnisse zeigten, dass die UntersuchungsteilnehmerInnen die maskierten Bahnungsreize nicht bewusst wahrgenommen haben und daher alle Effekte durch diese unterschwellig erzielt wurden.

Unmaskierte Bahnungsdiskrimination

Die Untersuchungspersonen waren im Stande die Emotion der Bahnungsgesichter in beiden Bedingungen unmaskiert ungefiltert ($M = 89,1, SD = 1,6$), $t(46) = 24,79, p < 0,001$, und unmaskiert gefiltert ($M = 85; SE = 1,9$), $t(46) = 18,62, p < 0,001$ zu unterscheiden.

State-Trait Angst Inventar

Alle UntersuchungsteilnehmerInnen erzielten laut Manual Werte im normalen Durchschnittsbereich des aktuellen ($M = 33,9$; $SD = 6,8$) und des habituellen ($M = 38,6$; $SD = 7,8$) Angstlevels.

Reaktionszeit (RZ):

Zieldiskriminationsaufgabe. Für die Analyse wurden nur richtige Zielantworten verwendet. Es wurde der Mittelwert für die RZ von jeder Untersuchungsperson in jeder Bedingung berechnet und jene Durchgänge, die um 2,5 Standardabweichungen der individuellen Mittelwerte schneller oder langsamer waren, wurden verworfen, dies betraf 1,7% der Daten. Für das weitere Verständnis der unterschiedlichen Effekte bezüglich der Geschwindigkeit der erbrachten Antworten, wurden die RZ in drei Bereiche (Terzile) von langsam bis schnellen Antworten sortiert. Die Terzile wurden so gewählt, dass jedes Terzil in jeder Bedingung mindestens zehn Durchgängen beinhaltete.

Für die statistische Auswertung wurde eine omnibus Varianzanalyse (engl. „analysis of variance“, kurz ANOVA) mit Messwiederholungen durchgeführt, um die Mittelwerte miteinander vergleichen zu können. Es wurde ein „within-participant“ Design angewandt mit den Variablen: *Terzil* (1, 2 vs. 3), *Zielgesichtsemotion* (neutral vs. ängstlich), *Hinweisreiztyp* (Hinweisreiz an Zielposition - Zielhinweis vs. Hinweisreiz an Bahnungsposition - Bahnungshinweis), *Bahnungsfilterung* (ungefiltert vs. gefilterte Bahnungsbilder) und *Bahnungs-Ziel-Kongruenz* (kongruent vs. inkongruent). Eine „between-participant“ Variable *Filterungstyp* (hoch-pass vs. tief-pass gefiltert) wurde ebenfalls inkludiert. Für die ganze Studie wurde eine Bonferroni Korrektur durchgeführt, um die Alphafehler Kumulierung bei multiplen Paarvergleichen zu vermeiden. In der gesamten statistischen Auswertung wurde ein α -Niveau (Irrtumswahrscheinlichkeit) von $\alpha = 0,05$ verwendet.

Es wurde ein signifikanter Haupteffekt der Variable *Bahnungsfilterung* $F(1,45) = 8,02$, $p < 0,01$, partielles $\eta^2 = 0,15$ erzielt. Die Mittelwerte zeigten, dass die UntersuchungsteilnehmerInnen unter der Bedingung der ungefilterten Bahnungsgesichter schneller geantwortet haben ($M = 542\text{ms}$; $SD = 7$) im Vergleich zu den gefilterten Bahnungsgesichter ($M = 556\text{ms}$; $SD = 8$). Das deutet auf eine generelle Erleichterung bei ungefilterten Bahnungsgesichter hin, die den gesamten Informationsgehalt der hoch- und

tief-pass gefilterten Frequenzen beinhalten im Vergleich zu den gefilterten Bahnungsgesichter, die nur eine spezielle Frequenz zeigen.

Es wurde ebenfalls ein signifikanter Haupteffekt bezüglich des *Hinweisreiztyps* $F(1,45) = 16,35, p < 0,001$, partielles $\eta^2 = 0,27$ verzeichnet. Dies zeigt, dass die UntersuchungsteilnehmerInnen in der Zielhinweisbedingung (ortsbezogene Hinweisreiz auf der Zielposition) schneller geantwortet haben ($M = 546\text{ms}; SD = 7$) im Vergleich zu der Bahnungshinweisbedingung (ortsbezogene Hinweisreiz an der Bahnungsposition), bei welchen eine langsamere Antwortreaktion erfolgte ($M = 552\text{ms}; SD = 8$). Diese Ergebnisse stimmen mit früheren Befunden überein und zeigen eine generelle Erleichterung durch den ortsbezogenen Hinweisreiz (Finkbeiner & Palermo, 2009; Khalid et al., 2013).

Der Haupteffekt der Variable *Terzil* war ebenfalls deutlich signifikant $F(2,90) = 755,63, p < 0,001$, partielles $\eta^2 = 0,94$.

Eine signifikante zweifach Interaktion der Faktoren *Terzil* x *Zielgesichtsvalenz* $F(2,90) = 6,00, p < 0,01$, partielles $\eta^2 = 0,12$ veranschaulichte, dass die UntersuchungsteilnehmerInnen im 1. Terzil unter der Bedingung der ängstlichen Zielgesichter schneller geantwortet haben ($M = 463\text{ms}; SD = 7$) im Vergleich zu den neutralen Zielgesichtsbedingung ($M = 470\text{ms}; SD = 6$), allerdings gab es keine Unterschiede der Reaktionszeiten im 2. Terzil ($M = 535\text{ms}; SD = 8$ vs. $M = 537\text{ms}; SD = 7$) und im 3. Terzil ($M = 645\text{ms}; SD = 11$ vs. $M = 643\text{ms}; SD = 10$). Diese Ergebnisse dokumentieren, dass ängstliche Zielgesichter leichter erkannt werden als die Neutralen (siehe Abbildung 8).

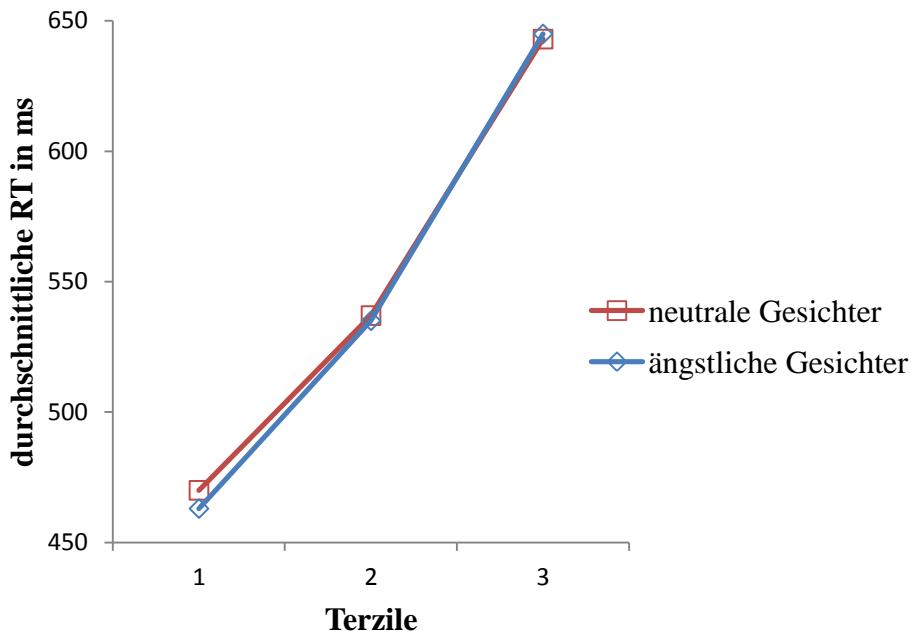


Abbildung 8: Darstellung der mittleren Reaktionszeiten (RZ) in Millisekunden bei ängstlichen (blau) vs. neutralen (rot) Zielgesichtern in den verschiedenen *Terzilen* (1, 2 vs. 3).

