Aus der Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychotherapie
Tübingen
Abteilung Allgemeine Psychiatrie und Psychotherapie mit Poliklinik
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. A. Fallgatter

Funktionelle Neuroanatomie ironischer Sprache: Zum Einfluss des Persönlichkeitsmerkmals Schizotypie auf die Sprachperzeption

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Dorothee Elisabeth Mutschler
aus
Reutlingen

2010

Dekan:	Professor Dr. I. B. Autenrieth
1. Berichterstatter:	Frau Professor Dr. B. Wild
2. Berichterstatter:	Professor Dr. T. Kircher

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 7
1.1 Definition und Bedeutung nicht-wörtlicher Sprache 8
1.2 Neuronale Korrelate des Verständnisses von nicht-wörtlicher Sprache 9
1.3 Was ist Ironie? 11
1.3.1 Theorien zum Verständnis nicht-wörtlicher Sprache 12
1.3.2 Perzeption von Ironie 14
1.4 Schizotypie 15
1.4.1 Diagnose und Kriterien der Schizotypie als Erkrankung 17
1.4.3 Neurobiologie der Schizotypie 18
1.5 Schizophrenie 20
1.6 Beziehung Schizotypie – Schizophrenie 21
1.7 Klinische Bedeutung von Defiziten im allgemeinen Sprachverständnis und unter dem Gesichtspunkt nicht-wörtliche Sprache anhand der Schizophrenie und Schizotypie 22
1.8 Funktionelle Kernspintomographie (fMRT) 25
1.8.1 Interindividuelle Unterschiede im fMRT-Bereich 25
1.9 Hypothesen und Ziele 26
1.9.1 Ziele dieser Arbeit 26
1.9.2 Hypothesen 27
2 Material und Methoden 28
2.1 Versuchspersonen 28
2.1.1 Merkmale der Probandinnen 28
2.2 Versuchsablauf 29
2.2.1 fMRT-Version des Tübinger Ironie-Tests 29
2.2.2 Verhaltensexperiment zum Ironieparadigma: Offline-Ironie-Test 33
2.2.3 Entwicklung und Rating der fMRT-Version des Tübinger Ironietests 34
2.2.4 Testpsychologische Untersuchung 38
2.2.4.1 Digit span (Arbeitsgedächtnis) 38
2.2.4.2 Vigilance-Continuous-Performance-Test (CPT) 38
2.2.4.3 Mehrfachwahlwortschatztest (MWT-B) 38
2.2.4.4 Bilder-Sequenz-Test 38

2.2.4.5 Händigkeitsfragebogen nach Oldfield 40
2.2.5 Persönlichkeitsmerkmale 40
2.2.5.1 Schizotypal Personality Questionnaire (SPQ) 40
2.2.5.2 State-Trait-Heiterkeits-Inventar: S/30 und T/60 41
2.2.5.3 Freiburger Persönlichkeitsinventar (FPI-R) 42
2.2.5.4 Eysenck-Persönlichkeits-Inventar (E-P-I), Version A 42
2.2.5.5 3WD-Humor-Test 43
2.2.5.6 Strukturierte Diagnostik psychischer Störungen 43
2.2.6 Demografische Variablen und biologische Datenerhebung 43
2.2.7 MRT- fMRT und Datenauswertung 44
2.2.7.1 MRT – fMRT 44
2.2.7.2 fMRT-Messparameter 46
2.2.7.3 Bildverarbeitung und statistische Analyse der fMRT-Daten 47
3 Ergebnisse 49
3.1 Persönlichkeit 49
3.1.1 Schizotypal Personality Questionnaire (SPQ) 49
3.1.2 State-Trait-Heiterkeits-Inventar: S/30 und T/60 51
3.1.3 Freiburger Persönlichkeitsinventar (FPI-R) 52
3.1.4 Eysenck-Persönlichkeits-Inventar (E-P-I), Version A 52
3.1.5 3WD-Humor-Test 53
3.2 Strukturierte Diagnostik psychischer Störungen 53
3.3 Testpsychologie 53
3.4 Offline-Ironie-Test 55
3.6 Bildgebung 63
3.6.1 Ironische Stimuli versus wörtliche Stimuli 63
3.6.2 Einfluss der Schizotypie auf die Gehirnaktivierung 65
3.7 Demographische und biologische Daten 70
4 Diskussion 71
4.1 Verhaltensdaten 71
4.2 Bildgebende Daten 72
4.2.1 Hemisphärischen Lateralisierung 72
4.2.2 Funktionelle Neuroanatomie des Ironieverständnisses 73

4.2.3 Einfluss der Schizotypie 78
4.3 Bezug der Ergebnisse zur Schizophrenie 81
4.4 Kritische Evaluierung der Studie 83
4.5 Schlussfolgerung 85
5 Zusammenfassung 88
6 Anhang 92
6.1 Gesamtübersicht aller verwendeten Stimuli 92
6.2 Übersichtstabelle vorliegender fMRT-Studien zur Ironie 96
6.3 Abbildung des Aushangs zur Studierekrutierung 96
7 Literaturverzeichnis 102
8 Abkürzungsverzeichnis 119

1 Einleitung

Sprache ist für den Menschen möglicherweise das wichtigste Kommunikationsmittel überhaupt und erfordert oft mehr als das Verstehen und Aneinanderreihen einzelner Worte und deren Bedeutung, denn im Alltag spielt die Benutzung von nicht-wörtlicher Sprache (s. Kapitel 1.1), wie beispielsweise Ironie oder Metapher eine wesentliche Rolle (Gibbs & Beitel 1995). Sowohl in der Kommunikation mit Menschen als auch in Literatur, Musik und anderen Medien macht die nicht-wörtliche Sprache einen großen Anteil unserer Kommunikation aus (Gibbs 2000). Wir werden überall mit nicht-wörtlicher Sprache konfrontiert und es uns dabei automatisch, gesprochene oder geschriebene nicht-wörtlich zu verstehende Aussagen in den richtigen, d.h. der jeweiligen Situation entsprechenden, Sinnzusammenhang einzuordnen. Jedoch muss diese Fähigkeit in der Entwicklung zunächst erlernt werden (Ackermann 1981, Demorest et al. 1984): Ein umfassendes und vollständig richtiges Verständnis von nicht-wörtlicher Sprache entwickelt sich bei Kindern – im Vergleich zu anderen sprachlichen Fähigkeiten – erst auffällig spät. In wissenschaftlichen Untersuchungen schwanken die Angaben zum Alter, ab dem Kinder in der Lage sind, ironische Ausdrücke als solche zu erkennen, je nach verwendetem Messinstrument zwischen fünf und zwölf Jahren (Filippova & Astington 2008). Unsere Fähigkeit zum Sprachverständnis wird dabei bis zu einem gewissen Alter komplexer und vielschichtiger (Filippova & Astington 2008). Interessanterweise haben jedoch auch Erwachsene mit bestimmten psychiatrischen Störungen Schwierigkeiten beim korrekten Erkennen von nicht-wörtlichen Bedeutungen (Rapp 2008). Dies ist etwa bei Menschen, die an einer autistischen Störung (Baron-Cohen 1995, Dennis et al. 2001) oder einer schizophrenen Psychose (Rapp 2009, Champagne-Lavau et al. 2006) leiden, der Fall. Die Schizophrenie stellt eine schwerwiegende psychiatrische Erkrankung dar, zu deren Kernsymptomen allgemeine Defizite im Sprachverständnis zählen (Crow 2000). Auch Menschen, die nicht an einer manifesten Schizophrenie erkrankt sind, jedoch einer Hochrisikogruppe für diese Erkrankung angehören, haben möglicherweise vermehrt Schwierigkeiten, nicht-wörtliche Sprache zu verstehen (Langdon & Colthart 2004). Dabei steht in der vorliegenden Arbeit insbesondere die Schizotypie

im Mittelpunkt, da sie in engem Zusammenhang zur Schizophrenie steht und als Risikofaktor für die Entwicklung einer schizophrenen Störung betrachtet wird. Eines der Kriterien für die Diagnose einer schizotypen Persönlichkeitsstörung ist die eigentümliche Sprache der Patienten. Dies bedeutet, dass wie bei der Schizophrenie Einschränkungen im Sprachverständnis vorliegen können.
In dieser Studie soll die Pathophysiologie solcher Einschränkungen bei Hochrisikopopulationen für Schizophrenie anhand von Probanden mit einem unterschiedlichen Ausprägungsgrad schizotyper Persönlichkeitszüge, unter dem speziellen Gesichtspunkt des Ironieverständnisses, als einem wesentlichen Aspekt nicht-wörtlicher Sprache untersucht werden. Hierbei gilt es, die zugehörigen Begriffe zu definieren und speziell die bisher noch nicht untersuchten neurobiologischen Grundlagen zu erforschen.

1.1 Definition und Bedeutung nicht-wörtlicher Sprache

Der Begriff nicht-wörtliche Sprache bezeichnet eine heterogene, linguistische Gruppe von Sprachformen, zu deren Verständnis es notwendig ist, über die wörtliche Bedeutung hinauszugehen (Gibbs 1994, Gibbs & Beitel 1995). Zu dieser Gruppe zählen Ironie und Sarkasmus, Metonymie, Metapher sowie einige Humorformen und andere linguistische Stilelemente, wie z.B. Idiome und Wortspiele (Gibbs 1999).
Da nicht-wörtliche Ausdrücke ein essenzieller Bestandteil unserer Alltagssprache sind (Gibbs & Beitel 1995) bereiten sie den meisten Menschen keinerlei Schwierigkeiten. Auch besteht eine enge Beziehung nicht-wörtlicher Sprache zum abstrakten Denken (Lakoff & Johnson 2004). Versteht und erkennt man nicht-wörtliche Sprache nicht als solche, kann die Interaktion im Alltag aufgrund von Missverständnissen stark beeinträchtigt sein. Derartige Missverständnisse zählen zu den typischen Symptomen bei Menschen mit einer schizophrenen Erkrankung (Gorham 1956).

Definitionen des Unterschieds zwischen wörtlicher und nicht-wörtlicher Sprache sind komplex (Glucksberg 2001). Dabei haben sich zwei Hauptkriterien etabliert:
So drücken wörtliche Aussagen eine Wahrheit und nicht-wörtliche Aussagen (wörtlich genommen) eine Unwahrheit aus. Zweitens halten sich wörtliche Aussagen

an linguistische Rahmenbedingungen, nicht-wörtliche Aussagen verletzen diese. Ein Beispiel hierfür wäre „das Auto ist durstig“ – obwohl nur Lebewesen durstig sein können – (Fass 1999). Der Inhalt nicht-wörtlicher Sprache ist wörtlich genommen häufig falsch oder gar nicht zu verstehen bzw. konträr zur inhaltlichen Absicht des Sprechers – etwa im Falle der Ironie – (Katz 2000). Für ein erfolgreiches Verständnis nicht-wörtlicher Sprache ist nicht (nur) die wörtliche Bedeutung entscheidend, es sind auch Kontextinformationen zu den Gesprächsteilnehmern und zum Allgemeinwissen zu verarbeiten (Markert & Nissim 2003, Pexman 2008, Lakoff & Johnson 2004, Giora 2002).

Oft wird synonym zum Begriff „nicht-wörtliche Sprache“ der Begriff „figurative Sprache“ (=bildhafte Sprache) verwendet, der ursprünglich nur Ausdrücke, die Sprachfiguren oder Metaphern enthalten, bezeichnete und im Rahmen dieser Arbeit deshalb nicht verwendet wird.

Struktur, Kommunikationsfunktion und Verarbeitungsanforderungen an verschiedene Arten von nicht-wörtlicher Sprache sind höchst unterschiedlich (Winner & Gardner 1993, Legitt & Gibbs 2000, Giora 2007, Glucksberg 2001, Rapp 2009). So hat z.B. die Metapher v.a. beschreibende, die Ironie eine intentionsvermittelnde Funktion. Innerhalb der psychiatrischen Literatur wird nicht-wörtliche Sprache in der Regel jedoch als einheitliche, homogene Entität gesehen (Rapp 2009).

Im Folgenden soll Ironie als eine Form der nicht-wörtlichen Sprache definiert und auf ihre neuronalen Korrelate hin untersucht werden.

1.2 Neuronale Korrelate des Verständnisses von nicht-wörtlicher Sprache

In vielen Studien wurde bisher an Patienten mit umschriebenen Hirnläsionen das Verständnis von nicht-wörtlicher Sprache untersucht. Dabei stand die Rolle der rechten Hemisphäre meist im Mittelpunkt des Interesses, denn Patienten mit rechtshemisphärischen Verletzungen wiesen in zahlreichen Untersuchungen deutliche Schwierigkeiten beim Verständnis nicht-wörtlicher Sprache auf. Dies wurde unter anderem für Metaphern (Tompkins 1990, Übersichten bei Burgess und Chiarello 1996 und Kacinik 2007) und Ironie (Giora et al. 2000) sowie für Sprichwörter (Tompkins et al. 1992) und Humorverständnis (Wild et al. 2003) gezeigt. Vor allem auf Basis dieser Untersuchungen und zusätzlich vorliegenden

fMRT-Studien, welche ebenfalls Hinweise auf eine rechtshemisphärische, speziell temporale (Eviatar & Just 2006, Wakusawa et al 2007) Beteiligung am Ironieverständnisprozess fanden, gilt es als Konsensus, dass die rechte Hirnhemisphäre am Verständnis nicht-wörtlicher Sprache beteiligt ist (Langdon et. al. 2002, Langdon & Coltheart 2004).

Eine sehr gut untersuchte Gehirnregion im Zusammenhang mit dem Ironieverständnis ist der mediale präfrontale Kortex. Läsionsstudien (Shamay-Tsoory et al. 2005a+b) belegen dies für den rechten, medial präfrontalen Kortex. fMRT-Studien (Wakusawa et al. 2007, Wang 2006) ebenfalls – jedoch war hier eine Beteiligung des medialen präfrontalen Kortex mit einem Aktivierungsmaximum in der linken Hemisphäre festzustellen.

Eine Beteiligung der linken Hirnhemisphäre am Ironieverständnis ist ebenfalls gut durch Läsions- und fMRT-Studien belegt (McDonald & Pearce 1996), insbesondere im Bereich des linken lateralen präfrontalen Kortex (Giora et al. 2000, Zaidel et al. 2002, Uchiyama et al. 2006, Shamay Tsoory & Peretz 2007) und des linken Parietallappen (Eviatar & Just 2006).

Leider erfolgte bei vielen der erwähnten Läsionsstudien keine genaue anatomische Beschreibung der Läsion oder die gefundenen Defizite waren nicht in allen Untersuchungen nachweisbar, sondern hingen scheinbar vom verwendeten sprachlichen Stimulusmaterial (Giora et al. 2000) und der gestellten Versuchsaufgabe (Winner und Gardner 1977, Rinaldi et al. 2004) ab. Zudem zeigte sich anhand von Untersuchungen, die als Kontrollgruppe zusätzlich Patienten mit Läsionen der linken Hirnhemisphäre einschlossen, dass diese Patienten bei denselben Versuchsaufgaben ähnlich starke Einschränkungen aufwiesen (Zaidel et al. 2002).

Eine Übersicht der bestehenden Datenlage an fMRT-Studien, die nicht-wörtliche Sprache untersucht haben, findet sich im Anhang dieser Arbeit (Tabelle 19).

Einen anderen Forschungsansatz zu dieser Thematik stellen Untersuchungen mit Präsentation der Stimuli in das rechte bzw. linke Gesichtsfeld („Halbfeld-Untersuchungen“) dar: Anaki und Faust (Anaki und Faust 1998) beispielsweise fanden einen Reaktionszeit-Vorteil für die Präsentation einzelner metaphorischer Wörter in das linke Gesichtsfeld, was für eine dominante Rolle der rechten

Hirnhemisphäre im Verständnisprozess spricht. Für das Verständnis metaphorischer Sätze konnte eine Untersuchung von Olivieri (Olivieri et al. 2004) vergleichbare Ergebnisse anhand einer Studie mit transkranieller Magnetstimulation (TMS) erzielen. Ironie dagegen wurde in Halbfeld-Untersuchungen bisher nicht untersucht.

Angesichts der unterschiedlichen Forschungsergebnisse kann die derzeitige Datenlage im Bezug auf die hemisphärische Lateralisierung somit insgesamt kein einheitliches Ergebnis bieten.

1.3 Was ist Ironie?

Es gibt verschiedene Definitionen von Ironie (griechisch: Eironeía = „Verstellung, Scheinheiligkeit, Vorwand“) (Hutchens 1960). Kennzeichen der linguistischen Ironie, ist eine Dyskongruenz zwischen wörtlicher Bedeutung und Meinung des Sprechers, meist eine Verkehrung ins Gegenteil (z.B.: Ein Dachdecker sagt bei strömendem Regen: „Was für ein herrliches Wetter.“) (Winner & Gardner 1993, Shamay-Tsoory et al. 2005, Giora et al. 2005). Das Verstehen von Ironie ist ein sehr komplexer Prozess, der einerseits dem Zuhörenden abverlangt, zu erkennen, dass der Sprechende das Gesagte nicht wörtlich meint und andererseits vom Sprechenden verlangt, dass dieser gar nicht erwartet, dass seine Aussage wörtich genommen wird (Gibbs 2000, Pexman 2008). Ironie zu verstehen verlangt einen intakten Theory of Mind(ToM)-Prozess. Dieser wird oft auch mit den Begriffen „Fähigkeit zum Perspektivwechsel“ oder „Mentalizing“ umschrieben (Happé 1996, Brune 2005). Die wahre Intention des Sprechers kann dabei meist nur durch Kontextinformationen erschlossen werden (Katz & Lee 1993, Colston & Gibbs 2002). In der Regel ist Ironie nicht figurativ (Gibbs 1994). Eine Sonderform der Ironie ist der Sarkasmus, der meist in verletzender Absicht gebraucht wird und auf ein „Opfer“ zielt (Kreuz und Glucksberg 1989). Die größte Untersuchung zu figurativer Sprache in der psychologischen Literatur (Gibbs 1994) verbindet Sarkasmus untrennbar mit Ironie. In der vorliegenden Studie werden daher neben vergleichenden Arbeiten, die nur „reine“ Ironie untersucht haben, auch einige Untersuchungen, die den Sarkasmus miteinbeziehen, herangezogen.

1.3.1 Theorien zum Verständnis nicht-wörtlicher Sprache

Die meisten zeitgenössischen Arbeiten zum (eingeschränkten) Verständnis von Ironie und Sarkasmus bei psychiatrischen Patienten betonen die Rolle der Theory of Mind für den Verständnisprozess. Nach derzeitigem Konsensus ist sie für das Verstehen von Ironie und Sarkasmus notwendig (Happé 1996, Colston & Gibbs 2002, Blasko & Kazsmerski 2006, Sprong et al. 2007, Sperber & Wilson 2002, Langdon & Colthard 2004) und beschreibt die kognitive Fähigkeit des Menschen, Annahmen über Bewusstseinsvorgänge eines Mitmenschen, wie beispielsweise Gedanken oder Absichten vorzunehmen und so die Möglichkeit zu erlangen, dessen Verhalten zu erklären, zu verändern oder vorherzusagen.
Verschiedene Methoden zur Erforschung des Theory of Mind-Verständnisses bei Schizophrenie-Patienten wurden von der Gruppe um Sprong (Sprong et al. 2007) in einer Übersichtsarbeit verglichen: Neben “first- and second order false belief-Aufgaben“ und der so genannten „intention-interfering-Aufgabe“ (dabei müssen Probanden die Absicht eines Charakters anhand einer kurzen Geschichte erschließen) sowie einer Aufgabe, die darin besteht, geometrischen Figuren, die auf eine „soziale“ Art und Weise interagieren, einen bestimmten Bewusstseinszustand zuzuordnen, nahmen sie auch Aufgaben zum Ironieverständnis in ihre Analyse auf. Ironieverständnis wird also häufig als Theory of Mind-Paradigma eingesetzt. Bemerkenswerterweise fand sich in der Metaanalyse der Arbeit von Sprong nur eine moderate Korrelation von Ironieverständnis zu anderen Arten von Theory of Mind (Sprong et al. 2007, Hensler 2009).

Von Jung-Beeman (Jung-Beemann 2005) wurde die Theorie der verschiedenen semantischen Felder der rechten und linken Gehirnhemisphären, die sich bezüglich des Sprachverarbeitungsprozesses qualitativ stark voneinander unterscheiden sollen, aufgestellt. Dabei soll der Prozess des Sprachverständnisses aus folgenden drei Schritten bestehen: Der so genannten „semantischen Aktivierung“, repräsentiert im hinteren mittleren Temporallappen, der „semantischen Interaktion“, repräsentiert in den vorderen Temporallappen, und schließlich der „semantischen Selektion“, welche im inferioren frontalen Gyrus repräsentiert ist. Die beschriebenen Gehirnareale sind jeweils bilateral lokalisiert (bilateral activation, integration and

selection = „BAIS“) und unterscheiden sich in ihrer Art der Informationsverarbeitung. Diese drei nacheinander ablaufenden Prozesse agieren dabei jedoch sehr stark interaktiv.

Gemäß Jung-Beemann kann die Information, die als Antwort auf einen Impuls von außen aktiv wird, als semantisches Feld bezeichnet werden. Hierbei entstehen ein streng begrenztes semantisches Feld in der linken Hemisphäre und ein zusätzliches weitläufigeres, diffuses Feld an korrespondierender Stelle in der rechten Hemisphäre. In der linken Hemisphäre wird dabei auf einen Input hin die Information aktiviert, die im wörtlichen oder kontextrelevanten Sinn sehr stark mit dem jeweiligen Wort verknüpft ist. Im Zuge dieses Prozesses werden zunächst irrelevant erscheinende Informationen unterdrückt. In der rechten Hemisphäre hingegen findet eine schwächere, aber semantisch weitläufigere Aktivierung durch dasselbe Wort statt. Wichtig ist dabei, dass das aktivierte semantische Feld der rechten Hemisphäre – im Unterschied zur linken – Doppelbedeutungen ein und desselben Wortes, unüblichere Verknüpfungen und Assoziationen sowie zunächst weiter entfernt erscheinende Kontextinformationen enthält (Coulsen & Williams 2005, Chiarello et al. 2003, Faust & Lavidor 2000, Tayler et al. 1999, Titone 1998).

Dies könnte von entscheidender Bedeutung für das richtige Einordnen ironisch gemeinter Informationen in einen Gesamtkontext sein, denn durch die weiter geöffneten semantischen Felder der rechten Hemisphäre ist die „Wahrscheinlichkeit“ sehr viel höher, dass eine Überlappung verschiedener assoziierter Begriffe erreicht wird und damit beispielsweise ein erfolgreiches Verständnis einer Metapher oder einer ironischen Bemerkung entstehen kann. Die rechte Hemisphäre ist also „sensitiver“ für eine weitläufigere semantische Verknüpfung und der Verstehende greift vor allem dann auf sie zurück, wenn es gilt, nicht wörtliche Sprache oder unübliche Wortzusammensetzungen zu verstehen, bzw. Rückschlüsse aus verschiedenen Informationen zu ziehen. Kurz: Eine kreative Leistung zu erbringen.

Im Mittelpunkt von Rachel Gioras „graded salience hypothesis“ (Giora 1997, Giora & Fein 1999) steht das Maß an Vertrautheit („salience“, dt. Salienz) bestimmter Begriffe der nicht-wörtlichen Sprache. Ein Begriff gilt hierbei erst dann als „salient“,

wenn er im „mentalen Lexikon“ kodiert wurde. Dabei entsteht ein streng hierarchisch aufgebautes Maß an Salienz der Begriffe, abhängig von Faktoren wie der Verwendungsrate, der Konventionalität oder des Vertrautheitsgrads. Beispielsweise würde vielleicht ein Großstädter mit dem Begriff „Bank“ mit höherer Wahrscheinlichkeit eine Institution verbinden als ein auf dem Land lebender Mensch, welcher dabei vor seinem inneren Auge zunächst viel eher eine Sitzgelegenheit auftauchen sehen wird.

Nach Gioras Theorie werden die am wenigsten „salienten“ Begriffe als allerletzte zur Deutung eines Wortes herangezogen, nachdem zuerst der am meisten vertraute und danach der etwas weniger vertraute usw. aktiviert worden ist.

Dabei ist es zwar möglich, dass eine im Gespräch oder Satz vorhergehende Kontextinformation eine im mentalen Lexikon eigentlich als weniger salient abgespeicherte Bedeutung verstärken kann, jedoch es ist nicht möglich, die eigentlich stärker saliente Bedeutung zu hemmen oder in der Reihenfolge der Aktivierung zurückzustellen (Giora 1997).

Nach Giora ist der Faktor im Ironieverständnisprozess, der die erste Aktivierung bestimmt weder das Prüfen der Kontextkompatibilität noch das Erfassen der wörtlichen Bedeutung des Begriffes, sondern ganz klar die Salienz, die der Stimulus für den jeweiligen Hörenden/Lesenden individuell besitzt. Konsequenterweise bedeutet dies, dass auch eine im Kontext unpassende, aber insgesamt stärker saliente Bedeutung zuerst verarbeitet wird (Giora & Fein 1999, Giora et al. 2005).

1.3.2 Perzeption von Ironie

Wie oben dargelegt, ist neben der linguistischen Analyse die Bildung einer Meta-Repräsentation für das korrekte Verstehen eines ironischen Ausdrucks notwendig. Denn häufig, jedoch nicht immer (Gibbs 2000) ist bei der Ironie die Intention des Sprechers das Gegenteil dessen, was – wörtlich genommen – gesagt worden ist.

Als Charakteristikum für das Verständnis von Ironie gilt dabei, dass ein Interferenzabgleich zwischen dem „wörtlich“ Gesagten und der Intention des Sprechers geleistet werden muss, um einen sprachlichen Ausdruck als ironisch zu erkennen. Der Verstehende muss also eine Theory of Mind bilden, um die Absicht des Sprechers erkennen zu können (Giora et al. 2000, Shamay-Tsoory et al. 2005). Zu den neuronalen Korrelaten der Theory of Mind wurden in den letzten Jahren

mehrere Studien mittels funktioneller Hirnbildgebung durchgeführt (Fletcher et al. 1995, Goel et al. 1995, Vogeley, Kund, Fink 2003). Die Ergebnisse weisen dabei auf eine Beteiligung des ventromedialen frontalen Kortex hin (Vogeley et al. 2003, Russel et al. 2000). Diese Region des Gehirns ist nachweislich auch am Verständnis von Ironie beteiligt (Shamay et al. 2002, Shamay-Tsoory et al. 2005 a+b, Shamay-Tsoory et al. 2006, Shamay-Tsoory & Peretz 2007a, Shamay-Tsoory, Peretz & Levkovitz 2007b). Außerdem steht dieses Ergebnis ebenfalls im Einklang mit aktuellen Läsionsstudien zur cerebralen Repräsentation von Theory of Mind (Stone et al. 1998, Shamay-Tsoory et al. 2005a+b, Shamay-Tsoory & Peretz 2007a, Shamay-Tsoory, Peretz & Levkovitz 2007b). Zur hemisphärischen Lokalisation ist zu bemerken, dass sich anhand weiterer Läsionsstudien zeigte, dass Patienten mit Verletzungen der rechten Hirnhemisphäre ein im Vergleich zu gesunden Kontrollen eingeschränktes Verständnis für Ironie aufweisen (Zaidel et al. 2002, Giora et al. 2000, Channon et al. 2007, Channon & Crawford 2000).

1.4 Schizotypie

Das Konzept der Schizotypie geht auf den Psychoanalytiker Rado (Rado 1953) zurück, der mit diesem Ausdruck Personen charakterisierte, die v.a. durch Körperwahrnehmungsstörungen und Unfähigkeit, Freude zu empfinden (Anhedonie), gekennzeichnet waren.

Schizotypie ist ähnlich, wie etwa der Sinn für Humor eines Menschen oder dessen Geizigkeit, eine Persönlichkeitseigenschaft, die jeder Mensch in unterschiedlichem Ausprägungsgrad aufweist. Auch einen stärkeren Ausprägungsgrad der Persönlichkeitseigenschaft Schizotypie zu besitzen, stellt generell nichts Krankhaftes oder Abnormes dar und wurde sogar mit einer zusätzlich stärkeren Ausprägung von Kreativität in Verbindung gebracht (Weinstein & Graves 2002).

Wird Schizotypie in einer nicht-klinischen Stichprobe untersucht, spricht man gelegentlich von „psychometrischer Schizotypie“. Es ist möglich, dass stärker schizotype Personen eine kognitive und biologische Vulnerabilität, die prädisponierend für die Entstehung von manifesten psychiatrischen Erkrankungen ist, aufweisen: So ist ein höherer Ausprägungsgrad von Schizotypie beispielsweise mit einem vermehrtem Auftreten von depressiven Symptomen, Angststörungen

(Lewandowski et al. 2006) und einem erhöhten Ausmaß post-traumatischer Symptomatik nach einem Verkehrsunfall (Holmes & Steel 2004, Steel et al. 2008) assoziiert. Am bedeutsamsten ist jedoch der Zusammenhang zwischen Schizotypie und (schizophrenen) Psychosen (Gruzelier 1996, Chapman et al. 1994): Zum einen gilt ein höherer Ausprägungsgrad der Schizotypie als Risikofaktor für den Ausbruch einer manifesten schizophrenen Psychose (Claridge 1994); zum anderen weisen Menschen mit einem hohen Wert für das Persönlichkeitsmerkmal Schizotypie häufig „Symptome“, die der Residual- und Prodromalsymptomatik schizophrener Patienten ähneln, auf (Fenton & McGlashan 1989, Raine 2006). Die Symptombereiche der Schizoptypie sind dabei im Wesentlichen identisch mit denjenigen der Schizophrenie, äußern sich jedoch in der Regel schwächer. Sie umfassen u.a. leicht ausgeprägte Störungen im formalen Denken oder die Tendenz, Dinge zu sehr auf sich zu beziehen (Beziehungsideen) (Kwapil et al. 2008). Auch Abnormitäten in der Fähigkeit zur Wahrnehmung positiver Gefühle stellen ein Kernsymptom der Schizotypie dar (Horan et al. 2007). Ferner bestehen komplexe Wechselbeziehungen zwischen Subdimensionen der Schizotypie und dem Ausprägungsgrad von Humor und Erheiterbarkeit (Langdon & Coltheart 2004). Bedeutsamerweise ließen sich auch stabile neurobiologische Abweichungen nicht nur bei Verwandten Schizophrener mit schizotyper Störung im Sinne einer psychiatrischen Diagnose, sondern auch bei gesunden Menschen mit geringerem Ausprägungsgrad nachweisen (Ismail et al. 1998, Siever et al. 1994).

Außerdem ist aus der Literatur bekannt, dass Verwandte von schizophrenen Patienten im Vergleich zur übrigen Allgemeinbevölkerung einen relativ hohen Ausprägungsgrad der Charaktereigenschaft Schizotypie besitzen (Kendler et al. 1995, Kendler & Gardner 1997, Fanous et al. 2001). Meist erreichen sie dabei jedoch nicht die Kriterien, die für eine Persönlichkeitsstörung zu erfüllen sind und entwickeln selbst keine Schizophrenie (Compton et al. 2007).

Die Schizotypie gilt somit als ein bedeutsames Modell für das Verständnis und die Erforschung von schizophrenen Psychosen (Claridge 1997). Vorteile bei der Untersuchung schizotyper Merkmale anhand gesunder Versuchspersonen gegenüber Studien mit schizophrenen Patienten als Probanden liegen unter

anderem darin, dass diese weder mediziert noch (chronisch) hospitalisiert sind (Gruzelier 1996).

Der Ausprägungsgrad der Schizotypie wird in Studien mittels eines Selbstbeurteilungsfragebogens erfasst. Viele Studien verwendeten hierzu das „Oxford Liverpool Inventory of Feelings and Experiences“ (O-LIFE) (Mason et al. 1995), das auf dem „Combined Schizotypal Traits Questionnaire“ (Bentall et al. 1989) basiert und die folgenden vier Faktoren aufweist: „Ungewöhnliche Erlebnisse“, „kognitive Desorganisation“, „introvertierte Anhedonie“ und „impulsive Nonkonformität“. Andere Studien benutzen den „Schizotypal Personality Questionnaire“ (SPQ) (Raine 1991) oder die „Wisconsin Scale of Schizotypy“. Diese weisen teils unterschiedliche Faktoren auf, was ein Problem in der Schizotypieforschung darstellt (Kwapil et al. 2008, Compton et al. 2007).
In deutscher Sprache ist lediglich der „Schizotypal Personality Questionnaire“ (SPQ) verfügbar (Klein et al. 1997). Dieser stellt somit den Goldstandard zur Erfassung der Schizotypie in deutscher Sprache dar (Dillmann 2003). Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass sich beide Versionen des SPQ in ihrer Faktorenanalyse unterscheiden. Insbesondere weist die deutsche Version keinen „desorganisierten Faktor“ auf (Klein et al. 2001, Dillman 2003). Die deutsche Version von Klein weist jedoch ebenfalls eine hohe Reliabilität und Validität auf (Dillmann 2003, Klein et al. 1997, 2001).

1.4.1 Diagnose und Kriterien der Schizotypie als Erkrankung

Bei sehr hoher Ausprägung von Schizotypie, einem hohen persönlichen Leidensdruck der betroffenen Person und einer starken zwischenmenschlichen Interaktionstörung können die Kriterien für eine psychiatrische Erkrankung, die so genannte „schizotype Persönlichkeitsstörung“ (301.22 nach DSM-IV) oder „schizotype Störung“ nach ICD-10 (ICD 10: F21) erfüllt sein.
Menschen mit einer solchen Störung zeichnen sich vor allem durch exzentrisches Verhalten und Anomalien des Denkens und der Stimmung aus, was schizophren wirkt, ohne dass dabei jedoch die Zeit- und Schwerekriterien der Schizophrenie erfüllt werden. Folgende Symptome können dabei auftreten: Ungewöhnliche Sprache, kalter Affekt, Anhedonie, Tendenz zu sozialem Rückzug, paranoische

oder bizarre Ideen, die jedoch nicht bis zur Wahnvorstellung reichen, zwanghaftes Grübeln, Denk- und Wahrnehmungsstörungen, gelegentliche vorübergehende quasipyschotische Episoden mit Halluzinationen und wahnähnlichen Ideen.
Der Beginn dieser Störung ist schleichend und tritt spätestens im frühen Erwachsenenalter ein. Dabei entspricht der Verlauf am ehesten einer Persönlichkeitsstörung.

