

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Grades

Doktor der Philosophie

im Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie

des Wissenschaftlichen Bereichs Psychologie

der Freien Universität Berlin

Gesichtsverarbeitung

Frühe Prozesse der Gesichtserkennung

Vorgelegt im Dezember 2002

von

Claus-Christian Carbon

Gutachter:

PD Dr. Helmut Leder und

Prof. Dr. Rainer Bösel

Disputation: 6.01.2003

Freie Universität Berlin
Department of Psychology

Doctoral Dissertation

Face Processing

Early processing in the recognition of faces

presented in December 2002
by
Claus-Christian Carbon

Supervisors:

PD Dr Helmut Leder
and
Professor Dr Rainer Bösel

Acknowledgments

I would like to express my gratitude to my advisor, PD Dr. Helmut Leder, for his support, patience, and encouragement throughout my Ph.D. studies. I have been fortunate in finding an advisor and colleague who always had an ear open for the little problems and roadblocks that unavoidably crop up in the course of performing research. His technical and editorial advice was essential to the completion of this dissertation and he has taught me innumerable lessons and insights on the workings of academic research in general and face recognition research in particular. Thank you very much indeed!

My thanks also go to the members of my Ph.D. committee, Prof. Dr. Rainer Bösel, Prof. Dr. Wolfgang Schönplugg, Prof. Dr. Peter Walschburger, and Dr. Jens Eisermann for discussing a previous draft of this dissertation in the Colloquium and providing many valuable comments that improved the presentation and contents of this dissertation.

An essential part of Ph.D. study is working with students. I wish to express particular appreciation to the research assistants and trainees Géza Harsányi, Adrian Schütte, Luka Klein, Marc Seemann, Daria Aschenberner, and Benjamin Drüner.

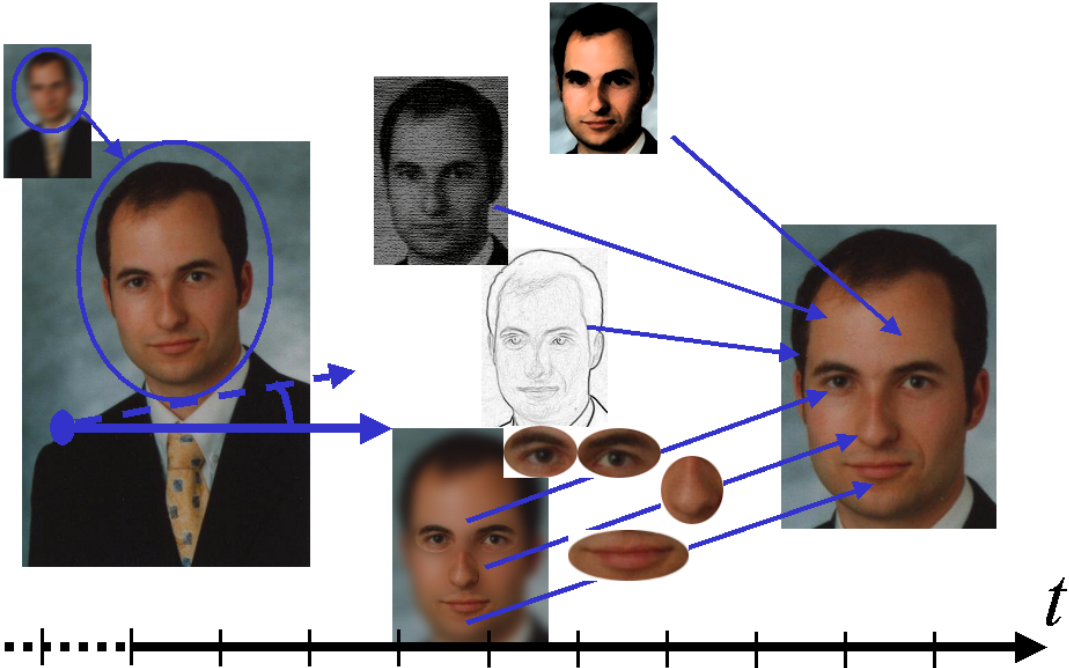
I would also like to thank Dr. Sven Dörper and Eric Kearney for proofreading the text and Martin T. Carbon and Dr. Norbert Manns for technical support.

Last, but not least, I would like to thank Ruth Mainka for her understanding and love during the past few years. Her support and encouragement was in the end what made this dissertation possible.