Es wurde ebenfalls eine signifikante zweifach Interaktion der Variablen *Bahnungsfilterung* \times *Zielgesichtsemotion* gefunden, $F(1,45) = 13,33, p < 0,01$, partiellels $\eta^2 = 0,23$. Dieses Ergebnis zeigte eine Erleichterung der Antwortabgabe unter der Bedingung mit ungefilterten Bahnungsgesichtern und ängstlichen Zielgesichtern ($M = 538\text{ms}; SD = 8$) im Vergleich zu ungefilterten Bahnungsgesichtern und neutralen Zielgesichtern ($M = 546\text{ms}; SD = 7$), jedoch zeigte sich diese Erleichterung unter der Bedingung der gefilterten Bahnungsgesichter nicht (ängstlich: $M = 558\text{ms}; SD = 9$ vs. neutral: $M = 554\text{ms}; SD = 8$).

Eine weitere signifikante zweifach Interaktion der Variablen *Zielgesichtsemotion* \times *Hinweisreiztyp* $F(1,45) = 4,23, p < 0,05$, partiellels $\eta^2 = 0,09$ wurde verzeichnet. Dieses Ergebnis offenbarte eine Antworterleichterung durch den ortsbezogenen Hinweisreiz unter der Bedingung der neutralen Zielgesichter (Zielhinweis $M = 545\text{ms}; SD = 7$ vs. Bahnungshinweis $M = 555\text{ms}; SD = 8$) im Vergleich zu der Bedingung mit ängstlichen Zielgesichtern (Zielhinweis $M = 546\text{ms}; SD = 8$ vs. Bahnungshinweis $M = 550\text{ms}; SD = 9$). Dieser Effekt kann auf die Tatsache zurückgeführt werden, dass die Verarbeitung neutraler Gesichter von der Aufmerksamkeitszuwendung abhängig ist, wohingegen

ängstliche Gesichter in beiden Hinweisbedingungen gleich schnell aufmerksamkeitsunabhängig verarbeitet werden.

Des Weiteren wurde eine signifikante dreifach Interaktion der Variablen *Terzil* x *Bahnungsfilterung* x *Hinweisreiztyps* $F(2,90) = 5,31, p < 0,02$, partielles $\eta^2 = 0,11$ gefunden (siehe Abbildung 9 und 10). Die Mittelwerte sind in Tabelle 1 aufgelistet. Der Effekt des Hinweisreiztyps war in allen Vergleichen signifikant, bis auf das 3. Terzil unter der Bedingung mit gefilterten Bahnungsbildern. Die Mittelwerte zeigten eine generelle Antwort erleichterung durch den Hinweisreiz an, sowohl bei den langsameren RZ unter der Bedingung der ungefilterten Bahnungsgesichter als auch bei den schnelleren RZ unter der Bedingung der gefilterten Bahnungsgesichter. Das heißt, der Vorteil bestand darin, dass durch den Hinweisreiz auf das Zielbild schneller reagiert werden konnte, als bei dem Hinweisreiz auf das Bahnungsbild.

Es wurde weder ein signifikanter Haupteffekt bezüglich der Variable *Bahnungs-Ziel-Kongruenz* noch eine Interaktion mit einer anderen Variable entdeckt.

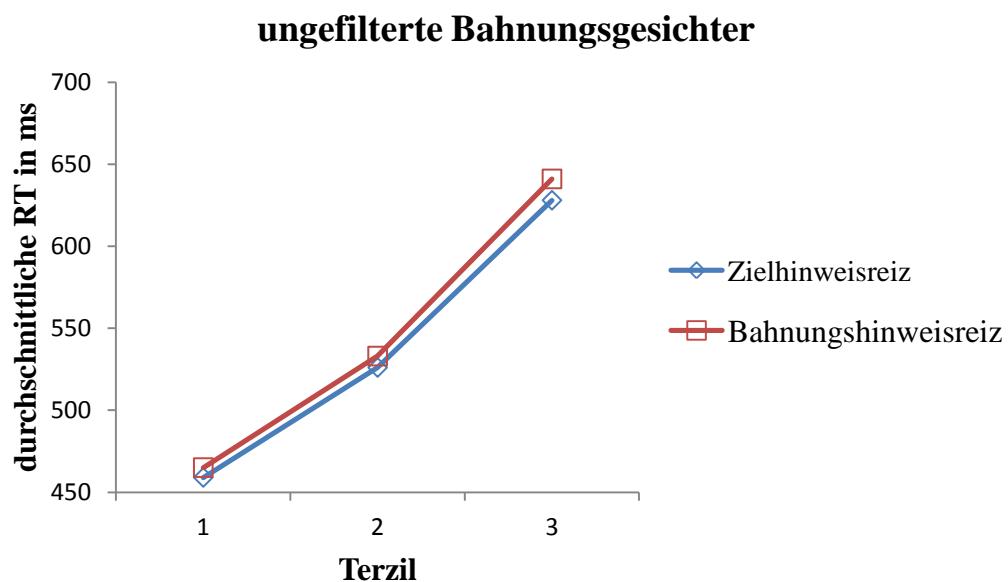


Abbildung 9: Darstellung der Reaktionszeiten (RZ) als Funktion der Variable Hinweisreiztyp (Zielhinweisreiz = blaue Linie vs. Bahnungshinweisreiz = rote Linie) in den verschiedenen Terzilen (1, 2, vs. 3), in der ungefilterten Bahnungsbedingung.

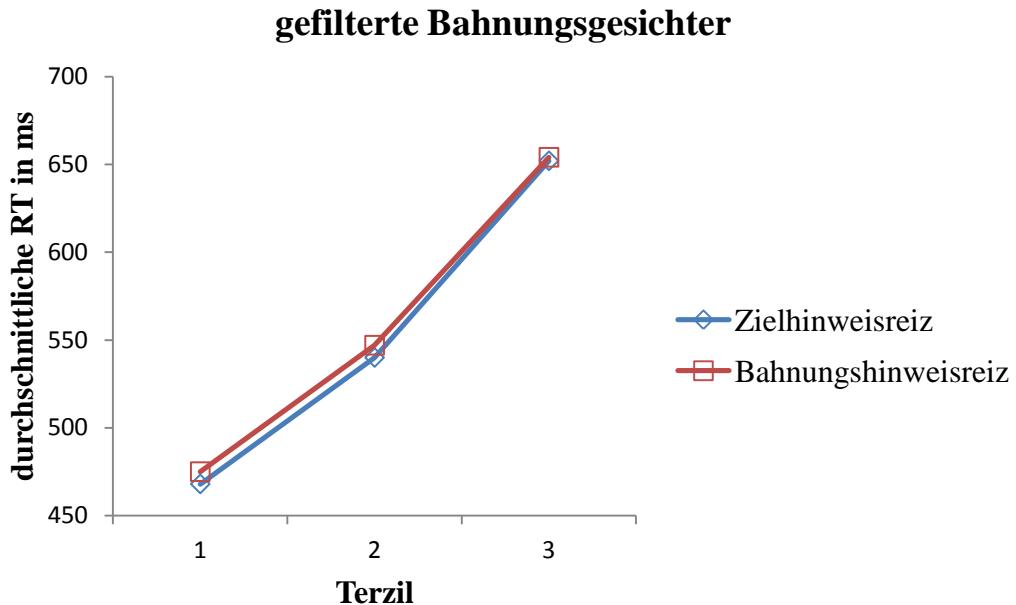


Abbildung 10: Darstellung der Reaktionszeiten (RZ) als Funktion der Variable Hinweisreiztyp (Zielhinweisreiz = blaue Linie vs. Bahnungshinweisreiz = rote Linie) in den verschiedenen Tercilen (1, 2, vs. 3), in der gefilterten Bahnungsbedingung. Man kann sehen, dass der Effekt des Hinweisreiztyps in allen Tercilen bei der ungefilterten Bahnungsbedingung nahezu gleich ist. In der gefilterten Bahnungsbedingung gibt es jedoch nur im 1. und 2. Tercil einen Effekt des Hinweisreiztyps nicht aber im 3. Tercil.

