

Prozesse kognitiver Inhibition bei schizophrenen Patienten

Räumliches, identitätsspezifisches und
semantisches Negatives Priming

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
des Doktors der Naturwissenschaften
an der Universität Konstanz
Fachbereich Psychologie

vorgelegt von
KLAUS HÖNIG

Tag der mündlichen Prüfung: 6.10.2003
Referentin: Prof. Dr. Brigitte Rockstroh
Referent: PD Dr. Michael Wagner

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung: Selektive Aufmerksamkeit und Inhibition	9
2	Negatives Priming	15
2.1	Generelles Paradigma	15
2.2	Theoretische Relevanz	16
2.3	Erklärungsansätze zum Negativen Priming	19
2.3.1	Theorien der Störreizhemmung	19
2.3.2	Theorie des episodischen Gedächtnisabrufs	22
2.3.3	Hypothese der zeitlichen Diskrimination	24
2.3.4	Theorie der Merkmalsdiskrepanz	25
3	Semantisches Priming und lexikalische Ambiguität	29
3.1	Kontextabhängigkeit und lexikalischer Zugriff	30
3.2	Ambiguitätsresolution und endogenes Negatives Priming	31
3.3	Homonymie und semantische Satzverifikation	36
4	Schizophrenie und Inhibition	43
4.1	Schizophrenie: Ein Konzept im Wandel	43
4.2	Beeinträchtigung inhibitorischer Kontrolle	51
5	Hirnelektrische Korrelate kognitiver Prozesse	59
5.1	Die Methode ereigniskorrelierter Potentiale	59
5.2	P1 und N1	62
5.3	N2pc	63
5.4	P300-Komplex	65
5.5	N400	67
5.6	Late Positive Component (LPC)	69
6	Negatives Priming bei Schizophrenie und Zwangsstörung (Exp. 1)	71
6.1	Einleitung	71
6.2	Methode	73
6.2.1	Probanden	73
6.2.2	Reizmaterial	74

6.2.3	Experimentelles Design	74
6.2.4	Ablauf	75
6.2.5	Statistische Analyse	75
6.3	Resultate	76
6.3.1	Schizophrene Patienten, Zwangserkrankte und Kontrollprobanden	76
6.3.2	Zwangserkrankte mit und ohne Kontrollzwänge	78
6.4	Diskussion	80
7	Lexikalische Disambiguierung und Inhibition (Exp. 2)	85
7.1	Einleitung	85
7.2	Methode	89
7.2.1	Experimentelles Design	89
7.2.2	Versuchspersonen	90
7.2.3	Reizmaterial	91
7.2.4	Ablauf	91
7.2.5	EEG-Ableitung	92
7.2.6	Analyse der EEG-Daten	92
7.3	Resultate	93
7.3.1	Reaktionszeiten und Fehler	93
7.3.2	Ereigniskorrelierte Potentiale	93
7.4	Diskussion	97
8	Kontextgeleitete Inhibition und Schizophrenie (Exp. 3)	103
8.1	Einleitung	103
8.2	Methode	111
8.2.1	Probanden	111
8.3	Resultate	112
8.3.1	Verhaltensdaten: Reaktionszeiten und Fehler	112
8.3.2	Ereigniskorrelierte Potentiale	115
8.4	Diskussion	127
9	Allgemeine Diskussion	137
10	Zusammenfassung	145

Abbildungsverzeichnis

2.1	Räumliches Negatives Priming	17
2.2	Negatives Identitätspriming	18
2.3	Neuronales Netzwerkmodell	20
3.1	Semantische Satzverifikation	39
5.1	Ereigniskorrelierte Potentialkomponenten	61
5.2	N400-Effekte	68
5.3	Late Positive Component (LPC)	70
6.1	Versuchsdesign	74
6.2	NP-Effekte: Reaktionszeiten	77
6.3	NP-Effekte: Subgruppen der Zwangserkrankten	80
7.1	Reaktionszeiten und Fehler	93
7.2	Grand Means der EKPs	94
7.3	N400-Effekte an zentroparietalen Elektroden	95
7.4	Grand Means der EKPs: Starke vs. schwache Inhibitoren	96
7.5	Multiple Prädiktion des N400-Amplituden an C4	97
8.1	Reaktionszeiten	113
8.2	Fehlerprozent	115
8.3	Grand Means der EKPs: Kontrollgruppe	117
8.4	Grand Means der EKPs: Patienten	118
8.5	N400-Effekte an parietalen Elektroden	119
8.6	Maximale Unterschiede der N400-Effekte an C4	120
8.7	N400-Effekte an C3 und C4	121
8.8	F-Werte der N400-Effekte an zentroparietalen Elektroden	122
8.9	Grand Means der inkongruenten Bedingungen: Kontrollgruppe	123
8.10	Grand Means der inkongruenten Bedingungen: Patienten	124
8.11	Unterschiede im P2-Bereich an C4	125
8.12	Prädiktion der N400-Differenz: Gesunde	126
8.13	Prädiktion der N400-Differenz: Patienten	127

Tabellenverzeichnis

6.1	Stichprobenparameter	76
6.2	Mittelwerte der Reaktionszeiten und Fehler	76
6.3	Stichprobenparameter der Subgruppen	79
6.4	Reaktionszeiten und Fehler der Subgruppenanalyse	79
8.1	Stichprobenparameter	111
8.2	Mittelwerte der Reaktionszeiten	112
8.3	Mittlere Fehlerprozent pro Bedingung und Gruppe	114
8.4	N400-Effekte	116

Kapitel 1

Einführung: Selektive Aufmerksamkeit und Inhibition

Im Alltag wird man stets mit einer Flut verschiedenster Informationsquellen (Ereignisse, Gegenstände etc.) konfrontiert, die auf ihre je eigene Weise das Erleben und Verhalten leiten oder kontrollieren können. Um die Fülle der Eindrücke bewältigbar zu halten, reagieren wir lediglich auf eine kleine Teilmenge dieser Informationsquellen. Dies tun wir dadurch, dass wir einen Teil der Gegenstände und Ereignisse beachten und andere ignorieren, je nachdem worauf sich unsere Aufmerksamkeit gerade richtet. Eine solche selektive Aufmerksamkeit ermöglicht uns erst eine mehr oder minder geordnete, kontextadäquate Nutzung von Informationen, und somit einen zielgerichteten Handlungsvollzug.

Eine sehr einflussreiche formale Erklärung selektiver Aufmerksamkeitsprozesse stammt von Broadbent (1958). Gemäß seiner Filtertheorie wird zunächst ein Großteil der physikalischen Merkmale externer Reize (z.B. Tonhöhe bei akustischen Reizen) parallel analysiert; das Ergebnis dieser initialen, präattentionalen Analyse geht hernach durch einen Filter, dessen Aufgabe es ist, lediglich die relevanten Informationsbestandteile einer weiteren Verarbeitung zuzuführen und somit das kapazitätslimitierte System vor Überlastung zu schützen. Im Zuge dieser Weiterverarbeitung kommt es schließlich zur Bedeutungsstiftung. Demgemäß spricht man von der Filtertheorie auch als einem *frühen Selektionsmodell*, da irrelevante Reize bereits vor ihrer semantischen Identifikation (präkategorial) zurückgedrängt werden.