1.4.3 Neurobiologie der Schizotypie

Das Konzept der Schizotypie gilt als neurobiologisch orientiert, jedoch sind die genauen neurobiologischen Grundlagen dieser Persönlichkeitseigenschaft bisher nicht bekannt. In den letzten Jahrzehnten hat sich allerdings eine umfangreiche experimentelle und biologische Grundlagenforschung zur Schizotypie entwickelt (Claridge 1997). Die vorliegenden Befunde schließen psychophysiologische, neuropsychologische und psychomotorische Defizite ein (Andresen & Maß 2001). Insbesondere im Bereich der neurobiologischen Forschung wurden hierfür zahlreiche Untersuchungen an nicht-klinischen Populationen, also nicht an Menschen mit einer schizotypen Persönlichkeitsstörung im Sinne der Diagnose nach DSM-IV, sondern an „gesunden“ Menschen aus der Allgemeinbevölkerung durchgeführt (Nunn & Peters 2004, Claridge & Broks 1984, Moritz et al. 1998, Mohr et al. 2005, Morgan et al. 2006, Liouta et al. 2008, Somers et al. 2009).
Im Hinblick auf neurologische Merkmale ist auffällig, dass bei schizotypen Personen ähnlich minimale motorische Aberrationen bestehen wie bei schizophrenen Patienten: Diese so genannten „soft signs“ sind im Vergleich zu Kontrollpopulationen überzufällig häufig bei diesen beiden Personengruppen zu finden (Gupta et al. 1995, Rossi et al. 1990) und äußern sich z.B. in einer leicht erhöhten Ungeschicklichkeit bei der Finger-Daumen-Opposition oder Auffälligkeiten hinsichtlich Kraft, Muskeltonus und unwillkürlichen Bewegungen. Ebenso können sie sich in eingeschränkten sensorisch kognitiven Funktionen, wie beispielsweise Spiegelbewegungen oder der Links-Rechts-Erkennung, zeigen (Ismail et al. 1998). Außerdem liegen Untersuchungen vor, die zeigen, dass dyskinetische Bewegungsstörungen bei ca. 25 % aller schizotypen Personen vorhanden sind (Cassady et al. 1998). Diese Störungen können auch bei Verwandten schizophrener Patienten auftauchen, die selbst nur wenige schizotype Merkmale aufweisen.

Hirnmorphologisch lässt sich feststellen, dass Auffälligkeiten schizotyper Individuen denjenigen von schizophrenen Patienten in abgeschwächter Form ähneln. Dies trifft für die Ventrikelerweiterung (Siever et al. 1995, Silvermann et al. 1998) und die Vergrößerung des linksanterioren Temporalhorns zu (Buchsbaum et al. 1997). Außerdem fanden Cannon et al. (Cannon et al. 1994) heraus, dass sowohl schizotype Personen als auch schizophrene Patienten vergröberte kortikale Sulci aufweisen können.

Ein weiteres wichtiges Element in der Grundlagenforschung der Schizotypie stellen die Studienergebnisse Elaine Walkers (Walker et al. 1994, 1996). dar, die Filmmaterial aus der Kindheit von später an Schizophrenie erkrankten Personen analysierte und außerdem deren Eltern zu unterschiedlichen Verhaltensdimensionen ihrer Kinder interviewte. Im Ergebnis zeigte sich, dass sich bei den meisten Versuchspersonen schon in frühester Kindheit Ungeschicklichkeiten in Bewegungsabläufen, ein affektiver Rückzug, Modulationsarmut, soziale Ängstlichkeit und Isolation manifestierten. Korreliert man diese Charakteristika mit der Hirnmorphologie, so ergibt sich, dass insbesondere ein auffälliges Verhalten in sozialer Interaktion mit geringerem Gehirnvolumen und weiteren Ventrikeln im Erwachsenenalter assoziiert ist (Walker et al. 1996). Oft entwickeln betreffende Kinder – sofern sie im Erwachsenenalter keine manifeste Schizophrenie entwickeln – Kernmerkmale der „schizotypen Persönlichkeitsstörung“. Im Hinblick auf die Genetik der Schizotypie sind die Beobachtungen der Gruppe um Walker von Bedeutung, weil sie auf bereits im frühen Kindesalter beobachtbare Eigenschaften hinweisen, die wesentliche Merkmale einer schizotypen Persönlichkeit darstellen (Andresen & Maß 2001).

Für die Pathophysiologie schizotyper Störungen sind außerdem ereigniskorrelierte Potenziale wie zum Beispiel die P50-Inhibition von Interesse: Bei der P50-Inhibition handelt es sich um eine verminderte elektrische Reaktion des Gehirns auf eine Reizgabe (z.B. auditorisch), die innerhalb von 50 ms nach einer ersten Reizgabe erfolgt ist und bei Gesunden aufgrund inhibitorischer neuronaler Mechanismen hervorgerufen wird.

Dieses Phänomen lässt sich im EEG und MEG jeweils 50 ms nach den gegebenen Stimuli beobachten (Freedmann et al. 1987, Friedmann & Squires-Wheeler 1994,

Mathiak et al. 2002). Bei Schizophrenen und deren Angehörigen ersten Grades fällt diese Inhibierung deutlich abgeschwächt aus (Kircher et al. 2005). Diese Inhibitionshemmung wird dabei als Indikator einer sensorischen Filterstörung bei schizophrenen und schizotypen Personen betrachtet (Adler et al. 1982, Freedmann et al. 1987).

Das am besten untersuchte phänotypische Vulnerabilitätsmerkmal der genetischen Prädisposition für Schizophrenie ist jedoch die Störung der langsamen Augenfolgebewegung (Eye Tracking Dysfunction, ETD) (Andersen & Maß 2001, Clementz & Sweeney 1990). Die Folgebewegung der Augen hinsichtlich eines Ziels verläuft bei gesunden Personen glatt, ohne Sakkaden (schnelle Augenbewegungen) oder häufige Artefakte (z.B. sehr häufiges Blinzeln); bei schizophrenen Patienten treten diese Phänomene jedoch zu 40 Prozent auf. Bei nicht erkrankten Familienmitgliedern dieser Patienten ist die ETD-Rate 30 Prozent. In der Allgemeinbevölkerung dagegen liegt die Rate bei nur 6 Prozent (Andresen & Maß 2001).

1.5 Schizophrenie

Der Krankheitsbegriff der „Schizophrenie“ geht ursprünglich auf Eugen Bleuler (Bleuler 1911) zurück.

Wichtige Kennzeichen dieser Erkrankung sind folgende: Die Schizophrenie kommt in allen Kulturen vor und zählt zu den zehn Krankheiten mit dem höchsten Verlust an Lebensjahren weltweit (Rossler 2005). Das Lebenszeitrisiko, an einer schizophrenen Psychose im engeren Sinne zu erkranken, liegt bei etwa einem Prozent. Männer und Frauen sind gleich häufig von der Erkrankung betroffen, wobei Männer signifikant früher erkranken und häufig einen schlechteren Krankheitsverlauf aufweisen. Der Erkrankungsgipfel der Schizophrenie liegt vor dem 30. Lebensjahr.

Bislang ist die Pathophysiologie ungeklärt, es wird jedoch von einer multifaktoriellen Genese ausgegangen (WHO 1993, Kircher et al. 2007c).

Zu den Hauptsymptomen der Schizophrenie zählen Realitätsverlust mit Wahnideen und Halluzinationen, Identitätsverlust, sozialer Rückzug und Störungen im Erleben und Denken. Seit der Erstbeschreibung durch Bleuler 1911 gelten auch Störungen

in Sprachproduktion und des -verständnisses als Kernsymptome der Erkrankung (Crow 2000, Daum & Thoma 2006).

1.6 Beziehung Schizotypie – Schizophrenie

Bekannt ist, dass das Risiko, selbst an Schizophrenie zu erkranken, wenn bereits Verwandte von der Erkrankung betroffen sind, höher als in der Allgemeinbevölkerung (Risiko = ein Prozent) ist. Sind beispielsweise Mutter oder Vater erkrankt, liegt das Risiko bei ca. 13 Prozent (Brunnhuber, Frauenknecht, Lieb 2005).

Jedoch zeigte sich auch anhand vieler Studien mit hoher Übereinstimmung (z.B. Kendler et al. 1993, Maier et al. 1994), dass bei Verwandten (Verwandte ersten Grades) schizophrener Patienten die Häufigkeitsraten schizotyper Persönlichkeitsstörungen im Vergleich zu Familien ohne einen solchen Indexpatienten erhöht sind. Dabei ist außerdem interessant, dass anhand vergleichender Studien an schizotypen Probanden mit und ohne einen solchen Indexpatienten innerhalb der Familie, nachgewiesen werden konnte, dass bei der erstgenannten Probandengruppe das Merkmal der merkwürdigen, skurrilen Sprache und den inadäquaten Wort-, Satz- und Aussagezusammenhängen („inadequate rapport“) gegenüber der Vergleichsgruppe betont ist (Torgersen, Edvardsen, Oien et al. 2002).

Bezüglich des Zusammenhangs zwischen Schizotypie und Schizophrenie gilt außerdem, dass eine hohe Ausprägung des Persönlichkeitsmerkmals Schizotypie, die (noch) nicht die Kriterien für eine schizotype Persönlichkeitsstörung nach ICD-10 erfüllt, nach allgemeiner Auffassung heute als ein Risikofaktor für schizophrene Psychosen gilt (Lenzenweger 1999). Man geht davon aus, dass etwa zehn Prozent der schizotypen Personen im Laufe ihres Lebens eine Schizophrenie entwickeln (Meehl 1989, 1990). Von Interesse ist in diesem Zusammenhang auch, dass in der derzeitigen Konsensus-Definition der Early-Psychosis-Association (International Early Psychosis Association Writing Group 2005) die Kriterien für das initiale (also der Ersterkrankung vorausgehende) Prodrom der Schizophrenie im Wesentlichen der DSM-IV-Schizotypie-Kategorie entsprechen.

Die in Kapitel 1.4.3. erwähnte experimentelle und biologische Grundlagenforschung zur Schizotypie, in die auch psychophysiologische und neurophysiologische Ergebnisse einbezogen sind, erzielte auch auf dem Gebiet der Sprachperzeption Erkenntnisse, die in diesem Zusammenhang besonders hervorzuheben sind: Die Arbeitsgruppen um Raine, Langdon und Gruzelier beispielsweise postulieren eine gemeinsame Pathophysiologie der Sprachperzeptionsschwierigkeiten bei Schizophrenie und Schizotypie (Langdon et al. 2004, Raine 1991, Gruzelier et al. 1996). Dabei wird ebenfalls diskutiert, ob (nicht-klinische) Populationen mit hoher Ausprägung an Schizotypie ähnliche Schwierigkeiten beim Verständnis nicht-wörtlicher Sprache, etwa beim Verständnis von Ironie (Langdon et al. 2004) und von Metaphern (Nunn & Peters 2001) aufweisen wie Patienten, die an einer klinisch manifesten Schizophrenie erkrankt sind.

Bei schizotypen Personen wird außerdem eine Vielzahl an neuropsychologischen Auffälligkeiten beobachtet, die auch bei Schizophrenen vorkommen. Hierunter fallen Störungen der verbalen Lernfähigkeit, des Arbeitsgedächtnisses, der Abstraktionsfähigkeit, der Konzeptbildung und der Umstellungsfähigkeit (Andresen & Maß 2001). Solche Befunde weisen auf eine Beteiligung der linksfrontalen und linkstemporalen Hirnregionen hin (Raine 2006, Voglmaier et al. 1997, Suhr et al. 1997, Trestman et al. 1995).

Außerdem wird vermutet, dass Menschen mit hoher Ausprägung der Persönlichkeitseigenschaft Schizotypie ebenso wie Menschen mit Schizophrenie, eine verminderte hemisphärische Lateralisierung aufweisen (van Rijn et al. 2008).

1.7 Klinische Bedeutung von Defiziten im allgemeinen Sprachverständnis und unter dem Gesichtspunkt nicht-wörtliche Sprache anhand der Schizophrenie und Schizotypie

Seit der Definition der Krankheit durch Eugen Bleuler (Bleuler 1911) zählen sprachliche Auffälligkeiten zu den Kernsymptomen der Schizophrenie und auch zeitgenössische Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen wie Lynn de Lisi (de Lisi 2001) postulieren, dass möglicherweise Fehlfunktionen im Sprachsystem die entscheidene Rolle in der Pathophysiologie der Schizophrenie spielen könnten. Diese werden in zahlreichen Erklärungsmodellen zur Schizophrenie als zentraler Bestandteil der Erkrankung angesehen (Berlim et al. 2003, Crow 2000,

Mitchell & Crow 2005, Champagne-Lavau et al. 2006). Sprachliche Auffälligkeiten können dabei sowohl die Sprachproduktion (man spricht dann zumeist von „formalen Denkstörungen“) als auch die Sprachperzeption betreffen (Andreasen 1979a, Andreasen 1979b, WHO 1993). Außerdem kann es bei schizophrenen Patienten zu Störungen im Sprachverständnis kommen. Als besonders charakteristisch gelten dabei Defizite im Verstehen von nicht-wörtlicher Sprache (Gorham 1956, Rapp 2009). Im Zusammenhang mit dem Verständnis nicht-wörtlicher Sprache wird auch der von Bleuler stammende Begriff „schizophrener Konkretismus“ (Bleuler 1911), nach Barth und Küfferle „ein sich in Denken und Sprechen manifestierendes Defizit hinsichtlich der Fähigkeit zum Verstehen von nicht-wörtlicher Sprache“ (Barth & Küfferle 2001), diskutiert.

Evidenz eines defizitären Verständnisses nicht-wörtlicher Sprache bei schizophrenen Psychosen liefern zahlreiche Studien. Dabei konnten für nahezu alle Typen nicht-wörtlicher Sprache Defizite gezeigt werden; so auch für ein eingeschränktes Erkennen und Verstehen von Ironie (Langdon et al. 2002, Drury et al. 1998, Mitchley 1998, Herold et al. 2002) und Sarkasmus (Leitman et al. 2006; Übersichten bei: Champagne-Lavau 2006, Daum & Thoma 2006, Mitchell & Crow 2005, Rapp 2009).

Insgesamt wurden Störungen des Sprachverständnisses in Studien bisher weniger häufig untersucht als formale Denkstörungen. Gleichwohl sind sie sehr bedeutsame Krankheitssymptome: Störungen im Sprachverständnis sind schon vor Krankheitsausbruch stabil nachweisbar (Klosterkötter et al. 2000, Klosterkötter et al. 2001, Fuller et al. 2002, Cannon et al. 2002) und finden sich auch bei Verwandten schizophrener Patienten (Docherty et al. 1993; Docherty et al. 1988), die deren genetisches Risiko für die Erkrankung teilen (siehe Kapitel 1.6), sowie bei Probandengruppen, die eine erhöhte Ausprägungsform des Merkmals Schizotypie besitzen (Nunn und Peters 2001). Langdon & Coltheart (Langdon & Coltheart 2004) wiesen dabei nach, dass schizotype Probanden insbesondere Einschränkungen im Bereich des Ironieverständnisses aufweisen.

Zusammengefasst bestehen also Hinweise dafür, dass hochschizotype Probanden und Patienten mit einer schizophrenen Psychose Schwierigkeiten beim Verständnis nicht-wörtlicher Sprache haben, obwohl wörtliche Sprache sehr wohl verstanden

wird. Die Sprachprozessierung scheint folglich auf einer höheren Ebene gestört zu sein (Mitchell & Crow 2005):

Hierfür könnte die Ursache möglicherweise in einem Defizit der Theory of Mind-Bildung liegen, denn zahlreiche Studien belegen, dass sowohl bei nicht-klinischen schizotypen Probanden (Langdon & Coltheart 1999) als auch bei Schizophreniepatienten (Langdon & Coltheart 1999, Langdon et al. 2002) eine eingeschränkte ToM-Funktion vorliegt. Eine intakte Funktion ist aber für das Verständnis nicht-wörtlicher Sprache und somit auch für das Ironieverständnis notwendig (Sperber & Wilson 2002, Kircher 2003a, Übersicht bei: Sprong et al. 2007).

Dabei ist besonders der mediale präfrontale Kortex, der eine entscheidende Rolle in der Prozessierung der ToM spielt (Shamay-Tsoory et al. 2007b), für ein erfolgreiches Ironieverständnis von Bedeutung. Dies wurde auch bereits anhand von Läsions- (Shamay-Tsoory et al. 2005b) und fMRI-Studien (Wakusawa et al. 2007) belegt.

Neben einem Defizit im Theory of Mind-Bereich könnte die Ursache für die Probleme beim Verständnis nicht-wörtlicher Sprache jedoch möglicherweise auch in den Schlüsselfunktionen des Sprachverständnisses liegen: Einige Studien untersuchten hierfür den Einfluss beider Gehirnhemisphären auf das Ironieverständnis und zeigten anhand von Läsions- und bildgebenden Studien eine linkshemisphärische Beteiligung des Gyrus temporalis medius und Gyrus temporalis superior sowie des lateralen präfrontalen Kortex (Uchiyama et al. 2006, Wang et al. 2006, Zaidel et al. 2002, Shamay-Tsoory & Aharon Peretz 2007a). Dies sind Regionen des Sprachverständnisses, welche am Ironieverständnisprozess beteiligt sein könnten. Somit könnten diese auch an den Verständnisproblemen nicht-wörtlicher Sprache beteiligt sein. Ebenso wurde eine stabile Beteiligung der rechten Hemisphäre (Giora et al. 2000, Zaidel et al. 2002, Eviatar & Just 2006, Rapp 2009) entdeckt. Einige Forschungsergebnisse deuten dabei darauf hin, dass das Defizit im rechten, lateralen Temporallappen liegt, denn Eviatar und Just (Eviatar und Just 2006), Wakusawa et al. (Wakusawa et al. 2007) und Wang et al. (Wang et al. 2006) stellten in ihren bildgebenden Studien fest, dass diese Region entscheidend am Verstehensprozess von Ironie beteiligt ist.

1.8 Funktionelle Kernspintomographie (fMRT)

Funktionelles MRT (fMRT) steht für funktionelle Magnetresonanztomographie und ist eine sehr häufig angewandte, körperlich nicht-invasive Methode um beteiligte Gehirnregionen eines Individuums an funktionell unterschiedlichen Bedingungen bildhaft darzustellen. Das Prinzip hinter dieser Methode beruht auf einem externen Magnetfeld, nach welchem sich die Elektronen unseres Körpers in einer bestimmten Richtung ausrichten. Dabei wird durch Änderung der Durchblutung das so genannte „blood-oxygen-level-depent“ oder BOLD-Signal gebildet, welches dem Untersucher Aufschluss über eine Signaländerung im Hirngewebe während unterschiedlicher funktioneller Bedingungen gibt. (Genaueres hierzu in Kapitel 2.2.7.)

1.8.1 Interindividuelle Unterschiede im fMRT-Bereich

Interindividuelle Unterschiede zwischen einzelnen Versuchspersonen sind in nahezu allen psychologischen und neurobiologischen Untersuchungen nachweisbar. Dies gilt insbesondere auch für Methoden der modernen funktionellen Hirnbildgebung, wie der funktionellen Kernspintomographie. In Studien, die mittels funktioneller Kernspintomographie arbeiten, werden bei Untersuchungen „höherer" kognitiver Funktionen – etwa dem Lesen ganzer Sätze oder Texte, dem Verstehen von Cartoons oder dem Erfassen komplexer sozialer Situationen – regelmäßig erhebliche interindividuelle Unterschiede in den Daten gefunden.

Im Allgemeinen gelten diese interindividuellen Unterschiede als durch Zufall bedingtes "statistisches Rauschen" und werden nicht weiter in die Auswertung einbezogen (Canli 2004), obwohl sie eine hohe intra-individuelle Stabilität aufweisen können (Miller et al. 2002, Razafimandimby et al. 2007). Dies zeigte sich eindrücklich am Beispiel der unterschiedlichen Persönlichkeits- bzw. Charaktereigenschaften verschiedener Menschen: So untersuchten Canli und Kollegen (Canli et al. 2001, 2002, Canli 2004, Amin et al. 2004) den Einfluss von Extraversion nach Eysenck (Eysenck 1963) auf die Gehirnaktivierung und fanden dabei eine stabile Korrelation zur BOLD-response in limbischen Gehirnrealen.

Dass diese inter-individuellen Unterschiede eine so hohe intra-individuelle Stabilität aufweisen und in den Ergebnisanalysen trotzdem bisher nicht berücksichtigt werden, ist insofern besonders problematisch, als die Methoden der funktionellen Hirnbildgebung zunehmend zur Erfassung sehr feiner Unterschiede zwischen

verschiedenen Populationen, etwa zwischen ansonsten sehr ähnlichen Populationen mit verschiedener Ausprägung eines Gens (Heinz et al. 2007), einem psychischem Trauma (Williams et al. 2006) oder Hochrisikopopulationen für bestimmte Erkrankungen (Whalley et al. 2006), eingesetzt werden.
In der vorliegenden Studie soll nun untersucht werden, ob der Ausprägungsgrad des Persönlichkeitsmerkmals Schizotypie unter unterschiedlichen Bedingungen einen Einfluss auf die Gehirnaktivierung hat.

1.9 Hypothesen und Ziele

1.9.1 Ziele dieser Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, die am Verständnis von Ironie beteiligten Gehirnareale mittels funktioneller Kernspintomographie darzustellen und ferner zu untersuchen, ob psychometrisch erfasste Schizoytpie mit veränderter Gehirnaktivierung beim Verstehen ironischer Sätze assoziiert ist.
Als inter-individuelles Persönlichkeitsmerkmal wird dabei die psychometrische Schizotypie – gemessen mittels des „Schizotypal-Personality-Qustionnaire“ (Kleinert et al. 1997) – erfasst. Es handelt sich bei dieser Arbeit um die erste bildgebende Untersuchung zum Thema nicht-wörtliche Sprache unter dem Einfluss des Persönlichkeitsmerkmals Schizotypie.
Des Weiteren soll anhand eines Verhaltensexperiments erfasst werden, inwiefern sich das Merkmal Schizotypie praktisch auf das Verstehen von Ironie auswirkt.

1.9.2 Hypothesen

1. Im Aktivierungsmuster von ironischen gegenüber wörtlichen Stimuli wird ein Unterschied im medialen präfrontalen Kortex erwartet, denn zahlreiche bereits vorliegende Bildgebungs- und Läsionsstudien deuten auf eine Beteiligung dieser Gehirnregion am Verständnisprozess von Ironie hin.

2. Unter Einschluss des inter-individuellen Persönlichkeitsmerkmals Schizotypie in die Datenanalyse wird erwartet, dass der mediale präfrontale Kortex eine signifikant geringere Aktivierung aufweist, da dieser ein klassisches Areal des Theory of Mind-Aufbaus darstellt, welcher unter dem Einfluss des Merkmals Schizotypie mutmaßlich gestört sein könnte, zwangsläufig aber zum erfolgreichen Verstehen von Ironie vorhanden sein muss.

3. Für die Schizophrenie – nicht jedoch für die Schizotypie – wurde bisher gezeigt, dass der Gyrus temporalis medius bei Sprachperzeptionsaufgaben funktionelle Auffälligkeiten zeigt (Rapp et al. 2005, Weinstein et al. 2006). Da außerdem mehrere strukturelle und funktionelle Befunde (Sievers et al. 2004) auf eine Abnormalität des Gyrus temporalis medius unter Einfluss von Schizotypie hinweisen, ist zu erwarten, dass dieser Gehirnbereich ebenfalls Auffälligkeiten zeigen wird.

4. Schließlich wird erwartet, dass Schizotypie im Verhaltensexperiment positiv mit der Fehleranzahl der Probanden korreliert.

2 Material und Methoden

2.1 Versuchspersonen

Die Datenerhebung erfolgte vom 13.08.2007 bis zum 19.11.2007. Insgesamt wurden 15, ausschließlich weibliche Versuchspersonen, in die Studie eingeschlossen. Einschlusskriterien waren dabei: Deutsch als Muttersprache, Rechtshändigkeit und mit Sehhilfe ausgleichbarer Visus. Ausschlusskriterien waren: Schwerwiegende psychiatrische, internistische und neurologische Erkrankungen in der Vergangenheit oder Gegenwart, Klaustrophobie und alle Kernspinausschlusskriterien, wie beispielsweise Metallimplantate im Körper oder großflächige Tatoos.

Psychiatrische Erkrankungen unter den Probandinnen wurden durch einen Psychiater mittels eines kurzen standardisierten Interviews auf Grundlage des Mini-DIPS „Diagnostisches Kurz-Interview bei psychischen Störungen“ (Margraf 1994) ausgeschlossen.

Die Probandinnen wurden mittels Aushängen (siehe Abbildung 10, Kapitel 6.3) an öffentlichen Plätzen und aus dem persönlichen Umfeld der Arbeitsgruppe rekrutiert.

Die Ethik-Kommission der Universität Tübingen genehmigte diese Studie. Das Einverständnis zur Teilnahme wurde in Form einer schriftlichen Erklärung eingeholt, nachdem im Vorgespräch der Versuchsablauf erklärt und auf die reine Freiwilligkeit der Teilnahme sowie auf die Möglichkeit des Versuchsabbruchs zu jedem Zeitpunkt hingewiesen worden war.

2.1.1 Merkmale der Probandinnen

Die 15 Probandinnen waren zum Messzeitpunkt zwischen 21 und 53 Jahre alt und 28,1 Jahre im Durchschnitt. Die Standardabweichung betrug 7,92. Die Erfassung bestimmter biologischer Daten der untersuchten Gruppe wird in Abschnitt 2.2.6 beschrieben.

2.2 Versuchsablauf

Nachdem die Ein- und Ausschlusskriterien überprüft und von jeder potenziellen Probandin ein ausgefüllter SPQ-Test (Raine 1991; deutsche Version: Klein et al. 1997) sowie die Einwilligung zur Studienteilnahme vorhanden war, erfolgte die Datenerhebung. Zunächst wurde bei allen Versuchsteilnehmerinnen das psychiatrische Interview durchgeführt. Anschließend erfolgte das Ausfüllen der Fragebögen STHI-Trait und STHI-State (Ruch et al. 1996). Nach einem kurzen Trainingsdurchgang mit verschiedenen Stimuli, welche nicht während der fMRT-Untersuchung gezeigt wurden, erfolgte die kernspintomographische Messung. Dabei wurde bei allen Versuchsteilnehmerinnen das Paradigma zum Ironieverständnis (s.u.) durchgeführt. Außerdem wurde ein 3D-Datensatz erhoben. Ein Teil der Probandinnen führte zusätzlich weitere funktionell-kernspintomographische Versuche (Betrachten emotionaler Bilder, Textverständnis), sowie ein Humor-Paradigma durch.

Unmittelbar im Anschluss an die Messung im Kernspintomograph wurde ein Verhaltensexperiment zur Ironie durchgeführt. Danach erfolgten weitere Tests: Das Eysenck-Persönlichkeits-Inventar Version A, das Freiburger Persönlichkeitsinventar (FPI-R), der 3WD-Humor-Test, der Untertest „Bildersortieren“ des Hamburg-Wechsler–Intelligenz-Tests, eine Kurzversion des Theory of Mind-Tests, des Mehrfachwahl-Wortschatz-Test Version B (MWT-B), ein Arbeitsgedächtnistest (Digit span) sowie ein Test zu Aufmerksamkeits- und Konzentrationsfähigkeit (Continous Performance Test). Außerdem wurden soziodemographische Daten und eine kurze gynäkologische Anamnese (Zyklushälfte, hormonelle Kontrazeption) erhoben.

2.2.1 fMRT-Version des Tübinger Ironie-Tests

Zur Erfassung des prosodiefreien Ironieverständnis wurden ein fMRT-Paradigma sowie ein computergestützter Test neu entwickelt und evaluiert. Teilweise wurden Stimuli aus der Studie von Hensler (Hensler 2009) und (Eviatar et al. 2005) modifiziert und gegebenenfalls aus dem Englischen übersetzt.

Die dafür verwendeten Stimuli und Kontrollbedingungen wurden hierfür in einer audiovisuellen Version entwickelt.

Die Instruktion an die Teilnehmerinnen zu diesem Paradigma lautete, sich ganz auf Sinn und Inhalt der präsentierten Sätze zu konzentrieren und zu versuchen, den jeweiligen ironischen oder wörtlichen Hintergrund zu erkennen. Die Versuchsteilnehmerinnen wurden darüber informiert, dass auch ironische Stimuli im Experiment auftauchen können.

Während der Messung lagen die Probandinnen, vor Lärm durch MRT-kompatible Kopfhörer (Baumgart et al. 1998) geschützt, auf dem Rücken im Kernspintomographen. Zur Vermeidung von Bewegungsartfakten wurde der Kopf der Versuchpersonen beidseits durch Schaumstoffstützen in der Kernspinspule fixiert.

Insgesamt enthält das fMRT-Paradigma 81 Stimuli: Darin enthalten sind je 22 ironische und 22 korrespondierende wörtliche Textvignetten sowie eine visuelle Kontrollbedingung und eine Aufmerksamkeitsbedingung. Alle Bedingungen wurden in pseudorandomisierter Reihenfolge präsentiert.
Optisch wurden die Stimuli auf einem Bildschirm dargestellt, dessen Bild für die Probandinnen über einen Spiegel in den Scanner übertragen wurde.
Jeder Satz fand sich dabei in einer eigenen Zeile und wurde in weißen Buchstaben auf schwarzem Hintergrund gezeigt.

Wörtliche- und ironische Stimuli:
Die Textvignetten der ironischen und wörtlichen Stimuli gliedern sich in jeweils zwei Abschnitte: Erstens einem Priming-Abschnitt (bestehend aus zwei – in einem Fall aus drei – Sätzen), der eine Situation vorstellt, sowie zweitens aus einem Aussagesatz (Targetsatz), der die wörtliche oder ironische Absicht der Situation zum Ausdruck bringt.
Bei allen Stimuli sind die sich entsprechenden Targetsätze genau identisch.
Die Primingsätze unterscheiden sich weder in Satzstruktur noch in Wort- oder Buchstabenzahl signifikant (siehe Tabelle 1a-d, Kapitel 2.2.3).

Beispiel für ein korrespondierendes Stimulipaar:

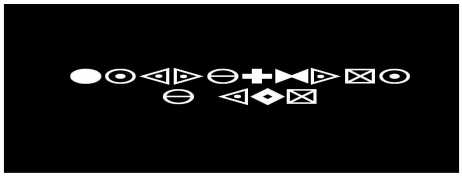
Ironischer Stimulus:	Wörtlicher Stimulus:
Daniel geht zum Ausverkauf.	*Georg geht zu einer Party.*
Dort sind sehr wenige Leute.	*Dort sind sehr viele Leute.*
Er sagt: „Hier ist ja richtig viel los.“	*Er sagt: „Hier ist ja richtig viel los.“*

Alle verwendeten Stimuli sind im Anhang dieser Arbeit in Kapitel 6 aufgeführt.

Unterstützend zur visuellen Stimulation wird jeder Priminganteil mit Hilfe einer Tonbandaufnahme akustisch in neutraler Sprachmelodie und durch eine weibliche Stimme präsentiert. Dies dient der Verstärkung von Primingeffekten. Die Targetsätze sind für die Studienteilnehmerinnen ausschließlich visuell wahrnehmbar, um deren Entscheidung und Gehirnaktivierung bzgl. der Intention des Sprechers nicht durch Prosodie (Wang et al. 2006) zu beeinflussen.
Die Präsentationsdauer der Primingsätze beträgt sechs Sekunden, die Targetsätze werden für fünf Sekunden präsentiert. Zwischen diesen beiden Abschnitten ist eine Pause von einer Sekunde eingefügt worden, während der ein Fixationskreuz gezeigt wurde. Diese Zeitspannen ergaben sich durch einen Vorversuch (siehe Kapitel 2.2.3).

Baselinebedingung:
Weitere Bedingung des Ironieparadigmas ist die Baselinebedingung (siehe Abb. 1), die aus verschiedenen nicht-sprachlichen Zeichen (Schriftart SPSS marker set) besteht und insgesamt 22-mal für jeweils sechs Sekunden, also gleich lang wie die Primingsätze, dargeboten wird.

Abbildung 1: Beispiel für eine visuelle Baseline Bedingung: Schriftzeichen in SPSS Marker set



Fixationskreuz:

Zur Reduktion von Augenbewegungen wird zwischen den einzelnen Stimuli sowie zwischen Priming- und Targetsätzen ein Fixationskreuz (weißes Kreuz auf schwarzem Hintergrund) präsentiert.

Aufmerksamkeitsaufgabe:

Die fünfte Bedingung beinhaltet eine Aufmerksamkeitsaufgabe, bei der dem Betrachter ein Ball (siehe Abb. 2) präsentiert wird. Die Probandinnen haben vor dem Experiment die Instruktion bekommen, sofort bei Erscheinen des Balls mit dem Zeigefinger der rechten Hand eine Taste zu drücken. Diese Bedingung ist insgesamt 15-mal für jeweils zwei Sekunden auf dem Bildschirm zu sehen. Verpasst die Versuchsperson innerhalb dieser Zeitspanne den Taster zu drücken, wird automatisch die nächste Bedingung präsentiert.

Abbildung 2: Bedingung „Ball“

Ruhebedingung:

Die Ruhebedingung (= engl. „rest“) meint die Zeitabschnitte im Experiment, in denen keine der fünf Bedingungen stattfanden, das Gehirn also nicht stimuliert wurde.

Zusammengefasst:

Insgesamt 81 Stimuli:

Davon 22 wörtliche, 22 ironische, 22 Baseline-Stimuli, 15 Aufmerksamkeits-Stimuli.

Präsentationsdauer und Abfolge:

Priming-Sätze:	6 Sekunden
Pause mit Fixationskreuz:	1 Sekunde
Target-Sätze:	5 Sekunden

Baselinebedingung „Schriftzeichen“:	6 Sekunden

Aufmerksamkeitsaufgabe „Fußball“:	2 Sekunden

Abfolge in pseudorandomisierter Reihenfolge, optimiert durch die Software optseq (http://surfer.nmr.mgh.harvard.edu/optseq/).

2.2.2 Verhaltensexperiment zum Ironieparadigma: Offline-Ironie-Test

Nach der Bildgebung absolvierten die Probandinnen am Computer ein Verhaltensexperiment zur Ironie, welches sich in folgenden Punkten vom Paradigma im Kernspintomograph unterscheidet:

Neben den 44 ironischen und wörtlichen Stimuli tauchen zehn sinnlose Stimuli auf. Dieses Experiment besteht somit aus 54 Stimuli. Der Einbau der sinnlosen Stimuli ist insofern notwendig, da die Aufgabe sonst mutmaßlich zu leicht sein könnte, denn die Probandinnen hätten theoretisch die Möglichkeit, alle ihnen etwas merkwürdig erscheinenden Stimuli als ironisch zu bewerten. Durch die nun eingefügten sinnlosen Stimuli wird dem entgegengewirkt und das Verständnis von Ironie als Vorraussetzung für das Experiment sichergestellt.
Ein Beispiel eines solchen sinnlosen Stimuli wäre:

Volker liebt Helga sehr. Heute macht er einen Heiratsantrag.
Er sagt: „Was für ein morsches Salz.“

Die Probandinnen haben beliebig viel Zeit, sich auf den Inhalt der Primingsätze zu konzentrieren, denn sie entscheiden nun selbst per Tastendruck, wann die nächste Seite, die nur noch den Targetsatz enthält, erscheinen soll.

Hat die Probandin den Targetsatz vor sich, muss sie sich entscheiden, ob die Aussage 1. inhaltlich richtig (linke Taste) oder 2. ironisch (mittlere Taste) oder 3. sinnlos (rechte Taste) ist.

Die Zeit zwischen der Stimuluspräsentation und dem Tastendruck wird erfasst. Die Probandinnen wurden nicht angewiesen, die entsprechenden Tasten möglichst zügig zu drücken.

Bewertet wird anschließend, wie viele Sätze insgesamt als falsch erkannt wurden und welcher Art die Fehler sind, d.h. ob zum Beispiel ein ironischer Satz als wörtlich oder sinnlos oder umgekehrt erkannt wurde.

Baselinebedingung, Aufmerksamkeitsaufgabe und das Fixationskreuz sind hier nicht vorhanden.