Es wurden keine weiteren signifikanten Effekte oder Interaktionen gefunden, alle $F_s < 1,00$.

Tabelle 1

Übersicht der signifikanten Ergebnisse betreffend die Reaktionszeiten unter den verschiedenen Variablenkombinationen.

Variable	Bedingung	MW	RZ	Signifikanz-
		(SF)/ms	Diff./ms	niveau
Bahnungsfilterung	ugf	542 (7)		p< 0,01
	gf	556 (8)	14	
Hinweisreiz	ZP	546 (7)		p< 0,001
	BP	552 (8)	6	
Terzil x Zielgesichtsemotion	1. T. Angst	463 (7)		p< 0,01
	1. T. Neutral	470 (6)	7	
Bahnungsfilterung x Zielgesichtsemotion	ugf Angst	538 (8)		p< 0,01
	ugf Neutral	546 (7)	8	
Hinweisreiz x Zielgesichtsemotion	ZP Neutral	545 (7)		p< 0,05
	BP Neutral	555 (8)	10	
	ZP Angst	546 (8)		
	BP Angst	550 (9)	4	
Terzil x Hinweisreiz x Bahnungsfilterung	1. T. ZP ugf	459 (6)		p< 0,003
	1. T. BP ugf	465 (6)	7	
	1. T. ZP gf	468 (7)		p< 0,005
	1. T. BP gf	475 (7)	7	
	2. T. ZP ugf	526 (7)		p< 0,003
	2. T. BP ugf	533 (7)	7	
	2. T. ZP gf	540 (8)		p< 0,001
	2. T. BP gf	547 (8)	7	
	3. T ZP ugf	628 (10)		p< 0,009
	3. T. BP ugf	641 (11)	13	

Bemerkung. MW /ms = Mittelwerte in Millisekunden; SF = Standardfehler; RZ Diff/ms = Reaktionszeitdifferenz in ms; ugf = ungefiltert; gf = gefiltert; ZP = Hinweisreiz an der Zielposition; BP = Hinweisreiz an der Bahnungsposition; T = Terzil;

Fehlerrate

Dieselbe omnibus ANOVA mit Messwiederholung wurde wie für die RZ mit den Variablen: *Zielgesichtsemotion* (neutral vs. ängstlich), *Hinweisreiztyp* (Zielhinweis vs. Bahnungshinweis), *Bahnungsfilterung* (ungefiltert vs. gefilterte Bahnungsgesichter) und *Bahnungs-Ziel-Kongruenz* (kongruent vs. inkongruent) und der „between-participant“ Variable des *Bahnungsfilterungstyps* (tief-pass vs. hoch-pass gefiltert) wurde ebenfalls für die Fehlerrate in Prozent durchgeführt.

Diese ANOVA zeigte eine signifikante fünffach Interaktion zwischen den Variablen *Bahnungsfilterung* x *Zielgesichtsemotion* x *Hinweisreiztyp* x *Bahnungs-Ziel-Kongruenz* x *Bahnungsfilterungstyp*, $F(1,45) = 38,74, p < 0,01$, partielle $\eta^2 = 0,46$. Diese Interaktion wurde bei einer follow-up Analyse (siehe unten) weiter erklärt.

Es wurde ein signikanter Haupteffekt der Variable *Bahnungs-Ziel-Kongruenz*, $F(1,45) = 0,99, p < 0,02$, partielle $\eta^2 = 0,12$ gefunden. Dieses Ergebnis belegt, dass die UntersuchungsteilnehmerInnen in den inkongruenten Bedingungen genauer gearbeitet haben ($M = 7,5\%$; $SD = 0,6$) als in den kongruenten Bedingungen ($M = 8,3\%$; $SD = 0,5$). Diese Fehlerrate war höher aufgrund der ängstlichen Zielgesichter im Vergleich zu den neutralen Zielgesichtern. Dies gezeigte sich auch in der signifikanten zweifach Interaktion der Variablen *Zielgesichtsemotion* x *Bahnungs-Ziel-Kongruenz*, $F(1,45) = 4,71, p < 0,03$, partielle $\eta^2 = 0,10$. Die Mittelwerte haben gezeigt, dass die Leistung der UntersuchungsteilnehmerInnen unter der kongruenten Bedingung mit ängstlichen Zielgesichtern ($M = 11,6\%$; $SD = 0,8$) schlechter waren im Vergleich zu der inkongruenten Bedingung ($M = 8,5\%$; $SD = 0,8$). Die UntersuchungsteilnehmerInnen lieferten jedoch bessere Leistungen unter der kongruenten Bedingung mit neutralen Zielgesichtern ($M = 4,9\%$; $SD = 0,5$) im Vergleich zu der inkongruenten Bedingung ($M = 6,5\%$; $SD = 0,6$). Dies könnte dadurch begründet werden, dass in den kongruenten Bedingungen mit ängstlichen Gesichtern die Aufmerksamkeit der UntersuchungsteilnehmerInnen durch die ängstlichen Bahnungsgesichter so vereinnahmt wurde und sie darauf verharrt haben, dass zu wenig Zeit blieb, um die nachfolgenden ängstlichen Zielgesichter wahrzunehmen und zu kategorisieren. Ebenso wurde ein signikanter Haupteffekt der Variable *Zielgesichtsemotion*, $F(1,45) = 40,06, p < 0,001$, partielle $\eta^2 = 0,45$ gefunden. Die Mittelwerte zeigten eine viel höhere Fehlerrate unter der Bedingung mit ängstlichen Zielgesichtern ($M = 10,1\%$; $SD = 0,8$) als unter der Bedingung mit neutralen Zielgesichtern ($M = 5,7\%$; $SD = 0,5$). Es wurde auch ein

signifikanter Haupteffekt bezüglich der Variable *Bahnungsfilterung* $F(1,45) = 7,76, p < 0,01$, partielle $\eta^2 = 0,15$ gefunden. Die Mittelwerte ließen eine viel höhere Fehlerrate unter der Bedingung der gefilterten Bahnungsgesichter ($M = 8,7\%$; $SD = 0,7$) erkennen im Vergleich zu den ungefilterten Bahnungsgesichtern ($M = 7,0\%$; $SD = 0,5$).

Um die oben angeführte fünffach Interaktion der Variablen zu klären wurde eine separate ANOVA mit Messwiederholung für die gefilterten und ungefilterten Bahnungsgesichter durchgeführt. Die ANOVA für *ungefilterten Bahnungsgesichter* und den „within-participant“ Design mit den Variablen *Zielgesichtsemotion* (neutral vs. ängstlich), *Hinweisreiztyp* (Zielhinweis vs. Bahnungshinweis), *Bahnungs-Ziel-Kongruenz* (kongruent vs. inkongruent) und der „between-participant“ Variable des *Bahnungsfilterungstyps* (tief-pass vs. hoch-pass gefiltert) zeigte erneut die schon oben dargestellten signifikanten Ergebnisse.