Die Tatsache, dass Probanden ihre Aufmerksamkeit beispielsweise im Rahmen einer selektiven Höraufgabe in Abhängigkeit vom semantischen Gehalt auf das nicht-beachtete Ohr richten können (vgl. Treisman, 1960), veranlasste Treisman (1964) zu einer Abänderung der Filtertheorie von Broadbent. In ihrem Abschwächungsmodell wird nicht beachtete Information nicht mehr völlig von der Verarbeitung ausgeschlossen, sondern eben nurmehr abgeschwächt. Neumann (1996) fasst diese Filtertheorien unter die Rubrik Kapazitätstheorien und stellt ihnen sog. Vorratstheorien an die Seite, die entweder unspezifische Kapazitätsreserven (z.B. Kahneman, 1973) oder multiple Ressourcen postulieren (z.B. Navon & Gopher, 1979). Jede dieser Theorien bringt den Aspekt der Aufmerksamkeit ins Spiel, weil es an irgendeiner Stelle des kognitiven Systems eine Kapazitätsbegrenzung gibt, die je nach Theorie als *Flaschenhals*, *Anstrengung* oder *Ressource* konzeptualisiert wird. In Fall der Kapazitätstheorien steht Aufmerksamkeit im Dienste des Umgangs mit begrenzter Kapazität, und

Selektion ist die funktionale Konsequenz dieser Begrenzung.

Neben den Kapazitätstheorien der Aufmerksamkeit gibt es nach Neumann (1996) desweiteren diejenigen Theorien, die den Tätigkeitsaspekt von Aufmerksamkeit in den Vordergrund stellen, namentlich v.a. die Zwei-Prozess-Theorien (v.a. in der Tradition von Posner & Snyder, 1975a,b; siehe aber auch Marcel, 1980 und Neely, 1977). Diese Theorien stellen einem peripheren Prozess automatischer, paralleler bottom-up-Verarbeitung mit großer Kapazität einen zentralen Prozess gegenüber, der eher seriell arbeitet und vor allem für synthetische und konstruktive Prozesse zuständig ist. Jener zentrale, aktive Prozess selektiert letzten Endes Information für die Verarbeitung im begrenzten System.

Alternativ dazu sind sog. *späte Selektionsmodelle* zu sehen, denen zufolge sowohl relevante als auch irrelevante Reize identifiziert werden und eine tiefere Verarbeitung erfahren; gleichwohl werden aber auch hier nur bestimmte selektierte Informationsbestandteile zu höheren Verarbeitungsstufen zugelassen, auf denen sie schließlich phänomenale Bewusstheit erlangen (vgl. z.B. Allport, 1987; Deutsch & Deutsch, 1963). Im Prinzip fassen beide Lager Selektion als »Mangelverwaltung« (Wagner, 1997, S. 9) auf, welche die notwendige Kompensation eines primär kapazitätsbegrenzten Systems bildet. Der kritische Verarbeitungsunterschied zwischen beachteten und nicht beachteten Ereignissen liegt lediglich darin, dass jenseits eines kritischen Stadiums nurmehr die Verarbeitung der beachteten Information fortgesetzt wird, während unbeachtete Information zusehends verblasst. Anders als bei den Kapazitäts- und Tätigkeitstheorien ist die Begrenztheit des System bei den Selektionsmodellen Folge der Selektion, nicht deren Ursache. Während die ersten beiden Theoriegruppen Aufmerksamkeit als eine separate Systemkomponente auffassen, die von den übrigen strukturellen Verarbeitungsmodulen getrennt ist, und im wesentlichen den Übergang von einer Verarbeitungsstufe zur nächsten reguliert, konzipieren die Selektionsmodelle Aufmerksamkeit nicht als separate Systemkomponente, sondern vielmehr als Modulation vorliegender Aktivierungen innerhalb der Verarbeitungsmodule.

Die selektionsorientierten Ansätze stimmen darin überein, dass Selektion in einem System der parallelen Aktivationsausbreitung erklärt werden soll. Darin komme Selektion durch Dominanz bestimmter Aktivationsmuster über andere zustande, wobei das dominante Prinzip der Selektion *Bahnung* ist, d.h. Voraktivierung der zu selektierenden Information. Insbesondere im Hinblick auf diejenigen konkurrierenden Informationsanteile, die nicht selektiert werden sollen, wird kontrovers diskutiert, ob nicht zusätzlich auch inhibitorische Mechanismen angenommen werden sollen. In Modellen, die diesen zusätzlichen Mechanismus postulieren, dient *Inhibition* zur Kontrolle von Aktivationsausbreitungen sowie zur Herstellung oder Vergrößerung von Aktivationsunterschieden. Hierdurch erhöhe sich schließlich die Effizienz eines Selektionsprinzips, das nach dem Dominanzprinzip funktioniert. Das Postulat eines zusätzlichen Inhibitionsprozesses erweist sich nachgerade in jenen Fällen als besonders hilfreich, in denen aufgrund bereits maximaler Ausnutzung des Aktivationspielraum keine Mehraktivierung mehr möglich ist. Dies ist v.a. dann der Fall, wenn die Handlungsentscheidung vom gemeinsamen Prozessieren konkurrierender Informationen (Ziel- und Störreiz) abhängt. In der vorliegenden Arbeit trifft dies besonders auf die experimentelle Anordnung zum *exogenen* Negativen Priming (Kapitel 6.1) zu, bei der beide Reize zunächst tief verarbeitet werden müssen, bevor eine Entscheidung über die Identität der beiden als Stör- oder Zielreiz getroffen werden kann.

Inhibitionsstrukturen erfreuen sich in der kognitiven Psychologie seit Mitte der 80er Jahre wach-

sender Beliebtheit. Sie werden zur Erklärung von unterschiedlichen behavioralen Phänomenen bei der Handlungskontrolle (Logan, 1994), dem Abruf von Information aus dem Gedächtnis (Anderson & Bjork, 1994; Bjork, 1989), der selektiven Aufmerksamkeit (Carr & Dagenbach, 1990; Tipper, 1985) sowie der Sprachverarbeitung (Gernsbacher et al., 1990) herangezogen. Darüber hinaus werden Inhibitionskonstrukte auch bemüht, um interindividuelle Unterschiede (Veränderungen über das Lebensalter sowie psychiatrische Populationen) im Hinblick auf das kognitive Funktionsniveau zu erklären. Ein Grund für diese Popularität der Inhibition als Erklärungsansatz mag in ihrer vergleichsweise leichten konzeptuellen Integrierbarkeit in neuronale Erklärungsmuster liegen, wie sie auf kognitiv-behaviorale Phänomene im Rahmen der unaufhaltsam expandierenden kognitiven Neurowissenschaften angewandt werden. Vor dem Hintergrund neuronaler Funktions- und Verschaltungsprinzipien bieten inhibitorische Wirkmechanismen plausible und effiziente Erklärungsmöglichkeiten dafür, wie in Systemen, die sich durch initiale Aktivationsausbreitung kennzeichnen, Interferenz im Sinne von Kompetition konkurrierender Information gelöst werden kann.

