

Aus dem Institut für Humangenetik  
Der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster  
– Direktor: Univ. Prof. Dr. med Peter Wieacker–

**Evaluation eines Fragebogens zum Populationscreening auf  
hereditäre Prosopagnosie**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur  
Erlangung des doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät der  
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

Melissa Stieffermann, geb. Bauch

aus Essen

2013

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der  
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. h.c. med. Wilhelm Schmitz

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Ingo Kennerknecht
  2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. Patricia Ohrmann
- Tag der mündlichen Prüfung: 30.09.2013

Aus dem Institut für Humangenetik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster  
– Direktor: Univ.Prof. Dr. med. Peter Wieacker–

Referent: Prof.Dr.med Ingo Kennerknecht  
Korreferent: Priv.-Doz. Dr. med. Patricia Ohrmann

## **Zusammenfassung**

### **Evaluation eines Fragebogens zum Populationsscreening auf hereditäre Prosopagnosie**

vorgelegt von Melissa Stiefermann

Die angeborene Prosopagnosie hat eine Prävalenz von über 2%. Diese ist für eine genetisch bedingte Erkrankung hoch. Um ein möglichst großes Kollektiv für weitere Untersuchungen zur Genetik und Pathophysiologie der angeborenen Prosopagnosie zu erhalten, wurde im Institut für Humangenetik Münster ein Fragebogen mit 21 Aussagen entwickelt, um Personen mit Schwierigkeiten bei der Gesichtserkennung zu finden.

Dieser Fragebogen wurde an insgesamt 929 Medizinstudenten, Familienangehörige von Medizinstudenten, Personen, die sich selber im Institut für Humangenetik gemeldet haben, sowie an deren Familienangehörige verteilt. Davon hatten 149 Personen Prosopagnosie. Bei einigen Personen konnte eine Gesichtserkennungsschwäche nicht ausgeschlossen werden.

In dieser Dissertation geht es darum, einen empirisch erstellten Fragebogen statistisch zu testen und herauszufinden, welche der 21 Aussagen einen hohen bzw. geringen Beitrag dazu leisten, Personen mit einer Gesichtserkennungsschwäche zu finden. Der getestete Fragebogen ist bereits sehr diskriminativ in seiner Fähigkeit Personen mit Prosopagnosie und Personen, die keine Prosopagnosie haben voneinander zu unterscheiden.

Von den 21 Aussagen sind 8 Aussagen besonders geeignet Prosopagnostiker von Normalpersonen zu unterscheiden.

In Zukunft soll der getestete Fragebogen an einem unabhängigen Kollektiv reevaluiert werden. Sollte er sich als genauso diskriminativ erweisen, hätte man in Zukunft ein gutes Screeningwerkzeug, um Prosopagnostiker in einer großen Population zu finden.

Tag der mündlichen Prüfung: 30.09.2013

## **ERKLÄRUNG**

Ich gebe hiermit die Erklärung ab, dass ich die Dissertation mit dem Titel:

**Evaluation eines Fragebogens zum Populationscreening auf hereditäre Prosopagnosie**

im Institut für Humangenetik, Westfälische Wilhelmsuniversität Münster,

unter der Anleitung von: Prof. Dr. med. Ingo Kennerknecht

1. selbständig angefertigt,
2. nur unter Benutzung der im Literaturverzeichnis angegebenen Arbeiten angefertigt und sonst kein anderes gedrucktes oder ungedrucktes Material verwendet,
3. keine unerlaubte fremde Hilfe in Anspruch genommen,
4. sie weder in der gegenwärtigen noch in einer anderen Fassung einer in- oder ausländischen Fakultät als Dissertation, Semesterarbeit, Prüfungsarbeit, oder zur Erlangung eines akademischen Grades, vorgelegt habe.

Essen, 21.09.2013

Melissa Stiefermann



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einleitung und Hintergrund</b>	<b>- 1 -</b>
1.1	Gesichtserkennung	- 1 -
1.1.1	Modelle der Gesichtserkennung	- 3 -
1.1.2	Bildgebende Verfahren zur Erforschung der Gesichtserkennung	- 10 -
1.2	Prosopagnosie	- 17 -
1.2.1	Erworbene Prosopagnosie	- 18 -
1.2.1.1	Ausprägung der erworbenen Prosopagnosie	- 19 -
1.2.1.2	Anatomische und funktionelle Besonderheiten der erworbenen Prosopagnosie	- 20 -
1.2.2	Angeborene Prosopagnosie	- 22 -
1.2.2.1	Ausprägung der angeborenen Prosopagnosie	- 23 -
1.2.2.2	Anatomische und funktionelle Besonderheiten der angeborenen Prosopagnosie	- 25 -
1.2.3	EEG-Unterschiede bei angeborener und erworbener Prosopagnosie	- 27 -
1.2.4	Diagnostische Testverfahren	- 28 -
1.3	Fragebogen	- 31 -
1.3.1	Definition	- 31 -
1.3.2	Stichprobe	- 32 -
1.3.3	Einzelne Fragen eines Fragebogens (Items)	- 32 -
1.3.4	Likert-Skala	- 33 -
1.3.5	Item Analyse	- 34 -
1.3.6	Gütekriterien	- 34 -
1.3.7	Anwendungsbereiche	- 35 -
1.3.8	Kritik	- 35 -
<b>2</b>	<b>Fragestellung</b>	<b>- 35 -</b>
<b>3</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>- 37 -</b>
3.1	Materialien	- 37 -
3.2	Methoden	- 38 -
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>- 44 -</b>
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>- 62 -</b>

5.1	Gesichtserkennungsleistung folgt einer Normalverteilung	- 62 -
5.2	Details zur Interpretation der Ergebnisse	- 62 -
5.3	Reduzierte Auswahl der Aussagen des Screeningbogens	- 64 -
5.4	Veränderung des Inhalts der Items	- 66 -
5.5	Entwurf eines veränderten Screeningbogens	- 70 -
5.6	Kritische Betrachtung der Auswertung des Fragebogens	- 72 -
5.7	Zusammenfassende Beurteilung und Ausblick	- 74 -
<b>6</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>- 76 -</b>
<b>7</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>- 77 -</b>
<b>8</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>- 78 -</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>- 79 -</b>
<b>10</b>	<b>Anhang</b>	<b>I</b>
10.1	Fragebogen deutsch, mit Punkteschlüssel	I
10.2	Interviewbogen	II
10.3	Rechenansätze mit den ursprünglichen Exceltabellen	VI
10.4	Vergleichsrechenansätze mit den verschiedenen Excellisten	VII
10.5	Modifizierter Fragebogen (vgl. Tbl.4) mit Punkteschlüssel	IX

# 1 Einleitung und Hintergrund

## 1.1 Gesichtserkennung

Der Begriff „Gesichtserkennung“ ist durch das Substantiv „Gesicht“ (Definition laut Duden: besonders durch Augen, Nase und Mund geprägte Vorderseite des menschlichen Kopfes vom Kinn bis zum Haaransatz) und das Verb „erkennen“ (Definition laut Duden: so deutlich sehen, dass jemand weiß, wen oder was er vor sich hat; aufgrund bestimmter Merkmale ausmachen, identifizieren; Klarheit über jemanden, etwas gewinnen; richtig einschätzen) zusammengesetzt.

Gesichter sind mitunter die informativsten Reize, die wir als Menschen jemals aufnehmen. Sie zeigen Geschlecht, Alter, Rasse, Identität und Stimmungen (Burt & Perrett, 1995; Ekman, 1992; Izard, 1971; Tranel, Damasio & Damasio, 1998). Mit dem als sehr komplex vermuteten Mechanismus, mit dem der Mensch andere Menschen an ihrem Gesicht erkennt, beschäftigt sich die Forschung schon seit längerer Zeit. Sie ist bisher aber noch nicht zu einheitlichen Ergebnissen gelangt.

Gesichtererkennung und Gesichterlernen sind beeinflusst durch emotionalen Ausdruck, Orientierung und Aufmerksamkeit (Aylward et al., 2005; Carbon & Leder, 2006; Carbon et al., 2005; Iidaka et al., 2002, Lueschow et al., 2004).

Es besteht kein Zweifel, dass bereits ein Säugling kurze Zeit nach der Geburt fähig ist, Gesichter zu erkennen (Field et al., 1984; Bushnell, Sai & Mullin, 1989; Walton, Bower & Bower, 1992; Pascalis et al., 1995). DeHaan et al. zeigten 2001, dass 3 Monate alte Babys bereits Gesichter (v.a. der Mutter) erkennen können, einen Monat alte Babys jedoch noch nicht. Es ist bisher noch nicht genau gezeigt worden, wie lange ein Mensch braucht, um sich diese Fähigkeit anzueignen. Mondloch & Maurer haben 2002, 2003 und 2006 herausgefunden, dass es mehrere Jahre dauert, um eine gewisse Expertise in der Gesichtserkennung zu erlangen. In einer Studie aus dem Jahre 2002 haben sie zum Beispiel gezeigt, dass sechsjährige Kinder weniger gut Gesichter erkennen als vierzehnjährige Kinder. Diese sind wiederum schlechter als Erwachsene darin, Urteile über Gesichtspaare bzgl. gleich/verschieden zu machen, die sich nur in der Anordnung von Gesichtsteilen unterscheiden.

Scherf et al. (2007) haben in einer Studie herausgefunden, dass die Unterschiede der Gesichtserkennungsfähigkeit bei Kindern und Erwachsenen zum einen von der sozialen

## **Einleitung und Hintergrund**

---

Erfahrung und dem sozialen Lernen abhängen, zum anderen jedoch auch von der Reifung verschiedener Strukturen im Gehirn, z.B. der „Fusiform Face Area“<sup>1</sup> ( im Folgenden FFA), der occipitalen Gesichtsregion und des oberen Temporalsulcus (im Folgenden STS).

Gesichtserkennung lässt im Alter nach. Thomas et al. (2008) fanden heraus, dass möglicherweise die Veränderung in der strukturellen Verbindung zwischen dem rechten ventralen Temporallappen und dem frontalen Kortex zu den altersbezogenen Schwierigkeiten im Gesichterarbeiten führt.

Es wurde schon früher von Geschlechtsunterschieden in der Gesichtserkennung berichtet (Goldstein & Chance, 1971; Herlitz, Nillson & Bäckmann, 1997, Lewin, Wolgers & Herlitz, 2001). Herlitz und Yonker fanden 2002 heraus, dass Frauen besser Frauengesichter erkennen können als Männer, und zwar unabhängig von ihrer Intelligenz. Männer sind hingegen nicht besser im Erkennen von Männergesichtern als Frauen. Es wird also vermutet, dass Gesichtserkennung bei Frauen unabhängig von verschiedenen grundlegenden kognitiven Prozessen ist.

Rehmann und Herlitz (2005) haben diese Erkenntnisse noch weiter spezifiziert. Sie testeten die Gesichtserkennungsfähigkeit von 101 neunjährigen schwedischen Mädchen und 96 neunjährigen Jungen und fanden heraus, dass Mädchen den Jungen in der Gesichtserkennungsfähigkeit generell überlegen waren, diese Fähigkeit jedoch sowohl von der Geschlechtsbeziehung der betrachteten Gesichter und der betrachtenden Personen abhing als auch von dem Vorwissen über die ethnische Zugehörigkeit des betrachteten Gesichts.

Fisher et al. (2007) haben eine fMRT (funktionelle Magnetresonanztomographie) Studie zum Geschlechtsunterschied der Gesichtserkennung durchgeführt und herausgefunden, dass Frauen und Männer ähnliche Aktivierungsmuster mit nur kleinen geschlechtsspezifischen Unterschieden für neutrale Gesichter zeigen und sagen, dass sie wohl dieselben neuronalen Netzwerke in der Gesichtserkennung benutzen.

Polk et al. fanden 2007 in einer Zwillingsforschungsstudie heraus, dass es eine hohe genetische Komponente bei der kortikalen Antwort auf Gesichter (und Orte) gibt. Sie haben herausgefunden, dass monozygote Zwillinge ähnlicher auf Gesichtsreize reagieren als dizygoten Zwillinge. Gesichtserkennung wird also wohl auch durch die Genetik bestimmt. Diese These

---

<sup>1</sup> Teil des Gyrus fusiformis, der v.a. auf der rechten Seite bei der Erkennung von Gesichtern aktiviert wird.

## Einleitung und Hintergrund

---

unterstützten sowohl McKone und Palermo (2010) als auch Zhu et al. (2010). Hier wird sogar gesagt, dass die ähnliche Fähigkeit Gesichter zu erkennen bei monozygoten Zwillingen tatsächlich an der Vererbung des Gesichterverarbeitens liegt und nicht an der Vererbung anderer für die Gesichtserkennung wichtiger Eigenschaften wie z.B. IQ oder generelle Aufmerksamkeit.

Auch Wilmer et al. sprechen sich 2010 für eine Erbllichkeit der Gesichtserkennung aus.

Russell, Duchaine & Nakayama haben 2009 eine Studie mit 4 Personen durchgeführt, die besonders gut in der Gesichtserkennung waren und nannten sie „super recognizer“. Diese Studie zeigte, dass die Variabilität der Gesichtserkennungsfähigkeit von Menschen größer ist als bisher angenommen.

Rimmele et al. zeigten 2009, dass die intranasale Verabreichung von Oxytocin die Erinnerungsfähigkeit für Gesichter verstärkt.

In einer Studie mit Honigbienen (*Apis mellifera*) wurde bereits herausgefunden, dass diese lernen können, menschliche Gesichter voneinander zu unterscheiden. Dies gilt jedoch nicht für um 180 Grad gedrehte Gesichter (Dyer, Neumeyer & Chittka, 2005).

Auch Schafe wurden elektrophysiologisch untersucht und auf ihre Fähigkeit Schaf- und Menschengesichter zu erkennen und zu unterscheiden. Dabei wurde herausgefunden, dass Schafe sogar noch nach 600 Tagen menschliche Gesichter unterscheiden konnten (Kendrick et al. 2001).

### 1.1.1 Modelle der Gesichtserkennung

Es gibt mehrere Modelle, wie eine Person ein Gesicht erkennt. Das bekannteste Modell geht auf Bruce und Young, 1986, zurück. Demnach spielen beim Erkennen von Gesichtern folgende acht Faktoren eine Rolle:

- ♣ die Ausdrucksanalyse (emotionaler Ausdruck des Gesichts)
- ♣ die Gesichtssprachenanalyse (Sprachverständniserleichterung durch Lippenbeobachtung)
- ♣ das gerichtete visuelle Verarbeiten (Aufmerksamkeit für Details)
- ♣ die Gesichtserkennungseinheiten (für jedes Gesicht werden strukturelle Information gespeichert)

## Einleitung und Hintergrund

---

- ⤴ die Personenidentitätsknoten (liefern zusätzliche Informationen über Person, Beruf, Interessen, Freunde)
- ⤴ die Namensgenerierung (Name ist separat von restlicher Information gespeichert)
- ⤴ die strukturelle Enkodierung (gespeichertes Selbstbild eines Gesichts)
- ⤴ das kognitive System (liefert zusätzliche, allgemeine Informationen, die bei Erkennung helfen können)

Einen Überblick über das Modell von Bruce und Young gibt folgende Grafik: (Abb.1)

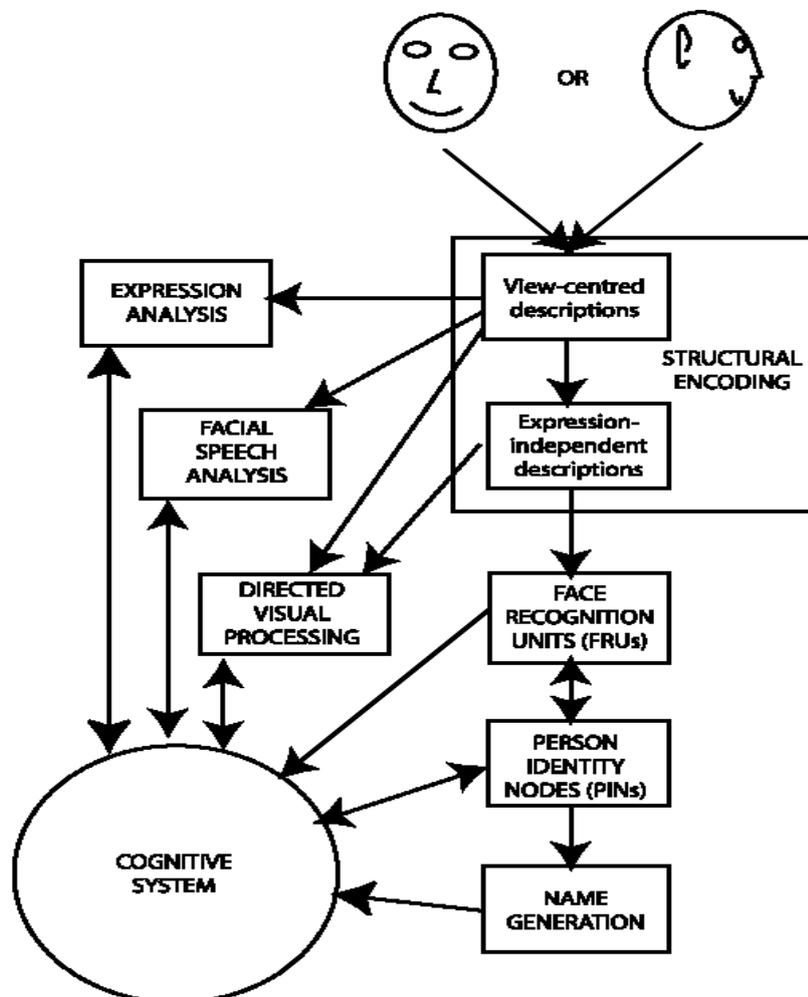


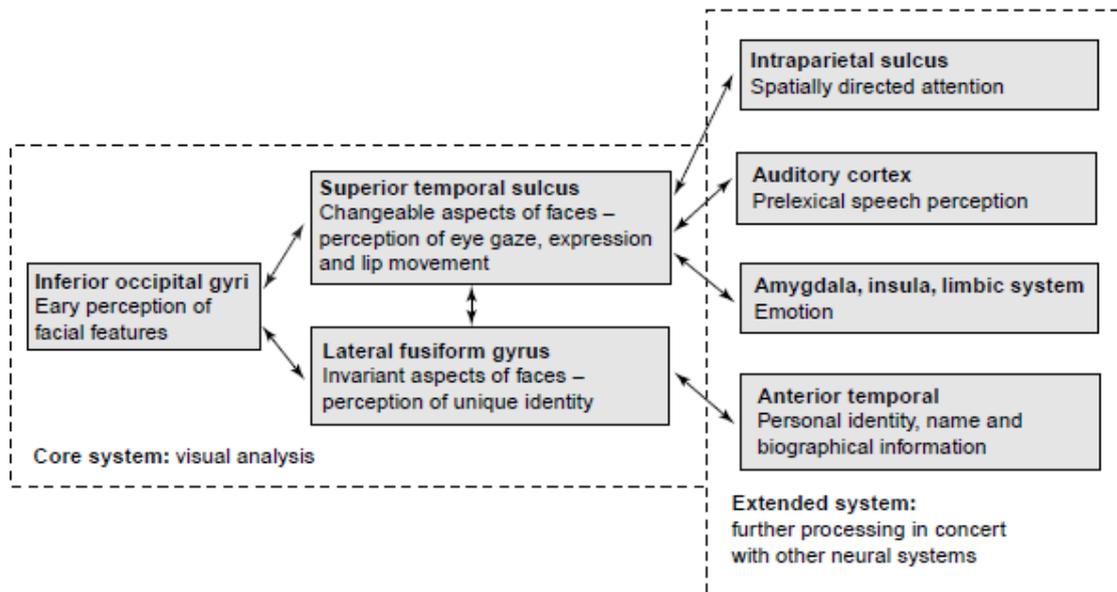
Abbildung 1 - Modell der Gesichtserkennung nach Bruce und Young 1986

## **Einleitung und Hintergrund**

---

Dieses Modell wurde mehrheitlich akzeptiert, jedoch vielfach noch verändert und verfeinert. In einem späteren Modell von Ellis und Lewis (1991) geht man davon aus, dass die bewusste Gesichtserkennung und das Gefühl von Bekanntheit in getrennten Modulen stattfinden. Diese Unabhängigkeit kann man beim Capgras Syndrom feststellen, eine seltene psychische Erkrankung, bei der die Patienten davon überzeugt sind, dass nahe Bekannte und Verwandte durch ähnlich aussehende Personen ersetzt werden. Ellis und Lewis (1991) gehen davon aus, dass beim Capgras Syndrom die bewusste Gesichtserkennung erhalten ist, aber das Gefühl von Bekanntheit fehlt.

Gobbini und Haxby (2000) haben ein Modell zur Gesichtserkennung aufgrund von mehreren fMRT Studien gemacht. Sie stellen unterschiedliche Gehirnregionen funktionellen Gehirnstrukturen gegenüber. Dabei unterscheiden sie zwischen einem Kernsystem und einem erweiterten System. Das Kernsystem enthält das okzipitale Gesichtsareal (im Folgenden OFA = occipital face area) im inferioren Temporallappen, die „Fusiforme Face Area“ im mittleren fusiformen Gyrus und die Gesichtsregion im dorsalen superioren Temporalsulcus. Das Kernsystem erkennt bekannte Gesichter. Das erweiterte System liefert die Informationen zu der gesehenen Person und generiert die emotionale Antwort. Das Modell (vgl. Abb. 2) sagt allerdings nichts über die Hierarchie der einzelnen Einheiten aus.



**Abbildung 2** - Modell der Gesichtserkennung, verändert nach Gobbini und Haxby (2000)

Dieses Modell zeigt ein erweitertes Modell der Gesichtserkennung, links ist das o.g. Kernsystem zu erkennen, in dem bekannte Gesichter erkannt werden; rechts ist das erweiterte System zu sehen, welches Informationen zur gesehenen Person liefert und eine emotionale Antwort generiert.

Das Grundmodell von Bruce und Young (1986) geht davon aus, dass die Erkennung allein des Gesichts und die Erkennung von Emotionen am Gesicht parallel und unabhängig voneinander abläuft. Dies wird durch mehrere Studien mit Prosopagnostikern unterstützt, die zwar das Gesicht nicht wiedererkennen, jedoch die Emotionen auf dem Gesicht sehr wohl deuten konnten (Bruyer et al., 1983; Mattson, Levin & Grafman, 2000; Nunn, Postma & Pearson 2001).

Mehrere Autoren vermuten, dass Gesichter ganzheitlich (holistisch) verarbeitet und als „ein Ganzes“ gespeichert werden (Farah et al., 1995; Farah et al., 1998, Leder & Carbon, 2006). Es werden dort verschiedene Interpretationen einer ganzheitlichen Gesichtsverarbeitung vorgestellt. Die reine Sicht der holistischen Gesichtsverarbeitung sagt aus, dass Gesichter als ganze Matrize repräsentiert werden, ohne dass einzelne Gesichtspartien gezielt gespeichert werden (Tanaka & Farah, 1993).

Richler et al. (2011) vermuten sogar in einer Studie, dass sowohl aufrechte als auch invertierte (um 180 Grad gedrehte) Gesichter ganzheitlich verarbeitet werden und sagen, dass die Inversion (s.u.) generell die Effektivität der Gesichtsverarbeitung stört. Andere Autoren vermuten einen

## **Einleitung und Hintergrund**

---

Unterschied zwischen konfiguraler (wie einzelne Merkmale zueinander angeordnet sind - engl. „configural“) und merkmalsbasierter („engl. „featural“) Information (Bartlett, Searcy & Abdi, 2003; Cabeza & Kato, 2000; Farah et al., 1998, Collishaw, Hole & Schwaninger 2005; Tanaka & Farah, 1993).

Merkmalbasierte Informationen beziehen sich auf feststehende Teile eines Gesichts, wie z.B. Nase, Auge, Mund. Mit konfiguralen Informationen ist die räumliche Beziehung zwischen feststehenden Teilen eines Gesichts gemeint (Diamond & Carey, 1986; Maurer, le Grand & Mondloch, 2002, Collishaw, Hole & Schwaninger 2005). Jeder visuelle Stimulus hat konfigurale und merkmalsbasierte Informationen. Es wurde zunächst vermutet, dass nicht-faziale Objekte vornehmlich in einzelnen Merkmalen verarbeitet werden, also merkmalsbasiert. Charakteristisch für die Gesichtserkennung ist ein konfigurales Verarbeiten, da festgestellt wurde, dass eine Dysfunktion im konfiguralen Verarbeiten sich vor allem in einem Gesichtsverarbeitungsdefizit äußert. (Cabeza & Kato, 2000; Diamond & Carey, 1986, Farah et al., 1998; Tanaka & Farah, 1993). Man nimmt dabei an, dass ein Mensch im Laufe seines Lebens eine hohe Expertise für Gesichter entwickelt (Diamond & Carey, 1986, Mondloch, Geldart, Maurer & LeGrand, 2003). Neuere Studien haben nun jedoch gezeigt, dass die Fähigkeit Erwachsener gleich/verschieden Urteile über fremde Gesichter zu treffen, nicht an ihrer größeren Erfahrung bezüglich des Gesichterlernens liegt, sondern, dass die Unterschiede in der Gesichtsunterscheidungsfähigkeit eher generellen Aspekten der kognitiven Entwicklung zuzuschreiben sind (Mondloch, Maurer, Ahola 2006).

Wenn Gesichter um 180 Grad gedreht sind, kann man eine generelle Beeinträchtigung im Gesichtserkennen feststellen. Dies wird als „face inversion effect“ bezeichnet (Yin, 1969).

Peter Thompson hat diesen Effekt 1980 das erste Mal untersucht. Das Bild der früheren Premierministerin Margaret Thatcher wurde dahingehend bearbeitet, dass die Augen und der Mund um 180 Grad gedreht wurden (s. Abb. 3):



**Abbildung 3** – Face inversion effect, nach Thompson (1980)

Links unten ist ein ursprüngliches Foto von Margaret Thatcher gezeigt, links oben ist dieses Foto um 180 Grad gedreht gezeigt. Rechts unten ist das Foto mit Thatcher Effekt (nur Augen und Mund um 180° gedreht) gezeigt. Es entsteht ein groteskes Bild. Wenn Gesichter einem „Thatcher Effekt“ unterworfen werden und nochmal um 180 Grad gedreht werden, sind Veränderungen schwer zu bemerken (rechtes Bild oben) und das Foto erscheint viel weniger grotesk. Quelle: <http://www.memoriesofdaysgoneby.com/suko/Margaret-Thatcher-Illusion>, vom 13.01.2011

Diesen Thatcher Effekt haben Carbon et al. 2005 und 2007 untersucht. Es lässt sich daraus schließen, dass Mund und Augen bei der Gesichtserkennung eine wichtige Rolle spielen. Deshalb kann man das invertierte Bild (rechts oben) mit nicht-invertiertem Mund und Augen besser erkennen als das Bild mit Thatcher Effekt (nur Augen und Mund um 180° gedreht). Es wird angenommen, dass die Schwierigkeit, Gesichter invertiert zu betrachten an der

## **Einleitung und Hintergrund**

---

konfiguralen Verarbeitung liegt (Leder & Bruce, 2000; Leder & Carbon, 2006, Valentine, 1988).

Farah et al. haben 1995 herausgefunden, dass bei den „inverted faces“ die konfiguralen Signale von Gesichtscharakteristika verändert sind und das akkurate Erkennen und das Gesichtergedächtnis abnimmt. Informationen, die zu individuellen Merkmalen gehören, bleiben immer noch erhalten. Der „face inversion effect“ ist vor allem bei Gesichtern stark vorhanden, jedoch auch bei Objekten/Kategorien, für die Menschen besonders geübt sind.

Dies haben Diamond und Carey (1986) untersucht. Demnach scheint es eine starke und stabile Beziehung zu geben zwischen Übung und konfiguralen Prozessen. Ebenso haben Diamond und Carey 1977 und 1986 Versuche gemacht, in denen sie ihre Theorie untermauert haben, dass es ein Zwei-Komponenten-Modell der Gesichtserkennung geben muss, denn es wurden von Versuchspersonen Gesichter, die richtig herum gesehen wurden, eher durch konfigurale Signale erkannt, umgekehrte Gesichter eher durch eine entgegengesetzte Strategie: Die Versuchspersonen haben die Informationen zur Gesichtserkennung aus spezifischen individuellen Charakteristika eines Gesichts erkannt. Mooney hat sich 1957 mit seiner Forschung mit Mooney Gesichtern<sup>2</sup> ebenfalls für eine konfigurale Gesichtserkennung ausgesprochen. Wenn man die Mooney Gesichter um 180 Grad dreht, kann man sie kaum noch als Gesichter wahrnehmen.

Valentine (1991) schlug vor, dass Gesichter möglicherweise als Vektoren in einem dreidimensionalen Raum gespeichert werden und zwar abhängig von dem Abstand zu einem Durchschnittsgesicht (vgl. Loffler et al., 2005).

Dieses Modell würde auch erklären, warum Menschen einer ethnischen Gruppe die Gesichter von Menschen einer anderen ethnischen Gruppe schlechter erkennen als die ihrer eigenen ethnischen Gruppe. Denn nach Valentine (1991) wird ein Durchschnittsgesicht aus Allen im Gehirn gespeicherten Gesichter gebildet. Die gespeicherten Gesichter der eigenen ethnischen Gruppe liegen eng um das Durchschnittsgesicht herum, die Gesichter anderer ethnischer Gruppen in einem gewissen Abstand gruppiert um das Durchschnittsgesicht herum. Wenn mehr und mehr Gesichter einer anderen ethnischen Gruppe gespeichert werden, verändert sich auch das Durchschnittsgesicht und es macht weniger Schwierigkeiten, Gesichter aus der anderen ethnischen Gruppe zu unterscheiden.

---

<sup>2</sup> wenig Information erhaltene, zweifarbige Bilder von Gesichtern; Mooney, 1957

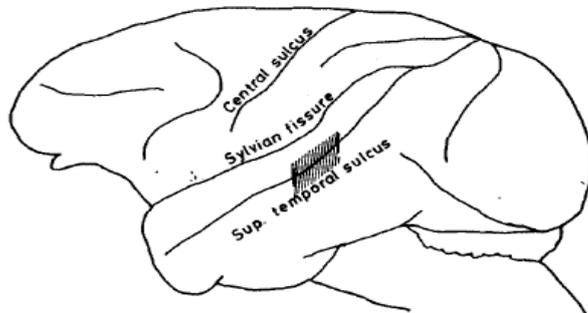
## **Einleitung und Hintergrund**

---

Dakin und Omigie haben 2009 weiterhin erforscht, dass es bei der Unterscheidungsfähigkeit von Gesichtern vor allem auf die Deutlichkeit der Identität des Durchschnittsgebichts ankommt. Sie arbeiteten mit verschiedenen Fotografien von Gesichtern. Sie nutzten Durchschnittsgesichter und bearbeiteten am Computer die Gesichter als Karikaturen. Somit betonten sie bestimmte Eigenheiten der Durchschnittsgesichter und gaben Ihnen eine stärkere Identität. Die Ergebnisse zeigten, dass Probanden am besten Gesichter unterscheiden konnten, wenn diese weder ein Durchschnittsgesicht waren noch einer Karikatur entsprachen.

### 1.1.2 Bildgebende Verfahren zur Erforschung der Gesichtserkennung

Zunächst wurde der Mechanismus der Gesichtserkennung an Affen untersucht. Diese Primaten stehen uns Menschen entwicklungsgeschichtlich am nächsten und schon bei Rhesusaffen wurde herausgefunden, dass diese sowohl Affen- als auch Menschengesichter von anderen Objekten unterscheiden können. Rhesusaffen besitzen also die Fähigkeit zur Gesichtserkennung. Pascalis et al. stellten im Jahr 2000 fest, dass auch Schimpansen die Fähigkeit besitzen, gleiche und verschiedene Gesichter zu erkennen. Perrett, Rolls & Caan haben 1982 Untersuchungen mit Mikroelektroden und Röntgenbildgebung an Rhesusaffen gemacht, bei denen sie im superioren Temporalsulcus gesichtsselektive Neuronen finden konnten. Von 497 untersuchten Zellen im STS gab es eine Subpopulation von mindestens 48 Zellen, die Antworten beim Betrachten von Gesichtern gaben, und zwar zwei bis zehn Mal häufiger als nach anderen Reizen (z.B. akustische Reize). Diese Zellen fanden sich besonders in der linken Hemisphäre, siehe folgende Abb. 4:



**Abbildung 4** – Superiorer Temporalsulcus eines Rhesus Affen

Diese Abbildung zeigt ein Schema eines Rhesusaffengehirns. Markiert ist der STS, in dem die Autoren Perrett, Rolls und Caan gesichtsselektive Neuronen entdeckten. Quelle: Perrett, Rolls & Caan, 1982

Es wurde 2003 von Tsao et al. herausgefunden, dass es verschiedene gesichtsselektive Regionen im Rhesusaffen Kortex gibt, die um den STS herum gelegen sind und dass Menschen und Rhesusaffen im visuellen Objektverarbeiten generell eine ähnliche Gehirnarchitektur aufweisen. 2006 haben Tsao et al. eine gesichtssensitive Region im Rhesusaffen Kortex entdeckt, die im mittleren Temporallappen liegt und die eine höhere Anzahl an gesichtsselektiven Neuronen enthält als zuvor berichtet. Topographisch entspricht sie quasi der gesichtsselektiven Region im Gyrus fusiformis des Menschen (s.u.).

Moeller, Freiwald & Tsao (2008) benutzten elektrische Mikrostimulationen in Rhesusaffen Hirnrinden zusammen mit funktioneller Magnetresonanztomographie (im Folgenden fMRT). Sie stimulierten 4 von den 6 vermuteten gesichtsselektiven Gebieten im Temporallappen der Affen, um zu testen, wie diese Gebiete miteinander verbunden sind. Sie stellten fest, dass es ein starkes und spezifisch verbundenes hierarchisches Netzwerk in diesen Regionen geben muss.

Ebenfalls wurden 2006 von Tsao & Freiwald drei gesichtsspezifische Regionen im Rhesusaffen Kortex im Frontallappen des Rhesusaffen gefunden, eine Region vor allem in der rechten Hemisphäre. Außerdem wurde 2008 von Tsao et al. entdeckt, dass die gesichtsselektiven Neuronen Gesichter sowohl holistisch als auch in Teilen erkennen. Moeller et al. entdeckten in einer Mikrostimulationsstudie 6 gesichtsselektive Regionen im Affenkortex, die bei Stimulation einer einzigen Region alle miteinander verbunden schienen.

## Einleitung und Hintergrund

---

Dass das Gesichterlernen und Gesichterwiedererkennen ein weit vernetztes zerebrales Netzwerk erfordert, haben Ishai, Schmidt und Boesinger 2005 gezeigt. Dieses Netzwerk bilden vor allem der mittlere Temporallappen auf beiden Seiten, der Hippocampus (siehe auch Fried, 1994), die parahippocampalen Gyri, die Amygdala (s. auch Fried, MacDonald & Wilson, 1994), der inferiore frontale Gyrus und der orbitofrontale Cortex.