2.2.3 Entwicklung und Rating der fMRT-Version des Tübinger Ironietests

Zur Erfassung des Ironieverständnisses wurden ein prosodiefreies fMRT-Paradigma sowie ein computergestützter Test neu entwickelt und evaluiert. Hierzu wurden Stimuli aus einem hausintern entwickelten Test zum Ironieverständnis (Hensler M. 2009, Hensler et al. 2007) und aus einer kernspintomographischen Studie von Eviatar et al. (Eviatar et al. 2006) modifiziert und gegebenenfalls aus dem Englischen übersetzt.
Zusätzlich wurden eigene Stimuli entwickelt. Von den 44 Stimuli sind drei identisch mit den Stimuli der Studien von Hensler bzw. Eviatar et al. Sechs andere sind den Beispielen von Hensler et al. sehr ähnlich.

Beispielsweise:

Kai ist beim Friseur. Als der Frisör fertig ist, sieht Kais Frisur schrecklich aus.
Kai sagt: „Danke für den wundervollen Haarschnitt.“
Versus
Claudia geht zu einem neuen Frisör. Danach sieht sie schrecklich aus.
Sie sagt: „Danke für den wundervollen Haarschnitt!“

Zunächst wurde ein Set von 46 Textvignetten entwickelt. Eine Textvignette beinhaltet jeweils eine ironische, eine wörtliche und eine sinnlose Version. Diese sind in Bezug auf Satzstruktur, Komplexität, Anzahl der beinhaltenden Sätze, Anzahl der beinhaltenden Wörter, Geschlecht des Protagonisten und Häufigkeit der verwendeten Wörter im deutschen Sprachgebrauch (Erklärung s.u.) parallelisiert. Die genauen Eigenschaften der verwendeten Stimuli sind in Tabelle 1 a-d aufgeführt.

Tabelle1a: Übersicht der Stimulieigenschaft: Worthäufigkeit

	Ironische Primings.	Ironische Targets.	Wörtliche Primings.	Wörtliche Targets.	Sinnlose Primings.	Sinnlose Targets.
Median	8	6	8	6	8	4,5
Standardabw.	4,54	1,84	3,25	1,77	1,27	2,74
Minimum	0	0	0	0	0	0
Maximum	20	17	19	19	17	22

Die Stimulieigenschaft „Worthäufigkeit“ an einem Beispiel erklärt:

Wort: Katze
Anzahl: 1898
Häufigkeitsklasse: 11 (d.h. „der“ ist ca. 2^{11}Mal häufiger als das gesuchte Wort)

Die Häufigkeitsklasse 0 entspricht dem Wort „der“ und tritt 5142297 Mal im deutschen Sprachgebrauch auf.

Folglich gilt: Je größer die Zahl ist, die die Worthäufigkeitsklasse beschreibt, desto seltener wird das Wort im deutschen Sprachgebrauch verwendet

Tabelle1b: Übersicht der Stimulieigenschaft: Wortanzahl

	Ironische Primings.	Ironische Targets.	Wörtliche Primings.	Wörtliche Targets.	Sinnlose Primings.	Sinnlose Targets.
Mittelwert	10,6	7,7	10,3	7,7	9,3	6,7
Standardabw.	1,27	1,47	1,1	1,6	1,8	0,8
Minimum	8	6	8	6	6	5
Maximum	12	12	12	12	12	8

Tabelle1c: Übersicht der Stimulieigenschaft: Anzahl von Sätzen

	Ironische Primings.	Ironische Targets.	Wörtliche Primings.	Wörtliche Targets.	Sinnlose Primings.	Sinnlose Targets.
Mittelwert	2	1	2	1	2	1
Standardabw.	0,3	0	0,3	0	0	0
Minimum	2	1	2	1	1	1
Maximum	3	1	3	1	2	1

Tabelle1d: Übersicht der Stimulieigenschaften: Anzahl

	Ironische Primings.	Ironische Targets.	Wörtliche Primings.	Wörtliche Targets.	Sinnlose Primings.	Sinnlose Targets.
N	23	23	23	23	10	10

Präsentationsdauer der Stimuli:

Im Anschluss wurde ein Vorversuch des Experiments an einigen gesunden Versuchspersonen, die nicht am späteren kernspintomographischen Experiment teilnahmen, durchgeführt. Hierbei erwies sich eine Präsentationsdauer von sechs Sekunden für die Priming-Abschnitte und eine Präsentationsdauer von fünf Sekunden für die Target-Sätze als ausreichend. Zwischen beiden Abschnitten bestand eine kurze Pause von einer Sekunde.

Audioversion und Präsentationsabfolge der Stimuli:

Für die Priming-Sätze wurden zusätzlich Audio-Versionen erstellt. Die Target-Sätze wurden den Probandinnen ausschließlich visuell dargeboten, um eine Entscheidungsbeeinflussung durch Prosodie zu vermeiden.

Um Unterschiede zwischen den einzelnen Bedingungen in der fMRT-Untersuchung zu optimieren, wurde die Abfolge der Stimuli mit Hilfe einer speziellen Software (Optseq2, Dale 1999, http://surfer.nmr.mgh.harvard.edu/optseq/) berechnet.

Rating der Stimuli:

Zehn weitere gesunde Personen, die nicht am fMRT-Experiment teilnahmen, beurteilten die Verständlichkeit und die Stärke der Ironie anhand einer visuellen Analogskala. Die beiden Pole der visuellen Analogskala erstreckten sich dabei über eine Strecke von 9 cm von den Extremen „neutral“ bis „sehr ironisch“.

Hierbei wurde eingeschätzt, wie ironisch bzw. wie allgemein verständlich die Stimuli waren. Das Ergebnis dieses Ratings (siehe auch Tabelle zwei und drei) zeigt eine hohe Trennschärfe zwischen ironischen und wörtlichen Stimuli: Die ironischen Stimuli wurden auf der visuellen Analogskala im Mittel mit 8,8 von 9 möglichen Punkten bewertet. Neun Punkte entsprächen dabei dem höchstmöglichen Ironiewert. Die wörtlichen Stimuli erreichten einen Ironiewert von 0,59.

Die Standardabweichung für das Rating der ironischen Stimuli betrug 0,66. Für die wörtlichen Stimuli betrug sie 0,61. Das Signifikanzniveau lag dabei bei 0,0001.

Tabelle 2: Ergebnis des Ratings der Ironiestärke der ironischen bzw. wörtlichen Stimuli

	Ironische Stimuli	Wörtliche Stimuli
Mittelwert	8,80	0,59
Standardabweichung	0,66	0,61
Signifikanz (p) U-Test	0,0001	
Normalverteilung (Z) Smirnov-Test	3,4	

Tabelle 3: Ergebnis des Ratings der Stimuliverständlichkeit per se

Mittelwert	8,53
SD der Mittelwerte	0,70
Min	6,49
Max	9,99

2.2.4 Testpsychologische Untersuchung

2.2.4.1 Digit span (Arbeitsgedächtnis)

Hier wurde der Digit Span Test forward (Wechsler 1981) verwendet.
Indem der Testleiter sich in ihrer Länge steigernde Zahlenreihen vorliest und der Proband diese aus dem Gedächtnis wiedergeben soll, wird das Arbeitsgedächtnis der Versuchsperson quantifiziert. Hat der Proband zwei aufeinander folgende, gleichlange Zahlenreihen falsch gelöst, wird der Versuch abgebrochen.

2.2.4.2 Vigilance-Continuous-Performance-Test (CPT)

Ziel des CPT (Wechsler 1981) ist es, die Vigilanz des Probanden zu erfassen. Dafür liest der Testleiter eine Abfolge von 60 Buchstaben vor, während der Proband jedes Mal, wenn der Buchstabe „A“ auftaucht auf den Tisch klopfen soll. Die Ergebnistabelle gibt die Anzahl der richtig erkannten „A“ wieder. Eine höhere Punktzahl in der Auswertung entspricht somit einer besseren Testleistung.

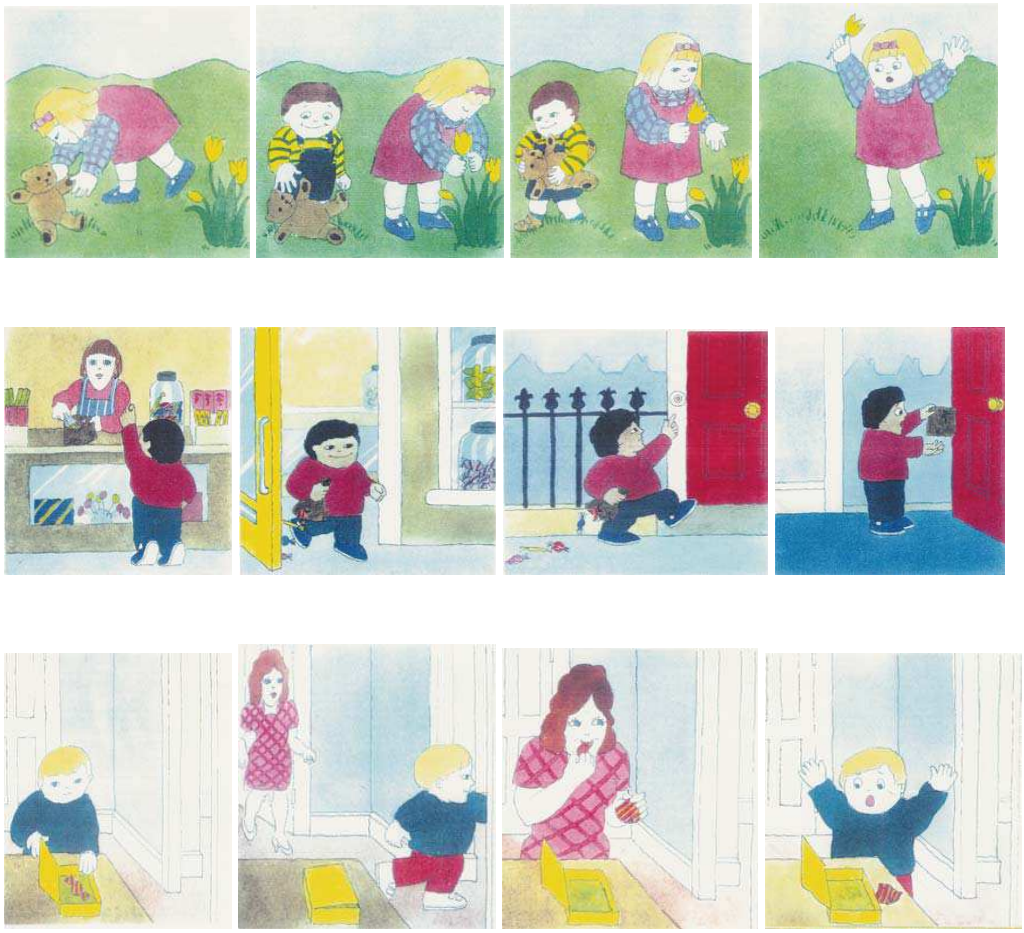
2.2.4.3 Mehrfachwahlwortschatztest (MWT-B)

Der MWT-Version B (Lehrl 1995) dient der Schätzung der verbalen Intelligenz.
Er enthält 37 Begriffe aus Medizin, Geographie, Geologie usw., die jeweils durch zwei weitere Kunstbegriffe, die sehr ähnlich klingen, maskiert sind. Die Versuchsperson ist aufgefordert, den richtigen der drei Begriffe zu erkennen.
Der MWT-B ist dem in der englischsprachigen Literatur verwendeten „National adult reading test“ (NART) sehr ähnlich (Nelson 1982).

2.2.4.4 Bilder-Sequenz-Test

Der Bilder-Sequenz-Test wurde nach dem HAWIE-R Untertest 2 und dem Theory of Mind-Test von Baron-Cohen (1986) modifiziert. Aus dem HAWIE-R Untertest „Bildersortieren“ wurden alle Aufgaben übernommen, aus dem Theory of Mind-Test von Baron-Cohen (1986) nur drei Sequenzen (modifizierter ToM Test nach Baron-Cohen, siehe Abbildung 3).

Abbildung 3: Modifizierter ToM Test nach Baron Cohen



Es wurden jeweils die Testinstruktionen aus den genannten Tests übernommen. Für die nach Baron-Cohen adaptierten Bildersequenzen wurde pro richtig sortierte Bildersequenz ein Punkt vergeben. Die Gesamtpunktzahl für diesen Test liegt damit zwischen null und drei.

Für den Bilder-Sequenz-Test wurden sowohl die Scores aus den beiden Untertests einzeln als auch ein Gesamtwert in die Auswertung einbezogen. Der Gesamtwert ergibt sich aus den Summenwerten für die Untertests.

Aufgabe des Bilder-Sequenz-Tests war es, eine unterschiedliche Anzahl von Bildern, die der Versuchsperson in einer definierten, ungeordneten Reihenfolge vorgelegt wurden, in möglichst kurzer Zeit in die richtige Reihenfolge zu bringen. In die Bewertung flossen sowohl die Richtigkeit der Lösung als auch die benötigte Zeit ein.

Die Ordnung der drei aus dem Theory of Mind-Test stammenden Bilderfolgen kann nur durch die Fähigkeit, sich in die mentale Situation eines Mitmenschen hineinzuversetzen, gelingen.
Diese drei Bilderserien wurden getrennt vom Testmaterial des HAWIE-R bewertet.
Anschließend wurde auch eine Gesamtpunktzahl der beiden Tests zum Thema Bilderordnen errechnet.

2.2.4.5 Händigkeitsfragebogen nach Oldfield

Mit dem Händigkeitsfragebogen nach Oldfield (Oldfield 1971) wird die Handpräferenz bei der Ausübung zehn verschiedener Tätigkeiten ermittelt (z.B. Schreiben, Zeichnen, Zähneputzen etc.) und ein Händigkeits-Koeffizient errechnet. Dabei wurden alle Versuchspersonen in der vorliegenden Studie als eindeutige Rechtshänderinnen bestimmt.

2.2.5 Persönlichkeitsmerkmale

2.2.5.1 Schizotypal Personality Questionnaire (SPQ)

Für die Erfassung der Schizotypie wurde die deutsche Version des Schizotypal Personality Questionnaire (Klein 1997) verwendet. Dieser Test stellt den Standard im deutschsprachigen Raum zur Erfassung der Schizotypie bei nicht-klinischen und klinischen Populationen dar. Beim SPQ handelt es sich um einen Selbstbeurteilungsbogen, der aus 74 items mit jeweils dichotomem Antwortformat aufgebaut ist.
Der Test beinhaltet 9 Subskalen:

„Referenzideen“	(RI)
„soziale Angst“	(SA)
„magisches Denken“	(MD)
„ungewöhnliche Wahrnehmungen“	(UW)
„exzentrisches Verhalten“	(EV)
„keine engen Freunde“	(KEF)
„ungewöhnliche Sprache“	(US)
„eingeschränkter Affekt“	(EA)
„Argwohn“	(AW)

Die ursprüngliche, englischsprachige Version des Tests wurde von Raine 1991 veröffentlicht. Die Faktorenanalysen zeigten drei Faktoren: Einen kognitiv-perzeptuellen, einen interpersonellen und einen desorganisierten Faktor. Die deutsche Version des Tests hat zwar eine gute Test-Retest-Reliabilität, weist jedoch nur zwei Faktoren auf (Dillmann 2003): den kognitiv-perzeptuellen und interpersonellen Faktor.

Der kognitiv-perzeptuelle Faktor besteht hierbei aus den Subskalen „Referenzideen“ (RI), „Magisches Denken“ (MD), „ungewöhnliche Wahrnehmungen“ (UW), „exzentrisches Verhalten“ (EV), „ungewöhnliche Sprache“ (US) und „Argwohn“ (AW).

Der interpersonelle Faktor beinhaltet die Subskalen „soziale Angst“ (SA), „keine engen Freunde“ (KEF), „eingeschränkter Affekt“ (EA) und ebenfalls „Argwohn“ (AW).

2.2.5.2 State-Trait-Heiterkeits-Inventar: S/30 und T/60

Ein Messinstrument zur Erfassung von Erheiterbarkeit stellt das State-Trait-Heiterkeits-Inventar (STHI) von Ruch dar (Ruch, Köhler & van Thriel 1996). Dieser Selbstbeurteilungsfragebogen existiert in einer englischen und deutschen Version und wurde an einer Population von 1.100 Erwachsenen validiert. Er erfasst die Konstrukte „Erheiterbarkeit“, „Ernst“ und „schlechte Laune“ und wurde in den letzen Jahren in zahlreichen Studien eingesetzt, um die Persönlichkeitseigenschaft Erheitbarkeit und deren Beziehung zu anderen Persönlichkeitsmerkmalen zu beschreiben (Thompson et al. 2004, Zweyer et al. 2004, Rapp et al. 2008a).

Das State-Trait-Heiterkeits-Inventar liegt in einer Trait-Version (T/60), welche anhand von 60 items die Charaktereigenschaften des Probanden misst, sowie in einer State (S/30) Version, die den aktuellen Gefühlszustand anhand von 30 items zu erfassen versucht, vor.

Die Versuchsteilnehmerinnen haben jeweils die Auswahl zwischen vier, mehr oder weniger stark auf sie zutreffenden Antwortmöglichkeiten.

2.2.5.3 Freiburger Persönlichkeitsinventar (FPI-R)

Das Freiburger Persönlichkeitsinventar (FPI) (Fahrenberg et al. 2001) ist ein im deutschsprachigen Raum sehr verbreiteter psychologischer Persönlichkeitstest. Er liegt in Form eines Selbstbeurteilungsfragebogens vor, besteht aus 11 Faktoren und einer Offenheits-Skala. Der FPI ermöglicht eine standardisierte Erfassung der Persönlichkeit des Probanden und stellt einen Standard zur Erfassung der Persönlichkeit im deutschsprachigen Raum dar. Der Vorteil gegenüber dem MMPI (Minesota Multiphasic Personality Inventory) liegt in der einfacheren Durchführbarkeit.

2.2.5.4 Eysenck-Persönlichkeits-Inventar (E-P-I), Version A

Es handelt sich hier um einen Persönlichkeitsfragebogen, dem die Persönlichkeitstheorie von Eysenck zugrunde liegt (Fahrenberg et al. 2001). Extraversion (E) und Neurotizismus (N) zählen nach Eysenck zu den Hauptdimensionen der Persönlichkeit. Unter dem Begriff Extraversion fasst Eysenck Persönlichkeitseigenschaften wie Geselligkeit, Spontaneität, Impulsivität und z.T. auch mangelnde Kontrolle der eigenen Gefühle zusammen, während er den typisch Introvertierten als eher ruhig, zurückhaltend und introspektiv charakterisiert (Eysenck und Eysenck 1963).

Darüber hinaus erfasst der Test die Dimension Neurotizismus sowie eine Lügenskala.

Der Test beinhaltet 57 Fragen, die das Verhalten, Fühlen und Handeln im Allgemeinen betreffen und jeweils mit Ja oder Nein zu beantworten sind. Dabei sind insgesamt neun Fragen als „Lügenskala“ (L) eingearbeitet, die der Aufdeckung von Verfälschungen im Sinne der sozialen Erwünschtheit dienen (z.B. „Haben Sie als Kind immer sofort und ohne Murren getan, was man von Ihnen verlangt hat?“). Die Auswertung erfolgt mit Hilfe einer Schablone, die für die Skalen E, N und L jeweils unterschiedliche Markierungen aufweist. Jede in Beantwortungsrichtung beantwortete Frage wird mit einem Punkt bewertet. Die Summe der einzelnen Rohpunkte ergibt die Gesamtskalenwerte der Versuchspersonen und ermöglicht den Vergleich mit der Kontrollgruppe. Ab

einem Lügenwert von fünf Punkten werden die Fragebogendaten als uninterpretierbar angesehen.

2.2.5.5 3WD-Humor-Test

Der 3WD-Humor-Test von W. Ruch (1992) dient der Erfassung von Humorvorlieben. Dabei wird zwischen drei Humorkategorien unterschieden:

- Inkongruenz-Auflösung
- Nonsense-Humor
- Sexueller-Humor

Die Probanden beurteilen die Witze auf einer Skala von null bis sechs zum einen nach Witzigkeit und zum anderen nach Ablehnung.

2.2.5.6 Strukturierte Diagnostik psychischer Störungen

Anhand des „Diagnostisches Kurzinterviews bei psychischen Störungen“ (Mini-DIPS) von Margraf (Margraf 1994) wurden die Probandinnen interviewt, um auszuschließen, dass sie unter psychischen oder schwerwiegenden neurologischen Störungen leiden, einen stationären Aufenthalt in einer psychiatrischen Einrichtung hatten oder Neuroleptika einnahmen bzw. einnehmen. Die Ziele waren die Vermeidung der Verfälschung der Testergebnisse sowie die Probandengruppe bezüglich obiger Punkte möglichst homogen zu halten.

2.2.6 Demografische Variablen und biologische Datenerhebung

Von den Probandinnen wurden neben Alter (siehe Kapitel 2.2.1) auch der Abschnitt des weiblichen Zyklus’ zum Zeitpunkt der Datenerhebung erfasst. Außerdem wurde erfragt, ob hormonelle Kontrazeptiva eingenommen werden.

Ob sich die Probandinnen zum Messzeitpunkt in der ersten oder in der zweiten Zyklushälfte befanden, bzw. ob sie hormonelle Kontrazeptiva einnahmen, ist insofern von Bedeutung, als in den letzten Jahren immer wieder Forschungsergebnisse erschienen, die anhand von PET (Bermann et al. 1997) oder fMRT-Studien (Amin et al. 2006, Protopopescu et al. 2005, Goldstein et al. 2005) eine Auswirkung des femininen Hormonlevels auf den Blutfluss in

bestimmten Gehirnregionen nachwiesen. In der vorliegenden Studie sollte dieser Einfluss durch einen bestimmten Zeitpunkt der Erfassung der funktionellen Daten so gering wie möglich gehalten werden: Die bildgebenden Daten von 92% der Probandinnen wurden daher in der follikulären bzw. präovulatorischen Zyklusphase erfasst.

2.2.7 MRT- fMRT und Datenauswertung

2.2.7.1 MRT – fMRT

Das Prinzip des MRT wurde 1946 von Felix Block und Edward Purcell (Edward Purcell et al. 1946, Bloch et al 1946) entdeckt. Das MRT-Signal, welches durch die Synthese anatomischer und ortsaufgelöster Darstellung physikalischer Abläufe zustande kommt, wurde ab 1998 als blood-oxygen-level-depent oder BOLD-Signal bezeichnet (Ogawa et al. 1990, Raichle et al. 1998)

Die Grundidee des Magnetresonanztomogramms basiert auf dem Pänomen der Kernresonanz, eine Eigenschaft, die alle Atomkerne mit ungerader Nukleonenzahl (Summe aus Protonen und Neutronen) besitzen. Diese Atomkerne entwickeln durch das Rotieren elektrischer Ladung einen magnetisch wirksamen Drehimpuls (Spin).

Dabei werden die Protonen mit ihrem kleinen magnetischen Feld als Stabmagneten angesehen. Sie richten sich in einem externen Magnetfeld parallel oder antiparallel nach dessen Feldlinien aus. Die meisten Protonen bewegen sich kreiselförmig, parallel um die Feldachse, was als Präzession bezeichnet wird. Abhängig von der Stärke des Magnetfeldes ändert sich die Präzessionsgeschwindigkeit und deren Frequenz. Für Protonen beträgt sie 42,5 MHz/Tesla(T)(Lamor Frequenz).

Eine zum externen Magnetfeld parallel verlaufende Magnetisierung ist jedoch nicht messbar, sondern es ist dafür eine quer zum Magnetfeld stehende Magnetisierung erforderlich. Aus diesem Grund werden die Protonen durch einen Hochfrequenzimpuls (HF-Impuls) in ihrer Ausrichtung gestört und klappen je nach dessen Stärke und Dauer zunehmend in Richtung der höherenergetischen antiparallelen Stellung des Hochfrequenzimpulses um. Es ergibt sich eine Transversalmagnetisierung. Ein HF-Impuls, der die magnetischen Momente beispielsweise um 90 Grad „umklappt“, wird als

90-Grad-Impuls bezeichnet Die Zeit nach der ein HF-Impuls wiederholt wird, bezeichnet man als Repetitionszeit TR (time to repeat).
Anstatt eines 90 Grad Impulses kann nach einer bestimmten Zeit auch ein 180-Grad-Impuls benutzt werden. Dies hat zur Folge, dass die Protonen durch das Beenden des 90-Grad-Impulses aus ihrer Transversalmagnetisierung geraten und ihr Signal abnimmt. Durch den darauf folgenden 180-Grad-Impuls entsteht eine Umkehrung der Protonenpräzession: Die zuvor schnell präzedierenden Protonen gelangen hinter die die langsameren. An dem Zeitpunkt, der genau zwischen dem 90-Grad- und dem 189-Grad-Impuls liegt, holt die schnelle Komponente die langsame ein: Es resultiert ein kräftiges Signal, das so genannte Spin-Echo. Die Zeit zwischen 90 Grad-Impuls und Spin-Echo wird als Echozeit (TE = Time to Echo) bezeichnet. Dementsprechend wird sowohl die Zeit zwischen 90- und180-Grad-Impuls, als auch die Zeit zwischen 180-Grad-Impuls und Spin-Echo als TE/2 bezeichnet. Diejenige Kurve, die die Spin-Intensitäten verbindet, ist die T2 Kurve. Ist die TE lang, erhalten wir ein T2 gewichtetes Bild.
Kurz: Eine Verkürzung der TR bei kurzer TE führt zu einer T1-Wichtung; Eine lange TR und eine lange TE zu einer T2-Wichtung.
T1-Sequenzen betonen, die bevorzugt die Protonendichte erfassen, ergeben durch eine besonders günstiges Signal-Rausch Verhältnis besonders gute anatomische Darstellungen (Bsp.: Dunkler Liquor, graue Substanz ist dunkler als weiße). In T2 gewichteten Bilden wiederum werden auch diskrete pathologische Veränderungen sichtbar (Bsp.: Liquor erzeugt viel stärkeres Signal als graue und weiße Substanz)
Die fMRT stellt Signaländerungen im Hirngewebe während unterschiedlicher funktioneller Bedingungen dar, indem sie Änderungen in der Durchblutung und Oxygenierung in der grauen Substanz misst.
Das Prinzip besteht darin, dass Desoxyhämoglobin aufgrund der vier ungepaarten Elektronenpaare paramagnetische Wirkung zeigt, während Oxyhämoglobin keinerlei Einfluss auf die Signalintensität hat, also diamagnetisch ist. Diese unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften lassen sich mit T2 gewichteteten Gradienten-Echo-Sequenzen darstellen, denn der

paramagnetische Effekt von Desoxyhämoglobin bewirkt eine verstärkte Transversalrelaxation der Protonen aus den Kapillaren des Hirngefäßbettes und dessen umgebendem Gewebe. Da Desoxyhämoglobin im Blutstrom in hoher Konzentration vorhanden ist, kann es durch Variationen im Sauerstoffbedarf (Blutfluss) und in der Sauerstoffnutzung (Gewebemetabolismus) moduliert werden. Auf diese Art und Weise können die mit kortikaler Aktivität verbundenen Änderungen in der Oxygenierung des Blutes veranschaulicht werden (BOLD-Effekt). Ansteigender Desoxyhämoglobingehalt im Blut führt zu einer sinkenden Signalintensität und umgekehrt. Da aktivierte Hirnregionen mehr Sauerstoff erhalten als vom Gewebe verbraucht wird, sinkt dementsprechend der Desoxyhämoglobingehalt und sie zeigen während der Simulation einen leichten Signalanstieg. Mit der BOLD-Technik gemessene Änderungen sind klein (2,5 Prozent bei 1,5T), nehmen aber bei höheren Feldstärken stark zu (bis 15 Prozent bei 4T).

Die Methode der Magnetresonanztomographie (MRT) hat seit ihrer Entdeckung eine rasante Entwicklung genommen und ist heute ein bildgebendes Verfahren in der klinischen Routine. Neben der Nichtinvasivität der Untersuchung beruht die Stärke der MRT auch darauf, dass Bilder mit unterschiedlichsten Gewebekontrasten dargestellt werden können. Ungefähr seit 1992 werden mit der „funktionellen MRT“ (fMRT) Untersuchungen der Gehirnfunktionen durchgeführt.

2.2.7.2 fMRT-Messparameter

Die Stimulireihenfolge war pseudozufällig („event related design“) und wurde anhand der „Opseq“ Software (Optseq2, Dale 1999) optimiert.

Die funktionelle MRT-Messung wurde unter Einsatz einer optimierten EPI-Sequenz (Parameter: TR = 2000 ms, TE = 40 ms, gap = 1mm, α = 90 Grad) an einem 3-Tesla-Tomographen (SIEMENS Trio) durchgeführt. Es wurden dabei 32 Schichten gemessen, wobei das gesamte Gehirn erfasst wurde.

Die funktionell-kernspintomographischen Daten wurden in einem Durchgang von insgesamt 390 Scans erhoben. Die Dauer der funktionell-kernspintomographischen Messung betrug somit 780 Sekunden.

Anschließend wurde ein struktureller 3D-Datensatz erhoben (T1-gewichtete 3D-turbo-flash-Sequenz MPRAGE; 176 sagittale Schichten, Schichtdicke 1 mm, 256 * 256 Matrix, Voxel size 1*1*1 mm).

2.2.7.3 Bildverarbeitung und statistische Analyse der fMRT-Daten

Zur Datenanalyse wurden die Software „SPM5“ (Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London) sowie das Programm „matlab5“ verwendet.

Zunächst wurden die Daten mittels des in „SPM5“ implementierten Algorithmus in das „ANALYZE-Format“ konvertiert. Alle individuellen Datensätze wurden zunächst auf Vollständigkeit und technische Artefakte hin überprüft. Anschließend erfolgte die Vorverarbeitung aller Datensätze: Für jeden Probanden und Durchgang wurde eine „slice time“-Korrektur der mittleren Schicht sowie eine Bewegungskorrektur durchgeführt, wobei der erste Scan des Blocks als Referenz gewertet wurde.

Das T1-anatomische Bild wurde mittels kombinierter Segmentierung, „bias correction“ und räumlicher Normalisierung (jeweils mittels des SPM5-Tool) auf das „mean image“ der funktionellen Bilder und räumlich auf den „MNI space“ coregistriert.

Die berechnete „nonlineare Transformation“ wurde dabei auf alle funktionellen Bilder angewandt.

Danach wurden die Bilder mit einem 8-mm „full-width, half-maximum“ (FWHM) Gaußschen Filter geglättet („smoothing“).

Ein allgemeines lineares Modell (GLM) wurde für jede Probandin erstellt, wobei eine Convolvierung („Faltung“) der hämodynamischen Antwortfunktion mittels einer „box car“-Funktion über die ersten 2000ms der Stimuluspräsentation erfolgte.

Als distinkte Regressoren wurden die Primingsätze, die ironischen Zielsätze, die wörtlichen Zielsätze, sowie die visuelle Kontrollbedingung und die Aufmerksamkeitsbedingung („Ball“) verwendet. Um „low-frequency drifts“ zu vermeiden wurde ein „high-pass filter“ (1/128 Hz) angewandt.

Für jede Versuchsteilnehmerin wurde der „T-Kontrast“ aus ironischen und wörtlichen Targetsätzen gegenüber der Ruhebedingung berechnet. Um die

direkte Gehirnaktivierung zwischen den Bedingungen zu erfassen, wurde mittels einer Subtraktionsanalyse die wörtliche Bedingung von der ironischen Bedingung abgezogen und umgekehrt. „Random effects“-Analysen auf Gruppenlevel wurden für jeden dieser Kontraste berechnet.
Die Aktivität für die verschiedenen Kontraste wird ab einem Signifikanzniveau von $p < 0,001$ (uncorrected) und einer Ausdehnung von mindestens zehn Voxeln im Ergebnisteil aufgeführt.

Effekte von psychometrisch erfassten Persönlichkeitseigenschaften auf die Gehirnaktivierung:
Um den Einfluss der psychometrischen Schizoypie auf die Gehirnaktivierung zu messen, wurde anhand der SPM5-Daten eine „simple regression analysis“ durchgeführt. Im Rahmen dieser Analyse wird jedes einzelne „Voxel“ des Gehirns auf eine Korrelation mit der BOLD-Response-Größe hin überprüft. Das daraus enstehende Resultat zeigt also diejenigen Bereiche des Gehirns, in welchen genau diejenigen Areale markiert sind, in denen sich aus den Berechnungen eine signifikante Korrelation zwischen verschiedenen Variablen ergeben hat.
Aufgrund des explorativen Charakters der vorliegenden Studie wurde eine Signifikanzschwelle von $p < 0.001$(uncorrected) und ein „extend threshold“ von 10 Voxeln gewählt.

3 Ergebnisse

Zu Beginn dieses Kapitels werden in Abschnitt 3.1 zunächst die Ergebnisse der verschiedenen Persönlichkeitstests, an denen die Probanden alle teilgenommen haben, präsentiert. Dazu zählen die Ergebnisse des SPQ und seiner Subtypen, die des STHI, des FPI-R, des Eysenck-Persönlichkeitstestes sowie diejenigen des 3WD-Humor-Testes.
Anschließend wird in Kapitel 3.2 kurz auf die Aussage der strukturierten Diagnostik psychischer Störungen eingegangen. Kapitel 3.3 behandelt die Testpsychologie und enthält Ergebnisse des Digit-Span-Testes, des Vigilance-Continuous-Performance-Testes, des Mehrfachwahlwortschatztestes sowie die Resultate des HAWIE-R Untertest „Bilderordnen“ und des Testauszuges zur Theorie of Mind von Baron-Cohen. Danach werden in Kapitel 3.4 die Ergebnisse des „Offline-Verhaltensexperiments“ zum Ironieverständnis präsentiert.
Eine umfassende Übersicht der Pearson-Korrelationen fast aller der erhobenen Daten findet sich in Kapitel 3.5 wieder.
Resultate der Bildgebung sind im darauf folgenden Kapitel (3.6) dargestellt und beschrieben. Schließlich behandelt Kapitel 3.7 demographische und biologische Variablen.

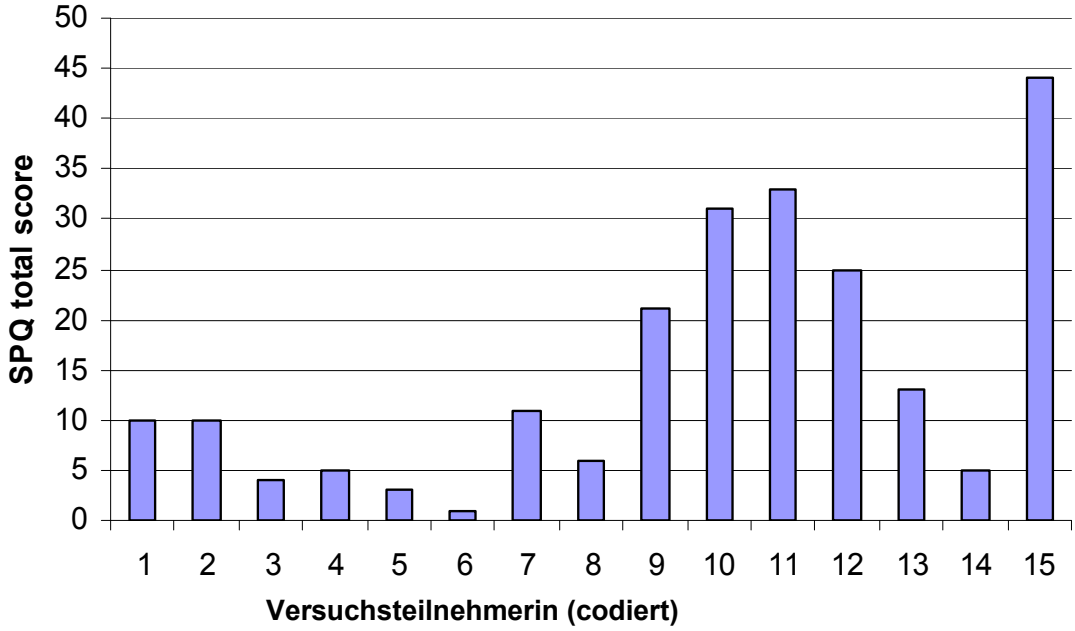
3.1 Persönlichkeit

3.1.1 Schizotypal Personality Questionnaire (SPQ)

Als Maximalwert im SPQ-Test (Schizotypal Personality Questionnaire, Raine 1991) sind 74 Punkte möglich. Dieser Test setzt sich aus den folgenden Subskalen zusammen: „Referenzideen“ (RI), „magisches Denken“ (MD), „ungewöhnliche Wahrnehmungen“ (UW), „exzentrisches Verhalten“ (EV), „ungewöhnliche Sprache“ (US) und „Argwohn“ (AW). Unter den neun Subkategorien des SPQ wurden die „ungewöhnliche Sprache“ sowie die „soziale Angst“, die „Referenzideen“ und das „magische Denken“ am höchsten bewertet.