Auf das Vorliegen von Inhibition wird meist nur indirekt vor dem Hintergrund von Performanzeinbußen bezüglich der nicht beachteten Information geschlossen. Dabei spiegelt die beobachtete behaviorale Interferenz in Sinne von Erhöhungen der Reaktionslatenz, die häufig auch von einem Anstieg der Fehlerrate begleitet werden, indirekt den Inhibitionseffekt wider. Funktionelle Bedeutsamkeit kommt der Inhibition insofern zu, als sie die Selektion von und die Fokussierung auf Informationen und Handlungen (aber auch Handlungsunterlassungen) dadurch ermöglicht, dass sie Aktivierungsdifferenzen zulasten der nicht selektierten interferierenden Information herstellt. Hinsichtlich der Selektionsfunktion von Inhibition soll uns im weiteren diejenige beschäftigen, die bei gleichzeitiger Aktivierung konkurrierender Information die aufgabenrelevante Zielreizselektion dadurch ermöglicht, dass sie den Aktivierungsgrad der konkurrierenden irrelevanten Information reduziert. Es geht hier also um die Suppression konkurrierender Information im Sinne extern dargebotener (Kapitel 6.1) oder intern mitaktivierter (Kapitel 7 und 8) Störreize.

Die den Inhibitionsmodellen zugrunde liegenden Verschaltungsprinzipien werden nicht selten aus der Neurologie entlehnt. So besitzt beispielsweise das Prinzip der *Lateralen Inhibition* auch in kognitiven Inhibitionsansätzen eine lange Tradition (Walley & Weiden, 1973). Im Hinblick auf Untersuchungen zur Disambiguierung von Homonymie (Kap. 3) ist v.a. das Modell von Cottrell (Cottrell, 1988; Cottrell & Small, 1983) erwähnenswert. Nach diesem Modell bestehen zwischen den multiplen Bedeutungsfeldern von Homonymen laterale inhibitorische Verbindungen. Bei der Wortpräsentation werden diese Verbindungen parallel aktiviert. In Abhängigkeit von der Auftrenshäufigkeit der einzelnen Homonymbedeutungen (Polarität), der kontextuellen Voraktivierung sowie der exzitatorischen Rückkopplung durch Systemknoten höherer Ordnung werden über die lateral hemmenden Verbindungen Aktivationsunterschiede zwischen den singulären Bedeutungsschattierungen hergestellt oder vergrößert. Jede Einzelbedeutung wird hierbei als separater Knoten auf derselben Repräsentationsebene konzipiert.

Ein weiteres gängiges Verschaltungsprinzip stellt *Selbstinhibition* dar. Dieses Prinzip fußt im wesentlichen auf dem Postulat inhibitorischer Interneurone, die durch repräsentationale Einheiten aktiviert werden und die ihrerseits die Aktivierung der sie erregenden Einheiten im Rahmen einer Rückkopplung abschwächen. Mit Beendigung der Reizdarbietung kommt es zu einem Ungleichgewicht, das einen inhibitorischen Rebound nach sich zieht. Sowohl das Ausmaß des inhibitorischen Feedbacks als auch dasjenige des Rebounds sind von der initialen Aktivationsstärke der repräsen-

tationalen Einheiten abhängig. Ein großer Vorteil dieses Prinzips gegenüber dem der lateralen Inhibition ist die Möglichkeit der Herstellung von Aktivationsunterschieden an der Aktivierungsdecke. Der positive Zusammenhang zwischen inhibitorischem Rebound und initialer Aktivierung der repräsentationalen Einheiten ließe bei starker Aktivierung des Störreizes einen größeren Inhibitionseffekt erwarten als bei schwacher. Von besonderem Interesse im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist die Integration dieses Verschaltungsprinzips in die Theorie der selektiven Aufmerksamkeit von Houghton & Tipper (1994, siehe hierzu auch Abschnitt 2.3.1, Seite 19). In ihrem neuronalen Netzwerkmodell wird ein symmetrisch verschaltetes Kontrollsystem postuliert, in das gleichermaßen erregende und hemmende Vergleichssignale über zeitgleich dargebotene Ziel- und Störreizinformation eingespeist werden. Über das durch den zusätzlichen inhibitorischen Input erzeugte Ungleichgewicht wird ein Aktivationsunterschied der Repräsentationen von Ziel- und Störreiz erreicht. Hierdurch wird die Selektion der relevanten Information erleichtert und die der irrelevanten herabgesetzt. Mit dem Ende der Reizpräsentation kommt es aufgrund des inhibitorischen Ungleichgewichts aufseiten der Distraktorrepräsentation zu einem inhibitorischen Rebound, der umso stärker ausfällt, je stärker die initiale Aktivierung der Repräsentation ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sämtlichen Selektionsmodellen eine zentrale Annahme gemein ist, nämlich diejenige einer kritischen Differenz zwischen den Aktivierungszustände des beachteten Zielreizes und der nicht beachteten Störreize durch fortgesetztes Prozessieren der Zielreize. Eine solche Differenz der Aktivierungszustände könnte durch ein Zusammenspiel von gesteigerter Verarbeitung des Zielreizes und gleichzeitiger aktiver Unterdrückung der Störreize erreicht werden. Eben diese Vorstellung, dass sowohl fazilitatorische wie auch inhibitorische Mechanismen mit gegenläufigen Wirkprinzipien eine große Rolle bei der selektiven Aufmerksamkeit spielen, hat im Laufe der Forschung zum Negativen Priming (siehe Kap. 2), aber auch zur kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität (siehe Kap. 3) beachtliche Unterstützung erhalten.

Vor diesem Hintergrund sind die Ziele der vorliegenden Arbeit dreifacher Natur: (1) Anhand etablierter Paradigmen der experimentellen Psychologie zur Erfassung von exogenem und endogenem Negativem Priming sollen die gegenläufigen Wirkprinzipien bei der Aufmerksamkeitsselektion (Erleichterung und Inhibition) auf unterschiedlichen Verarbeitungsebenen (räumlich, identitätsspezifisch respektive semantisch) untersucht werden. (2) Vor diesem Hintergrund sollen eventuelle Veränderungen in den kognitiven Verarbeitungsweisen schizophrener Patienten erhellt werden, für die per se Beeinträchtigungen fazilitatorischer wie inhibitorischer Verarbeitung postuliert werden. Um die Spezifität der vermeintlichen Beeinträchtigung schizophrener Patienten zu prüfen, soll im Falle des räumlichen und identitätsbezogenen Negativen Primings zusätzlich zu den Gesunden eine klinische Kontrollgruppe (Zwangserkrankte) untersucht werden, bei der ebenfalls Veränderungen in der Aufmerksamkeitskontrolle vermutet werden. (3) Mit Hilfe der Methode ereigniskorrelierter Potentiale soll darüber hinaus Aufschluss über die elektrophysiologischen Korrelate der Wirkprinzipien gewonnen werden, die der selektiven Aufmerksamkeit zugrunde liegen.