Jedoch hat dieselbe ANOVA für die *gefilterten Bahnungsgesichter* neben den schon erwähnten signifikanten Ereignissen, ebenfalls eine signifikante zweifach Interaktion der Variablen *Bahnungs-Ziel-Kongruenz* x *Bahnungsfiltertyp*, $F(1,45) = 4,27, p < 0,04$, partielle $\eta^2 = 0,09$ aufgewiesen (siehe Abbildung 11). Diese Mittelwerte zeigten, dass die Leistung der UntersuchungsteilnehmerInnen in der Bedingung mit tief-pass gefilterten kongruenten Bahnungsgesichter schlechter war ($M = 9,2\%$; $SD = 1,1$) als in der inkongruenten Bedingung ($M = 7,4\%$; $SD = 1,1$). Allerdings schnitten die UntersuchungsteilnehmerInnen unter den Bedingungen mit hoch-pass gefilterten kongruenten ($M = 9,1\%$; $SD = 1,1$) und inkongruenten Bahnungsgesichtern ($M = 9,2\%$; $SD = 1,1$) ähnlich ab.

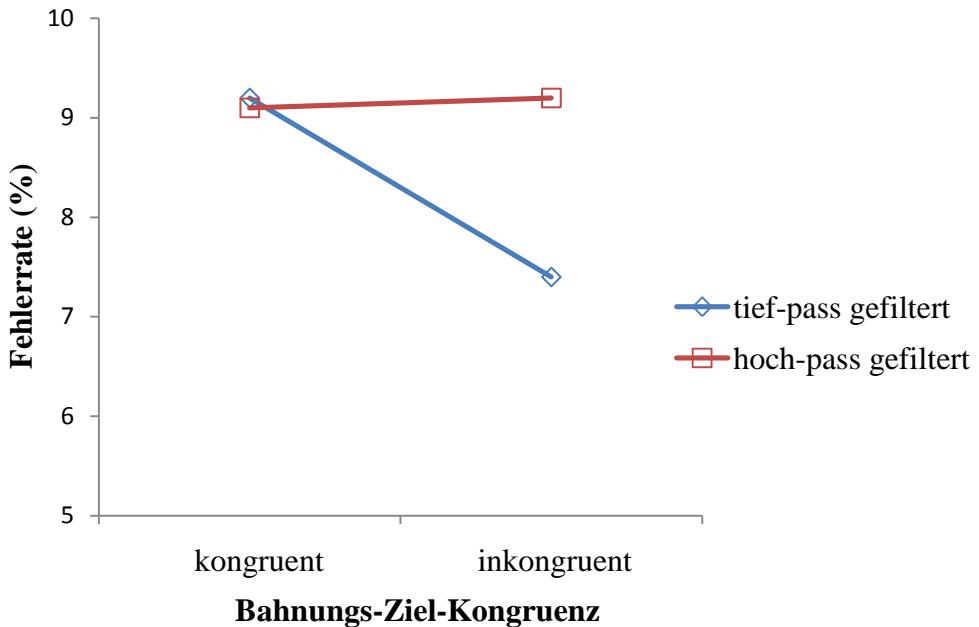


Abbildung 11: Darstellung der durchschnittlichen Fehlerrate als Funktion der Variablen Bahnungs-Ziel-Kongruenz (kongruent vs. inkongruent) und BahnungsfILTERUNGstyp (hoch-pass gefiltert = rote Linie, tief-pass gefiltert = blaue Linie). Hier sieht man, dass die hoch-pass gefilterten Bahnungsgesichter keinen Kongruenzeffekt zeigen, jedoch die tief-pass gefilterten einen invertierten Kongruenzeffekt.

Um die fünffach Interaktion der Variablen weiter zu klären wurde eine weitere separate ANOVA durchgeführt mit den Variablen: *BahnungsfILTERUNG* (ungefiltert vs. gefiltert), *BahnungsfILTERUNGstyp* (tief- vs. hoch-pass gefiltert) und *Zielgesichtsemotion* (neutral vs. ängstlich) mit den „within-participant“ Variable *Hinweisreiztyp* (Zielhinweis vs. Bahnungshinweis) und *Bahnungs-Ziel-Kongruenz* (kongruent vs. inkongruent).

Für die *ungefilterten Bahnungsgesichter x ängstliche Zielgesichter* zeigte die ANOVA einen signifikanten Effekt bezüglich der *Bahnungs-Ziel-Kongruenz*, jedoch in invertierter Richtung, $F(1,46) = 17,52, p < 0,001$, partielles $\eta^2 = 0,28$. Diese mittleren Fehlerraten veranschaulichten, dass die UntersuchungsteilnehmerInnen in inkongruenten Bedingungen genauer arbeiteten ($M = 7,4\%$; $SD = 0,8$) im Vergleich zu den kongruenten Bedingungen ($M = 10,3\%$; $SD = 0,8$).

Die Berechnung der ANOVA für die *ungefilterten Bahnungsgesichter x neutrale Zielgesichter* offenbarte ebenfalls einen signifikanten Haupteffekt bezüglich der *Bahnungs-Ziel-Kongruenz*, $F(1,46) = 6,95, p < 0,01$, partielles $\eta^2 = 0,13$. Das bedeutet,

dass die UntersuchungsteilnehmerInnen in den kongruenten Bedingungen genauer arbeiteten ($M = 4,4\%$; $SD = 0,4$) als in den inkongruenten Bedingungen ($M = 6,0\%$; $SD = 0,6$).

Mittels der ANOVA für *hoch-pass gefilterte Bahnungsgesichter x ängstliche Zielgesichter* zeigte sich ein signifikanter Effekt der Variable *Bahnungs-Ziel-Kongruenz*, jedoch in invertierter Richtung, $F(1,23) = 10,04$, $p < 0,01$, partielle $\eta^2 = 0,30$. Diese mittleren Fehlerraten zeigen, dass die UntersuchungsteilnehmerInnen bei den inkongruenten Bedingungen genauer arbeiteten ($M = 10,4\%$; $SD = 1,6$), im Vergleich zu den kongruenten Bedingungen ($M = 13,4\%$; $SD = 1,7$), bei welchen mehr Fehler gemacht wurden.

Die ANOVA für die *tief-pass gefilterten Bahnungsgesichter x ängstliche Zielgesichter* zeigte ebenfalls einen signifikanten Effekt der Variable *Bahnungs-Ziel-Kongruenz*, aber auch hier in die entgegen gesetzte Richtung, $F(1,22) = 11,91$, $p < 0,01$, partielle $\eta^2 = 0,32$. Die UntersuchungsteilnehmerInnen produzierten weniger Fehler unter der inkongruenten Bedingung ($M = 9,9\%$; $SD = 1,5$) als unter den kongruenten Bedingungen ($M = 13,6\%$; $SD = 1,4$).

Bei der ANOVA für *hoch-pass gefilterte Bahnungsgesichter x neutrale Zielgesichter* resultierte auch ein signifikanter Effekt bezüglich *Bahnungs-Ziel-Kongruenz*, $F(1,23) = 11,8$, $p < 0,01$, partielle $\eta^2 = 0,34$. Hier arbeiteten die UntersuchungsteilnehmerInnen genauer in der kongruenten Bedingung ($M = 4,9\%$; $SD = 1$) als in der inkongruenten Bedingung ($M = 8,1\%$; $SD = 1,3$).

Die ANOVA für *tief-pass gefilterte Bahnungsgesichter x neutrale Zielgesichter* zeigte keine signifikanten Ergebnisse oder Interaktionen.

Es konnte keine signifikante Interaktion zwischen den Variablen *Hinweisreiz* und *Bahnungs-Ziel-Kongruenz* gefunden werden.

Es wurden keine weiteren signifikanten Effekte oder Interaktionen gefunden, alle $F_s < 1,00$.

