

**Neuronale Korrelate des Ironieverständnisses bei  
schizophrenen Patientinnen**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard-Karls-Universität  
zu Tübingen**

**vorgelegt von  
Langohr, Karin**

**2015**

Dekan:	Professor Dr. I. B. Autenrieth
1. Berichterstatterin:	Professor Dr. B. Wild
2. Berichterstatter:	Professor Dr. J. Born

Da an der vorliegenden Studie ausschließlich Frauen teilnahmen, ist in der Arbeit, sofern sie sich auf die Probandinnen bezieht, von ihnen auch ausschließlich in der weiblichen Form die Rede. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit und um eine deutliche Abgrenzung zu Ergebnissen und Daten aus der Literaturrecherche zu ziehen, wird in allen anderen Fällen das generische Maskulinum verwendet, mit dem sowohl Frauen als auch Männer gemeint sind, sofern beide Geschlechter untersucht wurden.

Die Entscheidung, nur weibliche Patientinnen in die Studie einzuschließen, wurde getroffen, da bereits eine historische Vergleichsgruppe bestand. Zusätzlich ist es eine Tatsache, dass Frauen in wissenschaftlichen Untersuchungen, insbesondere funktionell-kernspintomographischen Untersuchungen, traditionell unterrepräsentiert sind, dies spiegelt sich auch in für die hier vorliegende Untersuchung relevanten Studien wider (Übersichtstabelle 1).

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>7</b>
1.1 Nicht-wörtliche Sprache.....	8
1.1.1 Ironie .....	10
1.1.2 Sprichwörter .....	12
1.2 Schizophrenie und Sprache .....	13
1.2.1 Krankheitsbild Schizophrenie .....	13
1.2.2 Allgemeine Aspekte zum Schizophrenie und Sprachverarbeitung .....	15
1.2.3 Vorbefunde zum Ironieverständnis bei Schizophrenie .....	16
1.2.4 ToM und Schizophrenie .....	22
1.2.5 Konkretismus .....	24
1.3 Neuronale Korrelate des Ironieverständnis .....	25
<b>2. Fragestellung, Zielsetzung und Hypothesen</b> .....	<b>28</b>
2.1 Fragestellung.....	28
2.2 Hypothesen .....	28
2.3 Ziele .....	29
<b>3. Material und Methoden</b> .....	<b>31</b>
3.1 Versuchsteilnehmerinnen .....	31
3.1.1 Merkmale der Patientinnengruppe .....	32
3.1.2 Merkmale der Kontrollgruppe .....	32
3.2 Versuchsablauf.....	33
3.2.1 Ironieverständnistest .....	34
3.2.1.1 fMRT-Version .....	34
3.2.1.2 Offline-Version .....	36
3.2.2 Irony-Rating-Test .....	37
3.2.3 Testpsychologische Untersuchung .....	38
3.2.3.1 Digit-Span-Test .....	38
3.2.3.2 Vigilance-Continuous-Performance-Test (CPT) .....	38
3.2.3.3 Mehrfachwahlwortschatztest (MWT-B) .....	39
3.2.3.4 Bilderordnen .....	39

3.2.3.5 Händigkeitsfragebogen nach Oldfield .....	40
3.2.4 Schizotypal Personality Questionnaire (SPQ) .....	40
3.2.5 Sprichworttest .....	42
3.2.6 Psychopathologie .....	42
3.2.6.1 Scale for the Assessment of Negative Symptoms (SANS) .....	42
3.2.6.2 Scale for the Assessment of Positive Symptoms (SAPS) .....	43
3.2.6.3 Positive and Negative Syndrome Scale (PANSS) .....	43
3.2.6.4 Global Assessment of Functioning (GAF) .....	43
3.3 Funktionelle Kernspintomographie .....	43
3.3.1 fMRT-Messparameter .....	44
3.3.2 Vorverarbeitung der fMRT-Daten .....	45
3.3.3 Statistische Analyse: First-Level-Analyse .....	46
3.3.4 Statistische Analyse: Second-Level-Analyse .....	47
3.3.4.1. Lateralitätsindizes .....	47
3.3.4.2 Differenzkontraste innerhalb der Gruppen .....	47
3.3.4.3 Gruppenvergleiche .....	48
3.3.4.4 Korrelationsanalysen .....	48
3.3.5 Anatomische Zuordnung .....	48
3.4 Datenauswertung Gruppenvergleiche Offline-Ironieverständnistest, Irony- Rating, SPQ und Testpsychologie .....	49
<b>4. Ergebnisse .....</b>	<b>50</b>
4.1 Demographische Daten, Testpsychologie und Psychopathologie .....	50
4.2 Offline-Ironieverständnistest .....	54
4.3 Irony-Rating-Test .....	57
4.4 Sprichworttest .....	58
4.5 Schizotypal Personality Questionnaire (SPQ) .....	60
4.6 Bildgebung .....	62
4.6.1 Lateralitätsindizes .....	62
4.6.2 Gruppenvergleiche .....	64
4.6.3 Zusammenhänge zur Psychopathologie .....	71
4.6.4 Zusammenhänge zum Persönlichkeitsmerkmal Schizotypie .....	73

<b>5. Diskussion .....</b>	<b>77</b>
5.1 Ironieverständnis bei schizophreie Patientinnen: Neuronale Korrelate und Verhaltensexperiment .....	77
5.2 Limitationen und Ausblick.....	89
5.3 Schlussfolgerung.....	91
<b>6. Zusammenfassung.....</b>	<b>95</b>
<b>7. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>98</b>
<b>Lebenslauf .....</b>	<b>112</b>
<b>Danksagung.....</b>	<b>114</b>

## 1. Einleitung

„Ironie ... Es ist möglich, dass ich sie sehe, wo andere Leute sie nicht sehen; aber mir ist eben, als könnte man diesen Begriff nicht weit genug fassen, ihn niemals zu ethisch und zu politisch nehmen.“

Thomas Mann in „Bekenntnisse eines Unpolitischen“

Sprache ist ein komplexes Phänomen. Mit Sprache kann der Mensch nicht nur benennen, sondern fein gegliederte Darstellungen übermitteln, die sowohl seine Umwelt als auch sein Inneres umfassen. Ihre faszinierendste Form ist vielleicht die nicht-wörtliche Verwendung. Seit der Antike haben Poeten, Rhetoriker und Philosophen versucht, die wesentlichen Merkmale dieser Aspekte von Sprache abzusondern und zu beschreiben, doch bis heute sind grundlegende Fragen unbeantwortet. Für eine neuropsychologische Untersuchung kognitiver Prozesse sind die wichtigsten: Welche Areale des Gehirns sind am Verarbeitungsprozess mitbeteiligt? Kann man Zusammenhänge zu anderen anatomisch bereits lokalisierten kognitiven Leistungen nachweisen? Inwiefern sind diese Prozesse bei psychiatrischen Krankheiten gestört und gibt es Kompensationsmechanismen?

Diese Arbeit konzentriert sich auf Ironie als Unterform der nicht-wörtlichen Sprache und im Besonderen auf die Einschränkungen des Ironieverständnisses bei an Schizophrenie Erkrankten. Im Folgenden sollen deshalb zunächst relevante Aspekte nicht-wörtlicher Sprache sowie zwei ihrer Erscheinungsformen, Ironie und Sprichwörter, dargestellt werden.

## 1.1 Nicht-wörtliche Sprache

In der Literatur findet man keine Einigkeit über die Richtigkeit, eine klare Grenze zwischen wörtlicher und nicht-wörtlicher Sprache zu ziehen (Gibbs und Colston 2012). Der historische Hintergrund einer solchen Kategorisierung verschiedener Arten von Sprachanwendungen liegt in der traditionellen Gebietsaufteilung zwischen Semantik und Pragmatik (Morris 1938). Während sich die wörtliche Bedeutung eines Satzes aus den verwendeten sprachlichen Mitteln und ihrer Kombination ergibt und deshalb Gegenstand der Semantik ist, beschäftigt sich die Pragmatik mit der kontextabhängigen Bedeutung, der Intention des Senders und der Wirkung auf den Empfänger sowie Gestik, Mimik und Betonung des Gesprochenen. Entsprechend werden nicht-wörtliche Sprachhandlungen sprachwissenschaftlich der Pragmatik zugeordnet (Busse 1991).

Die von Sperber und Wilson entwickelte „relevance theory“ geht so weit, zu verneinen, dass der semantische Inhalt einer Aussage hinreichend für die Bestimmung des Gesagten ist (Sperber und Wilson 1986). Demzufolge scheint die Möglichkeit einer rein wörtlichen Verwendung von Wörtern in Frage gestellt. Eine allgemeine Diskussion solcher grundsätzlichen Fragen kann in einer klinischen Studie nicht geleistet werden. Aber umgekehrt können Untersuchungen neuronaler Korrelate einen Beitrag zur Klärung der Natur nicht-wörtlicher Sprache leisten.

In dieser Arbeit wird der Unterschied zwischen wörtlichen und nicht-wörtlichen Sprachanwendungen angenommen. Obwohl diese Annahme in der medizinischen Literatur üblich ist, fehlt eine allgemein anerkannte Definition.

Die meisten Autoren ordnen Ironie und Sarkasmus, Metonymie, Metapher, Sprichwörter und Wortspiele der nicht-wörtlichen Sprache zu (Gibbs 1999).

Der Begriff der „figurativen Sprache“ wird oft synonym zur nicht-wörtlichen Sprache gebraucht. Unter diesen Begriff fallen in seiner ursprünglichen Definition nur Ausdrücke, die Sprachfiguren oder Metaphern enthalten, weshalb er von dem der nicht-wörtlichen Sprache abzugrenzen ist, da Metaphern und

Sprachfiguren nicht zwangsläufig als nicht-wörtliche Aussagen verwendet werden (Bsp.: „Wo ein Wille ist, ist auch ein Weg“). Umgekehrt sind nicht alle Sprichwörter der nicht-wörtlichen Sprache zuzuordnen (Bsp.: „Was du heute kannst besorgen, das verschiebe nicht auf morgen“) (Gibbs und Beitel 1995). Der Schwerpunkt des Interesses vieler neurowissenschaftlicher Studien liegt mehr auf figurativer Sprache als auf nicht-wörtlicher, da davon ausgegangen wird, dass das Verständnis sprachlicher Figuren höhere Ansprüche an kognitive Fähigkeiten stellt (Lakoff und Johnson 2004).

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass zum erfolgreichen Verständnis nicht-wörtlicher Sprache die Intention des Sprechers, Kontextinformationen zu Gesprächsteilnehmern und Allgemeinwissen verarbeitet werden müssen (Markert und Nissim 2003, Lakoff und Johnson 2004, Giora 2002). Dabei bilden nicht-wörtliche Ausdrücke einen relevanten Bestandteil unserer Alltagssprache (Gibbs und Beitel 1995). So fand Pollio in einer linguistischen Analyse von Alltagssprache sechs nicht-wörtliche Ausdrücke pro Minute (Pollio et al. 1977). Ironische Bemerkungen haben eine ähnliche Häufigkeit (Whalen et al. 2009) und kommen auch in der Schriftsprache vermehrt vor (Whalen et al. 2011). Wird nicht-wörtliche Sprache als solche nicht erkannt, ist die Alltagsinteraktion aufgrund von Missverständnissen stark beeinträchtigt (Rapp und Mutschler 2011). Des Weiteren besteht eine enge Beziehung zum abstrakten Denken (Lakoff und Johnson 2004). Schon seit langer Zeit finden Störungen im Verständnis nicht-wörtlicher Sprache im Zusammenhang mit psychischen Störungen ein großes Interesse (Wegrocki 1940, Andreasen 1977, Rapp 2009, Rapp und Schmierer 2010). Traditionell wurde insbesondere schizophrenen Patienten nachgesagt, dass sie eine Schwierigkeit im Verstehen von nicht-wörtlichen Bedeutungen haben. Man spricht in diesem Zusammenhang vom Konkretismus (Holm-Hadulla 1982, Kircher et al. 2007, Rapp 2009).

Im Folgenden wird nun auf Ironie und Sprichwörter, die sich beide dem weiten Feld der nicht-wörtlichen Sprache zuordnen lassen, ausführlicher eingegangen, da das Verständnis von Ironie und Sprichwörtern später Gegenstand der Untersuchung sein soll. Ferner gilt es, bisherige Erkenntnisse über die am

Verständnisprozess von Ironie beteiligten neuronalen Prozesse bei Gesunden und die bisherige Studienlage zum Ironieverständnis bei an Schizophrenie erkrankten Patienten zusammenfassend darzustellen.

### 1.1.1 Ironie

Ironie ist ein wichtiges sprachliches Mittel mit mannigfaltigen Anwendungen, die auf Täuschung und Verspottung beruhen. Es sind verschiedene Ansichten zur Ironie entwickelt worden, die auch verschiedene Definitionen des Begriffes hervorgebracht haben. Bereits in Sokrates' Haltung im philosophischen Diskurs spielt die Ironie eine wesentliche Rolle, um die Angesprochenen zur Entwicklung einer kritischen Einsicht zu bewegen. Mit dramatischer Ironie wird in den Theaterwissenschaften der Umstand bezeichnet, dass das Publikum etwas weiß, was sich der Kenntnis der Protagonisten auf der Bühne entzieht und geht damit zurück auf die klassische Tragödie. Eine weitere Theorie der Ironie ist die von Friedrich Schlegels geprägte romantische Ironie als eine Illusion, die der Autor selbst zerstört, welche später von Hegel und Kierkegaard kritisiert wurde (Behler 1981, Erben 2006). Der alltägliche Gebrauch des Wortes findet hingegen oftmals im Zusammenhang mit der Ironie des Schicksals statt, wonach sich eine Begebenheit entgegen der Intention des Betroffenen ereignet. In allen diesen Zusammenhängen könnte man eher von verschiedenen Ironiebegriffen sprechen als von verschiedenen Erscheinungsformen eines einheitlichen Ironiebegriffes.

Der Ironiebegriff der vorliegenden Arbeit ist linguistisch definiert, wonach das Kennzeichen verbaler Ironie eine Inkongruenz zwischen der eigentlichen Intention des Sprechers gegenüber der wörtlichen Aussage ist (Kreuz et al. 1996, Winner 1998, Shamay-Tsoory et al. 2005, Giora 2005, Rapp und Mutschler 2011). Entgegen älterer rhetorischer Definitionen, wie beispielsweise des römischen Lehrers Quintilian „*contrarium ei quod dicitur intelligendum est*“ – „Man muss das Gegenteil, von dem, was gesagt wird, verstehen“ (Quintilian in *Institutio oratio IX,2,44*), erschließt sich die Bedeutung einer ironischen

Aussage nicht immer zwangsläufig in der Annahme des Gegenteils (Wilson und Sperber 1992). Stattdessen können auch rhetorische Fragen, Wiederholungen, Hyperbeln und Untertreibungen eingesetzt werden, um sich ironisch zu äußern (Gibbs und Colston 2012). Rhetorische Fragen sind Fragen, auf die keine Antwort erwartet wird, Hyperbeln Übertreibungen oder Überspitzungen. Ein Beispiel für eine ironische Untertreibung wäre, im Falle von 40 °C im Schatten von einem „einigermaßen warmen Tag“ zu sprechen. Sarkasmus ist eine Form von Ironie, die verwendet wird, um indirekt Kritik an einem Gegenüber zu üben (McDonald 1999)

Ironie ist kein sprachliches Kunstprodukt, sondern Teil alltäglicher Kommunikation und wird verwendet, um Gefühle indirekt übermitteln zu können (Gibbs und Colston 2012). Nahezu alle Sprachen und Kulturen kennen und verwenden Ironie (Kreuz et al. 1991). Wie oft Ironie tatsächlich angewendet wird, versuchten Gibbs et al. (2000) in einer Untersuchung von 10-minütigen alltäglichen Gesprächen zwischen amerikanischen College-Studenten nachzuweisen: 8 Prozent aller Sprachwendungen waren ironisch intendiert.

Der Kontext ist ein weiterer Faktor, der den Gebrauch von Ironie beeinflusst. Nach Hancock wird Ironie in Chat-Rooms häufiger als im direkten, persönlichen Gespräch verwendet (Hancock 2004). Auch gesellschaftliche Konventionen und soziales Milieu beeinflussen das Ironieverständnis (Katz und Lee 1993)

Weshalb Ironie verwendet wird, obwohl sich die Wahrscheinlichkeit erhöht, missverstanden zu werden (Whalen et al. 2009, Recchia et al. 2010), kann auch an den Vorteilen ironische verpackter Kritik liegen. Erwachsene bewerten ironische im Vergleich zu wörtlicher Kritik weniger aggressiv (Dews et al. 1996, Giora 1995, Creusere 1999) und insgesamt witziger (Gibbs 2000, Kreuz et al. 1991, Rapp und Mutschler 2011). So verwundert es nicht, dass ironische Aussagen verwendet werden, um negative Emotionen auszudrücken (Roberts und Kreuz 1994). Dem widersprechen Untersuchungen zum Sarkasmus, dessen Verwender als verbal aggressiver und offensiver empfunden wurden,

als Sprecher, die ihre Kritik direkt angebracht haben (Toplak und Katz 2000, Leggit und Gibbs 2000).

Doch wie detektiert der Gesprächspartner Ironie? Es gibt verschiedene verbale und nonverbale Ironiesignale, die es möglich machen, Ironie intuitiv zu erkennen. Hierzu zählt die Intonation der Aussage (Prosodie), Wiederholungen von Phrasen und rhetorische Stilmittel wie die Hyperbel, die den Adressaten aufhorchen lassen. Ein für das korrekte Verständnis von Ironie benötigter Perspektivwechsel, eine Theory-of-Mind für die Intention des Sprechers, wurde ebenfalls wiederholt postuliert (Brüne 2005, Gibbs und Colston 2012). Der Gesprächspartner muss die Intention des Sprechers schlussfolgern (Mc Donald 1999). Bei Kindern hängt die Fähigkeit, Ironie korrekt zu verstehen, eng mit der Fähigkeit zusammen, second-order-false-believe-Aufgaben korrekt zu lösen; beide Fähigkeiten sind frühestens im Alter von fünf Jahren entwickelt (Winner 1998, Sullivan et al. 1995, Dews et al. 1996, Glenwright und Pexman 2010). Interessanterweise halten Kinder ironische Aussagen für einen Irrtum, sofern sie sie noch nicht korrekt einordnen können, Sarkasmus hingegen häufig für eine Lüge (Demorest et al. 1983, Rapp und Mutschler 2010).

Es liegt auf der Hand, dass eine mangelnde Fähigkeit, Ironie zu erkennen, schwerwiegende Missverständnissen und Einschränkungen in der sozialen Interaktion zur Folge haben kann.

### **1.1.2 Sprichwörter**

Spruchwörter sind allgemein bekannte, fest geprägte Redensarten, deren unveränderliche Formulierung häufig zusätzlich noch durch Reimformen gefestigt ist. Als feste Formulierung von Überzeugungen, Werten und Normen können sie im Gespräch Funktionen übernehmen, aber auch alleine stehen (Burger 2003). Vorausgesetzt, das Sprichwort ist bekannt, konnte Norrick (1985) zeigen, dass schon das Hören der ersten Hälfte bzw. nur der ersten zwei bis drei Worte eines Sprichwortes ausreicht, um es als solches zu erkennen.

Dennoch sind zum korrekten Verständnis eines Sprichwortes kognitive Operationen höherer Ordnung notwendig, wie folgerichtiges Denken, die Kenntnis von Abstrakta sowie die Fähigkeit, die Bedeutung aus dem Kontext zu erschließen und sich in die anderen Personen einzudenken (Nippold 2001).

Vielleicht gerade deshalb hat die Interpretation von Sprichwörtern sowohl im Bereich der Forschung als auch in der klinischen Praxis eine lange Tradition (Hadlich 1931, Benjamin 1944, Gorham 1956). So werden Sprichwortinterpretationen bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts gebraucht, um Denkstörungen schizophrener Patienten einzuschätzen (Finckh 1906, Benjamin 1944). Neben dem verbalen Erklärenlassen, das den Nachteil einer mangelnden Interrater-Reliabilität mit sich bringt (Andreasen 1979), gibt es standardisierte Multiple-Choice-Tests. Im englischsprachigen Raum ist hierbei der Gorham-Proverb-Test (Gorham 1956) der gebräuchlichste Test. In deutscher Sprache ist 2001 der Sprichwort-Metaphertest von Barth und Küfferle erschienen. Darüber hinaus existiert der Sprichwort-Test von Thoma und Daum (Thoma und Daum 2006). Dieser ist umfassender und prüft zudem den Bekanntheitsgrad der verwendeten Sprichwörter. Es ist bekannt, dass geläufige Sprichwörter häufiger korrekt interpretiert werden als unbekannte (Cunningham et al. 1987, Penn et al. 1988). Nicht ausreichend untersucht ist hingegen, ob schizophrene Patienten, die weniger soziale Kontakte pflegen (Mueser et al. 1990), selbst weniger Sprichwörter verwenden und umgekehrt seltener mit Sprichwörtern konfrontiert werden, und sie deshalb weniger gut verstehen.

## **1.2 Schizophrenie und Sprache**

### **1.2.1 Krankheitsbild Schizophrenie**

Schizophrenie ist eine psychiatrische Erkrankung aus dem Formenkreis der endogenen Psychosen, deren hohe Heterogenität bereits 1911 in *Dementia praecox oder Gruppe der Schizophrenien* von Eugen Bleuler beschrieben wurde (Bleuler 1911).

Eine gängige Einteilung der Symptome schizophrener Psychosen erfolgt in zwei Kategorien: Positiv- und Negativ-Symptome (Andreasen 1987). Zur Positivsymptomatik zählen inhaltliche Denkstörungen (Wahnsymptomatik), Halluzinationen, formale Denkstörungen und Ich-Störungen im Erleben und Denken. Sie sind oft Kennzeichen der akuten Krankheitsphase. Als Negativsymptomatik wird hingegen zusammengefasst, was den Erkrankten häufig auch noch in der Residualphase „fehlt“, dazu werden Affektverflachung, (psycho-)motorische und kognitive Defizite sowie eingeschränkte soziale Funktionsfähigkeit gezählt (Andreasen 1979).

Zur Diagnosestellung einer Schizophrenie stehen die Klassifikationsmodelle des *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* in der vierten deutschen, textlich revidierten Testausgabe (kurz: DSM-IV-TR) der American Psychiatric Association (APA) und die von der World Health Organization (WHO) herausgegebene *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems* in der zehnten Ausgabe (kurz: ICD-10) zur Verfügung. Schizophrenie tritt in allen bisher untersuchten Kulturen mit einem mittleren Lebenszeitrisko von etwa einem Prozent auf (McGrath et al. 2004), wobei Männer und Frauen gleich häufig betroffen sind. Frauen erkranken durchschnittlich vier bis fünf Jahre später als Männer und haben meist einen günstigeren Krankheitsverlauf, wobei für beide Geschlechter das Erkrankungsmaximum vor dem 30. Lebensjahr liegt (Bottlender und Möller 2006). Die Schizophrenie zählt weltweit zu den zehn Krankheiten mit dem höchsten Verlust an Lebensjahren in der Altersgruppe der 15-44-Jährigen (Murray und Lopez 1996).

Unterschiede im Krankheitserleben und Krankheitsverlauf von Frauen und Männern wurden wiederholt kontrovers diskutiert. Eine Meta-Analyse von Aleman et al. (2003) postuliert, dass das männliche Geschlecht im Mittel schwerer betroffen ist. Der günstigere Verlauf der Erkrankung bei weiblichen Patientinnen wird zumeist mit deren besseren sozialen Integration erklärt (Rieder und Lohff 2008). Weiterhin wurde eine Schutzwirkung von Östrogen diskutiert, welche sich auf den Vergleich der Verlaufsformen von

Schizophrenien mit Ersterkrankung vor und nach der Menopause stützt (Häfner et al. 1998).

Trotz verschiedener Ansätze zur Erklärung der Pathophysiologie der Erkrankung ist der ursächliche Mechanismus bisher nicht bekannt.

### **1.2.2. Allgemeine Aspekte zu Schizophrenie und Sprachverarbeitung**

Sprachliche Auffälligkeiten sind ein wichtiges Symptom der Schizophrenie, insbesondere im Rahmen der formalen Denkstörungen. Es zeigen sich Störungen des Denkablaufs bezüglich Geschwindigkeit, Stringenz und Kohärenz, die sich in sprachlichen Äußerungen manifestieren (Rochester und Martin 1979, McKenna und Oh 2008).

Sprachprobleme bei Menschen mit Schizophrenie beziehen sich sowohl auf die Sprachproduktion als auch auf das Sprachverständnis.

Untersuchungen zur Sprachproduktion schizophrener Patienten zeigten, dass diese im Vergleich mit gesunden Kontrollgruppen grammatikalisch einfacher strukturierte Sätze bilden (Oh, McCarthy und McKenna, 2002, Kircher und Thienel 2005) und signifikant weniger Verbindungswörter (engl.: „cohesive ties“) (Wykes 1981, Wykes und Leff 1982, Schonauer und Buchkremer 1986, Allen und Allen 1985) und Pronomina verwenden (Frommer und Tress, 1989).

Darüber hinaus treten bei Patienten mit schizophrener Psychose auch Störungen im Sprachverständnis auf. Sogenannte Sprachperzeptionsstörungen konnten in einigen Studien bereits vor dem klinischem Ausbruch der Erkrankung nachgewiesen werden (Klosterkötter et al. 2000 und 2001, Fuller et al. 2002). Eine große Kohortenstudie zum prämorbidem neuropsychologischen Profil schizophrener Patienten zeigte bei Kindern, die später an einer Schizophrenie erkrankten, bereits im Alter von drei bis neun Jahren eine signifikant verschlechterte Sprachwahrnehmung (Cannon et al. 2002). Auch

Verwandte schizophrener Patienten weisen schlechtere Leistungen in Sprachperzeptionstests auf (Docherty et al. 1998).

Patienten mit Schizophrenie haben häufig Schwierigkeiten, komplexe Sprache korrekt zu verstehen (Spitzer et al. 1993 und 1994, Barth und Küfferle 2001). Dies konnte auch für viele Formen nicht-wörtlicher Sprache bereits nachgewiesen werden (Rapp 2009): Dazu gehören Metapher, Metonymie (Rhodes und Jakes 2004), Sprichworte (Thoma et al. 2009) und Ironie (Hensler 2009).

Ferner neigen Menschen mit Schizophrenie ungeachtet eines Überwiegens der Positiv- oder Negativsymptomatik zu einem eingeschränkten Verständnis leiser Zwischentöne, die in alltäglichen Konversationen gebraucht werden (Frith und Corcoran 1996).

Eine Fehlfunktion des Sprachsystems im Gehirn wird in zahlreichen Erklärungsmodellen für schizophrene Störungen als zentraler Bestandteil der Erkrankung angesehen (Crow 2000, Berlím et al. 2003, Mitchell und Crow 2005, McKenna und Oh 2008).

### **1.2.3 Vorbefunde zum Ironieverständnis bei Schizophrenie**

Ob im Zusammenhang mit Schizophrenie ein eingeschränktes Verständnis von Ironie vorliegt, ist in der Vergangenheit bereits untersucht worden. Die auf den folgenden Seiten abgebildete Tabelle soll einen Überblick über die bisher erschienene Literatur geben (Tabelle 1). Es gilt als derzeitiger Konsens, dass Menschen mit Schizophrenie Schwierigkeiten beim Verstehen von Ironie haben, wenngleich es Hinweise gibt, dass diese Einschränkung nicht für alle Patienten gilt, sondern innerhalb der untersuchten Patientengruppen variieren (Hensler 2009, Solomon et al. 2011). Vor diesem Hintergrund verwundert es nicht, dass Drury et al. (1998) kein signifikant schlechteres Verständnis von Ironie bei schizophrenen Patienten nachgewiesen haben und Solomon et al. (2011) bei

der Befragung von nahen Bezugspersonen über den Gebrauch von Ironie und das Vorliegen von Konkretismus keinen signifikanten Unterschied zur gesunden Kontrollgruppe berichteten. Anzumerken ist auch, dass die Tasks von Happé (1993), die in den Studien von Drury et al. (1993), Herold et al. (2002) und Mo et al. (2008) zur Anwendung kamen, nur zwei ironische Stimuli zur Erfassung des Ironieverständnisses beinhalteten. Herold et al. (2004) beschreiben den verwendeten Versuchsaufbau nicht näher.

Trotz der genannten methodischen Schwächen bleibt festzuhalten, dass in elf der zum jetzigen Zeitpunkt vorliegenden 13 Studien Schizophrenie mit einer signifikant schlechteren Verstehensleistung von Ironie einhergeht.

Vermutlich gibt es Einflussfaktoren, die die eingeschränkte Ironieverständnisleistung der Patienten erklären könnten. Verschiedene Arbeiten weisen hier auf Zusammenhänge zur Psychopathologie hin (Langdon et al. 2002, Hensler 2009, Kern et al. 2009, Ziv et al. 2011). In Korrelationsanalysen fanden sich Zusammenhänge des Ironieverständnisses schizophrener Patienten sowohl mit der Positiv- als auch mit der Negativsymptomatik. Dabei ergaben sich unterschiedlich starke Korrelationen: So fanden Langdon et al. (2002) und Kern et al. (2009) negative Korrelationen der Ironieverständnisleistung mit der Positivsymptomatik, d.h. einer stärker ausgeprägten Positivsymptomatik stand eine höhergradig eingeschränkte Ironieverstehensleistung gegenüber. Mitchley et al. (1998) und Ziv et al. (2011) fanden hingegen negative Korrelationen der Negativsymptomatik zur Ironieverständnisleistung. Leitman et al. (2006) konnten keine signifikanten Korrelationen des Ironieverständnisses zur Positiv-oder Negativsymptomatik nachweisen. Dies könnte auch dadurch erklärt werden, dass unterschiedliche Studiendesigns verwendet wurden.