Diverse fMRT Studien zur Gesichtserkennung beim Menschen zeigten die Aktivierung des fusiformen Gyri (Haxby et al. 1991, Sergent, Ohta & MacDonald, 1992). Außerdem zeigte das fMRT mehr Spezifität in diesen kortikalen Regionen für Gesichter. Der Gyri fusiformis reagiert stärker auf belebte Objekte wie Gesichter, Hände (Kanwisher, MacDermott & Chun, 1997) und Blumen (McCarthy et al. 1997) als auf unbelebte Objekte wie Buchstaben und Muster (Puce et al., 1996) und alltägliche Objekte wie Häuser. Obwohl gesichtsspezifische fMRT Aktivierung im STS und in einem Teil des Okzipitallappens (Okzipitale Gesichtsregion-OFA) feststellen kann, ist die stabilste gesichtsselektive Aktivierung auf der lateralen Seite der fusiformen Face Area (im Folgenden FFA), gefunden worden (Kanwisher, MacDermott & Chun, 1997) (siehe Abb. 5).



**Abbildung 5** - Gesichtssensitive Regionen im fMRT (Grill-Spector et al. (2004) )

Die Abbildung zeigt gesichtsselektive Regionen im Gehirn eines Probanden aus der fMRT Studie von Grill Spector (2004). Gesichtssensitive Regionen (gelb) sind definiert als Regionen, die stärker auf Gesichter antworten als auf Häuser, Autos und neuartige Objekte. Dies stellt sich in einer fMRT Studie als erhöhte Blutoxygenierung (gelb-rot) dar.

Mehrere bildgebende Studien haben vermutet, dass die FFA eine entscheidende Rolle in der menschlichen Gesichtserkennungsfähigkeit spielt (Gauthier et al., 2000; Grill-Spector, Knouf & Kanwisher, 2004; Haxby, Hoffmann & Gobbini, 2000; Kanwisher, MacDermott & Chun, 1997; Loffler et al., 2005; Rothstein et al., 2005). Auch Dricot et al. haben 2008 in einer fMRT-Studie herausgefunden, dass die FFA und die OFA wahrscheinlich primär wichtig für die Funktion der Gesichtserkennung sind.

Die Aktivität in der FFA zeigt, dass Reize als Gesichter erkannt werden: Die FFA zeigt in der fMRT einen erhöhten Blutfluss als Antwort auf eine breite Auswahl von Gesichtsreizen: frontale und seitliche Aufnahmen von Gesichtern (Tong et al., 2000), Strichzeichnungen von Gesichtern, (Spiridon & Kanwisher, 2002) und Tiergesichtern (Tong et al., 2000).

Für bistabile Stimuli<sup>3</sup> wie z.B. die illusorische Gesichtsvase oder für binokular rivalisierende Reize, bei denen dem einen Auge ein Gesicht präsentiert wird und dem anderen Auge ein nicht faziales Objekt, ist es so, dass die FFA stärker antwortet, wenn die Versuchspersonen ein Gesicht erkennen als wenn sie kein Gesicht erkennen, auch wenn die retinale Stimulation unverändert ist (Andrews et al., 2002, Hasson et al., 2001).

Obwohl die FFA die stärkste Aktivierung im fMRT durch erhöhte Blutoxygenierung beim Erkennen von Gesichtern zeigt, antwortet sie auch auf andere Objekte. Um dies zu zeigen, haben Gauthier & Tarr 1997 künstliche Objekte geformt, sogenannte „Greebles“. Ein Greeble ist ein meistens durch Computergrafik sorgfältig konzipiertes, dreidimensional erscheinendes Objekt. Es besteht aus 3 Ebenen: Ein obere, mittlere und untere Ebene, die Auge, Nase und Mund repräsentieren. Man braucht alle diese 3 Merkmale, um ein Gesicht holistisch zu erkennen. Ein Greeble stellt z.B. ein in seinen Merkmalen eingeschränktes, gesichtsähnliches Objekt dar, z.B. sind nur weniger erkennbare Gesichtsattribute vorhanden, doch in einer gemeinsamen Grundanordnung (Auge, Nase, Mund). Das macht es schwierig, ein Greeble anhand eines Merkmals zuzuordnen. Genau dieser Umstand soll die Probanden bei kognitionspsychologischen Experimenten dazu bringen, alle Eigenschaften eines Greebles in Beziehung zueinander wahrzunehmen und für eine mögliche Gruppenzuordnung zu verwenden. Greebles werden also – wie auch reale Gesichter – konfigural zueinander wahrgenommen.

---

<sup>3</sup> Ein bistabiler Stimulus tritt auf, wenn die sensorische Information zweideutig ist und eine betrachtende Person spontan zwischen zwei möglichen Interpretationen hin- und herwechselt.

## **Einleitung und Hintergrund**

---

Ähnlich aussehende Greebles formen eine Familie. Mit diesem Konzept versuchten Gauthier et al. (1997, 2000) die Idee zu verteidigen, dass die FFA nicht allein für die Gesichtserkennung zuständig ist, sondern dass sie nur einen Teil der Gehirnleistung darstellt, sehr ähnliche Objekte zu unterscheiden, für deren Erkennung und Unterscheidung eine Person genug Erfahrung gesammelt hat (Tarr & Gauthier, 2000). Die Gesichtserkennung wäre also nur ein Teil der Objektklasse Gesichter und wäre gleichzusetzen mit einer Expertise für z.B. Hunde, Vögel oder Autos.

Wenn dies zutreffen würde, müssten Prosopagnostiker auch Schwierigkeiten haben, ähnliche Objekte auseinanderzuhalten. Personen mit Objektagnosie müssten umgekehrt auch unter Prosopagnosie leiden. Duchaine et al. haben aber 2004 gezeigt, dass Prosopagnostiker ein normales visuelles Greeble-Lernen zeigten und auch verschiedene Greebles unterscheiden konnten.

Gauthier et al. untersuchten 2004 einen Patienten, der an einer visuellen Objektagnosie litt, eine normale Gesichtserkennungsfähigkeit hatte, aber Greebles nicht unterscheiden konnte. Dementsprechend behauptet Gauthier, dass Greebles nicht wie Gesichter verarbeitet werden. Carlesimo et al. veröffentlichten 2001 einen Fall eines Patienten, der unter einer erworbenen globalen Objektagnosie litt, aber Gesichter auf einem normalen Niveau lernen und unterscheiden konnte. So müssen also zumindest in gewisser Weise unabhängige neuronale Strukturen für Objekt- und Gesichtserkennung existieren. Haxby hat 2001 eine weitere Hypothese aufgestellt, nach der die Repräsentation von Objekten und Gesichtern im ventralen Temporallappen weit verteilt und überlappend ist.

Es bleibt die Frage, ob das menschliche Gehirn verschiedene Systeme für die Gesichtserkennung und die Klassifikation benutzt. Rothstein et al. (2005) unterstützten diese Vermutung in einer Studie. Ihre Studie legt nahe, dass die occipitale Gesichtsregion (OFA) für die Gesichtserkennung verantwortlich ist und die FFA für die Klassifikation. Rothstein et al. (2005) haben in dieser Studie berühmte Gesichter von Margaret Thatcher und Marilyn Monroe verwendet und sich für eine identitätsbasierte Repräsentation in der FFA ausgesprochen. Daran sollen vor allem Neuronen beteiligt sein, die ein kategorisches Abstimmen für unterschiedliche Individuen zeigen.

Caldara und Seghier fanden 2009 heraus, dass neuronale Berechnungen in der rechten FFA linear symmetrisch sind mit hochkontrastierten Elementen, die am ehesten der physikalischen

## **Einleitung und Hintergrund**

---

Struktur von Gesichtern entsprechen. Möglicherweise nutzt die FFA also geometrische Regelmäßigkeiten, um visuelle Schatten automatisch als Gesichter zu klassifizieren.

Nach dem Modell von Bruce und Young (1986) nimmt das Verarbeiten vom Gesichtsausdruck und der Identität verschiedene Wege. Haxby, Hoffmann & Gobbini (2000) haben dafür eine neuronale Hypothese vorgeschlagen. Die inferioren temporalen Gyri sind demnach in die frühe Verarbeitung von Gesichtsreizen involviert. Dann trennt sich der Weg folgendermaßen: Der eine Teil geht zum STS, der für das Prozessieren von veränderlichen Aspekten im Gesicht verantwortlich ist, wie z.B. Blickrichtung, Blickpunkt, emotionaler Ausdruck und Lippenbewegung. Der andere Weg geht zum lateralen fusiformen Gyrus, der für die Prozessierung der Identität verantwortlich ist.

Kriegstein et al. (2005,2011) konnten zeigen, dass gesichtsselektive Regionen im Gehirn mit Stimmerkennungsarealen verbunden sein müssen, da gesichtsselektive Areale von Stimmen bekannter Personen aktiviert wurden. Dies geschah aber nur, wenn die Sprecher-Erkennung über verbale Inhalte erfolgte. Analysen von fMRT Studien zeigen, dass die FFA mit den stimmensensitiven Arealen vor allem der mittleren und vorderen STS verbunden ist.

In einer Studie von Grelotti, Gauthier & Schultz (2002) über Autismus und Gesichtsverarbeitung wurde herausgefunden, dass die Amygdala sehr wichtig ist, um Objekte emotional zu sehen und auch für die Entwicklung der kortikalen Gesichtsspezialisierung wichtig sein könnte. Die Autoren behaupten allerdings auch, dass diese Gesichtsspezialisierung durch Erfahrung existiert und nicht durch Areale der FFA, da die autistischen Versuchspersonen keine kortikale Spezialisierung für Gesichter aufgewiesen haben, da sie kein soziales Interesse hegen und Gesichter somit nicht „lernen“.

Bouvier und Engel haben 2006 eine Metaanalyse durchgeführt und Fälle von erworbener Prosopagnosie per fMRT untersucht und festgestellt, dass 32 % der Probanden unilateral rechts geschädigt, 65 % beidseits geschädigt und nur 3 % unilateral links geschädigt waren. Das zeigt, dass die Gesichtserkennung bis zum Alter hin vor allem in der rechten Hemisphäre abläuft. Beide Hemisphären sind also generell an der Gesichtserkennung beteiligt, die eine Hemisphäre kann zum Teil Schäden der Anderen kompensieren, jedoch ist die rechte Seite dominant und Schäden dort können zu einem Verlust oder einer Einschränkung der Gesichtserkennungsfähigkeit führen. Gainotti (2007) fand ebenfalls heraus, dass

## **Einleitung und Hintergrund**

---

Gesichtserkennungsdefizite vor allem bei Personen auftreten, die eine Läsion in der rechten Hemisphäre hatten.

Diese Rechtsbetonung bei der Gesichtsverarbeitung ist wahrscheinlich schon seit der Geburt präsent. Dies konnten Tzourio- Mazoyer et al. (2002) in einer Studie mit 2 Monate alten Babys zeigen. Es wurde vor allem der rechte inferiore Temporalgyrus aktiviert.

Interessanterweise wurde in mehreren Studien herausgefunden, dass es bei Personen mit erworbener Prosopagnosie noch eine unbewusste automatische Antwort auf bekannte Gesichter gibt (DeHaan, Bauer & Greve, 1992; Tranel & Damasio, 1985). Deshalb postulierten deHaan, Bauer & Grewe (1992) einen zweiten Erkennungsweg für die unbewusste Erkennung von Gesichtern. Farah, O'Reilly & Vecera (1993) haben eine andere Erklärung dafür geliefert, in der sie eine neuronale Netzwerk-Struktur für die Gesichtserkennung verantwortlich machten. Stone und Valentine hatten 2003 noch eine weitere Erklärung für das Phänomen der automatischen Gesichtserkennung. Sie behaupteten, dass emotionale Präferenz eher als individuelle Erkennung die automatische Gesichtserkennung triggert.

Liu et al. haben 2002 eine Magnetencephalographie (im Folgenden MEG) Studie zum Gesichtsverarbeiten durchgeführt. Dabei fand er eine erste MEG-Antwort 100 ms nach dem präsentierten Gesichtsreiz. Diese Welle wurde M100 genannt. Zuvor wurde allerdings in Studien eine Welle gefunden, die 170 ms nach dem Reiz folgte, nämlich M170 (diese Welle heißt analog auch N170, wenn diese in einer Elektroenzephalographie (im Folgenden EEG) abgeleitet wird). Diese Welle war für Gesichter zweimal so stark wie für nicht faziale Reize, wie z.B. Häuser (Bentin et al., 1996; Sams et al., 1997; Liu et al., 2000). Die M170 Welle war mit der Kategorisierung von Gesichtsreizen und der individuellen Gesichtserkennung verknüpft, die M100 Welle nur mit der Kategorisierung. Liu et al. (2000) postulieren also 2 Schritte der Gesichtserkennung, erst die Kategorisierung und dann die individuelle Erkennung. Neue Studien mit Normalpersonen haben dazu eine N250 Welle über dem inferioren Temporallappen ableiten können, die beim wiederholten Betrachten von Gesichtern auftrat (Tanaka et al., 2006). Balconi und Pozzoli haben 2008 überdies eine N400 Welle gefunden, die beim Betrachten von Gesichtern mit außergewöhnlichen Stimmungsausdrücken auftrat.

Itier und Taylor haben 2004 weitere neuronale Forschung zur M170 Welle durchgeführt und herausgefunden, dass eine der größten Regionen, die bei der M170 antworten, die STS ist und dass eine größere M170-Antwort beim Betrachten von „inverted faces“ entsteht. Diese größere

Antwort entsteht wohl eher durch stärkere Aktivierung der Neuronen der STS, als durch Rekrutierung weiterer Neuronen der STS.

### **1.2 Prosopagnosie**

Prosopagnosie ist ein Begriff, der eine Assimilation ist aus *πρόσωπον* „prosopon“ (deutsch: das Gesicht) und *αγνοσία* „agnosia“ (deutsch: das Nichtkennen). Es heißt in der Literatur: „Prosopagnosie ist die Unfähigkeit, bekannte Personen an ihren Gesichtern zu erkennen.“ (Henke et al., 1998; Sergent & Villemure, 1989; Nunn, Postma & Pearson, 2001) oder: „Ein Defizit, das durch die Unfähigkeit gekennzeichnet ist, bekannte Gesichter zu identifizieren“ (Bentin, Deouell & Soroker, 1999).

Schon im 19. Jahrhundert wurde vereinzelt über die Unfähigkeit, Gesichter zu erkennen, berichtet, z.B. in den Fallstudien von Hughlings-Jackson<sup>4</sup> und Charcot<sup>5</sup>. 1867 berichtete Antonio Quagliano, italienischer Augenarzt, den Fall eines Mannes, der nach einem rechtshemisphärischen Infarkt an einer Prosopagnosie litt, zusammen mit der Unfähigkeit, Gebäude in seiner eigenen Stadt zu erkennen und einer Farbenblindheit (Della Sala & Young, 2003).

Der Begriff der Prosopagnosie als eigenständiges Phänomen wurde aber erst von Bodamer 1947 geprägt. Als Prosop-Agnosie beschrieb Bodamer eine isolierte oder mit anderen andersartigen agnostischen Störungen assoziierte elektive Unfähigkeit, Physiognomien trotz erhaltener Perzeptionsfähigkeit zu erkennen. Zwei Patienten hatten Verletzungen im Occipitalhirn und beide wiesen erhebliche Gesichtsfeldausfälle bei herabgesetzter Sehschärfe (5/15 bzw. 6/12) auf. Weitere Befunde waren Farbsinnstörungen, sowie geringe Objekt- und ausgeprägte Simultan-Agnosien wie z.B. Defizite beim Lesen sowie Schwierigkeiten beim Umsteigen in Zügen und Bussen. Er stützt sich auf die in einem Zeitraum von 2–6 Monaten nach der Verwundung vorgenommenen Untersuchungen. Bodamer beschrieb die o.g. Fälle, einschließlich den Fall eines 24 Jahre alten Mannes, der eine Schusswunde am Kopf erlitt und seine Fähigkeit verlor, seine Freunde, Familie und sogar sein eigenes Gesicht zu erkennen.

---

<sup>4</sup>John Hughlings Jackson (4. März, 1835 - 7. Oktober, 1911) war englischer Neurologe

<sup>5</sup>Jean-Martin Charcot (29. November 1825 – 16. August 1893) war französischer Neurologe und Professor für anatomische Pathologie

Jedoch war er in der Lage, die Gesichter durch andere sensorische Modalitäten wie Gehör- und Tastsinn zu erkennen (Bodamer, 1947).

### 1.2.1 Erworbene Prosopagnosie

Hier wird nun auf die verschiedenen in der Literatur zu findenden Klassifikationen der Prosopagnosie eingegangen. Prosopagnosie wird entweder kongenital (angeboren) oder „developmental“ (entwicklungsbedingt) oder „childhood“ (Kindheits-) Prosopagnosie genannt. (Ariel und Sadeh, 1996; Behrmann und Avidan, 2005; Bentin et al. 1999; De Gelder und Rouw, 2000; Duchaine, 2000; Duchaine et al. 2003; DeHaan, 1999; DeHaan und Campbell, 1991; Hasson et al., 2003; Jones und Tranel, 2001; Kress und Daum, 2003; McConachie, 1976; Nunn et al, 2001; Temple, 1992). Fallberichte zur „developmental“ Prosopagnosie wurden in vielen Studien beschrieben (Newcombe, Mehta & De Haan, 1994; Tranel & Damasio, 1985; Duchaine, 2006). Die 4 Begriffe „congenital“, „developmental“ und „childhood“ und „acquired“ Prosopagnosie wurden zum Teil lose benutzt, ohne die vermeintliche Ätiologie in Betracht zu ziehen.

Eine Prosopagnosie, die durch eine Gehirnverletzung oder durch einen Schlaganfall erworben wird, wird meistens erworbene Prosopagnosie (engl. „acquired“, im Folgenden acquired Prosopagnosie) genannt.

Eine symptomatische Prosopagnosie ist eine Prosopagnosie, die Teil anderer Erkrankungen ist, wie z.B. psychische Erkrankungen, Demenz, entwicklungsbedingte Störungen oder angeborene Sehbehinderungen (Elgar & Campbell, 2001; Geldart et al., 2002; Serra et al., 2003).

Es wird vermutet, dass eine symptomatische Prosopagnosie vor allem mit autistischen Erkrankungen, wie z.B. dem Asperger-Syndrom oder auch dem Capgras-Syndrom (Patienten glauben, nahe Angehörige seien durch identisch aussehende Doppelgänger ersetzt worden) verbunden ist, wie auch mit Sozialstörungen (Sasson, 2006; Schultz, 2005; Teunisse & de Gelder, 2003; Carbon et al., 2007; Barton et al., 2004, Santangelo & Tsatsanis, 2005).

Diese Klassifizierung ist sicherlich nicht vollständig oder wissenschaftlich geprüft und gibt keine wirklichen Hinweise auf die Ätiologie der Prosopagnosie. Sie soll nur eine Hilfe bei der Darstellung der Prosopagnosie in dieser Dissertation darstellen.

### 1.2.1.1 Ausprägung der erworbenen Prosopagnosie

Erworbene Prosopagnosie ist meistens mit wichtigen perzeptuellen Defiziten verbunden (Barton et al., 2004), meistens betrifft dies die Farbwahrnehmung (engl. „central achromatopsia“) (Bouvier & Engel, 2006; Zeki, 1990; Damasio 1980; Meadows, 1974) und die Objektwahrnehmung (Clarke et al., 1997; Damasio, Damasio & vanHoesen 1982).

Meistens haben die Prosopagnostiker also sowohl mit der Objekt-, als auch mit der Gesichtserkennung Probleme. Das Gesichtserkennungsdefizit überwiegt jedoch größtenteils. Der Grad der Einschränkung hängt damit zusammen, wo und wie viel Hirngewebe geschädigt ist, so dass jeder Patient ein spezielles Muster an funktionellen Einschränkungen zeigt. Dass die Prosopagnosie ohne andere funktionelle Defizite vorliegt, ist selten. Es wurden bisher nur sehr wenige Fälle veröffentlicht (De Renzi, 1986; Young, deHaan & Edward, 1993; Kleinschmidt & Cohen, 2006; Rossion et al., 2003).

Yardley et al. führten 2008 eine telefonische Befragungsstudie zu den Einschränkungen von 25 Personen mit erworbener Prosopagnosie durch, die sich selbst gemeldet haben und einen Prosopagnosie-typischen Score im Cambridge Face Memory Test (s.u.) hatten. Alle Prosopagnostiker berichteten von Schwierigkeiten bei der Erkennung von Freunden, Familienangehörigen und Arbeitskollegen. Ferner berichteten sie beim „Nichterkennen bekannter Personen“ über eine Ängstlichkeit, andere Personen damit zu kränken, über ein Peinlichkeitsempfinden und ein Schuldgefühl in solchen Situationen. Viele vermieden soziale Interaktionen und verloren ihr Selbstbewusstsein. Dies führte bei vielen Probanden zu familiären Konflikten, nur einem kleinen Bekanntenkreis und Schwierigkeiten bei der Jobsuche. Viele Prosopagnostiker verlassen sich bei der Betrachtung von Gesichtern vor allem auf die Mundregion. Orban de Xivry et al. betrachteten 2008 in einer Bildbetrachtungs- und Blickfixationsstudie die Gesichtsverarbeitung von Prosopagnostikern genauer, mit dem Ergebnis, dass angeborene Prosopagnostiker zur holistischen Repräsentation eines Gesichtes nicht fähig sind. Sie sagen, dass sich Prosopagnostiker eher auf verschiedene Punkte im Gesicht konzentrieren. Normalpersonen hingegen konzentrieren sich auf einen zentralen Punkt im Gesicht, wie z.B. die Nase. Prosopagnostiker konzentrieren sich wohl eher auf untere Teile des Gesichts, wie z.B. den Mund, da ihnen dieser bei der Identifizierung einer Person helfen kann.

## **Einleitung und Hintergrund**

---

Caldara bestätigte 2005, dass Prosopagnostiker mit erworbener Prosopagnosie eine Einschränkung in der Beurteilungsfähigkeit der Augenregion haben und sich vor allem auf die Mundregion verlassen. Er führte eine Augenfixations-Untersuchung mit einer Prosopagnostikerin durch, in der er ihr und einer Kontrollperson 27 Bilder von Kindergartenkindern zeigte. Bei der Kontrollperson waren die Fixationen jeweils auf einen zentralen Punkt im Gesicht gerichtet, nämlich ein Punkt unterhalb der Augen. Bei der Prosopagnostikerin waren die Fixationen weit verstreut und richteten sich eher jeweils auf den Mund des betrachteten Gesichts.

### 1.2.1.2 Anatomische und funktionelle Besonderheiten der erworbenen Prosopagnosie

Bis in die späten neunziger Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts ging man davon aus, dass Prosopagnosie eine seltene Folge einer zentralnervösen Gehirnschädigung ist, und zwar des rechten Temporallappens, beider Temporallappen oder der rechten occipitotemporalen Verbindung. Es wurde schon seit längerem die Debatte darüber geführt, ob eine Verletzung in beiden Temporallappen oder nur eine Verletzung der rechten Seite zu einer Unfähigkeit der Gesichtserkennung führen kann. (DeRenzi et al.,1994; Meadows,1974).

Da die funktionellen Defizite der Prosopagnostiker meistens sehr unterschiedlich sind, ist es schwierig, die bei der Gesichtserkennung geschädigten Gehirnstrukturen ausfindig zu machen. Bouvier und Engel haben jedoch 2006 eine groß angelegte Metastudie zu diesem Thema durchgeführt und 92 Patientenfälle, die in der Literatur mit erworbener Prosopagnosie beschrieben waren und mit bildgebenden Verfahren untersucht wurden, näher betrachtet. Dabei fanden sie relativ häufig eine Läsion in der OFA, seltener jedoch eine Läsion in der FFA und der STS. Sie fanden jedoch ein Gebiet, das medial der FFA liegt, welches häufig geschädigt war. Möglicherweise konnten sie in der Studie jedoch die FFA nur unvollständig in den verschiedenen Schichten darstellen, daher könnte eine Läsion in der FFA selbst doch häufiger sein als Bouvier und Engel 2006 herausgefunden haben.

Mondloch & Caplan (1983) untersuchten in einer Studie 41 Patienten innerhalb von 7 Tagen nach einem rechtsseitigen Schlaganfall und konnten 19 Personen mit Prosopagnosie ausmachen. Meistens war die Prosopagnosie mit anderen schwerwiegenden Symptomen eines Schlaganfalls wie Lähmungen, Hemineglect und Anosognosie verknüpft. Mondloch & Caplan vermuteten also einen Zusammenhang zwischen einer rechtsseitigen Schädigung des Gehirns und Prosopagnosie. Möglicherweise sind sogar nach einem Schlaganfall mehr Patienten von einer

## **Einleitung und Hintergrund**

---

Prosopagnosie betroffen, als man bisher diagnostizierte, da andere schwerwiegende Defizite die Prosopagnosie überlagern. De Renzi et al. (1994) nehmen ebenfalls eine rechtsseitige Schädigung als Ursache der Prosopagnosie an und zeigen in seiner Studie, dass die meisten Personen mit erworbener Prosopagnosie eine rechtsseitige temporo-occipitale Läsion haben. De Renzi et al. untersuchten 3 Personen mit erworbener Prosopagnosie und bezogen sich auch auf Literaturangaben, in denen 27 Fälle von erworbener Prosopagnosie beschrieben werden, die in der Bildgebung eine rechtsseitige Hemisphärenläsion zeigten, plus 4 Patienten mit chirurgisch nachgewiesener rechtsseitiger Läsion.

Die Theorie mit der rechtsseitigen Läsion als Ursache der Prosopagnosie wurde zuerst von Hécaen und Angelergues 1962 aufgestellt, die festgestellt hatten, dass der Großteil der Patienten mit Prosopagnosie auch einen linksseitigen Gesichtsfelddefekt hatten und die Läsion somit auf der rechten Seite liegen musste.

Es gab jedoch auch Autopsieberichte verstorbener Prosopagnostiker, die zeigten, dass die linke Hemisphäre betroffen war (Damasio, Damasio & vanHoesen, 1982; Meadows, 1974).

Garrido et al. (2009) zeigten in einer Studie mit bildgebenden Verfahren, die Gehirnregionen in 3D abbilden können, dass bei 17 Personen mit erworbener Prosopagnosie ein kleineres Volumen der grauen Substanz im Vergleich zu 18 Normalpersonen gefunden werden kann, vor allem in den gesichtsselektiven Regionen. Schlitz et al. (2006) haben ebenfalls eine fMRT-Studie mit einer Person mit erworbener Prosopagnosie durchgeführt, in der sie testen wollten, ob es anatomische Unterschiede zwischen Personen mit erworbener Prosopagnosie und angeborener Prosopagnosie (s.u.) bei der Entdeckung und Identifikation von Gesichtern gab. Personen mit erworbener Prosopagnosie, die einen Schaden in der rechten Hemisphäre haben, können zwar keine Gesichter mehr identifizieren, dafür aber entdecken. Hier wurde ein Patient mit erworbener Prosopagnosie untersucht, der eine Läsion im inferioren occipitalen Gyrus hatte. Im rechten mittleren fusiformen Gyrus zeigte dieser Patient keine Aktivitätsunterschiede im fMRT, während er identische und unterschiedliche Gesichter betrachtete. Bei Normalpersonen zeigte sich eine stärkere Aktivierung im rechten mittleren Gyrus fusiformis, wenn sie unterschiedliche Gesichter sahen.

### 1.2.2 Angeborene Prosopagnosie

McConachie publizierte 1976 als erste und für lange Zeit einzige Autorin einen Fall von angeborener Prosopagnosie. Sie beschrieb den Fall von AB, einem zwölfjährigen Mädchen, das starke soziale und psychische Probleme hatte und schließlich an einer starken Beeinträchtigung in der Gesichtserkennung litt. Ihre Mutter hatte laut eigenen Angaben ebenfalls Gesichtserkennungsprobleme, diese wurde jedoch nicht näher untersucht. Der beschriebene Fall wurde noch einmal 15 Jahre später von DeHaan & Campbell (1991) untersucht.

Erst 1996 wurde ein zweiter Fall von angeborenen Prosopagnosie von Ariel & Sadeh publiziert. Bis 2001 sind weniger als 10 Fälle von angeborener Prosopagnosie veröffentlicht worden (Behrmann & Avidan, 2005; Galaburda & Duchaine, 2003; Kress & Daum, 2003). Drei dieser Fälle fanden sich innerhalb nur einer Familie (DeHaan & Edward, 1999). Andere Forscher haben ebenfalls weitere betroffene Familienmitglieder in ihren Publikationen erwähnt; sie sind aber selten auf ihre Genetik eingegangen (Behrmann et al., 2005; Bentin, Deoeull & Soroker, 1999; DeHaan, Young & Newcombe, 1991; Duchaine, 2000; Galaburda & Duchaine, 2003; McConachie, 1976, Temple, 1992). In den letzten Jahren ist jedoch die Anzahl der Prosopagnostiker, über die in der Literatur berichtet wird, gestiegen. Duchaine & Nakayama eröffneten eine Website ([www.faceblind.org](http://www.faceblind.org)) zu dem Thema und erhielten innerhalb von 18 Monaten über 150 Anfragen von Personen, die bei sich selbst eine Prosopagnosie vermuteten. Kennerknecht et al. zeigten 2006, dass die angeborene Form der Prosopagnosie ohne Hinweis auf Gehirnverletzungen oder Fehlentwicklungen des ZNS eine Prävalenz von 2,5 % (17 von 689 Medizinstudenten und Oberstufenschülern) aufweist. Dieses angeborene monosymptomatische kognitive Defizit wird am besten als „nicht syndromale“ hereditäre Prosopagnosie beschrieben. In allen 14 Fällen, die von Kennerknecht 2006 weiter untersucht werden konnten, wurden ebenfalls betroffene Familienmitglieder ersten Grades gefunden. Das zeigt, dass die angeborene Form der Prosopagnosie nicht extrem selten, wie bisher angenommen, sondern sehr häufig vorkommt und praktisch immer hereditär ist.

Duchaine und Nakayama (2006) fanden mit einem einfachen visuellen Screeningtest unter 1600 Teilnehmer/-innen ebenfalls eine Prävalenz um 2 %. Ebenso fanden Kennerknecht et al. in einer Studie von 2008 heraus, dass die Prävalenz der angeborenen Prosopagnosie in Hong Kong, China, ähnlich hoch, nämlich bei 1,88 % liegt (10 von 533 Medizinstudenten). Zunächst wurde eine autosomal dominante Vererbung vermutet. In einer Studie von Grueter et al. konnte

## **Einleitung und Hintergrund**

---

2007 an 8 deutschen Familien mit 38 Prosopagnostikern gezeigt werden, dass das Vererbungsmuster mit einem autosomal dominanten Erbgang kompatibel erscheint.

Den genauen Vererbungsmechanismus bzw. ein verantwortliches Gen konnte noch nicht gefunden werden, ist jedoch Gegenstand gegenwärtiger Forschung. Kennerknecht et al. (2011) untersuchten 38 Familien, in der eine oder mehrere Personen eine angeborene Prosopagnosie hatten, und stellten fest, dass bei der angeborenen Prosopagnosie eine phänotypische und genetische Heterogenität vorliegen muss. Am ehesten ist von einem polygenetischen oder multifaktoriellen Erbgang mit epigenetischer Modifikation auszugehen. Wobei, wenn auch sicherlich eher selten, ein klassischer mendelscher Erbgang nicht auszuschließen ist.

### 1.2.2.1 Ausprägung der angeborenen Prosopagnosie

Schmalzl, Palermo und Coltheard (2008) haben das Thema der Vererbung der Prosopagnosie noch einmal von einer anderen Seite beleuchtet: Sie betrachteten die Art der Einschränkungen in der Gesichtserkennung an 4 verschiedenen Prosopagnostikern einer Familie (4–87 Jahre), jeder aus einer anderen Generation. Dabei fiel auf, dass alle eine andere Art bzw. Schwere der Einschränkung der Gesichtserkennungsfähigkeit hatten. Schmalzl, Palermo & Coltheard gehen also davon aus, dass selbst angeborene Prosopagnosie in einer Familie verschiedene Ausprägungen annehmen kann und somit eine phänotypische Heterogenität zeigt. Sie gehen sogar von verschiedenen Subtypen der vererbten Prosopagnosie aus.

Leitsymptom bei Personen mit angeborener Prosopagnosie ist eine Unsicherheit bei der Beurteilung, ob Gesichter dem Prosopagnostiker bekannt vorkommen (Kennerknecht et al., 2006). Deshalb werden von den Prosopagnostikern sowohl bekannte Personen übersehen als auch fremde Personen fälschlicherweise als bekannt beurteilt (Grüter & Grüter, 2007). Personen mit angeborener Prosopagnosie brauchen deutlich länger als eine Normalperson, um ein Gesicht zu erkennen und sich neue Gesichter zu merken. Meistens können sich die betroffenen Personen nicht sicher erinnern wann die Schwierigkeiten in der Gesichtserkennung begonnen haben. Viele Prosopagnostiker empfinden Augenkontakt bei Gesprächen oder sozialen Interaktionen als unnötig.

Prosopagnostiker können ebenfalls Probleme mit der Objekterkennung haben. Dazu machten Behrmann, Marotta & Kimchi 2005 eine Untersuchung mit 5 Probanden mit angeborener

## **Einleitung und Hintergrund**

---

Prosopagnosie und stellten fest, dass alle Probanden Probleme mit der Beurteilung globaler Konfigurationen von einzelnen visuellen Reizen hatten.

Personen mit angeborener Prosopagnosie zeigten einen weniger ausgeprägten Face-Inversion-Effekt als Personen mit erworbener Prosopagnosie (Behrmann et al., 2005; Duchaine et al., 2004). In einer Studie von de Gelder & Rouw wurde im Jahr 2000 sogar herausgefunden, dass Personen mit angeborener Prosopagnosie keinen Inversionseffekt zeigten, wohingegen Normalpersonen diesen zeigten und invertierte Gesichter schlechter erkannten.

Lobmaier et al. untersuchten 2010, ob die Prosopagnosie ein prozess- oder ein gesichtsspezifisches Defizit darstellt. Sie untersuchten 6 Prosopagnostiker mit angeborener Prosopagnosie und 6 Kontrollpersonen mit einem Gesichtserkennungstest und stellten fest, dass angeborene Prosopagnosie ein gesichtsspezifisches Defizit darstellt und dies vor allem für das konfigurale (anordnungsbasierte) Verarbeiten gilt.

Auch Lobmaier et al. sprachen sich 2008 dafür aus, dass Prosopagnostiker mit angeborener Prosopagnosie ein Problem beim konfiguralen Verarbeiten haben; dies gilt jedoch nur für Gesichter, nicht für Objekte. Sie postulierten, dass die rechte Hemisphäre eher auf die holistische und konfigurale Verarbeitung spezialisiert ist und die linke Hemisphäre eher auf die analytische und merkmalsbasierte Verarbeitung.

Grueter et al. führten 2009 mit 53 Prosopagnostikern mit angeborener Prosopagnosie eine Untersuchung zur visuellen mentalen Vorstellungskraft mithilfe des Vividness of Visual Imaging Questionnaire (VVIQ) durch (Marks, 1973). Die Untersuchung ergab, dass Prosopagnostiker mit angeborener Prosopagnosie eine Schwäche im konfiguralen Verarbeiten von Gesichtern haben.