Tabelle 2

Übersicht der signifikanten Ergebnisse betreffend die Fehlerraten unter den verschiedenen Variablenkombinationen

Variable	Bedingung	MW (SF) /	Signifikanz-
		%	niveau
Bahnungs-Ziel-Kongruenz	inkon	7,5 (0,6)	p < 0,02
	kon	8,3 (0,5)	
Zielgesichtsemotion	ÄZG	10,1 (0,8)	p < 0,001
	NZG	5,7 (0,5)	
Bahnungsfilterung	gf	8,7 (0,7)	p < 0,01
	ugf	7,0 (0,5)	
Zielgesichtsemotion x Bahnungs-Ziel-Kongruenz	ÄZG kg	11,6 (0,8)	p < 0,03
Bahnungs-Ziel-Kongruenz x Bahnungsfilterungstyp	ÄZG inkon	8,5 (0,8)	
	NZG kon	4,9 (0,5)	
	NZG inkon	6,5 (0,6)	
Bahnungs-Ziel-Kongruenz x Bahnungsfilterung	LSF kon	9,2 (1,1)	p < 0,04
Bahnungsfilterung x Zielgesichtsemotion x Bahnungs-Ziel-Kongruenz	LSF inkon	7,4 (1,1)	
	HSF kon	9,1 (1,1)	
	HSF inkon	9,2 (1,1)	
Bahnungsfilterung x Zielgesichtsemotion x Bahnungs-Ziel-Kongruenz	ugf ÄZG inkon	7,4 (0,8)	p < 0,001
Bahnungsfilterung x Zielgesichtsemotion x Bahnungs-Ziel-Kongruenz	ugf ÄZG kon	10,3 (0,8)	
	ugf NZG inkon	6,0 (0,6)	p < 0,01
	ugf NZG kon	4,4 (0,4)	
	HSF ÄZG inkon	10,4 (1,6)	p < 0,01
	HSF ÄZG kon	13,4 (1,7)	
	LSF ÄZG inkon	9,9 (1,5)	p < 0,01
	LSF ÄZG kon	13,6 (1,4)	
	HSF NZG kon	4,9 (1)	p < 0,01
	HSF NZG inkon	8,1 (1,3)	

Bemerkung. MW/% = Mittelwerte in Prozent; SF = Standardfehler; inkon = inkongruent; kon = kongruent; ÄZG = ängstliche Zielgesichter; NZG = neutrale Zielgesichter; gf = gefiltert; ugf = ungefiltert; HSF = hoch-pass gefiltert; LSF = tief-pass gefiltert.

Diskussion

Die vorliegende Diplomarbeitsstudie untersuchte mittels unterschwelliger visueller Präsentation von emotionalen Gesichtern die Verarbeitung entsprechend der Mittelhirnhypothese. Dies wurde durch Darbietung von ängstlichen und neutralen Gesichtern in einem maskierten Bahnungsmodell realisiert.

Zunächst ist zu sagen, dass es den UntersuchungsteilnehmerInnen möglich war, im Kontrollblock zur *Sichtbarkeit der Bahnungsgesichter* die Emotion richtig zu kategorisieren. Die UntersuchungsteilnehmerInnen waren jedoch nicht im Stande, die maskierten Bahnungsgesichter richtig ihren entsprechenden Emotionen zuzuordnen, also bewusst wahrzunehmen und daher wurden alle Bahnungseffekte unbewusst erzielt.

In der aktuellen Studie konnte ein Kongruenzeffekt bei den Reaktionszeiten hinsichtlich der ängstlichen Zielgesichter unabhängig der Bahnungsfilterung und des Hinweisreizes dokumentiert werden. Hier bestätigten die RZ der UntersuchungsteilnehmerInnen ein schnelleres Erkennen der ängstlichen Gesichter, als der neutralen Gesichter. Es zeigte sich somit, dass die ängstlichen Gesichter eher die Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben und so schneller verarbeitet wurden. Da die ängstlichen Gesichter eher die Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben als neutrale Gesichter lässt sich der Schluss ziehen, dass diese zuvor aufmerksamkeitsunabhängig verarbeitet worden sind. Diese Befunde stimmen mit den Theorien, dass über eine evolutionär ausgebildete Bahn Inhalte, die für den Beobachter auf eine Bedrohung in seiner Umgebung schließen lassen, wie z. B. Angst ausdrückende Gesichter von anderen, übermittelt werden, überein (LeDoux, 1996; Morris et al., 1999; Compton, 2003; Palermo & Rhodes, 2007; Tamietto & de Gelder, 2010; Lee et al., 2011). Bei weiterer Analyse der Reaktionszeiten zeigte sich ein Effekt hinsichtlich der Interaktion von Filterung und Emotion. Die Werte belegten eine Erleichterung der Antwortabgabe unter der Bedingung mit ungefilterten Bahnungsgesichtern und ängstlichen Zielgesichtern im Vergleich zu der Bedingung mit ungefilterten Bahnungsgesichtern und neutralen Zielgesichtern. Jedoch zeigte sich entgegen der Ausgangserwartungen diese Erleichterung unter der Bedingung der gefilterten Bahnungsgesichter nicht. Es hat sich somit gezeigt, dass beide Frequenzbereiche, hoch- und tief-pass gefiltert, eine Rolle in der Bahnung von ängstlichen Gesichtern spielen (Rassovsky et al. 2013) und dass die ängstlichen

Bahnungsgesichter die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt haben unabhängig von dem zuvor präsentierten Hinweisreiz.

Die Ergebnisse des ortsbezogenen Hinweisreizes stimmen mit früheren Befunden (Finkbeiner & Palermo, 2009; Khalid et al., 2013) überein und produzierten sowohl bei der Präsentation auf der Zielbildposition ein schnelleres Antwortverhalten als auch bei den langsameren ungefilterten Bahnungsgesichtern und bei den schnelleren gefilterten Bahnungsgesichtern. Die Emotionen der Zielgesichter betreffend wurde eine signifikante Antwort erleichterung durch den Hinweisreiz bei neutralen Zielgesichtern verzeichnet, wo hingegen ängstliche Gesichter unabhängig von der Position des Hinweisreizes schnellere Antwortreaktionen ausgelöst haben. Zusammengefasst kann also gesagt werden, dass der Kongruenzeffekt bei den ängstlichen Zielgesichtern unabhängig von der Bahnungsfilterung und dem Hinweisreiz zustande gekommen ist.

In dieser Studie wurden auch die Effekte der unterschiedlichen räumlichen Frequenzen (HSF vs. LSF) und deren Auswirkungen auf eventuelle Bahnungseffekte untersucht. Die verschiedenen Gesichter haben ein unterschiedliches Antwortverhalten in Bezug auf Genauigkeit hervorgerufen. Unter den Bedingungen mit hoch-pass gefilterten Bahnungsgesichtern wurde sowohl bei neutralen als auch bei ängstlichen Zielgesichtern ein Bahnungseffekt verzeichnet. Zu beachten ist hier jedoch, dass die hoch-pass gefilterten Bahnungsgesichter mit ängstlichen Zielgesichtern einen invertierten Bahnungseffekt hervorgerufen haben. D.h. die Untersuchungsteilnehmer haben in den inkongruenten Bedingungen, in denen das Bahnungsbild ein neutrales Gesicht und das Zielbild ein ängstliches Gesicht dargestellt hatte, genauer gearbeitet als in den kongruenten Bedingungen, in denen das Bahnungsbild und das Zielbild jeweils einen ängstlichen Ausdruck hatte. Die tief-pass gefilterten Bahnungsbilder produzierten nur in den Bedingungen mit ängstlichen Zielgesichtern einen Kongruenzeffekt, aber nicht mit neutralen Gesichtern. Aber auch hier war der Effekt invertiert und es wurde in inkongruenten Bedingungen mit ängstlichem Bahnungsgesicht und neutralem Zielgesicht genauer gearbeitet als in kongruenten Bedingungen, in denen Bahnungs- und Zielgesicht jeweils einen ängstlichen Gesichtsausdruck hatten. Zusammengefasst kann also gesagt werden, dass unter hoch-pass gefilterten (HSF) Bahnungsgesichtern mit ängstlichen Ausdruck mehr Kongruenzeffekte erzielt worden sind. Diese Ergebnisse gehen mit der jüngst aufkommenden Alternativhypothese, dass die hohen räumlichen Frequenzen (HSF)