This work is supported in part by Le-1286, a grant given to Helmut Leder by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG).

Imagination is more important than knowledge

Albert Einstein



To Ruth

TABLE OF CONTENTS

ACKNOWLEDGMENTS

ABSTRACT IN GERMAN ("ZUSAMMENFASSUNG")

1	INTRODUCTION	1
1.1	Subgoals, goals and limitations	1
1.2	We cannot help seeing them: Our world is full of faces	1
1.3	Importance of face recognition	3
1.4	Applications	3
2	FACE RECOGNITION	4
2.1	Why investigating face recognition?	4
2.2	Expertise	5
2.2.1	The nature of expertise	5
2.2.2	It is a long and winding road to become a face expert	8
2.3	Impressive abilities	9
3	MODELS OF FACE PROCESSING	14
3.1	Different kinds of information	14
3.1.1	Feature-based	20
3.1.2	The holistic approach	27
3.1.3	Configural explanations	29
3.2	Face Processing	33
3.2.1	Step by step: the serial approach	37
3.2.2	Parallel processing	42
3.2.3	Chimerical processing: Serial and parallel	44
4	EMPIRICAL STUDIES	49
4.1	Open questions	49
4.2	Methodological Introduction	50
4.2.1	Stimuli	51
4.2.2	Dependent variables	54
4.2.2.1	Accuracy	54
4.2.2.2	Reaction Time (RT)	55

4.3	Experiments with unfamiliar faces	57
4.3.1	Pre-Study 1a: Natural Faces	57
4.3.2	Pre-Study 1b: Mirrored Faces	66
4.3.3	Pre-Study 2: Artificially constructed Faces	68
4.3.4	Experiment 1: Processing of unfamiliar faces	76
4.3.5	Post-Study 1: Distinctiveness of part-based faces	104
4.3.6	Re-analysis of the Pre-Studies: What is distinctiveness based on?	110
4.3.7	Experiment 2: Elongation of PTs for unfamiliar faces	113
4.3.8	Summary of studies and experiments with unfamiliar faces	116
4.4	Experiments with familiar Thatcher faces	118
4.4.1	Experiment 3a: Inverted Thatcher faces	118
4.4.2	Experiment 3b: Upright Thatcher faces	128
4.4.3	Experiment 4: Inverted Thatcher faces with a Gauss mask	134
4.4.4	Experiment 5: Inverted Thatcher faces with a dotted mask	140
4.4.5	Summary of experiments with familiar faces	147
5	GENERAL DISCUSSION	148
6	GLOSSARY	153
7	REFERENCES	156
8	APPENDIX	176
8.1	Material	176
8.1.1	Pre-Study 1a	176
8.1.2	Pre-Study 2	178
8.1.3	Experiment 1	179
8.1.4	Experiment 4	179
8.2	Statistics	179
8.2.1	Pre-Study 1a	179
8.2.2	Pre-Study 2	182
8.2.3	Experiment 1	187
8.2.4	Post-Study 1	190
8.2.5	Experiment 2	191
8.2.6	Experiment 3a	191
8.2.7	Experiment 3b	192
8.2.8	Experiment 4	194
8.2.9	Experiment 5	195
	VITA CURRICULAE	198
	DECLARATION	201

Abstract in German (“Zusammenfassung”)

In der vorliegenden Arbeit werden frühe Prozesse der Gesichtsverarbeitung untersucht. *Frühe Prozesse* werden in dieser Arbeit prozessual und nicht etwa ontogenetisch gefasst. Den Hauptfokus bilden Verarbeitungsprozesse von Gesichtsreizen, die nicht länger als 200 ms dargeboten werden.

Die wissenschaftliche Beschäftigung mit Phänomenen der Gesichtsverarbeitung ist deswegen von so herausragender Bedeutung, da Gesichter eine außerordentliche Bedeutung für das alltägliche soziale Leben besitzen. Es ist nicht nur von hoher Wichtigkeit, Gesichter zielgenau und ökonomisch zu identifizieren und semantisch einzuordnen, ebenso wichtig ist es, emotionale Zustände, physische Veränderungen und Auffälligkeiten möglichst schnell und akkurat zu erkennen und zu interpretieren.