Duchaine et al. legten im Jahr 2000 nahe, dass eine angeborene Prosopagnosie ohne Defizit im konfiguralen Verarbeiten existieren kann. Sie berichteten von einem Patienten B.C., der zwar eine Einschränkung in einigen Teilen der Gesichtserkennung zeigte, jedoch im konfiguralen Verarbeiten über dem „Durchschnitt“ normaler Personen lag.

Bukach et al. (2008) haben mithilfe des Face-Dimensions-Tests eine Untersuchung mit 2 angeborenen Prosopagnostikern durchgeführt. Sie zeigten, dass angeborene Prosopagnostiker keine globale Einschränkung der Gesichtserkennung haben, sondern eine selektive Einschränkung der Erkennung der oberen Gesichtshälfte. In der unteren Gesichtshälfte der

## **Einleitung und Hintergrund**

---

betrachten Gesichter funktionierte sowohl die konfigurale als auch die merkmalsbasierte Verarbeitung, in der oberen Gesichtshälfte jedoch nicht.

Schwarzer et al. fanden 2007 heraus, dass angeborene Prosopagnostiker beim Gesichtserkennen ein feiner streuendes Fixationsmuster zeigten. Das hieße, dass sie eine Schwäche im konfiguralen Verarbeiten haben.

Barton et al. konnten dagegen 2008 auch bei Personen mit erworbener Prosopagnosie ein weit verstreutes Fixationsmuster beim Betrachten von Gesichtern feststellen. Dieses minderte sich jedoch beim Betrachten berühmter Gesichter, die wohl noch im Gesichtsgedächtnis der Prosopagnostiker gespeichert waren.

Stollhoff et al. führten 2011 eine Gesichtserkennungsstudie mit angeborenen Prosopagnostikern und Kontrollpersonen durch und fanden heraus, dass angeborene Prosopagnostiker generell länger brauchen, um ein Gesicht zu erkennen. Nach einer längeren Präsentationszeit erfüllen sie die Aufgaben jedoch genauso gut wie die Kontrollpersonen. Ihnen musste der Gesichtszug lange genug gezeigt werden; wurde er nur kurz gezeigt, so war die Erkennungsleistung schlechter. Auch die Präsentation des Gesichtszuges aus verschiedenen Perspektiven führte zu einer Verschlechterung im Gesichtserkennen. Es zeigt sich also, dass eine schnelle holistische Verarbeitung wichtig für eine normale Gesichtserkennungsfähigkeit ist. Bei angeborenen Prosopagnostikern ist diese eingeschränkt, kann jedoch durch lange Stimuluspräsentation kompensiert werden, so dass mehr informative Einzelheiten aus dem gezeigten Gesicht entnommen und erinnert werden können.

### 1.2.2.2 Anatomische und funktionelle Besonderheiten der angeborenen Prosopagnosie

Bisher ist unklar, welche anatomischen und funktionellen Störungen bei der angeborenen Prosopagnosie vorliegen. Es gibt jedoch einige Forscher, die verschiedene funktionelle und anatomische Beeinträchtigungen gefunden haben. Bentin, Deouell & Soroker (1999) zeigten einen Patienten mit angeborener Prosopagnosie, dessen rechter Temporallappen ungewöhnlich klein war. Kress und Daum konnten 2003 bei ihren Patienten mit angeborener Prosopagnosie keine anatomischen Auffälligkeiten finden. In fMRT-Studien konnten Avidan et al. 2005 ebenfalls keine anatomischen Unterschiede und auch keine Unterschiede in der FFA-Aktivierung von angeborenen Prosopagnostikern und Normalpersonen feststellen. 2007 haben

## **Einleitung und Hintergrund**

---

Behrmann et al. eine bildgebende Studie mit 6 Prosopagnostikern mit angeborener Prosopagnosie durchgeführt und einen kleineren anterioren fusiformen Gyrus bei Prosopagnostikern mit angeborener Prosopagnosie im Vergleich zu Normalpersonen entdeckt. 2008 haben Doherty et al. in einer MEG-Studie gezeigt, dass es eine linkshemisphärische Funktionsstörung bei Prosopagnostikern mit angeborener Prosopagnosie in der Gesichtsprozessierung gibt.

Thomas et al. fanden 2008 heraus, dass eine Strukturunterbrechung der Marklagerstränge im ventralen occipitalen Cortex bei Prosopagnostikern mit angeborener Prosopagnosie wahrscheinlich zu der lebenslangen Unfähigkeit Gesichter zu erkennen führt.

Hasson et al. haben 2003 in einer fMRT-Studie mit einem Prosopagnostiker mit angeborener Prosopagnosie und 12 Normalpersonen keine signifikanten Aktivitäts- und anatomischen Unterschiede feststellen können. Sie vermuten, dass die gesichtsspezifische Aktivierung im ventralen occipitotemporalen Kortex für die normale Gesichtsidentifizierung nicht ausreicht. Es müssen mehrere Regionen im Gehirn beteiligt sein. Marotta, Genovese & Behrmann führten 2001 eine fMRT-Studie mit Prosopagnostikern durch, mit dem Ergebnis, dass Prosopagnostiker mit angeborener Prosopagnosie eine stärkere Aktivierung im hinteren fusiformen Gyrus zeigten. Sie gehen davon aus, dass Prosopagnostiker mit angeborener Prosopagnosie Gesichter stärker merkmalsbasiert verarbeiten und deshalb Neuronen in Regionen wie dem hinteren fusiformen Gyrus rekrutiert werden, die eigentlich nicht hauptsächlich/bevorzugt für die Gesichtsverarbeitung gedacht sind.

Nishimura et al. (2010) vermuteten in einer Studie, dass bei Prosopagnostikern mit angeborener Prosopagnosie die Einschränkung der Gesichtserkennungsfähigkeit an einer Unterbrechung der Verbindung zwischen der normal ausgeprägten FFA und dem anterioren Cortex entsteht.

Dinkelacker et al. (2011) untersuchten in einer groß angelegten fMRT-Studie zur Gesichtserkennung 24 Prosopagnostiker mit angeborener Prosopagnosie und 25 Kontrollpersonen. Dabei wurden Defizite in der visuellen Erkennungsfähigkeit der Prosopagnostiker mit angeborener Prosopagnosie für Gesichter und Gebäude beobachtet, ebenso wie eine Schwäche im Langzeitgedächtnis für diese Reize. Anatomische Analysen zeigten eine verminderte Dichte der grauen Substanz in dem bilateralen lingualen Gyrus, dem rechten mittleren Temporalgyrus und dem dorsolateralen präfrontalen Cortex. Es wurde in der fMRT eine wenig starke Aktivierung der linksseitigen FFA und im dorsolateralen präfrontalen

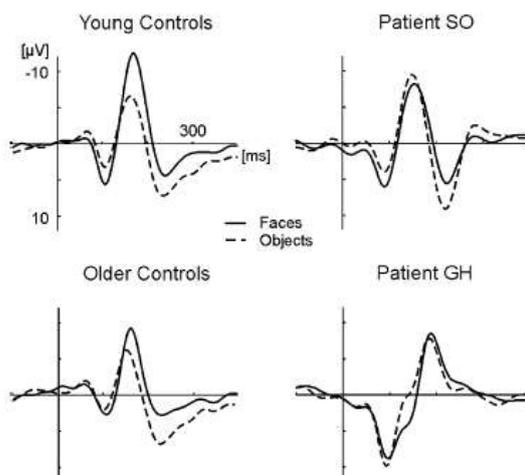
## Einleitung und Hintergrund

---

Cortex festgestellt, eine verstärkte Aktivierung wurde jedoch im linken medialen präfrontalen Kortex sowie im anterioren Gyrus cingulus festgestellt. Dinkelacker et al. gehen bei angeborener Prosopagnosie also am ehesten von einer Dysfunktion des neuronalen Netzwerks sowie von einer anatomischen Unterbrechung der visuellen Verarbeitung im lingualen Gyrus aus.

### 1.2.3 EEG-Unterschiede bei angeborener und erworbener Prosopagnosie

Bentin, Deouell & Soroker konnten 1999 eine veränderte N170-Welle bei Prosopagnostikern mit angeborener Prosopagnosie zeigen. Diese Veränderung der N170-Welle war nicht wie sonst nur bei Betrachtung von Gesichtern, sondern auch bei Betrachtung von Objekten zu beobachten. Kress und Daum konnten 2003 ebenfalls bei 2 Prosopagnostikern mit angeborener Prosopagnosie eine solche anormale N170-Welle zeigen, siehe Abb.6.



**Abbildung 6** - N170- Welle bei Kontrollen und 2 angeborenen Prosopagnostikern (SO und GH)

Die Abbildung zeigt EEG abgeleitete N170 Wellen bei 2 angeborenen Prosopagnostikern sowie 2 Kontrollgruppen nach Präsentation von Gesichtsbildern. Es zeigt sich, dass bei den angeborenen Prosopagnostikern eine abnorm konfigurierte N170 Welle vorliegt. Quelle: Aus Kress & Daum, 2003

De Gutis et al. konnten 2007 in einer Studie mit einem Prosopagnostiker mit erworbener Prosopagnosie zeigen, dass die zuvor anomale N170-Welle nach einem „Gesichtstraining“ normal konfiguriert war. Sie konnten ebenso in einer fMRT-Studie zeigen, dass sich die strukturelle Verbindung von gesichtsselektiven Arealen im Gehirn durch „Gesichtstraining“

verbesserte. Viele nicht gesichtsselektive Regionen erhöhten nach dem Training ebenfalls ihre Aktivität und waren häufiger mit gesichtsselektiven Regionen verbunden. Training verbessert also die Konnektivität der verschiedenen Areale.

Harris, Duchaine & Nakayama führten 2005 eine MEG-Studie mit fünf Prosopagnostikern mit erworbener Prosopagnosie durch, von denen drei eine abnormale M170-Welle zeigten, zwei jedoch eine normale M170-Welle zeigten. Die Unfähigkeit der Gesichtserkennung ist also nicht unbedingt mit einer anormalen M170-Welle verknüpft. Auch Minnebusch et al. haben 2007 vermutet, dass eine Einschränkung in der Gesichtserkennung nicht unbedingt eine veränderte M170-Welle hervorruft. Hier wurde an mehreren Prosopagnostikern mit erworbener Prosopagnosie eine Studie mit ereigniskorrelierten Potentialen durchgeführt.

### 1.2.4 Diagnostische Testverfahren

Es ist momentan noch sehr schwierig, eine validierte Diagnose der Prosopagnosie zu stellen. Es gibt eine Reihe von Tests, die in unterschiedlichen Forschungseinrichtungen genutzt werden und als Test auf Prosopagnosie dienen, auf einige wird im Folgenden näher eingegangen. Erst zwei Tests sind validiert (Cambridge Face Memory Test (CFMT) und Cambridge Face Perception Test (CFPT) (Duchaine & Nakayama, 2006).

Der in der Literatur als erstes erwähnte Gesichtserkennungstest ist der Benton-Face-Test (Benton & van Allen, 1968). In diesem Test geht es darum, bei zwei gleichzeitig präsentierten Gesichtern zu entscheiden, wann die gleichen Gesichter gezeigt werden, bzw. aus mehreren gleichzeitig gezeigten Gesichtern ein zuvor gezeigtes Gesicht herauszusuchen.

Es ist jedoch auch mit Prosopagnosie möglich einen normalen Score in diesem Test zu erhalten. Deshalb wurde von Duchaine et al 2002 und 2003 empfohlen, diesen Test nur in Kombination mit anderen Gesichtserkennungstests zu verwenden. Duchaine testete 2003 elf Prosopagnostiker mit angeborener Prosopagnosie mit dem Benton-Face-Recognition-Test und erhielt für die Mehrheit der Prosopagnostiker normale Werte.

Der Famous-Faces-Test (FFT) ist ein Test zur Erfassung des semantischen Altgedächtnisses und der Gesichtserkennung. Ursprünglich wurde er zur Testung einer anterograden und retrograden Amnesie entwickelt. Im FFT werden den Probanden standardisierte Schwarz-Weiß-Fotos von berühmten Personen aus verschiedenen Bereichen (Politik, Sport, Kultur/Medien) vorgelegt. Um die Vergleichbarkeit der verschiedenen Fotos zu gewährleisten, wurden die Portraits der

## **Einleitung und Hintergrund**

---

einzelnen Personen bezüglich verschiedener Kriterien (Ansicht, Farbe, Detailinformationen) angeglichen. Die Bilder der Prominenten wurden in den letzten Jahrzehnten aufgenommen und aus öffentlichen Quellen (z.B. Zeitungsarchiv) bezogen. Den Probanden wurden entsprechend ihres Lebensalters nur Fotos aus den Jahrzehnten vorgelegt, in denen Sie das öffentliche Geschehen verfolgen konnten und die Prominenten theoretisch kennen mussten. Die Testleistung steht in einem engen Zusammenhang zum verbalen Wissen, nicht aber zum Medienkonsum (Fast, Fujiwara & Markowitsch, 2004), (Dobel, 2010; Stollhoff, 2010).

Der Warrington-Recognition-Memory-for-faces-Test (WRMT) wurde 1984 von Warrington entwickelt und überprüft die Merkfähigkeit zum einen für Wörter und zum anderen separat für Gesichter. Der Test besteht aus zwei Teilen, in denen die Merkfähigkeit für Gesichter (RMF) und für Wörter (RMW) getestet wird. Beim RMF werden im Abstand von 3 Sekunden 50 Schwarz-Weiß-Bilder gezeigt und der Proband muss schnell beantworten, ob er das Gesicht sympathisch findet oder nicht. Danach werden ihm je eines der 50 eben gezeigten Bilder und ein Distraktorbild gezeigt. Der Proband muss nun auswählen, welches der 2 Fotos ihm im vorherigen Durchgang präsentiert wurde.

Duchaine & Weidenfeld üben jedoch 2002 Kritik an diesem Test, dass es in ihren Untersuchungen Prosopagnostiker gibt, die in diesem Test einen normalen Score erreichen und dass deshalb normale Scores keine normale Gesichtserkennungsfähigkeit belegen.

Bei der „Face Decision Task“ (nach Hay, 1981) werden dem Probanden zwei Gesichter gleichzeitig gezeigt. Die Gesichter sind Zeichnungen aus Linien und individuellen Gesichtspartien. Dabei zeigt ein Bild die korrekte Anordnung von Nase, Mund und Augen, während im anderen Bild die Anordnung modifiziert wird. Der Proband soll schnell entscheiden, welches Bild das korrekte Bild eines Gesichts darstellt.

Ein anderer Test ist der Cambridge-Face-Memory-Test (CFMT), der von Duchaine und Nakayama entwickelt wurde und erstmals an Normalpersonen und Prosopagnostikern getestet wurde und gute Ergebnisse gezeigt hat (Duchaine, Nakayama, 2006). In diesem Test werden den Probanden männliche „Zielgesichter“ gezeigt, die in 3 verschiedenen Perspektiven fotografiert wurden und die sie sich in einem ersten Schritt merken müssen. Dann wird je eine Reihe mit 3 Gesichtern (1 Zielgesicht, 2 Distraktorgesichter) gezeigt, wovon eines ein Zielgesicht ist, welches die Probanden erkennen sollen. Danach müssen sie das Zielgesicht, das nun in einer neuen Perspektive fotografiert wurde, unter 2 Distraktorgesichtern

## **Einleitung und Hintergrund**

---

wiedererkennen und zum Schluss muss das Zielgesicht unter 2 Distraktorgesichtern wiedererkannt werden, nachdem alle Bilder optisch durch starke Verpixelung verzerrt wurden. In Experimenten konnte bestätigt werden, dass der CFMT anhand seines Scores auch Prosopagnostiker findet, die im Warrington- oder im Benton-Test normale Ergebnisse zeigten.

Der Cambridge-Face-Perception-Test (CFPT) (Duchaine, 2007) ist ein Test, in dem die Probanden eine Serie von je 6 Bildern nach der Ähnlichkeit zu einem Zielgesicht ordnen sollen. Das Zielgesicht wird zuvor per Computer mit unterschiedlicher Ähnlichkeit an in die Physiognomie der Vergleichsgesichter eingearbeitet.

Der CFPT und der CFMT wurden zu wissenschaftlich häufig genutzten Tests in der Gesichtserkennungsforschung (Bate et al., 2008; DeGutis et al., 2007; Herzmann et al., 2008; Iaria et al., 2009). Bowles et al. untersuchte 2009 den CFMT und den CFPT näher und fand dabei heraus, dass sowohl der CFPT als auch der CFMT zuverlässig eine Prosopagnosie diagnostizieren können.

Der Glasgow-Face-Matching-Test (GFMT) ist ein neuer Test zur Gesichtserkennung, in dem einer Person Paare von Gesichtern gezeigt werden. Diese Bilder sind Fotografien der Gesichter in Vollansicht, jedoch mit zwei unterschiedlichen Digitalkameras fotografiert, eine Kamera ist fest montiert, die andere dreht Videosequenzen von den Gesichtern und es wird dann eine Vollansicht der Gesichter geschnitten, die als Fotografie verwendet wird. Die Personen müssen dann beurteilen, ob es sich um das gleiche oder ein anderes Gesicht handelt. Dieser Test korreliert mit dem Gesichtsgedächtnis, aber stärker mit der Objektwahrnehmung (Burton, White, 2010).

Der VOSP (Visual Object and Space Perception Battery) ist eine Testbatterie für die visuelle Objekt- und Raumwahrnehmung (Warrington & James, 1990). Der Test besteht aus 9 einzelnen Tests, die jeweils einen bestimmten Aspekt der Objekt- und Raumwahrnehmung erfassen (Unvollständige Buchstaben, Silhouetten, Objekterkennung, Zunehmende Silhouetten, Punkte zählen, Positionen unterscheiden, Zahlen lokalisieren, Würfelfanzahl lokalisieren). Die Tests sind nicht zeitbegrenzt und unabhängig voneinander, können also auch einzeln durchgeführt werden. Die VOSP ermöglicht den Vergleich individueller Testwerte mit einer normalen Kontrollgruppe und mit Patientengruppen mit rechts- bzw. linkshemisphärischer Schädigung. Man geht davon aus, dass Prosopagnostiker einen schlechteren Score haben als Normalpersonen.

## **Einleitung und Hintergrund**

---

Analog zum VOSP, der sich nicht speziell mit der Gesichtserkennung beschäftigt, werden im Allgemeinen bei Verdacht auf Prosopagnosie auch andere Begleitagnosien getestet. Neben dem VOSP testet man unter anderem auch die visuellen Fähigkeiten, die Farbwahrnehmung (Farnsworth-Munsell-Test, (Farnsworth,1943)), die Kontrastsensitivität (Wilkins- & Robson-Test, (Wilkins,Robson,1984)), die Orientierung von Liniensegmenten (Benton-Line-Orientation-Test, (Benton, 1990)), die Wahrnehmung von Schärpen (Warrington-Test, (Warrington & James,1990)), amnestische Gedächtnisstörungen (Wechsler-Memory-Scale-Revised (WMSR), (Wechsler, 1987)), die Objekterkennung (Boston-Naming-Test als standardisierter Test und Birmingham-Object-Recognition-Battery (BORB), (Riddoch, & Humphreys, (1993), das Behalten visueller räumlicher Stimuli (Benton-Visual-Retention-Test, (Benton, 1990)), das Erkennen von Gesichtsausdrücken (Face-Expression-Test (Young, 1995; Ekmann & Friesen, 1976)) und die mentale Vervollständigung von Bildern (Mooney-Faces-Test (Mooney ,1960)).

Im Internet gibt es mehrere Gesichtserkennungstests; z.B. einen Adult-Face Recognition-Test unter <http://prosopagnosiaresearch.org/clinical-tests/test>, der als grobes Screening auf Prosopagnosie dienen soll. In diesem Test geht es darum sich zunächst 10 Gesichter zu merken und diese später wiederzuerkennen. Dieser Test wurde von Dr. Sarah Bate, Psychologin an der Universität Bournemouth, England, entwickelt. Eine genauere Auswertung und Testung mit Diagnosestellung wird jedoch nur in ihrem Institut durchgeführt.

### **1.3 Fragebogen**

#### **1.3.1 Definition**

Ein Fragebogen ist laut Duden ein Vordruck, der eine Reihe zu beantwortender Fragen bzw. Aussagen oder Items enthält. Er ist ein Instrument der Datenerhebung, vor allem in der Psychologie und in den Sozialwissenschaften. Fragebögen werden in einem weiten Umfeld eingesetzt, um soziale und politische Einstellungen, Meinungen, Interessen und psychologische Eigenschaften zu erfassen.

Ein Fragebogen ist weniger aufwändig als ein psychologisches Interview. Somit können mehrere Personen untersucht werden. Es gibt einen Unterschied zwischen einfachen Listen mit Fragen und den standardisierten und testmethodisch konstruierten Fragebogen.

Man muss sich bei der Entwicklung eines Fragebogens im Klaren sein über das Ziel der Befragung, die Erhebungsform und die gewünschten Auswertungsmöglichkeiten. Wichtig ist die Standardisierung von Fragen und Antwortmöglichkeiten. Alle Befragten bekommen einen inhaltlich identischen Fragebogen vorgelegt. Somit kann nicht individuell auf jede Person eingegangen werden. Durch die Vorgabe von Antwortmöglichkeiten werden die Befragten möglicherweise beeinflusst und eingeschränkt (in Anlehnung an Porst, 2009).

### 1.3.2 Stichprobe

Es ist zunächst wichtig eine geeignete Gruppe von Befragten für die Anwendung eines Fragebogens auszuwählen. Eine Stichprobe sollte ein möglichst getreues Abbild der Gesamtpopulation darstellen. Die kann man vor allem durch die zufällige Auswahl der Testpersonen erreichen.

### 1.3.3 Einzelne Fragen eines Fragebogens (Items)

Am Anfang der Fragebogenentwicklung steht die Auswahl geeigneter Items (einzelne Testfragen in einem Test/Fragebogen) für den interessierenden Bereich. Das sind entweder bereits bewährte Fragen und/oder neue Fragen, die von den Untersuchern theoretisch abgeleitet werden. Diese Ableitung geschieht häufig durch ausführliche Interviews oder Diskussionen mit anderen Wissenschaftlern. Die Fragen werden auf ihre Verständlichkeit geprüft und ggf. neu formuliert. Ein Fragebogen besteht in der Regel aus einer Anleitung und den einzelnen Items, also aus Fragen oder Aussagen und den dazugehörigen Antwortmöglichkeiten (Kategorien). Es gibt verschiedene Wege, um die Items und Antwortmöglichkeiten zu formulieren. Bei geschlossenen Fragen müssen die Befragten zwischen mehreren Antwortmöglichkeiten wählen. Häufige Fehler in der Formulierung sind die Verwendung von missverständlichen Begriffen, Fremdwörtern und doppelten Verneinungen. Die meisten Fragebogen enthalten keine oder sehr wenige offene, sondern geschlossene Fragen.

Folgende Möglichkeiten zum Formulieren von Items haben sich bewährt:

- ♣ Offene Fragen: die Befragten müssen eine Antwort selbst formulieren
- ♣ ja/nein-Fragen (geschlossene Fragen)

## Einleitung und Hintergrund

---

- ♣ Eingruppierungs-Fragen
- ♣ Ratingskalen (mit skalierten Antworten)
- ♣ Summenfragen
- ♣ Rangordnung
- ♣ gerade oder ungerade Zahl von Stufen
- ♣ Einfach- und Mehrfachwahl
- ♣ Ergänzungsoption

(In Anlehnung an Schnell, Hill & Esser, 2011)

### 1.3.4 Likert-Skala

Je nach verwendetem Antwort- und Item-Format unterscheidet sich die Auswertung eines Fragebogens. Offene Antwortformate erfordern in der Regel eine qualitative Analyse. Zahlenmäßig erfassbare Antworten, etwa auf einer Likert-Skala gemessene Einstellungen, können statistisch ausgewertet werden. Eine Likert-Skala ist ein nach Rensis Likert entwickeltes Skalierungsverfahren, bei dem persönliche Einstellungen gemessen werden sollen. In einer Likert-Skala gibt es meistens Bewertungsskalen von „trifft auf jeden Fall zu“ bis „trifft gar nicht zu“. Dies kann man entweder mit einer geraden oder ungeraden Anzahl an Antwortmöglichkeiten durchführen. Gibt es nur eine gerade Anzahl von Antwortmöglichkeiten, so ist der Befragte gezwungen, sich auf eine bestimmte Seite festzulegen. Bei der ungeraden Anzahl von Antwortmöglichkeiten gibt es eine mittlere Antwort, z.B. „ich bin mir nicht sicher“ oder „neutral“ und der Befragte kann eine Neutral-Position einnehmen. Bei der Likert-Skala hat man sich überlegt, dass der Befragte die im Fragebogen getroffene Aussage entweder stark ablehnt und sich mit dem Inhalt des Items gar nicht identifizieren kann oder einer Aussage zustimmt und sich somit mit dem Inhalt des Items identifizieren kann. Wenn alle Fragen beantwortet sind, geht man davon aus, dass man die Einstellung des Befragten zu dem Thema der Befragung abgebildet hat. (In Anlehnung an Gehring & Weins, 2009)

### 1.3.5 Item Analyse

Zunächst wird der Fragebogen mit all seinen Items an einer kleineren Gruppe von Personen getestet, die in ihren Eigenschaften der Population, in der der Fragebogen angewandt werden soll, sehr ähnlich sein sollte. Der Fragebogen wird dann mit statistischen Methoden überprüft, um herauszufinden welche der Items endgültig beibehalten werden und welche Items aus dem Fragebogen eliminiert werden. Es wird vor allem Wert auf die Verständlichkeit der Items und die Unterscheidbarkeit zwischen den einzelnen Items gelegt.

### 1.3.6 Gütekriterien

Es existieren verschiedene Kriterien zur Beurteilung eines Fragebogens. Als Gütekriterien haben sich in den vergangenen Jahren eine Reihe von Aspekten etabliert. Es werden die folgenden zehn Kriterien unterschieden:

1. **Objektivität** (wenn ein Test das Merkmal unabhängig von Testleiter, Testauswerter und von der Ergebnisinterpretation misst)
2. **Reliabilität** (wenn ein Test das Merkmal exakt misst)
3. **Validität** (wenn der Test das Merkmal auch wirklich misst und nicht ein anderes)
4. **Skalierung** (wenn die resultierenden Testwerte die empirischen Verhaltensrelationen adäquat abbilden)
5. **Normierung** (auch Eichung genannt, liefert das Bezugssystem, um Ergebnisse bestimmter Probanden mit denen einer größeren Stichprobe vergleichen zu können)
6. **Testökonomie** (wenn der Nutzen des Verfahrens größer ist als der Aufwand des Verfahrens)
7. **Nützlichkeit** (ob der Fragebogen tauglich ist zur Beantwortung bestimmter Fragen)
8. **Zumutbarkeit** (ob der Fragebogen den Probanden nicht über ein bestimmtes Maß belastet)
9. **Unverfälschbarkeit** (wenn der Fragebogen so gestaltet ist, dass der Proband das Ergebnis nicht gezielt steuern oder verändern kann)
10. **Fairness** (ob es Benachteiligungen bestimmter Personengruppen gibt)

(In Anlehnung an Kelava, 2011)

### 1.3.7 Anwendungsbereiche

Häufig werden Fragebögen in der Sozialforschung und in der Psychologie angewandt. Sie sind dann oft testtheoretisch entwickelt und empirisch überprüft worden. Man kann Fragebögen für soziale und politische Einstellungen, Interessen, religiöse Orientierung, Wertvorstellungen, Persönlichkeitseigenschaften, Emotionen und Stimmungen, körperliche Beschwerden, psychische Störungen, Kundenzufriedenheit, Meinungsforschung, für Mitarbeiterbefragungen oder die Evaluation von Lehrveranstaltungen anwenden.

### 1.3.8 Kritik

Manche Items oder Antwortmöglichkeiten werden als missverständlich interpretiert. Wenn Häufigkeitsangaben vorhanden sind wie häufig, manchmal, selten, nie oder eine Intensitätsangabe verlangt wird, z.B. wie stark, schwach, sehr schwach etwas ist, werden diese oft sehr unterschiedlich verstanden. Wenn eine ungerade Zahl an Antwortmöglichkeiten vorhanden ist, wird die mittlere Antwort oft fälschlicherweise als „normal“ verstanden. Die Antworten stellen nur subjektiv in dem Moment des Ausfüllens empfundene Einstellungen, Handlungen und Vorstellungen dar. Ob diese Handlungen, Einstellungen und Selbstbeurteilungen tatsächlich das alltägliche Verhalten repräsentieren, kann nur durch ein qualifiziertes Gespräch und weitere Informationen überprüft werden.

Bei der Datenauswertung kann es zu folgenden Fehlerquellen kommen: Auslassen einiger Fragen, absichtliche Antwortverfälschung, bestimmte Antworttendenzen (Verzerrung) und falsch verstandene Fragen, bei denen die Antwort völlig anders ausfällt.

## 2 Fragestellung

In meiner Dissertation beschäftige ich mich mit dem Fragebogen, der in Anhang 10.1 zu finden ist, und untersuche ihn auf seine Fähigkeit Prosopagnostiker in einer gegebenen Population zu finden.

Wie oben beschrieben, war es bisher noch nicht möglich, eine geeignete Screening<sup>6</sup>-Methode zu finden, um Prosopagnostiker aus einer breiten Masse herauszufiltern.

Ziel der Dissertation ist es, herauszufinden, mit welcher Treffgenauigkeit dieser Fragebogen Probanden mit Prosopagnosie von Probanden mit normaler Gesichtserkennungsfähigkeit unterscheiden kann. Dabei soll allein der Summenpunktwert am Ende des Fragebogens eine Aussage über die Gesichtserkennungsfähigkeit der Probanden treffen. Zum anderen möchte ich herausfinden, welche der 21 Items statistisch gesehen (die besonders auf das Erkennen bzw. Nichterkennen von Gesichtern abzielen und von ihrem Punktwert) die größte Aussagekraft haben und welche Items keinen oder nur einen geringen Beitrag dazu leisten, Prosopagnostiker von Kontrollpersonen (Personen die keine Prosopagnosie haben beziehungsweise eine normale Gesichtserkennungsfähigkeit aufweisen) in einer größeren Population zu unterscheiden.

Ich möchte außerdem herausfinden, ob Mitglieder bestimmter Untergruppen<sup>7</sup> den Fragebogen in ähnlicher Weise ausfüllen, beziehungsweise am Ende einen ähnlichen Summenpunktwert haben. Abschließend möchte ich diskutieren, ob der Fragebogen möglicherweise suggestiv mit Adjektiven formuliert ist, die eine emotionale und wertende Konnotation besitzen.

---

<sup>6</sup> „Unter Screening versteht man ein systematisches Testverfahren, das eingesetzt wird, um innerhalb eines definierten Prüfbereichs – dieser besteht meistens aus einer großen Anzahl von Proben oder Personen – bestimmte Eigenschaften der Prüfobjekte zu identifizieren. Ein Screening ist somit ein auf bestimmte Kriterien ausgerichteter Siebtest“ (www.wikipedia.de, Stand 25.01.2012)

<sup>7</sup> Entsprechend dem Erfassungsmodus wurden die Probanden in drei Gruppen zusammengefasst.

- 1.) Die Untergruppe „Screening“ enthält alle Prosopagnostiker und deren Familienangehörige, die vom Institut für Humangenetik aktiv über den Fragebogen erfasst wurden, ohne selbst vorher Kontakt zum Institut aufgenommen zu haben.
- 2.) Die Untergruppe „selbst gemeldet“ enthält alle Personen und deren Familienangehörige, die sich aus eigener Motivation an das Institut für Humangenetik gewendet haben.
- 3.) Die Untergruppe „Hochbegabt“ enthält alle Hochbegabten und deren Familienangehörige/Bekannte, an die der Fragebogen ausgeteilt wurde

## **Fragestellung**

---

Daraufhin möchte ich den Fragebogen in seiner inhaltlichen Gestaltung wie auch in der Sprachformulierung in Sinne der Objektivität, Validität, und Sensitivität verbessern.

Ziel meiner Doktorarbeit ist es schließlich, eine verbesserte Screening-Methode zu entwickeln, die es in Zukunft wesentlich erleichtert, aus Populationen Personen mit einer Prosopagnosie herauszufiltern und diese von schlechten Gesichtererkennern abzugrenzen. Da das Phänomen Prosopagnosie unter Medizinstudenten und Oberstufenschülern eine Prävalenz von 2,5% hat, sollte es zukünftig einfacher sein, Probanden für weitere Tests zur genetischen und detaillierten phänotypischen Charakterisierung der Prosopagnosie zu rekrutieren.

### **3 Material und Methoden**

#### **3.1 Materialien**

Hauptsächlich geht es um einen Fragebogen, der als Screeningtool zum schnelleren Erkennen von Prosopagnostikern dienen soll. Der Fragebogen erfasst zunächst Datum, das Alter, den Namen, die Adresse und den Erfassungsmodus des Probanden. Vorinformationen zu dem Thema, mit dem der Fragebogen sich beschäftigt, werden nicht gegeben, um keine Voreingenommenheit zu provozieren.

Der Fragebogen umfasst 21 Aussagen, die mit einer angeschlossenen Fünf-Punkte-Bewertungsskala (von „trifft überhaupt nicht zu“ bis „trifft voll zu“) bewertet werden sollen, siehe auch Anhang 10.1. Dieser Fragebogen wurde empirisch in mehreren Schritten aufgrund von Interviews mit Prosopagnostikern erstellt (Kennerknecht et al., 2006, 2007, 2008) (siehe auch Anhang 10.2).

Der ursprüngliche Fragebogen ist so konzipiert, dass die Punkteverteilung für die Antwortmöglichkeiten (trifft voll zu bis trifft nicht zu) nicht gleich verteilt sind im Verlauf des Fragebogens (siehe Anhang 10.1). Die Antwortmöglichkeit „ bin unsicher“ ergibt immer 3 Punkte. Bei der Antwortmöglichkeit „trifft voll zu“ kann es jedoch 1 Punkt oder 5 Punkte geben, je nach Formulierung Aussage. Dies soll an einem Beispiel erläutert werden. In Aussage 1 („ Ich kann Schauspieler in einem Film gut verfolgen“) gibt es für „trifft voll zu“ 5 Punkte, für „trifft überhaupt nicht zu“ 1 Punkt. In Aussage 7 („Ich erkenne immer meine Familienmitglieder“) gibt es für „trifft voll zu“ 1 Punkt, für „trifft überhaupt nicht zu“ 5 Punkte.

Die Aussagen umfassen den Bereich der direkten Gesichts- und Personenerkennung, der Objekterkennung, des Vorstellungsvermögens von inneren Bildern, der Wiedererkennungsfähigkeit von Gesichtern, des Gesichtsbeurteilungsvermögens, der Orientierungsfähigkeit und des Sozialverhaltens des Probanden. Im Einzelnen heißt dies, dass speziell abgefragt wurde, ob eine Person z.B. schnell bekannte Personen von Unbekannten unterscheiden kann oder Schauspieler in einem Film gut verfolgen kann. Zur Frage der inneren Bilder wird z.B. die Aussage getroffen, dass man sich eine Rose gut bildlich vorstellen kann. Eine Beispielaussage aus dem Fragebogen zum Sozialverhalten ist, dass man viel Kontakt zu anderen Leuten hat.