Um einen breiteren theoretischen Hintergrund für die experimentellen Untersuchungen zu gewähren, widmen sich die folgenden beiden Kapitel ausführlich den Konzepten und Erklärungsansätzen sowie der empirischen Basis der verwendeten Paradigmen, und deren Bezug zu inhibitorischer und fazilitatorischer Verarbeitung. Demgemäß beschäftigt sich Kapitel 2 mit den exogenen Formen des räumlichen und identitätsspezifischen Negativen Primings, während in Kapitel 3 die endogene Form des (semantischen) Negativen Primings im Zentrum der Betrachtung steht. In Kapitel 4 soll

ein kurzer historischer Abriss über die Entstehung und den Wandel des Schizophrenie-Konzeptes die Grundlage dafür bieten, warum man sich in der zeitgenössischen klinischen Psychologie in der hier vorgetragenen Art und Weise dem Krankheitsbild der Schizophrenie nähert. Daran anschließend werden die empirischen Befunde zur Beeinträchtigung inhibitorischer Aufmerksamkeitskontrolle bei schizophrenen Patienten vorgestellt. Den Abschluss der theoretischen und empirischen Grundlegung für die vorliegende Arbeit bildet die Betrachtung hirnelektrischer Korrelate kognitiver Prozesse in Kapitel 5. Im Weiteren folgen schließlich die eigentlichen empirischen Arbeiten: Kapitel 6.1 beinhaltet eine Untersuchung zum räumlichen und identitätsbezogenen Negativen Priming bei schizophrenen Patienten und Zwangserkrankten. In Kapitel 7 wird ein bestehendes Paradigma zur Erfassung von endogenem (semantischem) Negativen Priming an einer Gruppe gesunder Kontrollprobanden validiert. In Kombination damit werden elektrophysiologische Aufzeichnungen durchgeführt, um Aufschluss über die hirnelektrischen Korrelate der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität zu bekommen. Eventuelle Beeinträchtigungen der zugrunde liegenden Prozesse seitens schizophrener Patienten sowie die damit potentiell einhergehenden Veränderungen in sprachrelevanten ereigniskorrelierten Hirnpotentialen sind schließlich Gegenstand der dritten empirischen Untersuchung in Kapitel 8. Die inhaltliche Form der vorliegenden Arbeit ist derart gestaltet, dass die empirischen Kapitel wiederkehrend mit empirischen Befunden und theoretischen Überlegungen, die besonders zentral für die jeweilige experimentelle Untersuchung sind, fokussiert eingeleitet werden. Zum Zwecke einer allgemeinen Zusammenfassung der Resultate aus den drei Untersuchungen einerseits, sowie der Integration der berichteten empirischen Evidenzen in die bereits existierende Befundlage andererseits, wird die vorliegende Arbeit mit einer kurzen kritischen Würdigung beschlossen.

An dieser Stelle möchte ich all jenen Menschen ein Wort des Dankes aussprechen, die das Zustandekommen dieser Arbeit ermöglicht haben. Allen voran möchte ich meiner Doktormutter Frau Prof. Dr. Brigitte Rockstroh danken, die mich nicht nur zu dieser Arbeit ermutigte, sondern mir überhaupt erst den institutionellen Rückhalt für die Realisierung des Vorhabens bereitete. Ihrer endlosen Geduld und ihrem wohlwollenden Entgegenkommen ist es zu verdanken, dass die Erstellung der Dissertation trotz des enormen Zeitaufwandes und meiner parallelen Weiterbildungs-bemühungen zum Abschluss gebracht werden konnte.

Herrn PD Dr. Michael Wagner, dem Leiter der Arbeitsgruppe Klinische und experimentelle Neuropsychologie der psychiatrischen Universitätsklinik in Bonn, habe ich für seine stete Förderung über die gesamte Promotionszeit hinweg zu danken. Eine Anstellung in seiner Arbeitsgruppe gewährte mir nicht nur den finanziellen Rückhalt, sondern auch den notwendigen fachlichen Rahmen für die Durchführung der vorliegenden Studien. Seine enormen methodischen wie inhaltlichen Kenntnisse im Bereich der experimentellen Psychologie wie der Psychophysiologie haben die Gestalt der vorliegenden Arbeit wesentlich mitgeprägt.

Meiner Kollegin Andrea Hochrein möchte ich für die allzeit konstruktive und lehrreiche Zusammenarbeit danken. Neben zahlreichen methodischen und inhaltlichen Anregungen durfte ich auch stets von ihrer aktiven Mithilfe bei der Durchführung der Untersuchungen profitieren.

Zu Dank verpflichtet bin ich ferner dem Direktor der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie der Universität Bonn, Prof. Dr. Wolfgang Maier, der mir die Infrastruktur seiner Klinik bereit gestellt und mich bei meinen Promotionsbemühungen unterstützt hat.

Danken möchte ich auch den mehr als 100 Probanden und Patienten für ihr kooperative Teilnah-

me an den zum Teil doch recht aufwendigen Untersuchungen. Bei den mehrstündigen Erhebungen wurde ich tatkräftig von Martina Klug und ihrer Nachfolgerin Gabriele Herrmann unterstützt. Ihnen sei an dieser Stelle in gleicher Weise gedankt wie Frau Dominique Dahl, die sich mit ebenso großer Hilfsbereitschaft wie linguistischer Expertise an der Erstellung und Optimierung des sprachlichen Materials für das Satzbahnungsparadigma beteiligte. Dankbar bin ich auch den Herren Drs Daniel J. Müller und Hendrik Pels für die Erstellung der psychopathologischen Diagnostik ärztlicherseits. Frau Dorit Wenke danke ich darüber hinaus für die Überlassung ihrer Polaritäts- und Assoziationsnormen für deutschsprachige Homonyme.

Im Zusammenhang mit der inhaltlichen Auseinandersetzung schulde ich ferner Dr. Frank Jessen, Harald Mohr, Christian Sulzbach und Frank O. Martin Dank, die in vielen Diskussionen durch ihre maßvoll wägende Kritik fruchtbar auf die Klärung meiner Gedanken Einfluss nahmen. Letzterem möchte ich zusätzlich für die vielen zeitsparenden programmiertechnischen Hilfestellungen bei der Datenverarbeitung sowie für seine Geduld und Sorgfalt bei Durchsicht des Manuskripts danken.

Die Realisierung der berichteten Studien wurde mehrfach durch Soft- und Hardwareprobleme sowie vielfältige technische Hürden bedroht. Dass diese Bedrohungen keine nachhaltigen Gemütskrisen auslösen konnten, war das Verdienst unseres EDV-Experten Dirk O. Granath. Für diese stets zeitnahe Hilfe von unschätzbarem Wert möchte ich ihm meinen aufrichtigen Dank aussprechen.

Herrn PD Dr. Patrick Berg danke ich für die Bereitstellung seiner mächtigen Programmbibliothek zur Auswertung von EEG-Daten sowie für seine freundliche, hilfsbereite und kenntnisreiche Unterstützung bei der Anwendung derselben.

Die interessanten und lehrreichen Jahre meiner Promotionszeit wurden in schmerzlicher Weise vom unerwarteten Ableben meiner Eltern überschattet. Ihr unerschütterlicher Glaube an mich und ihr bedingungsloses Vertrauen, haben mich stets darin bestärkt, meinen Weg zu gehen. Sie haben mich nach all ihren Möglichkeiten unterstützt und meinen Blick für die wirklich wichtigen Dinge im Leben geschult. Ihnen bleibe ich auf ewig in achtungsvoller Dankbarkeit verbunden.