Ähnliches gilt für die in den Studien untersuchten Zusammenhänge zur intakten Bildung einer Theory-of-Mind (ToM), auf die im folgenden Kapitel noch gesondert eingegangen wird. Dass Theory-of-Mind, also die Fähigkeit, sich in andere hineinzudenken, auch für das korrekte Verständnis von Ironie notwendig

ist, wurde wiederholt angenommen und in verschiedenen Studien mit Kindern nachgewiesen (Pijnacker et al.2012, Filippova 2008). Drei der vier Arbeiten, die außer dem Ironieverständnis auch die Fähigkeiten zur Bildung einer ToM mittels anderer Tests prüften, fanden keinen Zusammenhang zwischen den beiden Ursachen (Drury et al. 1998, Herold 2002, Mo et al.2008).

Eine vollständige Literaturübersicht zu den bisher veröffentlichten Studien zum Ironieverständnis bei Schizophrenie findet sich in Tabelle 1 auf den folgenden Seiten. Die Legende ist am Tabellenende auf Seite 22.

Autoren, Publikationsjahr	Titel	Anzahl Probanden, Geschlechterverhältnis	Aufgabe	Hauptergebnis
Drury et al. 1998	'Theory of mind' skills during an acute episode of psychosis and following recovery	14 SCZ (3♀/11♂) 10 PDD 12 DEP	Auditive Präsentation von Metaphern und ironischen Aussagen im Kontext. Zwischenfragen zur Interpretation (ironisch ja/nein, verbal erklären lassen). Tasks von Happé 1993. Weitere Aufgaben zur ToM.	Patienten mit Schizophrenie schnitten während der akuten Erkrankung bei den Aufgaben zur ToM signifikant schlechter ab. Kein signifikanter Unterschied bei der Aufgabe zum Ironieverständnis.
Mitchley et al. 1998	Comprehension of irony in schizophrenia	18 SCZ (3♀/15♂) 13 PP	Visuelle Präsentation von 9 ironischen und 9 wörtlichen Aussagen im Kontext (basierend auf Happé 1993) Antwortformat multiple choice: ironische, wörtliche, falsche Interpretation	Patienten mit Schizophrenie machten signifikant mehr Fehler beim Erkennen von ironischen Aussagen. Ironieverständnis korreliert mit dem momentanen nicht aber mit dem prämorbidem Intellekt und der Negativsymptomatik. Keine Korrelation mit der Positivsymptomatik.
Herold et al. 2002	Theory of mind deficit in people with schizophrenia during remission.	20 SCZ (♀/♂ k.A.) 20 HC	Auditive Präsentation von zwei metaphorischen und zwei ironischen Aussagen (Happé 1993, übersetzt in Ungarisch)	Patienten signifikant schlechter im Erkennen von Ironie, unabhängig vom Abschneiden in den anderen Aufgaben. Kein signifikanter Unterschied bei den Aufgaben zur ToM und den Metaphern.
Langdon et al. 2002	Disturbed communication in schizophrenia: the role of poor pragmatics and poor mind-reading	20 SCZ (♀/♂ k.A.) 25 HC	Visuelle Präsentation von kurzen Geschichten mit anschließender Aussage, darunter 10 ironisch zu verstehen. Antwortformat: Plausibilitätsprüfung Ja/Nein	Patienten signifikant schlechteres Abschneiden im Ironieverstehen. Korrektes Ironieverständnis und ToM-Fähigkeiten korrelieren positiv. Negative Korrelation zu Positivsymptomatik, keine Korrelation zu Negativsymptomatik.

Herold et al. 2004	The connection between mentalization deficit and pragmatic language skills and neurocognition in schizophrenia	irony task 28 SCZ (♀/♂ k.A.) 20 DEP  pragmatic task 20 SCZ (♀/♂ k.A.)	"irony task"	Patienten mit Schizophrenie machten signifikant mehr Fehler beim "irony-task" und "pragmatic task". Es bestand jedoch keine Korrelation zwischen "irony" und "pragmatic"
Leitman et al. 2006	Theory of Mind (ToM) and counterfactuality deficits in schizophrenia: misperception or mis-interpretation?	-22 SCZ (2♀/20♂)  -17 HC	Auditive Präsentation von Sätzen mit ernsthafter und sarkastischer Prosodie (Stimuli von der Aprosodia Battery Orbelo et al. 2005) Antwortformat: Entscheidung ernsthaft/sarkastisch	Patienten machten signifikant mehr Fehler, bias hin zur Ernsthaftigkeit. Keine Korrelation der Fehleranzahl mit Medikation und der Psychopathologie außer zur Antriebslosigkeit.
Mo et al. 2008	Comprehension of metaphor and irony in schizophrenia during remission: The role of theory of mind and IQ	-33 SCZ (16♀/17♂)  -22 HC	Auditive Präsentation von zwei Kurzgeschichten mit metaphorischen und ironischen Aussagen (wie Happé 1993 übersetzt in Chinesisch), Antwortformat: Bedeutung verbal erklären lassen	Patienten machten signifikant mehr Fehler. Ironieverständnis-Test korreliert nicht mit Test zu ToM und nicht mit IQ.
Kosmidis et al. 2008	Studying social cognition in patients with schizophrenia and patients with frontotemporal dementia: Theory of mind and the perception of sarcasm.	-28 SCZ (♀/♂ k.A.)  -26 HC -9 FTD	Audiovisuelle Präsentation durch den 'The Awareness of Social Inference Test' McDonald et al. 2003) übersetzt in Griechisch mit und ohne Kontextinformationen. Antwortformat: verbal erklären lassen	Patienten mit SCZ schnitten unabhängig von Kontextinformationen bei Sarkasmus, paradoxen Aussagen und Lügen schlechter ab als die Kontrollgruppe. Kein Unterschied zur Kontrollgruppe bezüglich ernster, wörtlicher Aussagen.

Hensler 2009	Is concretism a homogeneous entity? The comprehension of nonliteral language in schizophrenia.	-30 SCZ (16♀/14♂)  -20 HC	Visuelle prosodiefreie Präsentation von wörtlichen, ironischen, sinnlosen Aussagen. Antwortformat: Entscheidungsaufgabe ironisch Ja/Nein	Patienten signifikant mehr Fehler als Kontrollgruppe. Fehlerzahl im Ironieverständnis korreliert positiv mit ToM-Fehleranzahl und Positivsymptomatik.
Kern et al. 2009	Theory of mind deficits for processing counterfactual information in persons with chronic schizophrenia	- 49 SCZ (18♀/31♂)	Audiovisuelle Präsentation durch den ‚The Awareness of Social Inference Test‘ (McDonald et al. 2003) von kurzen Szenen mit wörtlichen, ironischen Aussagen und Lügen. Antwortformat: verbal erklären lassen.	Patienten schnitten beim Erkennen von Ironie signifikant schlechter ab, nicht aber beim Erkennen von Lügen. Fehleranzahl korreliert mit Positivsymptomatik.
Sparks et al. 2010	Social cognition, empathy and functional outcome in schizophrenia	30 SCZ (13♀/17♂)  25 HC	Audiovisuelle Präsentation durch den ‚The Awareness of Social Inference Test‘ (McDonald et al. 2003) von kurzen Szenen mit wörtlichen, ironischen Aussagen und Lügen. Antwortformat: verbal erklären lassen.	Patienten signifikant schlechter im Erkennen von Sarkasmus und Lügen. Höhere Fehlerzahl korreliert mit höherer „empathic personal distress“ und niedrigerer „recreational functioning“.
Solomon et al. 2011	From lumping to splitting and back again: Atypical social and language development in individuals with clinical-high-risk for psychosis, first episode schizophrenia, and autism spectrum disorders	16 SCZ (4♀/12♂)  20 HC 15 CHR 20 ASD	Befragung von nahen Bezugspersonen mithilfe der Children’s Communication Checklist-2 (Bishop 2003) u.a. nach Gebrauch von Ironie, Humor und Konkretismus	Im Gegensatz zu Patienten mit Störungen aus dem autistischen Formenkreis zeigten Patienten mit Schizophrenie bezüglich Konkretismus, Gebrauch von Ironie und Humor keinen signifikanten Unterschied zur gesunden Kontrollgruppe.

Ziv et al. 2011	Social cognition in schizophrenia: Cognitive and affective factors	30 SCZ (9♀/21♂) 30 HC	Audielle Präsentation von 16 Kurzgeschichten (nach Ackerman 1981) Antwortformat: ironisch Ja/Nein	Patienten mit SCZ hatten bei ToM-Aufgaben und Ironieverständnis-Aufgaben ein signifikant schlechteres Ergebnis. Negative Korrelation zwischen Negativsymptomatik und Ironieverständnis
Langohr 2013	Neuronale Korrelate des Ironieverständnisses bei schizophrenen Patientinnen	15 SCZ (15♀/0♂) 15+24 HC	Entscheidungsaufgabe ironisch-wörtlich-sinnlos	Patientinnen mit SCZ schnitten im Ironieverständnistest signifikant schlechter ab und bewerteten ironische Aussagen signifikant witziger als Vergleichsgruppe.

Tabelle 1: Übersicht veröffentlichter Studien zum Ironieverständnis bei Schizophrenie (Stand 12/2012)

Legende: (♀/♂) Geschlechterverhältnis männlich/weiblich, SCZ= Schizophrenie, HC= Healthy Controls, DEP=Depression, FTD= Frontotemporale Demenz, ASD=Autism Spectrum Disorder, CHR= Clinical-High-Risk for Psychosis PDD=Psychiatric Disorder with Delusion, PP=Psychiatrische Patienten ohne Wahn

#### 1.2.4 ToM und Schizophrenie

Theory-of-Mind (ToM) oder Mentalisierung ist ein Begriff aus der Psychologie und der Kognitionswissenschaft. Mit ihm wird die Fähigkeit bezeichnet, sich und anderen Personen Bewusstseinsvorgänge wie Gefühle, Bedürfnisse, Meinungen, Erwartungen und Absichten zuzuschreiben und desweiteren zu verstehen, dass Verhalten aus diesen Geisteszuständen resultiert (Premack und Woodruff 1978).

Es wird zwischen first-order und second-order ToM-Aufgaben entschieden. First-order ToM ist die Fähigkeit, sich in ein Gegenüber einzudenken, second-order bezeichnet hingegen die Leistung, sich zu überlegen, was ein anderer über eine dritte Person weiß bzw. denkt (Frith und Frith 2012).

Die intakte Bildung von ToM ist für ein normales soziales Funktionieren wichtig, weil sie das Verhalten anderer Menschen erklärbar macht (Baron-Cohen 1995). Einschränkungen in ToM-Fähigkeiten wurden wiederholt bei Menschen mit Schizophrenie beobachtet. So zeigen etwa zwei Meta-Analysen zur ToM und Schizophrenie (Pickup 2008, Sprong et al. 2007) robuste Ergebnisse in der Beeinträchtigung bei der ToM-Bildung schizophrener Patienten im Vergleich mit Gesunden. Diesem Konzept gegenüber steht die Annahme von Abu-Akel (Abu-Akel 1999) einer „Hyper-Mentalisierung“ schizophrener Patienten (Abu-Akel 1999, Brüne 2005). Die Zusammenhänge zwischen ToM und Schizophrenie-typischen Symptomen sind nicht eindeutig. Während einige Autoren Zusammenhänge zur Positivsymptomatik herstellen (Harrington et al. 2005, Langdon et al. 2002), fanden andere Wechselbeziehungen mit Negativsymptomen (Bora et al. 2006, Langdon et al. 2006, Ziv et al. 2011). ToM-Defizite in der Remission fand Herold 2002, dem widersprechen hingegen Drury et al. (1998). Keinerlei Zusammenhang fanden hingegen Janssen et al. (2003). Insgesamt kann geschlussfolgert werden, dass Einschränkungen der ToM ein die akute Phase der Schizophrenie überdauerndes Merkmal ist.

Zusammenfassend können generelle Defizite im ToM bei schizophrenen Patienten als gesichert gelten. Inwiefern diese Einschränkung der Mentalisierung mit den Symptomen, dem Krankheitsverlauf und anderen Defiziten der Schizophrenie zusammenhängen, wird derzeit noch kontrovers diskutiert. Gleiches gilt für Zusammenhänge mit dem Ironieverständnis wie sie in Tabelle 1 zusammengefasst sind. So postulierten Langdon et al. (2004), dass eine intakte ToM Voraussetzung für ein korrektes Ironieverständnis ist, während Mo et al. (2008) keinen Zusammenhang zwischen einer eingeschränkten ToM und dem Ironieverständnis schizophrener Patienten fanden. Ziv et al. (2011) fanden ein signifikant schlechteres Abscheiden der Patienten im Ironieverständnis und bei second-order ToM-Aufgaben, jedoch keine Korrelation zwischen ToM und der Ironieverstehensleistung.

Für das Ironieverständnis postulieren Marjoram et al. (2005) die Erfordernis einer intakten first-order ToM bezüglich der Absicht des Sprechers, um die

Ironie nicht als Irrtum zu interpretieren, und eine second-order ToM bezüglich der Sprecher-Annahme über die Hörer-Annahme, um Ironie nicht als Lüge zu interpretieren. Auch Happé (1996) verweist auf eine starke theoretische Verbindung zwischen ToM und dem Verständnis von Metaphern und Ironie. Während für das Verständnis von Metaphern ein begrenztes Verständnis der Intentionen des Sprechers vonnöten ist (first-order ToM), ist das Ironieverständnis eng mit der Fähigkeit verknüpft, eine komplexere second-order ToM zu der Weltsicht des Sprechers bilden zu können (Happé 1993, Langdon et al 2002, Colston und Gibbs 2003) .

### **1.2.5 Konkretismus**

Der Begriff des Konkretismus oder konkretistischen Denkens bezeichnet die Unfähigkeit oder die reduzierte Fähigkeit, nicht-wörtliche Sprachhandlungen wie Sprichwörter, Ironie, Metaphern und andere Sprachfiguren im übertragenen Sinne richtig zu erfassen und sie stattdessen „konkret“, also wörtlich zu verstehen (Holm-Hadulla 1982, Dilling und Reimer 1995, Barth und Küfferle 2001).

Konkretismus ist damit eine spezifische Form eines gestörten Abstraktionsvermögens. Dabei ist der Unterschied zwischen wörtlichen und konkretistischen Interpretationen, wenn überhaupt möglich, nur sehr fein (vgl. Definitionen bei Gorham 1956 und Hertler 1978 zitiert nach Thoma et al. 2009), weshalb in der vorliegenden Arbeit ein konkretistisches Verständnis mit der wörtlichen Interpretation eines Sprichwortes gleichgesetzt wird.

Bleuler (1911) beschrieb den „Schizophrenen Konkretismus“ als ein Ausdruck der Störung des Denkens. Patienten mit Schizophrenie neigen trotz erhaltener Intelligenz dazu, nur die konkrete Bedeutung von Sätzen oder Wörtern zu verstehen, nicht jedoch die übertragene (Holm-Hadulla 1982, Holm-Hadulla und Haug 1984, Rochester und Martin 1979). Den Mangel an Abstraktionsfähigkeit betrachteten auch Vigotsky (1934) und Goldstein (1944) als zentrales Merkmal

schizophrenen Denkens und Sprechens, er findet sich aber auch bei anderen psychiatrischen Störungen wie Autismus (Colich et al. 2012), Depression (Carter 1986) und Demenz (Rapp und Wild 2011), und ganz physiologisch bei Kindern bis zu einem gewissen Alter bzw. kognitiven Entwicklungsstand, die auch bekannte Sprichwörter wörtlich interpretieren (Hedemann 2009)

Zur Untersuchung des Denkablaufs und konkretistischen Denkens hat sich deshalb bei der psychopathologischen Befundung seit Benjamin (1944) das verbale Erklären eines metaphorischen Sprichwortes durch die Patienten etabliert. Auch in der Positive and Negative Syndrome Scale, kurz PANSS (Kay et al. 1987), der vermutlich gebräuchlichsten Skala zur Erfassung der Schwere der Positiv- und Negativ-Symptomatik bei Schizophrenie, wird das freie Erklären eines Sprichwortes zur Einschätzung einer konkretistischen Denkstörung verwendet (Item N5 „Schwierigkeiten beim Abstrakten Denken“).

### **1.3 Neuronale Korrelate des Ironieverständnisses**

Für Menschen mit Schizophrenie sind Defizite im ToM-Verständnis gut belegt (Bora et al. 2009, Sprong et al. 2007). Die neuronalen Grundlagen der ToM sind bereits verhältnismäßig gut bekannt. In den letzten Jahren ist des Weiteren eine ganze Serie kernspintomographischer Untersuchungen zur ToM-Bildung erschienen (Übersichten bei Mar 2011, Amodio und Firth 2006). Es wird dabei angenommen, dass die Verarbeitung von Ironie im medialen präfrontalen Kortex stattfindet (Gallagher et al. 2000, Mutschler 2010).

Zur neuronalen Prozessierung von Ironie existieren sowohl Läsionsstudien (Shamay-Tsoory 2005, Giora et al. 2000, Cannon et al. 2000) als auch funktionell-kernspintomographische Untersuchungen (Wakusawa et al. 2007, Uchiyama et al. 2006, Eviatar und Just 2006, Rapp et al. 2010). Zusammengefasst zeigen diese Studien, dass bei gesunden Probanden ein bihemisphärisches Netzwerk für das Ironieverständnis zuständig ist; wiederholt wurde insbesondere die Beteiligung des medialen präfrontalen Kortex, des

dorsolateralen-präfrontalen Kortex, und des Temporallappens nachgewiesen. Alle diese Regionen sind bei Schizophrenie sowohl strukturell (Shenton et al. 2001) als auch funktionell auffällig (Kircher et al. 2001 und 2007). Es ist bisher nicht untersucht, ob einem defektiven Ironieverständnis schizophrener Patienten tatsächlich eine Fehlfunktion gerade dieser Gehirnregionen zugrunde liegt. Jedoch gibt es zwei Arbeiten, die genau dies postuliert haben (Mutschler 2010, Shamay-Tsoory et al. 2007). Shamay-Tsoory et al. (2007) untersuchten mit einem ToM-Paradigma Menschen mit Läsionen im medialen präfrontalen Kortex ebenso wie Patienten mit Schizophrenie und fanden ein ähnliches Defizitmuster. In dieser Arbeit wurde Ironie nicht direkt untersucht, jedoch legen weitere Läsionsstudien dieser Arbeitsgruppe nahe, dass dieselben Gehirnregionen auch beim Ironieverständnis eine Rolle spielen (Shamay-Tsoory et al. 2005). Mutschler (2010) untersuchte das Ironieverständnis bei einer gesunden Population mit unterschiedlicher, nicht pathologischer Ausprägung von Schizotypie mittels funktioneller Kernspintomographie (fMRT). Auf Basis ihrer Ergebnisse vermutet sie ein präfrontal-temporales Defizit beim Ironieverständnis schizophrener Patienten (Mutschler 2010, Rapp et al. 2010). In der vorliegenden Arbeit soll nun untersucht werden, ob bei identischer Versuchsanordnung wie bei Mutschler (2010) tatsächlich ein präfrontal-temporales Defizit bei Patientinnen vorliegt, wenn das fMRT-Signal im Differenzkontrast mit gesunden Probandinnen verglichen wird.

Darüberhinaus hat eine Literaturrecherche ergeben, dass zum Ironieverständnis von schizophrenen Patienten bisher nicht untersucht worden ist, wie sicher sich schizophrene Patienten beim Einschätzen ironischer Aussagen sind, und wie Ironie bei schizophrenen Patienten „ankommt“. Denkbar ist auch, dass Patienten mit Schizophrenie in der Lage sein können, fehlerfrei Ironie als solche zu erkennen, die Intention jedoch anders einschätzen. Also beispielsweise, wie gemein oder auch witzig eine ironische Aussagen gemeint ist. Interpretationsverzerrungen schizophrener Patienten sind aus anderen linguistischen Untersuchungen bei Schizophrenie sehr gut bekannt und werden mit der Entstehung wahnhafter Symptome und der Positivsymptomatik in Verbindung gebracht (Garety und Freeman 1999,

Klingberg et al. 2010, Wittorf et al. 2012). Dies würde bedeuten, dass Studien, die eine erhöhte Fehlerzahl bei schizophrenen Patienten abbilden, nicht das gesamte Störungsspektrum abbilden (Hensler 2009).

## **2. Fragestellung, Zielsetzung und Hypothesen**

### **2.1 Fragestellung**

Verständnisprobleme nicht-wörtlicher Sprache gehören zu den Kernsymptomen der Schizophrenie. Die zugrunde liegenden pathophysiologischen Prozesse im Gehirn sind bisher weitgehend unbekannt. In der vorliegenden Studie sollen deshalb erstmals mittels funktioneller Kernspintomographie Zusammenhänge zwischen der im Verhaltensexperiment bestimmten Ironieverständnisleistung und der Gehirnaktivität beim Lesen ironischer Targetsätze während der Erhebung funktionell-kernspintomographischer Daten bei schizophrenen Patientinnen untersucht werden.

Zur genaueren Untersuchung des subjektiven Erlebens von Ironie soll ein Irony-Rating durchgeführt werden, mit dem Ziel, feinere Unterschiede zwischen den Gruppen deutlich zu machen.

### **2.2 Hypothesen**

Folgende Hypothesen sollen geprüft werden:

#### (1) Ironieverständnistest (fMRT)

Es wird erwartet, dass Kontrollpersonen und Patientinnen beim Lesen ironischer gegenüber wörtlichen Aussagen unterschiedliche Aktivierungsmuster aufweisen.

Für die Patientinnen wird eine Minderaktivierung in Gebieten erwartet, die typischerweise mit der Fähigkeit des Perspektivwechsels (Theory-of-Mind, kurz ToM) in Verbindung gebracht wird. Diese ist vor allem der mediale präfrontale Kortex und das anteriore Cingulum.

Aus einer Voruntersuchung (Mutschler 2010) ist bekannt, dass beim Lesen ironischer Aussagen gegenüber wörtlichen der SPQ-Gesamtwert negativ mit

der Aktivität im Gyrus temporalis superior beider Hirnhemisphären und positiv mit einer Aktivierung im linken präfrontalen Kortex korreliert. Es wird für die Hirnaktivität der Patientinnen erwartet, dass beide Areale eine verminderte Aktivierung aufweisen, im Sinne einer verminderten kompensatorischen Kapazität des präfrontalen Kortex.

(2) Ironieverständnistest (offline):

Patientinnen mit Schizophrenie machen im Ironieverständnistest mehr Fehler als die Kontrollgruppe. Sie neigen zu einer konkretistischen, d.h. wörtlichen Interpretation ironischer Aussagen.

(3) Irony-Rating-Test:

Patientinnen schätzen ironische Anmerkungen anders ein als Probandinnen. Sie sind sich generell mit ihrer Einschätzung unsicherer als gesunde Kontrollpersonen. Aufgrund von Schwierigkeiten im Erkennen von Ironie bewerten Patientinnen ironische Aussagen als gemeiner und weniger witzig.

(4) Sprichworttest (Thoma 2009)

Auch in einer rein weiblichen Population von Patientinnen mit Schizophrenie interpretieren diese - ebenso wie bei Thoma et al. (2009) - Sprichwörter signifikant häufiger falsch, der häufigste Fehler ist dabei eine konkretistische Interpretation.

## **2.3 Ziele**

Der Gewinn für den wissenschaftlichen Fortschritt ergibt sich aus neuen Erkenntnissen zu den neuronalen Korrelaten der Verarbeitung von Ironie und somit zur cerebralen Lokalisation dieser Gehirnleistung bei schizophrenen Patientinnen. Der Vergleich zwischen Aktivierungen bei gesunden Probandinnen und bei Patientinnen mit Schizophrenie soll exaktere

Erkenntnisse zur Pathogenese von Sprachperzeptionsstörungen bei Schizophrenie, der Rolle von formalen Denkstörungen hierbei und Erkenntnisse zur Pathophysiologie des schizophrenen Konkretismus erbringen.

### **3. Material und Methoden**

Im folgenden Kapitel soll das zur Untersuchung des Ironieverständnisses verwendete Studiendesign (Probandinnen, Ironieverständnistests) sowie die benutzte Untersuchungsmethode (funktionelle Kernspintomographie (fMRT)) dargestellt werden.

#### **3.1 Versuchsteilnehmerinnen**

Die Daten für die vorliegende Studie wurden im Zeitraum vom 19.01.2009 bis zum 23.11.2010 erhoben. Insgesamt wurden 15 Patientinnen eingeschlossen, die mit einer Kontrollgruppe von 15 gesunden Probandinnen verglichen wurden. Die Datensätze 13 gesunder Probandinnen konnten von Mutschler (2010) übernommen werden. Um die Gruppen nach verschiedenen Variablen (siehe unten) angleichen zu können, wurden zusätzlich zwei gesunde Versuchsteilnehmerinnen eingeschlossen. Der Irony-Rating-Test wurde mit 24 weiteren gesunden Kontrollpersonen durchgeführt, die nicht an der kernspintomographischen Untersuchung teilnahmen.

Als Einschlusskriterien galten weibliches Geschlecht, Deutsch als Muttersprache, keine Sehschwäche oder mit Brille ausgleichbarer Visus, sowie für die Teilnehmerinnen am fMRT-Experiment reine Rechtshändigkeit gemäß dem Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield 1971). Desweiteren die Diagnose einer Schizophrenie nach ICD-10 für die Patientinnen.

Ausschlusskriterien waren mangelnde Einwilligungsfähigkeit, schwerwiegende akute oder chronische Erkrankungen (außer Schizophrenie in der Patientinnengruppe) sowie für alle am fMRT-Experiment Teilnehmenden Metallteile im und am Körper sowie sämtliche weitere allgemeine MRT-Ausschlusskriterien.

Die Patientinnen waren zum Zeitpunkt der Messungen stationär in der Tagesklinik, der Nachsorgeklinik und auf den Stationen der Universitätsklinik für

Psychiatrie und Psychotherapie Tübingen, während die Kontrollgruppe mittels Aushängen und aus dem persönlichen Umfeld rekrutiert wurde. Alle am fMRT-Experiment teilnehmenden Probandinnen wurden durch einen Psychiater des Universitätsklinikums Tübingen untersucht, wobei in der gesunden Kontrollgruppe keine relevanten psychischen Störungen festgestellt wurden.

Die Studie wurde in Übereinstimmung mit den Bestimmungen der Ethikkommission der Eberhard-Karls-Universität Tübingen durchgeführt (Ethikantrag Projektnummer 79/2007). Nach einem Vorgespräch, in dem der Versuchsablauf erklärt und explizit sowohl auf die Freiwilligkeit als auch auf die jederzeit bestehende Möglichkeit des Versuchsabbruchs hingewiesen wurde, wurde das Einverständnis zur Teilnahme in schriftlicher Form eingeholt.

### **3.1.1 Merkmale der Patientinnengruppe**

Es wurden 15 Patientinnen mit der ICD-10-Diagnose einer Paranoiden Schizophrenie F 20.0 in die Studie eingeschlossen. Sie waren zwischen 19 und 49 Jahren alt und im Durchschnitt 32,9 Jahre. Die Patientinnen befanden sich alle unter neuroleptischer Medikation; zur Beurteilung und Vergleichbarkeit der Stärke der zumeist atypischen Medikation wurden Chlorpromazinäquivalente nach Andreasen et al. (2010) berechnet.

### **3.1.2 Merkmale der Kontrollgruppe**

Insgesamt konnten 39 gesunde weibliche Probandinnen in die Kontrollgruppe eingeschlossen werden. Davon absolvierten 15 Probandinnen dasselbe fMRT-Experiment und anschließende testpsychologische Untersuchung wie die Patientinnen, und 24 weitere gesunde Probandinnen nur die Offline-Version, den anschließenden Irony-Rating-Test und die testpsychologische Untersuchung. Die Probandinnen der Kontrollgruppe waren zwischen 21 und 59 Jahre alt, im Mittel 35,9 Jahre.

Patientinnen und gesunde Probandinnen waren bezüglich Alter ( $p= 0,416$ ) und verbaler Intelligenz ( $p= 0,163$ ) nicht signifikant verschieden, jedoch in Bildungsjahren ( $p=0,021$ ) und im Abschneiden im CPT ( $p=0,04$ ).

### **3.2 Versuchsablauf**

Die Datenerhebung erfolgte nach Überprüfung der Ein- und Ausschlusskriterien durch den Versuchsleiter (Dr. Alexander Rapp) und nach der schriftlichen Einwilligung durch die Probandinnen. Nach einer kurzen Erklärung des Ablaufes erfolgte die funktionell- kernspintomographische Messung, bei welcher das von Mutschler 2010 entwickelte kernspintomographische Paradigma zum Ironieverständnis in unveränderter Form verwendet wurde.

In der direkt anschließenden Offline-Version wurde die Einschätzung der Probandinnen zur Ironie identisch wie bei Mutschler 2010 erfasst, jedoch durch ein zusätzliches Irony-Rating ergänzt.

Danach wurde der Digit-Span-Test zur Testung des Arbeitsgedächtnisses, der Continuous-Performance-Test (beide von Wechsler 1981) zur Erfassung der Aufmerksamkeits- und Konzentrationsfähigkeit, der Mehrfachwahl-Wortschatz-Test Version B (Lehr 1995), der Untertest „Bildersortieren“ des Hamburg-Wechsler-Intelligenz-Tests für Erwachsene (Tewes 1991) und eine Kurzversion des Theory-of-Mind-Tests (Baron-Cohen 1986) durchgeführt sowie der Schizotypal-Personality-Questionnaire (Raine 1991; deutsche Version von Klein et al. 1997) und der Sprichworttest (Thoma und Daum 2006) nach entsprechender Erläuterung von den Probandinnen ausgefüllt.

Zuletzt wurden soziodemographische Daten erfragt und bei den Patientinnen durch ein standardisiertes Rating die Psychopathologie erfasst.

### **3.2.1 Ironieverständnistest**

Der Ironieverständnistest (Mutschler 2010) besteht aus einem im Magnet-Resonanz-Tomographen (MRT) präsentierten Teil, der zur Erfassung der Hirnaktivität dient, und einem im Anschluss am Computerbildschirm präsentierten Teil, mit dem die Antworten der Studienteilnehmer erfasst werden. Beide Teile werden in den folgenden beiden Kapiteln ausführlich dargestellt.