Dieser Fragebogen dient nicht zur Diagnostik der Prosopagnosie, sondern zum schnellen Screening von Personen, denen es schwerfällt, Gesichter zu erkennen.

### **3.2 Methoden**

#### Fragebogen:

In meiner Dissertation habe ich mich mit dem oben genannten Fragebogen beschäftigt, der wie folgt verteilt wurde:

- 1) Der Fragebogen wurde seit dem Sommersemester 2005 an Studenten der Humanmedizin im ersten Fachsemester ausgeteilt. Ich habe mich speziell mit den Fragebögen, die in vier Erstsemesterkohorten (WS 06/07, SS 07, WS 07/08, SS 08) verteilt wurden, beschäftigt. Das heißt: Im Erstsemesterkurs „Biologie für Mediziner“ wurde an alle Studenten dieser Kurzfragebogen ausgeteilt, dessen Auswertung Gegenstand dieser Doktorarbeit ist. Es wurden dabei von je circa 150 verteilten Fragebögen 145 Fragebögen aus dem Wintersemester 06/07, 124 Fragebögen aus dem Sommersemester 07, 133 Fragebögen aus dem Wintersemester 07/08 und 128 Fragebögen aus dem Sommersemester 08 zurückerhalten (siehe auch Tabelle 1). Auch aus den an die Erstsemesterkohorten des Sommersemesters 05, Wintersemesters 05/06 und des Sommersemesters 06 ausgeteilten Fragebögen (nur gefundene Prosopagnostiker und deren Familienangehörige) wie auch die an Schüler mehrerer Gymnasien in Münster verteilte Fragebögen (nur gefundene Prosopagnostiker und deren Familienangehörige) gingen mit in meine Auswertung ein.
- 2) Nachträglich wurden 49 Fragebögen an Prosopagnostiker geschickt, die bereits früher im Institut für Humangenetik Münster als Prosopagnostiker diagnostiziert waren. Sie wurden gebeten, diesen Fragebogen nachträglich zu ihrer bereits gelaufenen Testung auf Prosopagnosie auszufüllen. Von diesen Fragebögen wurden 28 ausgefüllt an das Institut für Humangenetik geschickt und gingen in meine Auswertung mit ein.
- 3) Mehrere Personen haben sich im Institut für Humangenetik gemeldet, die durch diverse Fernseh- oder Radiosendungen sowie durch die Internetpräsenz des Institutes ([www.prosopagnosia.de](http://www.prosopagnosia.de)) auf das Thema Prosopagnosie aufmerksam geworden sind und wissen wollten, ob sie persönlich betroffen sind. Diese

Personen wurden ebenfalls gebeten, den Fragebogen auszufüllen. Sie wurden in der Untergruppe „selbst gemeldet“ (s.u.) geführt.

- 4) Der Fragebogen wurde an 48 Personen aus zwei Hochbegabtenstammtischen aus Münster und dem Rhein-Main-Kreis verteilt und von diesen ausgefüllt. Diese Personen wurden in der Untergruppe „Hochbegabt“ geführt.
- 5) Zusätzlich habe ich den Fragebogen an 50 Freunde und Bekannte von mir verteilt und ihn von diesen ausfüllen lassen.

### Untergruppen:

Entsprechend dem Erfassungsmodus wurden die Probanden in drei Gruppen zusammengefasst.

- 1.) Die Untergruppe „Screening“ enthält alle Prosopagnostiker und deren Familienangehörige, die vom Institut für Humangenetik aktiv über den Fragebogen erfasst wurden, ohne selbst vorher Kontakt zum Institut aufgenommen zu haben.
- 2.) Die Untergruppe „selbst gemeldet“ enthält alle Personen und deren Familienangehörige, die sich aus eigener Motivation an das Institut für Humangenetik gewendet haben.
- 3.) Die Untergruppe „Hochbegabt“ enthält alle Hochbegabten und deren Familienangehörige/Bekannte, an die der Fragebogen ausgeteilt wurde.<sup>8</sup>

### Auswertung des Fragebogens:

Das Auswerten des Fragebogens bedeutet, dass jeder beantworteten Aussage ein spezieller Punktwert von 1 bis 5 zugeordnet wurde. Jeder Aussage ist wie oben genannt eine Fünf-Punkte-Bewertungsskala angeschlossen und somit werden pro Zeile die Punkte 1 bis 5 vergeben. Ein hoher Punktwert pro Aussage (z.B. 4 oder 5) und auch insgesamt im Summenpunktwert spricht für Schwierigkeiten in den abgefragten Teilgebieten der 21 Aussagen, das heißt insgesamt vor allem im Bereich der Gesichtserkennung. Es wurde am Ende des Fragebogens die Summe der jeweiligen Punktwerte gebildet, siehe auch Anhang 10.1. Als theoretisch niedrigsten möglichen Wert gab es also 21 Punkte, als theoretisch höchsten möglichen Wert gab es 105 Punkte. Die Gesamtpunktzahl und die Einzelwerte für jede der 21 Aussagen wurden für jeden Probanden in eine Excel Tabelle eingetragen. Dabei

---

<sup>8</sup> Der Fragebogen wurde an Mitglieder eines Hochbegabtenstammtisches im Rhein-Main-Gebiet ausgeteilt und ausgefüllt, da eine Person mit Prosopagnosie Mitglied dieses Stammtisches ist und den Kontakt zum Institut für Humangenetik hergestellt hat.

wurde unterschieden, aus welcher Untergruppe der Proband stammt. „Screening“- „selbst gemeldete“ und „Hochbegabt“-Personen wurden also in getrennten Tabellen erfasst.

### Standardinterview:

Die Studenten (meistens 15 bis 17 Studenten pro Semester) aus den o.g. vier Screening-Semestern mit einem Punktwert über 50 wurden telefonisch oder persönlich von mir mit einem vom Institut für Humangenetik entwickelten vierseitigen semi-strukturierten Interview (siehe Anhang 10.2) zur Feststellung einer Gesichtserkennungsschwäche bzw. Prosopagnosie interviewt. Der Summenpunktwert von 50, ab dem eine Person als verdächtig auf Prosopagnosie eingestuft wurde, wurde zuvor empirisch festgelegt und liegt knapp über einer Standardabweichung vom Mittelwert. Des Weiteren wurden von mir persönlich 10 Personen aus der Gruppe „selbst gemeldet“ interviewt, nachdem sie den Fragebogen ausgefüllt hatten. Auch 11 Personen aus dem Freundes- und weiteren Bekanntenkreis mit einem Summenpunktwert über 50 wurden von mir interviewt.

Bei dem standardisierten semi-strukturierten Interview wurde zuerst nach der Familien- und Eigenanamnese gefragt. Das heißt, dass Geburtstraumata oder andere kognitive und neurologische Störungen als eventueller Hinweise auf eine möglicherweise erworbene Form von Prosopagnosie ausgeschlossen wurden. Ebenso sollte somit ausgeschlossen werden, dass eine Teilleistungsschwäche für die Gesichtserkennung möglicherweise Teilsystem einer anderen Grunderkrankung ist. Es wurde nach Kopfverletzungen und zentralnervösen Störungen gefragt. Danach wurde die Funktionsfähigkeit aller Sinne abgefragt, um auch dort mögliche Ursachen für eine Gesichtserkennungsschwäche auszuschließen bzw. Hinweise auf mögliche Begleitagnosien zu erhalten. Daraufhin wurde nach dem privaten und schulischen Werdegang gefragt sowie nach dem Sozialverhalten. Dabei ging es vor allem darum, ob die interviewte Person eher schüchtern und zurückhaltend lebt oder im Gegenteil offen und forsch ist. Danach wurden visuelle Erkennungsleistungen wie Orientierungssinn, Objekterkennung, Gesichtersehen, Innere Bilder von Objekten und Gesichtern, Gesichtserkennung abgefragt. Die Gesichtererkennung war in mehrere Bereiche unterteilt, z.B. woran Gesichter erkannt werden, wie lange eine Person braucht, um Gesichter zu erkennen, ob es Situationen gab, in der Personen anhand des Gesichts nicht erkannt werden konnten, wie gut Schauspieler im Laufe eines Films erkannt werden können usw. (siehe auch Anhang 10.2). Als Säulen unserer Diagnosestellung wurden vorhandene

## **Material und Methoden**

---

Kompensationsmechanismen sowie Anekdoten, die typischerweise von betroffenen Personen häufig berichtet werden können, abgefragt.

Zuletzt wurde danach gefragt, ob es noch andere mögliche Betroffene im Familienkreis gibt.

### Auswertung des Standardinterviews:

Nach Durchführung des Standardinterviews wurde in Prosopagnostiker, Kontrollpersonen und in fragliche Prosopagnostiker bzw. schlechte Gesichtserkenner unterschieden. Bei den schlechten Gesichtserkennern konnte man trotz Standardinterview keine sichere Einteilung in Prosopagnostiker oder Kontrollpersonen finden.

### Tabellen:

Mit den Informationen über die Personen, die die Fragebögen ausfüllt haben, wurden insgesamt 11 Excel Tabellen erstellt. In den Tabellen wurden folgende Informationen eingegeben: Das Geschlecht und das Alter der Person, die Einzelpunktwerte im Fragebogen, dem Fragebogensummenpunktwert und die Information, ob die Person Prosopagnostiker oder Kontrollperson ist. Es wurde nach den 2 verschiedenen Erfassungsmodi (Screening & Selbst gemeldet) unterschieden und für jede Gruppe verschiedene Tabellen angelegt (Tab.1):

## Material und Methoden

Screening	Prosopagnosie		Anzahl	Beschreibung
		<b>Indexprobanden (Studenten)</b>	<b>n=13</b>	Personen, die als Erstsemester den Kurzfragebogen ausgefüllt haben, einen hohen Punktwert hatten und Prosopagnosie haben
		<b>Familienangehörige Studenten</b>	<b>n=23</b>	alle erfassten Familienangehörigen der im BfM-Screening erfassten Prosopagnostiker, die ebenfalls Prosopagnosie haben
		<b>Hochbegabte Indexprobanden</b>	<b>n=8</b>	alle Prosopagnostiker, die anhand einer Aktion erfasst wurden, in der die Kurzfragebögen in 2 verschiedenen Hochbegabtenstammtischen ausgeteilt wurden
		<b>Familienangehörige der hochbegabten Prosopagnostiker</b>	<b>n=1</b>	alle erfassten Familienangehörigen der über die Hochbegabtenstammtische erfassten Prosopagnostiker, die ebenfalls Prosopagnosie haben
	<b>Kontrollen</b>	<b>Studenten</b>	<b>n=530</b>	„Biologie für Mediziner“ Screening = alle Erstsemester, die den Fragebogen aus den o.g. 4 Semestern ausgefüllt haben.
		<b>Studenten mit Summenpunktwert über 50</b>	<b>n=38</b>	alle Studenten aus den 4 Screening-Semestern mit einem Summenpunktwert über 50, die von mir interviewt wurden und die keine Prosopagnosie bzw. fragliche Prosopagnosie haben
		<b>Studenten nach Interview</b>	<b>n=104</b>	Alle Studenten aus den 4 Screening-Semestern, die nach Interview keine Prosopagnosie bzw. fragliche Prosopagnosie haben
		<b>Familienangehörige Studenten</b>	<b>n=121</b>	alle erfassten Familienangehörigen der im BfM-Screening erfassten Prosopagnostiker, die keine Prosopagnosie haben
		<b>Hochbegabte</b>	<b>n=41</b>	Alle Hochbegabten, die den Fragebogen ausgefüllt haben und keine Prosopagnosie haben

## Material und Methoden

Selbst gemeldet	Prosopagnosie	Indexprobanden	n=70	alle Personen mit Prosopagnosie, die sich selbst per Internet, Verwandtenkreis, Bekanntenkreis, Telefon, Fernsehen oder Radio im Institut der Humangenetik gemeldet haben
		Familienangehörige der Selbstgemeldeten Prosopagnostiker	n=34	alle erfassten Familienangehörigen der sich bei uns selbst gemeldeten Prosopagnostiker, die ebenfalls Prosopagnosie haben.
	Kontrollen	Familienangehörige der Selbstgemeldeten Prosopagnostiker	n=67	alle erfassten Familienangehörigen der sich bei uns selbst gemeldeten Prosopagnostiker, die keine Prosopagnosie haben.

**Tabelle 1** - Rohdaten Excel Tabellen

In dieser Tabelle sind die jeweiligen Gruppeneinteilungen der getesteten Personen aufgeführt, unterteilt in die Hauptgruppe der Screening Probanden und der selbst gemeldeten Probanden, jeweils mit der Angabe der Anzahl der Personen dieser Untergruppen.

### Statistische Auswertung:

Die statistische Auswertung des Fragebogens erfolgte in Kooperation mit den Mathematikern Dr. Tobias Eltze und Dr. Rainer Stollhoff, zum Auswertungszeitpunkt Max Planck Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften, Leipzig, Deutschland.

Die Excel-Listen wurden an das Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften in Leipzig geschickt und es wurde eine computergestützte Auswertung im Sinne eines "Bayesian Model Averaging" durchgeführt. Als Grundlage für diese Berechnung dienten die in den elf Excel-Listen zusammengefassten Fragebogendaten (siehe Anhang 10.3). Ziel der Auswertung war es, zu prüfen, wie gut der Fragebogen Prosopagnostiker und Kontrollpersonen in dem einzelnen Kollektiv voneinander unterscheiden kann. Zusätzlich wurde der gewichtete Beitrag der einzelnen Items an der Diagnosestellung ermittelt.

## **4 Ergebnisse**

Die 21 Aussagen des Fragebogens sind zur besseren Orientierung noch einmal aufgelistet:

1. Ich kann Schauspieler in einem Film gut verfolgen
2. Ich erkenne oft meine eigenen Freunde nicht
3. Einige in meiner Familie haben Probleme mit Gesichtserkennung
4. Leute machen mich oft darauf aufmerksam, dass ich sie nicht erkenne
5. Ich kann sofort sagen, ob mir ein Gesicht bekannt vorkommt
6. Ich brauche lange, um Leute zu erkennen
7. Ich erkenne immer meine Familienmitglieder
8. Ich finde leicht Dinge, die nicht am üblichen Platz liegen
9. Ich achte bei Personen besonders auf die Frisur
10. Ich kann mir eine rote Rose sehr gut bildlich vorstellen
11. Ich kann mir in Gedanken sehr gut meine Freunde vorstellen
12. Ich kann berühmte Leute sofort erkennen
13. Manchmal kommen mir Leute „bekannt“ vor, die ich noch nie gesehen habe
14. Ich kann sofort sagen, ob es das Gesicht eines Mannes oder einer Frau ist
15. Ich kann in einem Raum leicht rückwärts laufen
16. Ich habe ein gutes Orientierungsgefühl
17. Ich kann sagen, ob ein Gesicht attraktiv ist
18. Emotionen / Stimmungen am Gesicht abzulesen fällt mir schwer
19. Ich vermeide Treffen, weil ich meine Bekannten übersehen könnte
20. Ich habe Probleme, Leute, die ich nur kurz gesehen habe, am nächsten Tag wieder zuerkennen
21. Ich habe viel Kontakt zu anderen Menschen

Zunächst gehe ich auf die Gruppe ein, an der der Fragebogen getestet wurde. Zwischen der Gesamtanzahl der Prosopagnostiker ( $n=149$ ) und der der Kontrollpersonen ( $n=780$ ) herrschte ein deutlicher Überschuss an Kontrollpersonen. Die Prävalenz der angeborenen Prosopagnosie wird auf 2,5 % geschätzt (Kennerknecht, 2006, 2007, 2008; Bowles et al., 2009).

Die Probanden mit Prosopagnosie wurden unterschiedlich erfasst. Es gibt 13 Screening-Prosopagnostiker gegenüber 136 selbst gemeldeten Prosopagnostikern. Die Kontrollpersonen sollten im Allgemeinen möglichst genau zu der Gruppe der Prosopagnostiker gematcht sein, d. h., dass Alter, Geschlecht und Bildungsstand möglichst ähnlich sein sollten (Kennerknecht, 2011). Bei der Gruppe der Screening-Prosopagnostiker trifft all dies zu. Es wurden Medizinstudenten aus jeweils dem ersten Semester und in einer einmaligen Befragung eine Gruppe von Schülern befragt. Diese Probanden befanden sich alle im Alter zwischen 19 und 24 Jahren und hatten einen sehr ähnlichen Bildungsstand. Nach Auswertung der Fragebögen wurde ein Teil der Probanden der Gruppe der Screening-Prosopagnostiker ( $n=13$ ) zugeordnet, der andere Teil der Gruppe der Kontrollpersonen ( $n=104$ ).

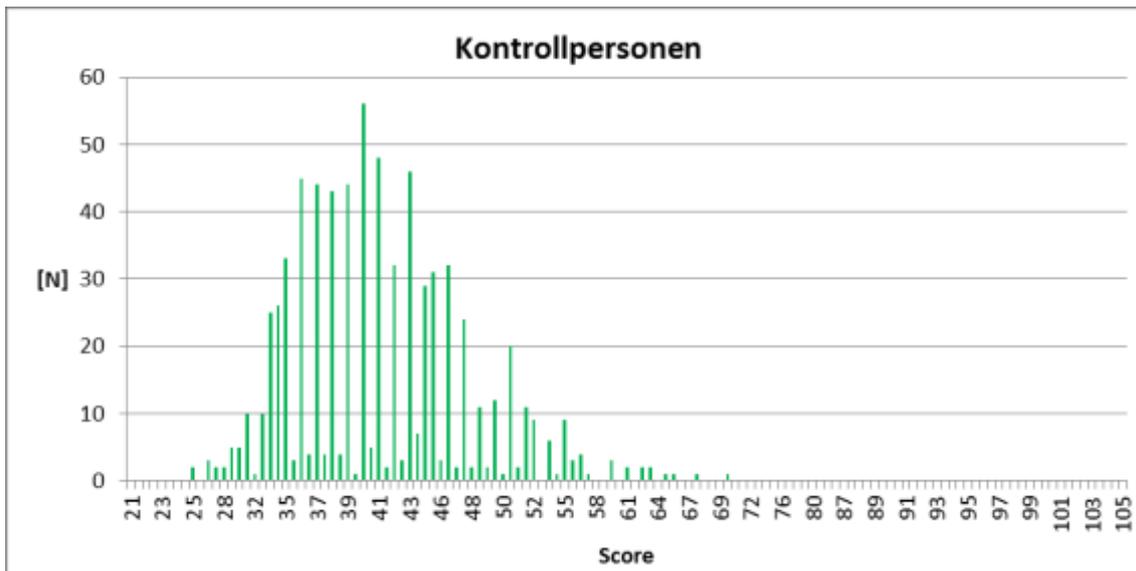
Die Prosopagnostiker dagegen, die sich selbst gemeldet haben ( $n=70$ ), stellen eine sehr heterogene Gruppe dar. Es meldeten sich Prosopagnostiker mit unterschiedlichen Bildungsniveaus, unterschiedlicher Herkunft und unterschiedlichen Alters. Im Durchschnitt (arithmetischer Mittelwert) waren die selbstgemeldeten Prosopagnostiker 48,9 Jahre alt. Die ebenfalls von Prosopagnosie betroffenen Familienangehörigen dieser selbstgemeldeten Prosopagnostiker ( $n=34$ ) waren durchschnittlich 42,7 Jahre alt. Alle Familienangehörigen, die keine Prosopagnosie haben, wurden der Gruppe der Kontrollen ( $n=67$ ) zugeordnet. Im Durchschnitt (arithmetischer Mittelwert) waren diese Personen 35,8 Jahre alt. Somit ergab sich zumindest bezüglich des Alters eine gematchte Kontrollgruppe, wobei die Kontrollgruppe im Durchschnitt genau 10,0 Jahre jünger ist.

In der Gruppe der Hochbegabten handelt es sich bereits um eine vom Intelligenzstatus her gematchte Gruppe. Auch bezüglich des Alters stellten wir fest, dass beide Gruppen (Prosopagnostiker/Kontrollpersonen) ähnlich alt sind, wobei die Kontrollgruppe im Durchschnitt 4,7 Jahre jünger ist. Im Durchschnitt (Mittelwert) waren die hochbegabten Prosopagnostiker ( $n=8$ ) 44 Jahre alt. Die Kontrollen ( $n=41$ ) waren im Durchschnitt (Mittelwert) 39,3 Jahre alt.

## Ergebnisse

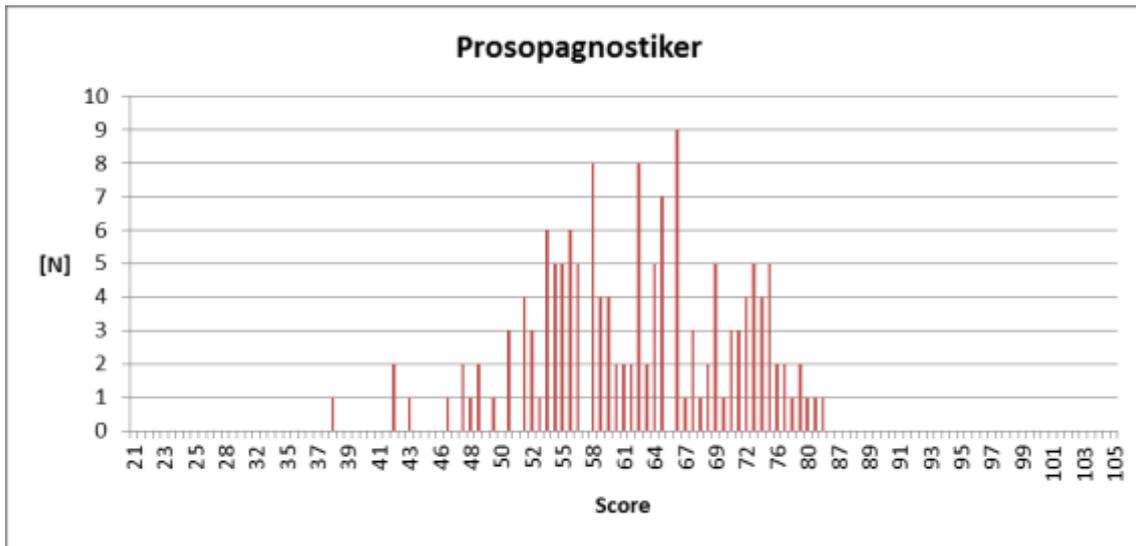
---

Nun wird ein Vergleich des Antwortverhaltens in dem getesteten Fragebogen von Prosopagnostikern und Kontrollpersonen mit Hilfe einer Grafik durchgeführt. Trägt man die Punktzahl des Fragebogens auf der X-Achse und die Anzahl der Personen, die den entsprechenden Summenpunktwert erreichten, auf der Y-Achse auf, erhält man folgende Abbildungen 7,8 und 9:



**Abbildung 7** - Verteilung der Summenpunktwerte im Fragebogen der Kontrollpersonen

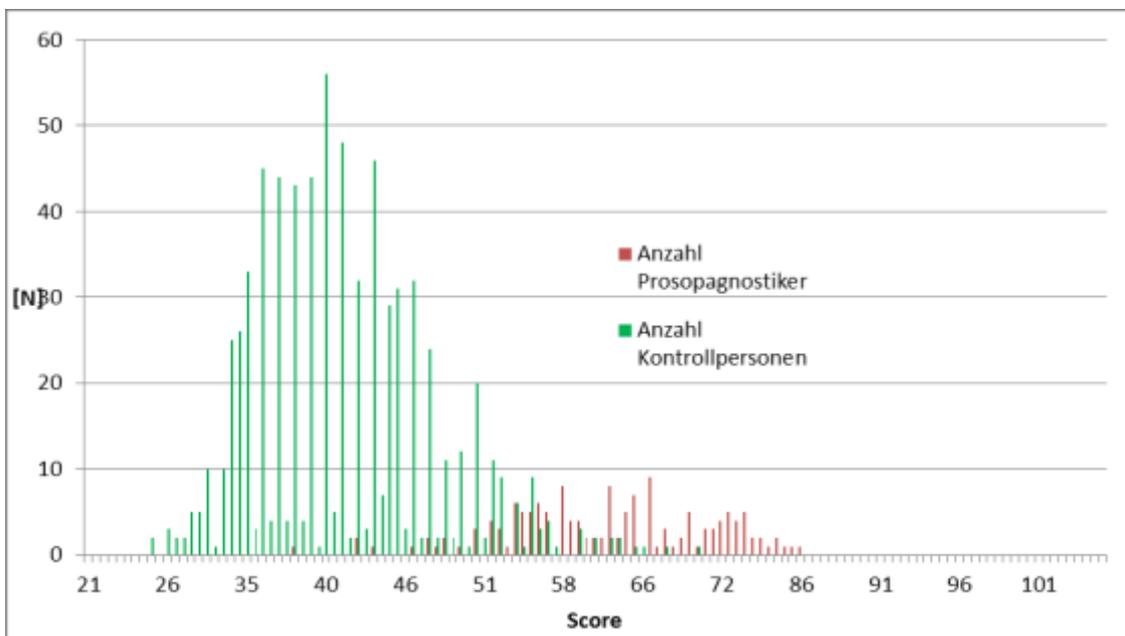
Eingezeichnet ist die Anzahl der Kontrollpersonen (y-Achse), die den jeweiligen Summenpunktwert (x-Achse) erreicht haben. Der arithmetische Mittelwert der Verteilung liegt bei einem Summenpunktwert von 40 (n=56 Kontrollpersonen, oder 7 Prozent der Kontrollpersonen). Der Median liegt bei einem Summenpunktwert von 46 Punkten.



**Abbildung 8** - Verteilung der Summenpunktwerte im Fragebogen der Prosopagnostiker

Eingezeichnet ist die Anzahl der Prosopagnostiker (y-Achse), die den jeweiligen Summenpunktwert (x-Achse) erreicht haben.

Der arithmetische Mittelwert der Verteilung liegt bei einem Summenpunktwert von 62 (n=8 Prosopagnostiker oder 16 Prozent der Prosopagnostiker). Der Median liegt bei einem Summenpunktwert von 66 Punkten.



**Abbildung 9** - Verteilung der Summenpunktwerte im Fragebogen der Kontrollpersonen und der Prosopagnostiker (Legende auf der folgenden Seite)

Legende zu Abbildung 9 (vorherige Seite): Eingezeichnet ist die Anzahl der Kontrollpersonen (y-Achse, grün) und der Prosopagnostiker (y-Achse, rot), die den jeweiligen Summenpunktwert (x-Achse) erreicht haben. Es gibt eine Überschneidung der beiden Verteilungen zwischen den Summenpunktwerten von 45 bis 70 (n=199 der Normalpersonen und n=110 der Prosopagnostiker).

Man erkennt, dass die Verteilung der Summenpunktwerte der Kontrollpersonen (n=780) durchaus einer Gaußschen Normalverteilungskurve ähnelt. Eine Normalverteilung ist ein Typ stetiger Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Obwohl die Normalverteilung in der Natur recht selten vorkommt, ist sie für die Statistik von entscheidender Bedeutung, da die Summe von vielen unabhängigen, beliebig verteilten Zufallsvariablen annähernd normalverteilt ist. Je größer die Anzahl der Zufallsvariablen ist, desto besser ist die Annäherung an die Normalverteilung. Dies nennt man auch den zentralen Grenzwertsatz. Hier müsste der Median gleich dem arithmetischen Mittelwert liegen, damit man von der Verteilung der Kontrollpersonen von einer reinen Normalverteilung sprechen kann. Die Verteilung der Prosopagnostiker ähnelt nicht direkt einer Normalverteilungskurve, allerdings ist auch die Anzahl der Prosopagnostiker (n=149) deutlich geringer als die Anzahl der Kontrollpersonen. Man könnte vermuten, dass die Verteilung einer Normalverteilung ähneln würde, wenn die Anzahl der Prosopagnostiker vervielfacht würde. Dazu müsste man den Fragebogen noch einmal an einem größeren Kollektiv von Personen testen, um die Anzahl der Prosopagnostiker zu erhöhen.

Der arithmetische Mittelwert der beiden Verteilungen unterscheidet sich deutlich. Bei den Kontrollpersonen liegt er bei einem Summenpunktwert von 40 Punkten, der Median liegt bei 46 Punkten. Bei den Prosopagnostikern liegt der arithmetische Mittelwert bei einem Summenpunktwert von 62 Punkten, der Median liegt bei 66 Punkten. Berechnet man jeweils die Standardabweichungen der beiden Verteilungen, würden sich die Verteilungen erst im Bereich von zwei Standardabweichungen je Verteilung überschneiden. Die Verteilung der Kontrollpersonen hat einen Mittelwert von 40 Punkten mit einer Standardabweichung von 4,79 Punkten nach oben und unten, d.h. 35,21 und 44,79 Punkten. Bei zwei Standardabweichungen bedeutet dies einen oberen Punktwert von 49,58 Punkten und einen unteren Punktwert von 30,42 Punkten. Die Verteilung der Prosopagnostiker hat einen Mittelwert von 62 Punkten mit einer Standardabweichung von 9,24 Punkten nach oben und unten, d.h. 52,76 und 71,24 Punkten. Bei zwei Standardabweichungen bedeutet dies einen oberen Punktwert von 80,48 Punkten und einen unteren Punktwert von 43,52 Punkten.

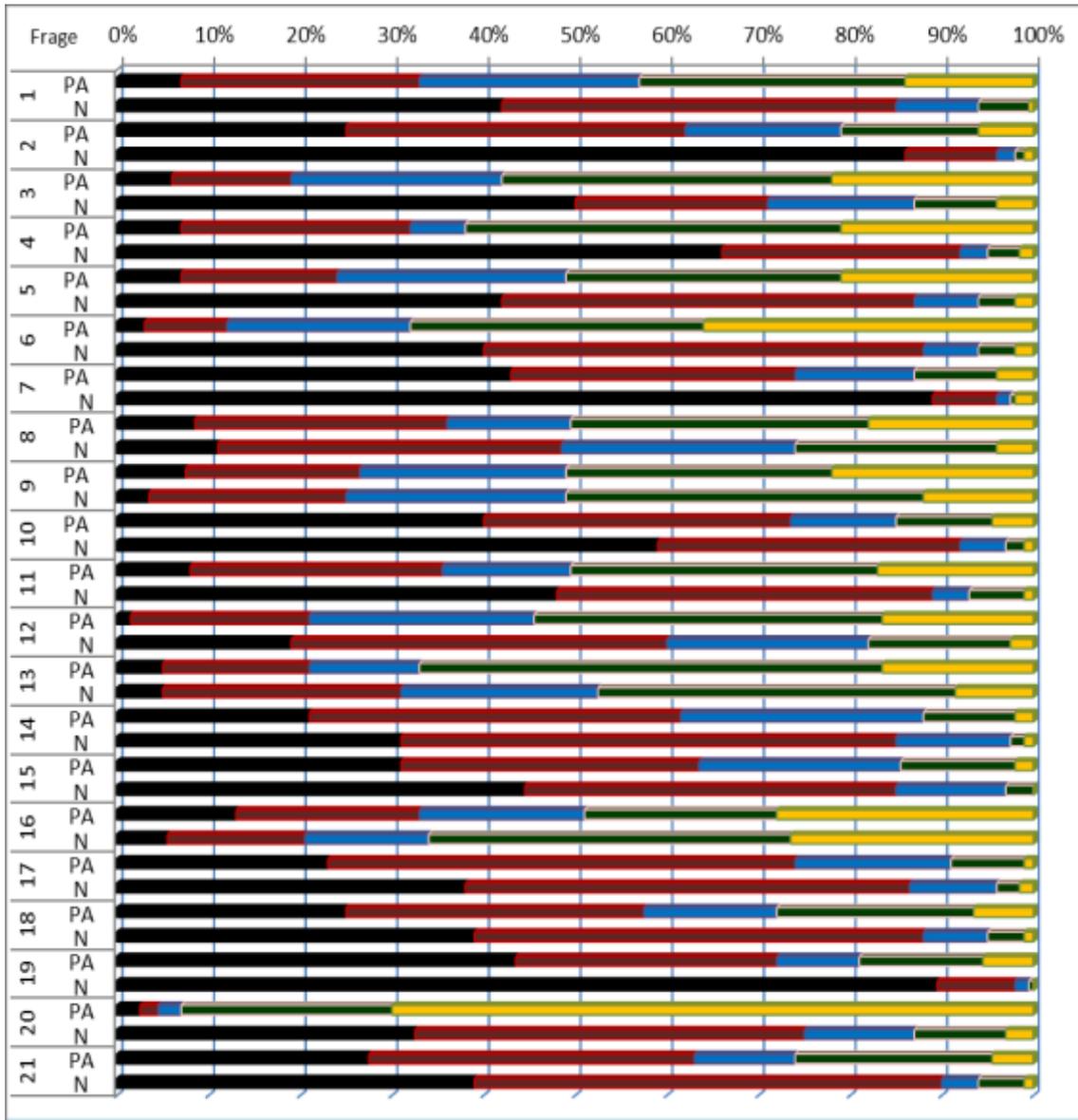
Stellt man die beiden Verteilungen in einer Grafik dar, stellt man fest, dass es generell eine Überschneidung der beiden Kurven im Summenpunktwertbereich von 45 bis 70 Punkten gibt. Durch die zusätzlichen Summenpunktwerte der Prosopagnostiker erfährt die Gesamtverteilung aller Summenpunktwerte erwartungsgemäß eine Rechtsverschiebung. Im Bereich der Überschneidung der beiden Einzelverteilungen liegen 199 von 780 Normalpersonen und 110 von 149 Prosopagnostikern. Hier finden sich vor allem Kontrollprobanden mit einem hohen Summenpunktwert. Bisher wurde empirisch von uns ermittelt, dass ein Proband mit einem Summenpunktwert von 50 Punkten ein „highscore Proband“ ist. Es fällt auf, dass nur 79 von 780 Kontrollpersonen (also 8,9 %) einen Summenpunktwert von 50 und mehr Punkten haben. Nur 30 von 780 Kontrollpersonen (also 3,8%) haben einen Summenpunktwert von mindestens 55 Punkten. Im Gegenzug haben in der Gruppe der Prosopagnostiker 138 von 149 Personen (92,6%) einen Summenpunktwert von 50 Punkten und mehr und 116 von 149 (77,9%) Prosopagnostiker einen Summenpunktwert von mindestens 55 Punkten. Die Wahrscheinlichkeit, bei einem Summenpunktwert von 55 Punkten einen Prosopagnostiker zu finden, ist demnach weit höher als eine Normalpersonen zu finden.

Im Folgenden werden die jeweils prozentualen Antworthäufigkeiten der beiden Gruppen Prosopagnostiker (n=149) und Normalpersonen (n=780) in einer Tabelle für alle 21 Fragen des Fragebogens aufgetragen.

Zunächst erfolgt eine Häufigkeitsverteilung der Antwortmöglichkeiten der 21 Items. Dabei werden Prosopagnostiker (n=149) und Kontrollpersonen (n= 780) verglichen.

Die 21 Aussagen sind untereinander aufgelistet und auf einer 5er-Skala die jeweilige prozentuale Antworthäufigkeit durch verschiedenfarbige Balken dargestellt (Abb.10).