in der Wahrnehmung von Angst eine größere Rolle spielen als die niedrigen räumlichen Frequenzen (LSF), konform. Stein, Symour, Hebart und Sterzer (2014) haben eine Studie zu diesem Thema durchgeführt. Ihr Forschungsanliegen befasste sich damit, ob der Vorteil im Erreichen des Bewusstseins der ängstlichen Gesichter im Gegensatz zu den neutralen Gesichtern an LSF oder HSF Informationen liegt. Wenn das bewusste Erkennen von Angst durch grobe visuelle Informationen, die durch die subkortikale Bahn zur Amygdala übermittelt werden, begünstigt ist, sollte dies eher von den LSF als von den HSF Frequenzen verursacht werden. Sollte der Angst-Vorteil aber eher an ähnlichen visuellen Reizen, wie bei Aufgaben zur Wiedererkennung von Angst liegen, sollte primär die HSF Informationen von den visuellen Gehirnstrukturen verarbeitet werden. In allen Experimenten der Studie von Stein und Kollegen (2014) haben die TestteilnehmerInnen die hoch-pass gefilterten ängstlichen Gesichtsausdrücke schneller erkannt. Die Autoren gehen davon aus, dass durch diese Ergebnisse die allgemeine Theorie für die schnelle Angsterkennung über die retinocolliculare Sehbahn, die subkortikal durch das Mittelhirn verläuft (Tamietto & de Gelder, 2010), zu bezweifeln sei, da die HSF Informationen mittels der P-Typ Ganglienzellen über die retino-geniculo-striäre Sehbahn zum visuellen Cortex geleitet werden (Tamietto & de Gelder, 2010). Smith und Merlusca (2014) haben in ihren Studien zur Kategorisierung von emotionalen Gesichtsausdrücken eine andere Vorgehensweise zur Untersuchung der verwendet räumlichen Frequenzen und Bereich verwendet. Es wurde das diagnostische Bezugssystem, welches für die Wiedererkennung von visuellen Informationen, die für die korrekte Kategorisierung von emotionalen Gesichtsausdrücken wichtig ist, bestimmt und die Reizbilder hoch- und tief-pass gefiltert. Die Ergebnisse zeigten, dass bei einer Unterscheidung der ängstlichen Gesichter von verschiedenen anderen Emotionen, das vermehrte Augenweiß unter der Bedingung mit hohen räumlichen Frequenzen am ausschlaggebendsten für eine korrekte Kategorisierung war. Für die niedrigen räumlichen Frequenzen wurden keine signifikanten Ergebnisse verzeichnet. Jedoch bei der Unterscheidung von ängstlichen Gesichtern und neutralen Gesichter wurde eine große Bandbreite an Information genutzt. Sowohl das vermehrte Augenweiß und die gehobenen Augenbrauen wurden in den hohen räumlichen Frequenzbedingungen verwendet und die Mundregion in den niedrigen räumlichen Informationsbedingungen. Deruelle und Fagot (2005) kamen in ihrer Studie zur Kategorisierung von Gesichtsidentitäten, Emotionen und Geschlecht mittels hoch-und

tief-pass gefilterten Gesichtern zu dem Schluss, dass die jeweiligen Verarbeitungsprozesse von unterschiedlichen Qualitäten sind. Die Untersuchungspersonen haben für die Verarbeitung von Gesichtsidentitäten und Geschlecht bevorzugt die niedrigen räumlichen Frequenzen genutzt und für die Verarbeitung von Emotionen die hohen räumlichen Frequenzen. Diese Unterschiede in den Ergebnissen der funktionell verschieden artigen Information von Emotion und Geschlecht lassen auf zwei unabhängige Verarbeitungsbahnen schließen (Deruelle & Fagot, 2005).

Aus den berichteten Studien kann wiederum nur der Schluss gezogen werden, dass für eine erfolgreiche Emotionserkennung in Gesichtern hohe räumliche Frequenzen genutzt werden.

Das Zustandekommen der invertierten Bahnungseffekt bei ängstlichen Bahnungsgesichtern könnte in den kongruenten Bedingungen durch das Einnehmen und dann halten der Aufmerksamkeit durch diese Bahnungsbilder begründet sein. So blieb zu wenig Zeit, um die nachfolgenden ängstlichen Zielgesichter wahrzunehmen und zu kategorisieren. Daraus folgt, dass die UntersuchungsteilnehmerInnen in den kongruenten Bedingungen weniger genau waren im Vergleich zu den inkongruenten Bedingungen. Bei diesen hat durch die neutralen Bahnungsgesichter keine derartige Aufmerksamkeitsverhaftung stattgefunden. Diese Überlegung wird auch durch die positiven Kongruenzeffekte bei allen Bedingungen mit neutralen Zielgesichtern unterstützt. Ähnliche Ergebnisse berichtete Bannerman, Milders und Sahraie (2010) in ihrer Studie zur Untersuchung der visuellen Aufmerksamkeit, die durch peripher präsentierte angstbesetzte oder neutrale Gesichter manipuliert wurde. Zur Erhebung der Daten wurden sowohl die Augenbewegungen als auch das Antwortverhalten mittels manueller Betätigung dokumentiert. Die Ergebnisse bei der Registrierung der Augenbewegungen zeigten ein vermehrtes Einnehmen der Aufmerksamkeit durch bedrohliche Reize und Schwierigkeiten im Lösen der Aufmerksamkeit von eben diesen Reizen und wenn die Reizpräsentation 20ms betragen hat. Die Ergebnisse zur manuellen Antwortabgabe veranschaulichten ebenfalls eine Aufmerksamkeitsmanipulation, aber nur wenn die ängstlichen Gesichter für 100ms präsentiert wurden. Jedoch hat sich dieser Effekt eindeutig nur auf die Komponente der Aufmerksamkeitslösung bezogen. Diese berichteten Belege wären eine Erklärung für den invertierten Bahnungseffekt bei ängstlichen Gesichtern in der vorliegenden Diplomarbeitsstudie.

Eine andere Erklärung für das Zustandekommen eines invertierten Bahnungseffektes liefern Wentura und Frings (2005) jedoch im Zusammenhang mit semantischer Bahnung. In der Studie wurden den Untersuchungspersonen mittels des maskierten Bahnungsverfahrens Wörter präsentiert, die sie zu einer bestimmten Kategorie als zugehörig oder nicht zugehörig einordnen sollten. Die Reizwörter wurden zuvor von den Autoren in Kategorien und hinsichtlich ihrer Dominanz aufgeteilt, z. B. der Kategorie „Insekt“ gehören sowohl die „Biene“, die „Fliege“, die „Motte“ als auch die „Wanze“ an, die „Biene“ und „Fliege“ wurden als hoch dominant der Kategorie „Insekt“ definiert und „Motte“ und „Wanze“ als niedrig dominant. In den Ergebnissen zeigte sich, dass die Untersuchungspersonen die Wörter, die als niedrig dominant definiert wurden, in kongruenten Bedingungen langsamer kategorisiert haben und mehr Fehler produziert wurden als in inkongruenten Bedingungen. Somit entstand auch in dieser Studie ein invertierter Bahnungseffekt. Als Erklärung für dieses Phänomen haben sich die Autoren auf die „center-surround inhibition theory“ (CSI) von Dagenbach und Carr (1990) berufen. CSI schlägt einen aktiven Inhibitionsmechanismus zur Klärung eines invertierten Bahnungseffektes vor. Es wird versucht die Bedeutung des Bahnungsreizes, die schwierig zu extrahieren ist, in das Bewusstsein zu überführen. Dieser Prozess kommt nur unter bestimmten Bedingungen, wie dem maskierten Bahnungverfahren zu tragen, bei welchem eine geringe Aktivierung durch einen stark eingeschränkten Bahnungsreiz stattfindet. Wentura und Frings (2005) erklären ihre erhaltenen Ergebnisse u. a. mittels der CSI, dass ein Aufmerksamkeitsmechanismus verstärkt den Grad der aktivierten Einheit durch den Bahnungsreiz („the center“) und unterdrückt den Grad an Aktivierung von umliegenden Einheiten, die verstreut durch den Bahnungsreiz ebenfalls aktiviert wurden („the surround“). Dieses Vorgehen hilft, den Bahnungsreiz von umliegenden Einheiten zu unterscheiden und so die Bedeutung in das Bewusstsein zu überführen. Wenn dieser Prozess erfolgreich ist, übertritt die Bedeutung des Bahnungsreizes die Schwelle zur bewussten Wahrnehmung und gewährleistet ein entsprechendes Antwortverhalten – dies entspricht positiver Bahnung. Wenn dieser Versuch jedoch fehl schlägt, führt die Unterdrückung der Aktivierung von ähnlichen Konzepten zu einer Antwortverlangsamung und verursacht eine negative Bahnung (Stone, 2012; Wentura & Frings, 2005). Diesem Modell zu Folge könnte angenommen werden, dass in einer kongruenten Bedingung mit einem ängstlichen Bahnungsgesicht gefolgt von einem