#### **3.2.1.1 fMRT-Version**

Zur Erfassung des prosodiefreien Ironieverständnisses wurde der von Mutschler (2010) entwickelte Ironieverständnistest verwendet. Das fMRT-Paradigma wurde in identischer Form verwendet.

Das fMRT-Paradigma besteht aus insgesamt 81 Stimuli, wobei sich darunter je 22 ironische und 22 korrespondierende wörtliche Aussagen sowie 22 visuelle Kontrollbedingungen und 15 Aufmerksamkeitsbedingungen befinden. Die Stimuli werden in pseudorandomisierter Reihenfolge präsentiert.

Die ironischen und wörtlichen Stimuli gliedern sich in einen Priming-Abschnitt, welcher in zwei Sätzen in eine Situation einführt, und einen Aussagesatz (Targetsatz), der die wörtliche oder ironische Intention einer Aussage zum Ausdruck bringt. Die Targetsätze sind bei allen korrespondierenden wörtlichen und ironischen Aussagen genau identisch, während die verschiedenen Primingsätze unterschiedlich sind, aber sowohl in Wort- und Buchstabenanzahl als auch in der Satzstruktur keinen signifikanten Unterschied aufweisen.

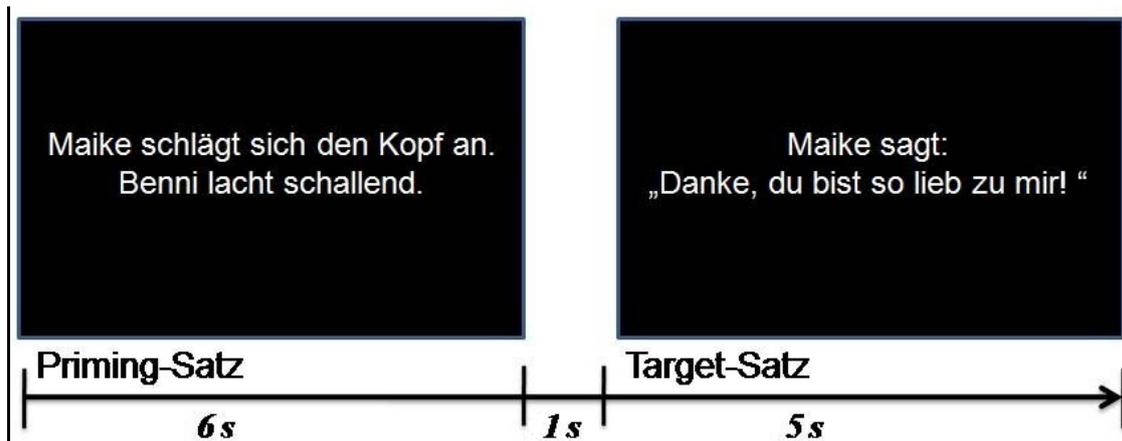


Abb.1: Beispiel für ein korrespondierendes Stimulipaar

Die Präsentationsdauer der Primingsätze beträgt sechs Sekunden, zusätzlich wird zur Verstärkung der Primingeffekte jeder Priminganteil akustisch in neutraler Sprachmelodie präsentiert. Die anschließenden Targetsätze werden für fünf Sekunden ausschließlich visuell präsentiert, um die Einschätzung der Intention nicht durch Prosodie zu beeinflussen.

Als visuelle Kontrollbedingung werden für ebenfalls jeweils sechs Sekunden, verschiedene nicht-schriftsprachliche Zeichen (Schriftart SPSS marker set) dargeboten, wie sie in Abbildung 2 dargestellt sind.

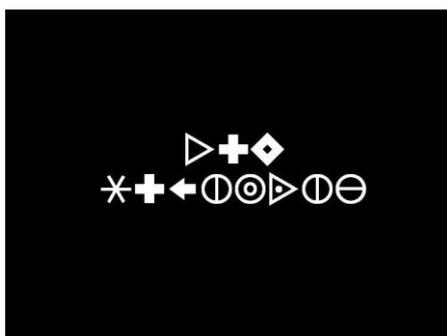


Abb.2: Visuelle Kontrollbedingung



Abb.3: Aufmerksamkeitsbedingung

Zur Überprüfung der Aufmerksamkeit wird den Versuchspersonen für zwei Sekunden das Bild eines Fußballs präsentiert. Vor Beginn des Experiments wird die Instruktion gegeben, bei Erscheinen dieses Balls mit dem Zeigefinger der rechten Hand eine Taste zu drücken.

Als Ruhebedingung werden diejenigen Zeitabschnitte im Experiment angesehen, in denen keine gesonderte Stimulation stattfindet. Zur Verringerung von Augenbewegungen wird ein weißes Fixationskreuz auf schwarzen Hintergrund gezeigt.

Für die magnetresonanztomographische Untersuchung erfolgte die Präsentation der Stimuli auf einen Bildschirm, dessen Bild mit Hilfe eines Spiegels den Probandinnen im Scanner sichtbar gemacht wurde. Die Messung wurde in Rückenlage durchgeführt, zur Verringerung von Bewegungsartefakten wurde der Kopf durch Schaumstoffstützen in der Kopfspule fixiert.

Zum Schutz vor Lärm und zur akustischen Präsentation der Primingsätze trugen die Probandinnen MRT-kompatible Kopfhörer (Baumgart et al. 1998). Alle Patientinnen wurden vor Beginn der kernspintomographischen Messung mit dem Alarmknopf und dem für die Aufmerksamkeitsaufgabe notwendigen Taster vertraut gemacht.

Die Versuchsinstruktion lautete, sich ganz auf den Sinn und Inhalt der präsentierten Sätze zu konzentrieren und zu versuchen, jeweils zu überdenken, ob die Aussage ironisch oder wörtlich gemeint ist.

### **3.2.1.2 Offline-Version**

Eine computergestützte Offline-Version des Ironieverständnistestes wurde jeweils direkt im Anschluss an die fMRT-Messung bzw. zu Beginn der weiteren Versuchsreihe durchgeführt.

Dazu wird das fMRT-Paradigma, ergänzt um zehn sinnlose Aussagen, die ebenfalls jeweils aus einem Priming-Abschnitt und einem Targetsatz bestehen, dessen Aussage als sinnlos erkannt werden soll, am Computerbildschirm „DELL Inspiron“ 17 Zoll gezeigt. Das Fixationskreuz sowie die visuelle Kontrollbedingung „Schriftzeichen“ und die Aufmerksamkeitsaufgabe „Fußball“ entfallen.

Stattdessen müssen die Probandinnen nun jeden der insgesamt 54 Stimuli in einem sich anschließenden Fragefenster ob der Bedeutung „richtig“, „ironisch“ oder „falsch“ einschätzen und den dementsprechenden Button drücken.



Abb. 4: Entscheidungsaufgabe

Die Aufforderung lautet, sich möglichst spontan zu entscheiden. Wenn die Bedeutung des Targetsatzes von der Probandin nicht sicher erkannt werden kann, soll sie raten. Ein neuer Primingsatz wird erst nach der Markierung eines Buttons gezeigt, so dass die Probandin selbst über das Tempo der einzelnen Stimuli entscheiden.

Zur Auswertung wurde sowohl die Fehlerzahl als auch die Häufigkeitsverteilung der sechs möglichen Fehlerarten (z.B. eine ironische Aussage als „sinnlos“ verstanden zu haben) untersucht.

### 3.2.2 Irony-Rating-Test

Der Irony-Rating-Test wurde zur besseren Erfassung der Einschätzung der Stimuli entwickelt. Parallel zu Offline-Version des Ironieverständnistestes werden direkt im Anschluss an die Entscheidung der Einschätzung der Targetsätze drei Fragen gestellt, auf die jeweils mithilfe einer Likert-Skala von null (überhaupt nicht) bis vier (sehr) geantwortet werden soll.

Die erste Frage lautet, wie sicher sich die Probandinnen mit ihrer Einschätzung der Aussagen sind. Desweiteren wurde gefragt, wie witzig und wie gemein sie die Aussagen fanden. Diese erste Frage diente dazu, Sicherheit der

Einschätzung der Probandinnen zu erfassen und rein zufällig richtige Antworten besser zu erkennen oder aber auch bei falschen Antworten Unsicherheiten aufzudecken.

Mit den weiteren beiden Fragen danach, wie witzig bzw. wie gemein die Probandinnen die Aussage fanden, sollte die individuelle Bewertung ironischer Aussagen erfasst werden.

### **3.2.3 Testpsychologische Untersuchung**

#### **3.2.3.1 Digit-Span-Test**

Der 1981 von Wechsler entwickelte Digit-Span-Test dient zur Testung des Arbeitsgedächtnisses. Es wird die Anzahl von Ziffern ermittelt, die die Testperson nach dem Hören korrekt wiederholen kann. Maximal können acht Ziffern korrekt wiedergegeben werden. Der Test wird beendet, wenn zwei aufeinanderfolgende, gleich lange Zahlenreihen nicht korrekt wiedergegeben werden können.

Eine höhere Punktzahl im Test entspricht daher einer besseren Testleistung.

#### **3.2.3.2 Vigilance-Continuous-Performance-Test (CPT)**

Mit dem Vigilance-Continuous-Performance-Test (Wechsler 1981) wird die Daueraufmerksamkeit der Testperson erfasst. Dazu wird eine Buchstabenreihe vorgelesen, die Versuchsperson hat die Anweisung, auf den Tisch zu klopfen, sobald sie den Buchstaben „A“ hört. Gezählt werden sowohl Auslassungen (omissions) als auch Klopfen, wenn kein „A“ vorgelesen wurde (commissions).

Zur Auswertung werden die Anzahlen der beiden Fehlerarten addiert. Eine höhere Punktzahl im Test entspricht einer schlechteren Testleistung.

### **3.2.3.3 Mehrfachwahlwortschatztest (MWT-B)**

Zur Einschätzung des allgemeinen Intelligenzniveaus wurde der Mehrfachwahlwortschatztest Version B (Lehrl et al. 1995) eingesetzt. Der Test besteht aus 37 Zeilen mit je fünf verschiedenen Wörtern. Die Anweisung an die Testperson lautet, ein umgangs- oder wissenschaftssprachlich bekanntes Wort unter vier fiktiven Neukonstruktionen herauszufinden.

Der Test stellt nur geringe Anforderungen an die aktuell verfügbare Leistungsfähigkeit und kann daher zur Abschätzung des prämorbidem Intelligenzniveaus eingesetzt werden (Lehrl et al. 1995). Die Anzahl der richtig erkannten Worte wird addiert, eine höhere Testleistung drückt sich in einer höheren Punktzahl aus, maximal können 37 Punkte erreicht werden.

### **3.2.3.4 Bilderordnen**

Die Aufgabe des Bilderordnens bestand aus der dem HAWIE-R (Tewes 1991) entnommenen Unteraufgabe „Bildersortieren“ und drei Sequenzen des von Baron-Cohen modifizierten Theory-of-Mind-Tests (Baron-Cohen 1986). Ziel ist es, Intelligenz und Exekutivfunktion der Probandinnen zu messen. Die Bildgeschichten des ToM-Testes testen vor allem die Fähigkeit, sich in die mentale Situation eines anderen Menschen hineinzusetzen.

Es wurde die jeweilige Testinstruktion übernommen, Aufgabe ist es in beiden genannten Tests, Bildkärtchen in einer definierten, ungeordneten Reihenfolge in möglichst kurzer Zeit in eine richtige, logische Reihenfolge zu bringen.

Für die Bildersequenzen des HAWIE-R fließt außer der Richtigkeit der Reihenfolge auch die benötigte Zeit in die Bewertung mit ein. Eine höhere Punktzahl bedeutet eine höhere Testleistung.

Für Bildersequenzen des modifizierten ToM-Testes wurde für jede richtig geordnete Bilderreihe ein Punkt vergeben, sodass maximal drei Punkte erreicht werden konnten.

### 3.2.3.5 Händigkeitfragebogen nach Oldfield

Zur Ermittlung der Händigkeit wurde der Händigkeitfragebogen nach Oldfield (Oldfield 1971) eingesetzt, der die Handpräferenz bei der Ausübung zehn verschiedener Tätigkeiten ermittelt und einen Händigkeits-Koeffizient errechnet.

Voraussetzung für die Teilnahme im fMRT-Arm der Studie war reine Rechtshändigkeit, was einem Koeffizient von 1 entspricht.

### 3.2.4. Schizotypal Personality Questionnaire (SPQ)

Der Schizotypal Personality Questionnaire (SPQ) von Raine (1991) ist ein Selbstbeurteilungsfragebogen, der die Ausprägung des Persönlichkeitsmerkmals Schizotypie erfragt. Er orientiert sich am Schizotypiekonzept des DSM-III-R (American Psychiatric Association, 1987) und beinhaltet Subskalen zu allen neun Eigenschaftsmerkmalen.

Tabelle 2 zeigt die im Selbstbeurteilungsfragebogen beinhalteten 9 Subskalen und ihr schizophrenes Analogon.

<b>Merkmal Schizotypie (SPQ Subskalen)</b>	<b>Beispiel- Item im SPQ</b>	<b>Analogie bei Schizophrenie</b>
Referenzideen (RI)	Werden Sie jemals nervös, wenn jemand hinter Ihnen geht?	Beziehungswahn
Magisches Denken (MD)	Glauben Sie an das Hellsehen?	Gedankenausbreitung
Ungewöhnliche Wahrnehmungen (UW)	Haben Sie oftmals Gegenstände oder Schatten für Menschen gehalten oder Geräusche für Stimmen?	Halluzinationen
Exzentrisches Verhalten (EV)	Manchmal starren mich die Leute wegen meines sonderbaren Auftretens an.	Manierismen
Ungewöhnliche Sprache (US)	Ich benutze Worte manchmal in einer unüblichen Weise.	formale Denkstörungen, Sprachstörungen

Argwohn (AW)	Ich habe oft das Gefühl, dass andere es auf mich abgesehen haben.	inhaltliche Denkstörung, Wahn
Soziale Angst (SA)	Wenn ich Menschen zum ersten Mal begegne, werde ich ängstlich.	soziale Angst
Keine engen Freunde (KEF)	Ich ziehe es vor, für mich allein zu bleiben.	Rückzug
Eingeschränkter Affekt (EA)	Ich lache oder lächle selten.	Affektverflachung

Tabelle 2: Subskalen SPQ, Beispiel-Item, Zusammenhang zur Schizophrenie

Während die englischsprachige Originalversion eine Aufteilung der Subskalen in drei Faktoren vornimmt (Raine et al. 1994), ergab die Faktorenanalyse für die deutschsprachige Version von Klein, Andresen und Jahn (1997, 2001) eine zweifaktorielle Lösung mit einem kognitiv-perzeptuellen Faktor und einem interpersonellen Faktor.

Der kognitiv-perzeptuelle Faktor beinhaltet die Subskalen „Referenzideen“ (RI), „magisches Denken“ (MD), „ungewöhnliche Wahrnehmungen“ (UW), „exzentrisches Verhalten“ (EV), „ungewöhnliche Sprache“ (US) und „Argwohn“ (AW).

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

Insgesamt werden den Probanden 74 Fragen gestellt; für jede Ja-Antwort wird ein Punkt vergeben, welche aufsummiert werden. Für den kognitiv-perzeptuellen Faktor können maximal 49, für den interpersonellen Faktor maximal 25 Punkte erreicht werden.

### **3.2.5 Sprichworttest**

Der verwendete Sprichworttest (Thoma et al. 2009) besteht aus 32 im deutschen Sprachgebrauch bekannten Sprichwörtern. In der ersten Hälfte des Testes sollen die Probandinnen die Sprichwörter zunächst nur lesen und überlegen, ob sie ihnen bekannt sind. Auf einer Skala von eins bis fünf, die sich unter jedem Sprichwort befindet, soll dann angegeben werden, wie oft sie dieses Sprichwort schon gehört oder gelesen haben (1= „noch nie“; 2= „ein mal“; 3= „ein paar Mal“; 4= „mehrere Male“, 5= „viele Male“). Im zweiten Teil sollen die Sprichwörter in derselben Reihenfolge ein weiteres Mal gelesen werden, jedoch befinden sich nun unter jedem Sprichwort jeweils vier Multiple-Choice-Antwortmöglichkeiten, wobei in unterschiedlicher Reihenfolge jeweils eine abstrakt-sinnvolle, eine abstrakt-sinnlose, eine konkret-sinnvolle und eine konkret-sinnlose Erklärung des Sprichwortes angeboten wird. Die Probandinnen sollen diejenige Antwort wählen, die ihrer Meinung nach dem Sinn des Sprichwortes am besten entspricht oder es am besten erklärt.

Der Test kann damit nach Bekanntheitsgrad, Anzahl der richtigen Antworten und Aufteilung der Fehlerarten ausgewertet werden.

### **3.2.6 Psychopathologie**

Die psychopathologische Untersuchung erfolgte durch einen Psychiater (Dr. Alexander Rapp) der Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychotherapie Tübingen, der in der Anwendung der verwendeten Ratings zur psychometrischen Erfassung der Psychopathologie geschult ist.

#### **3.2.6.1 Scale for the Assessment of Negative Symptoms (SANS)**

Das Rating der Negativsymptomatik erfolgte anhand der Scale for the Assessment of Negative Symptoms (Andreasen, 1979b) in deutscher Version (Ackenheil 1983) durch Beurteilung von Affektverflachung, Alogie, Apathie, Anhedonie und Aufmerksamkeitsstörung.

### **3.2.6.2 Scale for the Assessment of Positive Symptoms (SAPS)**

Zur Erfassung und Abschätzung der Positivsymptomatik wurde die Scale for the Assessment of Positive Symptoms (Andreasen 1979a), übersetzt von Horn (1993), verwendet.

Beurteilt werden Halluzinationen, Wahnphänomene, bizarres Verhalten, positive formale Denkstörungen und unangemessener Affekt. Die SAPS wurde zur Vervollständigung des psychopathologischen Ratings der Symptome einer Schizophrenie in Kombination mit der SANS entwickelt.

### **3.2.6.3 Positive and Negative Syndrome Scale (PANSS)**

Die deutsche Version der Positive and Negative Syndrome Scale, kurz PANSS (Kay et al. 1987) enthält neben Positiv- und Negativ-Symptomen auch unspezifische Symptome wie Angst, Schuldgefühle, Sorge um körperliche Integrität oder Willensstörung.

### **3.2.6.4 Global Assessment of Functioning (GAF)**

Zur abschließenden Gesamtbeurteilung der psychosozialen Funktionsfähigkeit wurde die GAF-Skala (Global Assessment of Functioning (American Psychiatric Association 1994)) eingesetzt. Die Skala reicht von 90 (keine oder nur minimale Symptome) bis 0 (ständige Gefahr, sich und andere schwer zu schädigen).

## **3.3 Funktionelle Kernspintomographie**

Für eine funktionell-kernspintomographische Messung wird die Aktivität des Gehirns im Magnetresonanztomographen (MRT) für die Dauer eines zeitlich begrenzten Stimulus gemessen, in dieser Untersuchung während des Verstehens ironischer und wörtlicher Aussagen. Dem Prinzip zugrunde liegt die Annahme, dass die erhöhte neuronale Aktivität in einem Gehirnareal zu einem lokal erhöhten Sauerstoffverbrauch und damit auch zur lokal erhöhten

Blutversorgung führt. Dieser Zusammenhang gilt als gesichert (Arthurs und Boniface 2002, Rossi 2006). Da sich sauerstoffreiches (Oxyhämoglobin) und sauerstoffarmes (Desoxyhämoglobin) Blut im MRT unterschiedlich magnetisieren lassen, kann die Änderung der Sauerstoffsättigung des Blutes im Blood-Oxygenation-Level-Dependent (BOLD)-Kontrast abgebildet werden. Die lokale dynamische Intensität des BOLD-Signals lässt sich im Zeitverlauf als Kurve darstellen (hemodynamic response function, hr-Funktion).

Das BOLD-Signal ist also ein Zeichen für die neuronale Aktivität des Gehirns. Es kann indirekt verstärkt über die Echo-Planar-Imaging-(EPI)-Sequenz gemessen werden.

### **3.3.1 fMRT-Messparameter**

Für die funktionell-kernspintomographische Messung wurde eine T2-gewichtete Echo-Planar-Imaging (EPI)-Sequenz an einem 3-Tesla-Tomographen (Siemens TIM TRIO, Tübingen) verwendet. Als Parameter für die Messung wurden gewählt: Repetitionszeit TR = 2000 ms, Echozeit TE = 40 ms, Schichtabstand gap = 1 mm,  $\alpha = 90$  Grad. Es wurden 32 sagittale Schichten gemessen, wobei die oberste Schicht den am weitesten kranial gelegenen Punkt des Großhirns und die unterste Schicht das Kleinhirn enthielt.

Während einer Messung wurden insgesamt 390 Scans erhoben, der Abstand der Scans betrug 2 Sekunden, die Dauer der Messung somit 780 Sekunden oder 13 Minuten.

Anschließend wurde eine anatomische Darstellung des Gehirns mit einer T1-gewichteten 3D-turbo-flash-MP RAGE-Sequenz (magnetization prepared rapid gradient echo) aufgenommen. Die hierbei verwendeten Parameter lauteten: 176 sagittale Schichten, Schichtdicke 1mm, Matrix: 265 x 265 Pixel, Voxelgröße: 1x1x1 mm<sup>3</sup>.

### 3.3.2 Vorverarbeitung der fMRT-Daten

Die Datenanalyse erfolgte mit der Software SPM5 (<http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/software/spm5/> Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London), implementiert in MATLAB Version 5 ([www.mathworks.com](http://www.mathworks.com)).

Zunächst wurden die Datensätze jeder einzelnen Probandin wie folgt vorverarbeitet:

Mit Hilfe eines in SPM5 implementierten Algorithmus wurden alle Bilder in das ANALYZE-Format konvertiert.

Jeder individuelle Datensatz wurde auf Vollständigkeit und technische Artefakte hin überprüft.

Die zeitlich gestaffelte Aufnahme der Einzelschichten der EPI-Sequenz wurde zeitlich auf die mittlere Schicht ausgeglichen (slice timing).

Für die folgende Bewegungskorrektur wurden alle Bilder mit der Funktion Realignment von SPM5 auf das jeweilige erste Bild korrigiert. Bewegungsartefakte von mehr als 4 mm waren als Ausschlusskriterium für die weitere Analyse definiert. Alle Versuchsteilnehmerinnen lagen jedoch deutlich unter diesem Wert.

Bei der folgenden Koregistrierung wurden die funktionell-kernspintomographischen Aufnahmen mit der individuellen T1-gewichteten anatomischen Aufnahme des Gehirns abgeglichen. Dafür wurde der räumliche Koordinatenursprung oder Nullpunkt jedes Datensatzes manuell auf die vordere Kommissur gesetzt.

Anschließend erfolgte die Coregistrierung und Normalisierung der Daten auf das MNI-Template des Montreal Neurological Institut. Zuletzt wurden die Daten mit einem Gauß-Filter von full width at half maximum FWHM = 8 mm räumlich geglättet (smoothing). Damit wurde ein besseres Signal-zu-Rausch-Verhältnis

(SNR, signal to noise ratio) und eine geringere anatomische Variabilität zwischen den Probandinnen erreicht.

### **3.3.3 Statistische Analyse: First-Level-Analyse**

In der first level analyse ist die Designmatrix identisch zu Mutschler 2010. In der sich anschließenden statistischen Bearbeitung der Daten wurden mittels SPM5 die Aktivierungen als statistische Karten (statistical parametric maps) dargestellt.

Als Regressoren wurden die Primingsätze (n=44), die ironischen Zielsätze (n=22), die wörtlichen Zielsätze (n=22), sowie die visuelle Kontrollbedingung (n=22) und die Aufmerksamkeitsbedingung (n=15) verwendet.

Anschließend erfolgte die Faltung (convolution) der hämodynamischen Antwortfunktion jeweils für die ersten 2000 ms (bzw. für die ersten 5000 ms für die Primingsätze) der Stimuluspräsentation mit einer Box-Car-Funktion. Niederfrequente Abweichungen (drifts) im Signal wurden mit einem Hochpassfilter mit Cut-Off-Wert von 1/128 Hz entfernt.

Im Anschluss erfolgte die Signifikanztestung für jedes Voxel über einen t-Test, dessen Ergebnis, der Z-Wert, die Wahrscheinlichkeit angibt, inwiefern das gemessene Signal eine Aktivierung abbildet. Der p-Wert stellte hierbei die Signifikanzschwelle dar. Je größer dieser Z-Wert, der auch Effektstärke genannt wird, ausfällt, desto sicherer handelt es sich um eine experimentell bedingte Aktivierung.

Die beschriebenen Schritte der statistischen Analyse werden auch als First-Level-Analyse bezeichnet, bei der die einzelnen Datensätze der Probandinnen getrennt bearbeitet wurden.

### **3.3.4 Statistische Analyse: Second-Level-Analyse**

Dementsprechend folgte im Anschluss die Second-Level-Analyse, bei der Kontraste innerhalb der Gruppen mittels Random-Effects-Analyse hochgerechnet und zwischen der Gruppe der Patientinnen und der Kontrollgruppe verglichen wurden.

#### **3.3.4.1 Lateralitätsindizes**

Zur Darstellung der Lateralisierung der Hirnaktivität wurde der Lateralitätsindex mittels des LI-tool (Wilke und Lidzba, 2007) berechnet. Verwendet wurde hierbei die Auswertestrategie des bootstrap-Algorithmus (Wilke und Schmithorst, 2006). Der Lateralitätsindex wurde für frontale, temporale, okzipitale, cinguläre, zentrale und cerebelläre Gehirnregionen unter Verwendung des LI-tool getrennt berechnet. Ein Wert von +1 würde für eine vollständig rechtslateralisierte Aktivierung stehen, ein Wert von -1 v.v. für eine vollständige Linkslateralisierung.

#### **3.3.4.2 Differenzkontraste innerhalb der Gruppen**

Innerhalb der beiden Gruppen (Patientinnen und Kontrollgruppe) wurden Differenzkontraste für ironisch > wörtlich, ironisch > visuelle Kontrollbedingung und wörtlich > visuelle Kontrollbedingung gewählt.

Hierbei wurde eine unkorrigierte statistische Signifikanzschwelle von  $p < 0,0001$  sowie eine räumliche Ausdehnung (extent threshold) von mindestens 10 Voxel gewählt.

Da in der Gruppe der Patientinnen für dieses Signifikanzniveau keine Aktivierungen für den Differenzkontrast ironisch > wörtlich nachgewiesen werden konnte, wurde für diesen der unkorrigierte p-Wert auf  $p < 0,001$  gesetzt.

### **3.3.4.3 Gruppenvergleiche**

Zwischen den beiden Gruppen wurden Differenzkontraste für ironisch > wörtlich, ironisch > visuelle Kontrollbedingung und wörtliche Zielsätze > visuelle Kontrollbedingung berechnet. Um auch schwächere Korrelationen darstellen zu können, wurde ein unkorrigiertes Signifikanzniveau von  $p < 0,001$  sowie eine Ausdehnung von mindestens 5 Voxel gewählt.

### **3.3.4.4 Korrelationsanalysen**

Desweiteren wurde mittels einfacher Regressionsanalyse der Einfluss schizotyper Persönlichkeitsmerkmale sowie der Psychopathologie auf das BOLD-Signal berechnet. Verwendet wurden hierzu der SPQ-Gesamtskalenwert sowie die beiden Subskalen „kognitiv-perzeptuell“ und „interpersonell“ nach Klein, Andresen und Jahn (1997, 2001). Hierzu wird die Aktivität für die verschiedenen Kontraste ab einem unkorrigierten Signifikanzniveau von  $p < 0,001$  und einer Clustergröße von mindestens 10 Voxel im Ergebnisteil aufgeführt.

### **3.3.5 Anatomische Zuordnung**

Die anatomische Zuordnung der resultierenden Aktivierungsareale erfolgte durch die Überlagerung der fMRT-Daten mit einem aus gesunden anatomischen Messungen erstellten Standardgehirn des Montreal Neurological Instituts (MNI –Template). Die stereotaktischen MNI-Koordinaten im lokalen Maximum signifikanter Aktivierungen sowie die Brodmann-Areale, sofern vorhanden, werden im Ergebnisteil angegeben.

### **3.4 Datenauswertung: Gruppenvergleiche Offline-Ironieverständnistest, Irony-Rating, SPQ, Testpsychologie und Sprichworttest**

Zunächst wurden die Variablen Alter, Bildungsjahre, Digit-Spam, CPT und verbale Intelligenz mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests auf Normalverteilung überprüft. Hierbei zeigte sich, dass die Daten für Alter, Digit-Spam, CPT und verbale Intelligenz normalverteilt waren. Für den Gruppenvergleich wurde deshalb eine einfaktorielle ANOVA gewählt. Bildungsjahre waren nicht normalverteilt, weshalb der Mann-Whitney-U-Test zur Anwendung kam. Gruppenunterschiede im MWT-B, CPT, sowie in der Fehlerzahl wurden mittels Vergleich der Mittelwerte und einfaktorieller ANOVA untersucht. Hierbei wurde ein Signifikanzniveau von 0,05 gewählt. Der verwendete Sprichworttest zeigt in der Normstichprobe einen signifikanten Zusammenhang der Ergebnisse zum Lebensalter (Thoma et al. 2009). Für den Gruppenvergleich zwischen Kontrollen und Patienten wurde deshalb mittels eines generalisierten linearen Modells eine Kovarianzanalyse berechnet. Hierbei wurde SPSS Version 21 verwendet.

## **4. Ergebnisse**

Im folgenden Kapitel sollen zunächst die demographischen Daten der Patientinnen mit den jeweiligen Kontrollgruppen verglichen werden und die Ergebnisse der testpsychologischen und psychopathologischen Untersuchung tabellarisch dargestellt werden. Danach werden in überwiegend tabellarischer Form die Ergebnisse der funktionell kernspintomographischen Messung und der Korrelationsanalysen dargestellt.