## Ergebnisse



**Abbildung 10** – Vergleich der Antworthäufigkeiten des Fragebogens mit 21 Items und jeweils 5 Antwortmöglichkeiten zwischen Prosopagnostikern (hier PA) und Kontrollpersonen (hier N)

Diese sind auf einer 5er Skala von „trifft überhaupt nicht zu“ bis „trifft voll zu“ in Prozent für n=149 Prosopagnostiker und n= 780 Kontrollpersonen im getesteten Fragebogen für die 21 Items aufgetragen. Die einzelnen Antwortmöglichkeiten des Fragebogens sind folgendermaßen gekennzeichnet: „trifft voll zu“: gelb, „ trifft zu“: grün, „bin unsicher“: blau, „trifft weniger zu“: rot, „trifft überhaupt nicht zu“: schwarz. (Zu der Verteilung der Einzelsummenpunktwerte(1-5) der einzelnen Antwortmöglichkeiten siehe Anhang 10.1)

Aus dieser Abbildung 10 ergibt sich bereits ein grober Antworttrend. Für die Aussagen 8, 9,10, 13, 14, 16 und 17 ergibt sich aus den absoluten Zahlen bzw. in Abbildung 10 in Prozent

dargestellten Werten ein ähnlicher Trend der beiden Gruppen Prosopagnostiker und Kontrollpersonen dieselben Antworten zu geben. Für die Aussagen 1, 2, 5, 6, 11, 19, 20 und 21 sieht das Antwortmuster recht heterogen aus, was zeigt, dass sich deutlich unterschiedliche Antworttrends in den Gruppen Prosopagnosie und Kontrollpersonen abzeichnen. Beispielsweise sieht man bei Aussage 20 (Ich habe Probleme, Leute, die ich nur kurz gesehen habe, am nächsten Tag wiederzuerkennen) einen Trend, in der Prosopagnosie Gruppe weitestgehend die Antwortmöglichkeit mit einem Einzelpunktwert von 5 Punkten (trifft voll zu) anzukreuzen, während die Kontrollpersonen zu fast 75 Prozent die Antwortmöglichkeit mit einem Einzelpunktwert von 1 Punkt (trifft überhaupt nicht zu) oder 2 Punkten (trifft weniger zu) angibt. Wenn man nun das Antwortverhalten von selbstgemeldeten [Index]- Prosopagnostikern (n= 70) und Normalpersonen, die einen Summenpunktwert von unter 50 Punkten hatten (n=742) vergleicht, fällt auf, dass sich vor allem für Aussagen, die auf die direkte Gesichtserkennung abzielen, wie die Aussage 6 („Ich brauche lange, um Leute zu erkennen“), Aussage 7 („Ich erkenne immer meine Familienmitglieder“) und Aussage 20 („Ich habe Probleme, Leute, die ich nur kurz gesehen habe, am nächsten Tag wieder zuerkennen“) Antwortunterschiede zeigen. Für die Aussagen 8 („Ich finde leicht Dinge, die nicht am üblichen Platz liegen“), 9 („Ich erkennen Leute meist an der Stimme“) und 13 („Manchmal kommen mir Leute bekannt vor, die ich noch nie gesehen habe“) zeigen sich kaum Antwortunterschiede.

Vergleicht man Screening Prosopagnostiker (n =13) mit den Screening Kontrollpersonen (n=514), fällt auf, dass sich vor allem für die Aussagen, die sich weitestgehend alle auf die direkte Gesichtserkennung beziehen, wie Aussage 3,4,14 und 20 und Aussage 11 („Ich kann mir in Gedanken sehr gut meine Freunde vorstellen“) welche auf innere Bilder abzielt, deutliche Antwortunterschiede zeigen, für die Aussagen 8,9 und 13 (wie oben bereits genannt) zeigen sich kaum Unterschiede.

Sehr interessant ist es, wenn man die Kontrollpersonen mit einem Summenpunktwert über 50 Punkte im Fragebogen (n=73) mit Prosopagnostikern, die einen ähnlich hohen Punktwert im Fragebogen hatten (n=101), in ihrem Antwortverhalten vergleicht. Es zeigt sich, dass sich vor allem für Aussagen zur direkten Gesichtserkennung wie Aussage 3 („Einige in meiner Familie haben Probleme mit Gesichtserkennung“), Aussage 4 („Leute machen mich oft darauf aufmerksam, dass ich sie nicht erkenne“) und Aussage 20 („Ich habe Probleme, Leute, die ich nur kurz gesehen habe, am nächsten Tag wieder zuerkennen“) deutliche Antwortunterschiede zeigen. Eine detaillierte Auflistung der verschiedenen Vergleichsansätze ist in Anhang 10.4 dargestellt.

Dies ist zunächst eine erste Darstellung der Antworttrends. Da eine solche Auswertung jedoch statistisch gesehen noch nichts über die Gewichtung der einzelnen Aussagen beziehungsweise Messgenauigkeit des Fragebogens aussagt, wurden nun alle 21 Aussagen einzeln untersucht.

Es wurde nun statistisch versucht einen Beitrag jeder einzelnen Aussage zu der Einteilung der beiden Gruppen in das Kollektiv Prosopagnosie oder Kontrollpersonen zu finden. Den Aussagen wurde eine Wichtung gegeben und es wurde ein „cut off“-Kriterium  $k$  gesetzt, so dass eine Person als Prosopagnostiker eingestuft wird, wenn gilt: Die gewichtete Summe aller 21 Aussagen ist größer oder gleich  $k$  (das heißt, dass man einen speziellen Zahlenwert festlegt, bei dem eine Person als Prosopagnostiker eingeteilt wird). Zur Verdeutlichung ein Beispiel: Es wurde in meiner Arbeit zuvor empirisch ein „cut off“-Wert von 50 Punkten festgelegt, ab dem die Verdachtsdiagnose Prosopagnosie bestand und der Proband interviewt wurde. Dies hatte jedoch keine statistische Grundlage und differenzierte auch nicht endgültig zwischen den beiden Gruppen Prosopagnosie und Kontrollpersonen, sondern sollte eine subjektive Hilfe darstellen, um mit möglichst wenigen Interviews möglichst viele/alle Prosopagnostiker zu finden. Hier wurde nun versucht, statistisch einen cut off-Wert festzulegen, der zwischen Prosopagnosie und Kontrollpersonen entscheidet.

In der statistischen Untersuchung wurde weiterhin untersucht, ob es auch möglich wäre, den Fragebogen auf weniger Aussagen zu reduzieren, ohne die Messgenauigkeit zu verringern. Dazu wurde ein Bayesisches Informationskriterium  $BIC^9$  definiert.

Ein Informationskriterium ist ein Kriterium, um in der angewandten Statistik und Ökonometrie ein Vorhersagemodell aus einem gegebenen Datensatz auszuwählen. Hier wurde versucht aus den 21 Aussagen das „perfekteste“ Modell zur Unterscheidung Prosopagnosie/Kontrollpersonen zu finden. Der Datensatz sind die aus 21 beantworteten Aussagen bestehenden Fragebögen. Das Kriterium gibt bei zwei möglichen Modellen  $M_0$  und  $M_1$  an, wie gut das Modell  $M_0$  im Vergleich zum Modell  $M_1$  die Daten vorhersagen kann. Ein Modell ist komplex,

---

<sup>9</sup> Das Bayessche Informationskriterium = BIC wurde 1978 von Gideon Schwarz vorgeschlagen. Bei einem Informationskriterium kann das Maß für die Anpassungsgüte eines Modells in zwei verschiedenen Weisen formuliert werden: 1. als die maximale Wahrscheinlichkeit -hier wäre das Modell am besten, bei dem der BIC den höchsten Wert hat, da die „strafende“ Anzahl der Parameter abgezogen wird und 2. als die minimale Varianz der Residuen -das Modell mit dem kleinsten BIC ist am besten, da die „strafende Anzahl der Parameter“ addiert wird.

wenn es viele, teils irrelevante Parameter berücksichtigt. Die Anzahl dieser Parameter wird als „strafend“ in einem Modell berücksichtigt.

Das BIC zieht Modelle mit weniger Parametern Modellen mit vielen, teils irrelevanten, Parametern vor (vgl. Raftery, 1993). Das BIC straft nämlich zusätzliche Parameter schärfer als das Akaike'sche Informationskriterium (AIC)<sup>10</sup>. Es wird eher versucht, möglichst gute Vorhersagen zu treffen (Kuha, 2004). Nach Raftery (1995, S. 134) wird das Modell mit dem kleineren BIC-Wert bevorzugt.

Nun wurde in der statistischen Berechnung Schritt für Schritt je eine Aussage aus dem 21-Aussagen-Modell hinzugefügt bzw. entfernt und das BIC wurde für diesen Fragebogen errechnet. Diese Rechenprozedur endete, wenn weder ein Hinzufügen noch ein Wegnehmen einer weiteren Aussage aus dem Modell den BIC erniedrigte. Diese schrittweise Herangehensweise findet aber nicht zwangsläufig den minimalen BIC für alle möglichen Modelle, sondern nur für die, die man schrittweise selbst wie oben erläutert errechnet hat. Daher wurde der BIC für alle theoretisch möglichen Modelle errechnet. Bei 21 Aussagen sind das  $2^{21+1}$  Modelle. Danach wurde der BIC  $bi$  ( $i=1, \dots, 2^{21+1}$ ) für jedes Modell errechnet und danach wurde ein minimaler BIC  $bm = \min bi$  bestimmt, der das beste Modell mit den wenigsten strafenden Parametern darstellen soll.

Anschließend wurde zur „Berechnung eines perfekten Modells“ der Beitrag von jeder der 21 Aussagen bestimmt. Dabei wurde die Information aus den  $2^{21+1}$  Modellen genutzt.

Nun wurde das Bayesian Model Averaging (Bayes Modell Durchschnittsbildung) durchgeführt. Das Bayesian Model Averaging ist eine Methode, um statistische Mittel zu errechnen, bei der nicht nur das statistische Mittel aus dem vorhandenen Datensatz errechnet wird, sondern auch andere Informationen, die den Datensatz betreffen. Hat eine Aussage nämlich in allen Modellen einen bestimmten Ausprägungsgrad, dann zählt dies mehr als wenn sie nur in 2 Modellen diesen bestimmten Ausprägungsgrad hat. In der unten dargestellten Tabelle sind diejenigen der 21 Aussagen mit dem minimalen BIC für jeden der 10 Rechenansätze dargestellt.

Der Schwerpunkt der statistischen Auswertung liegt in der Testung der Diskriminationsfähigkeit des Modells. Dazu wurde die „Fläche unter der Kurve“ (engl.: „area under the curve“, im

---

<sup>10</sup> Das Akaike Informationskriterium ist ein von Hirotugu Akaike 1974 entwickeltes Informationskriterium. Es ist das älteste bekannte Informationskriterium, welches jedoch unabhängig von der Stichprobenzahl ist und bei großer Stichprobenzahl Modelle mit vielen Parametern günstiger aussehen lässt als sie es wahrscheinlich wären.

Folgenden AUC) aus einer „receiver operating characteristics“ Kurve (im Folgenden ROC Plot<sup>11</sup>) errechnet.

Hier ist es so, dass die AUC der Wahrscheinlichkeit entspricht, dass eine zufällig ausgesuchte Prosopagnosie-Versuchsperson einen höheren Summenpunktwert im Fragebogen erzielt als eine zufällig ausgesuchte Normalperson. Eine AUC von 1 (100 % Wahrscheinlichkeit) heißt, dass man anhand des Summenpunkt werts perfekt unterscheiden kann wer zu welcher Gruppe gehört. Eine AUC von 50% hieße, dass man nur rät. Hier in dieser Rechenprozedur hat das komplette Modell mit 21 Aussagen eine AUC von 0,984, wenn man alle gelisteten Prosopagnostiker mit allen Kontrollpersonen vergleicht, was heißt, dass man fast perfekt eine zufällige Prosopagnosie Person von einer zufällig ausgesuchten Normalperson mit dem 21- Aussagen -Fragebogen trennen kann.

Man kann nun, wenn man alle Prosopagnostiker und Kontrollpersonen testet, einen AUC Wert von 0,979 für nur sechs Aussagen und zwar Aussage 3 („Einige in meiner Familie haben Probleme mit Gesichtserkennung“), Aussage 4 („Leute machen mich oft darauf aufmerksam, dass ich sie nicht erkenne“), Aussage 5 („Ich kann sofort sagen, ob mir ein Gesicht bekannt vorkommt“), Aussage 15 („Ich kann in einem Raum leicht rückwärts laufen“), Aussage 19 („Ich vermeide Treffen, weil ich meine Bekannten übersehen könnte“) und Aussage 20 („Ich habe Probleme, Leute, die ich nur kurz gesehen habe, am nächsten Tag wiederzuerkennen“) errechnen. Das hat eine fast genauso große Fähigkeit eine zufällig ausgesuchte Person einer Gruppe zuzuordnen wie das komplette Modell mit 21 Aussagen. Man würde es reduziertes Modell nennen, da es nur aus 6 anstatt aus 21 Aussagen besteht.

In der folgenden Tabelle 2 sind die 21 Fragebogaussagen dargestellt und welche Teilgruppen miteinander verglichen wurden. Ebenso wurde die AUC für das gesamte Modell mit allen 21 Teilaussagen, aufgetragen.

---

<sup>11</sup> ROC ist eine Methode zur Bewertung und Optimierung von Analyse-Strategien. Die ROC-Kurve stellt die Abhängigkeit der Effizienz mit der Fehlerrate für verschiedene Parameterwerte dar. Durch Kombination von Sensitivität und Spezifität erhält man die ROC. Eine ROC-Kurve kann als Qualitätsmaß verwendet werden. Für jeden möglichen Parameter ermittelt und zeichnet man die resultierenden relativen Häufigkeitsverteilungen als Sensitivität (y-Achse) und Spezifität (x-Achse). Es resultiert typischerweise eine gekrümmte, aufsteigende Kurve.

## Ergebnisse

Aussage	Alle			Selbst gemeldet		Screening		
	Alle Personen mit Prosopagnosie (n=149) und alle Kontrollpersonen (n=780)	Alle Personen mit Prosopagnosie (n=149) vs. alle Kontrollpersonen ohne high score (n=742)	Alle Kontrollpersonen mit High Score (n=101) vs. Summenpunktwert gematchte Personen mit Prosopagnosie (n=73)	Personen mit Prosopagnosie ohne Familienangehörige (n= 70) vs. alle Kontrollpersonen ohne high score (n=742)	Personen mit Prosopagnosie mit Familienangehörigen (n= 70) vs. alle Kontrollpersonen ohne high score (n=742)	Screening Personen mit Prosopagnosie(n=13) vs. im Screening Kontrollpersonen (n=514)	Screening Personen mit Prosopagnosie (n=36) vs. alle Kontrollpersonen ohne high score (n=742)	Screening Personen mit Prosopagnosie (n=36) vs. selbst gemeldete Personen mit Prosopagnosie (n=104)
<i>AUC des reduzierten Modells</i>	0.9787	0.9757	0.863	0.9787	0.9777	1	0.954	0.641
<i>AUC des kompletten Fragebogens</i>	0.984	0.976	0.918	0.995	0.978	1	0.954	0.802
1 Ich kann Schauspieler in einem Film gut verfolgen		x			x			x
2 Ich erkenne oft meine eigenen Freunde nicht								
3 Einige in meiner Familie haben Probleme mit Gesichtserkennung	x	x	x		x	x	x	
4 Leute machen mich oft darauf aufmerksam, dass ich sie nicht erkenne	x	x	x		x	x	x	
5 Ich kann sofort sagen, ob mir ein Gesicht bekannt vorkommt	x							
6 Ich brauche lange, um Leute zu erkennen				x				
7 Ich erkenne immer meine Familienmitglieder				x				
8 Ich finde leicht Dinge, die nicht am üblichen Platz liegen								
9 Ich achte bei Personen						x		

## Ergebnisse

besonders auf die Frisur								
10 Ich kann mir eine rote Rose sehr gut bildlich vorstellen								
11 Ich kann mir in Gedanken sehr gut meine Freunde vorstellen						x		
12 Ich kann berühmte Leute sofort erkennen								
13 Manchmal kommen mir Leute „bekannt“ vor, die ich noch nie gesehen habe								
14 Ich kann sofort sagen, ob es das Gesicht eines Mannes oder einer Frau ist						x		
15 Ich kann in einem Raum leicht rückwärts laufen	x							
16 Ich habe ein gutes Orientierungsgefühl								
17 Ich kann sagen, ob ein Gesicht attraktiv ist								
18 Emotionen / Stimmungen am Gesicht abzulesen fällt mir schwer								
19 Ich vermeide Treffen, weil ich meine Bekannten übersehen könnte	x							
<b>20 Ich habe Probleme, Leute, die ich nur kurz gesehen habe, am nächsten Tag wiederzuerkennen</b>	x	x	x	x	x	x	x	
21 Ich habe viel Kontakt zu anderen Menschen								

**Tabelle 2** - Auswertung des Fragebogens unter Einbeziehung der AUC und des reduzierten Modells (Legende auf der nächsten Seite)

Legende zu Tabelle 2 (vorherige Seite): Es sind alle 21 Aussagen des Fragebogens aufgetragen und jeweils welche Untergruppen miteinander in ihrem Antwortverhalten rechnerisch verglichen wurden. Es ist jeweils die AUC des kompletten und des reduzierten Modells zahlenmäßig dargestellt. Ebenso sind die Aussagen, die bei dem jeweiligen Vergleichsansatz zum reduzierten Modell beitragen, mit einem x markiert. Die Fragen, die dabei besonders häufig zum reduzierten Modell beitragen, sind fett gedruckt.

Tabelle 2 zeigt zunächst, dass die AUC im 21- Aussagen-Modell stets sehr hoch ist und fast bei 1 liegt, was eine perfekte Diskriminierbarkeit des Fragebogens bedeuten würde. Die höchste verwertbare AUC von 0,984 wird erreicht, wenn man alle Prosopagnostiker mit allen Kontrollpersonen vergleicht und ein komplettes Modell (21 Aussagen) annimmt. Eine AUC von 0,9787 lässt sich im reduzierten Modell mit sechs Aussagen (Aussagen zur direkten Gesichtserkennung wie Aussage 20, 3, 4, 19, 5) finden.

Generell kann man sagen, dass die jeweils errechneten reduzierten Modelle ebenfalls eine nur geringfügig kleinere AUC als das gesamte Modell mit allen 21 Aussagen zeigen. Die niedrigste AUC von 0,641 wird im reduzierten Modell erreicht, wenn man selbst gemeldete Prosopagnostiker und im Screening rekrutierte Prosopagnostiker vergleicht. Legt man in diesem Ansatz das gesamte Modell (mit allen 21 Aussagen) zu Grunde, erreicht man eine AUC von 0,802.

Die Aussagen mit dem minimalen BIC decken sich größtenteils mit den Aussagen, die zusammen ein reduziertes Modell ergeben. Das sind weitestgehend Aussagen zur direkten Gesichtserkennung wie Aussage 3 („Einige in meiner Familie haben Probleme mit Gesichtserkennung“), Frage 4 („Leute machen mich oft darauf aufmerksam, dass ich sie nicht erkenne“) und Aussage 20 („Ich habe Probleme, Leute, die ich nur kurz gesehen habe, am nächsten Tag wiederzuerkennen“).

Betrachtet man die Aussagen mit dem minimalen BIC und die Aussagen, die je Ansatz zum reduzierten Modell beitragen, fällt auf, dass auch Aussagen zur direkten Gesichtserkennung wie Aussage 5, 6, 7 und 19 sowie die Aussage 15 („Ich kann in einem Raum leicht rückwärts laufen“), welche auf das Vorhandensein innerer Bilder abzielt, eine Rolle spielen. Hingegen scheinen die Aussage 10 zu inneren Bildern („Ich kann mir eine rote Rose sehr gut bildlich vorstellen“), Aussage 13 zur direkten Gesichtserkennung („Manchmal kommen mir Leute „bekannt“ vor, die ich noch nie gesehen habe“) und Aussage 21 zum Sozialverhalten („Ich habe viel Kontakt zu anderen Menschen“) keine große Rolle für die Diskriminationsfähigkeit des Fragebogens zu spielen, denn sie sind in keinem Rechenansatz eine Aussage mit einem minimalen BIC und tragen nie zu einem reduzierten Modell bei. Die Aussagen zur direkten

## Ergebnisse

---

Gesichtserkennung (Aussage 2,9,12,14) , die Aussage 8 und 16 zur Orientierungsfähigkeit , Aussage 11 zum Vorhandensein innerer Bilder und die Aussagen 17 und 18 zur Emotionserkennung und Beurteilung in Gesichtern sind ebenfalls selten mit einer der beiden o.g. Eigenschaften vertreten.

Sehr interessant ist es, Kontrollpersonen mit einem hohen Summenpunktwert über 50 Punkten mit Prosopagnostikern mit gleich hohen Summenpunktwerten zu vergleichen. Dies ist für die Praxis ein sehr entscheidender Test, da eben in den hohen Summenpunktwerten die Schwierigkeit liegt, Prosopagnostiker von Kontrollpersonen zu unterscheiden. Hier zeigt sich, dass bereits die Aussagen 3, 4 und 20 zur direkten Gesichtserkennung mit einer Sicherheit von 0.86 Prosopagnostiker und Kontrollen zuzuordnen vermögen.

Vergleicht man männliche und weibliche Probanden in ihrem Antwortverhalten, was primär nichts mit dem ursprünglichen Ziel der Doktorarbeit zu tun hat, zeigt sich jedoch, dass das Antwortverhalten von Frauen und Männern sich in den Aussagen 15 („Ich kann in einem Raum leicht rückwärts laufen“ ) und 8 („Ich finde leicht Dinge, die nicht am üblichen Platz liegen“ ) , in denen es um die Orientierungsfähigkeit geht, sowie in den Aussagen 11 („Ich kann mir in Gedanken sehr gut meine Freunde vorstellen“) und 12 („Ich kann berühmte Leute sofort erkennen“) unterscheidet.

Im Folgenden werden zunächst folgende Grundbegriffe der Statistik wiederholt, um die aus diesen Ergebnissen dargestellten ROC-Kurven verstehen zu können:

	Prosopagnostiker	Kontrollpersonen
Modell (Test) positiv	Richtig-positiv	Falsch-positiv
Modell (Test) negativ	Falsch-negativ	Richtig-negativ

Sensitivität = Empfindlichkeit, Trefferquote, Recall, richtig positiv  
Anzahl der richtig Positiven/Alle Prosopagnostiker

Spezifität = richtig negativ  
Anzahl der richtig Negativen/Alle Kontrollpersonen

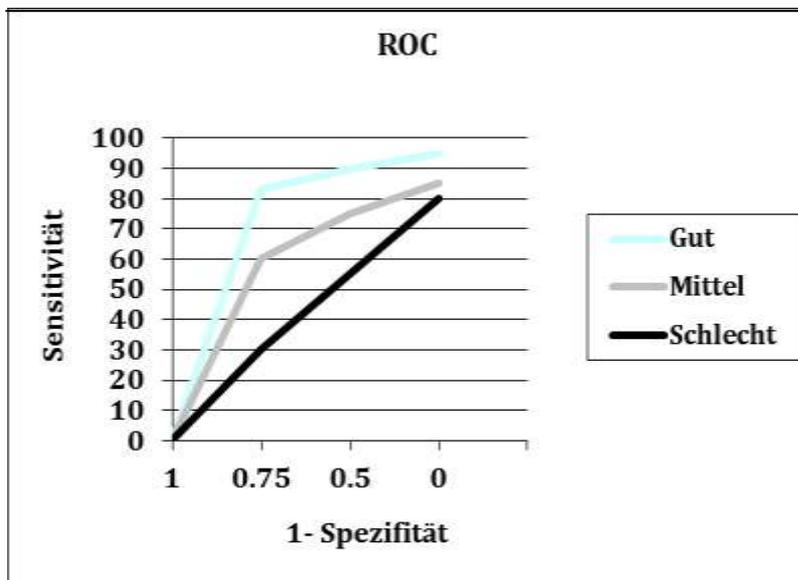
PPV= positiver prädiktiver Wert  
Anzahl der richtig Positiven/Alle Test Positiven

NPV= negativer prädiktiver Wert  
Anzahl aller richtig Negativen/Alle Test Negativen

**Tabelle 3** – Gütekriterien eines statistischen Tests

Durch Kombination von Sensitivität und Spezifität erhält man die ROC. Eine ROC-Kurve kann als Qualitätsmaß verwendet werden. Für jeden möglichen Parameter ermittelt und zeichnet man die resultierenden relativen Häufigkeitsverteilungen als Sensitivität (y-Achse) und Spezifität (x-Achse). Es resultiert typischerweise eine gekrümmte, aufsteigende Kurve.

Eine ROC-Kurve nahe der Diagonalen deutet auf einen Zufallsprozess hin: Werte nahe der Diagonalen bedeuten eine gleiche Trefferquote und Falschpositivquote, was der zu erwartenden Trefferhäufigkeit eines Zufallsprozesses entspricht. Die ideale ROC-Kurve steigt zunächst senkrecht an (die Trefferquote liegt nahe bei 100%, während die Fehlerquote anfangs noch nahe bei 0% bleibt), erst danach steigt die Falschpositivrate an. Eine ROC-Kurve, die deutlich unterhalb der Diagonalen bleibt, deutet darauf hin, dass die Werte falsch interpretiert wurden (Abb. 11).



**Abbildung 11** - ROC Plots

Diese Abbildung zeigt die Sensitivität auf der y-Achse aufgetragen und die falsch positiv Rate (1-Spezifität) auf der x-Achse aufgetragen. Eingezeichnet sind 3 fiktive ROC Plots, eine mit guter Trefferquote (obere Kurve), eine mit einer mittleren Trefferquote (mittlere Kurve) und eine mit einer schlechten Trefferquote (untere Kurve). Diese liegt nahe der Diagonalen.

Zu der ROC-Kurve berechnet man die AUC. Dieser Wert kann zwischen 0 und 1 liegen, wobei aber 0,5 der schlechteste Wert ist. Wie zuvor beschrieben ist eine ROC-Kurve nahe der Diagonalen das zu erwartende Ergebnis eines Zufallsprozesses, der eine Fläche von 0,5 hat. Die zuvor als optimal beschriebene Kurve hat eine Fläche zwischen 0,5 und 1 (je höher der Zahlenwert, desto besser).

Ein Beispiel für einen o.g. ROC-Plot ist im folgenden Ansatz zu sehen, in dem alle Prosopagnostiker (n=149) mit allen Kontrollpersonen (n=780) verglichen wurden. Hier ist das reduzierte Modell gezeigt, das nur aus den o.g. 6 Aussagen besteht. (Abb.12)

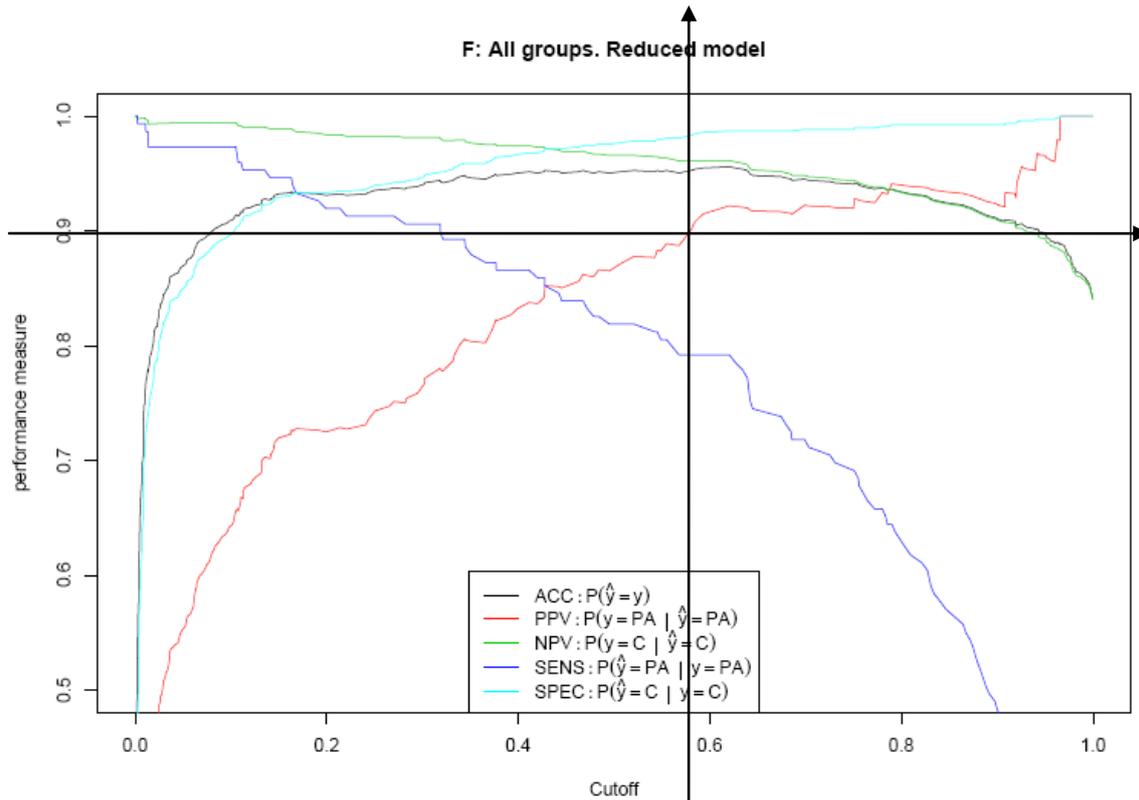


Abbildung 12 - ROC Plot Beispiel

Die Linien zeigen verschiedene Erfolgsmessgrößen (alle skaliert zwischen 0 und 1). Die x-Achse (cut off) ist der Kriteriumswert (je kleiner, desto besser). Für jedes einzelne Modell ergibt dies eine Schätzung der Wahrscheinlichkeit Prosopagnosie zu haben ( $p^*$ ). Um eine Person nun klassifizieren zu können, wird diese Schätzung mit einem cut off-Wert  $c$  verglichen. Eine Person wird erst dann als Prosopagnostiker ( $y$ =Prosopagnosie) klassifiziert, wenn  $p^* > c$  ist. Wenn  $y$  nun die richtige Gruppe (Prosopagnostiker oder Kontrollpersonen) von einer Person ist und  $y^*$  die Modellvoraussage, dann ist die Genauigkeit (engl. „accuracy“, im Folgenden ACC, schwarze Linie), definiert als  $P(y=y^*)$ . Das ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Vorhersage des Modells korrekt ist.

Der negative prädiktive Wert (NPV, grüne Linie) ist definiert als  $P(y=\text{Kontrolle und } y^*=\text{Kontrolle})$ , das ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Person eine Kontrollperson ist und das Modell dies auch vorhersagt.

Die Spezifität (im Folgenden SPEC, dunkelblaue Linie) und die Sensitivität (im Folgenden SENS, hellblaue Linie) sind in dem Diagramm ebenfalls ablesbar.

Der positive prädiktive Wert (im Folgenden PPV, Genauigkeit, rote Linie) ist definiert als  $P(y=\text{Prosopagnosie und } y^*=\text{Prosopagnosie})$ , das ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Versuchsperson Prosopagnosie hat und das Modell eine Prosopagnosie Vorhersage macht.

Ein Beispiel für die praktische Anwendung des Fragebogens als Screeningbogen wird im Folgenden verdeutlicht:

Da es nicht möglich sein wird, alle Personen, an die der Fragebogen verteilt wurde, zu interviewen, um mögliche Prosopagnostiker herauszufinden, bestimmt man im Vorhinein eine gewünschte Genauigkeit, z.B. 90 %. Dann liest man anhand des ROC-Plots den zugehörigen cut off-Wert ab. Im oben gezeigten Beispiel wäre das ca. 0,58. Dann würde man nur diejenigen Personen interviewen, die einen  $p^* > 0.58$  haben.

Nun kann man in einem nächsten Schritt den cut off-Wert nach günstigen Kriterien selbst bestimmen und somit entscheiden, wie viele der Personen, die den Fragebogen ausgefüllt haben, man zu einem Interview einladen möchte.

## 5 Diskussion

Der statistisch getestete Fragebogen sollte als Screeningtool zur schnellen Erkennung von Prosopagnostikern dienen. Diese Prosopagnostiker werden dann in Kooperation mit dem Zentrum für Funktionelle Genomforschung (ZFG), Universität zu Köln, genetisch untersucht. Die klinische Phänotypbeschreibung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften, Leipzig, sowie mit der neurologischen Klinik der Universität Bonn (fMRT Studien), (Dinkelacker et al., 2011). Dass der Fragebogen dazu dient möglichst viele Probanden zu rekrutieren, wurde in der Darstellung der Ergebnisse bereits gezeigt. Im Folgenden wird nun näher auf einzelne Aussagen eingegangen, die Ergebnisse kritisch hinterfragt und ein Versuch unternommen eine veränderte Form des Fragebogens zu entwerfen, um diesen als Screeningbogen in weiteren Testungen und Untersuchungen zu nutzen.

### 5.1 Gesichtserkennungsleistung folgt einer Normalverteilung

Aus den Abbildungen 7, 8 und 9 ergibt sich die Annahme, dass Gesichtserkennungsleistung einer Normalverteilung folgt mit „super recognizern“ am oberen Ende und Prosopagnostikern am unteren Ende. Suggestiv für diese Annahme ist auch die für die Prosopagnosie ermittelte Prävalenz von 2,5%. Dies ist im Rahmen des in der Medizin üblicherweise gewählten cut offs von 2,5% für zu niedrige bzw. zu hohe (Labor-)werte zu beobachten.

Es gibt, wie zuvor erwähnt, super recognizer (Russel, Duchaine, Nakayama, 2009). Diese würden sich in einem Bereich der Verteilung ganz links befinden. Ebenso gibt es die „highscore“-Probanden sowie auch die schlechten Gesichtserkennung (fragliche Prosopagnostiker). Diese haben einen hohen Summenpunktwert und finden sich am rechten Rand einer Standardnormalverteilung (Kennerknecht, 2011). Gesichtserkennungsleistung stellt ein Spektrum dar. Dementsprechend finden sich die Prosopagnostiker und die super recognizer am unteren bzw. oberen Rande.

### 5.2 Details zur Interpretation der Ergebnisse

Bereits die orientierende Auswertung des Fragebogens (siehe Tab. 2) zeigt deutliche Unterschiede zwischen der Gruppe der getesteten Prosopagnostiker und den Kontrollpersonen.

## Diskussion

---

Da es Ziel des Fragebogens ist, Prosopagnostiker von Kontrollpersonen zu unterscheiden, bzw. sie aus einer Grundgesamtheit zu finden, sollte man die Aussagen, für die sich ein signifikanter Unterschied im Antwortmuster zeigt, genauer betrachten. Dies ist durch die aufwendige statistische Analyse des Fragebogens geschehen. Hier wurde im ersten Schritt das komplette Modell mit allen 21 Aussagen und im zweiten Schritt ein reduziertes Modell aus nur 4 - 6 Fragebogaussagen untersucht. Die statistische Analyse vom ganzen Datensatz ohne die Personen, die als schlechte Gesichtererkenner identifiziert wurden, zeigt, dass Modelle zwischen 4 und 6 Items immer noch eine gute Diskriminierbarkeit zwischen Prosopagnostikern und Kontrollpersonen zeigen. Diese Modelle haben immerhin eine „area under the curve“ (AUC) von meistens über 0,9. Betrachtet man die Screening Prosopagnostiker inklusive den fraglichen Prosopagnostikern gegenüber den Kontrollen, erhält man eine AUC von 0,985 für das gesamte Modell und eine AUC von 0,954 für das reduzierte Modell mit nur 6 Aussagen. Im Gegensatz dazu liefert das komplette Modell für die selbstgemeldeten Prosopagnostiker gegenüber den Kontrollen eine AUC von 0,9946 und das reduzierte Modell auch dann noch eine AUC von 0,9777. Das zeigt, dass der Fragebogen bei den selbstgemeldeten Prosopagnostikern eine etwas bessere Diskriminierbarkeit (von fast 100 %) für die Unterscheidung Prosopagnostiker / Kontrollpersonen liefert als bei den Screening Prosopagnostikern.