Die Probandinnengruppe der vorliegenden Studie erzielte in der unteren Spektrumshälfte eine breite Verteilung des SPQ-Gesamtwertes (s.a. Abb. 4) Der höchste Wert lag dabei bei 44 Punkten, der niedrigste bei einem Punkt.

Abbildung 4: Verteilung und Rohwerte der SPQ-Gesamtwertes der gesamten Probandengruppe



Der erzielte Mittelwert liegt bei 14,6 Punkten (s.a. Tabelle drei) und entspricht damit fast genau dem durchschnittlichen SPQ-Ergebnis in der deutschen Bevölkerung, welches bei 14 Punkten (Dillmann 2003) liegt. Die Standardabweichung liegt bei 13,2 Punkten.

Tabelle 3 zeigt außerdem die genaue Verteilung der erzielten Punkte auf die neun Subkategorien des SPQ sowie auf die beiden in der deutschen Version vorhandenen Gruppen „kognitiv-perzeptueller Faktor“ und interpersoneller Faktor“, deren Zusammensetzung in Kapitel 2.2.5.1 („Schizotypal Personality Questionnaire“) erörtert wird.

Tabelle 3: Persönlichkeitsdaten: Verteilung der Daten des Schizotypal Personality Questionnaire der gesamten Probandengruppe

SPQ	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
total	15	1	44	14,6	13,2
kognitiv-perzeptueller Faktor	15	0	34	10,2	10,1
interpersoneller Faktor	15	0	15	4,4	4,6
Referenzideen	15	0	7	2,2	2,7
soziale Angst	15	0	8	2,8	2,9
magisches Denken	15	0	7	2,2	2,5
Wahrnehmungen	15	0	5	1,7	2,1
exzentrisches Verhalten	15	0	2	0,4	0,7
keine engen Freunde	15	0	5	0,7	1,3
ungewöhnl. Sprache	15	0	9	2,1	2,7
eingeschr. Affekt	15	0	3	0,9	1,1
Argwohn	15	0	7	1,6	1,95

Mittels einer Median-Split-Aufteilung wurde die Probandengruppe in eine hoch- und niedrig schizotype Subgruppe aufgeteilt. Die beiden dabei entstandenen Gruppen unterscheiden sich signifikant im Gesamt-SPQ (Mittelwert: 5,13 (SD: 3,40) vs. 25,43 (SD: 11,66), $p = 0.001$; Mann-Whitney-U-Test).

3.1.2 State-Trait-Heiterkeits-Inventar: S/30 und T/60

Die folgende Tabelle zeigt, dass die Charaktereigenschaft (angegeben durch die Trait-Version/T60 des STHI) „Erheiterbarkeit“ mit einem Mittelwert von 61,7 Punkten gegenüber der „Ernsthaftigkeit“ mit 48,8 und der „schlechten Laune“, deren Mittel bei 33,3 Punkten liegt, in der Probandinnengruppe am stärksten ausgeprägt ist. Dies gilt ebenso für die unmittelbar vor der Erhebung der bildgebenden Daten erhobene State-Version (misst die aktuelle Stimmungslage) des Tests. Bei der Trait-Version des STHI sind maximal 240 und minimal 120 Punkte zu erreichen; bei der State-Version beträgt diese Verteilung 120 zu 30 Punkten.

Tabelle 4: Persönlichkeitsdaten: Verteilung der Daten des State-Trait-Heiterkeitsinventar der gesamten Probandengruppe

STHI Untergruppe	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
Trait Erheiterbarkeit	15	42	77	61,7	8,8
Trait Ernsthaftigkeit	15	40	67	48,8	7,7
Trait schlechte Laune	15	22	49	33,3	8,1
State Erheiterbarkeit	15	17	33	28	4,8
State Ernsthaftigkeit	15	17	30	24,1	4,7
State schlechte Laune	15	10	22	14,3	4

3.1.3 Freiburger Persönlichkeitsinventar (FPI-R)

Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse des Freiburger Persönlichkeitsinventars (Fahrenberg et al. 2001)

Tabelle 5: Persönlichkeitsdaten: Verteilung der Rohwerte im Freiburger Persönlichkeitsinventar der gesamten Probandengruppe

FPI Untergruppe	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
Lebenszufriedenheit	15	5	11	7,3	1,8
soziale Orientierung	15	7	12	9,1	1,8
Leistungsorientiertheit	15	4	12	8,1	2,3
Gehemmtheit	15	0	12	5	3,7
Erregbarkeit	15	2	9	5,5	2,1
Aggressivität	15	0	7	3,4	1,9
Beanspruchung	15	1	12	4,6	3,3
körperliche Beschwerden	15	1	6	3,1	1,8
Gesundheitssorgen	15	2	8	4,7	1,9
Offenheit	15	5	11	7,4	2
Extraversion	15	2	12	7,7	3,1
Emotionalität	15	2	8	5	2,4

3.1.4 Eysenck-Persönlichkeits-Inventar (E-P-I), Version A

Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse des Eysenck-Persönlichkeitsinventars (Eysenck 1960):

Tabelle 6: Persönlichkeitsdaten: Verteilung der Daten des Eysenck-Persönlichkeitsinventars der gesamten Probandengruppe

Eysenck Untergruppe	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
Extraversion	15	2	19	12,3	4,3
Neurotizismus	15	2	14	8,3	3,5
Lügenskala	15	1	7	2,9	1,6

3.1.5 3WD-Humor-Test

Tabelle 7 zeigt die Verteilung der Humorpräferenz anhand des 3WD-Humor-Tests (Ruch 1992). Dabei zeigt sich eine geringe Ablehnung gegenüber „inkongruenten“- und „nonsense“-Situationen mit Werten der Zustimmung teilweise weit über 20. Die erzielten Punkteangaben bzgl. der Ablehnung liegen dabei unter zehn.

Anders dagegen bei der dritten Gruppe der Humorkategorien, dem sexuellen Humor: Hier stehen Zustimmung und Ablehnung mit 23,7 und 22,6 Punkten nahe beieinander.

Tabelle 7: Persönlichkeitsdaten: Verteilung der Daten des 3WD-Humor-Tests der gesamten Probandinnengruppe

3WD	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
inkongruent: lustig	13	9	49	27,4	11,5
inkongruent : Ablehnung	13	0	18	3	5,5
nonsense: lustig	13	11	35	21,4	8,8
nonsense: Ablehnung	13	0	22	7,7	7,1
sexuell: lustig	13	12	48	23,7	11,6
sexuell: Ablehnung	13	0	46	22,6	13,3

3.2 Strukturierte Diagnostik psychischer Störungen

Zum Ausschluss psychischer Störungen bei den Versuchsteilnehmern wurde das „Diagnostischen Kurzinterview bei psychischen Störungen“ (siehe Kapitel 2.2.5.6.) durchgeführt. Die Versuchspersonen wiesen keine nennenswerten psychischen oder neurologischen Erkrankungen auf und hatten auch keine Psychopharmaka eingenommen. Zwei Probandinnen (je eine aus der hoch- und niedrig schizotypen Gruppe) waren in der Vorgeschichte aus unterschiedlicher Ursache bei psychologischen Beratungsstellen gewesen.

3.3 Testpsychologie

Zum Ausschluss kognitiver Defizite wurden drei Tests durchgeführt: Zur Erfassung der Behaltensspanne wurde der Digit-Span-Test (Wechsler 1981) verwendet. Es ergaben sich im Mittel 5,8 Punkte im Ergebnis (Standardabweichung 1,8).

Außerdem wurde die Kurzversion des Vigilance-Continuous-Performance-Test (CPT) (Wechsler 1981) zum Ausschluss relevanter Aufmerksamkeitsstörungen durchgeführt. Der CPT misst die Fehleranzahl der Probanden anhand einer Aufmerksamkeitsaufgabe. Hierbei erzielten alle Probandinnen ein sehr gutes Ergebnis: Die Fehleranzahl lag im Mittel bei 0,3.

Des Weiteren wurde anhand des Mehrfachwahlwortschatztestes (MWT-B) (Lehrl et al. 1995) die verbale Intelligenz der Teilnehmerinnen bestimmt. Die Probandinnen erreichten als Mittelwert 31,6 Punkte der maximal möglichen 37 Punkte. Die Verteilungsspanne lag dabei zwischen 27 und 36 Punkten.

Wie unter 2.2.4.4 beschrieben wurden die Leistungen im Bildersequenzieren mittels dem HAWIE-R-Untertest „Bilderordnen“ und einem modifiziertem ToM-Test nach Baron-Cohen (Baron-Cohen 1988) erfasst, welche in ihrer Gesamtheit den Bilder-Sequenz-Test darstellen. Hierbei gilt der HAWIE-Untertest als Maß für allgemeine kognitive Fähigkeiten und Exekutivfunktion, die ToM-Aufgaben von Baron-Cohen stellen in erster Linie ein Maß für die Fähigkeit zum Aufbau einer Theory of Mind dar. Im HAWIE-Untertest war es den Versuchsteilnehmerinnen möglich, maximal 56 Punkte zu erreichen. In den Aufgaben des Theory of Mind-Testesvon Cohen waren drei Punkte zu erreichen. Somit hätten die Probandinnen bei den beiden Tests des Bildersequenzierens insgesamt 59 Punkte erreichen können. Der tatsächliche Mittelwert der Gesamtpunktanzahl der Versuchsteilnehmerinnen liegt hierbei bei 32,7. Außerdem herrscht eine große Spanne zwischen dem Maximal- und Minimalwert von 51 bzw. 12 Punkten.

Tabelle 8: Neuropsychologische Daten: Werte für Arbeitsgedächtnis (Digit-Span-Test), Aufmerksamkeit (Vigilance-Continuous-Performance-Test) und verbale Intelligenz (MWT-B Rohwert) sowie der Test des Bilderordnens: HAWIE-R Untertest und Kurzversion Theorie-of-Mind Tests von Baron Cohen (= Bilder-Sequenz-Test)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
Digit-Span-Punkte	15	3	8	5,8	1,8
CPT-Fehleranzahl	15	0	2	0,3	0,6
MWT-B Rohwert	15	27	36	31,6	2,4
Theorie of Mind (B. Cohen)	11	1	3	2,3	0,7
HAWIE-R Untertest: Bilderordnen	12	10	49	30,7	9,4
Bilder-Sequenz-Test	11	11	51	32,7	9,6

3.4 Offline-Ironie-Test

Im Anschluss an die Kernspintomographie wurde der Offline-Ironie-Test durchgeführt. Wie in Kapitel 2.2.2 beschrieben, enthält dieser sämtliche der in der fMRT-Version gezeigten Stimuli plus einige Stimuli mit sinnlosem Inhalt, welche weder wörtlich noch ironisch zu verstehen waren.

Die Leistung der Probanden in diesem Test war sehr gut: Die Zahl der Fehler lag bei maximal fünf falschen Antworten und sogar nur 1,7 falschen Antworten im Mittel (s. Tabelle 9).

Die genaue Verteilung der Fehler auf die einzelnen Probanden ist in Abbildung fünf dargestellt. Analysiert man diese Fehler wiederum anhand von Unterkatgorien nach Art der Fehler, die dabei jeweils gemacht wurden, so ergibt eine sehr gleichmäßige Verteilung der Unterkategorien (s. Tabelle 9).

Es ergibt sich dabei kein signifikanter Zusammenhang zum Ausprägungsgrad der Schizotypie (s. Abbildung 6).

Abbildung 5: Fehlerverteilung (absoluten Fehleranzahl) auf die einzelnen Probandinnen

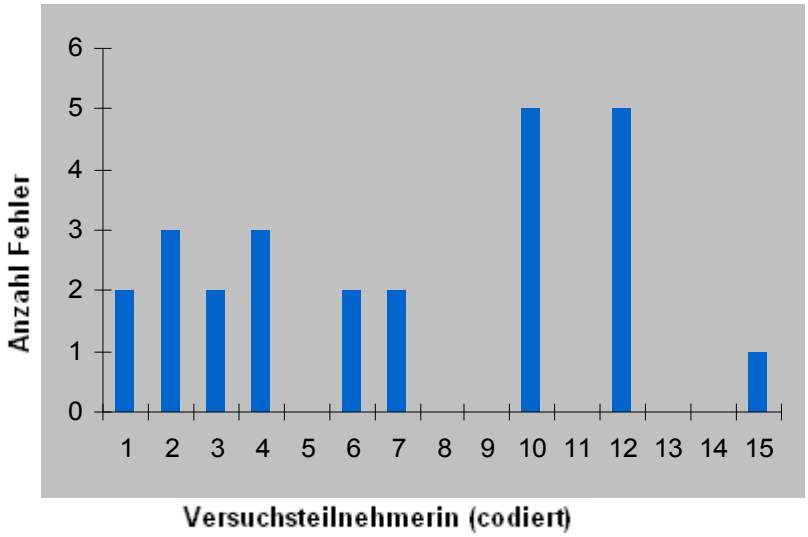
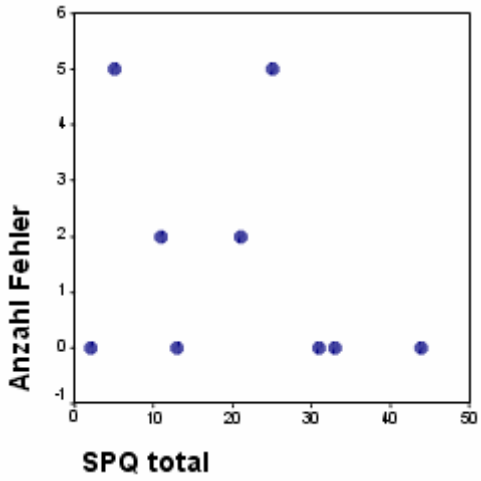


Tabelle 9: Daten des Offline-Experiments zur Ironie: Auswertung der Fehlerart nach der Gesamtfehleranzahl, Aufschlüsselung der Fehlerarten nach ironischen, sinnlosen und wörtlichen Fehlern sowie nach Einzelfehlern „wörtlich nach ironisch“, „wörtlich nach sinnlos“, “ironisch nach wörtlich“ usw.

Offline Experiment Ironie	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw.
Gesamtfehleranzahl	0	5	1,7	1,8
Fehler bei wörtlichen Sätzen	0	3	0,8	1,1
wörtlich nach ironisch	0	2	0,4	0,8
wörtlich nach sinnlos	0	2	0,4	0,7
Fehler bei ironischen Sätzen	0	3	0,9	1
ironisch nach wörtlich	0	2	0,4	0,6
ironisch nach sinnlos	0	2	0,4	0,7
Fehler bei sinnlosen Sätzen	0	1	0,1	0,3
sinnlos nach wörtlich	0	0	0	0
sinnlos nach ironisch	0	1	0,1	0,3

Abbildung 6: Darstellung von Fehlerzahl Ironie und SPQ-Gesamtwert: Kein signifikanter Zusammenhang (Korrelation nach Pearson= -0,265, Signifikanz p=0,36)



Korrelationen innerhalb des SPQ:

Innerhalb des Schizotypal Personality Questionnaire findet sich zwischen den meisten Subkategorien eine Korrelation (s. Tabelle 10). Der Gesamtwert (SPQ total) korreliert hochsignifikant (p<0,001) mit dem „kognitiv-perzeptuellen Faktor“, dem „interpersonellen Faktor“ sowie den Unterkategorien „Referenzideen“, „soziale Angst“, „magisches Denken“, „ungewöhnliche Wahrnehmungen“, „exzentrisches Verhalten“ und „Argwohn“.

Die „ungewöhnliche Sprache“ korreliert etwas schwächer signifikant (p< 0,005) mit dem SPQ total. „Keine engen Freunde“ und „eingeschränkter Affekt“ sind

Teil des kognitiv-perzeptuellen, bzw. interpersonellen Faktors, korrelieren jedoch entgegen den Erwartungen nicht auf einem Niveau von mindestens $p < 0,005$ miteinander.

Tabelle 10: Korrelationen der einzelnen Schizotypal-Personality-Questionnaire-Untereinheiten und Faktoren.

	SPQ total	RI	SA	MD	UW	EV	KEF	US	EA	AW
SPQ total	1 **	0,84 **	0,83 **	0,77 **	0,86 **	0,70 **	0,44	0,58 *	0,47	0,83 **
Inter-personeller Faktor	0,77 **	0,42	0,94 **	0,35	0,46	0,82 **	0,77 **	0,27	0,74 **	0,68 **
kognitiv-perzeptueller Faktor	0,96 **	0,91 **	0,6 **	0,84 **	0,91 **	0,55 *	0,22	0,64 *	0,28	0,78 **

RI = Referenzideen, SA = soziale Angst, MD = magisches Denken, UW = ungewöhnliche Wahrnehmungen, EV = exzentrisches Verhalten, KEF = keine engen Freunde, US = ungewöhnliche Sprache, EA = eingeschränkter Affekt, AW = Argwohn, KK = Korrelationskoeffizient

***Korrelation ist signifikant auf dem Niveau von 0,05, ** Korrelation ist signifikant auf dem Niveau von 0,01**

Korrelation zwischen SPQ und Eysenck-Persönlichkeitsinventar :

Führt man eine Korrelation zwischen den Ergebnissen des SPQ-Gesamtwertes, seiner neun Subskalen, den beiden Faktoren und den Ergebnissen des Eysenck'schen Persönlichkeitsinventars durch, so ergibt sich keinerlei Korrelation zwischen den Eysenck'schen Persönlichkeitsdimensionen und dem SPQ.

Korrelation SPQ – FPI:

Die Tabellen 11a + 11b zeigen, dass der Faktor „Gehemmtheit" des Freiburger Persönlichkeitsinventars hochsignifikant positiv mit folgenden SPQ-Subskalen bzw. SPQ-Faktoren korreliert: „Soziale Angst", „exzentrisches Verhalten", „keine engen Freunde", „interpersonellen Faktor".

Eine hochsignifikante negative Korrelation findet sich zwischen der Persönlichkeitseigenschaft „Offenheit" und Faktor der „ungewöhnlichen Sprache" innerhalb des SPQ.

Tabelle 11a+b: Zusammenhang der einzelnen SPQ-Ergebnisse der Probandengruppe mit ausgewählten Faktoren des Freiburger Persönlichkeitsinventars: Es sind nur diejenigen Faktoren des FPI dargestellt, die Mindestkorrelation auf einem Niveau von 0,005 zeigen.

Tabelle11a:

FPI		SPQ RI	SPQ SA	SPQ MD	SPQ UW	SPQ EV	SPQ KEF
Gehemmtheit	KK	0,18	0,65**	0,08	0,164	0,66**	0,66**
	Sig. (p.)	0,52	0,009	0,79	0,558	0,01	0,01
Offenheit	KK	-0,24	0,050	-0,18	-0,15	0,02	0,28
	Sig. (p.)	0,4	0,858	0,51	0,60	0,95	0,31
Beanspruchung	KK	-0,13	0,08	0,08	0,113	0,04	0,56*
	Sig. (p.)	0,65	0,78	0,78	0,689	0,88	0,03
körperliche Beschwerden	KK	-0,06	0,14	0,06	0,030	0,01	0,55*
	Sig. (p.)	0,82	0,62	0,84	0,915	0,97	0,03

Tabelle 11b:

FPI		SPQ US	SPQ EA	SPQ AW	SPQ IP Faktor	SPQ KP Faktor	SPQ total
Gehemmtheit	KK	-0,22	0,55*	0,23	0,74**	0,14	0,36
	Sig. (p.)	0,44	0,03	0,41	0,002	0,63	0,19
Offenheit	KK	-0,76**	0,06	-0,12	0,13	-0,37	-0,24
	Sig. (p.)	0,001	0,83	0,67	0,65	0,18	0,4
Beanspruchung	KK	0,13	0,21	-0,07	0,27	0,03	0,12
	Sig. (p.)	0,64	0,45	0,80	0,34	0,91	0,68
körperliche Beschwerden	KK	-0,06	-0,03	-0,11	0,24	-0,03	0,06
	Sig. (P.)	0,83	0,92	0,71	0,38	0,91	0,83

Legende für Tabelle 11a+b: RI = Referenzideen, SA = soziale Angst, MD = magisches Denken, UW = ungewöhnliche Wahrnehmungen, EV = exzentrisches Verhalten, KEF = keine engen Freunde, US = ungewöhnliche Sprache, EA = eingeschränkter Affekt, AW = Argwohn, IP Faktor = Interpersoneller Faktor, KP Faktor = kognitiv-perzeptueller Faktor, KK =Korrelationskoeffizient, Sig.(p) = Signifikanz p (Pearson)

*Korrelation ist signifikant auf dem Niveau von 0,05, ** Korrelation ist signifikant auf dem Niveau von 0,01

Korrelation SPQ – Offline-Experiment:

Tabelle 14 demonstriert, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen den SPQ-Scores der Testpersonen und dem Ergebnis des Offline-Ironietestes besteht; weder in Bezug auf die Gesamtfehleranzahl noch in Bezug auf spezifische Fehlerarten.

Korrelation SPQ – neuropsychologische Daten:

Anhand von Tabelle 12 wird gezeigt, dass die Theory of Mind-Fähigkeiten der Probandinnen hochsignifikant negativ (auf dem Niveau von 0,01) mit den SPQ-Subskalen „magisches Denken“ und „ungewöhnliche Wahrnehmungen“ korrelieren. Etwas schwächer, doch immer noch auf einem Niveau von 0,05, korrelieren die Theory of Mind-Fähigkeiten der Versuchsteilnehmerinnen – ebenfalls negativ – mit der Neigung zur Bildung von „Referenzideen“ und dem „kognitiv-perzeptuellen Faktor“. Das heißt, je stärker die Eigenschaften „magisches Denken“, „ungewöhnliche Wahrnehmungen“ und die „Referenzideen“ bei den Probandinnen ausgeprägt sind, desto schwächer sind die Versuchsteilnehmerinnen zur Theory of Mind-Bildung fähig.

Tabelle 12: Korrelation der neuropsychologischen Daten mit den verschiedenen SPQ-Subskalen.

SPQ		ToM (B. Cohen)	HAWIE-R Untertest:Bilderordnen	Bilder-Sequenz-Test	Digit Span	MWT-B
RI	KK	-0,67*	-0,01	0,03	0,08	-0,18
	Sig. (p.)	0,02	0,98	0,94	0,77	0,52
SA	KK	-0,26	0,41	0,41	0,07	-0,28
	Sig. (p.)	0,44	0,19	0,2	0,79	0,31
MD	KK	-0,83**	0,01	-0,02	0,03	-0,25
	Sig. (p.)	0,001	0,98	0,94	0,93	0,37
UW	KK	-0,8**	0,01	-0,02	0,02	-0,15
	Sig. (p.)	0,003	0,99	0,95	0,93	0,59
EV	KK	-0,31	0,15	0,14	-0,1	-0,14
	Sig. (P.)	0,36	0,65	0,67	0,73	0,61
KEV	KK	-0,18	0,53	0,52	0,1	-0,08
	Sig. (p.)	0,6	0,078	0,08	0,73	0,78
US	KK	0,17	0,01	0,04	-0,03	-0,34
	Sig. (p.)	0,61	0,98	0,9	0,93	0,21
EA	KK	-0,28	-0,14	-0,13	-0,4	-0,33
	Sig. (p.)	0,4	0,67	0,7	0,15	0,24
AW	KK	-0,40	0,12	0,11	-0,13	-0,34
	Sig. (p.)	0,22	0,72	0,75	0,65	0,22
KP Faktor	KK	-0,62*	0,04	0,02	-0,02	-0,31
	Sig. (p.)	0,04	0,91	0,94	0,96	0,26

Fortsetzung Tabelle12

SPQ		ToM (B. Cohen)	HAWIE-R Untertest:Bilderordnen	Bilder-Sequenz-Test	Digit Span	MWT-B
IP Faktor	KK	-0,28	0,38	0,38	-0,02	-0,28
	Sig. (p.)	0,40	0,22	0,23	0,96	0,31
total	KK	-0,58	0,17	0,15	-0,01	-0,33
	Sig. (p.)	0,06	0,61	0,64	0,97	0,23

*Korrelation ist signifikant auf dem Niveau von 0,05, ** Korrelation ist signifikant auf dem Niveau von 0,01, KK=Korrelationskoeffizient, Sig. (p)= Signifikanz p (Pearson)

Korrelation Alter – Offline- Ironietest – Neuropsychologie:

Es ergibt sich ein sehr starker positiver Zusammenhang zwischen dem Alter der Versuchsteilnehmerinnen und der Fehleranzahl im Offline-Ironietest bzgl. der totalen Fehleranzahl sowie der Anzahl der Fehler bei wörtlichen und ironischen Stimuli. Bei sinnlosen items kann kein Zusammenhang zwischen Anzahl der Fehler und Probandenalter festgestellt werden.

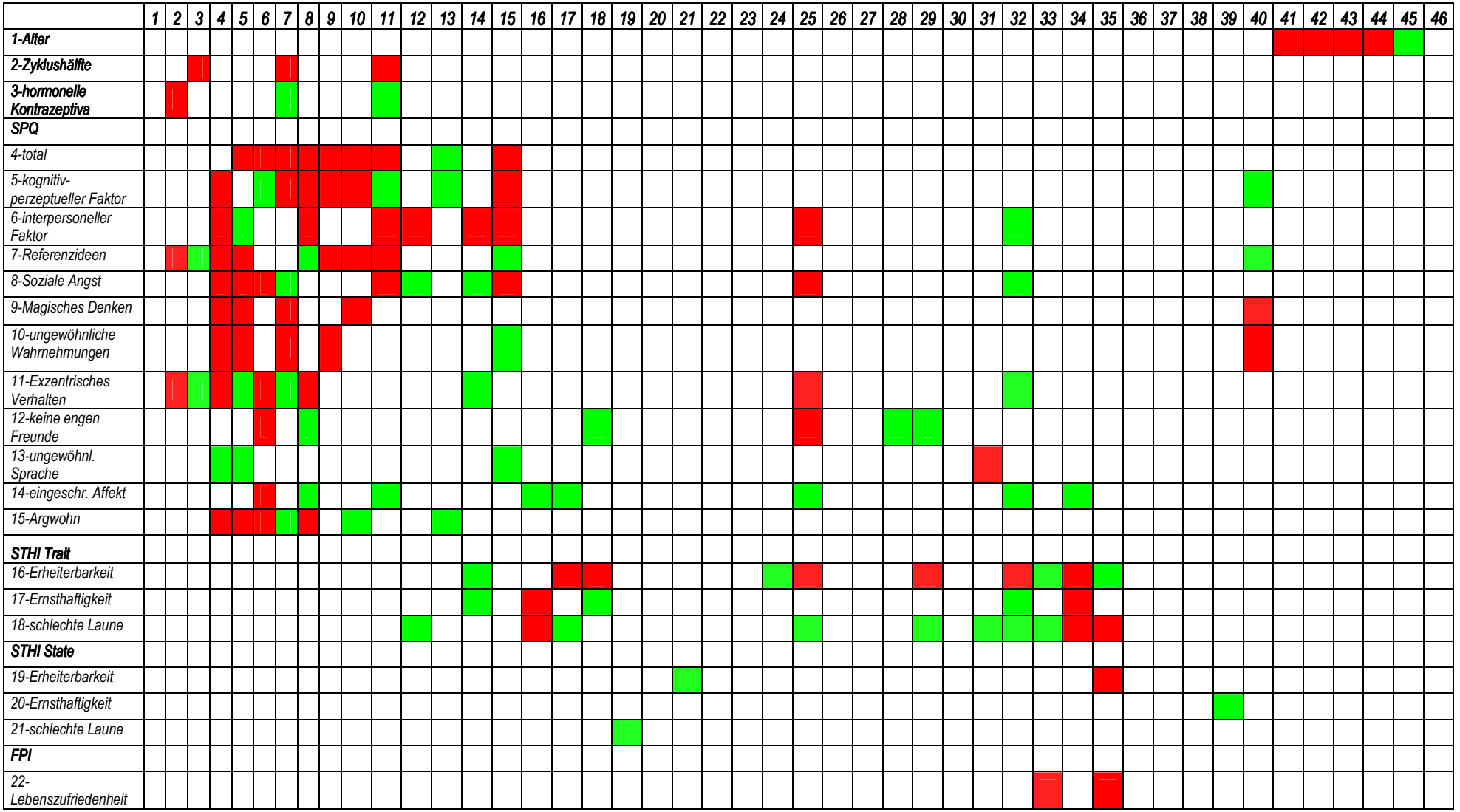
Ebenso korreliert der Faktor Alter hochsignifikant negativ mit dem Ergebnis der HAWIE-R Untertest „Bilderordnen“ sowie der erreichten Punktanzahl beim „Bildersequenztest“. Dies bedeutet, dass mit dem Probandinnenalter die Leistung beim HAWIE-R Untertest „Bilderordnen“ sowie die des „Bildersequenztests“ ansteigt. Zwischen Alter und Aufmerksamkeit (CPT-Test), Arbeitsgedächtnis (Digit-Span-Test) sowie der verbalen Intelligenz (MWT-B) besteht kein Zusammenhang auf einem Signifikanzniveau von mindestens 0,01.

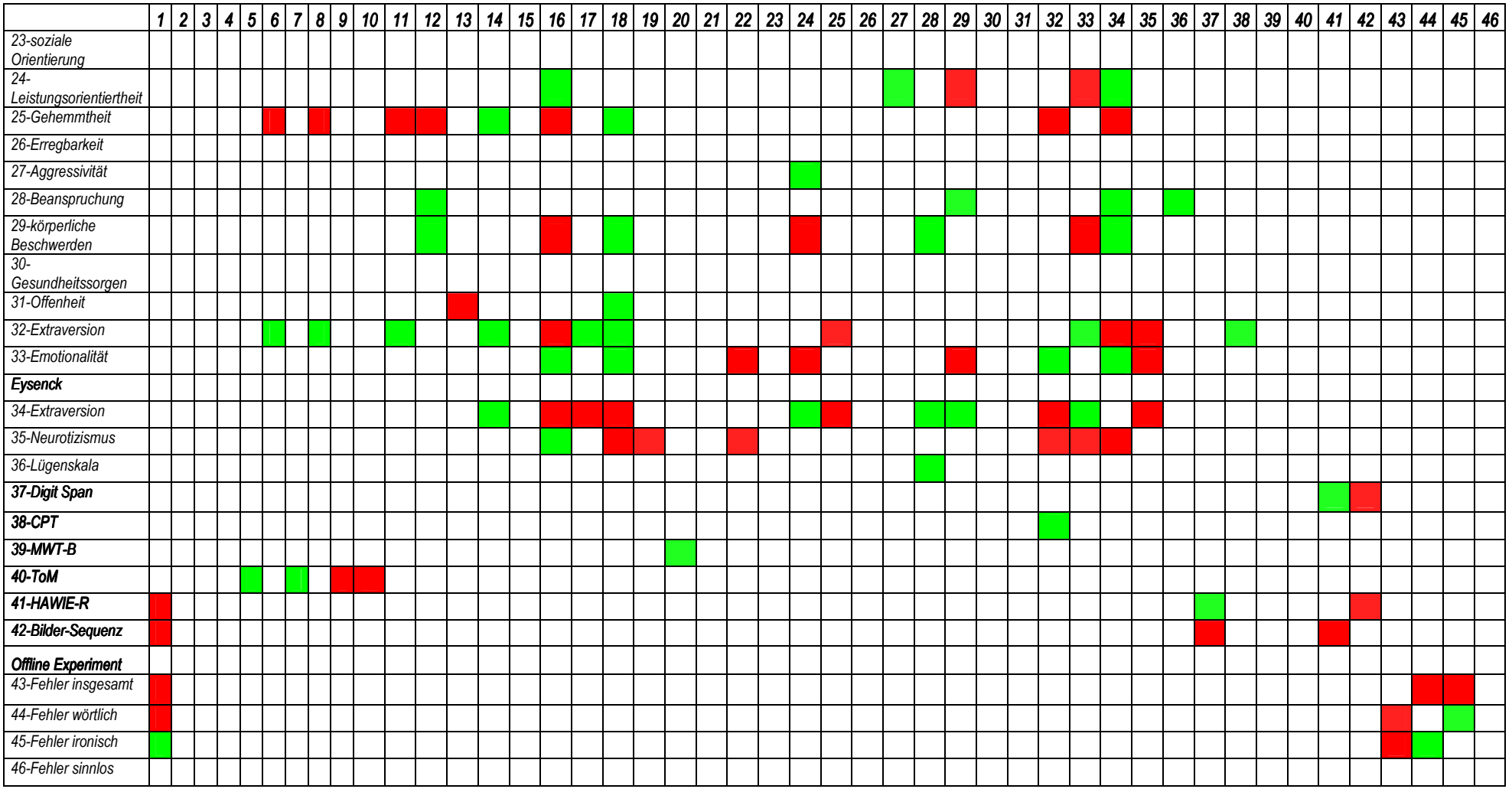
Tabelle13: Zusammenhang des Probandenalters mit der Anzahl der Fehler im Offline-Ironietest und den Ergebnissen der neuropsychologischen Daten

	Fehler anzahl total	Fehler anzahl wörtliche Sätze	Fehler Anzahl Ironische Sätze	Fehleran Zahl sinnlose Sätze	HAWIE-R Untertest: Bilder-ordnen	ToM (Cohen)	Bilder-Sequenz-Test
KK	0,67**	0,70**	0,57*	-0,13	-0,77**	-0,31	-0,76**
Signifikanz p (Pearson)	0,01	<0,01	0,04	0,66	<0,01	0,35	<0,01

KK=Korrelationskoeffizient, *Korrelation ist signifikant auf dem Niveau von 0,05, ** Korrelation ist signifikant auf dem Niveau von 0,01

Tabelle 14: Pearson-Korrelationen der erhobenen Daten





**. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.
*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

3.6 Bildgebung

3.6.1 Ironische Stimuli versus wörtliche Stimuli

Für den Differenzkontrast während des Lesens von ironischen Stimuli gegenüber dem Lesen von wörtlichen Stimuli zeigt sich zunächst, dass das Lesen und Aufnehmen der ironischen Targetsätze bei den Probandinnen eine stärkere Gehirnaktivierung auslöst als wenn sie sich auf wörtlich gemeinte Stimuli konzentrieren.

Sowohl in der rechten, als auch in der linken Hemisphäre finden sich dabei Aktivierungen, wobei die stärkste Aktivierung und damit der größte Unterschied in der BOLD-Response beim Verstehen ironischer und wörtlicher Stimuli im linken medialen frontalen Kortex (Brodmann Areal 8) entsteht.