Die Verwendung sehr kurzer Präsentationszeiten in den vorliegenden Experimenten hat zwei Vorteile. Zum einen ist die Wahrscheinlichkeit sehr gering, dass während eines kurzen Zeitfensters von 200 ms bereits Augensakkaden auftreten. Zum anderen, sind Wahrnehmungsleistungen innerhalb dieser gewählten Zeitspanne weniger kognitiv penetabel als bei längerer Darbietung. Dadurch wird der zugrundeliegende Wahrnehmungsprozess relativ wenig von höheren kognitiven Prozessen oder Lösungsstrategien überlagert.

Der erste Teil der Arbeit beschäftigt sich mit den theoretischen als auch empirischen Grundlagen der internationalen Gesichtsforschung. Ziel dabei ist, dem Leser den aktuellen Stand der Forschung über Gesichtsverarbeitung zu vermitteln und ihm verschiedene Prozessmodelle der Gesichtsverarbeitung vorzustellen.

Auf diesem Grundlagenwissen aufbauend, werden im zweiten Teil der Arbeit eigene empirische Untersuchungen vorgestellt, die sich mit verschiedenen Aspekten der frühen Gesichtserkennung beschäftigen. Im besonderen werden unterschiedliche Prozessmodelle gegeneinander getestet und darauf aufbauend neue Experimentalanordnungen entwickelt, um spezifische Effekte weitergehend untersuchen zu können.

Im empirischen Teil dieser Arbeit liegt das Hauptaugenmerk auf der *Verarbeitung* von Gesichtern. In insgesamt sechs Experimenten (Exp.1, 2, 3a, 3b, 4, 5) und mehreren Vor- und Nachstudien (Pre-Study 1a, 1b, 2, Post-Study 1) wurde untersucht, welche Informationen in einem Gesicht in welcher zeitlichen Abfolge verarbeitet werden können und wie diese Verarbeitungen einzelner Strukturen miteinander in Beziehung stehen.

Die Experimente lassen sich in zwei Hauptgruppen gliedern. In der ersten Gruppe wurden als Stimulusmaterial artifizielle Gesichter verwendet, die den Versuchspersonen prä-experimentell nicht bekannt gewesen waren. Das verwendete Stimulusmaterial wurde systematisch aus einzelnen Teilen von natürlichen Gesichtern hergestellt. Die Auswahl dieser Gesichtsmarkmale (Augen-, Nasen- und Mundbereich) erfolgte aufgrund ihrer eingeschätzten Auffälligkeit (*distinctiveness*), welche in einer separaten Vorstudie erhoben worden war (Pre-Study 1a). Mit Hilfe der Auffälligkeitsbewertungen wurden zwei disjunkte Mengen für jedes Gesichtsmerkmal erstellt, wobei in der einen Menge jeweils niedrig-auffällige Merkmale und in der anderen Menge hoch-auffällige Merkmale enthalten waren. Die klassifizierten Merkmale wurden mit Hilfe eines Bildbearbeitungsprogramms systematisch in bereits vorhandene natürliche Gesichter (Basisgesichter) eingesetzt. Um den Einfluss von verschiedenen Gesichtsbereichen mit unterschiedlichen Auffälligkeitsstufen auf die Gesichtserkennung untersuchen zu können, wurde in jedes Basisgesicht entweder ein neuer (A)ugen-, (M)und- oder (N)asenbereich, bzw. eine Kombination dieser Merkmale eingepasst (A, N, M, AN, AM, NM, ANM). Diese Merkmalssubstituierung erfolgte mit niedrigauffälligen und hochauffälligen Merkmalen. Zusätzlich zu dieser „lokalen“ Manipulationsvariante, in der ausschließlich lokale Merkmale ausgetauscht worden waren, wurden „konfigurale“ Manipulationen durchgeführt. Diese wurden durch die räumliche Verschiebung von Komponenten realisiert.

In einer zweiten Vorstudie (Pre-Study 2) sollten diese artifiziellen Gesichter wiederum hinsichtlich ihrer Auffälligkeit eingeschätzt werden. Die Auffälligkeit wurde prä-experimentell erhoben, da sie einen wesentlichen Prädiktor für die Erkennensleistung und die Geschwindigkeit von Verarbeitungsprozessen eines Gesichts darstellt. Zusätzlich schätzten die Versuchs-

personen alle künstlichen Gesichter hinsichtlich ihrer Attraktivität und ihre Alltagsplausibilität ein. Beide Maße dienten dazu, abzuschätzen, ob die vorgenommenen Manipulationen tatsächlich noch als natürliche Gesichter wahrgenommen oder bereits als manipuliert interpretiert wurden. Vor allem konfigural veränderte Gesichter, deren Merkmale stark (hoch-auffällig) verschoben worden waren, erwiesen sich als weniger attraktiv und weniger plausibel. Veränderungen an den Augen wurden unabhängig von der Klasse der Veränderungen (konfigural vs. lokal) als am auffälligsten empfunden. Insgesamt wurden konfigurale und lokale Veränderungen als gleich auffällig eingeschätzt.