Man hat Kontrollpersonen mit einem hohen Summenpunktwert von über 50 Punkten mit Prosopagnostikern verglichen. Das Modell liefert auch dann noch eine AUC von 0,92. Der größte Unterschied befindet sich in 5 der Aussagen zur direkten Gesichtserkennung beziehungsweise zum Sozialverhalten. Dies ist eben der interessanteste Ansatz, da es in dem Fragebogen ja darum geht, Prosopagnostiker zu finden und dafür den Summenpunktwert als Kriterium zu wählen. Aussage 3 („Einige in meiner Familie haben Probleme mit Gesichtserkennung“), Aussage 4 („Leute machen mich oft darauf aufmerksam, dass ich sie nicht erkenne“), Aussage 6 („Ich brauche lange, um Leute zu erkennen“), Aussage 19 („Ich vermeide Treffen, weil ich meine Bekannten übersehen könnte“) und Aussage 20 („Ich habe Probleme, Leute, die ich nur kurz gesehen habe, am nächsten Tag wiederzuerkennen“) sind also anscheinend besonders hilfreich für die Unterscheidung von Kontrollpersonen mit einem Summenpunktwert über 50 und tatsächlichen Prosopagnostikern. Die Aussagen liefern einen wertvollen Beitrag zur Erfassung von Prosopagnostikern.

Allgemein am diskriminativsten sind die Aussagen, die jeweils direkt auf Gesichtserkennungsdefizite abzielen. Betrachtet man die Aussagen, die jeweils zum reduzierten

Modell beitragen, fällt auf, dass auch weitere Aussagen, die ebenfalls auf Gesichtserkennungsdefizite abzielen sowie Aussagen, welche auf Orientierungsvermögen sowie das Vorhandensein innerer Bilder abzielen, und eine Aussage zum Sozialverhalten eine Rolle spielen. Hingegen scheinen die Aussage 13 zur Gesichtserkennungsfähigkeit („Manchmal kommen mir Leute „bekannt“ vor, die ich noch nie gesehen habe“) und Aussage 21 zum Sozialverhalten („Ich habe viel Kontakt zu anderen Menschen“) keine große Rolle für die Diskriminationsfähigkeit des Fragebogens zu spielen, denn sie tragen zu keinem reduzierten Modell bei.

### **5.3 Reduzierte Auswahl der Aussagen des Screeningbogens**

Die Aussage 21 „Ich habe viel Kontakt zu anderen Leuten“ zielt eindeutig auf den Sozialkontakt der Personen ab. Es wäre daher ratsam, diese Aussage nicht aus dem Fragenkatalog zu entfernen. Es ist einmalig in der Literatur beschrieben, dass Prosopagnostiker oft Schwierigkeiten damit haben, soziale Kontakte aufzubauen, da sie sich in sozialen Situationen unsicher fühlen (Yardley, 2008). In Erfahrungsberichten von Prosopagnostikern ist jedoch keinesfalls von wenigen Sozialkontakten die Rede. Im Allgemeinen sind Prosopagnostiker durchaus kontaktfreudige Menschen. Man darf die von Yardley angegebenen Schwierigkeiten im Sozialkontakt jedoch nicht mit den fehlenden Sozialkontakten von Betroffenen aus dem autistischen Formenkreis verwechseln (Shraberg & Weitzel, 1979; Young et al., 1993; Silva & Leong, 1995; Dalgarrondo, Fujisawa, & Banzato, 2002; Njikiktjen et al., 2001). Manche Personen mit Asperger oder Capgras Syndrom haben als Symptom eine Prosopagnosie. Personen mit einem Asperger oder Capgras Syndrom haben ebenfalls wenige Sozialkontakte. Die Ursachen der mangelnden Sozialkontakte sind jedoch verschieden. Autisten haben generell weniger soziales Interesse und bauen deshalb weniger Sozialkontakte auf. Prosopagnostiker haben möglicherweise Schwierigkeiten, da sie sich in größeren Gruppen aufgrund der Unsicherheit der Gesichtserkennung oft unsicher fühlen. Es sollte jedoch kritisch hinterfragt werden, in wieweit Yardley seine Probanden auf Erkrankungen des autistischen Formenkreises untersucht hat. Es muss nun überlegt werden, ob die Aussage möglicherweise anders oder noch zielgerichteter formuliert werden kann (s.u.).

Genau dasselbe trifft auf mehrere weitere Aussagen zu, die nicht besonders diskriminativ sind. Es sollte jedoch vermieden werden, eine große Anzahl an Aussagen umzuformulieren, da der

Fragebogen ja in der bestehenden Art bereits eine sehr gute Diskriminationsfähigkeit aufweist. Ebenso sollten in einem Fragebogen auch Distraktorfragen vorhanden sein, die nicht direkt auf das getestete Themengebiet abzielen. Solche Distraktorfragen beweisen Qualität, indem sie eben nicht als besonders diskriminativ gelten. In diesem Fragebogen war es so, dass die „Distraktorfragen“ auf Begleitagnosien abzielten, z.B. auf das Vorstellungsvermögen Innerer Bilder (Aussage 10 und 11) sowie auf mentale Repräsentationen von Räumen (Aussage 15). Anfangs (bei Konstruktion des ursprünglichen Fragebogens) wurden diese Aussagen gewählt, um zu prüfen, ob neben der Prosopagnosie auch andere kognitive Defizite vorliegen, beziehungsweise ob Begleitagnosien vorliegen. Da dies jedoch offensichtlich eher selten ist, können diese Aussagen nun als Distraktorfragen dienen.

Aussage 15 („Ich kann in einem Raum leicht rückwärts laufen“) wird in der überarbeiteten Version des Fragebogens nicht entfernt. Die Aussage nach dem Vermögen, in einem Raum rückwärts zu laufen, zielt auf Innere Bilder ab. Zu erwähnen gilt es, dass bei der ursprünglichen Konstruktion des Fragebogens die Aussagen nach empirischen Beobachtungen entwickelt wurden. Es wurde vielfach deutlich, dass Prosopagnostiker keine mentale Repräsentation innerer Bilder haben und sich somit nicht vorstellen können in einem Raum rückwärts zu laufen oder einen Purzelbaum rückwärts zu schlagen. Kritisch zu sehen ist es jedoch, dass durch die Fähigkeit rückwärts zu laufen, nicht direkt die Inneren Bilder abgefragt werden, es ist daher missverständlich für die den Fragebogen ausfüllenden Personen. Überdies sind mit Sicherheit noch nicht viele Personen häufig rückwärts gelaufen und sind sich ihrer Fähigkeit dies zu tun nicht bewusst. Anscheinend korreliert das Unvermögen, rückwärts zu laufen, jedoch mit der Prosopagnosie. Bei Aussage 15 gibt es noch eine weitere Besonderheit. Dort gibt es Unterschiede in den Antworten von Männern und Frauen, sowohl bei den Prosopagnostikern als auch bei den Kontrollpersonen.

Es bleibt darüber nachzudenken, die Aussagen ganz zu streichen, die nicht essentiell wichtig für das Ziel des Fragebogens sind und einen Fragebogen mit weniger Aussagen zu erstellen.

Bei Aussage 18 („Emotionen / Stimmungen am Gesicht abzulesen fällt mir schwer“) kann man nachvollziehen, dass sie nicht diskriminativ ist, da mittlerweile in Studien bereits herausgefunden wurde, dass Prosopagnostiker mit angeborener Prosopagnosie sehr wohl Emotionen am Gesicht ablesen können (Duchaine, Parker & Nakayama, 2003; Humphreys, Avidan & Behrmann, 2007).

Ein reduziertes Modell mit 4 - 6 Aussagen hatte in dieser statistischen Testung ja ebenfalls eine AUC von 0,979. Jedoch hatte das komplette Modell mit 21 Aussagen mit einer AUC von 0,997 immer noch eine höhere AUC als die jeweils reduzierten Modelle. Aufgrund dieser Ergebnisse sollte man einen Fragebogen mit einer ähnlichen Fragenanzahl wie beim bisher getesteten Fragebogen erstellen. Würde man den Fragebogen auf wenige Fragen reduzieren, wäre der Fragebogen möglicherweise in Hinblick auf das Untersuchungsziel zu durchsichtig.

Man kann nun bedenken, was man noch zusätzlich an dem Fragebogen verändern könnte, um ihn diskriminativer zu gestalten. Man könnte im Folgenden überlegen, einzelne, sehr diskriminative Aussagen, zu gewichten. Ob dies allerdings zu einer weiteren Steigerung der Diskriminationsfähigkeit des Fragebogens führt, bleibt zum einen zu testen, zum anderen statistisch zu ermitteln. Man könnte überlegen, fünf Aussagen zu streichen und die Aussagen 3, 4, 6, 19 und 20 doppelt zu werten. Dies sind die Aussagen, die Highscore-Kontrollen (Normalpersonen mit einem Summenpunktwert über 50 Punkten) von Prosopagnostikern „unterscheiden“. Da dies jedoch vor allem für die Highscore-Kontrollen zutrifft, könnte es sein, dass der Fragebogen demnach von Kontrollpersonen ohne Highscore verfälscht würde. Eine weitere Möglichkeit wäre es, die acht Aussagen 3, 4, 5, 6, 7, 15, 19 und 20 anders zu werten, beziehungsweise eine Wichtung in die Aussagen zu legen und dafür die Aussagen 1, 8, 12, 13, 14, 17 und 18 zu streichen. Man könnte auch die zuerst genannten acht Aussagen doppelt werten und keine Aussage herausnehmen.

### **5.4 Veränderung des Inhalts der Items**

Manche Aussagen in dem vorliegenden Fragebogen sind unter Umständen nicht optimal gestellt. Schwierig ist die Formulierung immer, sobald Häufigkeitsangaben oder Konnotationen in die Aussage eingebaut sind (wie z.B. Aussage 2 „Ich erkenne **oft** meine eigenen Freunde nicht“), da jeder Mensch ein anderes Verständnis für Mengen und Eigenschaften hat. Es geht in einem Fragebogen zwar immer um das subjektive Empfinden von Personen, jedoch sollten die Aussagen möglichst objektiv formuliert sein, um repräsentative Ergebnisse zu erhalten. Folgende Vorschläge zur Veränderung von Aussagen werden hier behandelt:

Die Aussage 9 („Ich erkenne die Leute meistens an der Stimme“) könnte man entweder komplett streichen oder in ihrem Inhalt verändern. Generell ist es so, dass angeborene

Prosopagnostiker eher auf andere Details bei Personen achten, um diese zu erkennen, z.B. die Stimme, das Gangbild, die Frisur, die Figur, die Kleidung, markante Merkmale wie eine Brille oder ein Muttermal. Jedoch sind viele Probanden von der Aussage 9 irritiert, da sie Menschen meistens nicht nur an der Stimme, sondern an allen eben aufgezählten Merkmalen erkennen, da die Stimme meistens nicht das zuerst erfasste Merkmal einer Person ist, wenn man diese irgendwo sieht. Die Stimme hört man erst, wenn man mit dem Gegenüber in persönlichen Kontakt getreten ist. Da verschiedene Blickfolgestudien an Prosopagnostikern erkannt haben, dass diese den Blick vor allem auch auf den Haaransatz schweifen lassen (Schwarzer et al., 2007), könnte die Formulierung „Ich achte bei Personen besonders auf die Frisur“ eine gute Ersatzlösung für die Aussage 9 werden. Ebenso könnte sie auch so formuliert werden, dass man sich eher auf die Mundregion konzentriert, da sowohl Orban de Xivry et al. (2008) als auch Caldara et al. (2005) in Augenfixationsstudien herausgefunden haben, dass sich Prosopagnostiker mit angeborener Prosopagnosie vor allem auf die Mundregion konzentrieren. Ich habe mich jedoch für die Formulierung der Frisurenerkennung entschieden. Die Aussage 9 in ihrer ursprünglichen Form ist in zweierlei Hinsicht ungünstig gestellt. Sie enthält zum einen die Mengenangabe „meistens, bei der einige Personen möglicherweise nicht genau wissen, was gemeint ist, und zum anderen ist vielen Prosopagnostikern möglicherweise gar nicht bewusst, dass sie Personen an der Stimme erkennen. Vor allem sollte man nicht den Ausdruck „Ich erkenne die Leute“ benutzen, da wahrscheinlich mehrere Faktoren zur Erkennung einer Person zusammenspielen und man eine Person nicht durch ein bestimmtes Merkmal wie die Stimme wirklich erkennt. Man sollte also eher die Bezeichnung „Ich achte besonders auf...“ wählen.

Analog zu der vorherigen Modifikation der Aussage 9 wird von mir ebenso Aussage 14 verändert („Ich kann sofort sagen, ob es das Gesicht eines Mannes oder einer Frau ist“). Diese stammt aus der Vermutung, dass Prosopagnostiker ebenso Schwierigkeiten haben könnten an einem Gesicht das Geschlecht abzulesen. Die Aussage 14 wurde empirisch nach Interviews mit Prosopagnostikern entwickelt, die über ihre Schwierigkeit „in kurzer Zeit“ Gesichter zu erkennen berichteten. In einer kurzen Zeit war es den Prosopagnostikern nicht möglich sofort zu entscheiden, ob es ein weibliches oder männliches Gesicht war. Ein Prosopagnostiker braucht nach Stollhoff et al. (2011) generell länger, um ein Gesicht als solches zu erkennen, erfüllt die Gesichtserkennungsleistung jedoch genauso gut wie Kontrollpersonen. Durch lange

Stimuluspräsentation (hier Gesichtspräsentation) können mehr informative Einzelheiten aus dem gezeigten Gesicht entnommen und erinnert werden.

Diese Aussage ist in der statistischen Testung jedoch nicht signifikant und wird deshalb gestrichen. Ersetzt wird die Aussage durch die Aussage „Ich erkenne Personen besser von hinten als von vorne“. Meist achtet ein Prosopagnostiker, wie oben erwähnt, nämlich besonders auf Haaransatz, Frisur und Kleidung (Kennerknecht et al., 2006; Grueter et al., 2007). Somit gilt es zu prüfen, ob Prosopagnostiker in einer Testung des neuen Fragebogens mehr Punkte erreichen als Normalpersonen, welche Personen meistens besser von vorne erkennen.

Die Aussage 10 „Ich kann mir eine rote Rose sehr gut bildlich vorstellen“ enthält die Bewertung „sehr gut“, die wahrscheinlich viele Probanden für sich subjektiv anders deuten. Diese Aussage zielt auf die innere Vorstellungskraft ab. Es sei noch einmal erwähnt, dass bei der Konstruktion der Fragebogenaussagen auf empirische Erfahrungen im Rahmen geführter Interviews mit Prosopagnostikern, die im Institut für Humangenetik der WWU Münster durchgeführt wurden, zurückgegriffen wurde. Dort wurde deutlich, dass sich die meisten Prosopagnostiker unbewegte oder bewegte Bilder von Objekten und insbesondere von Gesichtern mental nicht vorstellen konnten. Die Aussage 10 sollte also auf jeden Fall beibehalten werden. Eine Ersatzformulierung wäre „Ich kann mir eine rote Rose bildlich in 3D vorstellen“. Somit wäre die Konnotation aufgehoben und konkretisiert, denn durch die Formulierung „in 3D“ wird eine Plastizität in der Vorstellungskraft erfragt.

Eine weitere mögliche Formulierung der Aussage 11 zu demselben Sachverhalt wäre „Ich kann mir meine Freunde bildlich vorstellen“ anstatt „Ich kann mir in Gedanken meine Freunde sehr gut vorstellen“. Es spielt in der alten Formulierung wieder eine Bewertung, nämlich „sehr gut“, eine Rolle, unter der sich jede Person ein anderes Maß (detailliert/verschwommen/klar) vorstellt. Zum anderen ist die Formulierung „in Gedanken“ unklar formuliert. Es geht hier um die bildliche Vorstellungskraft. „In Gedanken“ könnte ebenso heißen, dass man spezielle Anekdoten erinnert oder bestimmte Situationen, die man mit seinen Freunden verbindet. Es ist jedoch nach der Vorstellung innerer Bilder gefragt. Trotzdem wäre auch bei der neuen Formulierung weder von der Farb- noch von der Dimensionalität der Vorstellung die Rede. Dies noch mit einzubeziehen hieße, eine sehr komplexe Aussage zu formulieren. Doch darauf soll verzichtet werden, da der Fragebogen spontan beantwortet werden soll. Zum Thema „Innere Bilder“ und Prosopagnosie gibt es bisher zwei veröffentlichte Studien (Barton und Cherkasova, 2005; Grueter et al., 2008), die beschreiben, dass Prosopagnostiker Schwierigkeiten bei der

Vorstellung von inneren Bildern haben. Dies ist nach Barton und Cherkasova mit Läsionen in der FFA verbunden (bei erworbener PA). Ebenso wurde herausgefunden, dass die verminderte Vorstellungskraft innerer Bilder mit einer eingeschränkten Vorstellungskraft für eine ganzheitliche Gesichtskonfiguration einhergeht, einzelne Merkmale eines Gesichts jedoch erkannt werden können.

Da dies jedoch die einzigen veröffentlichten Studien zu diesem Thema ist, muss bei der Konstruktion der Fragen zu Inneren Bildern auf den bisherigen Erfahrungsschatz durch zahlreiche Interviews mit Prosopagnostikern zurückgegriffen werden.

Aussage 2 „Ich erkenne oft meine eigenen Freunde nicht“ könnte in „Es ist mir schon passiert, dass ich meine eigenen Freunde bei einer spontanen Begegnung nicht erkannt habe“ umformuliert werden. Hier gibt es das Problem, „oft“ zu definieren, einige Personen stellen sich darunter „wenige Male“ vor, einige Personen stellen sich darunter „fast täglich“ vor. Dort herrscht möglicherweise ein Verständnisproblem bei den Personen, die den Fragebogen ausfüllen. Alternativ könnte man die Formulierung „mehrfach“ benutzen. Möglicherweise gewinnt dieses Item somit an Trennschärfe. Es kann jedoch auch genau den umgekehrten Fall bedeuten. Einige Kontrollpersonen werden unter Umständen auch schon mehrfach ihre Freunde nicht erkannt haben, aber dies möglicherweise in einem anderen Zusammenhang, beispielsweise, weil sie abgelenkt waren oder in einem ungünstigen Sichtwinkel standen; nicht jedoch, weil es an der Gesichtserkennungsfähigkeit mangelte. Es könnte also auch missverständlich von Kontrollpersonen verstanden werden.

Aussage 21 lautet „Ich habe viel Kontakt zu anderen Menschen.“. Man muss überlegen, diese Aussage ebenfalls in ihrer Form zu verändern. Eine Möglichkeit wäre „Ich lege Wert auf sozialen Kontakt zu anderen Menschen“. Somit könnte festgestellt werden, ob die Testperson durchaus sozialen Kontakt sucht oder diesen eher scheut. Nicht beantwortet wird hier allerdings die Aussage, zu wie vielen Personen die Testperson jedoch auch wirklich Kontakt hat. Eine weitere Formulierungsmöglichkeit für diese Aussage wäre „Ich würde mich als kontaktfreudige Person bezeichnen“. Doch auch hier gelten dieselben Einschränkungen wie für die erste Möglichkeit. Eine dritte Formulierungsmöglichkeit wäre „Ich habe einen großen Freundeskreis“. Doch diese Formulierung enthält wiederum die Bewertung „groß“, worunter sich ein verschiedenes Personen verschiedenes Maß vorstellen. Außerdem mag es an anderen Umständen liegen, dass auch Kontrollpersonen häufig einen kleinen Freundeskreis haben. Ich

habe mich für die zweite Möglichkeit („Ich würde mich als kontaktfreudige Person bezeichnen“) entschieden. Beibehalten sollten die beiden oben genannten Aussagen, da Yardley et al. (2008) in einer Studie herausfanden, dass Prosopagnostiker beim „Nichterkennen bekannter Personen“ über eine Ängstlichkeit, andere Personen damit zu kränken, über ein Peinlichkeitsempfinden und ein Schuldgefühl in solchen Situationen berichteten und somit soziale Interaktionen vermieden. Dies führte bei vielen Probanden zu familiären Konflikten und nur einem kleinen Bekanntenkreis. Jedoch ist wie oben erwähnt Yardley die einzige Autorin, die bisher von sozialen Interaktionsschwierigkeiten von Prosopagnostikern berichtet hat.

### **5.5 Entwurf eines veränderten Screeningbogens**

Aus den zuvor angestellten Überlegungen habe ich in meiner Dissertation eine neue Version des Fragebogens erstellt. Diese Konzeption der 5 Punkte-Bewertungsskala soll in dem neuen Fragebogen auf jeden Fall beibehalten bleiben, da sie den Fragebogen erstens weniger durchschaubar macht und zweitens die Aufmerksamkeit des Ausfüllenden fördert. Dieser ist in der folgenden Tab.4 zu sehen (ein Lösungsschlüssel zur Punkteverteilung findet sich in Anhang 10.5):

<u>Originalbogen</u>	<u>Veränderungen</u>	<u>Veränderter Fragebogen</u>
1 Ich kann Schauspieler in einem Film gut verfolgen	-	1 Ich kann Schauspieler in einem Film gut verfolgen
2 Ich erkenne oft meine eigenen Freunde nicht	Formulierung	2 Es ist mir schon mehrfach passiert, dass ich meine eigenen Freunde bei einer spontanen Begegnung nicht erkannt habe
3 Einige in meiner Familie haben Probleme mit Gesichtserkennung	-	3 Einige in meiner Familie haben Probleme mit Gesichtserkennung
4 Leute machen mich oft darauf aufmerksam, dass ich sie nicht erkenne	-	4 Leute machen mich oft darauf aufmerksam, dass ich sie nicht erkenne
5 Ich kann sofort sagen, ob mir ein Gesicht bekannt vorkommt	-	5 Ich kann sofort sagen, ob mir ein Gesicht bekannt vorkommt
6 Ich brauche lange, um Leute zu erkennen	-	6 Ich brauche lange, um Leute zu erkennen
7 Ich erkenne immer meine Familienmitglieder	-	7 Ich erkenne immer meine Familienmitglieder
8 Ich finde leicht Dinge, die nicht am üblichen Platz liegen	-	8 Ich finde leicht Dinge, die nicht am üblichen Platz liegen
9 Ich erkenne die Leute meist an der Stimme	Inhaltlich	9 Ich achte bei Personen besonders auf die Frisur
10 Ich kann mir eine rote Rose sehr gut bildlich vorstellen	Formulierung	10 Ich kann mir eine rote Rose in 3D vorstellen
11 Ich kann mir in Gedanken sehr gut meine Freunde vorstellen	Formulierung	11 Ich kann mir meine Freunde bildlich vorstellen
12 Ich kann berühmte Leute sofort erkennen	-	12 Ich kann berühmte Leute sofort erkennen
13 Manchmal kommen mir Leute „bekannt“ vor, die ich noch nie gesehen habe	Frage gestrichen	leer
14 Ich kann sofort sagen, ob es das Gesicht eines Mannes oder einer Frau ist	Ersatzfrage	14 Ich erkenne Personen von hinten besser als von vorne
15 Ich kann in einem Raum leicht rückwärts laufen	-	15 Ich kann in einem Raum leicht rückwärts laufen
16 Ich habe ein gutes Orientierungsgefühl	Formulierungs	16 Ich habe Probleme, mich an einem fremden Ort mit einer Karte zu orientieren
17 Ich kann sagen, ob ein Gesicht attraktiv ist	-	17 Ich kann sagen, ob ein Gesicht attraktiv ist
18 Emotionen / Stimmungen am Gesicht abzulesen fällt mir schwer	-	18 Emotionen / Stimmungen am Gesicht abzulesen fällt mir schwer
19 Ich vermeide Treffen, weil ich meine Bekannten übersehen könnte	-	19 Ich vermeide Treffen, weil ich meine Bekannten übersehen könnte
20 Ich habe Probleme, Leute, die ich nur kurz gesehen habe, am nächsten Tag wieder zuerkennen	-	20 Ich habe Probleme, Leute, die ich nur kurz gesehen habe, am nächsten Tag wieder zuerkennen
21 Ich habe viel Kontakt zu anderen Menschen	Formulierung	21 Ich würde mich als kontaktfreudige Person bezeichnen

**Tabelle 4** - Modifizierter Fragebogen (Legende auf der nächsten Seite)

Legende zur Tabelle 4 (vorherige Seite): Dargestellt ist der alte Fragebogen (linke Spalte) mit den 21 Aussagen sowie der veränderte Fragebogen (rechte Spalte) mit 20 Aussagen. In der mittleren Spalte sind jeweils die Veränderungen, die im Fragebogen durchgeführt wurden, aufgeführt.

Dick gedruckt: Aussagen, die auf jeden Fall beibehalten werden, da sie zur Diskriminationsfähigkeit des Fragebogens beitragen.

### 5.6 Kritische Betrachtung der Auswertung des Fragebogens

Bei der Erstellung und Auswertung des Fragebogens wurde vermutet, dass es einen großen Unterschied zwischen selbstgemeldeten Prosopagnostikern sowie Screening Prosopagnostikern gibt. Es wurde vermutet, dass selbstgemeldete Prosopagnostiker einen wesentlich höheren Summenpunktwert erreichen als Screening Prosopagnostiker. Zunächst wird auf beide Gruppen näher eingegangen. Die selbst gemeldeten Prosopagnostiker haben sich im Institut für Humangenetik der WWU Münster gemeldet, da sie selbst davon überzeugt waren eine Prosopagnosie zu haben. Möglicherweise haben sie den Fragebogen voreingenommen ausgefüllt im Sinne der „sozialen Erwünschtheit“. Dies ist eine Tendenz, die Aussagen nicht nach persönlichen Ermessen auszufüllen, sondern nach einer sozialen Norm (hier: Prosopagnosie zu haben). Es wurden tatsächlich Antwortunterschiede zwischen selbst gemeldeten Prosopagnostikern sowie Screening Prosopagnostikern festgestellt, in Aussagen zum Orientierungsvermögen sowie direkt zum Thema der Gesichtserkennung. Für die Aussagen nach dem Orientierungsvermögen (15 und 16) kann man rein nach dem Inhalt der Aussagen, keine soziale Erwünschtheit interpretieren, bei den Aussagen, die auf die Unfähigkeit Gesichter zu erkennen, abzielen (1, 2 und 9), könnte man dies jedoch tun. Strenggenommen sind allerdings nicht alle in der Excel-Liste der selbstgemeldeten Prosopagnostiker wirklich selbstgemeldete Prosopagnostiker, da sie z.T. Familienangehörige der selbstgemeldeten Prosopagnostiker sind. Ihnen wurde im Verlauf der Untersuchung dieser Fragebogen vorgelegt. Im engeren Sinne gehören sie jedoch auch nicht zu der Gruppe der Screening Prosopagnostiker, da man unter dem Begriff Screening ein systematisches Testverfahren versteht, das eingesetzt wird, um innerhalb eines definierten Prüfbereichs – dieser besteht meistens aus einer großen Anzahl von Proben oder Personen – bestimmte Eigenschaften der Prüfobjekte zu identifizieren. Ein Screening ist somit ein Siebttest. Die Familienangehörigen wurden dagegen nicht durch ein systematisches Verfahren gefunden, sondern wurden gezielt gesucht, um die Erblichkeit der angeborenen Prosopagnosie zu untersuchen beziehungsweise zu belegen. Somit wurden in dieser Dissertation auch nur die über das Fragebogenscreening direkt erfassten Probanden als Screening Prosopagnostiker gewertet, die Familienangehörigen mit Prosopagnosie wurden in einer gesonderten Liste erfasst.

Nach statistischer Auswertung des Fragebogens schneiden Screening Prosopagnostiker als auch selbst gemeldete Prosopagnostiker gleichermaßen „schlecht“ ab. Die Screening

## Diskussion

---

Prosopagnostiker erreichten 62 Punkte (arithmetischer Mittelwert), die hochbegabten Prosopagnostiker erreichten im Mittel 60,6 Punkte und die selbst gemeldeten Prosopagnostiker erreichten im Mittel 64,8 Punkte. Man kann im Nachhinein also alle Prosopagnostiker als eine Gruppe mit allen Kontrollpersonen vergleichen. Das örtliche und soziale Umfeld, in dem der Fragebogen ausgefüllt wurde, könnte einen Einfluss auf die Beantwortung des Fragebogens gehabt haben. Während das Umfeld für alle Medizinstudenten (und Oberstufenschüler) ähnlich war, nämlich der Kurs „Biologie für Mediziner“ sowie der Unterricht, war das Umfeld der selbstgemeldeten Prosopagnostiker nicht gleich und auch nicht bekannt. Ihnen wurde der Fragebogen per E-Mail oder per Post zugeschickt und gelangte auch auf diesen Wegen an das Institut zurück. Möglicherweise konnten diese Personen sich für das Ausfüllen des Fragebogens mehr Zeit nehmen und ihn in Ruhe ausfüllen, während die Medizinstudenten ihn unter einem gewissen Zeitdruck und zu einem festgelegten Zeitpunkt ausfüllten. Die Motivation der Medizinstudenten beim Ausfüllen des Fragebogens war sicherlich geringer, als die der selbstgemeldeten Prosopagnostiker, die ein persönliches Ziel verfolgten. Die Studenten dagegen füllten den Fragebogen „gezwungenermaßen“ im Rahmen des Studiums aus und waren möglicherweise auch bereits (kognitiv) durch vorhergehende Kurse ermüdet. Es könnte also sein, dass einige Aussagen nicht genau gelesen wurden und eine vorschnelle Antwort angekreuzt wurde. Bei den selbstgemeldeten Prosopagnostikern könnte man im Gegenzug eine übermäßige Sorgfalt interpretieren, da sie den Fragebogen freiwillig ausfüllten und wahrscheinlich mehr Zeit hatten. Den Faktor der Umweltstörvariable kann man in der Gruppe der selbstgemeldeten Prosopagnostiker nicht kontrollieren, in der Gruppe der Medizinstudenten war er kontrolliert.

Nach Auswertung der Fragebögen hat man festgestellt, dass 322 männliche Kontrollen und 420 weibliche Kontrollen befragt wurden. In der Gruppe der Prosopagnostiker sind es 55 männliche Personen und 94 weibliche Personen. Es herrscht also ein leichtes Übergewicht an weiblichen Personen in beiden Gruppen. Da auch männliche und weibliche Personen verglichen wurden und diese sich bei den Prosopagnostikern vor allem in den Aussagen 8, 9 und 16 und bei den Kontrollpersonen in den Aussagen 11, 12 und 16 unterschieden, diese Aussagen in den errechneten reduzierten Modellen jedoch keine Rolle spielen, kann man also davon ausgehen, dass das verschobene Geschlechterverhältnis das Ziel des Fragebogens nicht beeinflusst.

Eine Störvariable in der Testung ist die Einseitigkeit der Testpopulation. Es wurden jeweils Medizinstudenten im ersten Semester getestet. Diese hatten ein ähnliches Alter (19-24 Jahre) und einen gleichen Bildungsstand. Auch aus dieser Population leiteten Kennerknecht et al. (2006) ihre Schätzung der Prävalenz der angeborenen Prosopagnosie ab. Weitere Testungen von Kennerknecht et al. (2007,2008) (Indien, Hong Kong) und Bowles et al. (2009) (weitere Kaukasier (Australier, Israelis)) an anderen Populationen bestätigten jedoch die Prävalenz der angeborenen Prosopagnosie auf ca. 2,5 %.

### **5.7 Zusammenfassende Beurteilung und Ausblick**

Die statistische Auswertung und Beurteilung des ursprünglichen Fragebogens hat ergeben, dass 8 Aussagen (3, 4, 5, 6, 7, 15, 19 und 20) besonders diskriminativ sind, Prosopagnostiker und Kontrollpersonen zu unterscheiden. Ebenso hat die Analyse gezeigt, dass es einige Aussagen gibt, die nur wenig zur Diskrimination beigetragen haben (2, 8, 12, 14,16,17,18, 21) oder sogar negativ korreliert sind (9,10, 13). Ausgehend von diesen Ergebnissen wurde ein modifizierter Fragebogen entwickelt. Es gilt nun zunächst den ursprünglichen Fragebogen an einem weiteren unabhängigen Kollektiv zu testen und danach ebenso den modifizierten Fragebogen. Ursprünglich war das Ziel des Fragebogens, schnell und einfach Personen in einer Population zu finden, die Probleme in der Gesichtserkennung haben. In dieser Dissertation sollte ursprünglich nur herausgefunden werden welche Fragebogaussagen tauglich sind, solche Personen zu finden und welche Aussagen möglicherweise unnötig sind. Dass der getestete Fragebogen mit 21 Aussagen und sogar eine reduzierte Formen aus diesem Bogen mit nur 4 bis 6 Aussagen nahezu gleiche Ergebnisse in Bezug auf die Diskriminabilität von Prosopagnostikern und Kontrollpersonen liefert, war nicht zu erwarten. Dementsprechend ist es nicht zwingend notwendig, den ursprünglichen Fragebogen aufwendig zu verändern. Die vorgeschlagenen Veränderungen im Text als auch in der Zahl der Aussagen sollen jedoch der weiteren Optimierung eines schnelleren und einfacheren Screeningbogens dienen.

Aus den Ergebnissen hat sich nun die interessante Frage ergeben, ob der Fragebogen nicht nur die Qualität eines Screeningtools hat, sondern möglicherweise auch die Qualität eines vorläufigen Diagnostikums.

## **Diskussion**

---

Den ursprünglichen Fragebogen gilt es nun an anderen Personen, die nicht Medizinstudenten sind, zu testen. Man sollte eine unabhängige Population verwenden und testen, ob der Fragebogen in dieser Population ebenso diskriminativ ist wie in der in dieser Dissertation getesteten Population.

Als Kollektiv zur Testung des veränderten Fragebogens bieten sich wieder Erstsemesterstudenten der Humanmedizin an, um eine zum ursprünglichen Fragebogen vergleichbare Population zu finden. Sollte dieser Fragebogen ebenfalls diskriminativ sein, gilt es, diesen an einem Kollektiv zu testen, das nicht vorwiegend aus Medizinstudenten besteht.

Da es bisher nur zwei validierte Diagnosetests zur angeborenen Prosopagnosie gibt (Cambridge-Face-Memory-Test (CFMT), Duchaine, Nakayama, 2006, Cambridge-Face-Perception-Test (CFPT), Duchaine, 2007) wäre es sehr hilfreich, wenn dieser oder der veränderte Fragebogen wirklich als Diagnostikum einer angeborenen Prosopagnosie gelten könnte. Dazu müssen jedoch zusätzliche Populationen getestet werden und weitere statistische Auswertungen erfolgen.