Die Effektstärke beträgt an dieser Stelle 4,17 und die Anzahl der aktivierten Voxel beträgt 44 (s. Abb. 7, Tabelle 15).

Außerdem entsteht eine sehr ausgeprägte und effektstarke Aktivierung im linken inferioren parietalen Lobulus (Brodmann Areal 40): Die Effektstärke (Z-Wert) beträgt hier 3,96, die Anzahl der aktivierten Voxel liegt bei 92 (s. Abb.7, Tabelle 15).

Unter diesem Kontrast steigt die BOLD-Response außerdem beidseits im Präsupplementären Motorkortex (BA 6) an. Der Z-Wert (Effektgröße) liegt dabei bei 3,75 bzw. 3,79, die Zahl der aktivierten Voxel bei 70 bzw. 106 Voxel. Schließlich entsteht im linken inferioren Operculum (BA 44) eine Aktivierung mit der Effektstärke von 3,5 und einer Anzahl aktivierter Voxel von 12.

Bei der Berechnung des umgekehrten Kontrasts (wörtliche über ironische Stimuli) zeigte sich keine Aktivierung.

Abbildung 7: Aktivierte Gehirnregionen beim Lesen ironischer Stimuli im Kontrast zu wörtlichen Stimuli (P < 0.001 uncorr., extent threshold 10 Voxels)

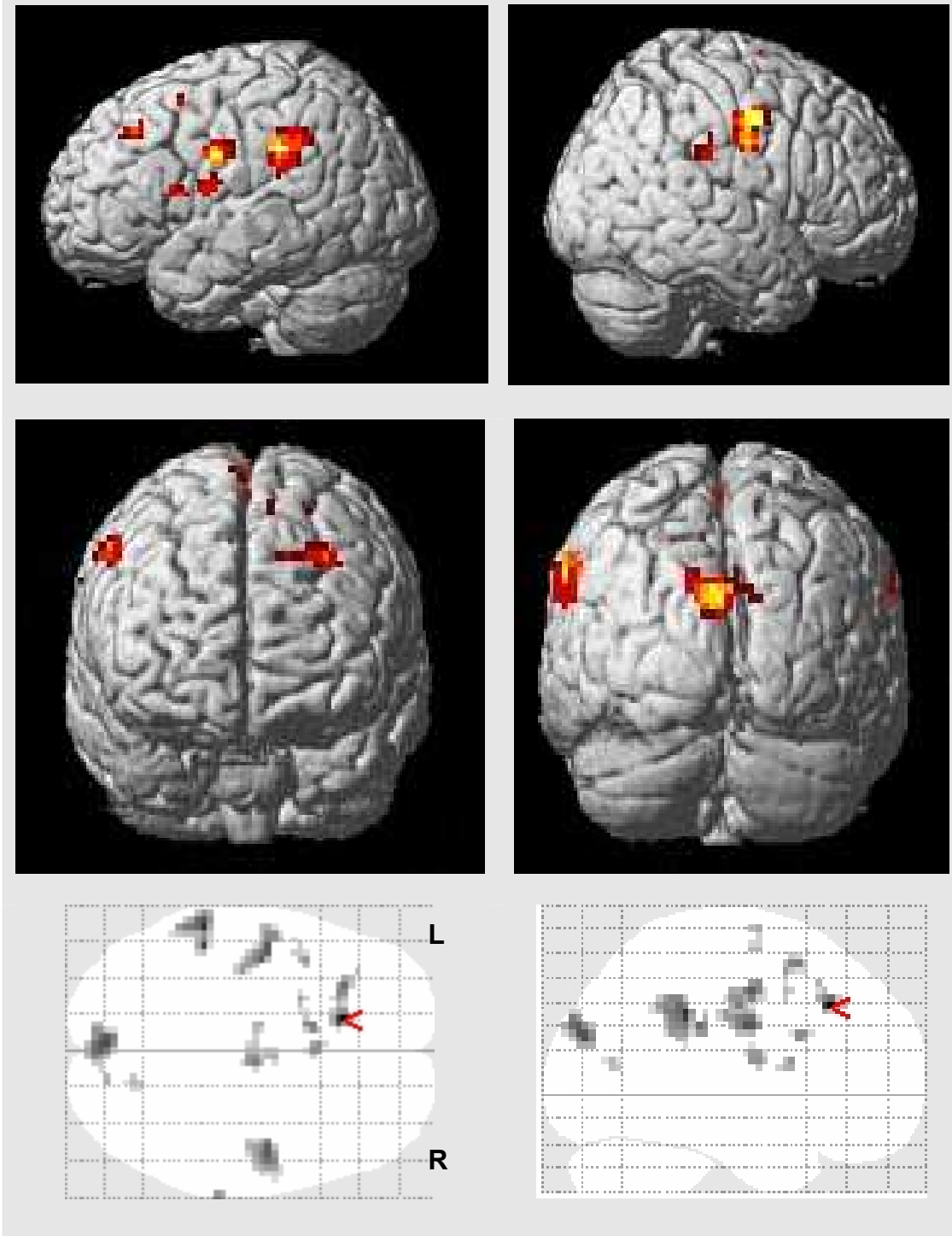


Tabelle15: BOLD-Response beim Lesen ironischer Stimuli im Kontrast zu wörtlichen Stimuli. (p < 0.001 uncorr., extent threshold 10 Voxels)

Region	Hemisphäre	BA	MNI Koordinaten			Effektgröße Z	Anzahl aktivierter Voxel (k)
gyrus frontalis superior, pars medialis (MPFC)	li	8	-15	30	39	4,17	44,00
gyrus supramarginalis (lobulus parietalis inferior)	li	40	-57	36	36	3,96	92,00
cuneus	li/re	18/19	-3	-81	24	3,83	84,00
pre-supplementary motor area (pre SMA)	li	6	-42	- 9	30	3,79	70,00
gyrus frontalis superior	li	8	-12	15	57	3,60	22,00
cingulum, pars anterior	li/re	_	0	15	24	3,54	11,00
gyrus postcentralis	li	4	-51	- 3	15	3,51	15,00
operculum, pars inferfrontale	li	44	-42	12	15	3,50	12,00
gyrus praecentralis	re	6	3	- 3	72	3,39	12,00
pre-supplementary motor area (pre SMA)	re	6	45	- 6	45	3,75	106
cingulum	re	24	69	-30	30	3,68	11,00
cingulum, pars anterior	re	24	6	-12	39	3,62	35,00
area calcarina	re	31	15	-69	15	3,32	10,00

3.6.2 Einfluss der Schizotypie auf die Gehirnaktivierung

Um den Einfluss der Schizotypie auf die Gehirnaktivierung während des Erfassens von Ironie zu messen, wurde für jede Probandin der Kontrast zwischen Ironie und der Ruhebedingung berechnet und mit Hilfe einer „Simple Regression Analysis“ mit den Daten des SPQ-Gesamtwertes, des „kognitiv-perzeptuellen Faktors“ des SPQ sowie des „interpersonellen Faktors“ des SPQ korreliert.

Eine negative Korrelation des SPQ-Gesamtwertes der Probandengruppe mit der Aktivierung während des Lesens ironischer Stimuli resultiert in einer abgeschwächten Aktivierung des Gyrus temporalis medius, beidseits (Brodmann Areal 21). Das heißt, je höher der SPQ-Wert der Probanden, desto geringer ist die BOLD-Response im lateralen Gyrus temporalis medius und umgekehrt.

Die Effektstärke beträgt an dieser Stelle 3,65 in der rechten Hemisphäre und 3,49 in der linken-. Die Zahl der aktivierten Voxel ist 10 bzw. 13 (s. Abbildung 9 und Tabelle 16a).

Korreliert man dieselben Daten statt mit dem SPQ-Gesamtwert mit dessen Subkategorie „kognitiv-perzeptueller Faktor“, so ergibt sich eine nahezu identische Aktivierung (siehe Tabelle 16b). Aus der negativen Korrelation mit dem „interpersonellen Faktor“ ergibt sich keinerlei Aktivierungsmuster (s. Tabelle 16c).

Abbildung 8: BOLD-Response beim Lesen ironischer Stimuli negativ korreliert mit dem SPQ- Gesamtwert der Probandengruppe und kontrastiert mit der Ruhebedingung (p <0.001 uncorr., extent threshold 10 Voxels)

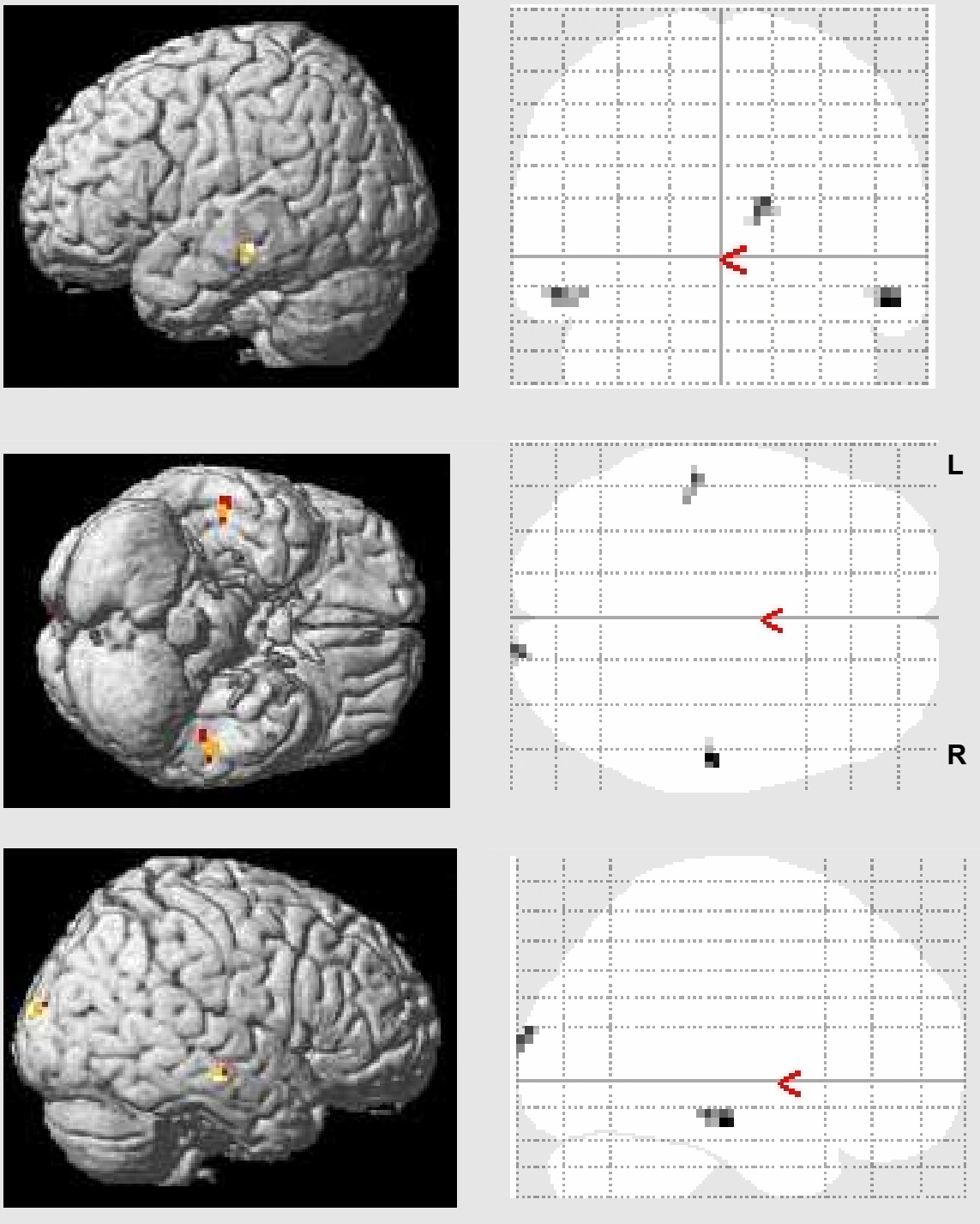


Tabelle 16a: Negative Korrelation zwischen SPQ-Gesamtwert und der bei der Probandinnengruppe aktivierten Gehirnregion beim Lesen ironischer Stimuli, kontrastiert mit der Ruhebedingung (p<0.001 uncorr., extent threshold 10 Voxels)

Region	Hemisphäre	BA	MNI Koordinnaten			Effektgröße (Z)	Anzahl aktivierter Voxel (k)
gyrus temporalis medius	re	21	54	-21	-15	3,65	10,00
gyrus temporalis medius	li	21	-54	-27	-12	3,49	13,00
cortex occipitalis	re	18	15	-96	18	3,50	10,00

Tabelle 16b: Negative Korrelation der BOLD-Response mit dem kognitiv-perzeptuellen Faktor des SPQ, kontrastiert mit der Ruhebedingung(p < 0.001 uncorr., extent threshold 10 Voxels)

Region	Hemisphäre	BA	MNI Koordinnaten			Effektgröße (Z)	Anzahl aktivierter Voxel (k)
gyrus temporalis medius	re	21	54	-21	-15	4,08	31,00
gyrus temporalis medius	li	21	-54	-27	-12	3,63	16,00
cortex occipitalis	re	19	21	-90	18	3,55	14,00

Tabelle 16c: Negative Korrelation der BOLD-Response mit dem interpersonellen Faktor des SPQ, kontrastiert mit der Ruhebedingung(p < 0.001 uncorr., extent threshold 10 Voxels)

Region	Hemisphäre	BA	MNI Koordinnaten	Effektgröße (Z)	Anzahl aktivierter Voxel (k)
Kein Aktivierungsmuster zu finden					

Korreliert man dieselben Daten dagegen positiv, so kann man erkennen, welche Areale des Gehirns bei erhöhten SPQ-Werten eine erhöhte Gehirnaktivierung zeigen. Es ergibt sich folgendes Ergebnis: Eine unilaterale gesteigerte Aktivierung im linken inferioren, frontalen Gyrus (präfrontaler Kortex) (BA 47). Der Z-Wert liegt dabei bei 3,88, die Anzahl der aktivierten Voxel beträgt 15. Dieses Ergebnis ist in Abbildung 9 und der zugehörigen Tabelle 17a dargestellt.

Im Gegensatz zu der negativen Korrelation findet sich hier keine übereinstimmende Aktivierung zwischen dem Gesamtwert des SPQ und dem „kognitiv-perzeptuellen Faktor“ (Tabelle 17b). Auch das Aktivierungsmuster im Rahmen einer positiven Korrelation mit der BOLD-Response des

interpersonellen Faktors ergibt kein übereinstimmendes Aktivierungsmuster (siehe Tabelle 17c).

Abbildung 9: Positive Korrelation zwischen SPQ-Gesamtwert der Probandengruppe und der Gehirnaktivierung beim Lesen ironischer Stimuli (p < 0.001 uncorr., extent threshold10 Voxels)

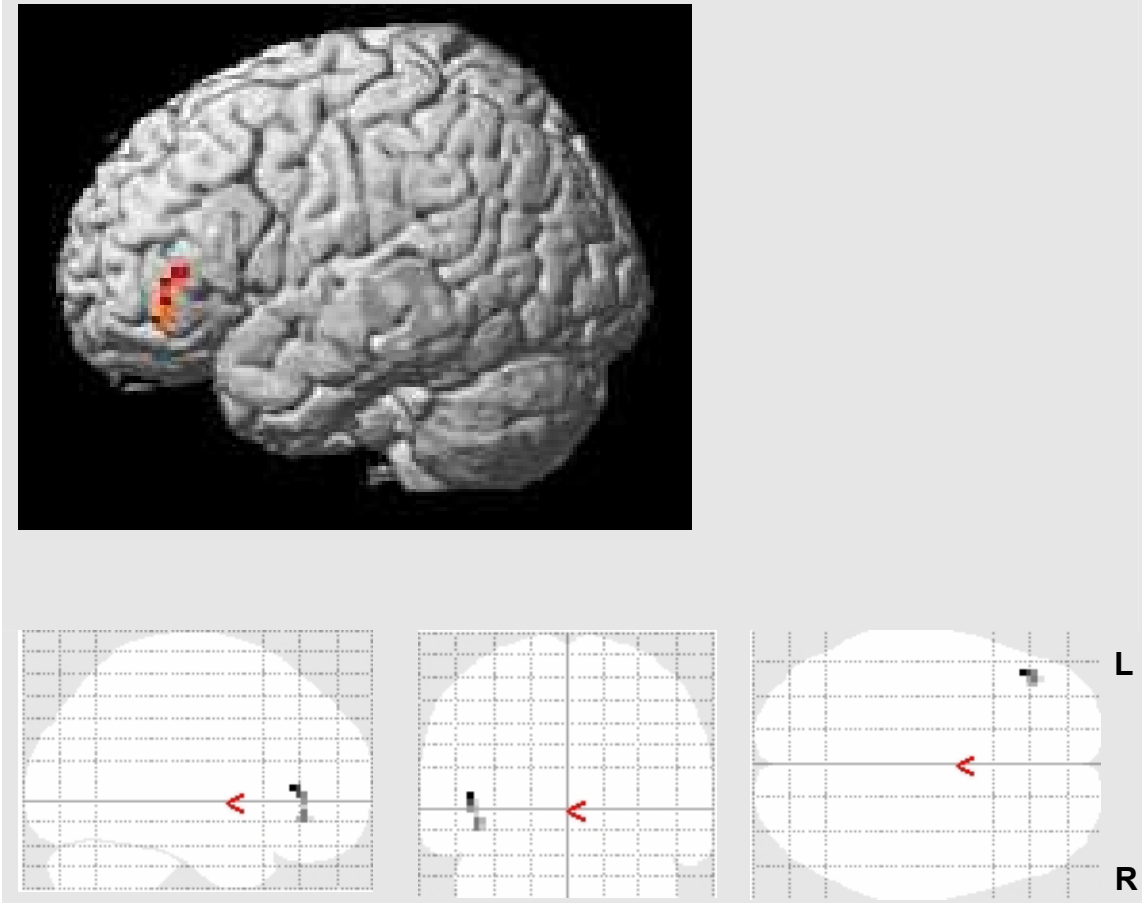


Tabelle 17a: Positive Korrelation zwischen SPQ-Gesamtwert und der Gehirnaktivierung beim Lesen ironischer Stimuli, kontrastiert mit der Ruhebedingung (p <0.001 uncorr., extent threshold 10 Voxels)

Region	Hemisphäre	BA	MNI Koordinaten			Effektgröße (Z)	Anzahl aktivierter Voxel (k)
gyrus frontalis inferior	li	47	-45	33	6	3,88	15,00

Tabelle 17b: Positive Korrelation zwischen kognitiv-perzeptuellen Faktor des SPQ und der Gehirnaktivierung beim Lesen ironischer Stimuli, kontrastiert mit der Ruhebedingung (p <0.001 uncorr., extent threshold 10 Voxels)

Region	Hemisphäre	BA	MNI Koordinaten			Effektgröße (Z)	Anzahl aktivierter Voxel (k)
gyrus frontalis superior	re	9/10	3	48	24	3,76	13

Tabelle 17c: Positive Korrelation der BOLD response mit dem interpersonellen Faktor des SPQ, kontrastiert mit der Ruhebedingung (p<0.001 uncorr., extent threshold 5 Voxels)

Region	Hemisphäre	BA	MNI Koordinaten			Effektgröße (Z)	Anzahl aktivierter Voxel (k)
gyrus praecentralis	re	6	39	-21	66	4,00	6
gyrus occipitalis inferior	re	18	33	-93	0	3,58	18

3.7 Demographische und biologische Daten

Tabelle 18 zeigt, dass das Probandinnenalter im Mittel bei 28 Jahren lag. Die Altersspanne lag zwischen 21 und 53 Jahren. Die erhobenen biologischen Zusatzinformationen ergaben, dass sich 92 Prozent der Probandinnen, bei denen diese Informationen eruiert wurden, zum Zeitpunkt der Datenerhebung in der ersten Hälfte ihres Menstruationszyklus', das heißt in der so gennanten "präovulatorischen Phase" befanden. Außerdem gaben 55 Prozent der Probandinnen an, hormonelle Kontrazeptiva einzunehmen, wobei das Produkt bei allen Versuchsteilnehmerinnen aus der Gruppe der „Mikropillen" stammt. Diese Angaben sind von Bedeutung, da der hormonelle Status laut neuesten Studien einen Einfluss auf die fMRT-Aktivierung haben könnte (s. Kapitel 2.2.6).

Tabelle 18: Soziodemographische Daten

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Alter in Jahren	15	21	53	28,07	7,92

4 Diskussion

Zunächst soll diskutiert werden, inwiefern die Ergebnisse des Verhaltensexperiments Aufschluss über das Ironieverständnis von Personen mit einer stärkeren Ausprägung des Persönlichkeitsmerkmals Schizotypie geben. Im darauf folgenden Abschnitt werden die bildgebenden Daten näher betrachtet. Dies soll einerseits rein unter dem Gesichtspunkt Ironieverständnis – ganz unabhängig von Persönlichkeitszügen – geschehen, andererseits soll der Zusammenhang zwischen Schizotypie und den beim Ironieverständnis aktivierten neuronalen Korrelaten näher betrachtet werden.
Anschließend wird der Bezug der vorgelegten Studienergebnisse zum Krankheitsbild der Schizophrenie erläutert.
Der letzte Teil der Diskussion befasst sich mit dem Verbesserungspotenzial der Studie und endet schließlich in einer Schlussfolgerung aus den diskutierten Daten des Verhaltens- und des Kernspinexperiments.

4.1 Verhaltensdaten

Die Datenauswertung des nach dem fMRT-Scan durchgeführten Verhaltensexperiments zeigt, dass keine Korrelation zwischen der Fehleranzahl der Probandinnen und dem Ausprägungsgrad des Merkmals Schizotypie vorliegt. Dies bedeutet, dass die vorgelegten Stimuli gut zu verstehen waren und dass Menschen mit stärker ausgeprägten schizotypen Persönlichkeitszügen Ironie nicht schlechter verstehen als andere. Dieses Ergebnis ist kompatibel mit den Studienresultaten der einzigen Untersuchung zum Ironieverständnis bei psychometrischer Schizotypie: Langdon & Coltheart (Langdon & Coltheart 2004) führten ein Verhaltensexperimentes an einer nicht-klinischen Stichprobengruppe durch und fanden nur einen sehr moderaten Einfluss der psychometrischen Schizotypie auf die Fehleranzahl. In ihrer Untersuchung stellten sie fest, dass der kognitiv-perzeptuelle Faktor im Vergleich zu den anderen Unterkategorien des SPQ den stärksten Einfluss auf das Ironieverständnis hat. Dieses Ergebnis korrespondiert zu den hier vorliegenden Daten, denn der kognitiv-perzeptuelle Faktor macht ebenfalls den

Hauptanteil derjenigen Gehirnaktivierung aus, die sich aus der Korrelation der BOLD-Response beim Lesen ironischer Stimuli und den SPQ-Egebnissen ergibt.

Somit lässt sich zusammenfassend sagen, dass die psychometrische Schizotypie auf der Verhaltensebene, ganz im Gegensatz zur Schizophrenie (Drury 1998, Herold et al. 2002, Langdon et al. 2002, Mitchley 1998, Hensler 2009), höchstens einen geringen Einfluss auf das Ironieverständnis hat.

Jedoch stellt dies keinen sicheren Beweis dafür dar, dass bezüglichl der psychometrischen Schizotypie nicht doch ein defizitäres Ironieverständnis vorliegen könnte, welches durch bestimmte Mechanismen kompensiert wird: Dabei ist zum Beispiel an einen alternativen Prozessierungsweg oder eine erhöhte Aktivierung zu denken. Somit würden diese Probandinnen letztendlich durch „Umwege“ oder erhöhte neuronale Rekrutierung trotzdem ein unauffälliges Ergebnis im Verhaltensexperiment erzielen.

Es ist bisher bekannt, dass schlechte Ergebnisse in Sprachexperimenten, welche die rechte Hemisphäre testen (Sprichwörter, Humor) und eine gleichzeitig durchschnittliche Leistung in linkshemisphärischen Sprachexperimenten (Wortschatz, Ähnlichkeiten, Semantik) ein signifikanter Prediktor für eine stark ausgeprägte Schizotypie sein können (Nunn & Peters 2001). Jedoch ist einschränkend hinzuzufügen, dass Nunn & Peters nicht direkt das Ironieverständnis untersuchten, sondern als Stimuli andere Sprachaufgaben aus dem Bereich der Sprichwörter, Wortähnlichkeiten etc. verwendeten.

4.2 Bildgebende Daten

4.2.1 Hemisphärischen Lateralisierung

Beide Hirnhemisphären zeigten eine Beteiligung am Verständnisprozess von Ironie. In den Kontrasten mit der Ruhebedingung ergab sich bei allen Versuchspersonen ein Aktivierungsnetzwerk, welches beide Hemisphären einschließt – jedoch überwiegend linkshemisphärisch lateralisiert ist. Dabei schließt die Aktivierung sowohl bedeutende Sprachregionen wie den dorsolateralen präfrontalen Kortex und lateralen Gyrus temporalis medius

(Brodmann Areal 21) als auch Regionen, die in Zusammenhang mit der Theory of Mind-Bildung stehen, ein (z.B. den medialen präfrontalen Kortex, links (Brodmann Areal 8)). Dies unterstreicht die Plausibilität der Ergebnisse.

Einige bisher veröffentlichte Theorien besagen jedoch klar, dass bildgebende Auffälligkeiten in Ironieparadigmen eher rechtshemisphärisch lokalisiert seien: Diese stammen z.B. von Eviatar & Just (Eviatar & Just 2006), die anhand von 16 gesunden Versuchspersonen in einem Experiment zum Ironieverständnis eine erhöhte Aktivierung im rechten, oberen und mittleren Temporallappen fanden, sowie von Wang et al. (Wang et al. 2006), die das Ironieverständnis bei Kindern, die teils an einem autistischen Syndrom litten, untersuchten.
Zudem führten Nunn und Peters (Nunn und Peters 2001) eine Studie ohne Bildgebung zum Thema „Zusammenhang Schizotypie und hemisphärenspezifische Sprachaufgaben“ durch. Die Probanden stellten in diesem Fall gesunde Studenten dar. Das Ergebnis zeigte, dass eine schlechtere Performance bei Sprachaufgaben, die der rechten Hemisphäre zuzuordnen sind, mit einem erhöhten SPQ-Score einhergehen.
Interessant wären insbesondere weitere Studien zum Zeitverlauf der Signaländerung – durchgeführt anhand einer ähnlichen Bedingung, wie der hier zugrunde liegenden.
In den folgenden Abschnitten sollen Ergebnisse diskutiert werden, die zeigen, dass sowohl die rechte als auch die linke Hemisphäre unseres Gehirns am Verständnisprozess von Ironie bzw. Sarkasmus beteiligt sein könnten.

4.2.2 Funktionelle Neuroanatomie des Ironieverständnisses

Die neuronalen Korrelate von Ironieverständnis wurden bereits zuvor in Studien mittels funktioneller Kernspintomographie untersucht (Uchiyama et al. 2006, Eviatar & Just 2006, Wang et al. 2006, Wakusawa et al. 2007). Im Gegensatz zu den vielen vorherigen Studien weist die jetzige Untersuchung jedoch weniger methodische Schwächen auf.
So arbeiteten manche der vorhergehenden Studien (s. Übersichtstabelle 19 im Anhang) mit einer zu geringen Stimulianzahl von teilweise nur 10 Stimuli pro

Bedingung (Uchiyama et al. 2006) oder benutzten zur Auswertung ausschließlich die Methode der „Region of Interest“, die lediglich gezielt die Aktivierungen in bestimmten Arealen des Gehirns untersucht (Eviatar & Just, 2006). Andere Arbeitsgruppen untersuchten ausschließlich Kinder (Wang et al., 2006), verwendeten kein ereigniskorreliertes Design (Wakusawa et al. 2007), arbeiteten mit einem sehr niedrigen „threshold“ von $p < 0,01$ (Wang et al. 2006) oder führten keinen direkten Vergleich zwischen ironischen und wörtlichen Bedingungen durch (Wang et al. 2006, Uchiyama et al. 2006, Eviatar und Just 2006).

In der hier vorliegenden Studie fand sich der stärkste Unterschied zwischen ironischen und wörtlichen Stimuli im medialen präfrontalen Kortex der linken Hemisphäre (Brodmann Areal 8) (Tabelle 15, Abb. 7). Eine Beteiligung dieser Gehirnregion am Verständnisprozess der Ironie zeigte sich bisher in verschiedenen Läsions- (Shamay et al. 2002, 2005 a+b, Shamay-Tsoory & Aharon Peretz 2007a) und fMRT-Studien (Eviatar & Just 2006, Wang et al. 2006, Uchiyama et al. 2006, Wakusawa et al. 2007). Diese Aktivierung steht somit im Einklang mit der bisherigen Literatur und stellt ein erwartetes Ergebnis dar. Jedoch ist die vorliegende Studie die erste, bei der die verschiedenen Stimuli nach Syntax gematcht wurden (s. Kapitel 2.2.1 und 2.2.3). In diesem Zusammenhang ist besonders interessant, dass zahlreiche Forschungsergebnisse demonstrieren, dass der mediale präfrontale Kortex eine Schlüsselfunktion beim Aufbau der Theory of Mind (Shamay-Tsoory & Aharon Peretz 2007a; Brownell et al. 2000) trägt. Die Fähigkeit zur Theory of Mind-Bildung stellt einen essenziellen Schritt zu einem erfolgreichen Ironieverständnis dar (Happé 1996, Colston & Gibbs 2002, Langdon et al. 2002, Blasko & Kazmerski 2006). Daher liegt die Vermutung nahe, dass der mediale präfrontale Kortex das neuronale Korrelat darstellt, welches zum Aufbau der Theory of Mind während des Verstehens von Ironie und Sarkasmus nötig ist.
Ein Einfluss der psychometrischen Schizotypie fand sich jedoch – entgegen der Erwartung – in dieser Region nicht.

Interessanterweise zeigte sich das Maximum der Gehirnaktivierung unter diesem Kontrast wie bei allen anderen vorliegenden fMRT-Studien (s. Übersichtstabelle (19) im Anhang) in der linken Hemisphäre. Die meisten Läsionsstudien ermittelten dagegen eine stärkere Beteiligung der rechten Hemisphäre (z.B. Shamay-Tsoory et al. 2005). Das Ergebnis der hier vorliegenden Studie steht somit im Einklang mit den bildgebenden Untersuchungen und wir schließen daraus, dass die linke Hemisphäre beim Ironieverständnis neben der rechten Hemisphäre eine tragende Funktion besitzt.

Jedoch zeigen die sich unterscheidenden Forschungsergebnisse auch, dass weitere Untersuchungen nötig sind, um die genaue Rolle der beiden Hemisphären im Bezug auf die Funktion des medialen präfrontalen Kortex zu verstehen.

Eine zweite starke Aktivierung bei ironischen im Vergleich zu wörtlichen Stimuli fand sich linkshemisphärisch im inferioren parietalen Lobulus (IPL) (Brodmann Areal 40) (Tabelle 15, Abb. 7). In dieser Gehirnregion fanden Eviatar und Just (Eviatar & Just 2006), die eine funktionelle Kernspinstudie zur Perzeption von Ironie und Metaphern durchführten, ebenfalls eine Signalveränderung. Außerdem ist eine Beteiligung des IPL bereits an der Perzeption anderer Arten nicht-wörtlicher Sprache wie Metaphern (Stringaris et al. 2007) und Sprichwörtern (Lauro et al. 2008) nachgewiesen worden. Aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie und den erwähnten Ergebnissen anderer Arbeitsgruppen kann geschlossen werden, dass der inferiore Parietallappen ebenfalls am Ironieverständnisprozess beteiligt ist.

Dieser Bereich des Gehirns ist außerdem Teil des vermuteten humanen „mirror-neuron-systems“ (MNS), welches unter anderem im inferioren parietalen Lobulus, dem posterioren Gyrus frontalis inferior und dem ventromedialen präfrontalen Kortex lokalisiert zu sein scheint (Rizolatti & Craighero 2004).

Neuere Studien argumentieren, dass das „mirror-neuron-system“ nicht nur eine Rolle im Bereich der Motorik, sondern auch im Verständnisprozess von Sprache (Rizzolatti & Arbib 1998) – speziell von nicht-wörtlicher Sprache – (McGeoch et al. 2007) spielen könnte. Die Beteiligung des MNS am

Verständnis nicht-wörtlicher Sprache liegt möglicherweise in dessen Anteil an der sozialen Kognition (Iacoboni & Dapretto 2006, Buccino & Amore 2008), wozu Empathie-Fähigkeit (Kaplan & Iacoboni 2006, Schulte-Rüther et al. 2007, Zaki et al. 2009) und ToM-Vermögen (Schulte-Rüther et al. 2006) zählen. Diese beiden Anteile der sozialen Kognition sind eng miteinander verbunden, denn laut Kaplan und Iacoboni (Kaplan & Iacoboni 2006) könnte der Weg zum Aufbau von Empathie über das Nachvollziehen der Absichten (ToM) des Gegenübers führen. Die Verbindung zeigt sich auch darin, dass die kognitiven Aspekte des emotionalen Perspektivwechsels denjenigen beim Aufbau der Theory of Mind sehr ähnlich sind (Schulte-Rüther et al. 2007). Außerdem liegen die neuronalen Korrelate beide Systeme zwar in unterschiedlichen Netzwerken, diese überschneiden sich jedoch und kommunizieren miteinander (Völln et al. 2005).

Aus diesen Daten könnte geschlussfolgert werden, dass eine gehörte Aussage anhand des „mirror-neuron-systems“ im eigenen Kortex widergespiegelt wird und daraufhin – unter Einbeziehung von empathischen Gesichtspunkten und dem Aufbau einer Theory of Mind – ein Urteil darüber gefällt werden kann, ob die Aussage des Gegenübers in ironischem oder wörtlichem Kontext stimmiger zum aufgebauten Gesamtbild ist. Das „mirror-neuron-system“ könnte also sozusagen die Situation des Gegenübers simulieren.

Allerdings gilt es zu bedenken, dass diese Theorie insgesamt relativ spekulativ zu betrachten ist, da das „mirror-neuron-system“ bisher beim Menschen nicht sicher nachgewiesen werden konnte (Turella et al. 2009). Denn es liegen keine Studien vor, die anhand einzelner Neuronen die Funktion von Spiegelneuronen zeigen konnten. Es existiert jedoch eine große Menge an neurophysiologischen und bildgebenden Daten, die indirekt auf ein humanes „mirror-neuron-system“ hinweisen (Rizolatti & Craighero 2004).

Eine dritte beteiligte Gehirnregion, die möglicherweise ebenfalls zum „mirror neuron system“ gehört, stellt das Brodmann Areal 44 im linken Gyrus frontalis inferior dar (Tabelle 15, Abbildung 7). Diese Gehirnregion ist Teil eines fronto-temporalen Netzwerkes der Sprachverarbeitung (Rapp et al. 2004, Bookheimer 2002) und scheint – wie erwartet – ebenfalls am Ironieverständnis beteiligt zu

sein. Eine Beteiligung dieser Gehirnregion am Ironieverständnis fand sich auch schon in früheren fMRT- (Eviatar & Just. 2006) und Läsionsstudien (Shamay-Tsoory et al. 2005a, Giora et al. 2000, Zaidel et al. 2002).

Die Arbeitsgruppe um Shamay-Tsoory beispielsweise, fand eine signifikante Beeinträchtigung des Ironieverständnis bei läsionsgeschädigten Patienten in tempero-parietalen Arealen gegenüber gesunden Vergleichspersonen.