ängstlichen Zielgesicht der Aufmerksamkeitsmechanismus zur Unterdrückung der umliegenden durch den Bahnungsreiz aktivierten Informationseinheiten fehlgeschlagen hat und dadurch eine eindeutige korrekte Antwort den Untersuchungspersonen nicht möglich gewesen ist. In diesem Fall könnte die Fehlleistung des Inhibitionsmechanismus wieder auf die Signalkraft der Emotion Angst zurückzuführen sein.

Die vorgestellten Ergebnisse der aktuellen Diplomarbeitsstudie liefern keine bestätigenden Belege für die aufgestellten Forschungshypothesen. Jedoch unterstützen die dokumentierten Effekte die Alternativhypothese, der zufolge die unterschwellige emotionale visuelle Verarbeitung auf hohe räumliche Frequenzinformation zurückzuführen ist. Insgesamt zeigen die Ergebnisse ein schnelles Einnehmen der Aufmerksamkeit durch die ängstlichen Gesichter und die Rolle der HSF in der unterschweligen Wahrnehmung von ängstlichen Gesichtern.

Literatur

- Ansorge, U., & Neumann, O. (2005). Intentions determine the effect of invisible metacontrast- masked primes: Evidence for top-down contingencies in a peripheral cuing task. *Journal of Experimental Psychology: Human, Perception and Performance*, 31, 762-777. doi: 10.1037/0096-1523.31.4.762
- Balconi, M., & Bortolotti, A. (2013). Conscious and unconscious face recognition is improved by high-frequency rTMS on pre-motor cortex. *Consciousness and Cognition*, 22, 771-778. doi: 10.1016/j.concog.2013.04.013
- Balconi, M., & Ferrari, C. (2012). Subliminal and supraliminal processing of facial expression of emotions: Brain oscillation in the left/right frontal area. *Brain Science*, 2 85-100. doi: 10.3390/brainsci2020085
- Bannerman, R. L., Milders, M., & Sahraie, A. (2010). Attentional bias to brief threat-related faces revealed by saccadic eye movements. *Emotion*, 10, 733-738. doi: 10.1037/a0019354
- Batty, M., & Taylor, M. J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research*, 17, 613-620. doi: 10.1016/S0926-6410(03)00174-5
- Carr, T. H., & Dagenbach, D. (1990). Semantic priming and repetition priming from masked words: Evidence for a center-surround attentional mechanism in perceptual recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 341-350.
- Compton, R. J. (2003). The interface between emotion and attention: A review of evidence from psychology and neuroscience. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Review*, 2, 115-129. doi: 10.1177/1534582303255278
- de Gelder, B., Vroomen, J. Pourtois, G., & Weiskrantz, L. (1999). Non-conscious recognition of affect in the absence of striate cortex. *NeuroReport*, 10, 3759-3763. doi: 10.1097/0001756-199912160-00007
- Deruelle, C., & Fagot, J. (2005). Categorizing facial identities, emotions, and genders: attention to high- and low-spatial frequencies by children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 90, 172-184. doi: 10.1016/j.jecp.2004.09.001

- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1971) Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17, 124-129. doi: 10.1037/h0030377
- Etkin, A., Klemenhagen, K. C., Dudman, J. T., Rogan, M. T., Hen, R., Kandel, E. R. & Hirsch, J. (2004). Individual differences in trait anxiety predict the response of the basolateral amygdala to unconsciously processed fearful faces. *Neuron*, 44, 1043-1055. doi: 10.1016/j.neuron.2004.12.006
- Finkbeiner, M., & Palermo, R. (2009). The role of spatial attention in nonconscious processing. *Psychological Science*, 20, 42-51. doi: 10.1111/j.1467-9280.2008.02256.x
- Forster, K. I., & Davis, C. (1984). Repetition priming and frequency attenuation in lexical access. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10, 680-698. doi: 10.1037/0278-7393.10.4.680
- Gallese, V., & Goldmann, A. (1998). Mirror neurons and the simulation theory of mindreading. *Trends in Cognitive Science*, 2, 493-501. doi: 10.1016/S1364-6613(98)01262-5
- Green, D. M., & Swets, J. A. (1966). *Signal detection theory and psychophysics*. New York, NY: Wiley.
- Johnson, M. H. (2005). Subcortical face processing. *Nature Neuroscience Reviews*, 6, 766-774. doi: 10.1038/nrn1766
- Khalid, S., Finkbeiner, M., König, P., & Ansorge, U. (2013). Subcortical human face processing? Evidence from masked priming. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39, 989-1002. doi: 10.1037/a0030867
- Kiesel, A., Kunde, W., & Hoffmann, J. (2007). Mechanisms of subliminal response priming. *Advances in Cognitive Psychology*, 3, 370-315. doi: 10.2478/v10053-008-0032-1
- Kiss, M., & Eimer, M. (2008). ERPs reveal subliminal processing of fearful faces. *Psychophysiology*, 45, 318-326. doi: 10.1111/j.1469-8986.2007.00634.x
- Klotz, W., & Neumann, O. (1999). Motor activation without conscious discrimination in metacontrast masking. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 976-992. doi: 10.1037/0096-1523.25.4.976
- Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P., & Spielberger, C. D. (1981). *State-Trait-Angstinventar (STA)*. Weinheim: Beltz Testgesellschaft.