### **4.1 Demographische Daten, Testpsychologie und Psychopathologie**

Die Patientinnen waren im Mittel 32,9 Jahre, die fMRT-Kontrollgruppe 30,3 Jahre und die Kontrollgruppe des Offline-Verhaltensexperiments 39,5 Jahre alt. Die Gruppen waren weder im Alter noch im Mehrfachwahl-Wortschatz-Test Version B (MWT-B) (Lehr 1995) zur Ermittlung der verbalen Intelligenz signifikant verschieden, jedoch wiesen die Patientinnen im Vergleich mit der Kontrollgruppe für die kernspintomographische Untersuchung signifikant weniger Bildungsjahre auf ( $p=0,021$ , Mann-Whitney-U-Test). Beim Vergleich der Patientinnen mit der für das Verhaltensexperiment rekrutierten Kontrollgruppe und beim Vergleich mit allen Probandinnen waren die Bildungsjahre nicht signifikant different. Ebenfalls zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen bei der Erfassung der Behaltensspanne mit Hilfe des Digit-Span-Test (Wechsler 1981). Jedoch hat sowohl die fMRT- als auch die Offline-Kontrollgruppe im Continuous-Performance-Test (CPT) (Wechsler 1981) signifikant weniger Fehler als die Patientinnengruppe gemacht ( $p<0,002$ , ANOVA).

In der am fMRT-Experiment teilnehmenden Gruppe wurde zusätzlich der Untertest „Bilderordnen“ des Hamburg-Wechsler-Intelligenz-Tests (HAWIE-R) (Tewes 1991) und eine modifizierte Form des Theory-of-Mind-Tests nach Baron-Cohen (Baron-Cohen 1988) durchgeführt. Zwischen den beiden Gruppen war für keinen der beiden Tests ein signifikanter Unterschied festzustellen. Da

ein Einschlusskriterium in das fMRT-Experiment ausschließliche Rechtshändigkeit war, zeigen die beiden Gruppen gemäß dem Edinburgh-Handness-Inventory (Oldfield 1971) keinen Unterschied.

In Tabelle 3 werden die Daten und Ergebnisse der testpsychologischen Untersuchungen der Patientinnen und der am fMRT-Experiment teilnehmenden Kontrollgruppe dargestellt, Tabelle 4 zeigt den Vergleich zwischen den gleichen Patientinnen mit der Gruppe der am Offline-Verhaltensexperiment teilnehmenden Kontrollgruppe und Tabelle 5 schließlich alle Kontrollpersonen im Vergleich mit den Patientinnen. Die genaue Berechnung der Ergebnis-Werte der testpsychologischen Untersuchung sind Kapitel 3 „Material und Methoden“ zu entnehmen.

<b>fMRT-Experiment</b>					
	Patientinnen n=15		fMRT Kontrollen n=15		Gruppenvergleich
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung	Signifikanz
Alter	32,93	8,67	30,3	11,20	0,106
Bildungsjahre	14,00	4,11	15,9	1,36	0,021
Händigkeit	100,00	0,00	100,0	0,00	1
Digit-Span-Test	5,71	1,14	5,5	0,71	0,15
Continous-Performance-Test	1,71	2,43	0,3	0,62	0,04
Mehrfachwahl-Wortschatz-Test	30,15	3,46	32,3	2,58	0,068
HAWIE Bildersortieren	32,75	16,43	32,5	3,54	0,984
Theory-of-Mind-Test	2,00	0,91	3,0	0,00	0,157

Tabelle 3: Gruppenvergleich demographische Daten und Testpsychologie für alle am fMRT-Experiment der Studie teilnehmenden Probandinnen. Die Gruppen sind gematcht für Alter und MWT-B. Signifikanter Unterschied in der Anzahl der Bildungsjahre und im Continous-Performance-Test.

<b>Verhaltensexperiment</b>					
	Patientinnen n=15		VT- Kontrollen n=24		Gruppenvergleich
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung	Signifikanz
Alter	32,93	8,67	39,5	13,22	0,097
Bildungsjahre	14,00	4,11	15,1	2,23	0,058
Digit-Span-Test	5,71	1,14	6,2	0,90	0,145
Continous-Performance-Test	1,71	2,43	0,1	0,28	0,002
Mehrfachwahl-Wortschatz-Test	30,15	3,46	31,0	2,77	0,445

Tabelle 4: Gruppenvergleich demographische Daten und Testpsychologie der Patientinnen mit den ausschließlich am Verhaltensexperiment teilnehmenden Kontrollen. Die Gruppen sind gematcht für Alter, MWT-B und Bildungsjahre. Signifikanter Unterschied im Continous-Performance-Test.

<b>Gruppenvergleich Patientinnen mit allen Kontrollen</b>					
	Patientinnen n=15		alle Kontrollen n=39		Gruppenvergleich
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung	Signifikanz
Alter	32,93	8,67	35,9	13,14	0,416
Bildungsjahre	14,00	4,11	15,41	1,96	0,190
Digit-Span-Test	5,71	1,14	6,16	0,90	0,185
Continous-Performance-Test	1,71	2,43	0,18	0,45	0,0004
Mehrfachwahl-Wortschatz-Test	30,15	3,46	31,49	2,75	0,163

Tabelle 5: Gruppenvergleich demographische Daten und Testpsychologie der Patientinnen mit allen in die Studie eingeschlossenen Kontrollpersonen. Die Gruppen sind gematcht für Alter, MWT-B und Bildungsjahre. Signifikanter Unterschied im Continous-Performance-Test.

Bei den Versuchsteilnehmerinnen der Kontrollgruppe waren keine schwerwiegenden psychischen oder neurologischen Erkrankungen bekannt, psychopharmakologische Medikation galt als Ausschlusskriterium.

Die Ergebnisse der standardisierten, psychopathologischen Untersuchung der Patientinnen und die Chlorpromazinäquivalente der Medikation sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

	Mittelwert	Standard- abweichung
SANS Affektverflachung	6,9	9,0
SANS Alogie und Paralogie	4,5	7,0
SANS Abulie- Apathie	6,5	3,5
SANS Anhedonie	6,8	2,9
SANS Aufmerksamkeit	4,5	3,7
SANS Summary Score	7,8	5,7
SANS Gesamtskalenwert	29,3	23,7
SAPS Halluzinationen	6,9	8,4
SAPS Wahnphänomene	17,5	13,5
SAPS Bizarres Verhalten	3,6	3,6
SAPS Positive formale Denkstörungen	4,9	6,9
SAPS Unangemessener Affekt	0,5	1,0
SAPS Summary Score/Summe der Globalratings (Item 7,20,25,34)	6,1	4,1
SAPS Erweiterter Summary Score (Item 7,20,25,34,35)	6,5	4,6
SAPS Gesamtskalenwert (Subskalenwert I,II,III,IV)	33,0	23,2
SAPS Erweiterter Gesamtskalenwert (Subskalenwert I,II,III,IV und Item 35)	37,9	28,3
PANSS P1 (Wahnideen)	3,8	2,0
PANSS P2 (Formale Denkstörungen)	1,8	1,4
PANSS Positivsymptomatik	17,2	7,9
PANSS N5 (Sprichwortinterpretation)	2,0	1,4
PANSS Negativsymptomatik	14,5	7,9
PANSS Allgemeine Psychopathologie	35,2	12,9
PANSS Gesamtskalenwert	66,9	26,6
GAF	39,0	14,4
Chlorpromazinäquivalente	516,0	236,8

Tabelle 6: Psychopathologie und Medikation Patientinnen Abkürzungen: SANS: Scale for the Assessment of Negative Symptoms, SAPS: Scale for the Assessment of Positive Symptoms, PANSS: Positive and Negative Syndrome Scale, GAF: Global Assessment of Functioning.

## 4.2. Offline-Ironieverständnistest

Wie in Kapitel 3 „Material und Methoden“ beschrieben, wurde im Anschluss an die kernspintomographische Untersuchung bzw. direkt zu Beginn des Verhaltensexperiments die erweiterte Offline-Version des Ironieverständnistestes (Mutschler 2010) durchgeführt. In die Kontrollgruppe konnten 38 gesunde Probandinnen eingeschlossen werden, während die Antworten von 14 Patientinnen vorliegen. Da zwei der Patientinnen die Offline-Befragung nicht bis zum Ende durchgeführt haben, sind die prozentual richtigen Antworten miteinander verglichen worden. Die Kontrollpersonen beantworteten im Mittel 95,4% der Fragen richtig (Standardabweichung 4,0), die Patientinnen gaben in 85,3% der Fragen richtige Antworten (Standardabweichung 15,3). Damit machten die Patientinnen signifikant mehr Fehler in der Einschätzung der Aussagen als die Kontrollgruppe ( $p=0,0004$ ). Abbildung 5 zeigt die prozentual richtig gegebenen Antworten im Offline-Ironieverständnistest, deutlich macht die Grafik neben der Differenz zwischen den Mittelwerten vor allem die höhere Varianz in der Gruppe der Patientinnen

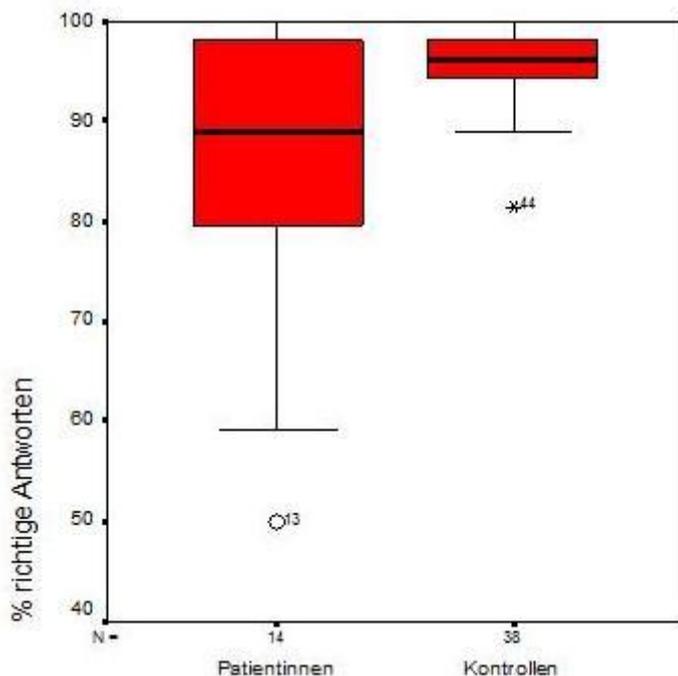


Abb.5: Richtige Antworten im Ironieverständnistest bei Patientinnen und Kontrollen. Darstellung Prozent richtige Antworten, signifikant mehr falsche Antworten in der Gruppe der Patientinnen.

Zur weiteren Auswertung des Offline-Verhaltensexperiment zum Ironieverständnis wurden die Fehlerarten und ihre Verteilung in den Gruppen genauer untersucht. Die drei Antwortmöglichkeiten im Offline-Verhaltensexperiment machen sechs verschiedene Fehlerarten in der Beantwortung möglich. Abbildung 6 zeigt die Verteilung der Fehlerarten für die Patientinnen, Abbildung 7 diejenige für die Kontrollgruppe.

Sowohl die Patientinnen als auch die Kontrollpersonen missverstanden am häufigsten eine ironische Aussage als sinnlos, in der Gruppe der Patientinnen nahm diese Fehlerart 43% aller gemachten Fehler ein, in der Kontrollgruppe 53%. Der zweithäufigste Fehler ist mit 21% in der Kontrollgruppe das Missverständnis einer wörtlich gemeinten Aussage als ironisch, bei den Patientinnen hingegen war die Interpretation einer sinnlosen Aussage als ironisch mit 17% fast ebenso häufig wie das Verständnis einer wörtlich intendierten Aussage als ironisch (15%). Unterschiede fallen auch in der Einschätzung sinnloser Aussagen auf. Die Patientinnen machten häufiger Fehler beim Verstehen sinnloser Aussagen (insgesamt 24% der Fehler bei den Patientinnen gegenüber 2% in der Kontrollgruppe), beinahe gleich häufig schätzen sie diese als ironisch oder richtig ein, während diese beiden Fehlerkategorien in der Kontrollgruppe nur eine untergeordnete Rolle spielen.

In der Gesamtschau bleibt festzuhalten, dass die Verteilung der Fehlerarten in der Gruppe der Patientinnen insgesamt eine größere Varianz aufweist, während in der Kontrollgruppe  $\frac{3}{4}$  aller gemachten Fehlerarten durch die beiden häufigsten Fehler bestritten wird.

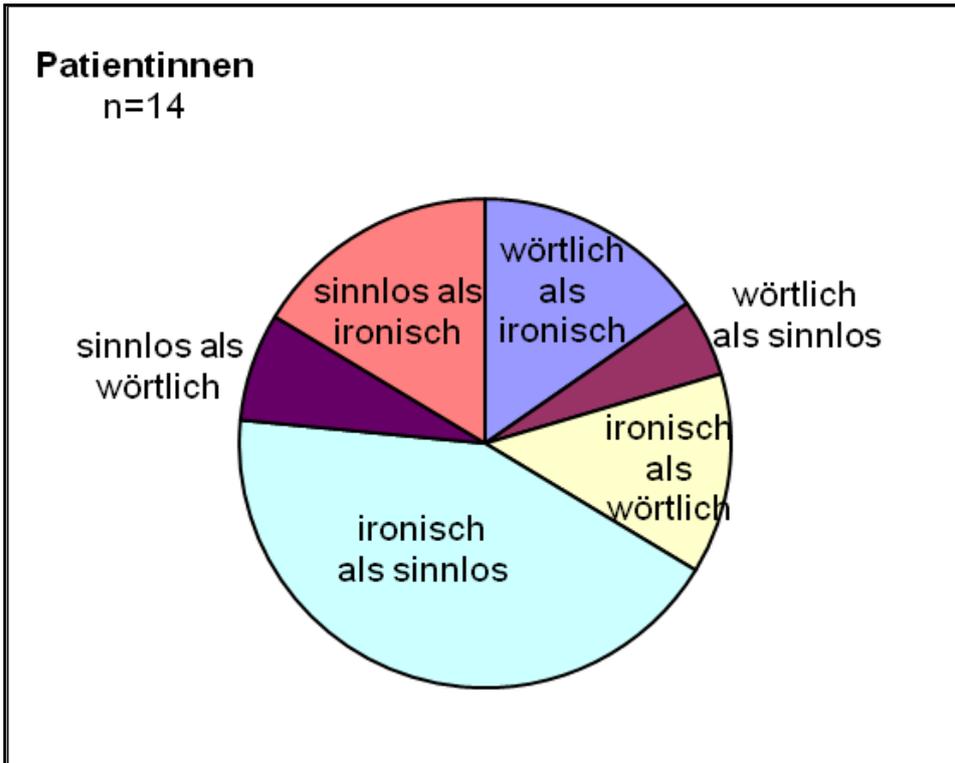


Abb.6: Anteilige Verteilung Fehlerarten in der Gruppe der Patientinnen

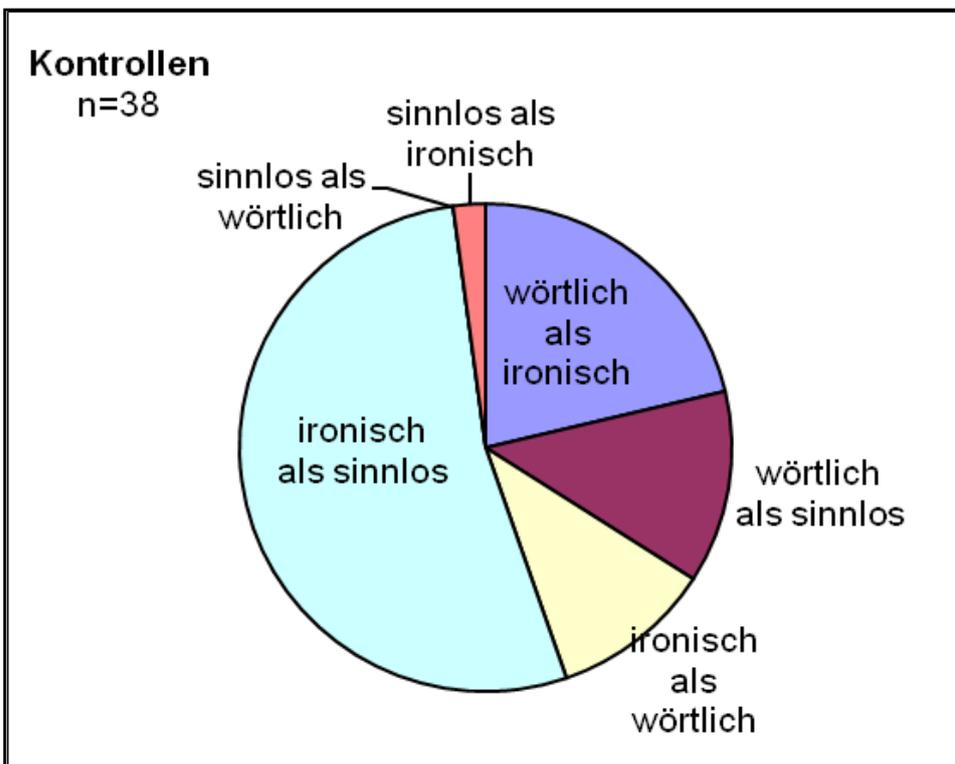


Abb. 7: Anteilige Verteilung Fehlerarten in der Kontrollgruppe

### 4.3 Irony-Rating-Test

Nach der Einschätzung einer Aussage als richtig, ironisch oder sinnlos, wurde das Verhaltensexperiment um den Irony-Rating-Test ergänzt. Es wurde zusätzlich zu jeder gegebenen Antwort nach der Sicherheit bezüglich der Korrektheit und der persönlichen Meinung über die Aussagen, konkret ob und bis zu welchem Grad die Probandinnen die Aussagen gemein und witzig fanden, gefragt. Diese Einschätzungen erfolgten anhand einer Likert-Skala bei der 0 für „sehr unsicher“ bzw. „gar nicht gemein/witzig“ stand und 4 das Maximum an Sicherheit, Gemeinheit oder Witzigkeit ausdrückte. Die Einschätzungen der Patientinnen und Kontrollen sind in Tabelle 7 dargestellt.

Die Daten zeigen überwiegend wenig Varianz, es besteht zwischen den Patientinnen und der Kontrollgruppe lediglich ein signifikanter Unterschied, und zwar in der Einschätzung der sinnlosen Aussagen. Die Patientinnen bewerteten die sinnlosen Sätze im Vergleich mit der Kontrollgruppe als witziger ( $p=0,002$  ANOVA).

Gruppe		rating wörtlich sicher	rating wörtlich gemein	rating wörtlich witzig	rating ironisch sicher	rating ironisch gemein	rating ironisch witzig	rating sinnlos sicher	rating sinnlos gemein	rating sinnlos witzig	rating alle sicher	rating alle gemein	rating alle witzig
Patientinnen	Mittelwert	3,88	0,18	0,15	3,70	0,75	0,88	3,81	0,71	0,80	3,76	0,51	0,58
	N	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Standard- abweichung	0,23	0,25	0,21	0,47	0,78	0,81	0,52	0,85	0,78	0,33	0,58	0,37
Kontrollen	Mittelwert	3,79	0,09	0,24	3,77	1,05	1,12	3,88	0,77	0,20	3,80	0,81	0,60
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	Standard- abweichung	0,26	0,10	0,38	0,23	0,85	0,59	0,35	0,88	0,34	0,22	0,31	0,33
Insgesamt	Mittelwert	3,82	0,12	0,21	3,75	0,93	1,02	3,78	0,75	0,44	3,78	0,57	0,58
	N	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
	Standard- abweichung	0,25	0,17	0,33	0,34	0,70	0,88	0,44	0,86	0,62	0,26	0,42	0,34

Tabelle 7: Ergebnisse Irony-Rating-Test: Mittelwerte bei Einschätzung auf einer Likert-Skala von 0 bis 4 (null jeweils nicht witzig, nicht gemein, nicht sicher und 4 sehr witzig, sehr gemein, sehr sicher).

#### 4.4 Sprichworttest

Die Verteilung der vier Antwortalternativen des Sprichwort-Tests (Thoma et al. 2009) unter den Patientinnen und Kontrollen zeigt die Abbildung 8.

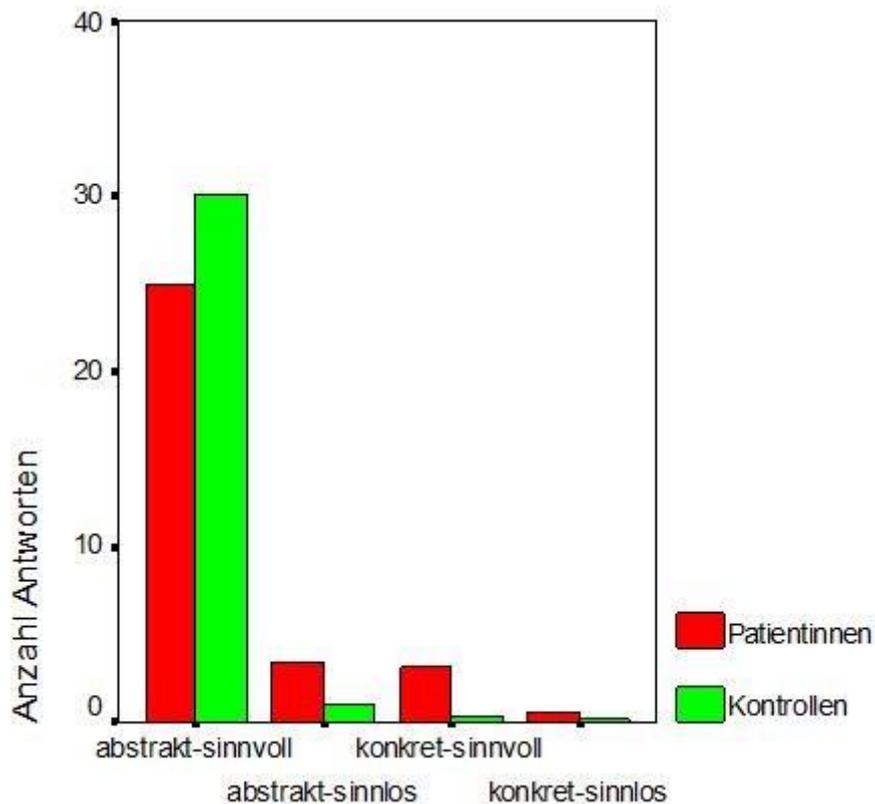


Abb. 8: Gegebene Antwortalternativen im Sprichworttest: Breitere Varianz der Fehlerarten in der Gruppe der Patientinnen.

Der Test bestand aus 32 Sprichwörtern und jeweils 4 Antwortalternativen, wobei für jedes Sprichwort auch die korrekte, abstrakt-sinnvolle Erklärung angegeben war. Tabelle 8 zeigt für die Patientinnen und Kontrollpersonen den durchschnittlichen Bekanntheitsgrad und die Anzahl der richtigen Antworten. Während die Kontrollgruppe im Mittel 30 Sprichwörter korrekt erklären konnte, gaben die Patientinnen im Mittel bei 25 Sprichwörtern die korrekte Antwort, was signifikant mehr falschen Antworten entsprach ( $p=0,003$ ).

Zwischen dem Bekanntheitsgrad der Sprichwörter in den beiden Gruppen besteht außerdem ein signifikanter Unterschied ( $p=0,00017$ ).

Sprichworttest			
		Sprichworttest Bekanntheitsgrad Mittelwert	Sprichworttest richtige Antworten Mittelwert
Patientinnen	Mittelwert	3,4	24,9
	Standardabweichung	0,8	6,8
	Minimum	2,3	11,0
	Maximum	5,0	30,0
Kontrollen	Mittelwert	3,9	30,1
	Standardabweichung	0,8	3,1
	Minimum	1,7	20,0
	Maximum	4,8	32,0
Insgesamt	Mittelwert	3,7	28,3
	Standardabweichung	0,9	5,3
	Minimum	1,7	11,0
	Maximum	5,0	32,0

Tabelle 8: Ergebnisse des Sprichworttest bei Patientinnen und Kontrollen: Bekanntheitsgrad und richtige Antworten

Für beide Gruppen bestand auf dem Signifikanzniveau von 0,01 eine signifikant positive Korrelation zwischen dem Alter der Probandinnen und dem Bekanntheitsgrad der Sprichwörter; die Anzahl der Fehler korrelierte positiv mit der Ausprägung des Merkmals der Schizotypie ( $p < 0,01$ ). Dieses Ergebnis blieb auch dann signifikant, wenn für das Lebensalter der Probandinnen korrigiert wurde ( $p < 0,01$ ). Keine signifikanten Korrelationen fanden sich hingegen mit der Anzahl der Bildungsjahre, der Leistung des Arbeitsgedächtnisses (Digit-Span-Test) und dem Intelligenzniveau (MWT-B).

Für die Gruppe der Patientinnen fanden sich ebenfalls keine signifikanten Korrelationen der Fehlerzahl mit der Psychopathologie. Dies blieb auch jeweils so, wenn für das Lebensalter der Probandinnen korrigiert wurde.

#### 4.5 Schizotypal Personality Questionnaire (SPQ)

Zur Auswertung der 74 Items des Schizotypal Personality Questionnaires (SPQ) wurden der Gesamtwert sowie der kognitiv-perzeptuelle Faktor, der sich aus den Subskalen „Referenzideen“ (RI), „magisches Denken“ (MD), „ungewöhnliche Wahrnehmungen“ (UW), „exzentrisches Verhalten“ (EV), „ungewöhnliche Sprache“ (US) und „Argwohn“ (AW) zusammensetzt, als auch der interpersonelle Faktor berücksichtigt, welcher die Subskalen „soziale Angst“ (SA), „keine engen Freunde“ (KEF), „eingeschränkter Affekt“ (EA) und ebenfalls „Argwohn“ (AW) beinhaltet. Tabelle 9 zeigt die Verteilung der erzielten Punkte in den drei Versuchsgruppen.

Probandenkennung	kognitiv-perzeptueller Faktor	interpersoneller Faktor	SPQ Gesamtwert
Patientinnen			
Irony-fMRT 30	37	24	53
Irony-fMRT 34	9	7	14
Irony-fMRT37	41	23	57
Irony-fMRT38	20	14	29
Irony-fMRT39	19	9	26
Irony-fMRT 41	38	32	62
Irony-fMRT 44	20	28	43
Irony-fMRT 45	16	8	20
Irony-fMRT 60	11	15	23
Irony-fMRT 61	23	13	31
Irony-fMRT 62	23	12	33
Irony-fMRT 63	31	10	38
Irony-fMRT 64	.	.	.
Irony-fMRT70	5	2	70
Irony-fMRT114	30	8	38
Mittelwert	23,1	14,6	38,4
Standardabweichung	11,1	8,8	16,7

fMRT Kontrollen			
Irony-fMRT-01	9	1	10
Irony-fMRT02	7	3	10
Irony-fMRT03	2	2	4
Irony-fMRT05	2	1	3
Irony-fMRT06	0	1	1
Irony-fMRT07	7	4	11
Irony-fMRT08	3	3	6
Irony-fMRT09	10	11	21
Irony-fMRT10	16	15	31
Irony-fMRT12	23	2	25
Irony-fMRT13	13	0	13
Irony-fMRT14	2	3	5
Irony-fMRT16	1	1	2
Irony-fMRT65	5	1	6
Irony-fMRT111	7	2	9
Mittelwert	7,1	3,3	10,5
Standardabweichung	6,4	4,1	8,8
VT Kontrollen			
Irony-VT1000	29	10	39
Irony-VT1001	13	9	22
Irony-VT1002	12	2	14
Irony-VT1003	2	0	2
Irony-VT1004	4	7	11
Irony-VT1005	3	6	9
Irony-VT1006	7	8	15
Irony-VT1007	1	4	5
Irony-VT1008	11	5	16
Irony-VT1009	2	4	6
Irony-VT1010	7	3	10
Irony-VT1011	6	5	11
Irony-VT1012	4	2	6
Irony-VT1013	3	3	6
Irony-VT1014	10	4	14
Irony-VT1015	26	18	44
Irony-VT1016	15	1	16
Irony-VT1017	20	3	23
Irony-VT1018	12	13	25
Irony-VT1019	1	4	5
Irony-VT1020	7	3	10
Irony-VT1021	19	12	31
Irony-VT1022	18	2	20
Irony-VT1024	2	5	7
Mittelwert	9,4	5,5	15,3
Standardabweichung	8,0	4,3	10,8

Tabelle 9: Darstellung SPQ-Gesamtwerte und Subskalen für Patientinnen und beide Kontrollgruppen

Die Mittelwerte der SPQ-Gesamt-Punktzahl sind 10,5 für die Kontrollgruppe des fMRT-Experiments und 15,3 für die Kontrollgruppe des Verhaltensexperiments. Die Patientinnen erreichten im Durchschnitt 38,4 Punkte. Alle Gruppen weisen eine höhere Punktzahl im kognitiv-perzeptuellen Faktor als im interpersonellen Faktor auf. Der erzielte Mittelwert der SPQ-Gesamtpunktzahl der VT-Kontrollgruppe (15,3) und der fMRT-Kontrollgruppe (10,5) liegen etwa auf gleicher Höhe mit einer 2003 veröffentlichten Studie von Dillmann (Dillmann 2003), die bei ihren Probanden in einer nahezu repräsentativen Stichprobe einen Durchschnittswert von 14 ermittelte, während die Patientinnen der jetzigen Stichprobe mit 38,4 Punkten erwartungsgemäß deutlich darüber liegen.

## **4.6 Bildgebung**

Im folgenden Kapitel sollen die Ergebnisse der funktionell-kernspintomographischen Untersuchung dargestellt werden. Dazu werden die signifikanten Aktivierungen für die gewählten Differenzkontraste sowohl getrennt nach Gruppen als auch im Gruppenvergleich sowie in Korrelation mit weiteren erhobenen Daten aufgeführt.

### **4.6.1 Lateralitätsindizes**

Die mittels LI-tool (Wilke und Lidzba 2007) berechneten Lateralitätsindizes wurden jeweils innerhalb der Gruppen für frontale, temporale, okzipitale, cinguläre, zentrale und cerebelläre Gehirnregionen getrennt berechnet. Dabei wurden die Differenzkontraste ironische > wörtliche Aussagen, ironische Aussagen > visuelle Kontrollbedingung und wörtliche Aussage > visuelle Kontrollbedingung gewählt.