Ebenso stellten Rachel Giora (Giora et al. 2000) und Zaidel (Zaidel et al. 2002) fest, dass das Verstehen von Sarkasmus bei Patienten mit linkshemisphärischen Läsionen im mittleren und inferioren Gyrus frontalis, signifikant negativ mit deren Läsionsgröße korreliert. In diesen Studien wurden 27 rechtshemisphärisch-, 31 linkshemisphärisch-geschädigte und 21 gesunde Kontrollpersonen untersucht. Als Paradigma diente die an das Hebräische angepasste „Right Hemisphere Communication Battery“ (HRHCB), ein Sarkasmussubtest von Gardner und Brownell (1986) sowie die an das Hebräische adaptierte „Western Aphasia Battery“ (HWAB). Den Probanden wurden jeweils sechs verschiedene Textvignetten per Tonband präsentiert, anschließend wurde eine Frage zum Inhalt sowie zur Metalinguistik gestellt.

Es fand sich außerdem eine bilaterale Aktivierung im prämotorischen Kortex (BA 6) (Tabelle 15, Abbildung 7): Das Aktivierungscluster war rechtshemisphärisch etwas ausgeprägter als linkshemisphärisch. Dieses Ergebnis unterstreicht die Rolle der rechten Hirnhemisphäre am Verstehen von Ironie und stimmt mit früheren bildgebenden Studien (Wakusawa et al. 2007, Wang et al. 2006) sowie Läsionsstudien (Giora et al. 2000, Winner et al. 1998, Zaidel et al. 2002, Channon et al. 2007, Shamay -Tsoory & Aharon-Peretz 2007a, Shamay-Tsoory et al. 2005a+b) zum Ironieverständnis überein. Diese fanden ebenfalls eine rechtshemisphärisch betonte Aktivierung.

Eine Aktivierung speziell im prämotorischen Kortex für ironische, im Vergleich zu wörtlichen Stimuli ist aus der Literatur bekannt (Uchiyma et al. 2006). Sie findet sich außerdem bei anderen Arten von nicht-wörtlicher Sprache (Ahrens et al. 2007, Stringaris et al. 2006 und 2007, Zempleni et al. 2007).

4.2.3 Einfluss der Schizotypie

Das Hauptergebnis der Untersuchung zum Einfluss der Schizotypie auf das Ironieverständnis ergab sich aus einer negativen Korrelation zwischen Schizoptypie und Stärke des BOLD-Signals im lateralen Gyrus temporalis medius, beidseits (Brodmann Areal 21) (siehe Tabelle 16, Abbildung 8). Das bedeutet, je höher der Schizotypiegrad unter unseren Probanden ausfiel, desto geringer war deren Neuronenaktivität in den mittleren Temporallappen während des Erfassens der ironischen Stimuli und umgekehrt. Dieses Ergebnis geht dabei überwiegend auf die SPQ-Subkategorie „kognitiv-perzeptueller Faktor“ (s.a. Kapitel 2.2.5.1 und Tabelle 16b) zurück.

Dieses Resultat ist sehr plausibel, da Menschen mit Schizotypie vom Schweregrad einer Persönlichkeitsstörung morphologische Auffälligkeiten im mittleren Temporalgyrus aufweisen (Siever & Davis 2004, Koo et al. 2006, Hazlett et al. 2008). So untersuchte beispielsweise die Arbeitsgruppe um Hazlett (Hazlett et al. 2008) 79 unmedizierte Patienten, die an einer schizotypen Persönlichkeitsstörung oder einer Schizophrenie litten, mittels struktureller Kernspintomographie. Dabei fand sie sowohl bei Menschen mit schizotyper Persönlichkeitsstörung als auch bei Menschen mit Schizophrenie im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen eine Volumenreduktion im linken Gyrus temporalis medius (BA 21). Schizophrene Patienten zeigten zusätzlich im linken Gyrus temporalis superior strukturelle Auffälligkeiten.

Weitere Studienergebnisse demonstrieren eine robuste Korrelation zwischen psychometrischer Schizotypie nicht-klinischer Populationen und der Gehirnfunktion in diesem Bereich (Mohr et al. 2005, Mohanty et al. 2005, Raine 2006, Arzy et al. 2007, Shinkareva et al. 2006, Mohanty et al. 2008). Hier entstand das Ergebnis ebenfalls vor allem aufgrund des Einflusses durch den kognitiv-perzeptuellen Faktors.

Zudem ist bekannt, dass die Volumenreduktion des temporalen Kortex eine der am häufigsten nachgewiesenen Strukturveränderungen im Rahmen der Schizophrenie ist (Wright IC et al. 2000, Davidson LL & Heinrichs RW 2003, Shenton et al. 2001).

Der Gyrus temporalis medius gilt außerdem als eine Kernregion der Sprachverarbeitung und des semantischen Zugriff auf Satzebene (Bookheimer 2002, Chow et al. 2008, Rapp et al. 2004). Somit liegt nahe, dass die Schizotypie am wahrscheinlichsten mit einer Dysfunktion von sprachprozessierenden Regionen assoziiert ist. Das vorliegende Ergebnis der Hypoaktivierung beim Lesen ironischer Stimuli könnte daher sehr wahrscheinlich ein Korrelat des gestörten semantischen Zugriffs unter dem Einfluss der psychometrischen Schizotypie sein (Kimble et al. 2000, Niznikiewicz et al. 2004). Derartige Defizite bei Schizotypen wurden bereits innerhalb der Forschung mit event-related Potenzialen gezeigt: So fand die Arbeitsgruppe um Niznikiewicz Auffälligkeiten in der N400 Sequenz innerhalb eines Sprachparadigmas mit weiblichen Probandinnen, die an einer schizotypen Persönlichkeitsstörung litten. Aus ihren Resultaten schlossen sie, dass durch den Einfluss der Schizotypie ein Defizit im Bereich der semantischen Prozessierung entstehen kann.

Eine andere mögliche Theorie wäre, dass Menschen, mit stärkerer Schizotypie-Ausprägung eine „effektivere Funktion“ des mittleren Gyrus temporalis als ihre Mitmenschen besitzen und daher verhältnismäßig weniger Aktivierung „aufwenden“ müssen, um Ironie zu verstehen. Dies könnte zur hier vorliegenden Minderaktivierung im Vergleich zu weniger bzw. nicht schizotypen Probanden führen. Jedoch erscheint dieses Modell der erhöhten „Effektivität“ in Anbetracht zahlreicher anderer kognitiver Defizite wie beispielsweise einer merkwürdige Denk- oder Sprechweise oder dem Auftreten von Beziehungsideen (s.a. Kapitel 1.4.1) bei schizotypen Personen weniger wahrscheinlich.
Mittels fMRT können keine endgültigen Aussagen über die zugrunde liegenden Ursachen für die hier gefundene Minderaktivierung bei schizotypen Probandinnen gemacht werden. Sinnvoll wäre hierfür eine Untersuchung mittels „arterial spin labelling“ (= nicht-invasive Perfusionsbestimmung ohne Kontrastmittelgabe mittels Magnetresonanz-Tomographie) durchzuführen, um

den erhöhten oder erniedrigten Blutfluss im gesuchten Areal genauer zu quantifizieren.

Eine zweite wichtige Aktivierung ergab sich im linken Gyrus frontalis inferior (BA 47) (Tabelle 17, Abb.9) aus einer positiven Korrelation zwischen dem SPQ Gesamtscore und der Gehirnaktivierung während des Lesens ironischer Stimuli. Diese Gehirnregion spielt eine maßgebende Funktion beim Verstehen von nicht-wörtlicher Sprache und könnte Korrelat einer kompensatorischen Aktivierung für die oben genannte temporale Minderaktivierung sein.
Dies würde zu dem folgenden von Siever und Davis (Siever & Davis 2004) aufgestellten Modell passen: Sie postulieren eine Schlüsselrolle des lateralen präfrontalen Kortex (Gyrus frontalis inferior) und des Gyrus temporalis medius in der Pathophysiologie von Schizotypie und Schizophrenie. Nach ihrem Modell wird ein Defizit im medialen Temporallappen durch eine erhöhte Funktion im lateralen-präfronatalen Bereich kompensiert.
Dieser Kompenationsmechanismus gilt nur für die Schizotypie, nicht jedoch für die Schizophrenie, was sich in dem stärker ausgeprägten klinischen Erscheinungsbild schizophrener Patienten widerspiegelt. Die in der vorliegenden Studie festgestellte Mehraktivierung im linken inferioren Gyrus frontalis wäre mit diesem Modell gut vereinbar.
Außerdem fügt sich hier in ein Gesamtbild, dass ein höherer semantischer Schwierigkeitsgrad bei Aufgaben, die das Sprachverständnis testen, zu einer Mehraktivierung in diesem Gehirnbereich führt (Rapp et al. 2004, Bookheimer 2002, Zempleni et al. 2007).
Das oben beschriebene Aktivierungsmuster, bestehend aus den mittleren temporalen Gyri und dem linken Gyrus frontalis inferior ist eher typisch für ein Sprachperzeptions-Netzwerk. Es unterstützt daher die zahlreich vorliegenden Befunde einer (subklinischen) Störung des Sprachperzeptionsnetzwerks bei Schizotypie und somit auch dessen Bedeutung für die Pathophysiologie der Schizophrenie.

Eine auffällige Aktivierung in typischen Regionen der Theory of Mind-Prozessierung, wie beispielsweise dem medialen präfrontalen Kortex oder den inferioren Parietallappen, zeigte sich unter dem Einfluss der Schizotypie nicht.
Stattdessen ergab sich eine robuste Aktivierung beim Prozessing von wörtlichen Targetsätzen, nicht aber bei ironischen.
Trotzdem wäre eine Aktivierung im Theory of Mind-Bereich ebenfalls als Einklang mit unserer Studienhypothese zu denken gewesen, da diese für das Verstehen von Ironie erforderlich ist (Happe 1996, Colston & Gibbs 2002, Langdon et al. 2002, Blasko & Kazsmerski 2006).
Die fehlende Aktivierung in diesem Bereich könnte ein Effekt von zu geringer Fallzahl oder zu geringer Ausprägung der Schizotypie in unserer Stichprobe sein. Diese Sichtweise ist jedoch insgesamt weniger wahrscheinlich. Zudem ist das Vorhandensein eines TOM-Defizits bei Probandinnen mit psychometrischer Schizotypie umstritten.

4.3 Bezug der Ergebnisse zur Schizophrenie

Zahlreiche Studien der letzten Jahre zeigen, dass schizophrene Patienten ein eingeschränktes Ironieverständnis besitzen (Drury 1998, Herold et al. 2002, Langdon et al. 2002, Mitchley 1998, Hensler 2009). So untersuchte beispielsweise Hensler (Hensler 2009) 30 an Schizophrenie erkrankte Patienten und 20 Kontrollpersonen unter Verwendung eines nahezu identischen Paradigmas wie das in der vorliegenden Arbeit verwendete Verhaltensexperiment. In dieser Studie zeigten insbesondere schizophrene Patienten mit formalen Denkstörungen ein schlechteres Ironieverständnis als gesunde Probanden. Die dabei verwendeten Stimuli sind denjenigen in der vorliegenden Arbeit sehr ähnlich – wurden jedoch nicht nach Grammatik gematcht.
Im Gegensatz zu den meisten Studien zur Schizophrenie zeigte sich in unserem Verhaltensexperiment keine positive Korrelation zwischen Ausprägungsgrad der Schizotypie unserer Probanden und der Fehleranzahl. Es ist jedoch aufgrund des identischen Paradigmas und der ähnlichen Stimuli wie in der erwähnten Studie von Hensler sehr stark anzunehmen, dass

schizophrene Probanden in unserem Verhaltensexperiment ebenfalls ein schlechteres Ergebnis erreicht hätten als die gesunden Kontrollen.

Als Ursachen für ein eingeschränktes Ironieverständnis bei Schizophrenie werden in der Literatur verschiedene Gründe genannt: Das am häufigsten zitierte Problem ist ein Defizit auf dem Gebiet der Theory of Mind-Bildung bei den betroffenen Personen (Langdon et al. 2002, Langdon & Coltheart 1999). Dies klingt plausibel, da in vielen Studien bereits gezeigt wurde, dass für ein Verständnis ironischer Sprache ein Theory of Mind-Aufbau zwingend notwendig ist (Happé 1996, Colston & Gibbs 2002, Blasko & Kazmerksi 2006).
Alternativ zum Perspektivwechsel wird das Problem des Sprachperzeptionsdefizits als Ursache für ein eingeschränktes Ironieverständnis bei Schizophrenie häufig diskutiert (Champagne-Lavau et al. 2007, Rapp 2009).
Da in der vorliegenden Untersuchung schizotype, nicht jedoch schizophrene Probandinnen untersucht wurden, sind Schlussfolgerungen bezüglich der Pathophysiologie der Schizophrenie trotz zahlreicher Gemeinsamkeiten (s. Kapitel 1.6) beider Störungsbilder spekulativ. Dennoch spricht das hier gefundene Ergebnis eher für ein Sprachperzeptionsdefizit als für eine Störung im ToM-Bereich, denn sowohl der Gyrus frontalis inferior als auch der Gyrus temporalis medius sind wichtige Areale der Sprachperzeption. Zudem war das Ironiedefizit unter den Probanden im oben erwähnten Verhaltensexperiment von Hensler sehr viel stärker mit Sprachstörungen (genauer: formalen Denkstörungen) assoziiert als mit Defiziten des Theory of Mind-Bereiches. Beide Bereiche wurden dabei mit ähnlichen Methoden erfasst wie in der vorliegenden Studie.
Für ein Defizit im Bereicht der Sprachregionen spricht außerdem, dass die in der aktuellen Studie aktivierten Regionen bei schizophrenen Patienten sowohl morphologisch als auch funktionell als auffällig gelten. So zeigten Hazlett (Hazlett et al. 2008) und Shenton (Shenton et al. 2001) bei schizophrenen Patienten ein strukturelles Defizit im Gyrus temporalis medius. Auch vorliegende fMRT-Untersuchungen zur Sprache bei Schizophrenie sind in

derselben Region auffällig (Rapp et al. 2006, Weinstein et al. 2006, Weinstein et al. 2007).

Um Unterschiede in der Gehirnaktivierung zwischen Schizotypie und Schizophrenie sicher beurteilen zu können, sollten in einer Studie schizophrene Patienten durch dasselbe Paradigma wie das hier benutzte, untersucht werden. Die Hypothese für ein daraus folgendes Ergebnis ist, dass schizophrene Patienten – im Gegensatz zu den hier untersuchten schizotypen Probanden zwar ebenfalls eine Minderaktivität im Temporallappen, jedoch ein abgeschwächtes BOLD-Signal im linken Gyrus frontalis inferior aufweisen könnten. Eine solche Hypoaktivierung bei schizophrenen Patienten zeigte sich bereits in zahlreichen fMRT-Studien zur Schizophrenie (Kircher et al. 2007, Siever & Davis 2004).

4.4 Kritische Evaluierung der Studie

Eine mögliche Schwäche der vorgelegten Studie liegt in der relativ geringen Probandenanzahl von 15 Personen. Andererseits zeigten bereits zahlreiche andere fMRT-Untersuchungen anhand einer vergleichbaren oder sogar niedrigeren Probandenzahl, dass sich stabile Effekte durch Persönlichkeitseigenschaften nachweisen lassen (Amin et al. 2004, Eugène et al. 2003, Kumari et al. 2004, Canli 2004, Rapp et al. 2008a).

Eine weitere mögliche Schwäche liegt darin, dass die fMRT-Untersuchung selbst nur ein passives Lesen der Stimuli erforderte und daher nicht gemessen werden konnte, inwieweit die Probandinnen die Textvignetten richtig interpretierten. Dies geschah zur Minimierung von unerwünschten Effekten der Aufgabenstellung auf die Gehirnaktivierung (Rapp et al 2007, Bookheimer 2002).

Jedoch wurde das Verhaltensexperiment direkt nach der Messung im fMRT durchgeführt und ergab eine sehr geringe Fehlerzahl bzgl. der Interpretation der Stimuli. Zudem wurde während des Experiments im Kernspintomographen eine Aufmerksamkeitsaufgabe durchgeführt, bei der die Probandinnen eine sehr gute Reaktionsleistung zeigten. Dennoch sollte der Einfluss, welchen die Art der Aufgabenstellung auf die BOLD-Response hat, in einer Folgestudie systematisch evaluiert werden.

Eine weitere Einschränkung dieser Studie ist, dass Probandinnen aus der Allgemeinbevölkerung mit mäßiger Schizotypie-Ausprägung untersucht wurden. Möglicherweise könnten Probandinnen mit klinisch schwerer ausgeprägter Schizotypie nicht nur im Verhaltenexperiment schlechter abschneiden, sondern auch eine abweichende BOLD-Response aufweisen. Weitere Studien sollten zeigen, ob bei Menschen mit dem klinischen Schweregrad einer schizotypen Persönlichkeitsstörung ein stärker ausgeprägtes Defizit vorliegt. Dennoch zeigte das Persönlichkeitsmerkmal Schizotypie unter den Versuchspersonen eine gute Verteilungskurve, wenngleich es zum oberen Pol noch eine stärkere Ausprägung hätte aufweisen können. Außerdem entsprechen der mittlere Ausprägungsgrad des SPQ-Gesamtscores sowie die Streuungsbreite der einzigen weiteren Untersuchung zum Ironieverständnis bei schizotypen Probanden (Langdon & Colthart 2004).

Eine stabile Korrelation zwischen biologischen Merkmalen und psychometrischer Schizotypie fanden sich bereits in zahlreichen weiteren Untersuchungen (Claridge & Broks 1984, Moritz et al. 1998, Mohr et al. 2005, Morgan et al. 2006, Liouta et al. 2008, Somers et al. 2009).

Um den Einfluss von Geschlechtsunterschieden zu minimieren, wurden ausschließlich Frauen in die Studie einbezogen. Dies ist deshalb von Bedeutung, da vorherige Studien so genannte „gender- Effekte“ bei Schizotypie zeigten (Miettunen & Jääskeläinen 2008). Die vorliegende Studie kann jedoch keine Erkenntnisse zum Geschlechterunterschied des Ironieverständnisses beitragen. Bisherige Verhaltensstudien zum Ironieverständnis bei Schizotypen (Langdon & Coltheart 2004) und Schizophrenen (Langdon et al. 2002) berücksichtigten diese ebenfalls nicht.

Eine mögliche Fehlerquelle bei fMRT-Studien mit weiblichen Probandinnen sind Einflüsse des weiblichen Zyklus auf die BOLD-Response (Amin et al. 2006, Fernandez et al. 2003, Goldstein et al. 2005, Protopopescu et al. 2005). Als alleinige Erklärung für das hier gefundene Ergebnis ist diese Einflussvariable jedoch unwahrscheinlich, da nahezu alle Probandinnen in der ersten Hälfte des weiblichen Zyklus untersucht worden sind.

4.5 Schlussfolgerung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung gelang es, sowohl Gehirnareale darzustellen, die spezifisch am Verständnis von ironischen Stimuli beteiligt sind, als auch den Einfluss des Persönlichkeitsmerkmals Schizotypie auf die BOLD-Response stabil zu demonstrieren.

Ironische Stimuli aktivieren am stärksten den medialen präfrontalen Kortex der linken Hemisphäre sowie den linken Lobulus parietalis inferior. Somit scheinen diese Areale eine bedeutende Rolle beim Verständnis von Ironie zu spielen. Aus früheren Studien ist eine Beteiligung dieser Gehirnregionen am Verständnis von Ironie bereits bekannt. Allerdings wurde in der vorliegenden Studie erstmals eine solche Beteiligung in direktem Differenzkontrast anhand von Stimuli gezeigt, welche nach zahlreichen linguistischen Variablen angepasst worden sind.

Funktionell gesehen entsprechen diese beiden Areale Bereichen, die zum Aufbau einer Theory of Mind notwenig sind, welcher zum Verstehen von ironischen Ausdrücken essenziell ist (Happé 1996).

Für eine Assoziation zwischen diesen Gehirnregionen und schizotypen Persönlichkeitszügen fand sich jedoch während des Ironieverständnisprozesses kein Hinweis.

Der gefundene robuste Zusammenhang zwischen schizotypen Persönlichkeitsmerkmalen und BOLD-Response im Rahmen des Ironieverständnis steht im Einklang mit zahlreichen fMRT-Untersuchungen, die in letzter Zeit einen ebenso robusten Zusammenhang zwischen anderen psychometrisch erfassten Persönlichkeitsmerkmalen und der fMRT-BOLD-Response nachgewiesen haben. In der vorgelegten Studie konnte dies jedoch zum ersten Mal anhand des Merkmals Schizotypie demonstriert werden.

Es zeigte sich dabei eine negative Korrelation für das Persönlichkeitsmerkmal Schizotypie und die BOLD-response im Gyrus temporalis medius, beidseits. Diese geht hauptsächlich auf den kognitiv-perzeptuellen Faktor des SPQ zurück. Eine positive Korrelation ergab sich für den linken Gyrus frontalis inferior (Abb. 9, Tab. 17). Diese Regionen stellen Schlüsselfunktionen unseres Sprachverständnisses dar.

Das Aktivierungsdefizit des Gyrus temporalis medius, beidseits (negative Korrelation) unter dem Einfluss der Schizotypie wird durch eine möglicherweise kompensatorische Funktion des linken Gyrus frontalis inferior ausgeglichen (positive Korrelation). Bisher belegen bereits zahlreiche Studien, die anhand von Probanden mit Schizotypie durchgeführt wurden, ein strukturell morphologisches Defizit im mittleren Temporallappen (Koo et al. 2006, Hazlett et al. 2008). Die Arbeitsgruppe um Sievers und Davis (Siever und Davis 2004) postuliert auf der Basis von strukturell-hirnmorphologischen Studien, dass schizotype Probanden ein Defizit der Temporallappen durch den linkshemisphärischen inferioren frontalen Kortex kompensieren.
Dieses Ergebnis wird nun hiermit erstmalig durch funktionell-hirnbildgebende Daten anhand eines Sprachparadigmas bestätigt.
In vielen früheren bildgebenden Studien (Eviatar & Just 2006, Wakusawa et al. 2007, Wang et al. 2006) sowie Läsionsstudien (Giora et al. 2000, Winner et al. 1998, Zaidel et al. 2002, Channon et al. 2007, Shamay-Tsoory & Aharon-Peretz 2007a, Shamay-Tsoory et al. 2005a+b, Shamay et al. 2002) mit nicht-klinischen, schizotypen Probanden fand sich eine Beteiligung beider Hirnhemisphären am Verständnis von Ironie. Für die nicht-klinische Ausprägung des Merkmals Schizotypie besteht also insgesamt eine gute Datenlage dafür, dass beide Hemisphären am Ironieverständnis beteiligt sind. Es wäre jedoch empfehlenswert, in diesem Zusammenhang weitere bildgebende Studien zum zeitlichen Verlauf der Aktivierung durchzuführen.
Auch ist bisher ungeklärt, ob ein Defizit des Ironieverständnisses bei psychiatrischen Populationen, d.h. Schizotypie im Sinne einer Persönlichkeitsstörung oder bei Schizophrenie, auch auf ein bihemsphärisches Defizit zurückzuführen ist. Dies könnte durch eine fMRT-Untersuchung an einer solchen Population mittels identischem Paradigma geklärt werden.

Aus den in dieser Arbeit vorgestellten Ergebnissen und den Vergleichen mit anderen wissenschaftlichen Arbeiten lässt sich als zusammenfassendes Ergebnis dieser Studie schließen, dass für das Verstehen von Ironie zwar grundsätzlich eine Theory of Mind-Bildung notwendig ist, unter dem

Einflussfaktor der psychometrischen Schizotypie das Defizit jedoch eher auf der Ebene des Sprachverständnisses liegt.

Möglicherweise kann die im Rahmen der Schizotypie gefundene Minderaktivierung (negative Korrelation) in den Temporallappen durch eine Hyperaktivierung des Gyrus frontalis inferioris links (positive Korrelation) kompensiert werden. Dies würde erklären, warum die Probandinnen im Verhaltensexperiment eine sehr geringe Fehlerzahl aufwiesen und stimmt mit dem von Siever und Davis aufgestellten Modell überein.

Es kann außerdem postuliert werden, dass dieser Kompensationsmechanismus bei Schizophrenie nicht weiter aufrechterhalten werden kann und sich in einem ausgeprägteren klinischen Bild äußert.

Weitere Studien sollten insbesondere klären, ob sich dieses Ergebnis auch mit anderen sprachlichen Stimuli und bei Probandinnen mit schwerer ausgeprägter Schizotypie replizieren lässt.

Wichtig ist auch, den Bezug zu schizophrenen Psychosen näher zu untersuchen. Es kann jedoch aufgrund der erzielten Ergebnisse, dem gut belegten Wissen um ein klinisches Defizit beim Ironieverständnis und der Kenntnis um eine strukturelle Veränderung in linken inferioren frontalen Gehirnarealen davon ausgegangen werden, dass die Einschränkungen unter Schizophrenie ihren Ursprung im linken präfrontalen Kortex haben könnten.

Um diese Hypothese zu verifizieren, können beispielsweise schizophrene Patienten anhand des in dieser Arbeit etablierten Paradigma untersucht werden. Diese Arbeiten sollten insbesondere auch Geschlechtsunterschiede berücksichtigen sowie den Einfluss der Schizotypie bei klinischen Populationen erfassen.

5 Zusammenfassung

Ein eingeschränktes Vermögen schizophrener Patienten, ironische Sprache zu verstehen, wurde bereits anhand mehrerer aktueller Studien gezeigt. Auch bei Menschen mit stark ausgeprägten schizotypen Persönlichkeitszügen wird diese Schwäche vermutet.

Die Ursache des Defizits bei Schizophrenen wird zumeist im Bereich einer gestörten Theory of Mind gesehen. Jedoch ist die dabei zugrunde liegende Pathophysiologie und Neurobiologie weitestgehend unbekannt. Außerdem sprechen neuere Forschungsergebnisse in diesem Zusammenhang von einer möglichen Rolle im Bereich der Sprachverständnis-Defizite.

Für das Experiment dieser Studie durchliefen fünfzehn weibliche rechthändige Versuchspersonen im Alter von 20 bis 53 Jahren eine Persönlichkeitstestung, das funktionelle Kernspinparadigma, diverse neuropsychologische Tests sowie ein Offline-Verhaltensexperiment zur Ironie. Die Probandinnen wurden mittels öffentlicher Aushänge für die Untersuchung gewonnen und unterschieden sich in der Ausprägung des Persönlichkeitsmerkmals Schizotypie. Dies wurde anhand des Schizotypal Personality Questionnaire (SPQ) gemessen. Eine psychiatrische Erkrankung in der Gegenwart oder Vergangenheit gehörte zu den Studienausschlusskriterien.

Während der funktionell-kernspintomographischen Messung hatten die Versuchsteilnehmerinnen 44 Textvignetten, die entweder in einer ironischen oder einer wörtlichen Grundaussage endeten, leise zu lesen. Eine Aufmerksamkeitsaufgabe stellte die Konzentration der Teilnehmerinnen auf die Aufgabenstellung sicher. Zur Bildgebung wurde ein drei-Tesla-Scanner von Siemens verwendet. Um den Einfluss der Schizotypie auf die Gehirnaktivierung während des Lesens der ironischen und wörtlichen Stimuli zu untersuchen, wurde eine SPM5 Regressionsanalyse verwendet. Dabei wurden das Ergebnis des SPQ total sowie die Subkategorien kognitiv-perzeptueller und interpersoneller Faktor (Klein 1997) als Regressoren verwendet.

Es zeigte sich dabei eine negative Korrelation für das Persönlichkeitsmerkmal Schizotypie und die BOLD-response im Gyrus temporalis medius, beidseits

(Brodmann Areal 21). Diese geht hauptsächlich auf den kognitiv-perzeptuellen Faktor des SPQ zurück. Eine positive Korrelation ergab sich für den linken Gyrus frontalis inferior (Brodmann Areal 47) (Abb. 9, Tab. 17). Diese Regionen stellen Schlüsselfunktionen unsers Sprachverständnisses dar und sind auch am Verständnis anderer Arten nicht-wörtlicher Sprache beteiligt.

Das Aktivierungsdefizit des Gyrus temporalis medius, beidseits (Brodmann Areal 21) (negative Korrelation) unter dem Einfluss der Schizotypie, wird durch eine möglicherweise kompensatorische, links präfrontale Gehirnfunktion ausgeglichen (Brodmann Areal 8) (positive Korrelation). Bisher belegen bereits zahlreiche Studien, die anhand von Probanden mit Schizotypie durchgeführt wurden, ein strukturell morphologisches Defizit im Gyrus temporalis medius (Koo et al. 2006, Hazlett et al. 2008). Die Arbeitsgruppe um Sievers und Davis (Siever und Davis 2004) postuliert auf der Basis von strukturell-hirnmorphologischen Studien, dass schizotype Probanden ein Defizit der Temporallappen durch den linkshemisphärischen präfrontalen Kortex kompensieren.

Dieses Ergebnis wird nun hiermit erstmalig durch funktionell-hirnbildgebende Daten anhand eines Sprachparadigmas bestätigt.

Der dabei gefundene robuste Zusammenhang zwischen schizotypen Persönlichkeitsmerkmalen und BOLD-Response im Rahmen des Ironieverständnisses steht im Einklang mit zahlreichen fMRT-Untersuchungen, die in letzter Zeit einen ebenso robusten Zusammenhang zwischen anderen psychometrisch erfassten Persönlichkeitsmerkmalen und der fMRT-BOLD-Response nachgewiesen haben.

Es ergab sich kein Einfluss des Persönlichkeitsmerkmals Schizotypie auf die im Offline-Experiment (Verhaltensexperiment) gemessenen Verhaltensdaten; auch die Fehleranzahl blieb unter allen Teilnehmerinnen sehr gering.

Für den Unterschied während des Lesens zwischen ironischen und wörtlichen Stimuli unabhängig von Persönlichkeitsvariablen ergeben sich Aktivierungen im linken medialen präfrontalen Kortex (Brodmann Areal 8) sowie im linken inferioren parietalen Lobulus (Brodmann Areal 40). Funktionell gesehen

entsprechen diese beiden Areale Bereichen, die zum Aufbau einer Theory of Mind notwenig sind. Diese ist zum Verstehen von ironischen Ausdrücken essenziell (Happé 1996). Für eine Assoziation zwischen diesen Gehirnregionen und schizotypen Persönlichkeitszügen fand sich während des Ironieverständnisprozesses kein Hinweis. In der vorliegenden Studie wurde jedoch erstmalig ein direkter Differenzkontrast für nach grammatischen Eigenschaften hinreichend gematchte ironische und wörtliche Stimuli berechnet.

Aus den in dieser Arbeit vorgestellten Ergebnissen und den Vergleichen mit anderen wissenschaftlichen Arbeiten lässt sich als zusammenfassendes Ergebnis schließen, dass für das Verstehen von Ironie zwar grundsätzlich eine Theory of Mind-Bildung notwendig ist, unter dem Einflussfaktor der psychometrischen Schizotypie das Defizit jedoch eher auf der Ebene des Sprachverständnisses liegt.

Möglicherweise kann die im Rahmen der Schizotypie gefunde Minderaktivierung (negative Korrelation) in den Temporallappen durch eine Hyperaktivierung des linken Gyrus frontalis inferior (positive Korrelation) kompensiert werden. Dies würde erklären, warum die Probandinnen im Verhaltensexperiment eine sehr geringe Fehlerzahl aufwiesen und stimmt mit anderen Studienergebnissen überein.

Es könnte außerdem postuliert werden, dass dieser Kompensationsmechanismus bei der Krankheit der Schizophrenie nicht weiter aufrechterhalten werden kann und sich in einem ausgeprägteren klinischen Bild äußert.

Im Rahmen weiterer Studien gilt es insbesondere zu klären, ob sich dieses Ergebnis auch mit anderen sprachlichen Stimuli und bei Probandinnen mit schwerer ausgeprägter Schizotypie replizieren lässt.

Wichtig scheint in diesem Kontext auch, den Bezug zu schizophrenen Psychosen näher zu untersuchen. Es kann jedoch aufgrund der erzielten Ergebnisse, dem gut belegten Wissen um ein klinisches Defizit beim Ironieverständnis und der Kenntnis um eine strukturelle Veränderung in linken

präfrontalen Gehirnarealen davon ausgegangen werden, dass die Einschränkungen unter Schizophrenie ihren Ursprung im linken präfrontalen Kortex haben.

Sinnvoll wären außerdem Untersuchungen zum Einfluss des Persönlichkeitsmerkmals Schizotypie auf die Gehirnaktivierung bei klinischen Populationen.

6 Anhang

6.1 Gesamtübersicht aller verwendeten Stimuli

Wörtliche Stimuli:

Almut hat stundenlang gekocht. Die Kinder stürzen sich auf das Essen.
Sie sagt: "Verbrennt euch nicht die Zunge.“

Inge liebt rote Tulpen. Ihr Mann schenkt ihr einen großen Strauß Tulpen.
Inge sagt: "Wie schön, du kennst mich so gut."

Felix trainiert mit Niko Kugelstoßen. Niko gewinnt danach seinen Wettkampf.
Niko sagt: "Danke, du warst mir eine große Hilfe."

Susanne passiert etwas Peinliches. Diana erzählt niemandem etwas davon.
Susanne sagt: "Vielen Dank für deine Verschwiegenheit."

Janek braucht dringend Geld. Markus hilft ihm gerne.
Janek sagt: "Schön dass ich mich auf dich verlassen kann."

Lena schlägt sich den Kopf an. Kathrin tröstet sie.
Sie sagt: "Danke, du bist so lieb zu mir."

Eine alte Dame stürzt auf der Straße. Hans hilft ihr freundlich auf.
Die alte Dame sagt: "Die heutige Jungend ist ja so gut erzogen.“

Sarah hilft Kerstin beim Backen. Die Kuchen schmecken alle prima.
Kerstin sagt: "Eine bessere Hilfe hätte ich nicht kriegen können."

Herr Meier arbeitet von früh bis spät. Er ist müde.
Ein Kollege sagt: "Überarbeite dich nicht."

Peter zeigt Vater das Zeugnis. Sein Vater ist sehr stolz.
Vater sagt: "Das ist eine tolle Leistung."

Peggy geht zu ihrem Stammfriseur. Danach sieht sie toll aus.
Sie sagt: "Danke, für den wundervollen Haarschnitt."

Paul hat sehr lange vor der Ausstellung gewartet. Die Bilder faszinieren ihn.
Paul sagt: "Das Warten hat sich gelohnt."

Katja liebt Spaghetti. Ihre Mutter hat ihr viele Spaghetti gekocht.
Katja sagt: "Oh toll, mein Lieblingsessen."

Georg geht zu einer Party. Dort sind sehr viele Leute.
Er sagt: "Hier ist ja richtig viel los."

Der Bankräuber ist wütend. Er schreit und tobt. Die Geisel zittert.
Sie sagt: "Ich habe solche Angst."

Hanna liebt den Winter sehr. Heute macht sie einen Winterspaziergang.
Sie sagt: "Was für ein schöner Tag."

Andi und Maren ziehen zusammen. Andi putzt jedes Wochenende.
Maren sagt: "Du bist aber fleißig."

Anna und Stefan sind verliebt. Anna erfährt, dass sie schwanger ist.
Anna sagt: "Eine schönere Nachricht gibt es gar nicht."

Tobias und Michaela wollen baden gehen. Gleich morgens scheint die Sonne.
Tobias sagt: "Was für ein traumhaftes Wetter."