## 6 Abkürzungsverzeichnis

AUC	Area under the Curve
BFRT	Benton Face Recognition Test
BORB	Birmingham Object Recognition Battery
CFMT	Cambridge Face Memory Test
CFPT	Cambridge Face Perception Test
EEG	Elektroenzephalografie
FFA	Fusiforme Face Area
FFT	Famous Face Test
fMRT	funktionelle Magnetresonanztomographie
GFMT	Glasgow Face Matching Test
MEG	Magnetenzephalografie
Ms	Millisekunden
n	Anzahl
N	Kontrollpersonen
OFA	Occipital Face Area
PA	Prosopagnosie
ROC	Receiver Operating Characteristics
STS	superiorer Temporalsulcus
VOSP	Visual Object and Space Perception Battery
WMSR	Wechsler Memory Scale Revised
WRMT	Warrington Recognition Memory Test

### 7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Modell der Gesichtserkennung nach Bruce und Young 1986	- 4 -
Abbildung 2 - Modell der Gesichtserkennung, verändert nach Gobbini und Haxby (2000)	- 6 -
Abbildung 3 – Face inversion effect, nach Thompson (1980)	- 8 -
Abbildung 4 – Superiorer Temporalsulcus eines Rhesus Affen	- 11 -
Abbildung 5 - Gesichtsselektive Regionen im fMRT (Grill-Spector et al. (2004) )	- 12 -
Abbildung 6 - N170- Welle bei Kontrollen und 2 angeborenen Prosopagnostikern (SO und GH)	- 27 -
Abbildung 7 - Verteilung der Summenpunktwerte im Fragebogen der Kontrollpersonen	- 46 -
Abbildung 8 - Verteilung der Summenpunktwerte im Fragebogen der Prosopagnostiker	- 47 -
Abbildung 9 -Verteilung der Summenpunktwerte im Fragebogen der Kontrollpersonen und der	- 47 -
Abbildung 10 – Vergleich der Antworthäufigkeiten des Fragebogens mit 21 Items und jeweils 5 Antwortmöglichkeiten zwischen Prosopagnostikern (hier PA) und Kontrollpersonen (hier N)	- 50 -
Abbildung 11 - ROC Plots	- 59 -
Abbildung 12 - ROC Plot Beispiel	- 60 -

## **8 Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1 - Rohdaten Excel Tabellen .....	- 42 -
<b>Tabelle 2</b> - Auswertung des Fragebogens unter Einbeziehung der AUC und des reduzierten.....	- 56 -
Tabelle 3 – Gütekriterien eines statistischen Tests .....	- 58 -
Tabelle 4 - Modifizierter Fragebogen (Legende auf der nächsten Seite) .....	- 71 -

## 9 Literaturverzeichnis

- (1) [www.duden.de](http://www.duden.de)
- (2) [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)
- (3) Aguirre GK, D'Esposito M (1999) Topographical disorientation: a synthesis and taxonomy. *Brain* 122 (Pt 9) (Pt 9): 1613-1628
- (4) Andrews TJ, Schluppeck D, Homfray D, Matthews P, Blakemore C (2002) Activity in the fusiform gyrus predicts conscious perception of Rubin's vase-face illusion. *Neuroimage* 17 (2): 890-901
- (5) Ariel R, Sadeh M (1996) Congenital visual agnosia and prosopagnosia in a child: A case report. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior* 32 (2): 221-240
- (6) Avidan G, Hasson U, Malach R, Behrmann M (2005) Detailed exploration of face-related processing in congenital prosopagnosia: 2. Functional neuroimaging findings. *J.Cogn.Neurosci.* 17 (7): 1150-1167
- (7) Avidan G, Behrmann M (2009) Functional MRI reveals compromised neural integrity of the face processing network in congenital prosopagnosia. *Curr.Biol.* 19 (13): 1146-1150
- (8) Avidan G, Behrmann M (2008) Implicit familiarity processing in congenital prosopagnosia. *Journal of Neuropsychology* 2 (1): 141-164
- (9) Aylward EH, Park JE, Field KM, Parsons AC, Richards TL, Cramer SC, et al. (2005) Brain Activation during Face Perception: Evidence of a Developmental Change. *J.Cogn.Neurosci.* 17 (2): 308-319
- (10) Balconi M, Pozzoli U (2008) Event-related brain oscillations (EROs) and event-related potentials (ERP) in emotional face recognition. *Int.J.Neurosci.* 118 (10): 1412-1424
- (11) Bartlett JC, Searcy JH, Abdi H (2003) What are the routes to face recognition? In: Rhodes G (Hrsg) *Perception of faces, objects, and scenes: Analytic and holistic processes*. Oxford University Press, New York, NY US, S. 21-47
- (12) Bartlett MS, Movellan JR, Sejnowski TJ (2002) Face recognition by independent component analysis. *IEEE Trans.Neural Netw.* 13 (6): 1450-1464
- (13) Barton JJ, Cherkasova M, O'Connor M (2001) Covert recognition in acquired and developmental prosopagnosia. *Neurology* 57 (7): 1161-1168
- (14) Barton JJ, Press DZ, Keenan JP, O'Connor M (2002) Lesions of the fusiform face area impair perception of facial configuration in prosopagnosia. *Neurology* 58 (1): 71-78
- (15) Barton JJ, Cherkasova M (2003) Face imagery and its relation to perception and covert recognition in prosopagnosia. *Neurology* 61 (2): 220-225

## Literaturverzeichnis

---

- (16) Barton JJ, Zhao J, Keenan JP (2003) Perception of global facial geometry in the inversion effect and prosopagnosia. *Neuropsychologia* 41 (12): 1703-1711
- (17) Barton JJ, Cherkasova MV, Press DZ, Intriligator JM, O'Connor M (2004) Perceptual functions in prosopagnosia. *Perception* 33 (8): 939-956
- (18) Barton JJ, Cherkasova MV (2005) Impaired spatial coding within objects but not between objects in prosopagnosia. *Neurology* 65 (2): 270-274
- (19) Barton JJ (2008) Structure and function in acquired prosopagnosia: lessons from a series of 10 patients with brain damage. *J.Neuropsychol.* 2 (Pt 1): 197-225
- (20) Barton JJ (2008) Prosopagnosia associated with a left occipitotemporal lesion. *Neuropsychologia* 46 (8): 2214-2224
- (21) Barton JJS, Cherkasova MV, Press DZ, Intriligator JM, O'Connor M (2003) Developmental prosopagnosia: A study of three patients. *Brain Cogn.* 51 (1): 12-30
- (22) Barton JJS, Cherkasova MV, Hefter R, Cox TA, O'Connor M, Manoach DS (2004) Are patients with social developmental disorders prosopagnosic? Perceptual heterogeneity in the Asperger and socio-emotional processing disorders. *Brain: A Journal of Neurology* 127 (8): 1706-1716
- (23) Bate S, Haslam C, Tree JJ, Hodgson TL (2008) Evidence of an eye movement-based memory effect in congenital prosopagnosia. *Cortex* 44 (7): 806-819
- (24) Bate S, Haslam C, Tree JJ, Hodgson TL (2008) Evidence of an eye movement-based memory effect in congenital prosopagnosia. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior* 44 (7): 806-819
- (25) Behrmann M, Avidan G, Marotta JJ, Kimchi R (2005) Detailed exploration of face-related processing in congenital prosopagnosia: 1. Behavioral findings. *J.Cogn.Neurosci.* 17 (7): 1130-1149
- (26) Behrmann M, Avidan G (2005) Congenital prosopagnosia: Face-blind from birth. *Trends Cogn.Sci.(Regul.Ed.)* 9 (4): 180-187
- (27) Behrmann M, Avidan G, Gao F, Black S (2007) Structural imaging reveals anatomical alterations in inferotemporal cortex in congenital prosopagnosia. *Cerebral Cortex* 17 (10): 2354-2363
- (28) Bentin S, Allison T, Puce A, Perez E (1996) Electrophysiological studies of face perception in humans. *J.Cogn.Neurosci.* 8 (6): 551-565
- (29) Bentin S, Deouell LY, Soroker N (1999) Selective visual streaming in face recognition: Evidence from developmental prosopagnosia. *NeuroReport: For Rapid Communication of Neuroscience Research* 10 (4): 823-827
- (30) Benton AL, Van Allen MW (1968) Impairment in facial recognition in patients with cerebral disease. *Trans.Am.Neurol.Assoc.* 93: 38-42

## Literaturverzeichnis

---

- (31) Blank H, Anwander A, von Kriegstein K. (2011) Direct structural connections between voice- and face-recognition areas. *The Journal of Neuroscience* 31 (36): 12906-12915
- (32) Bodamer J (1947) Die Prosop-Agnosie.
- (33) Bouvier SE, Engel SA (2006) 'Behavioral Deficits and Cortical Damage Loci in Cerebral Achromatopsia': Erratum. *Cerebral Cortex* 16 (10): 183-191
- (34) Bouvier SE, Engel SA (2006) Behavioral Deficits and Cortical Damage Loci in Cerebral Achromatopsia. *Cerebral Cortex* 16 (2): 183-191
- (35) Bowles DC, McKone E, Dawel A, Duchaine B, Palermo R, Schmalzl L, et al. (2009) Diagnosing prosopagnosia: Effects of ageing, sex, and participant-stimulus ethnic match on the Cambridge Face Memory Test and Cambridge Face Perception Test. *Cognitive Neuropsychology* 26 (5): 423-455
- (36) Bruyer R (1983) A case of prosopagnosia with some preserved covert remembrance of familiar faces. *Brain Cogn.* 2 (3): 257-284
- (37) Bühner M (2006) Testtheoretische Grundlagen. In: *Testtheoretische Grundlagen. Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*. Pearson Studium, 2. Aufl., S. 20-44
- (38) Bukach CM, Gauthier I, Tarr MJ (2006) Beyond faces and modularity: The power of an expertise framework. *Trends Cogn.Sci.(Regul.Ed.)* 10 (4): 159-166
- (39) Bukach CM, Le Grand R, Kaiser MD, Bub DN, Tanaka JW (2008) Preservation of mouth region processing in two cases of prosopagnosia. *Journal of Neuropsychology* 2 (1): 227-244
- (40) Burt DM, Perrett DI (1995) Perception of age in adult Caucasian male faces: computer graphic manipulation of shape and colour information. *Proc.Biol.Sci.* 259 (1355): 137-143
- (41) Burton W, McNeill (2010) The Glasgow Face Matching Test. *Behavior Research Methods* 42 (1): 286-291
- (42) Bushnell IW, Sai F, Mullin JT (1989) Neonatal recognition of the mother's face. *British Journal of Developmental Psychology* 7 (1): 3-15
- (43) Bushnell IWR (2001) Mother's face recognition in newborn infants: Learning and memory. *Infant and Child Development* 10 (1-2): 67-74
- (44) Cabeza R, Kato T (2000) Features are also important: Contributions of featural and configural processing to face recognition. *Psychological Science* 11 (5): 429-433
- (45) Caldara R, Schyns P, Mayer E, Smith ML, Gosselin F, Rossion B (2005) Does prosopagnosia take the eyes out of face representations Evidence for a defect in representing diagnostic facial information following brain damage. *J.Cogn.Neurosci.* 17 (10): 1652-1666
- (46) Caldara R, Seghier ML (2009) The fusiform face area responds automatically to statistical regularities optimal for face categorization. *Hum.Brain Mapp.* 30 (5): 1615-1625

## Literaturverzeichnis

---

- (47) Carbon C, Leder H (2005) When feature information comes first! Early processing of inverted faces. *Perception* 34 (9): 1117-1134
- (48) Carbon C, Schweinberger SR, Kaufmann J, Leder H (2005) The Thatcher illusion seen by the brain: An event-related brain potentials study. *Cognitive Brain Research* 24 (3): 544-555
- (49) Carbon C, Leder H (2006) When faces are heads: View-dependent recognition of faces altered relationally or componentially. *Swiss Journal of Psychology/Schweizerische Zeitschrift für Psychologie/Revue Suisse de Psychologie* 65 (4): 245-252
- (50) Carbon C, Grüter T, Weber JE, Lueschow A (2007) Faces as objects of non-expertise: Processing of thatcherised faces in congenital prosopagnosia. *Perception* 36 (11): 1635-1645
- (51) Carlesimo GA, Fadda L, Turriziani P, Tomaiuolo F, Caltagirone C (2001) Selective sparing of face learning in a global amnesic patient. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 71 (3): 340-346
- (52) Clarke S, Lindemann A, Maeder P, Borruat FX, Assal G (1997) Face recognition and postero-inferior hemispheric lesions. *Neuropsychologia* 35 (12): 1555-1563
- (53) Collishaw SM, Hole GJ, Schwaninger A (2005) Configural processing and perceptions of head tilt. *Perception* 34 (2): 163-168
- (54) Dakin SC, Omigie D (2009) Psychophysical evidence for a non-linear representation of facial identity. *Vision Res.* 49 (18): 2285-2296
- (55) Dalgarrondo, P., Fujisawa, G., Banzato, C.E. (2002) Capgras syndrome and blindness: against the prosopagnosia hypothesis. *Can J Psychiatry* 47 (4): 387-388
- (56) Damasio A, Yamada T, Damasio H, Corbett J, McKee J (1980) Central achromatopsia: behavioral, anatomic, and physiologic aspects. *Neurology* 30 (10): 1064-1071
- (57) Damasio AR, Damasio H, Van Hoesen GW (1982) Prosopagnosia: anatomic basis and behavioral mechanisms. *Neurology* 32 (4): 331-341
- (58) de Gelder B, Rouw R (2000) Paradoxical configuration effects for faces and objects in prosopagnosia. *Neuropsychologia* 38 (9): 1271-1279
- (59) de Haan EH, Campbell R (1991) A fifteen year follow-up of a case of developmental prosopagnosia. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior* 27 (4): 489-509
- (60) de Haan EH, Bauer RM, Greve KW (1992) Behavioural and physiological evidence for covert face recognition in a prosopagnosic patient. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior* 28 (1): 77-95
- (61) De Haan, Edward H. F. (1999) A familial factor in the development of face recognition deficits. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 21 (3): 312-315

## Literaturverzeichnis

---

- (62) de Haan M, Johnson MH, Maurer D, Perrett DI (2001) Recognition of individual faces and average face prototypes by 1- and 3-month-old infants. *Cognitive Development* 16 (2): 659-678
- (63) De Renzi E, Perani D, Carlesimo GA, Silveri MC (1994) Prosopagnosia can be associated with damage confined to the right hemisphere: An MRI and PET study and a review of the literature. *Neuropsychologia* 32 (8): 893-902
- (64) de Renzi E (1986) Prosopagnosia in two patients with CT scan evidence of damage confined to the right hemisphere. *Neuropsychologia* 24 (3): 385-389
- (65) de Xivry JO, Ramon M, Lefèvre P, Rossion B (2008) Reduced fixation on the upper area of personally familiar faces following acquired prosopagnosia. *Journal of Neuropsychology* 2 (1): 245-268
- (66) DeGutis JM, Bentin S, Robertson LC, D'Esposito M (2007) Functional plasticity in ventral temporal cortex following cognitive rehabilitation of a congenital prosopagnosic. *J.Cogn.Neurosci.* 19 (11): 1790-1802
- (67) Della Sala, S., Young, A.W. (2003) Historical Paper Quaglino's 1867 case of Prosopagnosia. *Cortex* (39): 533-540
- (68) Diamond R, Carey S (1986) Why faces are and are not special: An effect of expertise. *J.Exp.Psychol.: Gen.* 115 (2): 107-117
- (69) Dinkelacker V, Grüter M, Klaver P, Grüter T, Specht K, Weis S, Kennerknecht I, Elger CE, Fernandez G. Congenital prosopagnosia: multistage anatomical and functional deficits in face processing circuitry. *Journal of Neurology* 258 (5): 770-782
- (70) Dobel C, Putsche C, Zwitserlood P, Junghofer M (2008) Early left-hemispheric dysfunction of face processing in congenital prosopagnosia: an MEG study. *PLoS One* 3 (6): e2326
- (71) Dricot L, Sorger B, Schiltz C, Goebel R, Rossion B (2008) The roles of "face" and "non-face" areas during individual face perception: evidence by fMRI adaptation in a brain-damaged prosopagnosic patient. *Neuroimage* 40 (1): 318-332
- (72) Duchaine BC, Dingle K, Butterworth E, Nakayama K (2004) Normal greeble learning in a severe case of developmental prosopagnosia. *Neuron* 43 (4): 469-473
- (73) Duchaine B, Nakayama K (2006) The Cambridge Face Memory Test: Results for neurologically intact individuals and an investigation of its validity using inverted face stimuli and prosopagnosic participants. *Neuropsychologia* 44 (4): 576-585
- (74) Duchaine B, Germine L, Nakayama K (2007) Family resemblance: Ten family members with prosopagnosia and within-class object agnosia. *Cognitive Neuropsychology* 24 (4): 419-430
- (75) Duchaine BC (2000) Developmental prosopagnosia with normal configural processing. *NeuroReport: For Rapid Communication of Neuroscience Research* 11 (1): 79-83

## Literaturverzeichnis

---

- (76) Duchaine BC, Parker H, Nakayama K (2003) Normal recognition of emotion in a prosopagnosic. *Perception* 32 (7): 827-838
- (77) Duchaine BC, Weidenfeld A (2003) An evaluation of two commonly used tests of unfamiliar face recognition. *Neuropsychologia* 41 (6): 713-720
- (78) Duchaine BC, Nakayama K (2004) Developmental prosopagnosia and the Benton Facial Recognition Test. *Neurology* 62 (7): 1219-1220
- (79) Duchaine BC, Nakayama K (2006) Developmental prosopagnosia: A window to content-specific face processing. *Curr.Opin.Neurobiol.* 16 (2): 166-173
- (80) Duchaine BC, Yovel G, Butterworth EJ, Nakayama K (2006) Prosopagnosia as an impairment to face-specific mechanisms: Elimination of the alternative hypotheses in a developmental case. *Cognitive Neuropsychology* 23 (5): 714-747
- (81) Dyer AG, Neumeier C, Chittka L (2005) Honeybee (*Apis mellifera*) vision can discriminate between and recognise images of human faces. *J.Exp.Biol.* 208 (Pt 24): 4709-4714
- (82) Eid M Allgemeines Lineares Modell.
- (83) Ekman P, Friesen WV (1976) Measuring facial movement. *Environmental Psychology & Nonverbal Behavior* 1 (1): 56-75
- (84) Ekman P (1992) An argument for basic emotions. *Cognition and Emotion* 6 (3-4): 169-200
- (85) Elgar K, Campbell R (2001) Annotation: The cognitive neuroscience of face recognition: Implications for developmental disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 42 (6): 705-717
- (86) Ellis HD, Florence M (1990) Bodamer's (1947) paper on prosopagnosia. *Cognitive Neuropsychology* 7 (2): 81-105
- (87) Ellis HD, Lewis MB (2001) Capgras delusion: A window on face recognition. *Trends Cogn.Sci.(Regul.Ed.)* 5 (4): 149-156
- (88) Farah MJ, O'Reilly RC, Vecera SP (1993) Dissociated overt and covert recognition as an emergent property of a lesioned neural network. *Psychol.Rev.* 100 (4): 571-588
- (89) Farah MJ, Wilson KD, Drain HM, Tanaka JR (1995) The inverted face inversion effect in prosopagnosia: Evidence for mandatory, face-specific perceptual mechanisms. *Vision Res.* 35 (14): 2089-2093
- (90) Farah MJ, Wilson KD, Drain M, Tanaka JN (1998) What is 'special' about face perception? *Psychol.Rev.* 105 (3): 482-498
- (91) Farnsworth (1943) The Farnsworth-Munsell 100-hue and dichotomous tests for color vision. *Journal of the Optical Society of America* (33): 568-578

## Literaturverzeichnis

---

- (92) Farroni T, Csibra G, Simion F, Johnson MH (2002) Eye contact detection in humans from birth. *Proc.Natl.Acad.Sci.U.S.A.* 99 (14): 9602-9605
- (93) Fast K, Fujiwara E, Markowitsch HJ. Famous Faces Test. – Ein Verfahren zur Erfassung semantischer Altgedächtnisleistungen. Göttingen: Hogreve Publishers; (2004)
- (94) Field TM, Cohen D, Garcia R, Greenberg R (1984) Mother-stranger face discrimination by the newborn. *Infant Behavior & Development* 7 (1): 19-25
- (95) Fischer H, Sandblom J, Nyberg L, Herlitz A, Bäckman L (2007) Brain activation while forming memories of fearful and neutral faces in women and men. *Emotion* 7 (4): 767-773
- (96) Freiwald WA, Tsao DY, Livingstone MS (2009) A face feature space in the macaque temporal lobe. *Nat.Neurosci.* 12 (9): 1187-1196
- (97) Fried I, MacDonald KA, Wilson CL (1997) Single neuron activity in human hippocampus and amygdala during recognition of faces and objects. *Neuron* 18 (5): 753-765
- (98) Gainotti G (2007) Face familiarity feelings, the right temporal lobe and the possible underlying neural mechanisms. *Brain Res.Rev.* 56 (1): 214-235
- (99) Gal E, Cermak SA, Ben-Sasson A (2007) Sensory processing disorders in children with autism: Nature, assessment, and intervention. In: Hill DE (Hrsg) *Growing up with autism: Working with school-age children and adolescents.* Guilford Press, New York, NY US, S. 95-123
- (100) Galaburda AM, Duchaine BC (2003) Developmental disorders of vision. *Neurol.Clin.* 21 (3): 687-707
- (101) Garrido L, Furl N, Draganski B, Weiskopf N, Stevens J, Tan GC, et al. (2009) Voxel-based morphometry reveals reduced grey matter volume in the temporal cortex of developmental prosopagnosics. *Brain* 132 (Pt 12): 3443-3455
- (102) Gauthier I, Tarr MJ (1997) Becoming a 'greeble' expert: Exploring mechanisms for face recognition. *Vision Res.* 37 (12): 1673-1682
- (103) Gauthier I, Tarr MJ, Moylan J, Skudlarski P, Gore JC, Anderson AW (2000) The fusiform 'face area' is part of a network that processes faces at the individual level. *J.Cogn.Neurosci.* 12 (3): 495-504
- (104) Gauthier I, Curran T, Curby KM, Collins D (2003) Perceptual interference supports a non-modular account of face processing. *Nat.Neurosci.* 6 (4): 428-432
- (105) Gauthier I, Behrmann M, Tarr MJ (2004) Are Greebles like faces? Using the neuropsychological exception to test the rule. *Neuropsychologia* 42 (14): 1961-1970
- (106) Gehring & Weins [Hrsg] (2009) *Grundkurs Statistik für Politologen und Soziologen.* VS Verlag für Sozialwissenschaften, 5. Aufl.

## Literaturverzeichnis

---

- (107) Geldart S, Mondloch CJ, Maurer D, de Schonen S, Brent HP (2002) The effect of early visual deprivation on the development of face processing. *Developmental Science* 5 (4): 490-501
- (108) Gobbini MI, Haxby JV (2007) Neural systems for recognition of familiar faces. *Neuropsychologia* 45 (1): 32-41
- (109) Goldstein AG, Chance JE (1971) Visual recognition memory for complex configurations. *Percept.Psychophys.* 9 (2-): 237-241
- (110) Grelotti DJ, Gauthier I, Schultz RT (2002) Social interest and the development of cortical face specialization: What autism teaches us about face processing. *Dev.Psychobiol.* 40 (3): 213-225
- (111) Grill-Spector K, Knouf N, Kanwisher N (2004) The fusiform face area subserves face perception, not generic within-category identification. *Nat.Neurosci.* 7 (5): 555-562
- (112) Grüter T, Grüter M (2007) Last but not least: Prosopagnosia in biographies and autobiographies. *Perception* 36 (2): 299-301
- (113) Grüter T, Grüter M, Carbon C (2008) Neural and genetic foundations of face recognition and prosopagnosia. *Journal of Neuropsychology* 2 (1): 79-97
- (114) Gruter T, Gruter M, Bell V, Carbon CC (2009) Visual mental imagery in congenital prosopagnosia. *Neurosci.Lett.* 453 (3): 135-140
- (115) Guyonneau R, Kirchner H, Thorpe SJ (2006) Animals roll around the clock: the rotation invariance of ultrarapid visual processing. *J.Vis.* 6 (10): 1008-1017
- (116) Hadjikhani N, de Gelder B (2002) Neural basis of prosopagnosia: An fMRI study. *Hum.Brain Mapp.* 16 (3): 176-182
- (117) Harris AM, Duchaine BC, Nakayama K (2005) Normal and abnormal face selectivity of the M170 response in developmental prosopagnosics. *Neuropsychologia* 43 (14): 2125-2136
- (118) Hasson U, Hendler T, Bashat DB, Malach R (2001) Vase or face? A neural correlates of shape-selective grouping processes in the human brain. *J.Cogn.Neurosci.* 13 (6): 744-753
- (119) Hasson U, Avidan G, Deouell LY, Bentin S, Malach R (2003) Face-selective activation in a congenital prosopagnosic subject. *J.Cogn.Neurosci.* 15 (3): 419-431
- (120) Haxby JV, Hoffman EA, Gobbini MI (2000) The distributed human neural system for face perception. *Trends Cogn.Sci.(Regul.Ed.)* 4 (6): 223-233
- (121) Haxby JV, Gobbini MI, Furey ML, Ishai A, Schouten JL, Pietrini P (2001) Distributed and overlapping representations of faces and objects in ventral temporal cortex. *Science* 293 (5539): 2425-2430
- (122) Hecaen H, Angelergues R (1962) Agnosia for faces (Prosopagnosia). *Archives of Neurology (Chicago)* 7 (2): 92-100

## Literaturverzeichnis

---

- (123) Henke K, Schweinberger SR, Grigo A, Klos T, Sommer W (1998) Specificity of face recognition: Recognition of exemplars of non-face objects in prosopagnosia. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior* 34 (2): 289-296
- (124) Herlitz A, Nilsson L, Bäckman L (1997) Gender differences in episodic memory. *Mem.Cognit.* 25 (6): 801-811
- (125) Herlitz A, Yonker JE (2002) Sex differences in episodic memory: The influence of intelligence. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 24 (1): 107-114
- (126) Herzmann G, Danthiir V, Schacht A, Sommer W, Wilhelm O (2008) Toward a comprehensive test battery for face cognition: Assessment of the tasks. *Behavior Research Methods* 40 (3): 840-857
- (127) Hier DB, Mondlock J, Caplan LR (1983) Behavioral abnormalities after right hemisphere stroke. *Neurology* 33 (3): 337-344
- (128) Humphreys K, Avidan G, Behrmann M (2007) A detailed investigation of facial expression processing in congenital prosopagnosia as compared to acquired prosopagnosia. *Exp.Brain Res.* 176 (2): 356-373
- (129) Iaria G, Bogod N, Fox CJ, Barton JJS (2009) Developmental topographical disorientation: Case one. *Neuropsychologia* 47 (1): 30-40
- (130) Iidaka T, Okada T, Murata T, Omori M, Kosaka H, Sadato N, et al. (2002) Age-related differences in the medial temporal lobe responses to emotional faces as revealed by fMRI. *Hippocampus* 12 (3): 352-362
- (131) Ishai A, Schmidt CF, Boesiger P (2005) Face perception is mediated by a distributed cortical network. *Brain Res.Bull.* 67 (1-2): 87-93
- (132) Itier RJ, Taylor MJ (2004) Source analysis of the N170 to faces and objects. *NeuroReport: For Rapid Communication of Neuroscience Research* 15 (8): 1261-1265
- (133) Izard CE (1971) *The face of emotion*. Appleton-Century-Crofts, East Norwalk, CT US
- (134) J. A. Silva, G. B. Leong (1995) Visual-perceptual abnormalities in delusional misidentification. *Can J Psychiatry* 40 (1): 6-8
- (135) Jiang X, Rosen E, Zeffiro T, Vanmeter J, Blanz V, Riesenhuber M (2006) Evaluation of a shape-based model of human face discrimination using FMRI and behavioral techniques. *Neuron* 50 (1): 159-172
- (136) Kanwisher N, McDermott J, Chun MM (1997) The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *The Journal of Neuroscience* 17 (11): 4302-4311
- (137) Kanwisher N, Tong F, Nakayama K (1998) The effect of face inversion on the human fusiform face area. *Cognition* 68 (1): B1-B11

## Literaturverzeichnis

---

- (138) Kennerknecht I, Kischka C, Stemper C, Elze T, Stollhoff R (2011) Heritability in face recognition. In Tudor Barbu (ed.) Face Analysis, Modeling and Recognition Systems. In Tudor Barbu (ed.) Face Analysis, Modeling and Recognition Systems: 163-180
- (139) Kennerknecht I, Grueter T, Welling B, Wentzek S, Horst J, Edwards S, et al. (2006) First report of prevalence of non-syndromic hereditary prosopagnosia (HPA). *Am.J.Med.Genet.A.* 140 (15): 1617-1622
- (140) Kennerknecht I, Plumpe N, Edwards S, Raman R (2007) Hereditary prosopagnosia (HPA): the first report outside the Caucasian population. *J.Hum.Genet.* 52 (3): 230-236
- (141) Kennerknecht I, Ho NY, Wong VC (2008) Prevalence of hereditary prosopagnosia (HPA) in Hong Kong Chinese population. *Am.J.Med.Genet.A.* 146A (22): 2863-2870
- (142) Kennerknecht I, Plumpe N, Welling B (2008) Congenital prosopagnosia--a common hereditary cognitive dysfunction in humans. *Front.Biosci.* 13: 3150-3158
- (143) Kirchhoff S, Schlawin S, Kuhnt S, Lipp P (2006)  
Der Fragebogen: Datenbasis, Konstruktion und Auswertung. UTB, Stuttgart, 3. Aufl.
- (144) Kirchhoff, Sabine, Kuhnt, Sonja, Lipp, Peter [Hrsg] (2010)  
Der Fragebogen , Datenbasis, Konstruktion und Auswertung. VS Verlag, 5. Aufl.
- (145) Kleinschmidt A, Cohen L (2006) The neural bases of prosopagnosia and pure alexia: recent insights from functional neuroimaging. *Curr.Opin.Neurol.* 19 (4): 386-391
- (146) Kress T, Daum I (2003) Event-related potentials reflect impaired face recognition in patients with congenital prosopagnosia. *Neurosci.Lett.* 352 (2): 133-136
- (147) Kress T, Daum I (2003) Developmental prosopagnosia: A review. *Behavioural Neurology* 14 (3-4): 109-121
- (148) Lai CSL, Fisher SE, Hurst JA, Vargha-Khadem F, Monaco AP (2001) A forkhead-domain gene is mutated in a severe speech and language disorder. *Nature* 413 (6855): 519-523
- (149) Le Grand R, Cooper Prosopagnosie, Mondloch CJ, Lewis TL, Sagiv N, de Gelder B, et al. (2006) What aspects of face processing are impaired in developmental prosopagnosia? *Brain Cogn.* 61 (2): 139-158
- (150) Leder H, Bruce V (2000) When inverted faces are recognized: The role of configural information in face recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology* 53A (2): 513-536
- (151) Leder H, Carbon C (2006) Face-specific configural processing of relational information. *Br.J.Psychol.* 97 (1): 19-29
- (152) Lewin C, Wolgers G, Herlitz A (2001) Sex differences favoring women in verbal but not in visuospatial episodic memory. *Neuropsychology* 15 (2): 165-173

## Literaturverzeichnis

---

- (153) Liu J, Higuchi M, Marantz A, Kanwisher N (2000) The selectivity of the occipitotemporal M170 for faces. *NeuroReport: For Rapid Communication of Neuroscience Research* 11 (2): 337-341
- (154) Liu J, Harris A, Kanwisher N (2002) Stages of processing in face perception: An MEG study. *Nat.Neurosci.* 5 (9): 910-916
- (155) Lobmaier JS, Klaver P, Loenneker T, Martin E, Mast FW (2008) Featural and configural face processing strategies: evidence from a functional magnetic resonance imaging study. *Neuroreport* 19 (3): 287-291
- (156) Lobmaier JS, Bolte J, Mast FW, Dobel C (2010) Configural and featural processing in humans with congenital prosopagnosia. *Adv.Cogn.Psychol.* 6: 23-34
- (157) Loffler G, Yourganov G, Wilkinson F, Wilson HR (2005) fMRI evidence for the neural representation of faces. *Nat.Neurosci.* 8 (10): 1386-1390
- (158) Lueschow A, Sander T, Boehm SG, Nolte G, Trahms L, Curio G (2004) Looking for faces: Attention modulates early occipitotemporal object processing. *Psychophysiology* 41 (3): 350-360
- (159) Marotta JJ, Genovese CR, Behrmann M (2001) A functional MRI study of face recognition in patients with prosopagnosia. *NeuroReport: For Rapid Communication of Neuroscience Research* 12 (8): 1581-1582
- (160) Mattson AJ, Levin HS, Grafman J (2000) A case of prosopagnosia following moderate closed head injury with left hemisphere focal lesion. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior* 36 (1): 125-137
- (161) Maurer D, O'Craven KM, Le Grand R, Mondloch CJ, Springer MV, Lewis TL, et al. (2007) Neural correlates of processing facial identity based on features versus their spacing. *Neuropsychologia* 45 (7): 1438-1451
- (162) Maurer D, Le Grand R, Mondloch CJ (2002) The many faces of configural processing. *Trends Cogn.Sci.(Regul.Ed.)* 6 (6): 255-260
- (163) McCarthy G, Luby M, Gore J, Goldman-Rakic P (1997) Infrequent events transiently activate human prefrontal and parietal cortex as measured by functional MRI. *J.Neurophysiol.* 77 (3): 1630-1634
- (164) McConachie HR (1976) Developmental prosopagnosia: A single case report. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior* 12 (1): 76-82
- (165) McKone E, Palermo R (2010) A strong role for nature in face recognition. *Proc.Natl.Acad.Sci.U.S.A.* 107 (11): 4795-4796
- (166) McKone E, Kanwisher N, Duchaine BC (2007) Can generic expertise explain special processing for faces? *Trends Cogn.Sci.(Regul.Ed.)* 11 (1): 8-15