Am Verständnisprozess von Ironie waren sowohl bei den Patientinnen als auch in der Kontrollgruppe beide Hirnhemisphären beteiligt. Dies bestätigt zahlreiche Untersuchungen aus der Literatur, die nahelegen, dass es sich beim Verstehen

von Ironie um eine bihemisphärische Funktion handelt (Giora et al. 2000, Shamay-Tsoory et al. 2007, Rapp et al. 2012). Bezüglich der Aufgabenverteilung zwischen den Hirnhälften zeigte sich sowohl für die Differenzkontraste ironisch und wörtlich > visuelle Kontrollbedingung als auch für den Differenzkontrast ironisch > wörtlich ein eher linkshemisphärisch lateralisiertes Aktivierungsnetzwerk. Signifikante Unterschiede zwischen der Gruppe der Patientinnen und der Kontrollgruppe bestanden im Okzipitallappen. Die anatomische Definition dieser Gehirnregionen ist im LI-tool implementiert. Für die Patientinnen wurde jeweils während der ironischen und wörtlichen Targetsätzen gegenüber der visuellen Kontrollbedingung eine signifikant schwächere Linkslateralisierung im Okzipitallappen gemessen als in der Kontrollgruppe ( $p < 0,05$ ). Tabelle 10 zeigt den Gruppenvergleich der berechneten Lateralitätsindizes getrennt nach Differenzkontrasten.

Lateralitätsindizes								
Differenzkontrast ironisch > wörtlich								
Gruppe		frontal	parietal	temporal	occipital	cingulate	central	cerebellar
Kontrollen	Mittelwert	-0,212	-0,082	0,039	-0,135	-0,150	-0,181	-0,016
	Standard-abweichung	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5
Patientinnen	Mittelwert	-0,036	-0,003	-0,044	0,048	-0,133	-0,029	-0,132
	Standard-abweichung	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5
Insgesamt	Mittelwert	-0,135	-0,047	0,003	-0,055	-0,142	-0,114	-0,067
	Standard-abweichung	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5
Signifikanz ANOVA		0,229	0,615	0,549	0,142	0,906	0,232	0,503
Differenzkontrast ironisch > visuelle Kontrollbedingung								
Gruppe		frontal	parietal	temporal	occipital	cingulate	central	cerebellar
Kontrollen	Mittelwert	-0,405	-0,378	-0,529	-0,340	-0,231	-0,287	0,008
	Standard-abweichung	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,5
Patientinnen	Mittelwert	-0,556	-0,414	-0,620	0,024	-0,212	-0,330	-0,015
	Standard-abweichung	0,2	0,4	0,2	0,4	0,5	0,4	0,5
Insgesamt	Mittelwert	-0,471	-0,394	-0,569	-0,181	-0,223	-0,306	-0,002
	Standard-abweichung	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
Signifikanz ANOVA		0,216	0,795	0,376	0,010	0,896	0,741	0,897

Differenzkontrast wörtlich > visuelle Kontrollbedingung								
Gruppe		frontal	parietal	temporal	occipital	cingulate	central	cerebellar
Kontrollen	Mittelwert	-0,479	-0,420	-0,595	-0,327	-0,083	-0,246	-0,064
	Standard-abweichung	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,5
Patientinnen	Mittelwert	-0,401	-0,184	-0,549	-0,006	-0,195	-0,226	-0,024
	Standard-abweichung	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
Insgesamt	Mittelwert	-0,445	-0,317	-0,575	-0,186	-0,132	-0,237	-0,046
	Standard-abweichung	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4
Signifikanz ANOVA		0,586	0,129	0,702	0,037	0,496	0,866	0,795

Tabelle 10: Sprachlateralität für das Ironieverständnis. Darstellung Lateralitätsindizes mittels LI-tool (Wilke und Lidzba 2007). Ergebnisse für Patientinnen und Kontrollgruppe. Signifikant schwächere Linkslateralisierung der Patientinnen im Okzipitallappen für die Differenzkontraste Ironisch > visuelle Kontrollbedingung und wörtlich > visuelle Kontrollbedingung

#### 4.6.2 Gruppenvergleiche

Zum genaueren Vergleich der Aktivierungsmuster der Patientengruppe mit denen der Kontrollgruppe wurden drei Differenzkontraste genauer betrachtet: Einmal der Differenzkontrast beim Lesen ironischer Stimuli im Vergleich mit dem Lesen wörtlicher Stimuli, dann das Lesen ironischer Stimuli gegenüber der visuellen Kontrollbedingung und zuletzt die Präsentation wörtlicher Stimuli gegenüber der visuellen Kontrollbedingung.

Dabei wurde eine räumliche Schwelle (extent threshold) von 10 Voxel bei einem p-Wert kleiner 0,001 angewandt.

Die signifikanten Aktivierungen sollen zunächst für die einzelnen Differenzkontraste und Patientinnen und Kontrollgruppe getrennt in den Tabellen 11 und 12 dargestellt werden.

Tabelle 11 (Beschriftung folgt am Tabellenende auf Seite 66).

Kontrollgruppe								
Differenzkontrast ironisch > wörtlich								
Region	Hemisphäre	Brodmann-Areal	MNI-Koordinaten			T	Z	Anzahl aktivierter Voxel (k)
Cuneus	li	19	-3	-81	27	6.82	4.46	212
Gyrus praecentralis	li		-45	-9	30	6.66	4.40	161
Gyrus postcentralis	re		57	-3	30	5.98	4.15	208
Gyrus supramarginalis	li		-57	-36	36	5.54	3.97	61
Gyrus temporalis superior	re	40	51	-51	21	4.78	3.62	14
Gyrus lingualis	li	19	15	-66	-3	4.43	3.45	19
Cingulum, Pars medialis	re		9	-15	36	4.25	3.35	13
Lobus frontalis medialis	li		-30	30	42	4.20	3.33	10
Areal calcarina	re		15	-69	15	4.19	3.32	11
Differenzkontrast ironisch > visuelle Kontrollbedingung								
Region	Hemisphäre	Brodmann-Areal	MNI-Koordinaten			T	Z	Anzahl aktivierter Voxel (k)
Gyrus frontalis inferior, Pars orbitalis	re		54	21	-3	14.05	6.08	343
Cerebellum, Crus 1	re		27	-72	-27	13.88	6.05	1194
Gyrus frontalis superior, Gyrus frontalis medius	li	6	-3	30	42	12.20	5.78	779
Lobus parietalis inferior	li		-39	-54	42	10.40	5.43	366
Lobus frontalis medius	li	10	-30	54	27	9.52	5.23	94
Lobus temporalis medius	li		-45	6	-30	8.97	5.09	54
Lobus temporalis medius	li		-60	-42	6	8.84	5.06	270
Gyrus praecentralis	li		-36	-12	36	8.38	4.94	54
Gyrus praecentralis	re	6	57	0	39	7.54	4.69	112
Temporalpol (mid)	re	38	51	18	-27	6.65	4.40	27

Fortsetzung								
Differenzkontrast ironisch > visuelle Kontrollbedingung								
Sub-lobar//Extra-nuclear	li		-30	-21	-6	6.24	4.25	10
Nucleus ventralis anterior	li		-6	-6	12	6.04	4.17	25
Lateral Globus Pallidus	re		15	0	3	5.66	4.02	17
Cuneus	li	19	-3	-87	30	5.55	3.97	11
Gyrus temporalis medius	re		54	-36	-3	5.54	3.97	10
Differenzkontrast wörtlich > visuelle Kontrollbedingung								
Region	Hemisphäre	Brodmann-Areal	MNI-Koordinaten			T	Z	Anzahl aktivierter Voxel (k)
Gyrus lingualis	li		-15	-90	-15	15.75	6.32	1065
Lobus temporalis medius	li	22	-60	-45	3	8.30	4.92	241
Gyrus frontalis inferior, Pars orbitalis	re		51	33	-6	8.09	4.85	30
Gyrus frontalis inferior, Pars orbitalis	li	47	-51	42	-6	8.04	4.84	257
Gyrus temporalis medius	re		54	-36	-6	7.47	4.67	29
Gyrus frontalis superior, Gyrus frontalis medius	li		-6	33	57	6.95	4.50	16
Temporalpol (mid)	li	38	-45	12	-30	6.85	4.47	50
Lobus frontalis medius	li		-39	15	42	6.57	4.37	57
Lobus parietalis inferior	li	40	-48	-54	48	6.47	4.33	40
Gyrus frontalis medius	li	6	-45	6	54	5.94	4.13	11
Gyrus frontalis superius	li		-15	57	27	5.85	4.10	11

Tabelle 11: Funktionell-kernspintomographische Ergebnisse in der Kontrollgruppe: Geordnet nach Effektstärke unter dem jeweils zugehörigen Differenzkontrast (extent threshold 10 Voxel,  $p < 0,001$ ). Der linke Cuneus und der linke Gyrus praecentralis im Differenzkontrast ironisch > wörtlich zeigen die stärkste Aktivierung.

Patientinnen								
Differenzkontrast ironisch > wörtlich								
Region	Hemisphäre	Brodmann-Areal	MNI-Koordinaten			T	Z	Anzahl aktivierter Voxel (k)
Thalamus	re		15	-9	3	4.69	3.58	11
Differenzkontrast ironisch > visuelle Kontrollbedingung								
Region	Hemisphäre	Brodmann-Areal	MNI-Koordinaten			T	Z	Anzahl aktivierter Voxel (k)
Thalamus	li		-9	-21	6	8.63	5.00	172
Thalamus	re		21	-27	3	8.50	4.97	44
Gyrus praecentralis	li		-33	3	45	8.03	4.84	15
Gyrus temporalis medius	li		-51	-48	0	7.55	4.69	43
Temporalpol (sup)	li		-54	12	-15	7.19	4.58	105
Sulcus calcarinus	li		-9	-60	3	6.64	4.39	54
Sulcus calcarinus	re	30	18	-63	3	6.44	4.32	45
Differenzkontrast wörtlich > visuelle Kontrollbedingung								
Region	Hemisphäre	Brodmann-Areal	MNI-Koordinaten			T	Z	Anzahl aktivierter Voxel (k)
Lobus temporalis medius	li	39	-45	-57	21	7.63	4.72	103
Sulcus calcarinus	re		15	-72	6	6.08	4.18	11

Tabelle 12: Funktionell-kernspintomographische Ergebnisse in der Gruppe der Patientinnen: Geordnet nach Effektstärke unter dem jeweils zugehörigen Differenzkontrast (extent threshold 10 Voxel,  $p < 0,001$ ). Im Differenzkontrast ironisch>wörtlich nur eine signifikante Aktivierung im linken Thalamus, diese findet sich jedoch auch im Differenzkontrast ironisch > wörtlich wieder.

Signifikante Aktivierungen finden sich bei beiden Gruppen sowohl in der linken als auch in der rechten Hemisphäre. In beiden Gruppen spielt die Aktivierung des (linken) Gyrus praecentralis eine Rolle. Dieser war bei in der Kontrollgruppe sowohl im Differenzkontrast ironisch > wörtlich, als auch im Differenzkontrast ironisch > visuelle Kontrollbedingung (bihemisphärisch) oberhalb des gewählten Signifikanzniveaus aktiv und fand sich auch linkshemisphärisch in der Gruppe

der Patientinnen im Differenzkontrast ironisch > visuelle Kontrollbedingung. Die Aktivierung höchster Effektstärke im Differenzkontrast ironisch > wörtlich war in der Kontrollgruppe jedoch im linken Cuneus zu verzeichnen; auch diese Struktur war in dieser Gruppe ebenfalls im Differenzkontrast ironisch > visuelle Kontrollbedingung vertreten.

In der Gruppe der Patientinnen wurden im Differenzkontrast ironisch> visuelle Kontrollbedingung darüberhinaus Aktivierungen im rechten und linken Thalamus, im Sulcus calcarinus und im Temporallappen gefunden. Die Aktivität im rechten Thalamus, die nicht nur im Differenzkontrast ironisch> visuelle Kontrollbedingung am zweitstärksten ins Gewicht fällt, sondern auch als einzige signifikante Aktivität im Differenzkontrast ironisch > wörtlich ermittelt wurde, soll deshalb in Abbildung 9 nochmals gesondert dargestellt werden.

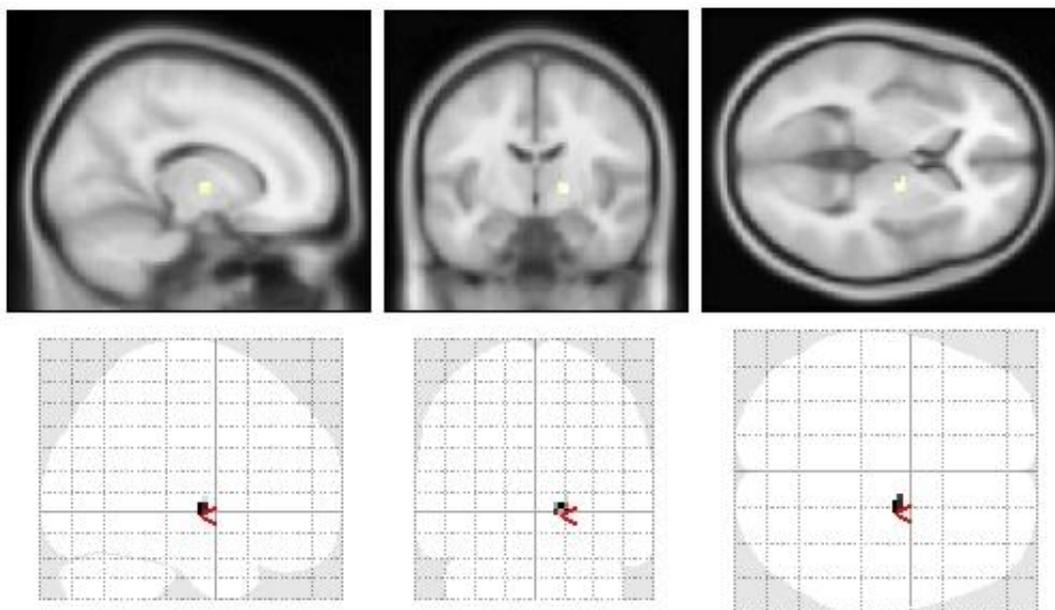


Abb. 9: Aktivität des rechten Thalamus (11 Voxel, Effektstärke 3,58) im Differenzkontrast ironisch>wörtlich für die Gruppe der Patientinnen (extent threshold 10 Voxel,  $p < 0,001$ )

Zum besseren Vergleich der beiden Gruppen wurden die jeweiligen Differenzkontraste voneinander subtrahiert und sind in Tabelle 13 und 14

dargestellt. Um auch feinere Unterschiede darstellen zu können, wurde hierfür ein extent threshold von 5 Voxel bei  $p < 0,001$  gewählt.

Gruppenvergleich Kontrollen>Patienten								
Differenzkontrast ironisch > wörtlich								
Region	Hemisphäre	Brodmann-Areal	MNI-Koordinaten			T	Z	Anzahl aktivierter Voxel (k)
Cuneus	li		-3	-81	24	4.27	3.72	12
Gyrus temporalis medius	re		51	-51	15	3.91	3.46	7
Gyrus postcentralis	re		57	-9	30	3.90	3.45	29
Differenzkontrast ironisch > visuelle Kontrollbedingung								
Region	Hemisphäre	Brodmann-Areal	MNI-Koordinaten			T	Z	Anzahl aktivierter Voxel (k)
Gyrus postcentralis	re		48	-15	33	3.97	3.50	8
Gyrus postcentralis	li		-42	-15	36	3.86	3.43	8
Gyrus supramarginalis	re		54	-36	30	3.83	3.40	5
Cingulum, Pars anterior	li		-3	18	27	3.81	3.39	11
Insula	li		-36	9	0	3.70	3.31	12

Tabelle 13: Funktionell-kernspintomographische Ergebnisse im Gruppenvergleich: Areale stärkerer Aktivität in der Kontrollgruppe (extent threshold 5 Voxel,  $p < 0,001$ )

Gruppenvergleich Patientinnen>Kontrollen								
Differenzkontrast ironisch > visuelle Kontrollbedingung								
Region	Hemisphäre	Brodmann Area	MNI-Koordinaten			T	Z	Anzahl aktivierter Voxel (k)
Gyrus parahippocampalis	li		-24	-36	-12	4.38	3.79	25

Tabelle 14: Funktionell-kernspintomographische Ergebnisse im Gruppenvergleich: Areal stärkerer Aktivität bei den Patientinnen (extent threshold 5 Voxel,  $p < 0,001$ ) im Vergleich zu Gesunden. Der Gruppenvergleich ironisch > wörtlich ergab keine signifikanten Ergebnisse.

Signifikante Aktivierungen in beiden Hemisphären zeigt vor allem die Gruppe der gesunden Probandinnen gegenüber der der Patientinnen, für die im Umkehrschluss verminderte Aktivität in diesen Bereichen gilt. Gesteigerte Aktivität zeigten hingegen die Patientinnen beim Lesen ironischer Aussagen

gegenüber der visuellen Kontrollbedingung im Gyrus parahippocampalis der linken Hemisphäre. Abbildung 10 zeigt diese gesteigerte Aktivität im Gyrus parahippocampalis (grau mit Pfeil) gegenüber der in der Kontrollgruppe stärker aktivierten schwarz markierten Gehirnareale des linken und rechten Gyrus postcentralis, des rechten Gyrus supramarginalis, das linke, anteriore Cingulum und die linke Insula.

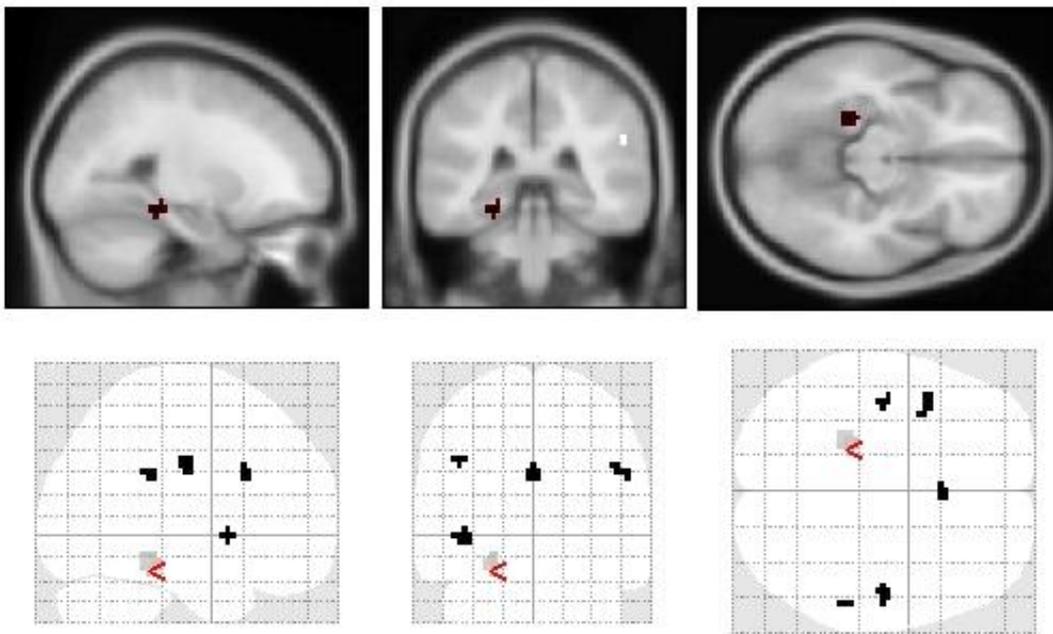


Abb. 10: Glassbrain-Darstellung für den Gruppenvergleich im Differenzkontrast ironisch>visuelle Kontrollbedingung (extent threshold 5 Voxel,  $p < 0,001$ ):

Kontraste für Kontrollen > Patientinnen sind schwarz, für Patientinnen > Kontrollen hellgrau markiert.

### 4.6.3 Zusammenhänge zur Psychopathologie

In vorherigen Untersuchungen zum Ironieverständnis von an Schizophrenie erkrankten Patienten konnten wiederholt Zusammenhänge zur Psychopathologie hergestellt werden, wobei das Unvermögen, ironische Aussagen korrekt zu erkennen, meist mit der Ausprägung der Positiv- und Negativsymptomatik korreliert wurde. Es fanden sich dabei sowohl Korrelationen mit der Positiv- als auch mit der Negativ-Symptomatik (siehe Übersicht in Tabelle 1). Aus diesem Grund wurden Korrelationen der fMRT-Daten getrennt durchgeführt mit der Stärke der Positiv- sowie der Negativsymptomatik, welche mittels der SAPS bzw. der SANS erhoben worden waren.

Für die Korrelation wurde ein extent threshold von 5 Voxel und  $p < 0,001$  gewählt. Es wurden für jeden einzelnen Differenzkontrast sowohl negative als auch positive Korrelationen durchgeführt. Dabei fanden sich für den Differenzkontrast ironisch gegen wörtlich eine 21 Voxel starke Aktivierung im rechten Gyrus temporalis superior, welche negativ mit der Positivsymptomatik korreliert und für den Differenzkontrast ironisch gegen visuelle Kontrollbedingung eine Aktivierung im linken Gyrus frontalis inferior, Pars triangularis, die positiv mit der Positivsymptomatik korreliert. Das bedeutet, je stärker eine Probandin von der Positivsymptomatik betroffen war, desto mehr Aktivität im linken Gyrus frontalis inferior, Pars triangularis und desto geringere Aktivität im rechten Gyrus temporalis superior. Abbildung 11 zeigt diese negative Korrelation der Positivsymptomatik mit dem rechten Gyrus temporalis superior, der dem Brodman- Areal (BA) 22 entspricht.

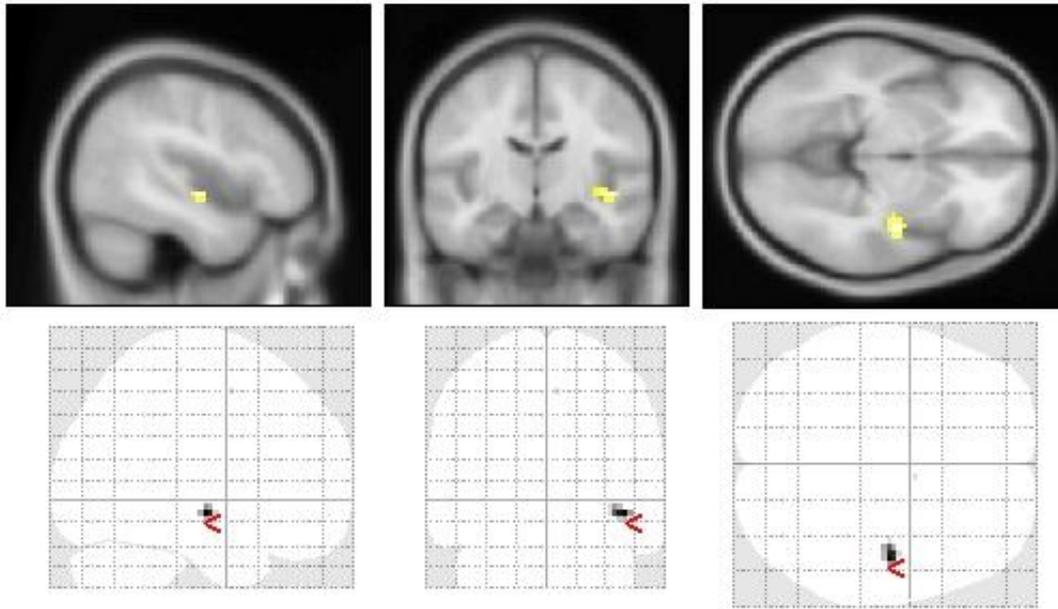


Abb. 11: Negative Korrelation SAPS Positivsymptomatik mit dem rechten Gyrus temporalis superior (BA 22) im Differenzkontrast ironisch>wörtlich (extent threshold 5 Voxel,  $p < 0,001$ )

Für den Differenzkontrast ironisch gegen visuelle Kontrollbedingung fanden sich ebenfalls jeweils eine positive und eine negative Korrelation mit der Stärke der Negativsymptomatik. Positiv korreliert eine Aktivierung von 18 Voxel im linken Gyrus temporalis medius, die bei stärkerer Ausprägung der Negativsymptomatik ebenfalls stärker war, negativ eine Aktivität von 30 Voxel im linken Corpus callosum.

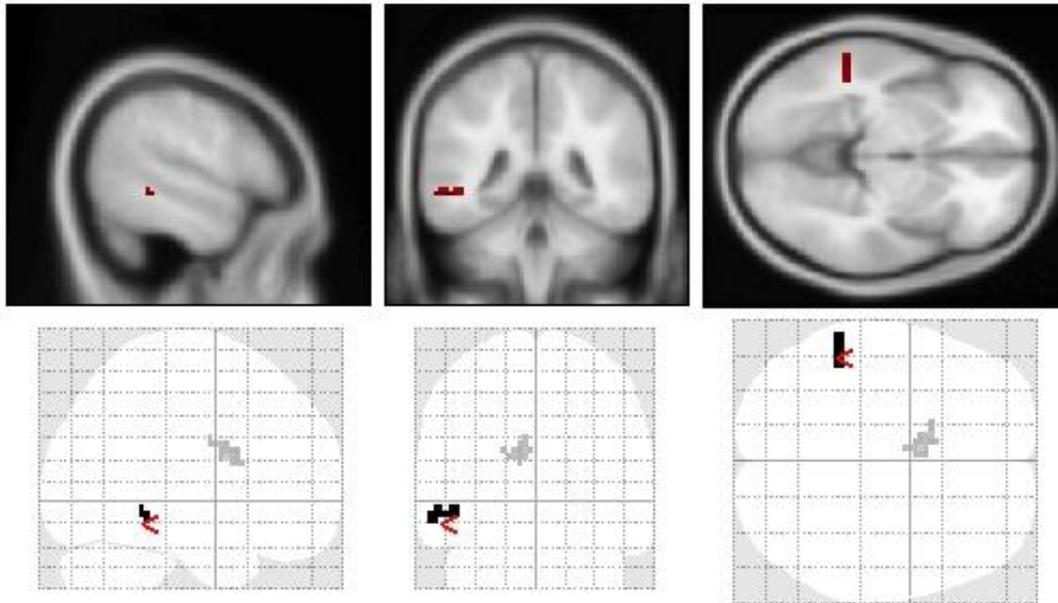


Abb.12: Negative Korrelation SANS Negativsymptomatik mit der Aktivität im linken Gyrus temporalis medius im Differenzkontrast ironisch > visuelle Kontrollbedingung (extent threshold 5 Voxel,  $p < 0,001$ )

#### 4.6.4 Zusammenhänge zum Persönlichkeitsmerkmal Schizotypie

In der Voruntersuchung von Mutschler (2010) wurden signifikante Korrelationen des SPQ-Gesamtwertes und des kognitiv-perzeptuellen Faktor mit der Gehirnaktivierung gefunden. Dabei korrelierte der SPQ-Gesamtwert negativ mit dem Gyrus temporalis (BA 21) in beiden Hemisphären und mit dem Cortex occipitalis rechts und positiv mit einer Aktivierung im linken inferioren, frontalen Gyrus (präfrontaler Kortex) (BA 47).

Für den kognitiv-perzeptuellen Faktor fand sich ein nahezu identisches Aktivierungsmuster, wobei die Stärke der Gehirnaktivität für die negative Korrelation größer war und bei der positiven Korrelation etwas schwächer. Die Korrelation mit dem interpersonellen Faktor ergab keine signifikanten Ergebnisse. Alle Korrelationen wurden für den Differenzkontrast ironisch > wörtlich und durchgeführt, dabei wurde ein extent threshold von 5 Voxel bei  $p < 0,001$  gewählt.

Die Aktivierungsmuster der Patientinnen für den SPQ-Gesamtwert und für den kognitiv-perzeptuellen Faktor zeigten nur negative Korrelationen mit der Gehirnaktivität und sind in Tabelle 15 dargestellt. Eine störungsübergreifende Zusammenfassung für die Korrelation der Gehirnaktivitäten aller Probandinnen mit dem SPQ-Gesamtwert findet sich in Tabelle 16.

Patientinnen								
<b>SPQ-Gesamtwert</b>								
Differenzkontrast ironisch > wörtlich								
positive Korrelationen: keine								
negative Korrelationen								
Region	Hemisphäre	Brodmann-Areal	MNI-Koordinaten			T	Z	Anzahl aktivierter Voxel (k)
Gyrus temporalis superior	re	22	45	-12	-6	4.22	3.24	18
Cingulum	li		-18	-6	42	3.61	2.92	7
<b>SPQ kognitiv-perzeptueller Faktor</b>								
Differenzkontrast ironisch > wörtlich								
negative Korrelation								
Region	Hemisphäre	Brodmann-Areal	MNI-Koordinaten			T	Z	Anzahl aktivierter Voxel (k)
Gyrus temporalis superior	re	22	45	-12		4.57	3.41	7

Tabelle 15: Gruppe der Patientinnen: Korrelationen mit dem SPQ-Gesamtwert und dem kognitiv perzeptuellen Faktors des SPQ (extent threshold 5 Voxel,  $p < 0,001$ ). Jeweils keine signifikanten positiven Korrelationen.