Uwes Mutter arbeitet im Garten. Uwe gießt freiwillig die Blumen.
Mutter sagt: "Danke für deine Mithilfe."

Ulrike hat einen wichtigen Termin. Auf der Fahrt kommt sie zügig voran.
Sie sagt: “Ich komme ja wunderbar voran."

Paula fährt sehr gerne Zug. Ihr Vater organisiert gerade eine Zugfahrt.
Paula sagt: "Das wird meine Traumreise."

Ironische Stimuli:

Petra hat stundenlang gekocht. Doch ihre Familie stochert nur im Essen.
Sie sagt: "Verbrennt euch nicht die Zunge."

Heike mag kein Parfum. Ihr Mann kauft ihr eine teure Flasche Parfum.
Heike sagt: "Wie schön, du kennst mich so gut."

Josef übt mit Heinz Mathe. Heinz schreibt danach eine sechs.
Heinz sagt: "Danke du warst mir eine große Hilfe."

Tina erzählt Jenny ein Geheimnis. Bald wissen alle Bescheid.
Tina sagt: "Vielen Dank für deine Verschwiegenheit."

Sven braucht dringend Zigaretten. Paul raucht alle alleine.
Sven sagt: "Schön dass ich mich auf dich verlassen kann."

Maike schlägt sich den Kopf an. Benni lacht schallend.
Sie sagt: "Danke, du bist so lieb zu mir.“

Eine alte Dame muss im Bus stehen. Niemand bietet ihr einen Platz an.
Die alte Dame sagt: "Die heutige Jungend ist ja so gut erzogen."

Svenja hilft Simone beim Tischdecken. Svenja lässt alle Gläser fallen.
Simone sagt: "Eine bessere Hilfe hätte ich nicht kriegen können."

Frau Müller kommt zu spät zur Arbeit. Dort lackiert sie ihre Nägel.
Ein Kollege sagt: "Überarbeite dich nicht."

Timo zeigt Vater das Zeugnis. Sein Vater ist ziemlich schockiert.
Vater sagt: "Das ist eine tolle Leistung."

Claudia geht zu einem neuen Friseur. Danach sieht sie schrecklich aus.
Sie sagt: "Danke für den wundervollen Haarschnitt."

Henry hat sehr lange vor dem Kino gewartet. Der Film langweilt ihn.
Henry sagt: "Das Warten hat sich gelohnt."

Petra hasst Fisch. Ihre Mutter hat Wildlachs für sie gemacht.
Petra sagt: "Oh toll, mein Lieblingsessen."

Daniel geht zum Ausverkauf. Dort sind sehr wenige Leute.
Er sagt: "Hier ist ja richtig viel los."

Das Kleinkind ist wütend. Es schreit und tobt. Die Mutter lacht.
Sie sagt: "Ich habe solche Angst."

Stefanie hasst den Winter sehr. Heute stürmt und schneit es.
Sie sagt: "Was für ein schöner Tag."

Barbara und Doro wohnen zusammen. Doro macht nie ihren Putzdienst.
Barbara sagt: "Du bist aber fleißig."

Angelika ist in Ben verliebt. Ben verlobt sich mit Simone.
Angelika sagt: "Eine schönere Nachricht gibt es gar nicht."

Thomas und Marie wollen heiraten. Am Hochzeitsmorgen regnet es in Strömen.
Thomas sagt: "Was für ein traumhaftes Wetter."

Michaels Mutter arbeitet im Garten. Er liegt währenddessen in der Sonne.
Mutter sagt: "Danke für deine Mithilfe."

Daniela hat einen wichtigen Termin. Auf der Fahrt gerät sie in einen Stau.
Sie sagt: "Ich komme ja wunderbar voran."

Nina wandert sehr ungern. Ihr Vater plant gerade einen Wanderurlaub.
Nina sagt: "Das wird meine Traumreise."

Sinnlose Stimuli:

Christine liebt Pizza. Die Pizzeria ist geschlossen.
Christine sagt: "Der Strand ist ein Schneemann."

Volker liebt Helga sehr. Heute macht er einen Heiratsantrag.
Er sagt: "Was für ein morsches Salz."

Simon und Martin reisen zusammen. Martin kümmert sich um alles.
Simon sagt: "Die Verschwiegenheit ist so jugendlich."

Klaus zeigt Heike sein Auto. Petra ist sehr neidisch.
Heike sagt: "Das Klavier ist eine Tomate."

Rita hilft Tom beim Streichen. Rita wirft dabei den Farbeimer um.
Tom sagt: "Verbrenn dir nicht das Wetter."

Paula ist schwanger. Jens freut sich.
Jens sagt: "Das Nilpferd ist reaktorsicher."

Reiner hat lange an der Achterbahn gewartet. Die Fahrt begeistert ihn.
Er sagt: "Das Wetter hat eine tolle Zunge."

Anne braucht dringend einen Rat. Ihre Freundin kommt sofort vorbei.
Anne sagt: "Der Haarschnitt ist mein Lieblingsessen."

Ina erzählt Franz eine Geschichte. Franz lacht schallend.
Er sagt: "Dortmund ist eine Erbsensuppe."

Brigitte schreibt für Anja eine Ansprache. Anja wir danach von allen gelobt.
Anja sagt: "Die Traumreise ist so fleißig."

6.2 Übersichtstabelle vorliegender fMRT-Studien zur Ironie

Tabelle 19: Übersicht aller Studien, die funktionelle Neuroanatomie ironischer Sprache untersucht haben, in alphabetischer Reihenfolge. Legende am Tabellenende

Studie	Methode	Anzahl und Eigenschaften der Probanden	Stimulus-Material	Task	Rechte Hemisphäre am Ironie Verstehen beteiligt?	Hauptergebnis	Direkter vergleich zwischen iron. & wörtl. Stimuli	Kommentar
Channon & Crawford 2000	Läsion	· 60 HC · 6 LBD ant. · 13 RBD ant. · 4 LBD post. · 8 RHD post.	12 Text-Vignetten, · Sarkastische · Notlügen · Missverständnis · Täuschung	Fragen zu Text, die ToM erfordern, beantworten	-	LBD ant.: Eingeschränkt im Ironie-Verstehen	X	Einzelne Stimulitypen wurden nicht getrennt analysiert
Channon et al. 2007	Läsion	· 26 HC · 23 front.Läsionen: · 9 LBD front. · 11 RBD front. · 3 front., bilat. · 22 post. Läsionen: · 16 RBD · 6 LBD	24 Text-Vignetten: · 6x direkter Sarkasmus, · 6x indirekter Sarkasmus	Fragen zum generellen Textverständnis& multiple choice aus 4 Antworten	X	frontal geschädigte Patienten erkennen Sarkasmus schlechter	X	Post. Läsionspatienten sind nicht eingeschränkt im Ironieverstehen

Eviatar & Just 2006	· fMRI · ROI	· 16 gesunde Probanden	3 x 9 Text-Vignetten: · 9 ironische	Verständnis-Aufgabe, dichotome Antwortskala, per Tastendruck	**X**	Ironische Bedingung aktiviert mittleren und oberen Gyrus temporalis rechts	**-**	· überhaupt kein direkter Vergleich zwischen einzelnen Bedingungen. · Ausschließlich ROI Analyse
Giora et al. 2000	Läsion	· 21 HC · 31 LHD · 27 RHD	6 Text-Vignetten, akustisch präsentiert	Multiple choice: · sarkastisch · ernst · Lüge · Fehler	**X**	Beide Hemisphären an Sarkasmus-Verstehen beteiligt	**-**	
Kaplan et al. 1990	Läsion	· 12 HC, · 12 RHD	48 Text-Vignetten: · 6 sarkastische	Multiple choice: · sarkastisch · Wahrheit · Lüge · Witz · Fehler	**-**	Kein Anhalt für spezifisches rechts-hemisphärisches Defizit beim Sarkasmus-Verstehen	**X**	Wenig sarkastische Stimuli
McDonald & Pearce 1996	Läsion	· 22 HC · 10 Frontallappen-läsionen	2 X 6 Text-Vignetten: · 6 ironische	Fragen zum generellen Textverständnis & solche, die ToM erfordern	**-**	Frontallappen-Läsionen: Schlechteres Ergebnis	**X**	Läsionen sind nicht bzgl. der hemisphärischen Lokalisation aufgelistet

McDonald et al. 2003	Trauma	· 283 HC · 12 Trauma	Video-Vignetten	Fragen zum generellen Textverständnis & solche, die ToM erfordern	X	Trauma-Probanden schlechter im Ergebnis	X	Große gesunde Probanden-gruppe
Shamay et al. 2002	Läsion	· 14 HC · 18 präfrontal · 8 links (1 medial), · 10 rechts · 14 posterior · 7 links, 7 rechts	16 Text-Vignetten, akustisch präsentiert: · 8 ironische	Fragen zum generellen Textverständnis & solche, die ToM erfordern	X	Präfrontale Läsionen: Ironie-Verständnis stärker eingeschränkt	X	Kein Unterschied zwischen RH und LH Läsionen
Shamay Tsoory et al. 2005b	Läsion	· 13 HC · 26 präfrontal · 13 posterior	16 Text-Vignetten: · 8 ironische	Fragen zum generellen Textverständnis & solche, die ToM erfordern	X	Bei präfrontalen Läsionen v. a. rechts ventromedial vermindertes Verstehen von Ironie	X	
Shamay Tsoory et al. 2005a	Läsion	· 17 HC · 25 präfrontal · 16 posterior	16 Text-Vignetten: davon · 8 ironische	Dichotome Antwort-möglichkeit auf Verständnisfrage zu Textvignette	X	Bei präfrontalen Läsionen v. a. rechts ventromedial vermindertes Verstehen von Ironie	X	

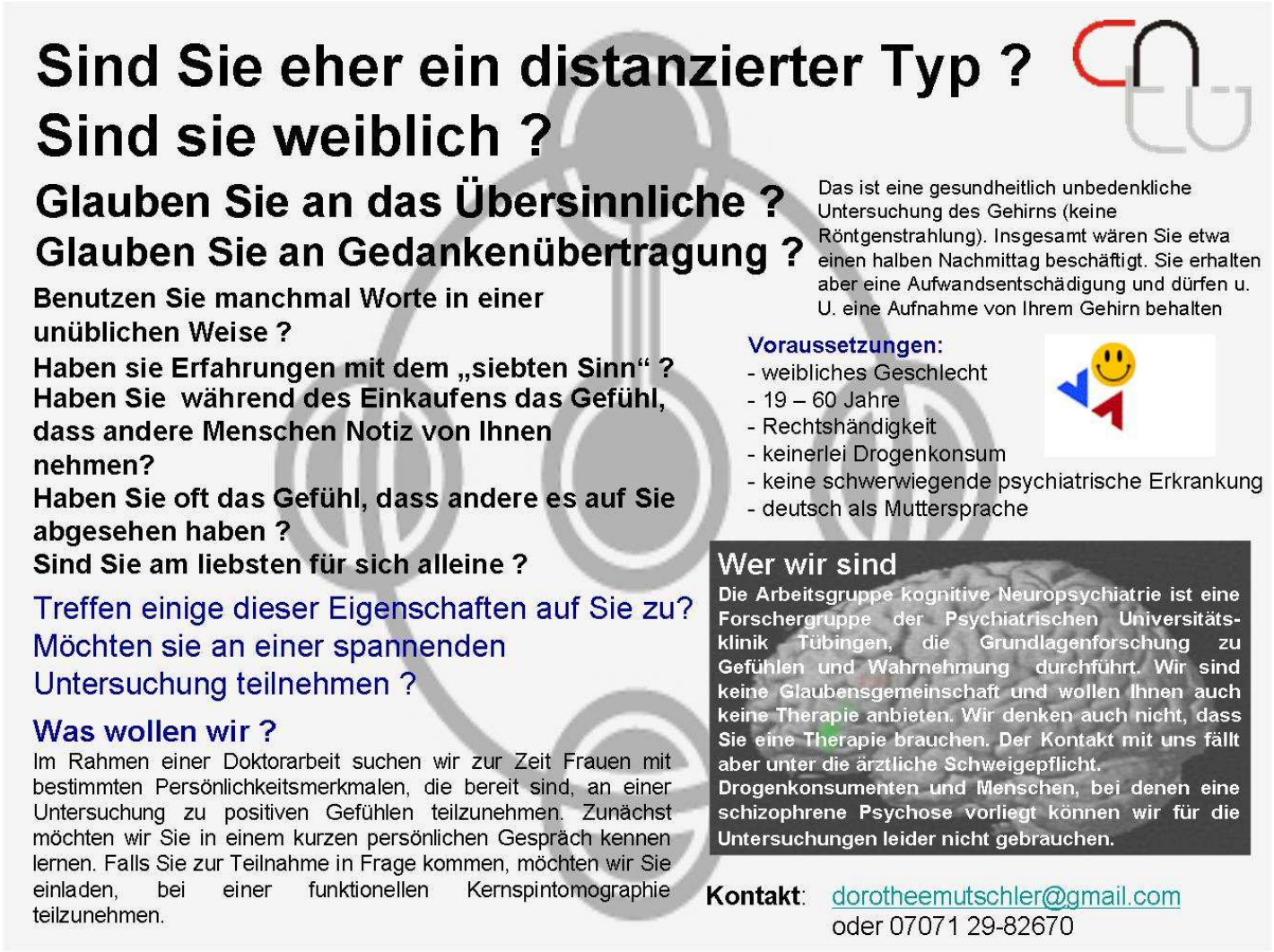
Shamay Tsoory et al. 2006	Läsion	· 18 HC · 32 präfrontal · 10 LH, 15 RH, · 7 bilateral · 12 posterior · 8 LHD · 4 RHD	30 Text-Vignetten: · 8 ironische · 4 kognitive Ironie · 4 affektive Ironie	Fragen zum generellen Textverständnis & solche, die ToM erfordern		Bei ventromedialen Läsionen signifikant schlechteres Verständnis affektiver Ironie	-	
Shamay Tsoory & Aharon Peretz 2007a	Läsion	· 44 HC · 33 PFC (VM+DLC) · 10 LH · 17 RH · 6 bilateral · 17 PC · 11 LH · 6 RH	8 Text-Vignetten : · 4 kognitive Ironie, · 4 affektive Ironie	Fragen zum generellen Textverständnis & solche, die ToM erfordern	-	Ventromediale Läsionen: Stärkere Einschränkung bei affektiven Stimuli. Dorsolaterale Läsionen : Kognitive Einschränkung	X	
Uchiyama et al. 2006	· fMRI · whole brain analysis	· 20 gesunde Studenten	40 Text-Vignetten: · 10 sarkastische	Knopfdruck: · ironisch · nicht ironisch	-	Fronto-temporales Netzwerk, links (Temporalpol li, medialer präfrontaler Kortex) in Ironie-Verstehen involviert	-	· Stimuli in japanischer Sprache · nicht nach Grammatik gematcht · kein dir. Vergleich zw. Bedingungen

Wakusawa et al. 2007	· fMRI · whole brain analysis · ROI	· 38 gesunde Probanden	4 x 14 Comic-situationen inkl. Sprechblasen: · 14 ironische	Knopfdruck: · Macht Text in Zushg. mit Bildern überhaupt Sinn? · Ist Text wörtlich zu verstehen?	**X** (tempora)l	Medialer orbitofrontaler Kortex & Temporalpol rechts am Ironie-Verstehen beteiligt. MPFC, li aktiviert, wenn Situational über literal	**X**	· Stimuli in japanischer Sprache · nicht nach Grammatik gematcht
Wang et al. 2006	· fMRI · whole brain analysis	· 18 gesunde Kinder · 18 Kinder mit Asperger Syndrom	Kurze Szenarien	Knopfdruck: · ironisch · nicht ironisch	**X** (temporal)	Gyrus temporalis superior bds. & li. MPFC an Ironieverstehen beteiligt	**-**	Studie mit Asperger-Syndrom-Kindern, Stimulianzahl nicht angegeben
Winner et al. 1998	Läsion	· 20 HC · 13 RH	16 kurze Geschichten, akustisch präsentiert, mit bestimmten Statements am Ende: · 7 ironische · 8 Lügen	Multiple choice: · Witz · Lüge	**X**	RH -Defizite beim Unterscheiden zwischen ironischen Witzen und Lügen	**-**	Interpretation des Ergebnis als RH-ToM Defizit
Zaidel et al. 2002	Läsion	· 21 HC · 31 LHD · 27 RHD	6 Text-Vignetten, akustisch präsentiert	Multiple choice: · Sarkastisch · Wahrheit · Lüge	**X**	Beide Hemisphären an Sarkasmus-Verstehen beteiligt	**X**	Testbatterie mit weiteren „Comprehensive-Sprachtests“ an derselben Gruppe getestet.

HC= Healthy Controls, LBD= Left Brain Damaged, RBD= Right Brain Damaged, PFC=Präfrontaler Cortex, VM= Ventromedial, DLC= Dorsolateraler Cortex

6.3 Abbildung des Aushangs zur Studierekrutierung

Abbildung 10: Aushang zur Rekrutierung der Probandinnen



7 Literaturverzeichnis

Ackerman, B. P. (1981). Young children's understanding of a speaker's intentional use of a false utterance. Developmental Psychology, 17, 472 – 480.

Adler, LE., Pachtman, E., Franks, R. D., Pecevich, M., Waldo, M.C. and Freedman, R. (1982). Neurophysiological evidence for a defect in neuronal mechanisms involved in sensory gating in schizophrenia. Biological Psychiatry, 17, 639-654.

Ahrens K, Liu HL., Lee CY., Gong SP., Fang SY., Hsu YY. (2007). Functional MRI of conventional and anomalous metaphors in Mandarin Chinese. Brain Lang., 100(2), 163-71

Amin, Z., Constable, T., & Canli, T. (2004). Attentional bias for valenced stimuli as a function of personality in the dot-probe task. Journal of Research in Personality, 38, 15-23.

Amin, Z., Epperson, CN., Constable, RT. & Canli, T. (2006). Effects of estrogen variation on neural correlates of emotional response inhibition. Neuroimage, 32(1), 457-464.

Anaki, D., Faust, M. & Kravetz, S. (1998). Cerebral hemispheric asymmetries in processing lexical metaphors. Neuropsychologia, 36, 691–700.

Andreasen NC. (1979a). Scale for the Assessment of positive symptoms. University of Iowa.

Andreasen NC. (1979b). Scale for the assessment of negative symptoms. University of Iowa.

Andresen und Maß (2001). Schizotypie. Psychometrische Entwicklungen und biopsychologische Forschngsansätze. Hogrefe Verlag, Göttingen.

Annett, M. (1970). A classification of hand preference by association analysis. British Journal of Psychology, 61(3), 303-321.

Arzy, S., Mohr, C., Michel, C. M., & Blanke, O. (2007). Duration and not strength of activation in temporo-parietal cortex positively correlates with schizotypy. Neuroimage, 35(1), 326-333.

Baron-Cohen S., Leslie A.M., Frith U. (1986): Mechanical, behavioural and Intentional understanding of picture stories in autistic children.British Journal of Developmental Psychology, (4) 113-125.

Baron- Cohen S. (1995). "Mindblindness: An essay on Autism and Theory of Mind". MIT Press, Bradford, MA.

Baumgart F., Kaulisch T., Tempelmann C., Gaschler-Markefski B., Tegeler C., Schindler F., Stiller D. & Scheich H. (1998). Electrodynamic headphones and woofers for application in magnetic resonance scanners. *Medical Physics,* 25 (10), 2068-2070.

Bentall, R. P., Claridge, Cl. S. & Slade, P. D. (1989). The multidimensional nature of schizotypal traits: A factor analytic study with normal subjects. British Journal of Clinical Psychology, 28, 363-375.

Berman, KF., Schmidt, PJ., Rubinow, DR., Danaceau, MA., Van Horn,J D., Esposito, G., Ostrem J L. and Weinberger DR. (1997). Modulation of cognition-specific cortical activity by gonadal steroids: a positron-emission tomography study in women. Proc. Natl. Acad. Sci. 94, 8836– 8841.

Berlim M.T., Mattevi B.S., Belmonte-de-Abreu P., Crow T.J. (2003). The etiology of schizophrenia and the origin of language: overview of a theory. Compr.Psychiatry, (44) 7-14.

Blasko, DG. & Kazmerski, VA. (2006). Erp correlates of individual differences in the comprehension of nonliteral language. Metaphor and Symbol, 21(4), 267-284.

Bleuler E. (1911). Dementia praecox oder Gruppe der Schizophrenien. Leipzig und Wien, F. Deuticke.

Bleuler, E. (1920). Die Schizophrenien (dementia praecox). Lehrbuch der Psychiatrie, (3rd edition, pp. 278-331), Julius Springer Verlag, Berlin

Bloch, F. (1946) Nuclear induction. *Phys Rev,* (70) 460-474

Bookheimer, S. (2002). Functional mri of language: New approaches to understanding the cortical organization of semantic processing. Annual Review of Neuroscience, 25, 151-188.

Brownell, H., Griffin, R., Winner, E., Friedman, O., & Happé, F. (2000). Cerebral lateralization and theory of mind. In B.-C. S., T.-F. H. & C. D. (Eds.), Understanding other minds: Perspectives from developmental cognitive neuroscience (2nd ed., pp. 306-333). Oxford University Press, Oxford.

Brune, M. (2005). "Theory of mind" in schizophrenia: A review of the literature. Schizophrenia Bulletin, 31(1), 21-42.

Brunnhuber S., Frauenknecht S., Lieb K. (2005). „Intensivkurs Psychiatrie und Psychotherapie“, Urban & Fischer Verlag, München, Jena.

Buccino, G. & Amore, M. (2008). Mirror neurons and the understanding of behavioural symptoms in psychiatric disorders. Current opinion in psychiatry, 21(3), 281-5

Buchsbaum MS., Yang S., Hazlett E., Siegel BV. Jr, Germans M., Haznedar M., O' Flaithbheartaigh S., Wei T., Silverman J., Siever LJ. (1997) Ventricular volume and asymmetry in schizotypal personality disorder and schizophrenia assessed with magnetic resonance imaging. Schizophrenia Research, 27(1), 45-53.

Buchy, L., Woodward, TS. & Liotti, M. (2007). A cognitive bias against disconfirmatory evidence (bade) is associated with schizotypy. Schizophrenia Research, 90(1-3), 334-337.

Burgess, C., & Chiarello, C. (1996). Neurocognitive mechanisms underlying metaphor comprehension and other Wgurative language. Metaphor and symbolic activity.11, 67–84.

Cannon, M., Caspi, A., Moffitt, TE., Harrington, H., Taylor, A., Murray, RM. et al. (2002). Evidence for early-childhood, pan-developmental impairment specific to schizophreniform disorder: Results from a longitudinal birth cohort. Archives of General Psychiatry, 59(5), 449-456.

Cannon TD. , Marco E. (1994). Structural brain abnormalities as indicators of vulnerability to schizophrenia. Schizophr Bull., 20(1), 89-102.

Cannon, TD., van Erp, TG. & Glahn, DC. (2002). Elucidating continuities and discontinuities between schizotypy and schizophrenia in the nervous system. Schizophrenia Research, 54(1-2), 151-156.

Canli T., Zhao Z., Desmond JE., Kang E., Gross J., Gabrieli JD. (2001). An fMRI study of personality influences on brain reactivity to emotional stimuli. Behav Neurosci. 115(1), 33-42

Canli T, Sivers H, Whitfield SL, Gotlib IH, Gabrieli JD. (2002). Amygdala response to happy faces as a function of extraversion. Science., 296(5576), 2191.

Canli, T. (2004). Functional brain mapping of extraversion and neuroticism: Learning from individual differences in emotion processing. Journal of Personality, 72(6), 1105-1132.

Cassady, SL., Adami, H., Moran, M., Kunkel, R. & Thaker, GK. (1998). Spontaneous dyskinesia in subjects with schizophrenia spectrum personality. American Journal of Psychiatry, 155, 70-75

Champagne-Lavau, M., Stip, E. & Joanette, Y. (2006). Social cognition deficit in schizophrenia: Accounting for pragmatic deficits in communication abilities? Current Psychiatry Reviews, 2(3), 309-315.

Champagne-Lavau, M., Stip, E., & Joanette, Y. (2007). Language functions in right-hemisphere damage and schizophrenia: Apparently similar pragmatic deficits may hide profound differences. Brain, 130(Pt 2), e67; author reply e68.

Channon, S. & Crawford, S. (2000). The effects of anterior lesions on performance on a story comprehension test: Left anterior impairment on a theory of mind-type task. Neuropsychologia, 38(7), 1006-1017.

Channon, S., Rule, A., Maudgil, D., Martinos, M., Pellijeff, A., Frankl, J. et al. (2007). Interpretation of mentalistic actions and sarcastic remarks: Effects of frontal and posterior lesions on mentalising. Neuropsychologia, 45(8), 1725-1734.

Chiarello, C. et al. (2003) Priming of strong semantic relations in the left and right visual fields: a time course investigation. Neuropsychologia 41, 721–732

Chow, HM., Kaup, B., Raabe, M. & Greenlee, MW. (2008). Evidence of fronto-temporal interactions for strategic inference processes during language comprehension. Neuroimage, 40(2), 940-954.

Claridge, G. & Broks, P. (1984). Schizotypy and hemisphere function- I: Theoretical considerations and the measurement of schizotypy. Personality and Individual Differences, 5(6), 633-648.

Claridge, G., & Hewitt, JK. (1987). A biometrical study of schizotypy in a normal population. Personality and Individual Differences, 8(3), 303-312.

Clementz, BA., Sweeny, JA., Hirt, M.& Haas, G. (1991). Phenotypic correlations between oculomotor functionnin and schizophrenia-related characteristics in relatives of schizophrenic pobands. Psychopathology, 28, 570-578

Colston, HL. (1997). Salting a wound or sugaring a pill: The pragmatic functions of ironic criticism. Discourse Processes, 23(1), 25-45.

Colston, HL., & Gibbs, Jr., Raymond W. (2002). Are irony and metaphor understood differently? Metaphor and Symbol, 17(1), 57-80.

Coulson, S. & Williams, RF. (2005) Hemispheric differences and joke comprehension. Neuropsychologia, 43, 128–141

Crow, TJ. (1997). Schizophrenia as failure of hemispheric dominance for language. Trends in Neurosciences, 20(8), 339-343.

Crow, TJ. (2000). Schizophrenia as the price that homo sapiens pays for language: A resolution of the central paradox in the origin of the species. Brain Research. Brain Research Reviews, 31(2-3), 118-129.

Crow, T.J. (2008). The 'big bang' theory of the origin of psychosis and the faculty of language. Schizophrenia Research, 102(1-3), 31-52.

Dale, AM. (1999). Optimal experimental design for event-related fMRI. Human Brain Mapping, 8, 109-114.

Daum I., Thoma P. (2006).Neurocognitive mechanisms of figurative language processing - Evidence from clinical dysfunctions. Neuroscience and biobehavioural Reviews, (30) 1182-1205.

Davidson, LL., Heinrichs, RW. (2003). Quantification of frontal and temporal lobe brain-imaging findings in schizophrenia: a metaanalysis. Psychiatry Res., 122, 69–87.

de Lisi, LE. (2001). Speech disorder in schizophrenia: Review of the literature and exploration of its relation to the uniquely human capacity for language. Schizophrenia Bulletin, 27(3), 481-496.

Demorest, A., Meyer, C., Phelps, E., Gardner, H. & Winner, E. (1984). Words speak louder than actions: Understanding deliberately false remarks. Child Development, 55, 1527 – 1534.

Dennis M., Lazenby AL., Lockyer L. (2001). Inferential language in highfunction children with autism. J. Autism Dev. Disord., (31).

Dews, S., Kaplan, J. & Winner, E. (1995). Why not say it directly? The social functions of irony. Discourse Processes, 19(3), 347-367.

Dillmann, J. (2003). Negative Priming als kognitiver Vulnerabilitätsmarker bei Personen mit Schizotypie auf Basis faktor- und clusteranalytisch ermittelter multidimensionaler Merkmale. Dissertation Friedrich-Schiller-Universität, Jena.
http://www.db-thueringen.de/dissOnline/FSU_Jena_Dillmann_Jennifer

Docherty N., Schnur M., Harvey PD. (1988). Reference performance and positive and negative thought disorder: a follow-up study of manics and schizophrenics J.Abnorm.Psychol., (97) 437-442.

Docherty, NM. (1993). Communication deviance, attention and schizotypy in parents of schizophrenic patients. Journal of Nervous and Mental Disease, 181(12), 750–756.

Drury VM., Robinson EJ., Birchwood M. (1998). “Theory of Mind” skills during an acute episode of psychosis and following recovery. Psychol. Med., (28) 1101-1112.

Eugène F., Lévesque J., Mensour B., Leroux JM., Beaudoin G., Bourgouin P. et al. (2003). The impact of individual differences on the neural circuitry underlying sadness. Neuroimage, 19(2), 354-364.

Eviatar Z. & Just MA. (2006). Brain correlates of discourse processing: An fmri investigation of irony and conventional metaphor comprehension. Neuropsychologia, 44(12), 2348-2359.

Eysenck HJ. (1960). The structure of human personality. Methuen, London

Eysenck SBG., Eysenck HJ. (1963). The validity of questionnaires and rating assessments of extraversion and neuroticism and their factorial validity. Brit J Psychol, 54: 51-62

Fahrenberg J., Hampel R. & Selg H. (2001). Freiburger Persönlichkeitsinventar (FPI). Revidierte Fassung (FPI-R). Hogrefe Verlag, Göttingen

Fanous A., Gardner C., Walsh D. & Kendler KS. (2001). Relationship between positive and negative symptoms of schizophrenia and schizotypal symptoms in nonpsychotic relatives. Archives of General Psychiatry, 58(7), 669-673.

Fanous, AH., Neale MC., Gardner CO., Webb, BT., Straub RE., O'Neill, FA et al. (2007). Significant correlation in linkage signals from genome-wide scans of schizophrenia and schizotypy. Molecular Psychiatry, 12(10), 958-965.

Fass D. (1999). Processing Metonymy and Metaphor. Ablex Publishing Corperation

Faust M. & Lavidor M. (2003). Semantically convergent and semantically divergent priming in the cerebral hemispheres: lexical decision and semantic judgment. Brain Res. Cogn. Brain Res. 17, 585–597

Fenton, WS.& McGlashan, TH. (1989). Risk of schizophrenia in character disordered patients. American Journal of Psychiatry, 146(10), 1280-1284.

Fernandez G., Weis S., Stoffel-Wagner B., Tendolkar I., Reuber M., Beyenburg S. et al. (2003). Menstrual cycle-dependent neural plasticity in the adult human brain is hormone, task, and region specific. Journal of Neuroscience, 23(9), 3790-3795.

Filippova E., Astington JW. (2008). Further development in social reasoning revealed in discourse irony understanding. Child Dev.,79(1), 126-38.

Fletcher PC., Happe F., Frith U. *et al*. (1995). Other minds in the brain: a functional imaging study of “theory of mind” in story comprehension. Cognition. 57,109–28.

Fuller R., Nopoulos P., Arndt S., O'Leary D., Ho BC., Andreasen NC. (2002). Longitudinal assessment of premorbid cognitive functioning in patients with schizophrenia through examination of standardized scholastic test performance. Am.J.Psychiatry, (159), 1183-1189.

Freedman R., Adler LE., Gerhardt GA., Waldo M., Baker N., Rose GM., Drebing C., Nagamoto H., Bickford-Wimer P. and Franks R. (1987). Neurobiological studies of sensory gating in schizophrenia.Schizophrenia Bulletin, 13, 669-678.

Friedmann D. & Squires-Wheeler E. (1994). Event-related potentials (ERPs) as indicators of risk for schizophrenia. Schizophrenia Bulletin, 20, 63-74

Frith C. (1995). Other minds in the brain: a functional imaging study of "theoryof mind" in story comprehension. Cognition, 57, 109-128.

Frith U. & Frith C D. (2003). Development and neurophysiology of mentalizing. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences, 358, 459–473.

Gardner, H., Ling P-K., Flamm L. & Silverman J. (1975). Comprehension and appreciation of humorous material following brain damage. Brain, 98, 399–412.

Gibbs RW. (1994). The poetics of mind: Figurative Thought, Language and understanding. Cambridge Universitiy Press

Gibbs RW., Beitel D. (1995). What proverb understanding reveals about how people think. Psychological Bulletin, 118-133.

Gibbs RW. Figurative language. (1999). In Wilson RA (Ed.): The MIT Encyclopedia of the Cognitve Sciences, MIT Press, Cambridge, 314-315.

Gibbs RW., Jr. (2000). Irony in talk among friends. Metaphor and Symbol, 15(1), 5-27.

Giora, R. (1997). Understanding figurative and literal language: The graded salience hypothesis. Cognitive Linguistics, 7, 183–206.

Giora R. & Fein O. (1999). Irony: Context and Salience. Metaphor and Symbol, 14 (4), 241-257

Giora R., Zaidel E., Soroker N., Batori G. & Kasher A. (2000). Differential effects of right- and left-hemisphere damage on understanding sarcasm and metaphor. Metaphor and Symbol, 1(1&2), 63-83.

Giora R. (2002) Literal versus figurative language: Different or equal? J Pragmatics, (34) 487-506.

Giora R., Federman S., Kehat A., Fein O. & Sabah H. (2005). Irony aptness. Humor, 18, 23-39.

Giora R., Fein O., Laadan D., Wolfson J., Zeituny M., Kidron R. et al. (2007). Expecting irony: Context versus salience-based effects. Metaphor and Symbol, 22(2), 119-146.

Glucksberg S. (2001) Understanding figurative language. Oxford University Press

Goel V., Grafman J., Sadato N., Hallett M. Modeling other minds. (1995) Neuroreport. 6(13), 1741-6.

Goldstein, JM., Jerram M., Poldrack R., Ahern T., Kennedy DN., Seidman, LJ. et al. (2005). Hormonal cycle modulates arousal circuitry in women using functional magnetic resonance imaging. Journal of Neuroscience, 25(40), 9309-9316.

Gorham DR. (1956) Use of the proverbs test for differentiating schizophrenics from normals. J.Consult.Psychol. (20) 435-440.

Gupta S., Rajaprabhakaran R., Arndt S., Flaum M. & Andreassen NC. (1995). Premorbid adjustment as a predictor of phenomenological and neurobiological indices in schizophrenia. Schizophrenia Research, 16, 189-197

Gruzelier, JH. (1996). The factorial structure of schizotypy: Part I. Affinities with syndromes of schizophrenia. Schizophrenia Bulletin, 22(4), 611-620.

Happé, FG. (1996). Understanding minds and metaphors: Insights from the study of figurative language in autism. Metaphor & Symbol, 10, 275-295.

Hazlett EA., Buchsbaum MS., Haznedar MM., Newmark R., Goldstein KE., Zelmanova, Y. et al. (2008). Cortical gray and white matter volume in unmedicated schizotypal and schizophrenia patients. Schizophrenia Research, 101(1-3), 111-123.

Heinz A., Smolka M., Braus D., Wrase J., Beck A., Flor H., Mann K., Schumann G., Büchel C., Hariri A., Weinberger D. (2007).Serotonin transporter genotype (5-HTTLPR): Effects of neutral and undefined conditions on amygdala activation. Biol. Psychiatry, 61(8),1011–1015.

Henry, JD., Bailey, PE & Rendell PG. (2008). Empathy, social functioning and schizotypy. Psychiatry Research, 160(1),15-22.