## Literaturverzeichnis

---

- (167) Meadows JC (1974) The anatomical basis of prosopagnosia. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 37 (5): 489-501
- (168) Minnebusch DA, Suchan B, Ramon M, Daum I (2007) Event-related potentials reflect heterogeneity of developmental prosopagnosia. *Eur.J.Neurosci.* 25 (7): 2234-2247
- (169) Moeller S, Freiwald WA, Tsao DY (2008) Patches with links: a unified system for processing faces in the macaque temporal lobe. *Science* 320 (5881): 1355-1359
- (170) Mondloch CJ, Le Grand R, Maurer D (2002) Configural face processing develops more slowly than featural face processing. *Perception* 31 (5): 553-566
- (171) Mondloch CJ, Geldart S, Maurer D, Le Grand R (2003) Developmental changes in face processing skills. *J.Exp.Child Psychol.* 86 (1): 67-84
- (172) Mondloch CJ, Maurer D, Ahola S (2006) Becoming a Face Expert. *Psychological Science* 17 (11): 930-934
- (173) MOONEY CM (1957) Closure as affected by configural clarity and contextual consistency. *Can.J.Psychol.* 11 (2): 80-88
- (174) Mooney CM (1960) Recognition of ambiguous and unambiguous visual configurations with short and longer exposures. *Br.J.Psychol.* 51: 119-125
- (175) Moosbrugger H, Kelava A (2007) Qualitätsanforderungen an einen psychologischen Test (Testgütekriterien). In: *Qualitätsanforderungen an einen psychologischen Test (Testgütekriterien)*. Springer Medizin Verlag, Heidelberg, S. 8-22
- (176) Moosbrugger H, Kelava [Hrsg] (2011) *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. Augustin Springer, Berlin, 2. Aufl.
- (177) Mummendey HD, Grau I (2008) *Die Fragebogen-Methode*. Hogrefe, Göttingen, 5. Aufl.
- (178) Newcombe F, de Haan, Edward H. F. (1994) Category specificity in visual recognition. In: Ratcliff G (Hrsg) *The neuropsychology of high-level vision: Collected tutorial essays*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc, Hillsdale, NJ England, S. 103-132
- (179) Ng M, Ciaramitaro VM, Anstis S, Boynton GM, Fine I, Squire LR (2006) Selectivity for the configural cues that identify the gender, ethnicity, and identity of faces in human cortex. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103 (51): 19552-19557
- (180) Nishimura M, Doyle J, Humphreys K, Behrmann M (2010) Probing the face-space of individuals with prosopagnosia. *Neuropsychologia*
- (181) Njokiktjien,C., Verschoor, A., de Sonnevill, L., Huyser,N., Op het Veld., V., Toorenaar, N. (2001) Disordered recognition of facial identity and emotions in three Asperger type autists. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 10 (1): 79-90

## Literaturverzeichnis

---

- (182) Nunn JA, Postma P, Pearson R (2001) Developmental prosopagnosia: Should it be taken at face value *Neurocase* 7 (1): 15-27
- (183) Olshausen BA, Field DJ (2004) Sparse coding of sensory inputs. *Curr.Opin.Neurobiol.* 14 (4): 481-487
- (184) Parr LA, Winslow JT, Hopkins WD, de Waal, Frans B. M. (2000) Recognizing facial cues: Individual discrimination by chimpanzees (*Pan troglodytes*) and rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Journal of Comparative Psychology* 114 (1): 47-60
- (185) Parr LA (2003) The Discrimination of Faces and Their Emotional Content by Chimpanzees (*Pan troglodytes*). In: de Waal FBM (Hrsg) *Emotions inside out: 130 years after Darwin's: The expression of the emotions in man and animals.* New York University Press, New York, NY US, S. 56-78
- (186) Pascalis O, de Schonen S (1994) Recognition memory in 3- to 4-day-old human neonates. *Neuroreport* 5 (14): 1721-1724
- (187) Pascalis O, de Schonen S, Morton J, Deruelle C (1995) Mother's face recognition by neonates: A replication and an extension. *Infant Behavior & Development* 18 (1): 79-85
- (188) Perrett DI, Rolls ET, Caan W (1982) Visual neurones responsive to faces in the monkey temporal cortex. *Exp.Brain Res.* 47 (3): 329-342
- (189) Polk TA, Park J, Smith MR, Park DC (2007) Nature versus nurture in ventral visual cortex: a functional magnetic resonance imaging study of twins. *J.Neurosci.* 27 (51): 13921-13925
- (190) Porst R [Hrsg] (2009) *Fragebogen - Ein Arbeitsbuch.* VS Verlag für Sozialwissenschaften
- (191) Pöbnecker W (2009) Bayesian measures of model complexity and fit.: 1-16
- (192) Puce A, Allison T, Asgari M, Gore JC, McCarthy G (1996) Differential sensitivity of human visual cortex to faces, letterstrings, and textures: A functional magnetic resonance imaging study. *The Journal of Neuroscience* 16 (16): 5205-5215
- (193) Rajimehr R, Young JC, Tootell RBH (2009) An anterior temporal face patch in human cortex, predicted by macaque maps. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106 (6): 1995-2000
- (194) Rammstedt B (2006) *Fragebogen* In: *Fragebogen Handbuch der psychologischen Diagnostik* Hogrefe, Göttingen, S. 109-134
- (195) Rehnman J, Herlitz A (2006) Higher face recognition ability in girls: Magnified by own-sex and own-ethnicity bias. *Memory* 14 (3): 289-296
- (196) Richler JJ, Mack ML, Palmeri TJ, Gauthier I (2011) Inverted faces are (eventually) processed holistically. *Vision Res.* 51 (3): 333-342

## Literaturverzeichnis

---

- (197) Riddoch, M. J. , Humphreys, G. W. (1993) The Birmingham Object Recognition Battery (BORB). London: Erlbaum
- (198) Righart R, de Gelder B (2007) Impaired face and body perception in developmental prosopagnosia. PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 104 (43): 17234-17238
- (199) Rimmele U, Hediger K, Heinrichs M, Klaver P (2009) Oxytocin makes a face in memory familiar. The Journal of Neuroscience 29 (1): 38-42
- (200) Rolf Porst [Hrsg] Fragebogen, ein Arbeitsbuch. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2. Aufl. (2009)
- (201) Rolls ET, Tovee MJ (1995) Sparseness of the neuronal representation of stimuli in the primate temporal visual cortex. J.Neurophysiol. 73 (2): 713-726
- (202) Rossion B, Caldara R, Seghier M, Schuller A, Lazeyras F, Mayer E (2003) A network of occipito-temporal face-sensitive areas besides the right middle fusiform gyrus is necessary for normal face processing. Brain: A Journal of Neurology 126 (11): 2381-2395
- (203) Rotshtein P, Henson RN, Treves A, Driver J, Dolan RJ (2005) Morphing Marilyn into Maggie dissociates physical and identity face representations in the brain. Nat.Neurosci. 8 (1): 107-113
- (204) Russell R, Duchaine B, Nakayama K (2009) Super-recognizers: People with extraordinary face recognition ability. Psychon.Bull.Rev. 16 (2): 252-257
- (205) Sams M, Hietanen JK, Hari R, Ilmoniemi RJ, Lounasmaa OV (1997) Face-specific responses from the human inferior occipito-temporal cortex. Neuroscience 77 (1): 49-55
- (206) Santangelo SL, Tsatsanis K (2005) What is known about autism: genes, brain, and behavior. Am.J.Pharmacogenomics 5 (2): 71-92
- (207) Sasson NJ (2006) The Development of Face Processing in Autism. J.Autism Dev.Disord. 36 (3): 381-394
- (208) Scherf KS, Behrmann M, Humphreys K, Luna B (2007) Visual category-selectivity for faces, places and objects emerges along different developmental trajectories. Developmental Science 10 (4): F15-F30
- (209) Schiltz C, Sorger B, Caldara R, Ahmed F, Mayer E, Goebel R, et al. (2006) Impaired Face Discrimination in Acquired Prosopagnosia Is Associated with Abnormal Response to Individual Faces in the Right Middle Fusiform Gyrus. Cerebral Cortex 16 (4): 574-586
- (210) Schmalzl L, Palermo R, Coltheart M (2008) Cognitive heterogeneity in genetically based prosopagnosia: A family study. Journal of Neuropsychology 2 (1): 99-117
- (211) Schnell H&E [Hrsg] (2011) Methoden der empirischen Sozialforschung., Bd. 9.Auflage

## Literaturverzeichnis

---

- (212) Schultz RT (2005) Developmental deficits in social perception in autism: The role of the amygdala and fusiform face area. *International Journal of Developmental Neuroscience* 23 (2-3): 125-141
- (213) Schwarzer G, Huber S, Grüter M, Grüter T, Groß C, Hipfel M, et al. (2007) Gaze behaviour in hereditary prosopagnosia. *Psychological Research/Psychologische Forschung* 71 (5): 583-590
- (214) Schweinberger SR, Burton AM (2003) Covert recognition and the neural system for face processing. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior* 39 (1): 9-30
- (215) Sergent J, Villemure JG (1989) Prosopagnosia in a right hemispherectomized patient. *Brain* 112 ( Pt 4) (Pt 4): 975-995
- (216) Sergent J, Ohta S, MacDonald B (1992) Functional neuroanatomy of face and object processing. A positron emission tomography study. *Brain* 115 Pt 1: 15-36
- (217) Sergent J (1984) An investigation into component and configural processes underlying face perception. *Br.J.Psychol.* 75 (2): 221-242
- (218) Sergent J, Signoret J (1992) Functional and anatomical decomposition of face processing: Evidence from prosopagnosia and PET study of normal subjects. In: Perrett DI (Hrsg) *Processing the facial image*. Clarendon Press/Oxford University Press, New York, NY US, S. 55-62
- (219) Serra M, Althaus M, de Sonneville, L. M. J., Stant AD, Jackson AE, Minderaa RB (2003) Face Recognition in Children with a Pervasive Developmental Disorder Not Otherwise Specified. *J.Autism Dev.Disord.* 33 (3): 303-317
- (220) Shraberg, D., Weitzel, W.D. (1979) Prosopagnosia and the Capgras syndrome. *J Clin Psychiatry* 40 (7): 313-316
- (221) Sorger B, Goebel R, Schiltz C, Rossion B (2007) Understanding the functional neuroanatomy of acquired prosopagnosia. *Neuroimage* 35 (2): 836-852
- (222) Spiridon M, Kanwisher N (2002) How distributed is visual category information in human occipito-temporal cortex An fMRI study. *Neuron* 35 (6): 1157-1165
- (223) Stangl W (1997) *Zur Wissenschaftsmethodik in der Erziehungswissenschaft. "Werner Stangls Arbeitsblätter"*.
- (224) Stollhoff R, Jost J, Elze T, Kennerknecht I (2011) Deficits in long-term recognition memory reveal dissociated subtypes in congenital prosopagnosia. *PLoS One* 6 (1): e15702
- (225) Stone A, Valentine T (2003) Perspective on prosopagnosia and models of face recognition. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior* 39 (1): 31-40

## Literaturverzeichnis

---

- (226) Tanaka JW, Farah MJ (1993) Parts and wholes in face recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology* 46A (2): 225-245
- (227) Tanaka JW, Curran T, Porterfield AL, Collins D (2006) Activation of Preexisting and Acquired Face Representations: The N250 Event-related Potential as an Index of Face Familiarity. *J.Cogn.Neurosci.* 18 (9): 1488-1497
- (228) Tarr MJ, Gauthier I (2000) FFA: A flexible fusiform area for subordinate-level visual processing automatized by expertise. *Nat.Neurosci.* 3 (8): 764-769
- (229) Temple CM (1992) Developmental memory impairment: Faces and patterns. In: Campbell R (Hrsg) *Mental lives: Case studies in cognition*. Blackwell Publishing, Malden, S. 199-215
- (230) Teunisse J, de Gelder B (2003) Face processing in adolescents with autistic disorder: The inversion and composite effects. *Brain Cogn.* 52 (3): 285-294
- (231) Thomas C, Moya L, Avidan G, Humphreys K, Jung KJ, Peterson MA, et al. (2008) Reduction in white matter connectivity, revealed by diffusion tensor imaging, may account for age-related changes in face perception. *J.Cogn.Neurosci.* 20 (2): 268-284
- (232) Thomas C, Avidan G, Humphreys K, Jung K, Gao F, Behrmann M (2009) Reduced structural connectivity in ventral visual cortex in congenital prosopagnosia. *Nat.Neurosci.* 12 (1): 29-31
- (233) Thompson P (1980) Margaret Thatcher: A new illusion. *Perception* 9 (4): 483-484
- (234) Tong F, Nakayama K, Moscovitch M, Weinrib O, Kanwisher N (2000) Response properties of the human fusiform face area. *Cognitive Neuropsychology* 17 (1-3): 257-279
- (235) Tranel D, Damasio AR (1985) Knowledge without awareness: An autonomic index of facial recognition by prosopagnosics. *Science* 228 (4706): 1453-1454
- (236) Tranel D, Damasio H, Damasio AR (1995) Double dissociation between overt and covert face recognition. *J.Cogn.Neurosci.* 7 (4): 425-432
- (237) Tsao DY, Freiwald WA, Knutsen TA, Mandeville JB, Tootell RBH (2003) Faces and objects in macaque cerebral cortex. *Nat.Neurosci.* 6 (9): 989-995
- (238) Tsao DY, Freiwald WA (2006) What's so special about the average face? *Trends Cogn.Sci.(Regul.Ed.)* 10 (9): 391-393
- (239) Tsao DY, Livingstone MS (2008) Mechanisms of face perception. *Annu.Rev.Neurosci.* 31: 411-437
- (240) Tsao DY, Schweers N, Moeller S, Freiwald WA (2008) Patches of face-selective cortex in the macaque frontal lobe. *Nat.Neurosci.* 11 (8): 877-879

## Literaturverzeichnis

---

- (241) Tzourio-Mazoyer N, De Schonen S, Crivello F, Reutter B, Aujard Y, Mazoyer B (2002) Neural correlates of woman face processing by 2-month-old infants. *Neuroimage* 15 (2): 454-461
- (242) Valentine T (1988) Upside-down faces: A review of the effect of inversion upon face recognition. *Br.J.Psychol.* 79 (4): 471-491
- (243) Valentine T (1991) A unified account of the effects of distinctiveness, inversion, and race in face recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology* 43A (2): 161-204
- (244) von Kriegstein K, Kleinschmidt A, Sterzer P, Giraud A (2005) Interaction of Face and Voice Areas during Speaker Recognition. *J.Cogn.Neurosci.* 17 (3): 367-376
- (247) Wilmer JB, Germine L, Chabris CF, Chatterjee G, Williams M, Loken E, et al. (2010) Human face recognition ability is specific and highly heritable. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107 (11): 5238-5241
- (248) Yardley L, McDermott L, Pisarski S, Duchaine B, Nakayama K (2008) Psychosocial consequences of developmental prosopagnosia: A problem of recognition. *J.Psychosom.Res.* 65 (5): 445-451
- (249) Yin RK (1969) Looking at upside-down faces. *J.Exp.Psychol.* 81 (1): 141-145
- (250) Young, A.W., Reid, I., Wright, S. Hellawell, D.S. (1993) Faceprocessing impairments and the Capgras delusion. *J Psychiatry*: 695-698
- (251) Young AW, de Haan, Edward H. F. (1993) Impairments of visual awareness. In: Humphreys GW (Hrsg) *Consciousness: Psychological and philosophical essays*. Blackwell Publishing, Malden, S. 58-73
- (252) Young MP, Yamane S (1992) Sparse population coding of faces in the inferotemporal cortex. *Science* 256 (5061): 1327-1331
- (253) Zeki S (1990) A century of cerebral achromatopsia. *Brain* 113 ( Pt 6) (Pt 6): 1721-1777
- (254) Zhu Q, Song Y, Hu S, Li X, Tian M, Zhen Z, et al. (2010) Heritability of the specific cognitive ability of face perception. *Curr.Biol.* 20 (2): 137-142

## 10 Anhang

## 10.1 Fragebogen deutsch, mit Punkteschlüssel

Vers:GER.12.06.06

Institut für Humangenetik, Vesaliusweg 12 – 14, D-48149 Münster

Vor- und Nachname: \_\_\_\_\_ männl.  weibl.  Alter: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Vollständige Anschrift: \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_ Handy \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_

Bitte beurteilen Sie die folgenden Aussagen und kreuzen Sie die zutreffenden Felder an:

	Trifft voll zu	Trifft zu	Bin unsicher	Trifft weniger zu	Trifft überhaupt nicht zu
1 Ich kann Schauspieler in einem Film gut verfolgen	1	2	3	4	5
2 Ich erkenne oft meine eigenen Freunde nicht	5	4	3	2	1
3 Einige in meiner Familie haben Probleme mit Gesichtserkennung	5	4	3	2	1
4 Leute machen mich oft darauf aufmerksam, dass ich sie nicht erkenne	5	4	3	2	1
5 Ich kann sofort sagen, ob mir ein Gesicht bekannt vorkommt	1	2	3	4	5
6 Ich brauche lange, um Leute zu erkennen	5	4	3	2	1
7 Ich erkenne immer meine Familienmitglieder	1	2	3	4	5
8 Ich finde leicht Dinge, die nicht am üblichen Platz liegen	1	2	3	4	5
9 Ich achte bei Personen besonders auf die Frisur	5	4	3	2	1
10 Ich kann mir eine rote Rose sehr gut bildlich vorstellen	1	2	3	4	5
11 Ich kann mir in Gedanken sehr gut meine Freunde vorstellen	1	2	3	4	5
12 Ich kann berühmte Leute sofort erkennen	1	2	3	4	5
13 Manchmal kommen mir Leute „bekannt“ vor, die ich noch nie gesehen habe	5	4	3	2	1
14 Ich kann sofort sagen, ob es das Gesicht eines Mannes oder einer Frau ist	1	2	3	4	5
15 Ich kann in einem Raum leicht rückwärts laufen	1	2	3	4	5
16 Ich habe ein gutes Orientierungsgefühl	1	2	3	4	5
17 Ich kann sagen, ob ein Gesicht attraktiv ist	1	2	3	4	5
18 Emotionen / Stimmungen am Gesicht abzulesen fällt mir schwer	5	4	3	2	1
19 Ich vermeide Treffen, weil ich meine Bekannten übersehen könnte	5	4	3	2	1
20 Ich habe Probleme, Leute, die ich nur kurz gesehen habe, am nächsten Tag wieder zuerkennen	5	4	3	2	1
21 Ich habe viel Kontakt zu anderen Menschen	1	2	3	4	5

## 10.2 Interviewbogen

Institut für Humangenetik, Westfälische Wilhelms Universität Münster, Germany

**Interview** version 28.11.06, © Ingo Kennerknecht

Datum:                      Untersucher:                      Erfassungsmodus:

Name:	<b>Kommentar:</b>  PA      ?PA      non PA       <b>Geschwister ? Reihenfolge / Alter:</b>
Vorname:	
Geburtsdatum:	
Straße:	
PLZ;Ort:	
Tel.:	
Handy:	
Fax:	
Email:	
Beruf:	

### Familienanamnese

Erkrankungen (erbliche) in der Familie:	Geistige Behinderung in der Familie:
Schizophrenie oder andere psychiatrische/neurologische Erkrankungen in der Familie:	

### Eigenanamnese

Schwangerschaftsverlauf (Probleme?): o unauffällig      o Komplikationen (welche?) Schwangerschaftsdauer: Geburtsverlauf (spontan, Zange, Kaiserschnitt) Apgar Score: Geburtsgewicht:      Länge:      Kopfumfang: Freies Sitzen:      Erste Schritte: Erste Worte:	Erkrankungen im Kindesalter/Jugendalter: <ul style="list-style-type: none"><li>• „Kinderkrankheiten“:</li><li>• chronische Erkrankungen:</li><li>• OPs im Kindesalter:</li><li>• Neurochirurgische Intervention</li><li>• Hirnhautentzündung:</li><li>• Sonstige Erkrankungen:</li></ul>
--	---

### Kopfverletzungen, Zentralnervöse Störungen

Schädel-Hirn-Trauma (wann?): Bewusstlosigkeit: Neurologische Auffälligkeiten (Migräne, Epilepsie)  Sonstige:	Diagnostik im Kopfbereich (auch Indikation angeben) <ul style="list-style-type: none"><li>• EEG:</li><li>• Rö Kopf:</li><li>• Kopf CT</li><li>• MRT:</li><li>• Sonstige:</li><li>• IQ-Test (wann?, welcher?):</li></ul>
--	--

## Anhang

### Augen

Kurzsichtig	Dpt:	Schielen:
Weitsichtig	Dpt:	Astigmatismus
Brille oder Kontaktlinsen ?		Farbenblind
Alterssichtigkeit:		Gesichtsfeldausfälle
Sonstiges:		

### Gehör und andere Sinne

Gehörprobleme:
Jmdn. an der Stimme erkennen:
Jmdn. Heraushören aus einem Stimmengewirr (Partyeffekt):
Verstehen sehr schneller Sprache:
Verstehen sehr hoher Stimmen:
Besonders Geräuschempfindlich
Geruchssinn:
Geschmackssinn: süß / sauer / salzig / bitter
Temperaturempfinden: kalt / warm
Schmerzempfinden

### Fertigkeiten

Leseschwäche
Rechtschreibschwäche
Rechenschwäche
Muttersprache:
Andere Sprachen:
Rückwärtsgehen in einem Raum mit Hindernissen:
Feinmotorik: Basteln: sehr gut gut mäßig schlecht
Li/Re-Händer

### Privater, schulischer Werdegang, Sozialverhalten

Kindergarten:	Macher / Mitläufer / Indifferent
Grundschule:	Macher / Mitläufer / Indifferent
Weiterführende Schule:	Macher / Mitläufer / Indifferent
Ausbildung:	Macher / Mitläufer / Indifferent
Beziehungen aufbauen	sehr gut / gut / mittel / mäßig / schlecht
Gruppenverhalten	sehr gut / gut / mittel / mäßig / schlecht
Gesellig / Schüchtern / Indifferent	
Anzahl Freunde zu denen regelmäßig Kontakt besteht	
Aktiv in einem Verein	
Sonstige Aktivitäten / Hobbies	

**Orientierung:**

Waldspaziergang ohne feste Wege – Orientierung ? (Gefühl, Himmelsrichtung, Sonne?)  
Orientierung in unbekannter Stadt mit/ohne Karte ?

**Objekterkennung:**

Unterscheidung von Tieren einer Art (Hunderassen (Dalmatiner vom Pudel) / Vogelarten (Spatz von Amsel)

Inneres Bild: lebhaft / 3D / nur wie Foto / nur Umrisse, Silhouette / bunt / SW

Unterscheidung Bäume (Eiche von Kastanie)

Inneres Bild: : lebhaft / 3D / nur wie Foto / nur Umrisse, Silhouette / bunt / SW

Langstielige wunderschöne rote Rose („Herumwandern“ um die Rose)

Inneres Bild: lebhaft / 3D / nur wie Foto / nur Umrisse, Silhouette / bunt / SW

Tisch mit verschiedenen Gegenständen merken, ggf. weißes Blatt Papier mit diversen Schreibutensilien:

– Inneres Bild? Vorhanden? Oder nur das Wissen, welche Gegenstände da sind  
Handy / Brille / Mantel an der Garderobe unter 20 anderen Wiederfinden?

Können Sie einen einfachen 3D Gegenstand, z.B. Würfel, in Gedanken rotieren?

**Gesichter - Sehen**

Können Sie gut das Alter einer Person schätzen?

Können Sie gut das Geschlecht einer Person erkennen?

Wie gut können Sie Stimmungen auf Gesichtern ablesen?

Können Sie sagen, ob ein Gesicht attraktiv ist?

Entspricht Ihre Einschätzung der allgemeinen Ansicht von attraktiven Gesichtern?

Brauchen Sie im Gespräch Blickkontakt? Wenn „ja“ ab welchem Alter erinnerlich?

Einschätzung vom Interviewer: Blickkontakt nein / wenig / regelmäßig

Stört es Sie, wenn Sie jemand länger anschaut oder merken Sie es gar nicht?

Wohin schauen Sie, wenn sie mit jemanden sprechen?

Warum?

Inneres Bild vom Partner	klar / verschwommen / nicht vorhanden	Augenfarbe?
Inneres Bild von Eltern	klar / verschwommen / nicht vorhanden	Augenfarbe?
Inneres Bild vom Interviewer	klar / verschwommen / nicht vorhanden	Augenfarbe?

**Gesichter - Erkennen**

Woran erkennen Sie eine Person, die auf der anderen Straßenseite auf einer Bank sitzt?

Gangbild Silhouette Gesicht (Augen, Nase, Mund ...)

Woran erkennen Sie eine Person, die ihnen entgegen kommt?

Gangbild Silhouette Gesicht (Augen, Nase, Mund ...)

Woran erkennen Sie eine Person auf einer Feier?

Gangbild Silhouette Gesicht (Augen, Nase, Mund ...)

Wie lange müssen Sie mit einer Person Kontakt haben, bis Sie sie am selben Tag sicher wieder erkennen (z.B. nach einem sehr interessanten Gespräch)?

Nach einer Woche?

Wie lange müssen Sie jmdn. anschauen bis Sie ihn in einer Gruppe ähnlicher Personen wieder erkennen?

Gibt es Situationen, die Sie meiden, weil sie fürchten Bekannte zu übersehen?

Sind Sie schon mal unvermittelt angesprochen worden mit: „Du siehst wohl auch keine kleinen Leute mehr/ Du grüßt wohl auch nicht mehr?“ (oder so ähnlich?)

Schon mal nahe Verwandte, gute Freunde oder Kollegen nicht erkannt?

häufig weniger häufig selten sehr selten

Werden Sie deswegen für arrogant oder stur gehalten?

Wie reagieren sie?

## Anhang

---

Grüßen die Anderen immer zuerst? Wer grüßt häufiger?  
Immer klar, ob die begrüßte Person bekannt ist oder nicht?  
Können Sie auf Anhieb einen Bekannten erkennen (z.B. Tür auf – kurzes Reinschauen ohne zu Sprechen)?

Haben sie schon mal einen weniger gut Bekannten nach längerer Zeit wieder erkannt?  
Beispiel:  
Fällt es Ihnen schwer, schnell zu entscheiden, ob Sie jemanden schon einmal gesehen haben?

Wie gut können Sie Schauspieler wieder erkennen im Laufe eines Filmes? An was machen Sie das fest?  
Haben Sie Probleme, wenn alle Schauspieler die gleichen schwarzen Anzüge tragen oder wenn häufiger Kostümwechsel vorkommt?  
Bevorzugen Sie "Seifenopern", da die *Guten* und *Bösen* einfach an der Mimik / Kleidung zu unterscheiden sind?

Wie gut können Sie Menschen wieder erkennen, wenn sie äußerlich verändert oder im „Einheits-look“ sind: Karneval Schwimmbad Uniform (Polizist, Zöllner) Vereinskleidung

Würden Sie einen Politiker oder einen bekannten Filmschauspieler erkennen, wenn er auf der Straße oder öffentlichen Platz an Ihnen vorbeiläuft?

Würden Sie sich zutrauen, jemanden auf dem Bahnhof abzuholen, dessen Gesicht Sie nur von einem Photo her kennen?

Fällt es Ihnen schwer, im Restaurant den Tisch zu finden, an dem bereits Ihre Freunde sitzen?

Sind Sie immer früher da, als alle Anderen?

Erkennen Sie leicht Familienangehörige/Bekannte auf alten Fotos, die Sie das erste Mal sehen?

### **Bei Verdacht auf PA:**

*Wann wurde Ihnen bewusst, dass Sie mit Gesichtern eine andere Betrachtungsweise haben?*

*Kennen Sie sonst noch Leute / Familienangehörige mit gleichen Problemen?*

### **Anekdoten:**

### **10.3 Rechenansätze mit den ursprünglichen Exceltabellen**

1. Gesamtkollektiv Prosopagnosie (n=149) vs. Gesamtkollektiv Kontrollpersonen (n=780)

Alle Prosopagnostiker wurden mit allen Kontrollpersonen in ihrem Antwortverhalten verglichen.

2. Gesamt Prosopagnosie (n=149) vs. Gesamt Kontrollpersonen minus „highscore“ (n=742)

Alle Prosopagnostiker wurden mit allen Kontrollpersonen (ohne die Kontrollpersonen mit einem Summenpunktwert über 50 Punkten) in ihrem Antwortverhalten verglichen.

3. Selbstgemeldete Prosopagnostiker ohne betroffene Familienmitglieder (n=70) vs. Kontrollpersonen minus highscore Kontrollen (n=742)

Alle Prosopagnostiker, die sich selbst im Institut für Humangenetik gemeldet haben, wurden mit allen Kontrollpersonen (ohne die Kontrollpersonen mit einem Summenpunktwert über 50 Punkten) in ihrem Antwortverhalten verglichen.

4. Selbstgemeldete Prosopagnostiker mit Familienmitgliedern (n=104) vs. Kontrollpersonen minus „highscore“ Kontrollen

Alle Prosopagnostiker, die sich selbst im Institut für Humangenetik gemeldet haben und deren Familienangehörige wurden mit allen Kontrollpersonen (ohne die Kontrollpersonen mit einem Summenpunktwert über 50 Punkten) in ihrem Antwortverhalten verglichen.

5. Screening-Prosopagnostiker ohne fragliche Prosopagnostiker (n=13) vs. Screening-Kontrollpersonen (n=514)

Alle im Screening erfassten Prosopagnostiker (ohne die fraglichen Prosopagnostiker) wurden mit allen im Screening erfassten Kontrollpersonen in ihrem Antwortverhalten verglichen.

6. Screening-Prosopagnostiker mit fraglichen Prosopagnostikern (n=36) vs. Kontrollpersonen minus „highscore“ Kontrollen (n=742)

Alle Screening-Prosopagnostiker und auch die fraglichen Prosopagnostiker wurden mit allen Kontrollpersonen (ohne die Kontrollpersonen mit einem „high score“, also einem Summenpunktwert über 50 Punkten) in ihrem Antwortverhalten verglichen.

7. „Highscore“ Kontrollpersonen (n=73) vs. Prosopagnostiker, die einen ähnlich hohen Punktwert haben (n= 101)

Alle Kontrollpersonen, die einen Summenpunktwert von über 50 Punkten hatten, wurden in ihrem Antwortverhalten mit Prosopagnostikern verglichen, die einen ähnlich hohen Summenpunktwert hatten.

### 8. Screening-Prosopagnostiker (n=36) vs. Selbstgemeldete Prosopagnostiker (n=104)

Die Datensets mit Summenpunktwerten zwischen 50 und 70 aus allen Tabellen, alle Screening-Prosopagnostiker wurden in ihrem Antwortverhalten mit allen selbstgemeldeten Prosopagnostikern verglichen.

### 9. Männliche Prosopagnostiker (n=55) vs. weibliche Prosopagnostiker (n=94)

Alle Tabellen ohne 4, nur Prosopagnostiker, alle männlichen Prosopagnostiker wurden in ihrem Antwortverhalten mit allen weiblichen Prosopagnostikern verglichen.

### 10. Männliche Kontrollpersonen (n=322) vs. weibliche Kontrollpersonen (n=420)

Alle Tabellen ohne 4, nur Kontrollpersonen, alle männlichen Kontrollpersonen wurden in ihrem Antwortverhalten mit allen weiblichen Kontrollpersonen verglichen.

## 10.4 Vergleichsrechenansätze mit den verschiedenen Excellisten

### 1. Gesamt Prosopagnosie (n=149) vs. Gesamt Kontrollpersonen (n=780), s.Abb.10

### 2. Gesamt Prosopagnosie (n=149) vs. Gesamt Kontrollpersonen minus highscore “ (s.u.) (n=742)

Dabei stellten sich besonders für die Aussagen 3, 4, 6 und 20 deutliche Antwortunterschiede dar. Ähnliche Antworttrends zeichnen sich für die Aussage 8, 9, 13, 14 und 15 ab.

### 3. Selbstgemeldete Prosopagnostiker ohne betroffene Familienmitglieder (n=70) vs. Kontrollpersonen minus „highscore“ (n=742)

Es zeigen sich vor allem für die Aussagen 6, 7 und 20 deutliche Antwortunterschiede. Für die Aussagen 8, 9 und 13 zeigen sich kaum Antwortunterschiede.

### 4. Selbstgemeldete Prosopagnostiker mit Familienmitgliedern (n=104) vs. Kontrollpersonen minus „highscore“.

Es zeigen sich vor allem für die Aussagen 1, 3, 4 und 20 deutliche Antwortunterschiede. Für die Aussagen 8, 9 und 13 zeigen sich kaum Antwortunterschiede.

## Anhang

---

5. Screening Prosopagnostiker ohne fragliche Prosopagnostiker (n=13) vs. Screening Kontrollpersonen (n=514)

Es zeigen sich vor allem für Aussage 3,4,9,11,14 und 20 deutliche Antwortunterschiede. Für die Aussagen 8,9 und 13 zeigen sich kaum Antwortunterschiede.

6. Screening Prosopagnostiker mit fraglichen Prosopagnostikern (n=36) vs. Kontrollpersonen minus „highscore“ (n=742)

Es zeigen sich vor allem für Aussage 3, 4 und 20 deutliche Antwortunterschiede. Für die Aussagen 8, 9,13 und 15 zeigen sich kaum Antwortunterschiede.

7. „Highscore“ Kontrollpersonen (n=73) vs. Prosopagnostiker, die einen ähnlich hohen Punktwert haben (n= 101)

Es zeigen sich vor allem für die Aussagen 3, 4 und 20 deutliche Antwortunterschiede. Für die Aussagen 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 17 und 21 zeigen sich wenig Antwortunterschiede.

8. Screening Prosopagnostiker (n=36) vs. selbstgemeldete Prosopagnostiker (n=104)

Es zeigen sich vor allem für Aussage 1 deutliche Antwortunterschiede. Ein homogener Antworttrend ergibt sich für die Aussagen 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 17 und 18.

9. Männliche Prosopagnostiker (n=55) vs. weibliche Prosopagnostiker (n=94)

Es zeigen sich vor allem für Aussage 8, 9 und 16 deutliche Antwortunterschiede.

10. Männliche Kontrollpersonen (n=322) vs. weibliche Kontrollpersonen (n=420)

Es zeigen sich vor allem für die Aussagen 1, 2 und 6 deutliche Antwortunterschiede.

10.5 Modifizierter Fragebogen (vgl.Tbl.4) mit Punkteschlüssel

	Trifft voll zu	Trifft zu	Bin unsicher	Trifft weniger zu	Trifft überhaupt nicht zu
1 Ich kann Schauspieler in einem Film gut verfolgen	1	2	3	4	5
2 Es ist mir schon passiert, dass ich meine eigenen Freunde bei einer spontanen Begegnung nicht erkannt habe	5	4	3	2	1
3 Einige in meiner Familie haben Probleme mit Gesichtserkennung	5	4	3	2	1
4 Leute machen mich oft darauf aufmerksam, dass ich sie nicht erkenne	5	4	3	2	1
5 Ich kann sofort sagen, ob mir ein Gesicht bekannt vorkommt	1	2	3	4	5
6 Ich brauche lange, um Leute zu erkennen	5	4	3	2	1
7 Ich erkenne immer meine Familienmitglieder	1	2	3	4	5
8 Ich finde leicht Dinge, die nicht am üblichen Platz liegen	1	2	3	4	5
9 Ich achte bei Personen besonders auf die Frisur	5	4	3	2	1
10 Ich kann mir eine rote Rose in 3D vorstellen	1	2	3	4	5
11 Ich kann mir meine Freunde bildlich vorstellen	1	2	3	4	5
12 Ich kann berühmte Leute sofort erkennen	1	2	3	4	5
leer	5	4	3	2	1
14 Ich erkenne Personen von hinten besser als von vorne	5	4	3	2	1
15 Ich kann in einem Raum leicht rückwärts laufen	1	2	3	4	5
16 Ich habe Probleme, mich an einem fremden Ort mit einer Karte zu orientieren	5	4	3	2	1
17 Ich kann sagen, ob ein Gesicht attraktiv ist	1	2	3	4	5
18 Emotionen / Stimmungen am Gesicht abzulesen fällt mir schwer	5	4	3	2	1
19 Ich vermeide Treffen, weil ich meine Bekannten übersehen könnte	5	4	3	2	1
20 Ich habe Probleme, Leute, die ich nur kurz gesehen habe, am nächsten Tag wieder zu erkennen	5	4	3	2	1
21 Ich würde mich als kontaktfreudige Person bezeichnen	1	2	3	4	5