Störungsübergreifend: Patientinnen und Kontrollgruppe								
<b>SPQ-Gesamtwert</b>								
Differenzkontrast ironisch > wörtlich								
positive Korrelationen: keine								
negative Korrelation								
Region	Hemisphäre	Brodmann-Areal	MNI-Koordinaten			T	Z	Anzahl aktivierter Voxel (k)
Lobus temporalis	re		45	-3	-18	3.75	3.33	24
Gyrus temporalis superior	re	40	51	-51	21	3.67	3.27	6
Operculum frontoparietale	re	43	54	-15	18	3.44	3.11	15
Gyrus frontalis inferior	re		42	9	30	3.20	2.92	9
Cingulum, Pars anterior	li		0	30	21	2.98	2.74	6
<b>SPQ-Gesamtwert</b>								
Differenzkontrast ironisch > visuelle Kontrollbedingung								
positive Korrelation								
Region	Hemisphäre	Brodmann-Areal	MNI-Koordinaten			T	Z	Anzahl aktivierter Voxel (k)
Thalamus	re		21	-30	0	3.79	3.36	20
Gyrus parahippocampalis	li		-24	-30	-9	3.37	3.05	31
Gyrus temporalis superior	li	22	-54	-6	-6	3.36	3.05	17
Gyri temporales transversi	li	13	-33	-24	9	3.30	3.00	10
Gyrus parahippocampalis	re		27	-30	-15	3.23	2.94	11
negative Korrelation								
Region	Hemisphäre	Brodmann Area	MNI-Koordinaten			T	Z	Anzahl aktivierter Voxel (k)
Cingulum, Pars anterior	li		-3	18	27	3.32	3.01	25

Tabelle 16: Funktionell-kernspintomographische Ergebnisse für den Zusammenhang BOLD-Response und Merkmal Schizotypie: Alle Probandinnen störungsübergreifend: Positive und Negative Korrelationen mit dem SPQ-Gesamtwert, extent threshold 5 Voxel,  $p < 0,001$

Abbildung 13 zeigt abschließend die negative und positive Korrelationen der störungsübergreifenden Analyse der Gehirnaktivitäten beider Gruppen für den Differenzkontrast ironisch > visuelle Kontrollbedingung. Negativ korrelierte wie in Tabelle 16 beschrieben das anteriore Cingulum und ist als solches grau dargestellt, die positiven Korrelationen sind schwarz gekennzeichnet.

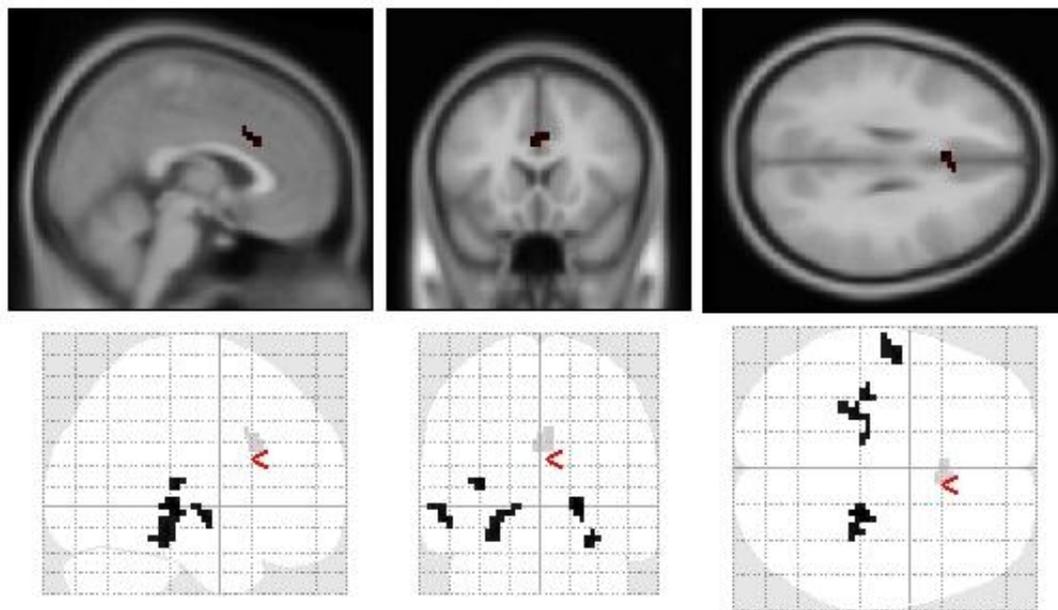


Abb. 13: Alle Probandinnen störungsübergreifend: Korrelationen mit der Höhe des SPQ-Gesamtwert im Differenzkontrast ironisch > visuelle Kontrollbedingung (extent threshold 5 Voxel,  $p < 0,001$ ).

Positive Korrelationen sind schwarz: rechter Thalamus, linkshemisphärisch: Gyrus temporalis superior (BA 22) und Gyri temporales transversi. Bihemisphärisch: Gyrus parahippocampalis

Negative Korrelation ist grau gekennzeichnet: linkes anteriores Cingulum

## **5. Diskussion**

In der vorliegenden Arbeit wurde das Ironieverständnis von Patientinnen mit Schizophrenie auf behavioraler Ebene und mittels funktioneller Kernspintomographie untersucht. Im Folgenden sollen nun die Ergebnisse in integrierender Darstellung diskutiert werden. Dazu werden zunächst die Ergebnisse der Tests zum Verständnis nicht-wörtlicher Sprache mit den Ergebnissen der funktionell-kernspintomographischen Untersuchung beim Verstehen von Ironie in Bezug gesetzt, dann soll auf den Irony-Rating-Test eingegangen und zuletzt Psychopathologie und Schizotypie bezugnehmend auf die Korrelation der Ergebnisse mit den Bildgebungsdaten diskutiert werden.

### **5.1. Ironieverständnis bei schizophrenen Patientinnen: Neuronale Korrelate und Verhaltensexperiment**

Ausgehend von der Hypothese, dass Patientinnen mit Schizophrenie gegenüber einer gesunden Kontrollgruppe Defizite im Verständnis von Ironie aufweisen, soll als erstes auf die Ergebnisse des Ironieverständnistests in der Offlineversion eingegangen werden. Bei der Betrachtung der Antworten fällt bezüglich der Fehlerzahl zunächst auf, dass sowohl Patientinnen als auch Kontrollprobandinnen beim Erkennen der Aussagen als ironisch, wörtlich oder sinnlos überwiegend richtige Antworten gegeben haben: insgesamt 85,3% richtige Antworten durch die Patientinnen, im Vergleich zu 95,4% in der Kontrollgruppe. Dies ergibt dennoch einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Außer der höheren Fehleranzahl in der Patientinnengruppe fällt die breitere Varianz der Fehlerzahl in dieser Gruppe ins Gewicht. So machten im Ironieverständnistest die Hälfte der Patientinnen fünf oder weniger Fehler, was der Streubreite der Kontrollgruppe entspricht, in der nur von einer Probandin mehr als fünf Fehler gemacht wurden. Dieses Ergebnis bestätigt neben anderen Untersuchungen, die ebenfalls ein Defizit im Ironieverständnis schizophrener Patienten fanden (Tabelle 1), die

Untersuchung von Hensler (2009): Nicht alle Patienten mit Schizophrenie verstehen Ironie schlechter, sondern lediglich eine Subgruppe (Hensler 2009).

Weiter wurde das Muster der Fehler untersucht. Die klassische Annahme besteht darin, dass schizophrene Patienten im Sinne einer konkretistischen Denkstörung insbesondere eine Tendenz haben, nicht-wörtliche Bedeutungen als wörtlich zu interpretieren (Wegrocki 1940, Goldstein 1944, Benjamin 1944, Andreasen 1977, Rapp 2009). Dieses klassische Muster bestätigt die vorliegende Untersuchung nicht. Die Missinterpretation „ironisch als wörtlich“ ist zwar die am häufigsten bei Patientinnen mit Schizophrenie nachweisbare Fehlerart, sie dominiert die Fehlerverteilung jedoch nicht eindeutig. Auch ist anteilig gesehen dieser Fehler in der Kontrollgruppe sogar häufiger. Im Gegenteil sind sämtliche Arten von Fehlern bei an Schizophrenie erkrankten Patientinnen häufiger vertreten als in der Kontrollgruppe. Die Interpretation einer sinnlosen Aussage als ironisch ist eine Fehlerart, die praktisch nur in der Gruppe der Patientinnen vorkam. Zusammengenommen mit wörtlichen Aussagen, die als ironisch missinterpretiert wurden, wurde im Vergleich mit der Kontrollgruppe häufiger der Fehler begangen, Aussagen als ironisch zu interpretieren, obwohl diese wörtlich gemeint oder aber sinnlos waren. Insgesamt wurden in der Gruppe der Patientinnen nicht mehr Aussagen fälschlicherweise wörtlich interpretiert als in der Kontrollgruppe. Damit lässt sich das Ironieverständnisproblem und die erhöhte Fehlerzahl der Patientinnen mit Schizophrenie nicht mit Konkretismus im klassischen Sinne erklären. Dieses Ergebnis bestätigt ebenfalls die Untersuchung von Hensler (2009).

Das Ergebnis des Verhaltensexperiments bestätigt jedoch sehr wohl die Hypothese, dass Patientinnen beim Verstehen ironischer Aussagen im Vergleich zu gematchten gesunden Kontrollpersonen vermehrt Fehler machen. Dies stimmt mit dem Ergebnis mehrerer Studien überein, welche ebenfalls ein eingeschränktes Ironieverständnis für an Schizophrenie erkrankte Patienten fanden (Mitchley et al. 1998, Herold et al. 2002, Langdon et al. 2002, Leitman et al. 2006 Hensler 2009, siehe auch Tabelle 1). Auffällig war weiter, dass die

korrekte Interpretation der sinnlosen Aussagen den Patientinnen ebenfalls mehr Schwierigkeiten bereitete.

Die Defizite der Patientinnen im Ironieverständnistest lassen sich mit denen des Sprichworttests in Verbindung setzen. Auch Sprichworte gehören wie die Ironie dem weiten Feld der nicht-wörtlichen Sprache an. Probleme im Sprichwortverständnis gelten bei Schizophrenie als typisch (Wegrocki 1940, Andreasen 1977, Rapp 2009, Rapp und Schmierer 2010, Thoma und Daum 2006), bisher ist aber nur unzureichend untersucht, ob zwischen Defiziten im Ironieverständnis und Sprichwortverständnis schizophrener Patienten ein Zusammenhang besteht (Hensler 2009). Auch im Sprichworttest bestätigt die signifikant höhere Anzahl an Fehlern frühere Untersuchungen, wonach Patienten mit Schizophrenie Sprichwörter schlechter verstehen (Thoma et al. 2009, Rapp und Schmierer 2010). Dass Sprichwörter eher falsch interpretiert werden, wenn sie den Probandinnen unbekannt sind, zeigt die positive Korrelation der Anzahl der Fehler im Sprichworttest mit dem Bekanntheitsgrad, was ebenfalls das Ergebnis von Thoma, der Entwicklerin des hier verwendeten Sprichworttests (Thoma et al. 2009) bestätigt. Dabei bestand nach der Korrektur für das Alter der Patientinnen ein signifikanter Unterschied in der Geläufigkeit der Sprichwörter für die beiden Gruppen. Mit höherem Alter waren den Probandinnen beider Gruppen mehr Sprichwörter bekannt, was damit zusammenhängen kann, dass man gemäß der Lebensjahre auch mehr Sprichwörter kennenlernt, oder aber, dass Sprichwörter unter jungen Menschen unpopulär sind. Frühere Untersuchungen zeigen außerdem, dass die Fähigkeit, Sprichwörter korrekt zu interpretieren, mit der allgemeinen Intelligenz der Probanden zusammenhängt (Shimkunas et al. 1967, Sponheim et al. 2003, Thoma et al. 2009), wobei Thoma et al. (2009) den verbalen Intelligenzquotient mithilfe eines Untertests des Wechsler IQ-Tests für Erwachsene ermittelten. Da die beiden Gruppen jedoch bezüglich Alter und des von uns ermittelten verbalen Intelligenzquotienten (Lehrl et al. 1995) gematcht wurden, kann das Ergebnis dieser Studie nicht darauf zurückgeführt werden. Die Fehlerverteilung im Sprichworttest zeigt, dass beide Gruppen als häufigsten Fehler die abstrakt-sinnlose Antwortmöglichkeit gewählt haben, die Patientinnen sich jedoch

beinahe ebenso oft für die wörtlich-sinnvolle Antwortmöglichkeit entschieden haben, welche einer konkretistischen Denkweise entspricht. Da Sprichwortinterpretationen sowohl im klinischen Alltag als auch in der Positive and Negative Syndrome Scale (PANSS, Item N5) angewendet werden, um beim Erklären metaphorischer Sprichwörter durch den Patienten zu beurteilen, inwiefern die Fähigkeit zu abstraktem Denken erhalten ist oder aber diese konkretistisch erklärt werden (Goldstein 1944, Benjamin 1944), ist es interessant, dass in unserer Untersuchung die wörtliche Erklärung der Sprichwörter nicht den größten Anteil unter den Fehlern einnahm, gleichwohl dieser Interpretationsfehler typisch für die Gruppe der Patientinnen war.

Die Schwierigkeit einer korrekten Interpretation bei den Patientinnen lässt sich – ähnlich wie beim Ironieverständnistest – nicht mit einer reinen Unfähigkeit zum Verstehen übertragener Bedeutungen (Konkretismus im engeren Sinne) erklären. Die Schwierigkeit von Patientinnen mit Schizophrenie, die abstrakte Natur eines Sprichworts zu verstehen, liegt also nicht in der bloßen Einschränkung der Abstraktionsfähigkeit und der wörtlichen Interpretation der Sprichwörter.

Erneut lassen sich Parallelen zur Fehlerverteilung im Ironieverständnistest ziehen, wo entgegen der Hypothese nicht das Verständnis der ironischen Aussagen als wörtlich den größten Anteil an Fehlern ausgemacht hatte, sondern auch sinnlose Aussagen als ironisch betrachtet wurden. Eine Rolle für die Ergebnisse könnte spielen, dass alle Teilnehmer wussten, dass es sich um eine Untersuchung zum Verständnis nicht-wörtlicher Sprache handelte, wohingegen Ironie und Sprichworte in der Alltagssprache unerwartet auftreten. Im Falle des Ironieverständnistests bekamen die Teilnehmerinnen direkt vor dem Versuch die Instruktion, die Aussagen als wörtlich, ironisch oder sinnlos zu klassifizieren. Beim Sprichworttest, einem Multiple-Choice-Test, waren sich die Versuchsteilnehmerinnen ebenso bewusst, dass es sich um einen Sprichworttest handelt. Es ist also mit Erwartungseffekten im Sinne eines systematischen Fehlers zu rechnen. Experimentalpsychologisch ist gut belegt, dass eine Erwartungshaltung für nicht-wörtliche Bedeutungen die

Erkennensleistung beeinflusst (Giora 2003, Glucksberg 2003, Faust 2012). Eine Rolle spielt möglicherweise auch das im Sprichworttest gewählte Multiple-Choice-Antwortformat, da sich die Performance zwischen Multiple-Choice und freien Antwortaufgaben im Sprichwortverständnis unterscheidet (Rinaldi et al. 2004, Winner und Gardner 1977). Es ist möglich, dass das verbale Erklärenlassen eventuell mehr wörtliche bzw. konkretistische Erklärungen zu Tage gefördert hätte.

In der vorliegenden Untersuchung wurden neben der Verstehensleistung auch erstmalig die neuronalen Korrelate im Vergleich zu einer historischen Kontrollgruppe (Mutschler 2010) dargestellt. Zunächst werden die dabei beobachteten Gruppenunterschiede diskutiert. Sowohl beim Ironie- als auch beim Sprachverständnisprozess ist bei Patientinnen wie bei Kontrollen ein bihemisphärisches Netzwerk beteiligt. Dies zeigt erwartungsgemäß eine gewisse Linkslateralisierung. In einer Nebenfragestellung wurden Unterschiede im Lateralitätsindex zwischen Gesunden und Patientinnen mit Schizophrenie dargestellt und zwar getrennt nach den Gehirnbereichen medial, frontal, temporal, parietal und okzipital. Die Definition der Gehirnbereiche erfolgte dabei automatisiert mittels AAL (Automated Anatomical Labeling) (Tzourio-Mazoyer et al. 2002), einem gebräuchlichen Standardverfahren für die anatomische Definition von Gehirnbereichen in kernspintomographischen Daten. Die Betrachtung der Lateralitätsindizes zeigt nur einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen im Okzipitallappen, die Linkslateralisierung der Patientinnen war hier signifikant schwächer. In den anderen Regionen fand sich hingegen kein signifikanter Unterschied zwischen Schizophrenie und Kontrollen. Unterschiede in der Sprachlateralität im Bereich des Okzipitallappen fanden auch Rapp et al. (2011) bei der Untersuchung des Metonymieverständnisses schizophrener Patienten. Erwartungsgemäß finden sich ferner robuste Unterschiede für die Differenzkontraste zwischen ironischen Aussagen gegenüber den wörtlichen Targetsätzen und gegenüber der visuellen Kontrollbedingung sowie zwischen den beiden Gruppen. Für die Gruppe der Patientinnen ist besonders der stabile Unterschied im rechten Thalamus mit einer Effektstärke von 3,58 und Clustergröße 11 Voxel für den Differenzkontrast

ironisch > wörtlich auffällig. Im Differenzkontrast ironisch > visuelle Kontrollbedingung fällt in der Gruppe der Patientinnen sowohl der linke Thalamus (Effektstärke 5, 172 Voxel) als auch der rechte Thalamus (Effektstärke 4,97, 44 Voxel) ins Gewicht. Eine Beteiligung des Thalamus beim Verständnis nicht-wörtlicher Sprache wurde bereits in der Literatur vielfach vermutet (Rapp et al. 2012). Eine Aktivierung des linken Thalamus fand sich beispielsweise in einer Studie zum Verständnis von Metaphern von Stringaris et al. (2007) bei gesunden Probanden, die metaphorische Sätze lasen, gegenüber dem Lesen sinnloser und wörtlicher Sätze. Dieser Differenzkontrast beim Lesen ironischer Aussagen ist plausibel, da in Läsionsstudien und elektrophysiologischen Untersuchungen die Rolle des Thalamus für Sprache wiederholt beobachtet wurde (Johnson und Ojemann 2000, Lhermitte 1984, Ojemann und Ward 1971, Ojemann et al. 1968). Darüber hinaus ist aber auch eine Beteiligung des Thalamus an der Pathophysiologie der Schizophrenie bekannt (Andreasen et al. 1994, Pinault 2011). In der Gruppe der Kontrollen war hingegen in keinem der Differenzkontraste eine signifikante Aktivierung des Thalamus nachzuweisen.

In einer Region wiesen schizophrene Patientinnen beim Ironieverstehen gegenüber der visuellen Kontrollbedingung eine stärkere BOLD-Response auf als gesunde Kontrollpersonen: Im linken Gyrus parahippocampalis war beim Lesen ironischer Sätze als einzige Region eine stärkere Aktivität als in der gesunden Kontrollgruppe zu verzeichnen. Als Teil des limbischen Systems ist der Gyrus parahippocampalis direkt mit dem Hippocampus und der Amygdala verbunden. Es gibt Hinweise, dass dieser Bereich des Gehirns an der Bewertung von Kontexten beteiligt ist (Sacchetti et al. 1999) und als solcher sowohl beim Verstehen von Ironie im Speziellen als auch beim Verstehen nicht-wörtlicher Sprache im Allgemeinen (Rapp et al. 2012) eine wichtige Rolle spielt. Der Gyrus parahippocampalis wurde in der Vergangenheit wiederholt mit der Pathophysiologie der Schizophrenie in Verbindung gebracht (Acioly et al. 2010). Eine Fehlfunktion dieser Gehirnregion wurde beispielsweise als bedeutsam für die Entstehung verbaler akustischer Halluzinationen diskutiert (Jardri et al. 2011). Zudem spielt er möglicherweise in der Genese formaler Denkstörungen

schizophrener Patienten eine Rolle (McGuire et al. 1998). Bildgebende Studien haben außerdem eine positive Korrelation zwischen der Stärke der Positivsymptomatik bei Schizophrenie und der Aktivität im Gyrus parahippocampalis gefunden (Silbersweig et al. 1995, Epstein et al. 1999, Shergill et al. 2000). Die Korrelation der Bildgebungsdaten mit der Positiv- und Negativsymptomatik ergab hingegen keine Korrelation mit dem Gyrus parahippocampalis, stattdessen eine positive Korrelation des Ausprägungsgrads der Positivsymptomatik mit der Aktivität im linken Gyrus frontalis inferior und eine negative Korrelation mit dem Brodman-Areal 22 (Gyrus temporalis superior). Dies steht im Einklang mit zahlreichen anderen Befunden, die auf ein temporales Defizit als Genese von Sprachperzeptionsdefiziten schizophrener Patienten hinweisen (Rapp & Steinhäuser 2013). Auf die Rolle des Gyrus temporalis superior wird auch im Zusammenhang mit der Schizotypie, zu deren Ausprägung sich eine positive Korrelation ergeben hat, untenstehend noch genauer eingegangen. Eine negative Korrelation des Ausprägungsgrades der Negativsymptomatik bestand im Übrigen zum linken Gyrus temporalis medius, der im Differenzkontrast ironisch > visuelle Kontrollbedingung in der Gruppe der Patientinnen ebenfalls signifikant aktiviert war.

Zum weiteren Vergleich der Gruppen sollen nun die in der Kontrollgruppe stärker aktivierten Areale betrachtet werden. Hierzu fiel im Differenzkontrast ironisch > wörtlich der linke Cuneus am stärksten ins Gewicht. Eine Aktivierung des linken Cuneus beim Verstehen von Ironie ist bereits in der Literatur vorbeschrieben, so fanden sowohl Rapp et al. (2010) für gesunde Probanden als auch Wang et al. (2006) für gesunde Erwachsene und typisch entwickelte 9-14-jährige Kinder Aktivierungsunterschiede zwischen ironischen und nicht-ironischen Stimuli in dieser Region. Dabei fanden Wang et al. (2006) beim Gruppenvergleich den linken Cuneus bei den Erwachsenen stärker aktiviert. Ferner fanden sich Unterschiede im Bereich der linken Insula, wo die Kontrollgruppe ebenfalls eine stärkere Aktivität zeigte. Diese ist plausibel, da dieser Bereich auch im Zusammenhang mit empathischen Fähigkeiten (Olsson et al. 2007) und auch Prosodie (Kotz et al. 2003, Mitchell et al. 2004) gebracht

wird. Zum Verständnis der Situation und Aussagen könnten sich die Probandinnen die Situation vorgestellt und selbst vorgespielt haben (mentale Simulation), die fehlende Aktivierung der Patientinnen in diesem Bereich könnte somit ein neuronales Korrelat des Defizits sein.

Um Schwierigkeiten schizophrener Patientinnen in der Einschätzung ironischer Aussagen genauer zu untersuchen, wurde der aus der kernspintomographischen Untersuchung von Mutschler (2010) übernommene Ironieverständnistest um eine Einschätzung der Sicherheit der Richtigkeit der gegebenen Antwort und anderer Eigenschaften ergänzt. Diese Erweiterung wird im Folgenden als Irony-Rating-Test bezeichnet. Ergänzend wurden zu jedem Item des Ironieverständnistests drei Fragen gestellt: Als erstes die Frage, wie sicher sich die Probanden mit ihrer Einschätzung der Aussage als entweder wörtlich oder aber ironisch oder sinnlos sind und damit die Frage nach der subjektiven Schwierigkeit der korrekten Antwort. In den Durchschnittswerten des Ratings zeigt sich, dass sich diese im Bereich von 3,7 bis 3,9 bewegen, wobei maximal 4 Punkte erreicht werden konnten. Dies suggeriert eine hohe subjektive Sicherheit schizophrener Patientinnen im Erkennen von Ironie. Dennoch ergibt sich ein schwach signifikanter Unterschied zu den gesunden Kontrollen, die sich durchschnittlich noch etwas sicherer waren. Entgegen der Hypothese war der Unterschied zwischen den Gruppen jedoch sehr gering.

Insbesondere bei Patientinnen mit hoher Fehlerzahl entspricht dies jedoch nicht unbedingt dem klinischen Eindruck bei der Versuchsdurchführung. Hierbei entstand sehr wohl in einigen Fällen der Eindruck, dass sich die Patientinnen im Einschätzen deutlich unsicherer waren, als dies im Rating zum Ausdruck kam. Weitere Studien sollten diesen Effekt näher untersuchen. Interessant wäre auch, den Zusammenhang zum vorschnellen Schlussfolgern („jumping to conclusions“) schizophrener Patienten (Garety und Freeman 1999, Klingberg et al. 2010, Wittorf et al. 2012) näher zu untersuchen. Die nächsten beiden Fragen des Irony-Rating-Tests erfassen die subjektive Witzigkeit und „Gemeinheit“ der Aussage. Auch bei dieser Bewertung der Aussagen bezüglich Witzigkeit und Gemeinheit waren die Ergebnisse zwischen den Gruppen annähernd gleich.

Der einzige weitere signifikante Unterschied fand sich für die Bewertung der sinnlosen Aussagen, welche die Gruppe der Patientinnen deutlich witziger fanden.

Das Ergebnis des Irony-Rating entspricht damit nicht der Hypothese, nach der erwartet wurde, dass die Patientinnen im Vergleich mit der Kontrollgruppe, die ironischen Aussagen als gemeiner und weniger witzig raten würden. Dies wurde angenommen, weil erwartet wurde, dass die geforderte kognitive Operation von den Patientinnen häufiger nicht korrekt bewältigt und die ironische Aussage als solche nicht erkannt und damit anders, genauer weniger humorvoll, aufgenommen werden würde.

Eine mögliche Erklärung für den fehlenden Gruppenunterschied könnte sein, dass in unserer Aufgabe Aussagen Dritter eingeschätzt werden sollten, die sich nicht auf den Patienten selbst bezogen. Es wäre denkbar, dass schizophrene Patienten ironische Aussagen nur dann als gemeiner einschätzen, wenn es sich um selbstreferentielle Aussagen handelt, also um Aussagen, die auf sie selbst gemünzt sind. Diese Hypothese sollte aber zunächst experimentell untersucht werden. Eine andere, ebenfalls zum jetzigen Zeitpunkt noch spekulative Erklärung könnten die Eigenschaften der gewählten Versuchsanordnung sein. Im Alltag wird eine ganze Reihe von Informationen für die Entscheidung herangezogen, ob eine Aussage ironisch intendiert sein könnte. Hierzu gehören Informationen über den Sprecher (Katz et al. 2004, Katz und Pexman 1997), Sprachmelodie (Roberts und Kreuz 1995, Bryant und Fox Tree 2005), Mimik des Sprechenden (Attardo et al. 2003) und allgemeine Kontextinformationen (Creusere 1999, Van Mulken et al. 2011, Rapp und Mutschler 2011). In der jetzigen Versuchsanordnung wurden diese Faktoren weitestmöglich reduziert, unter der Annahme, dass dies die Aufgabe für die Patientinnen erschwert. Jedoch könnte das Gegenteil der Fall sein und die Aufgabe dadurch leichter werden. Zahlreiche Befunde belegen eine Schwierigkeit schizophrener Patienten beim Einbeziehen von Kontextinformationen, insbesondere unter Alltagsbedingungen (Kostova et al. 2003, Green et al. 2008). Ferner wurden durch die vorliegende Studie Variablen wie Sprachmelodie (Prosodie) und

mimische Affekterkennung (facial affect recognition) nicht untersucht, da bewusst ein prosodiefreies Leseparadigma verwendet wurde, um diese Einflussvariablen auszuschalten. Beide Faktoren spielen jedoch nachweislich beim Ironieverständnisprozess eine wichtige Rolle (Schaffer 1982, Attardo et al. 2003). Zukünftige Untersuchungen sollten deshalb klären, ob bei einer variablen Zahl von Kontextinformation („Social and context cues“) die (Fehl-)Einschätzung abweichend zu Gesunden variiert. Es ist gut denkbar, dass diese Faktoren einen erheblichen Einfluss auf die Fehlinterpretation von an Schizophrenie erkrankten Patienten haben könnten.

Unabhängig von Erkrankung und Versuchsaufbau bleibt zu bedenken, dass zum jetzigen Zeitpunkt individuellen Persönlichkeitsmerkmalen ebenfalls eine Rolle als bisher ungeklärte Störvariablen zukommt. So weisen beispielsweise zahlreiche Befunde aus Kohortenstudien darauf hin, dass bereits Jahre vor dem Auftreten erster Symptome Auffälligkeiten im Verhalten und Sprachverständnis auftreten (Cannon et al. 2002, Fuller et al. 2002). Auch Vulnerabilitätsmodelle, die zur Erklärung der Entstehung einer Erkrankung aus dem schizophrenen Formenkreis hinzugezogen werden, bzw. rückblickend die prodromale Symptomatik untersuchten, kennen eine weite Bandbreite an Einflussfaktoren, die die Entstehung einer Schizophrenie zu begünstigen scheinen bzw. als Vorboten fungieren könnten (Klosterkötter et al. 2001, Raine et al. 1994). Umgekehrt können Faktoren, die für das Entstehen einer Schizophrenie zwar nicht hinreichend sind, jedoch in einen engen, etwa genetischen Zusammenhang gebracht werden können, bereits in gesunden Populationen Einfluss auf für die Erkrankung Schizophrenie als typisch diskutierte Phänomene nehmen (Raine et al. 1994). In der vorliegenden Arbeit wurde deshalb die Ausprägung der Persönlichkeitseigenschaft Schizotypie als Einflussfaktor auf das Ironieverständnis sowohl auf funktionell-kernspintomographischer, als auch auf behavioraler Ebene untersucht. Als Persönlichkeitseigenschaft liegt Schizotypie bei jedem Menschen in unterschiedlicher Ausprägung vor. Ein hoher Ausprägungsgrad gilt als Risikofaktor für das Erkranken an einer Schizophrenie (Lenzenweger 1994, Gruzelier 1996). In Probandengruppen mit erhöhtem Ausprägungsgrad des

Merkmals Schizotypie konnten Störungen des Sprachverständnisses (Niznikiewicz et al. 2004, Kiang und Kutas 2005) sowie Beziehungen zum Ironieverständnis nachgewiesen werden (Nunn und Peters 2001). So postulierten etwa Langdon und Coltheart (2004) auf Basis einer Untersuchung an einer nichtklinischen Population einen Zusammenhang zwischen Schizotypie und Verstehensleistung beim Ironieverständnis. Für diesen Zusammenhang sprechen auch die Daten einer funktionell-kernspintomographischen Studie zur Pathophysiologie des Ironieverständnisses von Mutschler (2010), welche einen Zusammenhang zwischen dem Ausprägungsgrad von Schizotypie und der BOLD-Response beim Verstehen von Ironie fand, jedoch nicht zur Fehlerzahl im Ironieverständnistest (Mutschler 2010, Rapp et al. 2010).