Hensler M. Markert K., Saur R., Bartels M., Rapp A. (2007) Sind konkretistische Denkstörungen eine homogene Entität? Studie zum Verständnis verschiedener Arten nicht-wörtlicher Sprache bei schizophrenen Patienten. Nervenarzt (78) Suppl2, 95

Hensler MM. (2009). Sind konkretistische Denkstörungen eine homogene Entität? Untersuchungen zum Verständnis nicht-wörtlicher Sprache bei schizophrenen Patienten. Inaugural Dissertation, Universität Tübingen

Herold R., Tenyi T., Lenard K., Trixler M. (2002).Theory of mind deficit in people with schizophrenia during remission.Psychol. Med, 32, 1125.

Holtgraves T. (1997). Styles of language use: Individual and cultural variability in conversational indirectness. Journal of Personality and Social Psychology, 73(3), 624-637.

Hutchens, Eleanor N. (1960). The Identification of Irony. ELH, 27, (4), 352-363

Hutsler J. & Galuske RAW. (2003) Hemispheric asymmetries in cerebral cortical networks. Trends Neurosci. 26, 429–436

Iacoboni M. & Dapretto M. (2006). The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. Nature Reviews Neuroscience 7(12), 942-51.

International Early Psychosis Writing group. (2005). International clinical practice guidelines for early psychosis. British Journal of Psychiatry, 18 7 (suppl . 48), 120-124.

Ismail B., Cantor-Graae E. & McNeil TF. (1998) Neurological abnormalities in schizophrenic patients and their siblings. American Journal of Psychiatry, 155, 84-89.

Ivanko SL., Pexman, PM. & Olineck, KM. (2004). How sarcastic are you? Individual differences and verbal irony. Journal of Language and Social Psychology, 23(3), 244-271.

Johnstone, EC., Ebmeier, KP, Miller P., Owens, DG., & Lawrie, SM. (2005). Predicting schizophrenia: Findings from the edinburgh high-risk study. British Journal of Psychiatry, 186, 18-25.

Jung-Beeman M. et al. (2004) Neural activity when people solve verbal problems with insight. PLoS Biol. 2, E97

Jung-Beeman, M. Bilateral brain processes for comprehending natural language. (2005), TRENDS in Cognitive Sciences, Vol.9 (11), 512-518.

Kacinik, NA. & Chiarello C. (2007). Understanding metaphoric language: is the right hemisphere uniquely involved? Brain and Language, 100, 188–207.

Kaplan JA., Brownell HH., Jacobs, JR. & Gardner H. (1990). The effects of right hemisphere damage on the pragmatic interpretation of conversational remarks. Brain and Language, 38(2), 315-333.

Kaplan JT., Iacoboni M. (2006) Getting a grip on other minds: mirror neurons, intention understanding, and cognitive empathy. Social Neuroscience, 1(3-4), 175-83.

Katz A. & Lee CJ. (1993). The role of authorial intent in determining verbal irony and metaphor. Metaphor and Symbolic Activity, 8, 257–279.

Katz, AN. (2000). Introduction to the special issue: The uses and processing of irony and sarcasm. Metaphor and Symbol, 15(1/2), 1-3.

Katz, AN., Blasko, DG. & Kazmerski VA. (2004). Saying what you don't mean: Social influences on sarcastic language processing. Current Directions in Psychological Science, 13(5), 186-189.

Kendler KS. & McGuire M., Gruenberg AM., O'Hare A., Spellmann M. & Walsh D. (1993).The Roscommon Family Study. I. Methods, diagnosis of probands and risk of schizophrenia in relatives. Archives of General Psychiatry, 50, 527-540

Kendler, KS. & Gardner C. (1997). The risk of psychiatric disorders in relatives of schizophrenic and control probands: A comparison of three independent studies. Psychological Medicine, 27, 411-419.

Kendler KS., McGuire M., Gruenberg AM. & Walsh D. (1995). Schizotypal symptoms and signs in the Roscommon family study. Their factor structure and familial relationship with psychotic and affective disorders. Archives of General Psychiatry, 52(4), 296-303.

Kerns, JG. (2005). Positive schizotypy and emotion processing. Journal of Abnormal Psychology, 114(3), 392-401.

Kimble M., Lyons M., O'Donnell B., Nestor P., Niznikiewicz M. & Toomey R. (2000). The effect of family status and schizotypy on electrophysiologic measures of attention and semantic processing. Biological Psychiatry, 47(5), 402-412.

Kircher TT., David A. (2003a). The Self in Neuroscience and Psychiatry", Cambridge University Press

Kircher TT., Rapp A., Grodd W., Buchkremer G., Weiskopf N, Lutzenberger W. Ackermann H., Mathiak K. (2004) Mismatch responses in schizophrenia: a combined fMRI and whole-head MEG study. Am J Psychiat.,161, 294-304.

Kircher TT., Leube DT., Erb M., Grodd W. & Rapp AM. (2007). Neural correlates of metaphor processing in schizophrenia. Neuroimage, 34(1), 281-289.

Kircher TT., Gaugel S. (2008) Neuropsychologie der Schizophrenie. Springer Verlag, Berlin.

Klein C., Andresen B. & Jahn T. (1997). Erfassung der schizotypen Persönlichkeit nach DSM-III-R: Psychometrische Eigenschaften einer autorisierten deutschsprachigen Übersetzung des "schizotypal personality questionnaire" (SPQ) von Raine. Diagnostica, 43(4), 347-369.

Klein C., Andresen B. & Jahn T. (2001). Konstruktvalidierung der deutschsprachigen Adaptation des Schizotypal Personality Questionnaires (SPQ) von Raine (1991). In: Andresen B. & Maß R. (Eds.), Schizotypie. Psychometrische Entwicklungen und biopsychologische Forschungsansätze (pp. 349-378). Hogrefe Verlag, Göttingen

Klosterkötter J., Hellmich M., Schultze-Lutter F. (2000). Ist die Diagnose schizophrener Störungen schon in der initialen Prodromalphase vor der psychotischen Erstmanifestation möglich? Fortschr.Neurol.Psychiatr., 68 (1) 13-21.

Klosterkotter J., Hellmich M., Steinmeyer EM. & Schultze-Lutter F. (2001). Diagnosing schizophrenia in the initial prodromal phase. Archives of General Psychiatry, 58(2), 158-164.
Koo MS., Dickey CC., Park HJ., Kubicki M., Ji NY., Bouix S. et al. (2006).

Smaller neocortical gray matter and larger sulcal cerebrospinal fluid volumes in neuroleptic-naive women with schizotypal personality disorder. Archives of General Psychiatry, 63(10), 1090-1100.

Kreutz RJ. & Glucksberg S. (1989). How to be sarcastic: The echoic reminder of verbal irony. Journal of Experimental Psychology: General, 118, 37-386.

Kreuz RJ. (2000). The production and processing of verbal irony. Metaphor & Symbol, 15(1), 99-107.
Kumari V., Ffytche D., Williams S. & Gray J. (2004). Personality predicts brain responses to cognitive demands. Journal of Neuroscience, 24(47), 10636-10641.

Klein C., Andresen B. & Jahn T. (1997). Erfassung der schizotypen Persönlichkeit nach DSM-III-R: Psychometrische Eigenschaften einer autorisierten deutschsprachigen Übersetzung des "schizotypal personality questionnaire" (SPQ) von Raine. Diagnostica, 43(4), 347-369.

Lakoff G, Johnson M: „Metaphors We Live By“, Universitiy of Chicago Press, 2004: (2)
Langdon, R., & Coltheart, M. (1999). Mentalising, schizotypy, and schizophrenia. Cognition, 71(1), 43-71.

Langdon, R., Coltheart, M., Ward, P.B. & Catts, S.V. (2002).Disturbed communication in schizophrenia: the role of poor pragmatics and poor mind-reading. Psychological Medicine 32(7):1273-84.

Langdon R. & Coltheart M. (2004). Recognition of metaphor and irony in young adults: The impact of schizotypal personality traits. Psychiatry Research, 125(1), 9-20.

Laur L J., Tettamanti M., Cappa, SF. & Papagno C. (2008). Idiom comprehension: A prefrontal task? Cerebral Cortex, 18(1), 162-170.

Leggitt, J. S., & Gibbs, R. W. J. (2000). Emotional reactions to verbal irony. Discourse Processes, 29(1), 1-24.

Lehrl S., Triebig G. & Fischer B. (1995). Multiple choice vocabulary test mwt as a valid and short test to estimate premorbid intelligence. Acta Neurologica Scandinavica, 91(5), 335-345.

Leitman DI., Ziwich R., Pasternak R., Javitt DC. (2006).Theory of mind and counterfactuality deficits in schizophrenia: misperception or misinterpretation. Psychol. Med., 36 (8) 1075-1083.

Lenzenweger MF. & Loranger AW. (1989). Detection of familial schizophrenia using a psychometric measure of schizotypy. Archives of General Psychiatry, 46(10), 902-907.

Lenzenweger MF. (1994). Psychometric high-risk paradigm, perceptual aberrations, and schizotypy: An update. Schizophrenia Bulletin, 20(1), 121-135.

Lenzenweger MF. (1999). Schizophrenia: refining the phenotype, resolving endophenotypes. Behav Res Ther., 37(3), 281-95.

Lenzenweger MF., Miller AB., Maher BA. & Manschreck TC. (2007). Schizotypy and individual differences in the frequency of normal associations in verbal utterances. Schizophrenia Research, 95(1-3), 96-102.

Liouta E., Smith AD. & Mohr C. (2008). Schizotypy and pseudoneglect: A critical update on theories of hemispheric asymmetries. Cognitive Neuropsychiatry, 13(2), 112-134.

Maier W., Lichtermann D., Minges J. & Hn R. (1994). Personality disorders among the relatives of schizophrenia patients. Schizophrenia Bulletin, 20, 461-536.

Margraf J. (1994). Mini-Dips. Diagnostisches Kurz-Interview bei psychischen Störungen. Springer Verlag, Berlin.

Markert K., Nissim M. (2003). Corpus-Based Metonymy Analysis. Metaphor and Symbol. 18, 3.

Mason G., Claridge & M. Jackson. (1995). New scales for the assessment of schizotypy. Pers. Individ. Differ. 18, pp. 7-13.

Mathiak K., Rapp A., Kircher TT., Grodd W., Hertrich I., Weiskopf N., Lutzenberger W., Ackermann H. (2002). Abstract Mismatch responses to randomized gradient switching noise as reflected by fMRI and whole-head magnetoencephalography. Human Brain Mapping, 16 (3), 190-5.

McDonald S., Flanagan S., Rollins J. & Kinch J. (2003). Tasit: A new clinical tool for assessing social perception after traumatic brain injury. Journal of Head Trauma Rehabilitation, 18(3), 219-238.

McDonald S. & Pearce S. (1996). Clinical insights into pragmatic theory: Frontal lobe deficits and sarcasm. Brain and Language, 53(1), 81-104.

McGeoch PD., Brang D. & Ramachandran VS. (2007). Apraxia, metaphor and mirror neurons. Medical Hypotheses, 69(6), 1165-1168.

Miettunen J. & Jaaskelainen E. (2008). Sex differences in wisconsin schizotypy scales--a meta-analysis. Schizophrenia Bulletin, Epub ahead of print.

Miller MB.,Van Horn JD., Wolford GL., Handy TC., Valsangkar-Smyth M., Inati S. Grafton MS., Gazzaniga J., (2002) Extensive individual differences in brain activations associated with episodic retrieval are reliable over time. Cogn.Neurosci., 310, 1200 1214.

Mitchell, RL. & Crow TJ. (2005). Right hemisphere language functions and schizophrenia: The forgotten hemisphere? Brain, 128(Pt 5), 963-978.

Mitchley NJ. (1998). Comprehension of irony in schizophrenia.Cognitive Neuropsychiatry, (3) 127-138.
Mohant A., Heller W., Koven NS., Fisher JE., Herrington JD. & Miller GA. (2008). Specificity of emotion-related effects on attentional processing in schizotypy. Schizophrenia Research, 103(1-3), 129-137.

Mohanty A., Herrington JD., Koven NS., Fisher JE., Wenzel EA., Webb AG. et al. (2005). Neural mechanisms of affective interference in schizotypy. Journal of Abnormal Psychology, 114(1), 16-27.

Mohanty, A., Heller,W., Koven,NS., Fisher JE., Herrington JD. & Miller, GA.
(2008). Specificity of emotion-related effects on attentional processing in schizotypy.
Schizophrenia Research, 103(1-3), 129-137.

Mohr C., Krummenacher P., Landis T., Sandor PS., Fathi M. & Brugger P. (2005). Psychometric schizotypy modulates levodopa effects on lateralized lexical decision performance. Journal of Psychiatry Research, 39(3), 241-250.

Morgan C., Bedford N. & Rossell SL. (2006). Evidence of semantic disorganisation using semantic priming in individuals with high schizotypy. Schizophrenia Research, 84(2-3), 272-280.

Moritz SH., Mass R. & Junk U. (1998). Further evidence of reduced negative priming in positive schizotypy. Personality and Individual Differences, 24(4), 521-530.

Nelson HE. (1982). National Adult Reading Test (NART). Test Manual, NFER, Windsor.

Niznikiewicz MA., Friedman M., Shenton ME., Voglmaier M., Nestor PG., Frumin M. et al. (2004). Processing sentence context in women with schizotypal personality disorder: An ERP study. Psychophysiology, 41(3), 367-371.

Nunn J. & Peters E. (2001). Schizotypy and patterns of lateral asymmetry on hemisphere-specific language tasks. Psychiatry Research, 103(2-3), 179-192.

Oldfield RC. (1971)The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory. Neuropsychologia, (9) 97-113.

Oliveri M., Romero L. & Papagno C. (2004). Left but not right temporal involvement in opaque idiom comprehension: a repetitive transcranial magnetic stimulation study. Journal of cognitive Neuroscience, 16, 848–855.

Protopopescu X., Pan H., Altemus M., Tuescher O., Polanecsky M., McEwen, BS. et al. (2005). Orbitofrontal cortex activity related to emotional processing changes across the menstrual cycle. Proc. Natl. Acad. Sci.,102, 16060– 16065.

Pexman PM. (2008). It's fascinating research: The cognition of verbal irony. Current Directions in Psychological Science, 17(4), 286-290.

Pickup GJ. (2006). Theory of mind and its relation to schizotypy. Cognitive Neuropsychiatry, 11(2), 177-192.

Purcell EMT und Pound RV (1946). Resonance absorption by nuclear magnetic moments in a solid. *Phys Rev,* (69), 37-38.

Protopopescu X., Pan H., Altemus M., Tuescher O., Polanecsky M., McEwen B. et al. (2005). Orbitofrontal cortex activity related to emotional processing changes across the menstrual cycle. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 102(44), 16060-16065.

Rado S. (1953). Dynamics and classification of disordered behaviour. American Journal of Psychiatry, 110, 406-416.

Raine A. (1991). The SPQ: A scale for the assessment of schizotypal personality based on DSM-III-R criteria. Schizophrenia Bulletin, 17(4), 555-564.

Raine A. (2006). Schizotypal personality: Neurodevelopmental and psychosocial trajectories. Annual Review of Clinical Psychology, 2, 291-326.

Rapp AM., Leube DT., Erb M, Grodd W. & Kircher TT. (2004). Neural correlates of metaphor processing. Cognitive Brain Research, 20(3), 395-402.

Rapp AM., Leube DT., Erb M., Bartels M., Grodd W. Kircher TT. (2005). Neural correlates of metaphor processing in Schizophrenia. Schizophrenia Research, Suppl. abstract ID:115855.

Rapp A., Erb M., Bartels M., Grodd W., Kircher T., Leube D. (2006). Neural correlates of disorganised symptoms in schizophrenia.Eur Arch Psych Clin Neurosci, (256), Suppl 2, 28.

Rapp AM., Leube DT., Erb M., Grodd W., Kircher TT. (2007) Laterality in metaphor processing: Lack of evidence from functional magnetic resonance imaging for the right hemisphere theory. Brain and Language, 100(2), 142-9

Rapp AM., Wild B., Erb M., Rodden FA., Ruch W. & Grodd W. (2008a). Trait cheerfulness modulates bold response in lateral cortical but not limbic brain areas-a pilot fmri study. Neuroscience Letters, 445(3), 242-245.

Rapp AM., Hensler M., Markert K., Lengsfeld I., Bartels M. (2008b). Nonliteral language comprehension and schizophrenia: more than one deficit? Schizophrenia Research (98) Suppl. 20.

Rapp A. (2009). The role of the right hemisphere for language in schizophrenia. In I. E. Sommer & R. S. Kahn (Eds.), Language lateralization in psychosis. (pp. 147-156.). Cambrigde: Cambridge University Press.

Razafimandimby A., Maïza O., Hervé PY., Lecardeur L., Delamillieure P., Brazo P., Mazoyer B., Tzourio-Mazoyer N., Dollfus S. (2007) Stability of functional language lateralization over time in schizophrenia patients. Schizophr Res., 94(1-3), 197-206.

Rinaldi MC., Marangolo P. & Baldassarri F. (2004). Metaphor comprehension in right brain-damaged patients with visuo-verbal and verbal material: a dissociation (re)considered. Cortex, 40, 479–490.

Rizzolatti G. & Arbib MA. (1998). Language within our grasp. Trends Neuroscience, 21, 188-94.

Rizzolatti G. & Craighero L. (2004). The mirror-neuron-system. Annual Review of Neuroscience, 27, 169-192.

Rossi A., De Cataldo S., Di Michele V., Manna V., Ceccoli S., Stratta P., Casacchia M. (1990). Neurological soft signs in schizophrenia. Br J Psychiatry., 157,735-9.

Rossi A. & Daneluzzo E. (2002). Schizotypal dimensions in normals and schizophrenic patients: A comparison with other clinical samples. Schizophrenia Research, 54(1-2), 67-75.

Rossler W., Salize HJ., van Os J., Riecher-Rossler A. (2005). Size of burden of schizophrenia and psychotic disorders. Eur Neuropsychopharmacol, (15) 399-409.

Ruch, W. (1992). Assessment of appreciation of humour: studies with the 3WD humor test. In Spielberger and Butcher, eds., Advances in Personality Assessment, Vol 9, pp. 27-75. Erlbaum, Hillsdale, NJ.

Ruch W., Köhler G. & van Thriel G. (1996). Assessing the “humorous temperament”: construction of the facet and standard trait forms of the state–trait–cheerfulness–inventory-STCI. Humor 9, 303–339.

Ruch, W. (1999). The Eysenck Personality Questionnaire--revised and the construction of the german standard and short versions (EPQ-R and EPQ-RK). Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie, 20(1), 1-24.

Ruch W., Köhler G. & van Thriel G. (1996). Assessing the “humorous temperament”: construction of the facet and standard trait forms of the state–trait–cheerfulness–inventory-STCI. Humor 9, 303–339.

Russell TA., Rubia K., Bullmore ET., Soni W., Suckling J., Brammer MJ., Simmons A. Williams SC. & Sharma T. (2000). Exploring the social brain in schizophrenia: left prefrontal underactivation during mental state attribution. American Journal of Psychiatry, 157, 2040-2042.

Schulte-Rüther M., Markowitsch HJ., Fink GR., Piefke MJ. Mirror neuron and theory of mind mechanisms involved in face-to-face interactions: a functional magnetic resonance imaging approach to empathy. (2007). Cognitive Neuroscience. Aug, 19(8), 1354-72.

Shamay SG., Tomer,R. & Aharon-Peretz J. (2002). Deficit in understanding sarcasm in patients with prefronal lesion is related to impaired empathic ability. Brain and Cognition, 48(2-3), 558-563.

Shamay-Tsoory SG., Tomer R. & Aharon-Peretz, J. (2005a). The neuroanatomical basis of understanding sarcasm and its relationship to social cognition. Neuropsychology, 19(3), 288-300.

Shamay-Tsoory SG., Tomer R., Berger BD., Goldsher D. & Aharon-Peretz J. (2005b). Impaired "affective theory of mind" is associated with right ventromedial prefrontal damage. Cognitive and Behavioral Neurology, 18(1), 55-67.

Shamay-Tsoory SG., Tibi-Elhanany Y. & Aharon-Peretz J. (2006). The ventromedial prefrontal cortex is involved in understanding affective but not cognitive theory of mind stories. Social Neuroscience, 1(3-4), 149-166.

Shamay-Tsoory SG. & Aharon-Peretz J. (2007a). Dissociable prefrontal networks for cognitive and affective theory of mind: A lesion study. Neuropsychologia, 45(13), 3054-3067.

Shamay-Tsoory, SG., Aharon-Peretz J.& Levkovitz Y. (2007b). The neuroanatomical basis of affective mentalizing in schizophrenia: comparison of patients with schizophrenia and patients with localized prefrontal lesions. Schizophrenia Research, 90 (1-3):274-83.

Shenton ME., Dickey CC., Frumin M., McCarley, RW. (2001). A review of MRI findings in schizophrenia. Schizophr. Res. 49, 1–52.

Shinkareva SV., Ombao HC., Sutton BP., Mohanty A. & Miller GA. (2006). Classification of functional brain images with a spatio-temporal dissimilarity map. Neuroimage, 33(1), 63-71.

Shur S., Shamay-Tsoory SG. & Levkovitz Y. (2008). Integration of emotional and cognitive aspects of theory of mind in schizophrenia and its relation to prefrontal neurocognitive performance. Cognitive Neuropsychiatry, 13(6), 472-490.

Silverman JM., Smith CJ., Guo SL., Mohs RC., Siever LJ., Davis KL. (1998). Lateral ventricular enlargement in schizophrenic probands and their siblings with schizophrenia - related disorders. Biol Psychiatry. 43(2), 97-106.

Siever LJ., Rotter M., Losonczy M., Guo SL., Mitropoulou V., Trestman R., Apter S., Zemishlany Z., Silverman J., Horvath TB. (1995).Lateral ventricular enlargement in schizotypal personality disorder.Psychiatry Res., 57(2),109-18.

Siever LJ. & Davis KL. (2004). The pathophysiology of schizophrenia disorders: Perspectives from the spectrum. American Journal of Psychiatry, 161(3), 398-413.

Somers, M., Sommer IE., Boks MP. & Kahn, RS. (2009). Hand-preference and population schizotypy: A meta-analysis. Schizophrenia Research, Epub ahead of print.

Sommer IE., Ramsey NF., Mandl RC., van Oel CJ., & Kahn RS. (2004). Language activation in monozygotic twins discordant for schizophrenia. British Journal of Psychiatry, 184, 128-135.

Sperber D., Wilson D. (2002). Pragmatics, modularity and mindreading. Mind & Language, (17), 3.

Sprong M., Schothorst P., Vos E., Hox J. & van Engeland H. (2007). Theory of mind in schizophrenia: Meta-analysis. British Journal of Psychiatry, 191, 5-13.

Stringaris AK., Medford N., Giora R., Giampietro VC., Brammer MJ., David AS. (2006). How metaphors influence semantic relatedness judgments: the role of the right frontal cortex. Neuroimage, 33(2),784-93.

Stringaris, AK., Medford NC., Giampietro V., Brammer MJ. & David AS. (2007). Deriving meaning: Distinct neural mechanisms for metaphoric, literal, and non-meaningful sentences. Brain and Language, 100(2), 150-162.

Stone VE., Baron-Cohen S. & Knight, RT. (1998).Frontal lobe contributions of theory of mind. Journal of Cognitive Neuroscience, 10, 640-656.

Suhr JA. (1997). Executive functioning deficits in hypothetically psychosis-prone college students. Schizophreniea Research, 17, 29-35.

Talairach P., Tournoux J. (1988). A Stereotactic Coplanar Atlas of the Human Brain. Stuttgart: Thieme

Taylor KI. et al. (1999). Qualitative hemispheric differences in semantic category matching. Brain Lang. 70, 119–131.

Titone, D. (1998). Hemispheric differences in context sensitivity during lexical ambiguity resolution. Brain Lang. 65, 361–394

Tompkins CA. (1990). Knowledge and strategies for processing lexical metaphor after right or left hemisphere brain damage. Journal of Speech and hearing research, 33, 307-316.

Tompkins CA., Boada R., Mc Garry K. (1992) The access and processing of familiar idioms by brain-damaged and normally aging adults. Journal of Speech and hearing research, 35, 626-637.

Torgersen S., Edvardsen J., Oien PA., Onstad S., Skre I. et al. 2002. Schizotypal personality disorder inside and outside the schizophrenic spectrum. Schizophr. Res. 54(1–2), 33–38

Trestman RL., Keefe RS., Mitropoulou V., Harvy PD., de Vegvar ML., Lees-Roitmann S., Davidson M., Aronson A., Silvermann J. & Siever LJ. (1995).Cognitive function and biological correlates of cognitive performance in schizotypal personality disorder. Psychiatry Research, 59, 127-136.

Turella L., Pierno AC., Tubaldi F., Castiello U. (2009). Mirror neurons in humans: consisting or confounding evidence? Brain and Language, 108(1), 10-21.

Uchiyama H., Seki A., Kageyama H., Saito DN., Koeda T., Ohno K. et al. (2006). Neural substrates of sarcasm: A functional magnetic-resonance imaging study. Brain Research, 1124(1), 100-110.

van Rijn S., Aleman A., Swaab H., Vink M., Sommer I. & Kahn RS. (2008). Effects of an extra x chromosome on language lateralization: An fmri study with Klinefelter men (47, XXY). Schizophrenia Research, 101(1-3), 17-25.

Vogeley K. & Fink GR. (2003). Neural correlates of the first-person-perspective.Trends in Cognitive Sciences, 7, 38-42.

Voglmaier MM., Seidmann LJ., Salisbury D. & McCarley RW. (1997). Neuropsychological dysfunction in schizotypal personality disorder: a profile analysis. Biological Psychiatry, 41, 530-540.

Vollema MG. & Hoijtink H. (2000). The multidimensionality of self-report schizotypy in a psychiatric population: an analysis using multidimensional Rasch models. Schizophrenia Bulletin, 26(3), 565-75.

Vollema MG., Sitskoorn MM., Appels MC. & Kahn RS. (2002). Does the schizotypal personality questionnaire reflect the biological-genetic vulnerability to schizophrenia? Schizophrenia Research, 54(1-2), 39-45.

Völlm BA., Taylor AN., Richardson P., Corcoran R., Stirling J., McKie S., Deakin JF., Elliott R. (2006). Neuronal correlates of theory of mind and empathy: a functional magnetic resonance imaging study in a nonverbal task. Neuroimage. Jan 1, 29(1), 90-8. Epub 2005 Aug 24.

Wakusawa K., Sugiura M., Sassa Y., Jeong H., Horie K., Sato S. et al. (2007). Comprehension of implicit meanings in social situations involving irony: A functional MRI study. Neuroimage, 37(4), 1417-1426.

Walker EF. (1994). Developmentally moderated expressions of the neuropathology underlying schizophrenia. Schizophr Bull., 20(3), 453-80. Review.

Walker EF., Lewine RR., Neumann C. (1996). Childhood behavioral characteristics and adult brain morphology in schizophrenia. Schizophr Res., 22(2), 93-101.

Wang AT., Lee SS., Sigman M. & Dapretto M. (2006). Neural basis of irony comprehension in children with autism: The role of prosody and context. Brain, 129(Pt 4), 932-943.

Wechsler. (1981). Wechsler Adult Intelligence Scale - Revised WAIS-R UK. The Psychological Corporation, London.

Weinstein S., Werker JF., Vouloumanos A., Woodward TS. & Ngan, ET. (2006). Do you hear what I hear? Neural correlates of thought disorder during listening to speech in schizophrenia. Schizophrenia Research, 86(1-3), 130-137.

Weinstein S., Woodward TS. & Ngan ET. (2007). Brain activation mediates the association between structural abnormality and symptom severity in schizophrenia. Neuroimage, 36(1), 188-193.
Weinstein S., McKay R. & Ngan ET. (2008). Positive schizotypy is not associated with speech abnormality. Early Intervention in Psychiatry, 2(2), 98-102.

Whalley HC., Simonotto E., Flett S., Marshall I., Ebmeier KP., Owens DG., Goddard NH., Johnstone EC., Lawrie SM. (2004). fMRI correlates of state and trait effects in subjects at genetically enhanced risk of schizophrenia. Brain, 127, 478–490.

WHO. (1993). The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders: diagnostic criteria for research.Geneva: World Health Organisation, 64-69.

Wild B., Rodden FA., Grodd W., Ruch W. (2003). Neural Correlates of Laughter and Humour: a Review. Brain, 126, 2121-2138.

Wilke M. & Schmithorst VJ. (2006). A combined bootstrap/histogram analysis approach for computing a lateralization index from neuroimaging data. Neuroimage, 33(2), 522-530.

Wilke M. & Lidzba K. (2007). LI-tool: A new toolbox to assess lateralization in functional MR-data. Journal of Neuroscience Methods, 163(1), 128-136.

Williams LM., Kemp AH., Felmingham K., Barton M., Olivieri G., Peduto A., Gordon E., Bryant RA. (2006). Trauma modulates amygdala and medial prefrontal responses to consciously attended fear. Neuroimage, 29(2),347-57.

Winner E. & Gardner H. (1977). The comprehension of metaphor in brain-damaged patients. Brain, 100, 717–729.

Winner E., Gardner H. (1993). Metaphor and irony: Two levels of understanding. Campridge Universitiy Press, 425-446.

Winner E., Brownell H., Happe F., Blum A. & Pincus D. (1998). Distinguishing lies from jokes: Theory of mind deficits and discourse interpretation in right hemisphere brain-damaged patients. Brain and Language, 62(1), 89-106.

Wolff S., Townshend R., McGuire RJ., Weeks DJ.(1991). Schizoid personality in childhood and adult life. 2: Adult adjustment and the continuity with schizotypal personality disorder. Br. J. Psychiatry, 159, 620–29.

Wright IC., Rabe-Hesketh S., Woodruff PW., David AS., Murray, RM., Bullmore, ET., 2000. Meta-analysis of regional brain volumes in schizophrenia. Am. J. Psychiatry 157, 16–25.

Xu J., Kemeny S., Park G., Frattali C. & Braun A. (2005). Language in context: emergent features of word, sentence, and narrative comprehension. NeuroImage, 25, 1002–1015.

Zaidel E., Kasher A., Soroker N. & Batori G. (2002). Effects of right and left hemisphere damage on performance of the "right hemisphere communication battery". Brain and Language, 80(3), 510-535.

Zaki J., Weber J., Bolger N., Ochsner K. (2009). The neural bases of empathic accuracy. Proc Natl Acad Sci U S A. Jul 7, 106(27), 11382-7. Epub 2009 Jun 23.

Zempleni MZ., Renken R., Hoeks JC., Hoogduin JM., Stowe LA. (2007) Semantic ambiguity processing in sentence context: Evidence from event-related fMRI. Neuroimage, 34(3),1270-9.

8 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
BA	Brodmann Areal
BOLD	blood-oxygen-level-depent
d.h.	das heißt
dt.	deutsch
bzw.	beziehungsweise
bzgl.	bezüglich
CPT	Continous Performance Test
CSTQ	Combined Schizotypal Traits Questionnairetc.
DSM-IV	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders
EEG	Elektroenzephalographie
engl.	englisch
E-P-I	Eysenck-Persönlichkeits-Inventar
etc.	et cetera
fMRT	funktionelle Magnetresonanztomographie
FPI-R	Freiburger Persönlichkeitsinventar-Revidierte Fassung
FWHM	full-width, half-maximum
ggf.	gegebenenfalls
HAWIE-R	Hamburg-Wechsler-Intelligenz-Test für Erwachsene, revised
HRHCB	Right Hemisphere Communication Battery
HWAB	an das Hebräische adaptierete Western Aphasia Battery
ICD-10	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
IPL	inferiorer parietaler lobulus
MEG	Magnetenzephalographie

Mini-DIPS	Diagnostisches Kurz-Interview bei psychischen Störungen
MMPI	Minesota Multiphasic Personality Inventory
MNI	Montreal Neuroscience Institute
MNS	mirror neuron system
MPRAGE	Magnetization-prepared Rapid Acquisition Gradient-echo
MRT	Magnetresonanztomographie
MPFC	medialer präfrontaler Kortex
Ms	Milisekunde
MWT-B	Mehrfachwahl-Wortschatz-Test, Version B
O-LIFE	Oxford Liverpool Inventory of Feelings and Experiences
PET	Positronenemissionstomographie
SD	Standardabweichung
SMA	supplementary motor area
SPQ	Schizotypal Personality Questionnaire
Standardabw.	Standardabweichung
STHI	State-Trait-Heiterkeits-Inventar
s. u.	siehe unten
T	Tesla
TE	Echo time
TMS	transkranielle Magnetstimulation
ToM	Theory of Mind
TR	Time of repetition
u. a.	Unter anderem
uncorr.	uncorrected
usw.	und so weiter
v.a.	vor allem
WHO	World Health Organisation
z. B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

3D	3 Dimensional
3 WD	3 Witzdimensionen

Mein „Danke Schön…..!“

….gilt allen Teilnehmerinnen, die sich bereit erklärt haben an dieser Studie teilzunehmen und ohne deren Hilfe diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Ein ganz besonderer Dank gilt Herrn Dr. Alexander Rapp für die stetige Begleitung beim Erstellen dieser Arbeit. Sein großes Engagement und die vielen guten Denkanstöße und Ratschläge haben maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Bedanken möchte ich mich auch bei meiner Doktormutter, Frau Prof. Dr. Barbara Wild, die diese Dissertation ermöglichte und sie mit Interesse und wertvollen Hinweisen bereicherte.

Herrn Prof. Dr. Wolfgang Grodd und seine Arbeitsgruppe „Experimentelle Kernspintomographie des ZNS“, insbesondere Dr. Michael Erb und Ralf Saur danke ich für die Hilfe bei der Datenerhebung und Anregung zur Analyse der fMRT-Daten.

Bedanken möchte ich mich außerdem bei Ines Lengsfeld, wissenschaftliche Mitarbeiterin unserer Arbeitsgruppe und bei Barbara Ketterle, die mir bei der Durchsicht und Korrektur dieser Arbeit eine große Hilfe war.

Besonders bedanken möchte mich auch bei meinen Freunden, die mir – je nach Situation – mit Witz und Humor sowie fachlichen Ratschlägen beim Erstellen dieser Arbeit zur Seite standen.

Nicht zuletzt danke ich meiner Familie von Herzen für ihre Unterstützung und ihr stetiges Interesse, das sehr wichtig für das Gelingen dieser Arbeit war.

Lebenslauf

Name:	Dorothee Elisabeth Mutschler
Geboren:	Am 1. Oktober 1982 in Reutlingen
Familienstand:	ledig

Studium und Schulausbildung

1993 – 2002	Friedrich Schiller Gymnasium, Pfullingen
	Schulabschluss: Allgemeine Hochschulreife
2003 - 2010	Eberhard Karls Universität, Tübingen
	Studium der Humanmedizin
	Wahlbereiche: Neurochirurgie, Ethik in der Medizin
2005	Ärztliche Vorprüfung
2008/ 2009	Praktisches Jahr an der Universitätsklinik Zürich und dem
	Klinikum am Steinenberg, Reutlingen
	Wahlfach: Psychiatrie
04. 05. 2010	Ärztliche Prüfung (Zweiter Abschnitt)

Studienbegleitende Tätigkeiten

Insgesamt 120 Tage	Famulatur in der Chirurgie, Inneren Medizin,
	Neuropädiatrie, Pädiatrie, Neurologie, Psychiatrie
2009	Tätigkeit als wissenschaftliche Hilfskraft an der
	Universitätsklinik für Psychiatrie, Tübingen
2008	Tätigkeit als wissenschaftlich Hilfskraft am Institut für
	Ethik und Geschichte der Medizin, Universität
	Tübingen