Experiment 1 untersuchte die Verarbeitung der manipulierten Gesichter mit einem Unterscheidserkennungs-Paradigma (*change-detection*) mit limitierter Darbietung. Versuchspersonen mussten in einer seriellen Vergleichsaufgabe (*matching task*) entscheiden, ob ein erstgezeigtes Basisgesicht und ein darauffolgendes Zielgesicht gleich oder unterschiedlich waren. Die Darbietungszeiten der Zielreize waren auf 32-94 ms limitiert und wurden von einem direkt anschließend gezeigten Zufallsmuster maskiert. Die Versuchspersonen waren aufgefordert, die gestellte Aufgabe möglichst schnell und dennoch akkurat zu bearbeiten.

Wie erwartet zeigte sich, dass Reaktionen auf hoch-saliente Gesichter gegenüber niedrig-salienten schneller und akkurater ausfielen. Außerdem wurden lokale Veränderungen bereits bei kürzerer Darbietungszeit als konfigurale Manipulationen erkannt, obwohl beide Klassen sich in Hinblick auf die eingeschätzte Auffälligkeit in Pre-Study 2 nicht unterschieden hatten. Es ergab sich außerdem eine charakteristische Abfolge einzelner Merkmale. Lokale Austauschungen des Augen- und Mundbereichs wurden bereits bei einer Darbietungszeit von 32 ms relativ gut detektiert, lokale Veränderungen an der Nase dagegen benötigten mindestens eine Darbietung von 84 ms. Konfigurale Veränderungen wurden erst ab einer Mindestdarbietungszeit von 53 ms erkannt, und konfigural veränderte Nasen wurden überhaupt nur im gewählten Zeitrahmen erkannt, wenn sie hoch-salient waren.

Zusätzlich zu den frühestmöglichen Zeitpunkten, zu denen einzelne Merkmalsveränderungen erkannt worden waren, wurden spezifische Prozessmodelle auf ihre Validität überprüft. Dazu wurden die Erkennungsraten zu allen Darbietungszeiten in einem integrierenden Maß zusammengefasst. Dieser sogenannte ‚WOM‘-Wert gewichtet frühe Erkennungsleistungen, d.h. Erkennungsraten bei kürzeren Darbietungszeiten stärker als Erkennungsraten bei längeren Darbietungszeiten. Dadurch erhält man ein Maß, welches nicht nur die reine Erkennungsleistung erfasst, sondern zusätzlich einen Hinweis darauf gibt, *wann* diese geleistet wurde. Mit Hilfe

von *WOM*-Werten für die einzelnen Merkmale und Merkmalskombinationen ließen sich spezifische Prozessabläufe untersuchen.

Es wurden vier verschiedene Prozessmodelle gegeneinander getestet, von denen zwei Modelle eine serielle Verarbeitungsstruktur und zwei andere Modelle eine parallele Struktur postulieren. Es zeigte sich, dass die *WOM*-Daten für lokale Veränderungen in allen vorhergesagten Relationen der Merkmale auf ein streng serielles Verarbeitungsmodell passten. Demnach werden in einem Gesicht mit lokalen Veränderungen zuerst die Augen, dann der Mund und schließlich die Nase verarbeitet ($A \rightarrow M \rightarrow N$). Dies widerspricht einer einfachen mentalen Abtast-Strategie (*scanning-strategy*), die z.B. von oben nach unten verarbeiten würde.