Nicht zuletzt in Anbetracht dieser Schicksalsschläge habe ich den festen Glauben, dass die Realisierung meines Promotionsvorhabens nicht in vergleichbarer Weise möglich gewesen wäre, hätte ich mich nicht ständig des emotionalen Rückhalts und der zuversichtsvollen Ermutigung meiner Frau versichert gewusst. Ihr gebührt mein besonderer Dank von ganzem Herzen.

Kapitel 2

Negatives Priming

2.1 Generelles Paradigma

Der Begriff Priming bezeichnet im allgemeinen die Wirkung eines zeitlich vorangegangenen Reizes auf die Verarbeitung eines nachfolgenden Reizes. In aller Regel werden in zeitlicher Aufeinanderfolge Reizpaare dargeboten, die jeweils einen Zielreiz (Target) und einen Störreiz (Distraktor) enthalten. Die Präsentation eines solchen Paares oder auch Zielreizes allein im sog. Prime-Durchgang entfaltet seine spezifische Wirkung auf das nachfolgende Reizpaar im sog. Probe-Durchgang. Diese Wirkung wird im Probe anhand von Reaktionszeitmessungen oder Fehlerauszählungen gemessen. Ist der aktuelle Zielreiz beispielsweise durch ein oder mehrere Reizmerkmale mit dem vorangegangenen Zielreiz kategorial assoziiert, so führt dies zu einer Verarbeitungserleichterung im Probe-Durchgang, die sich sowohl in einer Reaktionszeitverkürzung als auch in einer geringeren Fehleranfälligkeit manifestieren kann. In einem solchen Fall kann man von Positivem Priming (PP) oder auch von einer Reaktionsbahnung sprechen. Im Fall des Negativen Primings (NP) ist der aktuelle Zielreiz dem vorangegangenen Störreiz kategorial ähnlich oder gar mit ihm identisch; die Selektion des relevanten Zielreizes im Probe geht hierbei mit einer Leistungsminderung im Sinne größerer Reaktionslatenzen und/oder einer höheren Fehlerrate einher. Positives und Negatives Priming bilden kein logisches Gegenpaar, da beim ersteren wiederholt ähnliche oder identische Zielreize selektiert werden, während beim letzteren nicht analog dazu ähnliche oder identische Störreize reaktionsrelevant sind. Insofern ist es verständlich dass der zur Bahnung komplementäre neurophysiologische Begriff der Inhibition nicht einfach für die Erklärung des Negative Primings in Anspruch genommen werden kann (vgl. Abschnitt 2.3, ab Seite 19).

Erstmals entdeckt wurde die Veränderung der Reaktionslatenz von Dalrymple-Alford & Budayr (1966) unter Verwendung einer Farb-Wort-Interferenzaufgabe (Stroop, 1935). Zusätzlich zur Stroop-Interferenz, einer Verzögerung der Reaktionslatenz, die durch die Benennung der Farbe eines Wortes zustandekommt, das selbst eine andere Farbe bezeichnet (z.B. das grün geschriebene Wort ROT, konnten die Forscher genau dann eine weitere Leistungsminderung feststellen, wenn die Benennung der Wortfarbe im aktuellen Durchgang mit dem Farbwort aus dem unmittelbar vorangegangenen Durchgang übereinstimmte. Also dann, wenn die Farbe des grünen Wortes ROT nach derjenigen des blauen Wortes GRÜN reaktionsrelevant wird. Seinen Namen erhielt dieses Phänomen zeitlich etwas später von Steven Tipper, dem es gelang, diese stärkere Reaktionsverzögerung auch

für getrennte Objekte zu demonstrieren, d.h. relevante und irrelevante Merkmale so zu trennen, dass sie nicht mehr zwei Aspekte desselben Objekts wie in der Stroop-Aufgabe bildeten (vgl. Allport et al., 1985; Tipper, 1985; Tipper & Cranston, 1985). Nach Tipper und Kollegen zeige das Negative Priming, dass nicht nur der Zielreiz verarbeitet wird, sondern auch der (die) Störreiz(e) vollständig identifiziert wird (werden); desweiteren zeuge das Negative Priming von einer gelungenen Selektion des relevanten Zielreizes aus einer gegebenen Menge von Reizen; eine Selektion, die durch die Hemmung der Verbindung zwischen den zentralen Repräsentationen des Störreizes und den Effektoren erreicht werden. Im Zuge weiterer Forschung hat diese theoretische Begründung einige Veränderungen und Erweiterungen erfahren (siehe Abschnitt 2.3 ab Seite 19).

Der Alltag fordert von uns nicht nur, zwischen äußeren Objekten und Ereignissen zu unterscheiden; Selektion kann auch hinsichtlich möglicher mit den Gegenständen oder Ereignissen verknüpfter Assoziationen erforderlich werden. Zahlreiche Forschungsergebnisse deuten daraufhin, dass multiple Assoziationen eines wahrgenommenen Objektes oder Ereignisses automatisch und parallel abgerufen werden, wobei nicht alle dieser Assoziationen auch zielführend oder intentionskongruent sein müssen. Um eine effektive zielgerichtete Verhaltenssteuerung zu gewährleisten, dürfen irrelevante Assoziationen mit relevanten nicht dauerhaft konkurrieren.

In den meisten bislang beschriebenen NP-Anordnungen wurde die Handlungssteuerung dadurch beeinträchtigt, dass ein irrelevantes Objekt oder ein Attribut desselben initial im Prime-Durchgang zusammen mit einem Zielreiz dargeboten wurde und dieses externe Objekt (oder ein Merkmal desselben) im Probe-Durchgang als Zielreiz Handlungsrelevanz erhält. Vor diesem Hintergrund kommt das sog. *exogene Priming* vermutlich dadurch zustande, dass der Störreiz im Prime nur unabsichtlich initial mitverarbeitet wird, sodann aber – als für die Handlungssteuerung irrelevant – von weiterer Verarbeitung ausgeschlossen oder inhibiert wird. Statt eines unbeachteten Störreizes kann Negatives Priming aber auch durch einen beachteten Zielreiz hervorgerufen werden. Von einem solchen *endogenen Negativen Priming* spricht man dann, wenn der Zielreiz a) sowohl relevante wie irrelevante Konzepte aktiviert, die nachfolgend im Probe-Durchgang reaktionsrelevant werden, oder b) irrelevante Assoziationen des beachteten Konzepts auslöst, auf die nachfolgend reagiert werden soll. Diese letztere Form des endogenen Negativen Primings wird in der vorliegenden Arbeit im Rahmen der Experimente 2 & 3 zur Disambiguierung von Homonymen Anwendung finden (siehe Kapitel 3 ab Seite 29 sowie die Experimente 2 und 3 in Kapitel 7, S. 85 respektive Kapitel 8, S. 103).