Zur genaueren Untersuchung der Zusammenhänge zur Schizotypie wurden die Daten der kernspintomographischen Untersuchung mit dem SPQ-Gesamtwert korreliert. Für den Differenzkontrast ironisch > wörtlich wurden in der störungsübergreifenden Analyse über alle Studienteilnehmerinnen hinweg ausschließlich negative Korrelationen zwischen dem SPQ-Gesamtwert und der Gehirnaktivität gefunden. Negative Korrelation bedeutet in diesem Zusammenhang, je höher der SPQ-Gesamtwert war, desto weniger BOLD-Response. Dabei sind vor allem rechtshemisphärisch lokalisierte Bereiche betroffen (siehe auch Tabelle 16). Das Cingulum, Pars anterior, war als einzige Struktur in der linken Hemisphäre mit zunehmenden SPQ-Score minderaktiv, und zwar sowohl für die Patientinnen als auch störungsübergreifend. Das anteriore Cingulum ist Teil des medialen Frontallappens und wird als bedeutende Region für die Bildung einer Theory-of-Mind (ToM) betrachtet (Amodio und Frith 2006). Der mediale präfrontale Kortex gilt hierbei als die Schlüsselregion (Shamay-Tsoory et al. 2007) und zeigte in den hier präsentierten Daten Aktivierungsauffälligkeiten bei schizophrenen Patienten. Dieses Aktivierungsdefizit könnte also Korrelat des ToM-Defizit, also eine Einschränkung in der Fähigkeit, sich in die Situation und den Sprechenden einzudenken, um die Aussage korrekt als wörtlich oder ironisch einzuschätzen, sein. Das anteriore Cingulum ist ebenso wie der Gyrus parahippocampalis Teil des limbischen Systems. Der Gyrus parahippocampalis war nicht nur bei den

Patientinnen für den Differenzkontrast ironisch > visuelle Kontrollbedingung vermehrt aktiviert, sondern der Gyrus parahippocampalis korrelierte für denselben Differenzkontrast auch störungsübergreifend positiv mit dem SPQ-Score. Es ist denkbar, dass die vermehrte Aktivierung im Gyrus parahippocampalis eine kompensatorische Aktivierung für das cinguläre Defizit bei Schizotypie und Schizophrenie darstellt. Nicht zwingend stellt das cinguläre Defizit aber ein ToM-Defizit dar. Eine alternative Erklärung kann eine gestörte mentale Simulation (mental imagery) sein, denn beide Regionen werden mit mental imagery in Verbindung gebracht (Ganis et al. 2004, Mellet et al. 1996, Amodio und Frith 2006).

Eine verminderte Aktivität in Abhängigkeit zum Ausprägungsgrad von Schizotypie fand sich sowohl für die Korrelation der kernspintomographischen Daten mit dem SPQ-Gesamtwert, als auch mit dem kognitiv-perzeptuellen Faktor bei den Patientinnen im rechten Gyrus temporalis superior (BA 22). Das Brodmann-Areal 22 entspricht in etwa dem Wernicke-Zentrum, welches in der dominanten Hirnhälfte das sensorische Sprachzentrum bildet. Alle Versuchsteilnehmer wiesen eine linkshemisphärisch lateralisierte Sprache auf. Auch die Aktivierung des homologen rechtshemisphärischen Areals im Zusammenhang mit dem Verstehen nicht-wörtlicher Sprache ist plausibel, weil in der Literatur vorbeschrieben. So fanden etwa Mashal et al. (2009) den rechten Gyrus temporalis superior beim Verstehen von metaphorischer Wortpaare aktiviert, vor allem wenn diese unbekannt waren. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang auch, dass die Aktivität im Gyrus temporalis superior mit dem Ausprägungsgrad der Positivsymptomatik negativ korrelierte. Die von Mutschler (2010) und Siever und Davis (2004) formulierte Hypothese, dass bei gesunden Probandinnen eine Minderaktivierung im lateralen Gyrus temporalis medius beidseits durch eine erhöhte Aktivität im linken Gyrus frontalis inferior ausgeglichen werden kann und dieser Kompensationsmechanismus bei Patienten mit Schizophrenie zu schwach ausfällt, kann durch die jetzigen kernspintomographischen Daten so nicht bestätigt werden. Auch bei der Betrachtung der Lateralitätsindizes fanden sich entgegen der Erwartung (Mitchell und Crow 2005, Rapp et al. 2010, Mutschler 2010) keine Unterschiede

in der Lateralität im Frontal- und Temporallappen. Eine rechtsseitige Mehraktivierung der gesunden Probandinnen beim Verstehensprozess ironischer Aussagen im Gyrus temporalis medius (siehe Tabelle 13: Gruppenvergleich: Areale stärkerer Aktivität Kontrollgruppe), wie es auch Siever und Davis (2004) postulierten, wird durch unsere Daten allerdings untermauert. Der fehlende Kompensationsmechanismus in der Gruppe der Patientinnen findet auf Ebene des Verhaltensexperiments Ausdruck in der erhöhten Fehleranzahl in den Tests zur nicht-wörtlichen Sprache.

## **5.2 Limitationen und Ausblick**

Eine kritische Evaluation der Untersuchung muss zunächst auf die relativ kleine Fallzahl von 15 Patientinnen und ebensovielen Kontrollen hinweisen, die an der fMRT-Untersuchung teilnahmen. Dabei ist nicht auszuschließen, dass die relativ hohen Anforderungen an die Probandinnen (Enge und Lautstärke im Kernspintomographen, Länge der sich anschließenden neuropsychologischen Testung und des Offline-Ironieverständnistests) zu einem selection bias der eingeschlossenen Versuchsteilnehmerinnen führte.

Weiterhin gilt es zu bedenken, dass Schizophrenie eine komplexe und heterogene Krankheitsentität darstellt und von den untersuchten Patientinnen unterschiedliche Symptome berichtet wurden. Es ist wahrscheinlich, dass dies auch Entsprechung auf neurobiologischer Ebene findet. Durch weitere Untersuchungen mit größeren Fallzahlen können mögliche Effekte besser aufgedeckt werden.

Ferner ist nicht auszuschließen, dass die Medikation der Patientinnen die Ergebnisse dieser Studie beeinflusste. Sparks et al (2010) fanden eine signifikant negative Korrelation ( $r=-0,58$ ,  $p<0,01$ ) zwischen Medikation und der Leistung in einem Paradigma zur sozialen Wahrnehmung. Aus bildgebenden Studien mit an Schizophrenie erkrankten Patienten ist weiterhin bekannt, dass die Medikation einen Effekt auf die Gehirnaktivierung haben

könnte. So fand Silbersweig et al. (1995) in einer Untersuchung mit Positronen-Emissions-Tomographie des Gehirns bei Patienten mit akustischen Halluzinationen für die medizinisch behandelten Patienten ein anderes Aktivierungsnetzwerk als bei unmedizierten. Während sich bei letzteren erhöhte Aktivität in den visuellen und auditorischen Kortexarealen fanden, die realen Sinneseindrücken entsprechen, fanden sich bei medizierten Patienten stärkere Aktivierungen im Thalamus und dem limbischen System. Unsere Ergebnisse alleine auf den Effekt von Medikamenten zurückzuführen, ist andererseits wenig wahrscheinlich, da sich bei der Betrachtung der Differenzkontraste stabile Unterschiede speziell beim Verstehen ironischer Targetsätze einstellten, die für wörtliche Targetsätze gegenüber der Baselinebedingung nicht gelten.

Untersucht wurden ausschließlich weibliche Probandinnen. Dies ist bedeutsam, da Geschlechtsunterschiede im Ironieverständnis in der Literatur beschrieben sind (Ivanko et al. 2004). Ferner werden sowohl auf biologischer als auch auf Verhaltensebene Geschlechtsunterschiede für das Sprachverständnis postuliert, wonach Frauen eine relative Stärke in der Verarbeitung von Kontextinformationen zeigen (Tenenbaum et al. 2011). Die Ergebnisse sind deshalb nicht auf männliche Patienten mit Schizophrenie generalisierbar. Weitere Studien sollten deshalb das Ironieverständnis bei männlichen Patienten mit Schizophrenie mittels fMRT untersuchen.

Theoretisch könnten auch Zykluseinflüsse die Ergebnisse im Sinne einer Störvariablen beeinflusst haben. Zwar wurden die Versuchsteilnehmerinnen weit überwiegend in der Lutealphase untersucht, jedoch sind Einflüsse des weiblichen Zyklus auf die BOLD-Response in der Literatur beschrieben (Amin et al. 2006, Fernandez et al. 2003, Goldstein et al. 2005, Protopopescu et al. 2005).

Zur Verminderung von Aktivierungseffekten durch motorische Planung und Antwort beinhaltete die Aufgabe im Kernspintomographen keine Antwort, die das korrekte Erkennen der ironischen Bedeutungen abfragte. Im direkt anschließenden Offline-Ironieverständnis-Test wurden zwar die Einschätzungen

der Probandinnen direkt festgehalten, jedoch wurde während der fMRT-Untersuchung die Aufmerksamkeit der Probandinnen lediglich durch die Aufmerksamkeitsaufgabe gesichert, bei der die Versuchspersonen gute Leistungen erbrachten. Es ist dennoch nicht mit Sicherheit auszuschließen, dass einzelne Patientinnen Targetsatz gedanklich nicht nachvollzogen haben.

### **5.3 Schlussfolgerung**

Es handelt sich bei der vorliegenden Arbeit um die erste funktionell-kernspintomographische Untersuchung zum Ironieverständnis von Patientinnen mit Schizophrenie.

Dem Verstehensprozess von Ironie liegt ein komplexes, bilaterales Netzwerk zugrunde. Dies bestätigt Läsionsstudien zum Ironieverständnis, die bihemisphärische Beteiligungen fanden (Kaplan et al. 1990, Giora 2000), sowie funktionell-kernspintomographische Untersuchungen (Rapp et al. 2010, Rapp et al. 2012). Die im Verhaltensexperiment ermittelten Schwierigkeiten der Patientinnen und Unterschiede zur Kontrollgruppe beim Erkennen von Ironie lassen sich in Zusammenhang mit den Aktivierungen auf neuronaler Ebene in der funktionell-kernspintomographischen Untersuchung stellen. Unter der Annahme, dass das Aktivierungsmuster der Kontrollpersonen während des Ironieverständnisprozesses zum überwiegend korrekten Verständnis von Ironie führt und damit der Aktivität eines gesunden Gehirnes entspricht, können die hyperaktiven Regionen der Kontrollen im Gruppenvergleich als Areale verminderter Aktivität bei den Patientinnen verstanden werden (siehe auch Ergebnisse: Tabelle 13 und 14 Gruppenvergleiche).

Es ist für die Patientinnen somit von einer verminderten Aktivierung sowohl rechtshemisphärischer als auch linkshemisphärischer Areale auszugehen, die sich aus dem Vergleich mit der Kontrollgruppe ergeben.

Eine besondere Rolle spielt dabei der rechte Temporallappen, insbesondere der Gyrus temporalis superior (BA 22), dem rechtshemisphärischen Homolog des Wernicke-Zentrums, dessen Aktivität außerdem mit der Höhe des SPQ-Gesamtwerts und der Stärke der Positivsymptomatik in negativer Korrelation steht. Damit trennt eine Hypoaktivität in diesem Bereich im Zusammenhang mit Schwierigkeiten im Ironieverständnisprozess nicht nur Patientinnen von Kontrollen, sondern wird auch innerhalb der Gruppe klinisch nicht auffälliger Probandinnen mit steigendem SPQ-Gesamtwert hypoaktiviert.

Gleiches gilt für das linke anteriore Cingulum, dessen Aktivität mit steigendem SPQ-Gesamtwert ebenfalls schwächer wurde und im Gruppenvergleich wie auch der Gyrus temporalis superior bei den Kontrollpersonen signifikant stärker aktiviert war ( $p < 0,0001$ ).

Dem gegenüber steht die Hyperaktivität beim Lesen ironischer Targetsätze der Patientinnen im Gyrus parahippocampalis und im Thalamus. Hierbei könnte es sich um eine kompensatorische Aktivierung handeln. Beide Strukturen sind wie oben dargelegt wiederholt sowohl mit nicht-wörtlicher Sprache, als auch mit Schizophrenie in Verbindung gebracht worden und korrelieren in unseren Daten zudem ebenfalls positiv mit dem SPQ-Gesamtwert. Diese Ergebnisse erscheinen somit auch vor dem Hintergrund anderer Studien, die funktionell-kernspintomographische Untersuchungen zur nicht-wörtlichen Sprache nutzten, plausibel.

Die gefundenen robusten Unterschiede zwischen Patienten und Kontrollen sowie die Korrelationsergebnisse finden sich in für das Sprach- und Ironieverständnis wichtigen Gehirnregionen (Rapp et al. 2012).

Auch die Ergebnisse des Offline-Ironieverständnistests sind plausibel. Die signifikant höhere Fehlerzahl in der Gruppe der Patientinnen bestätigt, dass Patienten mit Schizophrenie Schwierigkeiten beim Verstehen von Ironie haben. Das durchgeführte Irony-Rating, für das zusätzlich 24 gesunde, weibliche Kontrollpersonen rekrutiert wurden, konnte hingegen kaum Unterschiede in der Bewertung von Ironie zwischen den beiden Gruppen finden.

Die Patientinnen beantworteten ferner den Sprichworttest von Thoma et al. (2009). Die Ergebnisse bestätigten erneut, wie wichtig es ist, die individuelle Bekanntheit von Sprichworten mit zu berücksichtigen. Im Gegensatz zu Thoma et al. (2009), jedoch im Einklang mit den Ergebnissen des Ironieverständnistests, fand sich in der jetzigen Untersuchung kein klassisch konkretistisches Fehlermuster.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen erneut (Hensler 2009), dass nicht alle Patientinnen mit Schizophrenie Schwierigkeiten beim Verstehen von Ironie haben. Dennoch zeigte sich, dass in den Tests zum Ironie- und Sprichwortverständnis im Gruppendurchschnitt von den Patientinnen signifikant mehr Fehler gemacht wurden. Für eine detaillierte Subanalyse ist die gewählte Gruppengröße zu gering.

Ein Verbindungsglied zwischen der Gruppe der Patientinnen und den Kontrollen und zu den Daten der kernspintomographischen Untersuchung stellt wiederholt der SPQ-Gesamtwert dar. Er korreliert unabhängig von der medizinischen Diagnose positiv mit dem bei Schizophrenie hyperaktiven Gyrus parahippocampalis und dem rechten Thalamus, das heißt mit steigendem SPQ-Gesamtwert sind diese Areale stärker aktiv und negativ mit den beim Verstehen von Ironie vermindert aktiven rechten Gyrus temporalis superior und linken anteriorem Cingulum. Diese Regionen spielen den jetzigen Daten zufolge im Ironieverständnisprozess schizophrener Patientinnen eine Schlüsselrolle.

Ferner bestand eine positive Korrelation zwischen SPQ und der Gesamtfehlerzahl im Ironieverständnistest ( $p < 0,001$ )

Auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse kann postuliert werden, dass die Ausprägung der Persönlichkeitseigenschaft Schizotypie für die Pathophysiologie des Ironieverständnisses bei Schizophrenie eine bedeutende Rolle spielt. Dies zeigt sich in einer störungsübergreifend mit steigendem SPQ-Wert veränderten Gehirnaktivität, die sich zunehmend der Gehirnaktivität bei Schizophrenie annähert.

Inwiefern Patienten im Alltag durch falsches Verständnis nicht-wörtlicher Sprache tatsächlich eingeschränkt sind, sollte weiter untersucht werden, da die vorliegenden Ergebnisse nicht uneingeschränkt generalisierbar sind. Hierbei spielt beispielsweise eine Rolle, dass das Ironieverständnis in strukturierter Testform erhoben wurde. Die Ergebnisse des Irony-Rating-Tests legen nahe, dass keine subjektive Einschränkung besteht. Eine Studie, die die Effekte eines Ironieverständnistrainings, welches bereits in der Vergangenheit wiederholt vorgeschlagen wurde (Green et al. 2012), untersucht, könnte neue Erkenntnisse zur klinischen Tragweite des Ironieverständnisproblems von an Schizophrenie erkrankten Patienten liefern. Bisher ist nicht in Studien untersucht, ob sich Ironieverständnisschwierigkeiten bei Patienten im zeitlichen Verlauf verändern oder therapeutisch beeinflussen lassen.

Desweiteren könnte untersucht werden, inwiefern Patienten mit Schizophrenie nicht-wörtliche Sprache selbst verwenden und ob sinnlos erscheinende Äußerungen eventuell ironisch oder in einem anderen Sinne übertragene, nicht-wörtliche Bedeutungen haben sollen, die das Sprachverständnis des Gesunden übersteigen.

## 6. Zusammenfassung

Ironie ist ein häufiger und wichtiger Bestandteil unserer Alltagssprache. Seit langem wird vermutet, dass Patienten mit Schizophrenie schwerwiegende Einschränkungen im Ironieverständnis zeigen. Dies bestätigen auch erste Studien zum Ironieverständnis bei Schizophrenie; Untersuchungen zur Neurobiologie liegen für diese Patientengruppe bisher jedoch nicht vor. Defizite im Ironieverständnis werden im Allgemeinen den Defiziten in der sozialen Kognition zugerechnet, zeigen aber auch Zusammenhänge zu anderen Störungen der Sprachperzeption.

In der vorliegenden Untersuchung wurden erstmalig die neuronalen Korrelate des Ironieverständnisses bei schizophrenen Patientinnen mittels funktioneller Kernspintomographie untersucht. Dargestellt wurden auch erstmalig der Bezug zu schizotypen Persönlichkeitsmerkmalen bei einer klinischen Population sowie die Bewertung ironischer Aussagen durch schizophrene Patientinnen.

Dafür nahmen 15 Patientinnen mit Schizophrenie sowie 15 gesunde Kontrollpersonen an einer funktionell-kernspintomographischen Untersuchung und an einem sich anschließenden Ironie-Verständnis- und Bewertungs-Test teil. Zusätzlich wurde ein Sprichworttest durchgeführt. Hierzu wurde ein funktionell-kernspintomographisches Paradigma zum Ironieverständnis von Mutschler (2010) um einen neu entwickelten Irony-Rating-Test ergänzt und 24 weitere gesunde Probandinnen rekrutiert.

Erwartet wurde ein signifikant schlechteres Abschneiden schizophrener Patientinnen, sowohl im Ironieverständnistest als auch im Sprichworttest. Es wurde ferner erwartet, dass schizophrene Patientinnen sich in der Einschätzung der ironischen Aussagen weniger sicher sind und außerdem ironische Aussagen als im höheren Ausmaß gemein und weniger witzig empfinden würden. Für die fMRT Untersuchung wurde eine Minderaktivierung in mit dem Ironieverständnis in Verbindung gebrachten Arealen erwartet.

In der funktionell-kernspintomographischen Untersuchung konnte gezeigt werden, dass schizophrene Patientinnen im Vergleich mit nach Alter und verbaler Intelligenz (MWT-B) nicht signifikant verschiedenen Kontrollpersonen deutliche Unterschiede in der BOLD-Response aufweisen. In beiden Gruppen ist am Ironieverständnis ein bihemisphärisches Netzwerk beteiligt. Für ironische im Vergleich zu wörtlichen Targetsätzen wiesen schizophrene Patientinnen eine abgeschwächte Aktivierung im linken Cuneus, rechten Gyrus temporalis superior sowie im rechten Gyrus postcentralis auf.

Für ironische Sätze im Vergleich zur visuellen Kontrollbedingung wiesen schizophrene Patientinnen im Vergleich zu gesunden Kontrollen eine abgeschwächte Aktivierung in der linken Insel, dem anterioren Cingulum, sowie dem Gyrus postcentralis und Gyrus supramarginalis auf. Eine vermehrte Aktivierung fand sich im Gyrus parahippocampalis. All diese Regionen wurden in Läsionsstudien oder funktionell-kernspintomographischen Studien bereits mit dem Ironieverständnis in Verbindung gebracht.

Wie erwartet wiesen die Patientinnen eine signifikant schlechtere Verstehensleistung sowohl im Ironieverständnistest als auch im Sprichworttest auf. Dies bestätigt frühere Studien aus der Literatur. Entgegen der Hypothese fand sich jedoch kein Unterschied in der Bewertung von ironischen Aussagen. Wie erwartet zeigte die BOLD-Response einen signifikanten Zusammenhang auf zum Ausprägungsgrad der Schizotypie, gemessen mittels der deutschen Version des Schizotypal-Personality-Questionnaire (SPQ). Es fand sich eine negative Korrelation im linken anterioren Cingulum, also genau der Region, in der Patientinnen und Kontrollen signifikante Aktivierungsunterschiede aufweisen. Dies kann als Hinweis darauf gewertet werden, dass schizotypen Persönlichkeitsmerkmalen möglicherweise eine bedeutende Rolle in der Pathophysiologie des gestörten Ironieverständnisses schizophrener Patienten zukommt. Hierfür spricht auch, dass eine positive Korrelation zwischen SPQ und Gesamtfehlerzahl im Ironieverständnistest ( $p < 0,001$ ) vorliegt.

Die gefundenen Aktivierungsunterschiede im anterioren Cingulum sind in Anbetracht früherer Literatur sehr plausibel, denn sie passen gut zu Aktivierungsunterschieden schizophrener Patienten in Paradigmen zur sozialen Kognition einerseits, und der bereits gezeigten Rolle des medialen präfrontalen Kortex im Ironieverstehen andererseits. Das klinische Defizit schizophrener Patientinnen im Ironieverständnis hat eine mögliche praktische Bedeutung: Ironie selbst ist in der Alltagssprache ausgesprochen häufig, sodass Ironieverständnis als Target für ein soziales Kognitionstraining wiederholt vorgeschlagen wurde.

Offene Fragen für zukünftige Untersuchungen sind unter anderem derzeit noch, ob sich das Ironieverständnis therapeutisch beeinflussen lässt und ob die gefundenen Aktivierungsunterschiede zeitlich stabil sind. Die vorliegende Arbeit zeigte keinen Unterschied in der Einschätzung der Ironie durch schizophrene Patientinnen, obwohl dies vermutet wurde, hierfür wären größere Stichproben sinnvoll.

## 7. Literaturverzeichnis

### A

- Abu-Akel A (1999) Impaired theory of mind in schizophrenia. *Pragmatics & Cognition* 7(2): 247–282.
- Acioly MA, Carvalho CH, Tatagiba M, Gharabaghi A (2010) The parahippocampal gyrus as a multimodal association area in psychosis. *J Clin Neurosci* 17(12): 1603-5.
- Ackenheil M, Dieterle DM, Eben E (1983) Beurteilung der Minussymptomatik (SANS)- Münchner Version. Universität München, München..
- Aleman A, Kahn RS, Selten JP (2003) Sex differences in the risk of schizophrenia: evidence from meta-analysis. *Arch Gen Psychiatry* 60: 565-571.
- Allen HA, Allen DS (1985) Positive symptoms and the organization within and between ideas in schizophrenic speech. *Psychol Med* 15 (1): 71-80.
- American Psychiatric Association (1987) *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Third Edition-Revised (DSM-III-R)*. American Psychiatric Press, Washington, DC.
- American Psychiatric Association (1994) *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. 4th Edition*. American Psychiatric Association, Washington, DC.
- American Psychiatric Association (2000) *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders – DSM-IV-TR. 4th Edition, Text Revision*. American Psychiatric Association, Washington, DC.
- Amin Z, Constable T, Canli T (2004). Attentional bias for valenced stimuli as a function of personality in the dot-probe task. *J Res Pers* 38: 15-23.
- Amodio, DM, Frith, CD (2006) Meeting of minds: the medial frontal cortex and social cognition. *Nat Rev Neurosci.* 7(4): 268-77.
- Andreasen NC (1979a) Scale for the Assessment of positive symptoms. University of Iowa, Iowa.
- Andreasen NC (1979b) Scale for the assessment of negative symptoms. University of Iowa, Iowa.
- Andreasen NC (1977) Reliability and validity of proverb interpretation to assess mental status. *Compr Psychiatry* 18(5): 465-472.
- Andreasen NC (1987) The Diagnosis of Schizophrenia. *Schizophr Bull* 13: 9-22.
- Andreasen NC, Arndt S, Swayze V, Cizadlo T, Flaum M, O'Leary D, Ehrhardt JC, Yuh WT (1994) Thalamic abnormalities in schizophrenia visualized through magnetic resonance image averaging. *Science* 14, 266(5183): 294-8.
- Andreasen NC, Pressler M, Nopoulos P, Miller D, Ho BC (2010) Antipsychotic dose equivalents and dose-years: a standardized method for comparing exposure to different drugs. *Biological Psychiatry* 67: 255–262.
- Arthurs O J, Boniface S (2002) How well do we understand the neural origins of the fMRI BOLD signal? *Trends Cogn Sci* 25: 27-31.
- Attardo S, Eisterhold J, Hay J, Poggi I (2003). Multimodal markers of irony and sarcasm. *Humor* 16: 243–60.

### B

- Baron-Cohen S, Leslie AM, Frith U (1986) Mechanical, behavioural and Intentional understanding of picture stories in autistic children. *Br J Dev Psychol*

4: 113-125.

Baron-Cohen S (1995) *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. MIT Press, Cambridge, MA:

Barth A, Küfferle B (2001). Die Entwicklung eines Sprichworttests zur Erfassung konkretistischer Denkstörungen bei schizophrenen Patienten. *Nervenarzt* 72: 853-858.

Baumgart F, Kaulisch T, Tempelmann C, Gaschler-Markefski B, Tegeler C, Schindler F, Stiller D, Scheich H (1998) Electrodynamische Kopfhörer und Lautsprecher für die Anwendung in magnetischen Resonanzscannern. *Medical Physics* 25 (10): 2068-2070.

Behler E (1981) *Klassische Ironie, romantische Ironie, tragische Ironie. Zum Ursprung dieser Begriffe*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

Benjamin J (1944) A method for distinguishing and evaluating formal thinking disorders in schizophrenia. S. 65-90. In: Kasanin J (Hrsg.): *Language and Thought in Schizophrenia*. University of California Press, Berkeley.

Berlim MT, Mattevi BS, Belmonte-de-Abreu P, Crow TJ (2003) The etiology of schizophrenia and the origin of language: overview of a theory. *Compr Psychiatry* 44: 7-14.

Bleuler E (1911) *Dementia praecox oder Gruppe der Schizophrenien*. In Aschaffenburg, G. (Hrsg.), *Handbuch der Psychiatrie*. Verlag Deuticke, Leipzig.

Bora E, Eryavuz A, Kayahan B, Sungu G, Veznedaroglu B (2006) Social functioning, theory of mind and neurocognition in outpatients with schizophrenia: Mental state decoding may be a better predictor of social functioning than mental state reasoning. *Psychiat Res* 145: 95-103.

Bora E, Yucel M, Pantelis C (2009) Theory of mind impairment in schizophrenia: Meta-analysis. *Schizophr Res* Volume 109(1): 1-9.

Bottlender R, Möller HJ (2006) Verlaufsuntersuchungen zur Schizophrenie. S. 43-55. In: Möller HJ, Müller N (Hrsg.) *Aktuelle Aspekte der Pathogenese und Therapie der Schizophrenie*. Springer, Wien.

Brüne M (2005) 'Theory of mind' in schizophrenia: A review of the literature. *Schizophr Bull* 31(1): 21-42.

Bryant GA, Fox Tree J E (2005) Is there an ironic tone of voice? *Language and Speech* 48: 257-277.

Clift R (1999) Irony in conversation. *Language in Society* 28: 523-553.

Burger H (2003). *Phraseologie. Eine Einführung am Beispiel des Deutschen*. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Busse D (1991) *Diachrone Semantik und Pragmatik. Untersuchungen zur Erklärung und Beschreibung des Sprachwandels*. S. 37-65. Niemeyer, Tübingen.

## C

Cannon M, Caspi A, Moffitt TE, Harrington H, Taylor A, Murray RM, Poulton R (2002) Evidence for early-childhood, pan-developmental impairment specific to schizophreniform disorder: results from a longitudinal birth cohort. *Arch Gen Psychiatry* 59(5): 449-56.

Carter ML (1986) The assessment of thought deficit in psychotic unipolar depression and chronic paranoid schizophrenia. *The Journal of Nervous and Mental Disease* 174(6): 336-341.

Creusere MA (1999) Theories of adults' understanding and use of irony and sarcasm: Applications to and evidence from research with children. *Dev Rev* 19: 213–262.

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 Res* 31(2–3): 118–129.

Cunningham DM, Ridley SE, Campbell A (1987) Relationship between proverb familiarity and proverb interpretation: implications for clinical practice. *Psychol Rep* 60(3 Pt 1): 895-8.

## D

Dews S, Winner E, Kaplan J (1996) Children 's understanding of the meaning and functions of verbal irony. *Child Dev* 67: 3071–3085.

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

Dilling H, Reimer C (1995) *Psychiatrie und Psychotherapie*. (2. komplett überarbeitete und aktualisierte Aufl.) Springer-Verlag, Berlin.

Dillmann J (2003) Negative Priming als kognitiver Vulnerabilitätsmarker bei Personen mit Schizotypie auf Basis faktor- und clusteranalytisch ermittelter multidimensionaler Merkmale. Medizinische Dissertationsschrift, Friedrich-Schiller-Universität, Jena.

Docherty NM, Hall MJ, Gordinier SW (1998) Affective reactivity of speech in schizophrenia patients and their nonschizophrenic relatives. *Journal of Abnormal Psychology* 107(3): 461-7.

Drury V M, Robinson EJ, Birchwood M (1998) Theory of mind skills during an acute episode of psychosis and following recovery. *Psychol Medi* 28: 1101-1112.