Demgegenüber erklärt ein paralleles Modell am besten die Erkennungsraten konfigural veränderter Gesichter. Dieses Modell sieht zwar ebenfalls eine prioritäre Erkennung der Augen vor, jedoch wird angenommen, dass die weitere Verarbeitung der Augen *parallel* zur Erkennung des Mund- und Nasenbereichs verläuft. Zusätzliche Auswertungen von Reaktionszeiten konnten die in Hinblick auf die *WOM*-Daten passenden Modelle ebenfalls validieren. Um Bodeneffekte in den Erkennungsraten auszuschließen, wurden die Modellannahmen nochmals mit einer Teilmenge des Datenmaterials getestet, welche ausschließlich hoch-saliente Manipulationen enthielt. Die *WOM*-Daten hoch-salienter Gesichter ergaben wiederum die gleichen Anpassungen an die Prozessmodelle. Dies kann ebenfalls als weitere Validierung der gefundenen Prozessmodelle gewertet werden.

Von diesem strikt seriellen Verarbeitungsschema $A \rightarrow M \rightarrow N$ für lokal veränderte Gesichter wichen nur wenige Versuchspersonen ab. Eine Analyse des Gesichtsmaterials deckte einen Fehler bei der Herstellung des lokalen Stimulusmaterials für ein einzelnes Gesicht auf. Bei der hoch-salienten Gesichtsvariante war fälschlicherweise ein stark rotgeschminkter Mund eingesetzt worden, obwohl die Vorgaben für die Herstellung von Gesichtern ausdrücklich gesichtsfremde, extrem auffällige Attribute ausgeschlossen hatten. Bei Versuchspersonen, denen jenes Gesicht präsentiert wurde, konnte eine Veränderung der oben berichteten seriellen Reihenfolge beobachtet werden. Statt $A \rightarrow M \rightarrow N$ wiesen jene Versuchspersonen die Sequenz der Merkmale $M \rightarrow A \rightarrow N$ auf. Diese Veränderung der Sequenz durch einen besonders auffälligen Reiz lässt darauf schließen, dass die Verarbeitungsfolge lokaler Merkmale penetrabel ist. Hoch-saliente Reize scheinen prioritär verarbeitet zu werden. Zusätzlich ließen sich Hinweise auf kognitive Penetrabilität im Verarbeitungsmuster einer speziellen Vp finden. Die Verarbeitung lokal veränderte Gesichter startete bei dieser Vp stets im Mundbereich, wobei die Vp in einem

einem post-experimentellen Interview angab, vor jedem Durchgang ihren Blick auf den Mund fixiert zu haben.

Das Hauptergebnis von Experiment 1, einer Priorität der Verarbeitung von lokalen Veränderungen gegenüber konfiguralen, wird intensiv diskutiert und auf mögliche prä-experimentelle Unterschiede untersucht. Zwar hatte Vorstudie 2 gezeigt, dass sich die Auffälligkeit von ganzheitlich dargebotenen konfiguralen und lokalen Gesichtern nicht unterscheidet, es gilt jedoch zu bezweifeln, ob die Bewertung von ganzen Gesichtern tatsächlich eine valide Aussage über die Auffälligkeit von subliminal dargebotenen Gesichtern zulässt. Es wäre denkbar, dass bei einer entsprechend kurzen Darbietung nicht die Auffälligkeit des *gesamten* Gesichts entscheidend für die Aufmerksamkeitslenkung ist, sondern eher die relevanten, veränderten Gesichtsteile. Deshalb wurde in einer post-experimentellen Studie zusätzlich die Auffälligkeit von *Gesichtsausschnitten* der verwendeten Bilder erhoben (Post-Study 1). Es zeigte sich, dass hoch-saliente konfigurale Manipulationen wesentlich weniger auffällig beurteilt wurden, wenn sie als Ausschnitt präsentiert worden waren. Dies wäre eine mögliche Erklärung für eine spätere Verarbeitung und weniger akkurate Erkennung konfiguraler Merkmale.

Die Erkennungsraten für veränderte Nasenbereiche innerhalb der vorgegebenen Darbietungszeit von maximal 94 ms (Experiment 1) waren äußerst gering. Dies kann im wesentlichen zwei Gründe haben. Zum einen könnten die spezifischen Veränderungen, die an der Nase vorgenommen wurden, überhaupt nicht erkannt werden, da sie zu schwach ausgefallen waren. Zum anderen könnten prozesstheoretisch Nasen erst nach längeren Darbietungszeiten verarbeitet werden.

Um dies zu testen, wurde in Experiment 2 die grundsätzliche Versuchsdurchführung von Experiment 1 repliziert, als Präsentationszeiten wurden nun jedoch längere Zeiten gewählt (200 ms und 400 ms). Es zeigte sich, dass nach 400 ms sowohl lokal als auch konfigural veränderte Nasen erkannt werden konnten, allerdings nur, wenn diese in hoch-salienter Weise manipuliert worden waren.