2.2 Theoretische Relevanz

Der NP-Effekt weist eine bemerkenswerte Generalisierbarkeit auf; so kann man ihn nicht nur bei einer Vielzahl von Reizen finden (z.B. Bildern, Wörtern, Buchstaben, Zahlen oder stroopartigen Farbwörtern), sondern er kann auch unter Verwendung verschiedenster Reaktionsmodi beobachtet werden (z.B. Klassifikation oder Benennung des Zielreizes sowie lexikalischer Entscheidung oder semantischer Beurteilung desselben); dabei kann die Reaktion manuell oder auch verbal erfolgen. Desweiteren stellt das Negative Priming einen sehr robusten Effekt dar: Es tritt bereits bei relativ geringen Trial-Anzahlen auf (z.B. 34 Trials bei Tipper, 1985) und zeigt sich selbst noch nach langen Übungsphasen von mehr als 1000 Trials (Tipper et al., 1992). Einen umfassenden Einblick in die Wirkungsweise des Negativen Primings und die Rahmenbedingungen seines Zustandekommens

Räumliches Negatives Priming (NP)





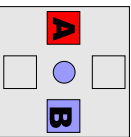
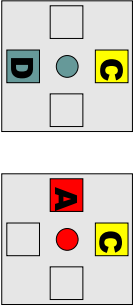
Aufgabe:	<p>Selektion des O-Reizes durch Tastendruck unter Ausblendung des X-Reizes.</p> <p>Selektion des größeren Kreises und Angabe seiner räumlichen Position durch Joystickbewegung.</p> <p>Joystick-Selektion der räumlichen Position desjenigen Buchstabens, dessen Feldfarbe identisch ist mit der Farbe des zentralen Kreises.</p>
Target:	<p>O-Reiz</p> <p>Der größere Kreis</p> <p>Buchstabe, dessen Hintergrundfarbe mit derjenigen des zentralen Kreises übereinstimmt.</p>
Distraktor:	<p>X-Reiz</p> <p>Hier: Nicht-Zielreiz statt Störreiz</p> <p>Buchstabe, dessen Hintergrundfarbe von der des zentralen Fixationskreises abweicht.</p>
Priming-Konstellation:	<p>NP: Der Zielreiz (O) erscheint aktuell an der räumlichen Position des vorangegangenen Störreizes.</p> <p>NP: Der größere Kreis erscheint aktuell an der Position des vorangegangenen kleineren Reizes.</p> <p>NP: Der aktuelle Zielreiz stimmt hinsichtlich des Buchstabens, der Farbe und des Ortes mit dem vorangegangenen Distraktors überein.</p>
Prime (Trial n-1)	
Probe (Trial n)	
	
	
	
	

Abbildung 2.1: Darstellung gängiger Anordnungen zur Erfassung von räumlichem Negativem Priming

Negatives Identitätspriming (NP)

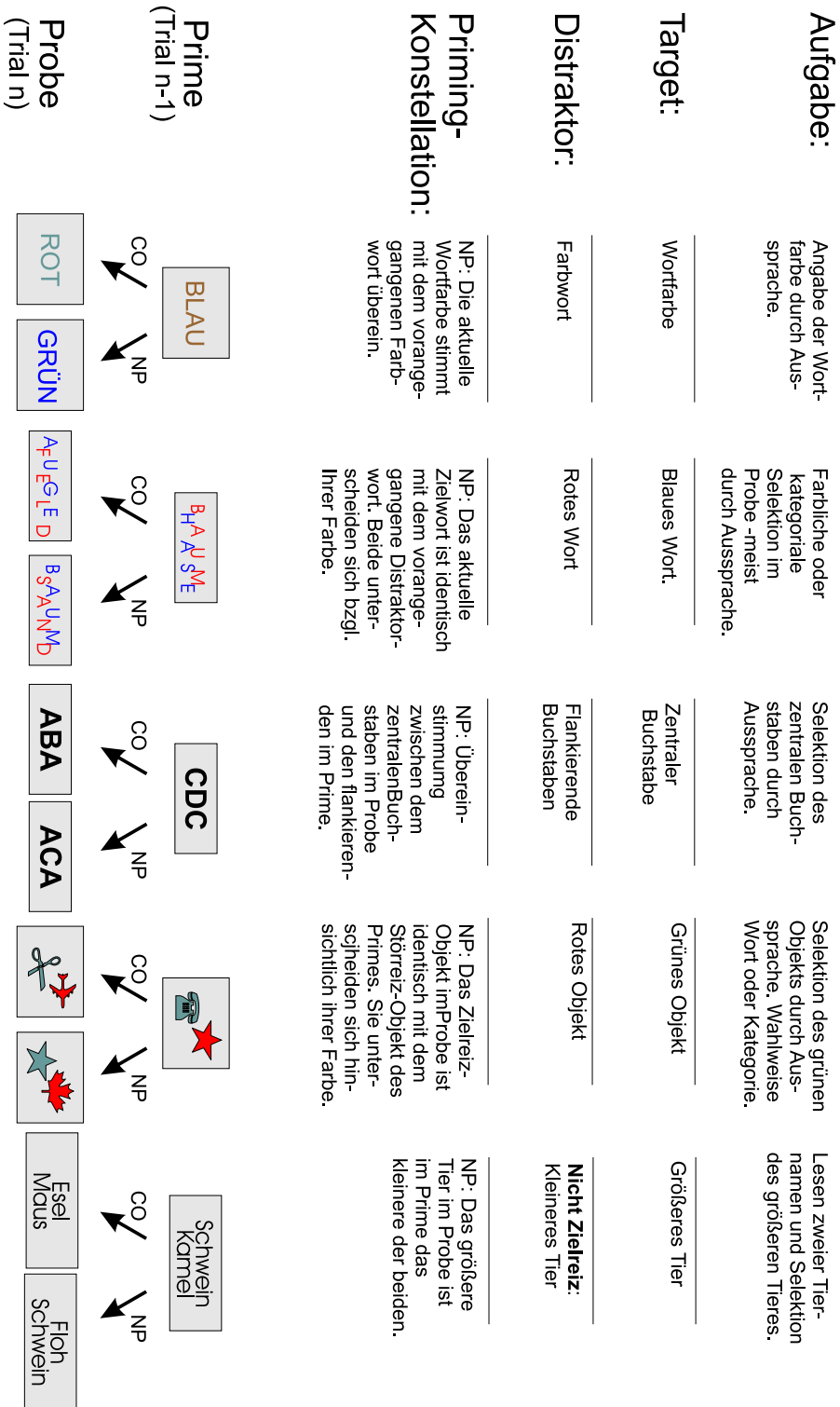


Abbildung 2.2: Darstellung gängiger Anordnungen zur Erfassung von Negativem Identitätspriming

erhält man aus den drei Übersichtsarbeiten von Fox (1995), Neill et al. (1995) und May et al. (1995).