## E

Epstein J, Stern E, Silbersweig D (1999) Mesolimbic activity associated with psychosis in schizophrenia. Symptom-specific PET studies. *Ann N Y Acad Sci* 29;877: 562-74.

Erben M (2006) Zum Zusammenhang von Ironie und Bildung: Bildungstheoretische Untersuchungen zum Romantischen Ironiebegriff bei und im Anschluss an Friedrich Schlegel. GRIN Verlag, München.

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

## F

Faust M (2012) *The Handbook of the Neuropsychology of Language*. S. 406-424. Wiley-Blackwell, Oxford

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. *J Neurosci* 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.

Finckh J (1906) Zur Frage der Intelligenzprüfung. *Zentralbl Nervenheilkd Psychiatr* (29): 945-957

Frith CD, Corcoran R (1996) Exploring “theory of mind” in people with schizophrenia. *Psychol Med* 26: 521-530.

Frith CD, Frith U (2012) Mechanisms of social cognition. *Annu Rev Psychol* 63: 287-313.

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(7): 1183-9

Frommer J, Tress W (1989) Markers of schizophrenic language. A comparative patholinguistic study of dialogues with schizophrenic, manic, depressive and brain-damaged patients *Fortschr Neurol Psychiatr* 57(3): 85-93.

## G

Gallagher HL, Happé F, Brunswick N, Fletcher PC, Frith U, Frith CD (2000) Reading the mind in cartoons and stories: an fMRI study of ‘theory of mind’ in verbal and non-verbal tasks. *Neuropsychologia* 38(1): 11–21.

Ganis G, Thompson WL, Kosslyn SM (2004) Brain areas underlying visual mental imagery and visual perception: an fMRI study. *Brain Res Cogn Brain Res* 20(2): 226-41.

Garety PA, Freeman D (1999) Cognitive approaches to delusions: a critical review of theories and evidence. *The British Journal of Clinical Psychology* 38 (Pt 2): 113-54.

Gibbs R (1994) *The poetics of mind: Figurative thought, language, and understanding*. Cambridge University Press, New York.

Gibbs RW, Beitel D (1995) What proverb understanding reveals about how people think. *Psych Bull*: 118-133.

Gibbs RW (1999) Inferring what speakers say and implicate. *Brain Lang* 68: 466-485.

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

Gibbs RW, Colston HL (2012) *Interpreting Figurative Meaning*. Cambridge University Press, New York.

Giora R (1995) On irony and negation. *Discourse processes* 19: 239–264.

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* 15 (1,2): 63-83.

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

Giora R (2003) *On our mind: Salience, context, and figurative language*. Oxford University Press, New York.

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

Glenwright M, Pexman PM (2010) Development of children's ability to distinguish sarcasm and verbal irony. *J Child Lang* 37(2): 429-51.

Glucksberg S (2003) The psycholinguistics of metaphor. *Trends Cogn Sci* 7(2): 92–96.

Goldstein K (1944) Methodological approach to the study of schizophrenic thought disorder. In Kasanin JS (Hrsg.) *Language and Thought in Schizophrenia*. S. 17-40. University of California Press, Berkeley

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

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. *J Neurosci* 25(40): 9309-9316.

Green MF, Leitman DI (2008) Social cognition in schizophrenia. *Schizophr Bull* 34(4): 670-2

M. F.Green MF, C. E. Bearden CE, T.D.Cannon TD et al. (2012) Social cognition in schizophrenia, part 1: performance across phase of illness. *Schizophrenia Bulletin*, vol. 38, no. 4, pp. 854–864.

Gruzelier JH (1994) Syndromes of schizophrenia and schizotypy, hemispheric imbalance and sex differences: implications for developmental psychopathology. *Int J Psychophysiol* 18(3): 167-78.

## H

Hadlich H (1931) Schizophrene Denkstörung. *Psychologische Forschung* 15: 359–373.

Häfner H, Maurer K, Löffler W, an der Heiden W, Munk-Jorgensen P et al. (1998) The ABC Schizophrenia Study: a preliminary overview of the results. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 33: 380-386.

Happé FG (1993) Communicative competence and theory of mind in autism: a test of relevance theory. *Cognition* 48: 101-119.

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. *Schizophr Res* 101(1-3): 111- 123.

Hedemann S (2001) *Konkretismus und Metaphorik aus entwicklungspsychopathologischer Sicht -Testsystem zur Erfassung des Verständnisses von Mehrfachbedeutungen einzelner Wörter und übertragener Bedeutung von Sprichwörtern im Kindes-und Jugendalter*. Medizinische Dissertationsschrift, Universität Heidelberg.

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

Hertler CA, Chapman LJ, Chapman JP (1978) A scoring manual for literalness in proverb interpretation. *J Consult Clin Psychol* 46: 551–555.

Herold R, Tenyi T, Lenard K, Trixler M (2002) Theory of mind deficit in people with schizophrenia during remission. *Psychol Med* 32: 1125-1129.

Herold R, Tényi T, Simon M, Trixler M (2004) The connection between mentalization deficit and pragmatic language skills and neurocognition in schizophrenia. *Neuropsychopharmacologia Hungarica*. 6(2): 72-8.

Hillekamp U, Knobloch J, Buelau P (1996) Metaphorische Sprachverarbeitung bei Hirngeschädigten: Anwendung und Analyse eines Metapherntests. *Neurologie and Rehabilitation* 4: 232–236.

Holm-Hadulla RM (1982) Concretism as an expression of schizophrenic thinking, speaking and behavior. *Nervenarzt*. 53(9): 524-9.

Holm-Hadulla RM, Haug F (1984) Interpretation of proverbs as a clinical method for the detection of schizophrenic thinking, speech and symbolism disorders. *Nervenarzt*. 55(9): 496-503.

Horn D, Horn R, Schreiner E (1993) Scale for the Assessment of Positive Symptoms. In: Andreasen NC, Black DW (1993) *Lehrbuch Psychiatrie*. Beltz, Weinheim.

Hancock J (2004) Verbal irony use in face-to-face and computer-mediated conversations. *J Lang Social Psychol* 23: 447-463.

## I

Ivanko SL, Pexman PM, Olineck KM (2004) How sarcastic are you? Individual differences and verbal irony. *J Lang Social Psychol* 23(3): 244-271.

## J

Jardri R, Pouchet A, Pins D, Thomas P (2011) Cortical activations during auditory verbal hallucinations in schizophrenia: a coordinate- based meta-analysis. *Am J Psychiatry* 168: 73–81.

Johnson MD, Ojemann GA (2000) The role of the human thalamus in language and memory: evidence from electrophysiological studies. *Brain Cogn*. 42(2): 218-30.

## K

Kaplan JA, Brownell HH, Jacobs JR, Gardner H (1990) The effects of right hemisphere damage on the pragmatic interpretation of conversational remarks. *Brain Lang* 38(2): 315–333.

Katz AN, Pexman PM (1997) Interpreting figurative statements: Speaker occupation can change metaphor to irony. *Metaphor and Symbol* 12: 19-41.

Katz AN, Blasko DG, Kazmerski VA (2004) Saying what you don't mean: Social influences on sarcastic language processing. *Curr Dir Psychol Sci* 13(5): 186-189.

Katz AN, Lee C (1993) The role of authorial intent in determining verbal irony and metaphor. *Metaphor and Symbolic activity*, 8, 257-279.

Kay SR, Oplerr LA, Fiszbein A (1987) PANSS (Positive and Negative Syndrome Scale) *Schizophr Bull* 13: 261-276.

Kern RS, Green MF, Fiske AP, Kee KS, Lee J, Sergi MJ, Horan WP, Subotnik KL, Sugar CA, Nuechterlein KH (2009) Theory of mind deficits for processing counterfactual information in persons with chronic schizophrenia. *Psychol Med* 39(4): 645-54.

Kiang M, Kutas M (2005) Association of schizotypy with semantic processing differences: an event-related brain potential study. *Schizophr Res* 15;77(2-3): 329-42.

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, Thienel R. (2005) Functional brain imaging of symptoms and cognition in schizophrenia. *Prog Brain Res.* 150: 299-308.

Kircher TT, Liddle PF, Brammer MJ, Williams SC, Murray RM, McGuire PK (2001) Neural correlates of formal thought disorder in schizophrenia: preliminary findings from a functional magnetic resonance imaging study. *Arch Gen Psychiatry* 58(8): 769-74.

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 (Hrsg.) Schizotypie. Psychometrische Entwicklungen und biopsychologische Forschungsansätze. S. 349-378. Hogrefe Verlag, Göttingen.

Klingberg S, Wittorf A, Meisner C, Wölwer W, Wiedemann G, Herrlich J, Bechdorf A, Müller BW, Sartory G, Wagner M, Kircher TT, König HH, Engel C, Buchkremer G (2010) Cognitive behavioural therapy versus supportive therapy for persistent positive symptoms in psychotic disorders: the POSITIVE Study, a multicenter, prospective, single-blind, randomised controlled clinical trial. *Trials* 29: 11-123.

Klosterkötter J, Hellmich M, Schultze-Lutter F (2000) Is the diagnosis of schizophrenic illness possible in the initial prodromal phase to the first psychotic manifestation? *Fortschr Neurol Psychiatr* 1: 13-21.

Klosterkötter J, Hellmich M, Steinmeyer EM, Schultze-Lutter F (2001) Diagnosing schizophrenia in the initial prodromal phase. *Arch Gen Psychiatry* 58(2): 158-64.

Kosmidis MH, Aretouli E, Bozikas VP, Giannakou M, Ioannidis P (2008) Studying social cognition in patients with schizophrenia and patients with frontotemporal dementia: theory of mind and the perception of sarcasm. *Behav Neurol* 19(1-2): 65-9.

Kostova M, Passerieux C, Laurent JP, Saint-Georges C, Hardy-Baylé MC (2003) Functional analysis of the deficit in semantic context processes in schizophrenic patients: an event-related potentials study *Neurophysiol Clinique* 33(1): 11-22.

Kotz SA, Meyer M, Alter K, Besson M, von Cramon DY, Friederici AD (2003) On the lateralization of emotional prosody: an event-related functional MR investigation. *Brain Lang* 86(3): 366-76.

Kreuz RJ, Long DL, Church MB (1991): On Being Ironic: Pragmatic and Mnemonic Implications. *Metapher And Symbolic Activity* 6(3): 149-162.

Kreuz RJ (1996) The use of verbal irony: Cues and constraints. In Mio J, Katz A (Hrsg.) *Metaphor: Implications and applications* S. 23–38. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ

## L

- Langdon R, Coltheart M, Ward PB, Catts SV (2002) Disturbed communication in schizophrenia: the role of poor pragmatics and poor mind-reading. *Psychol Med* 32(7): 1273-84.
- Langdon R, Coltheart, M (2004) Recognition of metaphor and irony in young adults: The impact of schizotypal personality traits. *Psychiatry Res* 125(1): 9–20.
- Lakoff G, Johnson M (2004) *Metaphors We Live By*. University of Chicago Press, Chicago.
- Leggitt JS, Gibbs RW (2000) Emotional reactions to verbal irony. *Discourse Processes* 29: 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.
- Lhermitte F (1984) Language disorders and their relationship to thalamic lesions. *Adv Neurol* 42: 99-113.
- Lenzenweger MF (1994) Psychometric high-risk paradigm, perceptual aberrations, and schizotypy: an update. *Schizophr Bull* 20: 121–135.
- Leitman DI, Ziwich R, Pasternak R, Javitt DC (2006) Theory of Mind (ToM) and counterfactuality deficits in schizophrenia: misperception or misinterpretation? *Psychol Med* 36(8): 1075-83.

## M

- Mann, Thomas (1983) *Betrachtungen eines Unpolitischen* S. 582. Fischer, Frankfurt am Main.
- Mar RA (2011) The neural bases of social cognition and story comprehension. *Annu Rev Psychol* 62: 103-34.
- Marjoram D, Tansley H, Miller P, MacIntyre D, Cunningham Owens DG, Johnstons EC, Lawriz S (2005) A Theory of Mind investigation into the appreciation of visual jokes. *BMC Psychiatry* 2005, 5:12.
- Markert K, Nissim M (2003) Corpus-Based Metonymy Analysis. *Metaphor and Symbol* (18) 3.
- Mashal N, Faust M (2009) Conventionalisation of novel metaphors: a shift in hemispheric asymmetry. *Laterality* 14: 573-589.
- Mashal N, Faust M, Hendler T (2005) The role of the right hemisphere in processing nonsalient metaphorical meanings: application of principal components analysis to fMRI data. *Neuropsychologia* 43: 2084-2100.
- McGuirePK, QuestedDJ, SpenceSA, MurrayRM, FrithCD, LiddlePF (1998) Pathophysiology of 'positive' thought disorder in schizophrenia. *Br.J.Psychiatry* 173:231-235.
- McDonald S (1999) Exploring the Process of Inference Generation in Sarcasm: A Review of Normal and Clinical Studies. *Brain Lang* 68: 486-506.
- McGrath J, Saha S, Welham J, El Saadi O, MacCauley C, Chant D (2004) A systematic review of the incidence of schizophrenia: the distribution of rates and the influence of sex, urbanicity, migrant status and methodology. *BMC Med* 28: 2-13.
- McKenna P, Oh TM (2008) *Schizophrenic Speech*. Cambridge University Press, New York.

Mellet E, Tzourio N, Crivello F, Joliot M, Denis M, Mazoyer B (1996) Functional anatomy of spatial mental imagery generated from verbal instructions. *J Neurosci* 16(20): 6504-12.

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

Mitchell RL, Elliott R, Barry M, Cruttenden A, Woodruff PW (2004) Neural response to emotional prosody in schizophrenia and in bipolar affective disorder. *Br J Psychiatry* 184: 223-30.

Mitchley NJ, Barber J, Gray JM, Brooks DN, Livingston MG (1998) Comprehension of irony in schizophrenia. *Cogn Neuropsychiatry* 3: 127–138.

Mo S, Su Y, Chan RC, Liu J (2008) Comprehension of metaphor and irony in schizophrenia during remission: the role of theory of mind and IQ. *Psychiatry Res* 157(1-3): 21-9.

Morris C (1938) Foundations of the theory of signs, *International encyclopedia of unified sciences*, Vol. 1, 2, Chicago University Press, Chicago. Jetzt in: Morris (1971) *Writings on the general theory of signs*, Mouton, S. 17–71.

Mueser KT, Bellack AS, Morrison RL, Wixted JT (1990) Social competence in schizophrenia: premorbid adjustment, social skill, and domains of functioning. *J Psychiatry Res* 24: 51-63.

Murray CJL, Lopez AD (1996) *The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

Mutschler D (2010) *Funktionelle Neuroanatomie ironischer Sprache: Zum Einfluss des Persönlichkeitsmerkmals Schizotypie auf die Sprachperzeption*. Medizinische Dissertationsschrift, Universität Tübingen.

## **N**

Nippold MA, Allen MM, Kirsch DI (2001) Proverb comprehension as a function of reading proficiency in preadolescents. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools* 32: 90–100.

Niznikiewicz MA, Friedman M, Shenton ME, Voglmaier M, Nestor PG, Frumin M, Seidman L, Sutton J, McCarley RW (2004) Processing sentence context in women with schizotypal personality disorder: an ERP study. *Psychophysiology* 41(3): 367-71.

Norrick NR (1985) How proverbs mean. *Semantic studies in english proverbs*. In Winter W (Hrsg.) *Trends in Linguistics*. Mouton, Berlin.

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

## **O**

Oh TM, McCarthy RA, McKenna PJ (2002) Is there a schizophasia? A study applying the single case approach to formal thought disorder in schizophrenia. *Neurocase* 8(3): 233-44.

Ojemann GA, Ward AA Jr (1971) Speech representation in ventrolateral thalamus. *Brain* 94(4): 669-80.

Ojemann GA, Fedio P, Van Buren JM (1968) Anomia from pulvinar and subcortical parietal stimulation. *Brain* 91(1): 99-116.

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

Olsson A, Nearing KI, Phelps EA (2007) Learning fears by observing others: the neural systems of social fear transmission. *Soc Cogn Affect Neurosci* 2(1): 3-11.

Orbelo DM, Grim MA, Talbott RE, Ross ED (2005) Impaired comprehension of affective prosody in elderly subjects is not predicted by age-related hearing loss or age-related cognitive decline. *J Geriatr Psychiatry Neurol* 18: 25-32.

## **P**

Penn NE, Jacob TC, Brown M (1988) Familiarity with proverbs and performance of a black population on Gorham's Proverbs Test. *Percept Mot Skills* 66(3):847-54.

Pexman PM (2008) It's fascinating research: the cognition of verbal irony. *Curr Dir Psychol Sci* 17: 287-290.

Pijnacker J, Vervloed MP, Steenbergen B (2012) Pragmatic Abilities in Children with Congenital Visual Impairment: An Exploration of Non-literal Language and Advanced Theory of Mind Understanding. *J Autism Dev Disord.* 42(11): 2440-9.

Pickup GJ (2008) Relationship between theory of mind and executive function in schizophrenia: A systematic review. *Psychopathology* 41: 206-213.

Pinault D (2011) Dysfunctional thalamus-related networks in schizophrenia. *Schizophr Bull* 37(2): 238–243.

Pollio HR, Barlow JM, Fine HJ, Pollio MR (1977) Psychology and the poetics of growth. *Figurative language in psychology, psychotherapy and education.* Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ.

Premack D, Woodruff G (1978) Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behav Brain Sci* 4: 515-526.

Protopopescu X, Pan H, Altemus M, Tuescher O, Polanecsky M, McEwen B (2005) Orbitofrontal cortex activity related to emotional processing changes across the menstrual cycle. *PNAS*, 102(44): 16060-16065.

## **R**

Rankin KP, Salazar A, Gorno-Tempini ML, Sollberger M, Wilson SM, Pavlic D, Stanley CM, Glenn S, Weiner MW, Miller BL (2009) Detecting sarcasm from paralinguistic cues: anatomic and cognitive correlates in neurodegenerative disease. *Neuroimage* 47(4): 2005-15.

Rapp AM (2009) The role of the right hemisphere for language in schizophrenia. In: Sommer IE, Kahn RS (Hrsg.) *Language lateralization in psychosis* Cambridge University Press, Cambridge 147–156.

Rapp AM, Schmierer P (2010) Proverbs and nonliteral language in schizophrenia: A systematic methodological review of all studies published 1931–2010. *Schizophr Res* 117(2–3), 422.

Rapp AM, Mutschler DE, Wild B, Erb M, Lengsfeld I, Saur R, Grodd W (2010) Neural correlates of irony comprehension: The role of schizotypal personality traits. *Brain Lang* 113(1): 1–12.

Rapp AM, Erb M, Grodd W, Bartels M, Markert K (2011) Neural correlates of metonymy resolution. *Brain Lang.* Dec;119(3): 196-205.

Rapp AM, Mutschler DE, Erb M (2012) Where in the brain is nonliteral language? A coordinate-based meta-analysis of functional magnetic resonance imaging studies. *Neuroimage* 63(1): 600-10.

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

Raine A, Reynolds C, Lencz T, Scerbo A, Triphon N, Kim D (1994) Cognitive-perceptual, interpersonal, and disorganized features of schizotypal personality. *Schizophr Bull* 20(1): 191-201.

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

Rhodes JE, Jakes S (2004) The contribution of metaphor and metonymy to delusions. *Psychol Psychother* 77(Pt 1): 1-17.

Recchia HE, Howe N, Ross HS, Alexander S (2010) Children's understanding and production of verbal irony in family conversations. *Br J Dev Psychol* 28(2): 255-74.

Rieder A, Lohff B (Hrsg.) (2008) *Gender Medizin: Geschlechtsspezifische Aspekte für die klinische Praxis*. Springer, Wien.

Roberts R, Kreuz R (1994) Why do people use figurative language? *Psychological Science* 5: 159–163.

Rochester SR, Martin JR (1979) *Crazy talk: a study of the discourse in schizophrenic speakers*. Plenum, New York.

Rossi DJ (2006) Another BOLD role for astrocytes: Coupling blood flow to neural activity. *Nature Neuroscience* 9: 159-161.

## S

Sacchetti B, Lorenzini CA, Baldi E, Tassoni G, Bucherelli C (1999) Auditory thalamus, dorsal hippocampus, basolateral amygdala, and perirhinal cortex role in the consolidation of conditioned freezing to context and to acoustic conditioned stimulus in the rat. *J Neurosci* 19: 9570 –9578.

Schaffer R (1982) Are there consistent vocal clues for irony? In Masek CS, Hendrick RA, Miller MF (Hrsg.) *Papers from the Parasession on Language and Behavior*. Chicago, IL: Chicago Linguistic Society: 204–210.

Schonauer K, Buchkremer G (1986) Some linguistic aspects of thought disorder in non-acute schizophrenia. *Eur Arch Psychiatry Neurol Sci* 236(3):179-86.

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

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

Shamay-Tsoory SG, Aharon-Peretz J, Levkovitz Y (2007) The neuroanatomical basis of affective mentalizing in schizophrenia: Comparison of patients with schizophrenia and patients with localized prefrontal lesions. *Schizophr Res* 90(1–3): 274–283.

Shenton ME, Dickey CC, Frumin M, McCarley RW (2001) A review of MRI findings in schizophrenia. *Schizophr Res* 49(1-2): 1-52.

- Shergill SS, Brammer MJ, Williams SC, Murray RM, McGuire PK (2000) Mapping auditory hallucinations in schizophrenia using functional magnetic resonance imaging. *Arch Gen Psychiatry* 57: 1033–1038.
- Shimkunas AM, Gynther MD, Smith K (1966) Abstracting ability of schizophrenics before and during phenothiazine therapy. *Arch Gen Psychiatry* 14: 79–93.
- Shimkunas AM, Gynther MD, Smith K (1967) Schizophrenic responses to the Proverbs Test: Abstract, concrete, or autistic. *J Abnorm Psychol* 72(2): 128–133.
- Silbersweig DA, Stern E, Frith C, Cahill C, Holmes A, Grooten S, et al. (1995) A functional neuroanatomy of hallucinations in schizophrenia. *Nature* 378: 176 – 179.
- Solomon M, Olsen E, Niendam T, Ragland JD, Yoon J, Minzenberg M, Carter CS (2011) From lumping to splitting and back again: atypical social and language development in individuals with clinical-high-risk for psychosis, first episode schizophrenia, and autism spectrum disorders. *Schizophr Res* 131(1-3): 146-51.
- Sparks A, McDonald S, Lino B, O'Donnell M, Green MJ (2010) Social cognition, empathy and functional outcome in schizophrenia. *Schizophr Res* 122(1-3): 172-8.
- Sperber D, Wilson D (1986) *Relevance: Communication and Cognition*. Blackwell, Oxford.
- Spitzer M, Lukas M, Maier S, Hermle L (1994) Comprehension of metaphoric speech by healthy probands and schizophrenic patients. An experimental psychopathologic contribution to concretism. *Nervenarzt* 65(5): 282-92.
- Spitzer M, Braun U, Hermle L, Maier S (1993) Associative semantic network dysfunction in thought-disordered schizophrenic patients: direct evidence from indirect semantic priming. *Biol Psychiatry* 34(12): 864-77.
- Sponheim SR, Surerus-Johnson C, Leskela J, Dieperink ME (2003) Proverb interpretation in schizophrenia: the significance of symptomatology and cognitive processes. *Schizophr Res* 65: 117–123.
- Sprong M, Schothorst P, Vos E, Hox J, England HV (2007) Theory of mind in schizophrenia meta-analysis. *Br J Psychiatry* 191: 5-13.
- Stringaris AK, Medford NC, Giampietro V, Brammer MJ, David AS (2007) Deriving meaning: Distinct neural mechanisms for metaphoric, literal, and non-meaningful sentences. *Brain Lang* 100(2): 150-62.
- Sullivan K, Winner E, Hopfield N (1995) How children tell lie from joke: the role of second order mental state attributions. *Br J Dev Psychol* 13: 191–204.

## T

- Talairach J, Tournoux P (1988) *Co-planar stereotaxic atlas of the human brain : 3-dimensional proportional system : an approach to cerebral imaging*. Thieme, Stuttgart.
- Tenenbaum HR, Ford S, Alkhedairy B (2011) Telling stories: gender differences in peers' emotion talk and communication style. *Br J Dev Psychol* (4): 707-21
- Tewes U (1991) *Hamburg–Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene—Revision 1991*, 2nd ed. Hogrefe Verlag, Göttingen.

Thoma P, Daum I (2006) Neurocognitive mechanisms of figurative language processing-evidence from clinical dysfunctions. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 30: 1182–1205.

Thoma P, Hennecke M, Mandok T, Wähner A, Brüne M, Juckel G, Daum I (2009) Proverb comprehension impairments in schizophrenia are related to executive dysfunction. *Psychiatry Res* 170, 132–139.

Toplak MT, Katz AN (2000) On the uses of sarcastic irony. *Journal of Pragmatics* 32: 1467-1488.

Tzourio-Mazoyer N, Landeau B, Papathanassiou D, Crivello F, Etard O, Delcroix N, Mazoyer B, Joliot M (2002) Automated anatomical labeling of activations in SPM using a macroscopic anatomical parcellation of the MNI MRI single-subject brain. *Neuroimage* 15(1):273-89.

## U

Uchiyama H, Seki A, Kageyama H, Saito DN, Koeda T, Ohno K, Sadato N (2006) Neural substrates of sarcasm: a functional magnetic-resonance imaging study. *Brain Res* 1124(1): 100-10.

## V

Van Mulken M, Burgers C, Van der Plas B (2010) Wolves, Confederates, and the Happy Few: The Influence of Comprehension, Agreement, and Group Membership on the Attitude Toward Irony. *Discourse Processes* 48(1): 50-68

Vigotsky LS (1934) Thought in schizophrenia. *Arch Neurol Psychiatry* 31: 1063-1077.

## W

Wakusawa K, Sugiura M, Sassa Y, Jeong H, Horie K, Sato S, Yokoyama H, Tsuchiya S, Inuma K, Kawashima R (2007) Comprehension of implicit meanings in social situations involving irony: a functional MRI study. *Neuroimage* 37(4): 1417-26.

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 (4): 932–943.

Whalen JM, Pexman PM, Gill AJ (2009) „Should Be Fun-Not!“: Incidence and Marking of Nonliteral Language. *J Lang Social Psychol* 28; 263

Whalen JM, Pexman PM, Gill AJ, Nowson S (2011) Verbal irony use in personal blogs. *Behaviour and Information Technology*. Accepted author version.

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. *J Neurosci Methods* 163(1): 128–136.

Wechsler D (1981) *Manual for the Wechsler Adult Intelligence Scale - Revised*. Psychological Corporation, New York.

Wegrocki HJ (1940) Generalizing ability in schizophrenia; an inquiry into the disorders of problem thinking in schizophrenia. *Arch Psychol, Columbia University* 254, 76.

Wilson D, Sperber D (1992). On verbal irony. *Lingua* 87: 53-76.

Winner E (1998) *The Point of Words: Children Understanding of Metaphor and Irony*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

Winner E, Gardner H (1977) The comprehension of metaphor in brain-damaged patients. *Brain* 100(4): 717-29.

Wittorf A, Giel KE, Hautzinger M, Rapp A, Schönenberg M, Wolkenstein L, Zipfel S, Mehl S, Fallgatter AJ, Klingberg S (2012) Specificity of jumping to conclusions and attributional biases: A comparison between patients with schizophrenia, depression, and anorexia nervosa. *Cogn Neuropsychiatry* 17(3): 262-86.

Wykes T, Leff J (1982) Disordered speech: differences between manics and schizophrenics. *Brain Lang* 15(1): 117-24.

Wykes T (1981) Can the psychiatrist learn from the psycholinguist? Detecting coherence in the disordered speech of manics and schizophrenics. *Psychol Med* 11(3): 641-2.

## **Z**

Ziv I, Leiser D, Levine J (2011) Social cognition in schizophrenia: cognitive and affective factors. *Cogn Neuropsychiatry* 1: 71-91.

## **Lebenslauf**

Seite 112f. enthält personenbezogene Daten und ist deshalb nicht Bestandteil der Online-Publikation.



## **Danksagung**

Mein Dank gilt allen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Ganz besonders gilt dieser Dank PD Dr. Alexander Rapp, der mir die Möglichkeit geboten hat, mein Interesse für die Psychiatrie im Rahmen der Arbeitsgruppe „Kognitive Neuropsychiatrie“ hin zu konkreter wissenschaftlicher Arbeit zu entwickeln. Ohne seine konstante und engagierte Betreuung von der ersten Messung bis zur endgültigen Fassung hätte die vorliegende Dissertation nicht diese Form erreichen können. Ein herzliches Dankeschön an dieser Stelle!

Desweiteren vielen Dank meiner Doktormutter Prof. Barbara Wild, die stets ansprechbar war und die Arbeit mit hilfreichen Kommentaren bereichert hat. Aufrichtigen Dank auch Dr. Michael Erb von der Sektion „Experimentelle Kernspintomographie des ZNS“ für stetige und freundliche Hilfsbereitschaft bei unvorhergesehenen technischen Probleme bei den Messungen sowie allen Rückfragen zur Auswertung der Bildgebungsdaten, sowie MTA Cornelia Veil für die Ermöglichung auch „spontaner“ funktionell-kernspintomographischer Messungen.

Dank an Dipl.-Psych. Ines Lengsfeld, die als Mitglied der Arbeitsgruppe die ersten Messungen begleitet hat, und an Dr. Dorothee Mutschler für die freundliche Überlassung des Ironieverständnistests sowie Dipl.-Psych. Patrizia Thoma für die Bereitstellung des Sprichworttests.

Besonderer Dank gilt nicht zuletzt allen Freunden und Freundinnen, die hier nicht namentlich genannt werden können, sowie meinen Eltern und meiner Familie für die fortwährende Unterstützung in allen Lebenslagen, so auch beim Schreiben dieser Arbeit.

Zum Schluss gebührt herzlicher Dank allen Patientinnen und Probandinnen, ohne die eine klinische Studie niemals durchzuführen ist. Vielen Dank für die Bereitschaft, mitzuwirken, auch wenn die Dauer der Untersuchungen viele an die Grenze der Belastbarkeit gebracht haben.