In einer zweiten Experimentalreihe wurde das Verhältnis von lokaler Merkmalsverarbeitung und der Erkennung globaler Strukturen untersucht. Dazu wurden sehr vertraute Gesichter von Film- und TV-Stars verwendet, um eine schnelle Erkennung ohne vorausgehende Lernphase zu ermöglichen. Die Gesichter wurden entweder unmanipuliert oder als sogenannte „Thatcher-Gesichter“ gezeigt.

Bei Thatcher-Gesichtern wird der Augen- und Mundbereich jeweils um 180° gedreht und wieder an seine ursprüngliche Position eingesetzt. Dreht man diese manipulierten Gesichter wiederum komplett um 180° , so ergibt sich ein interessanter Wahrnehmungseffekt. Die im aufrechten Zustand augenfälligen Manipulationen werden nun nicht mehr wahrgenommen. Der Thatcher-Effekt (siehe Thompson, 1980) wurde ausgenutzt, um eine spezielle Hypothese hinsichtlich lokaler Merkmalserkennung zu überprüfen. Dazu wurden die Reaktionszeiten, die für die Erkennung eines Thatcher-Gesichts und eines normalen invertierten Gesichts nötig sind, verglichen. Bei Thatcher-Gesichtern sind sowohl der Augen- als auch der Mundbereich bereits in einer für die menschliche Gesichtswahrnehmung gewohnten Ausgangsposition zu sehen. Dagegen befinden sich in invertierten normalen Gesichtern diese Bereiche in einer 180° gedrehten Stellung. Die sogenannte *mentale Rotationshypothese* (Shepard & Metzler, 1971) geht davon aus, dass die Verarbeitung eines Objekts umso mehr Zeit benötigt je weiter dieses von seiner Ausgangsorientierung entfernt ist. Sollten frühe lokale Erkennungsprozesse von Vorteil für die Verarbeitung von Gesichtern sein, so müssten daher Thatcher-Gesichter schneller als normale invertierte Gesichter verarbeitet werden können.

Diese Hypothese eines schneller verarbeiteten Thatcher-Gesichts bestätigte sich tatsächlich, wenn der Reiz nur für 26 ms dargeboten wurde (Experiment 3a). Präsentierte man die Gesichtsrize für 200 ms, so veränderte sich dieser Vorteil zu einem Reaktionszeit-*Nachteil*, d.h. bei längerer Darbietungszeit wurden Originalgesichter schneller verarbeitet als entsprechende Thatcher-Gesichter. Dies lässt darauf schließen, dass bei sehr kurzer Darbietung vor allem *lokale* Reize vorteilhaft für die weitere Verarbeitung sind. Dieser Vorteil entwickelt sich jedoch bei längerer Darbietung zu einem Nachteil, da nun eher holistische Prozesse eine wesentliche Rolle spielen. Bei längerer Darbietungszeit scheinen lokale Prozesse für das Identifizieren von Gesichtern nicht mehr so wichtig zu sein. Vielmehr werden nun ganzheitliche Gesicht-Erkennungsstrategien verwendet.

In einem Kontrollexperiment (Experiment 3b) wurden zusätzlich aufrechte Gesichter verwendet. Bei sonst gleichem Versuchsablauf zeigte sich nun bereits nach 26 ms eine hohe Sensibilität der Versuchspersonen für Thatcher-Gesichter. Im Gegensatz zu Experiment 3a, in welchem die Vp originale Gesichter nicht von Thatcher-Gesichtern unterscheiden konnten, war dies bei aufrechten Gesichtern sehr leicht möglich. Schon nach 26 ms wurden die starken Veränderungen an einem Thatcher-Gesicht wahrgenommen. Aufgrund dieser kurzen Darbietungszeit kann man höhere kognitive Prozesse für die Erkennung ausschließen.