In der Aufmerksamkeitsforschung der letzten Jahre gewannen Modelle inhibitorischer Kontrolle (Neumann, 1987; Navon, 1989a,b) zunehmend an Bedeutung – vor allem als Kritik an den Modellen zur allgemeinen Kapazitätsbegrenzung der Aufmerksamkeit. Eine zentrale Annahme dieser Modelle besteht darin, dass sämtliche vertrauten Umgebungsreize automatisch und parallel die ihnen entsprechenden Repräsentationen im Gedächtnis aktivieren. Um die Konstituierung kohärenter Gedanken respektive kohärenten Verhaltens zu ermöglichen, sei zusätzlich zu einem weitreichenden Netz von Aktivierungen eine aktive Dämpfung all jener Repräsentationen erforderlich, denen keine besondere Zielrelevanz zukommt. Die Dämpfung oder Verhinderung der Weiterleitung initial aktivierter für die Verhaltensselektion aber irrelevanter Repräsentationen zu den entsprechenden Effektoren leiste der dafür postulierte Inhibitionsprozess. Wertvoll sind diese Modelle inhibitorischer Kontrolle nun besonders insofern, als sie es sinnvoll erscheinen lassen, denjenigen Mechanismus zu messen, der die Unterdrückung bereits aktivierter, jedoch nicht zielrelevanter Repräsentationen leistet.

Als direktester Indikator für einen solchen Mechanismus werden Aufgaben zur Aufmerksamkeitsselektion erachtet, die den Effekt des Negativen Primings hervorbringen. Dementsprechend sind NP-Effekte für all jene Aufmerksamkeitstheorien problematisch, die annehmen, Aufmerksamkeit selektiere durch einen Mechanismus, der primär beachtete Information berücksichtigt, nicht beachtete hingegen vernachlässigt (vgl. Neill, 1977 und Allport, 1989). Umgekehrt scheinen jene Aufmerksamkeitstheorien, die zugunsten postkategorialer Selektion argumentieren, aber auch von den Entwicklungen in der Forschung zum Negativen Priming zu profitieren. Ein weiterer Grund für das gesteigerte Interesse an NP-Effekten in der jüngeren Vergangenheit dürfte mithin darin liegen, dass neuere Befunde zunehmend Zusammenhänge aufdecken zwischen Negativem Priming und verschiedenen individuellen Unterschieden bzgl. effektiver kognitiver Funktionsweisen: Verringertes Negatives Priming wurde vermehrt beispielsweise in solchen Gruppen gefunden, die typischerweise generell mehr kognitive Beeinträchtigungen aufweisen, so z.B. bei Kindern (Tipper et al., 1989), bei älteren Menschen (Hasher et al., 1991), bei Schizophrenen (Beech et al., 1989b) oder bei Menschen mit spezifischen Persönlichkeitsmerkmalen (Beech & Claridge, 1987). Von Gernsbacher & Faust (1991) wurde ferner angenommen, dass schwaches Textverständnis ebenfalls aus dem Unvermögen, irrelevante Information zu hemmen, resultiere (vgl. auch Faust & Gernsbacher, 1996). Im Zentrum der Arbeiten von Gernsbacher und Kollegen stehen Priming Prozesse auf semantischer Ebene. Diesen widmet sich das nächste Kapitel der vorliegenden Arbeit.

2.3 Erklärungsansätze zum Negativen Priming

2.3.1 Theorien der Störreizhemmung

Den anfänglichen Annahmen von Dalrymple-Alford & Budayr (1966) zufolge war die Reaktion dasjenige, was gehemmt werde. Dass die Hemmung einer automatisch aktivierten Reaktion aber weder eine notwendige noch gar eine hinreichende Bedingung für das Zustandekommen von Negativem Priming ist, konnte zum einen durch etliche Untersuchungen deutlich gemacht werden, in denen vergleichsweise starkes Negatives Priming gefunden wurde, obgleich sich die Reaktionsmodalitäten

vom Prime- zum Probe-Durchgang unterschieden (Tipper et al., 1988 und Neill et al., 1990). Zum anderen vermag der Ansatz zur Reaktionshemmung auch nicht die Befunde der lexikalischen Entscheidungsaufgaben zu erklären, in denen sowohl in der Bedingung des Negativen Primings als auch in der Kontrollbedingung dieselbe Reaktion ausgeführt wird. Lowe (1979) zeigte schließlich, dass bei Fehlen einer Reaktionskonkurrenz im Probe-Durchgang statt des Negativen Primings eine Reaktionsbeschleunigung resultiert. Ebenfalls ein Befund der sich mit dem Reaktionshemmungsmodell von Dalrymple-Alford & Budayr (1966) kaum in Einklang bringen lässt.

Nach Tipper (1985) kommt es bereits im Prime-Durchgang zu einer automatischen initialen Aktivierung sowohl der Target- als auch der Distraktorrepräsentation. In Abhängigkeit von der Reaktionsselektion kommt es sodann in einem zweiten Schritt zur Entkopplung von Distraktorrepräsentation und Effektoren. In Anbetracht der notwendigen Konkurrenzsituation im Probe-Durchgang, postulierten Tipper & Cranston (1985) eine Selektionsbereitschaft oder -erwartung, die vom Prime- zum Probe-Durchgang anhält. Besteht jedoch kein Probe-Konflikt, so hebt sich die durch die Konkurrenzerwartung aufrecht erhaltene Hemmung auf, und es kann mitunter zu einer Beschleunigung der Reaktionsausführung kommen, relativ zu der Kontrollsituation, in der beide Reize (Target und Distraktor) neuartig sind. Im Vergleich zu dieser Bedingung besitzt nämlich der initial im Prime-Durchgang aktivierte Distraktor ein höheres Erregungsniveau.

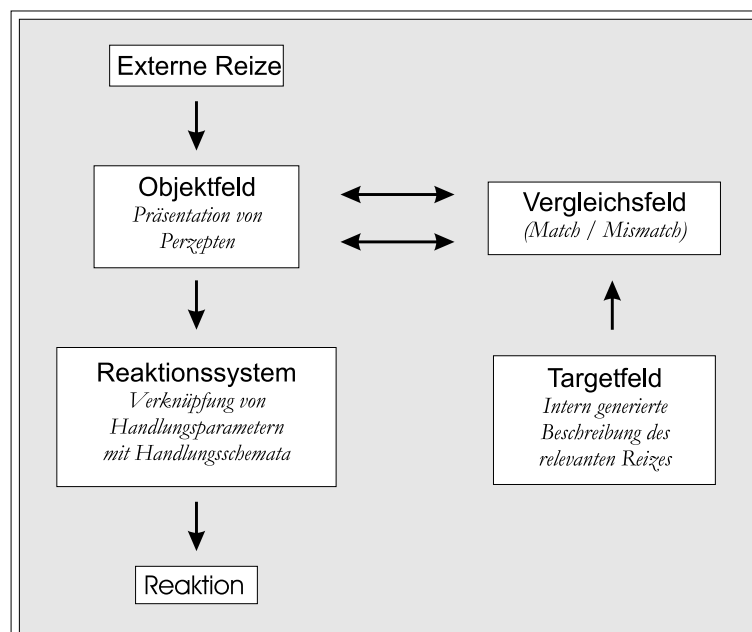


Abbildung 2.3: Das Modell selektiver Aufmerksamkeit nach Houghton & Tipper (1994, 1996)