- LeDoux, J. (1998). Fear and the brain: Where have we been, and where are we going? *Biological Psychiatry*, 44, 1229-1238. doi: 10.1016/S0006-3223(98)00282-0
- Lee, S. Y., Kang, J. I., Lee, E., Namkoong, K., & An, S. K. (2011). Differential priming effect for subliminal fear and disgust facial expressions. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73, 473-481. doi: 10.3758/s13414-010-0032-3
- Lundqvist, D., Flykt, A., & Öhman, A. (1998). *The Karolinska Directed Emotional Faces – KDEF*, CD ROM from Department of Clinical Neuroscience, Psychology section, Karolinska Institutet, ISBN 91-630-7164-9
- Merigan, W. H., & Maunsell, J. H. R. (1993) How parallel are the primate visual pathways. *Annual Review Neuroscience*, 16, 369-402. doi: 10.1146/annurev.ne.16.030193.002101
- Mermilliod, M., Vuilleumier, P., Peyrin, C., Alleysson, D., & Marrendaz, C. (2009). The importance of low spatial frequency information for recognising fearful facial expressions. *Connection Science*, 21, 75-83. doi: 10.1080/09540090802213974
- Morris, J. S., Frith, C. D., Perrett, D. I., Rowland, D., Young, A. W., Calder, A. J., & Dolan, R. J. (1996). A differential neural response in the human amygdala to fearful and happy facial expressions. *Nature*, 383, 812-815. doi: 10.1038/383812a0
- Morris, J. S., Öhman, A., & Dolan, R. J. (1999). A subcortical pathway to the right amygdala mediating „unseen“ fear. *Proceedings of the National Academy of Science*, 96, 1680-1685. doi: 10.1073/pnas.96.4.1680
- Müssler, J., & Prinz, W. (2002). *Allgemeine Psychologie* (2. Aufl). Elsevier GmbH, München. ISBN 3-8274-1128-9
- Norris, D., & Kinoshita, S. (2008). Perception as evidence accumulation and Bayesian inference: Insights from masked priming. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137, 434-455. doi: 10.1037/a0012799
- Öhman, A., Carlsson, K., Lundqvist, D., & Ingvar, M. (2007). On the unconscious subcortical origin of human fear. *Physiology & Behavior*, 92, 180-185. doi: 10.1016/j.physbeh.2007.05.057
- Palermo, R., & Rhodes, G. (2007). Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact. *Neuropsychology*, 45, 75-92. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.04.025

- Pegna, A. J., Khateb, A., Lazeyras, F., & Seghier, M. L. (2004). Discriminating emotional faces without primary visual cortices involves the right amygdala. *Nature Neuroscience*, 8, 24-25. doi: 10.1038/nn1364
- Pinel, J. P. J., & Pauli, P. (2007). *Biopsychologie* (6.Aufl.). Pearson Education Deutschland GmbH. ISBN 978-3-8273-7217-8
- Posner, M. I. (180). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25. doi: 10.1080/00335558008248231
- Prete, G., Laeng, B., & Tommasi, L. (2014). Lateralized hybrid faces evidence of a valence-specific bias in the processing of implicit emotions. *L laterality*, 19, 439-454. doi: 10.1080/1357650X.2013.862255
- Rassovsky, Y., Lee, J., Nori, P., Wu, A. W., Iacoboni, M., Breitmeyer, B. G., Hellemann, G., & Green, M. F. (2013). Assessing temporal processing of facial emotion perception with transcranial magnetic stimulation. *Brain and Behavior*, 3, 263-272. doi: 10.1002/brb3.136
- Smith, M. L. (2011). Rapid processing of emotional expressions without conscious awareness. *Cerebral Cortex*, 22, 1748-1760. doi: 10.1093/cercor/bhr250
- Smith, M. L., & Merlusca, C. (2014). How task shapes the use of information during facial expression categorizations. *Emotion*, 14, 478-487. doi: 10.1037/a0035588.supp
- Stein, T., Seymour, K., Hebart, M. N., & Sterzer, P. (2014). Rapid fear detection relies on high spatial frequencies. *Psychological Science*, 25, 566-574. doi: 10.1177/0956797613512509
- Stone, A. (2012). Centre-surround inhibition in a general aspect of famous person recognition: Evidence from negativ semantic priming from clearly visible primes. *Memory & Cognition*, 40, 652-662. doi: 10.3758/s13421-011-0176-y
- Tamietto, M., & de Gelder, B. (2010). Neural bases of the non-conscious perception of emotional signals. *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 697-709. doi: 10.1038/nrn2889
- Tapia, E., & Breitmeyer, B. G. (2011). Visual consciousness revisited: magnocellular and parvocellular contributions to conscious and nonconscious vision. *Psychological Science*, 22, 934-942. doi: 10.1177/0956797611413471
- Vuilleumier, P. (2002). Facial expression and selective attention. *Current Opinion in Psychiatry*, 15, 291-300. doi: 10.1097/00001504-200205000-00011

- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2003). Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *Nature Neuroscience*, 6, 624-631. doi: 10.1038/nn1057
- Wentura, D., & Frings, C. (2005). Repeated masked category primes interfere with related exemplars: New evidence for negative semantic priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31, 108-120. doi: 10.1037/0278-7393.31.1.108
- Whalen, P. J., Rauch, S. L., Etcoff, N. L. McInerney, S. C. Lee, M. B., & Jenike, M. A. (1998). Masked presentations of emotional facial expressions modulate amygdala activity without explicit knowledge. *The Journal of Neuroscience*, 18, 411-418.
- Wieser, M. J., & Keil, A. (2014). Fearful faces heighten the vertical representation of contextual threat. *NeuroImage*, 86, 317-325. doi: 10.1016/j.neuroimage.2013.10.008

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1:</i> Schematische Darstellung des Versuchsdesigns von Wieser und Keil, 2014	13
<i>Abbildung 2:</i> Darstellung der retino-geniculo-striäre Sehbahn und der retinocollicularen Sehbahn von http://www.edoctoronline.com/medical-atlas.asp?c=4&id=21964 am 10.02.2015	16
<i>Abbildung 3:</i> Darstellung zweier Untersuchungsdurchgänge aus der Studie von Finkbeiner und Palermo, 2009	25
<i>Abbildung 4:</i> Darstellung der verwendeten Masken der Hinweisreiz	30
<i>Abbildung 5:</i> Darstellung der verwendeten Gesichter	31
<i>Abbildung 6:</i> Darstellung eines inkongruenten Untersuchungsdurchgangs	33
<i>Abbildung 7:</i> Darstellung eines kongruenten Untersuchungsdurchgangs	34
<i>Abbildung 8:</i> Darstellung der mittleren Reaktionszeiten von ängstlichen vs. neutralen Zielgesichtern in den verschiedenen Terzilen	40
<i>Abbildung 9:</i> Darstellung der Reaktionszeiten als Funktion der Variable Hinweisreiztyp in den verschiedenen Terzilen in der ungefilterten Bahnungsbedingung	41
<i>Abbildung 10:</i> Darstellung der Reaktionszeiten als Funktion der Variable Hinweisreiztyp in den verschiedenen Terzilen in der gefilterten Bahnungsbedingung	42
<i>Abbildung 11:</i> Darstellung der durchschnittlichen Fehlerrate als Funktion der Variablen Bahnungs-Ziel-Kongruenz und Bahnungsfilterungstyp	46

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1:</i> Übersicht der signifikanten Ergebnisse betreffend die Reaktionszeiten unter den verschiedenen Variablenkombinationen	43
<i>Tabelle 2:</i> Übersicht der signifikanten Ergebnisse betreffend die Fehlerraten unter den verschiedenen Variablenkombinationen	48

Lebenslauf

Geburtsdatum: 1.10.1985

Staatsbürgerschaft: Österreich

Familienstand: Ledig

Schulbildung/Studium: • 1992-1996 Volksschule Herzog - Leopold - Straße - Ost, Wiener Neustadt

- 1996-2004 BG Babenbergerring, Wiener Neustadt
- WS 2004 – WS 2011; SS 2013 – SS 2015 Studium der Psychologie, Universität Wien

Berufserfahrung: • Oktober 2004 – März 2011; September 2012 – bis jetzt NÖN Wiener Neustadt: Mitarbeiterin des Scannenteams

- 1. Februar 2010 – 16. März 2010 6-Wochen-Pflichtpraktikum am Landesklinikum Wiener Neustadt im Bereich der Klinischen Psychologie
- 1. Februar 2014 – 28. Februar 2014 Freiwilliges Praktikum am Landesklinikum Baden auf der Abteilung für Innere Medizin mit integrierter Psychosomatik

Kurse: • „Konfliktmanagement – Grundlagen der Mediation“ (2002)

- 51 Stunden Selbsterfahrung: Autogenes Training: Grund-, Mittel- und Oberstufe, Katathymes Imaginative Psychotherapie (2008)