In Experiment 3a wurde ein Zufallspunktemuster als visuelle Maskierung benutzt. Es ist fraglich, ob eine derartige Maske geeignet ist, ein Gesichtszug effektiv aus dem ikonischen Gedächtnis zu löschen. Deshalb wurde für Experiment 4 eine alternative Maskierung verwendet. Diese bestand aus einer Überlagerung von allen verwendeten Gesichtsbildern, die zusätzlich durch einen Gauss'schen Weichzeichner verfremdet wurde. Es zeigte sich, dass diese Maske in der Tat effektiver in Bezug auf Löschung des ikonischen Speichers war. Für die kurze Darbietungszeit von 26 ms konnte kein Unterschied mehr zwischen den Reaktionszeiten für Originalgesichter und Thatcher-Gesichter festgestellt werden. Die höhere Effektivität der Maske machte sich dadurch bemerkbar, dass die gewählten *Darbietungszeiten* sich in kürzeren psychologisch relevanten *Inspektionszeiten* auswirkten. Konkret zeigte sich dies in einer Verschiebung des Thatcher-Vorteileffekts. Dieser trat nun nicht mehr bei einer Darbietungszeit von 26 ms, sondern erst bei einer Darbietungszeit von 200 ms auf. Dieser Vorteilseffekt konnte allerdings nur als Trend nachgewiesen werden.

Für Experiment 5 wurde die gewählte Frageform für die Experimentalaufgabe verändert und die ursprüngliche visuelle Maske verwendet. In der veränderten Frageform wurde nicht mehr explizit auf möglicherweise veränderte Gesichter rekurriert. Die Versuchspersonen sollten die Gesichter lediglich danach beurteilen, ob sie mit der Person, nach der zuvor gefragt worden war, übereinstimmten oder nicht. Wiederum zeigte sich ein Thatcher-Vorteileffekt, der vergleichbar groß wie in Experiment 3a ausfiel. Der Reaktionszeitvorteil kann daher als robust angesehen werden.

Zusätzlich wurden in Experiment 4 und Experiment 5 weitere Darbietungsbedingungen verwendet. Beispielsweise wurden nur die inneren Teile der Gesichter in Form eines Ovals präsentiert. Diese Bedingung prüfte, ob der Vorteilseffekt durch Reduzieren von globalen Anhaltspunkten weiter vergrößert werden kann. In Experiment 4 zeigten sich zu niedrige Erkennungsraten, daher konnte diese Hypothese nicht getestet werden. Für Experiment 5 ergab sich in dieser Bedingung tatsächlich ein starker Trend für einen größeren Reaktionszeitvorteil für Gesichtszüge, bei denen lediglich die inneren Bereiche gezeigt wurden, gegenüber ganzheitlich dargebotenen Gesichtern.

In einer weiteren Bedingung wurden nur die äußeren Konturen der Gesichter gezeigt. Für diese Bedingung konnten sehr schnelle Reaktionszeiten und eine hohe Erkennungsquote ermittelt werden. Globale Reize scheinen daher sehr wichtig für die Erkennung von einfachen und kurz dargebotenen Gesichtszügen zu sein.

Der gefundene Thatcher-Vorteilseffekt lässt sich durch die Theorie der mentalen Rotation begründen. Diese theoretische Begründung wurde in einer zusätzlichen Bedingung auf Plausibilität geprüft. In dieser wurden um 45° gedrehte Reize dargeboten (ausgehend von der in Experiment 4 und Experiment 5 invertierten Ausgangsposition). Es zeigte sich, dass der Thatcher-Vorteilseffekt hypothesenkonform verschwand. In einer um 45° gedrehten Position besitzen Thatcher-Gesichter weniger Vorteile hinsichtlich lokaler Merkmalerkennung. Zusätzlich müssen die Merkmale der Originalgesichter nicht mehr aus der vollen Inversionsposition mental gedreht werden, was ihnen einen relativen Reaktionszeitvorteil gegenüber der Inversionsbedingung zukommen lässt. Beide Effekte zusammen verkleinern den Thatcher-Vorteilseffekt.

Die Gesamtheit der Ergebnisse lassen neue Schlussfolgerung auf die frühe Verarbeitung von Gesichtern zu. Zusätzlich werden unterschiedliche Anteile spezifischer Gesichtserkennungsstrategien zu verschiedenen Prozesszeitpunkten erkennbar.

Declaration

I declare that the presented thesis *Early processing in the recognition of faces* is my own work and that it has not been submitted to any other university for any degree or examination.

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Arbeit *Early processing in the recognition of faces* (*Frühe Prozesse der Gesichtsverarbeitung*) selbständig von mir verfasst wurde und bisher weder im ganzen noch in Teilen in dieser Fakultät oder einer anderen akademische Institution eingereicht worden ist.

Claus-Christian Carbon