Eine weitere Theorie der Störreizhemmung bildet die neuronale Netzwerkmodellierung von Houghton und Kollegen (Houghton & Tipper, 1994, Houghton & Tipper, 1996 sowie Houghton et al., 1996). Gemäß dieser Theorie wird angenommen, dass die Selektion eines Zielreizes in der Anwesenheit von einem oder mehreren Störreizen das Zusammenwirken wenigstens zweier Me-

chanismen erfordert: Nämlich, eines erregenden, der die Zielreizverarbeitung erleichtert, und eines inhibitorischen, der die Verarbeitung von störender Information unterdrückt. Nach dem neuronalen Netzwerkmodell involviert der Prozess der Zielreizselektion die Interaktion verschiedener funktionell wie anatomisch getrennter Systeme, die als *Felder* bezeichnet werden. Es wird angenommen, dass die physikalische Präsentation von Ziel- und Störinformation interne Repräsentanzen dieser Objekte in posterioren kortikalen Arealen – dem sog. *Objektfeld* – aktivieren. Der Prozess der Zielreizselektion erfordere in einem nächsten Schritt den Vergleich der Repräsentationen im Objektfeld mit den intern – im *Zielfeld* gespeicherten Repräsentationen der relevanten Zielreizmerkmale. Von diesen Selektionsschablonen wird angenommen, dass sie in Übereinstimmung mit den durch die Aufgabenanforderung definierten Zielen und Plänen im präfrontalen Kortex erzeugt werden. Der Abgleich zwischen den Objektrepräsentationen und den Zielreizschablonen soll in weiteren Vergleichsfeldern stattfinden (*match/mismatch fields*), die anatomisch im Pulvinar oder den Basalganglien lokalisiert werden, da diese Regionen sowohl posteriore wie anteriore Projektionen erhalten. Dabei werden die Objekt- und Zielreizrepräsentationen als Aktivationsmuster operationalisiert, die sich über ein weitverzweigtes Netz von miteinander verbundenen Eigenschaftsknoten erstrecken. Stimmen nun Objekt- und Zielmuster miteinander überein, so wird das Aktivationsniveau der Objektrepräsentation dadurch angehoben, dass die relevanten Eigenschaftsknoten betreffenden inhibitorischen Rückkopplungsschleifen beseitigt werden. Liegt hingegen ein Widerspruch zwischen Objekt- und Zielmuster vor, so wird das Aktivationsniveau der Objektrepräsentationen durch die Entfernung exzitatorischer Schleifen gedämpft. Eine zentrale Annahme des Modells besagt, dass das Aktivationsniveau der Distraktorrepräsentation nicht unter die Grundaktivierung fallen kann, solange der Distraktor präsent ist. Der Grund dafür ist darin zu sehen, dass die Distraktorrepräsentation während der Präsentation des Störreizes immer noch exzitatorischen Input erhält. Wird dieser Input aber entfernt, so führen die Inhibitionsmechanismen zu einer Unterdrückung der Distraktorrepräsentation bis unterhalb der Grundaktivierung, wodurch ein inhibitorischer Rebound erzeugt wird, der sich von selbst wieder normalisiert. Diese Kontrastverstärkung der jeweiligen Ziel- und Störperzepte stellt dem Reaktionssystem die notwendigen Handlungsparameter zur Verfügung, welche ihrerseits mit Handlungsschemata verbunden sind, die schließlich eine kohärente Handlungs- oder Reaktionsselektion ermöglichen. Im Vergleich zum Hemmungsmodell von Tipper & Cranston (1985) fällt nun das Postulat der Selektionserwartung (»selection state«) weg, welches bislang die Notwendigkeit einer Reizkonkurrenz im Probe-Durchgang für das Zustandekommen von Negativem Priming gut zu erklären vermochte. Im gegenwärtigen Modell wird nicht mehr die Verknüpfung zwischen der Reizrepräsentation und den Effektoren blockiert; an die Stelle einer solchen Blockade tritt nun eine automatische Hemmung, die bereits bei der Analyse der Perzepte einsetzt und fort dauert.

Im Rahmen der neuronalen Netzwerkmodellierung von Houghton & Tipper wird Negatives Priming in erster Linie als Wirkung eines Inhibitionsmechanismus gesehen, der die interne Beschreibung des Prime-Distraktors unterdrückt. Die gemeinsame Präsenz von Ziel- und Störinformation im Prime-Durchgang führt initial zur Verarbeitung beider Reize und somit zu einer Aktivierungsanhebung ihrer jeweiligen internen Beschreibungen. Mit Einsetzen des Selektionsprozesses wird jedoch die interne Beschreibung des Zielreizes gefördert und diejenige der Störinformation unterdrückt. Ist die Reizpräsentation abgeschlossen, so sinkt die Aktivierung der internen Beschreibung des Störreizes im Sinne eines inhibitorischen Rebounds unter die Grundaktivierung. Falls nun innerhalb dieser

Rebound-Phase der Prime-Distraktor erneut – aber nun als Zielreiz – präsentiert wird, dauert es länger, die Aktivierung seiner internen Beschreibung so weit anzuheben, dass die Reaktionsschwelle überschritten wird, als dies bei einem nicht inhibierten neuartigen Reiz der Fall wäre. Bezogen auf eine typische NP-Aufgabe, in der Prime und Probe in enger zeitlicher Aufeinanderfolge präsentiert werden, würde man erwarten, dass Reaktionen auf einen Zielreiz, der eben noch als Störreiz inhibiert wurde, eine relative zeitliche Verlangsamung erfahren gegenüber neuartigen Zielreizen, deren interne Beschreibungen sich noch auf dem Niveau der Grundaktivierung befinden. Negatives Priming kann demzufolge als Instrument zur Beobachtung eines Inhibitionsprozesses angesehen werden, von dem angenommen wird, dass er ein integraler Bestandteil selektiver Aufmerksamkeit ist.

2.3.2 Theorie des episodischen Gedächtnisabrufs

Die Theorie des episodischen Gedächtnisabrufs (Neill & Valdes, 1992; Neill et al., 1992) wurde in erster Linie ins Leben gerufen, um verschiedenartige Befunde zum Zeitverlauf des Negativen Primings zu integrieren. Anhaltend große NP-Effekte bis über eine Zeitdauer von 6600 *ms* zwischen Prime und Probe berichteten Tipper et al. (1991) sowohl für eine Lokalisations- als auch für eine Identifikationsaufgabe.¹ Neill & Westberry (1987) hingegen beobachteten eine Abnahme des Negativen Primings über aufsteigende Intervalle zwischen erfolgter Reaktion im Prime und Präsentation des Probes (RSIs: 20 *ms* bis 2000 *ms*). Gleichsinnige Ergebnisse fanden Neill & Valdes (1992) sowohl in einer Aufgabe zum Buchstabenvergleich (»flanker task«) als auch in einer Lokalisationsaufgabe: Auch hier nahm der NP-Effekt über die ersten Sekunden hinweg ab, bis er schließlich nach vier Sekunden vollständig verschwunden war. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Untersuchungen von Tipper et al. (1991) und Neill et al. (1992) bestand in der Art der RSI-Variation: Während in der ersteren Untersuchung das Intervall zwischen erfolgter Prime-Reaktion und Präsentation des Probe-Trials zwischen den Versuchspersonen blockweise variierten (between subject), randomisierten letztere das RSI innerhalb der VPen (within subject).

Der Ansatz des episodischen Gedächtnisabrufs fußt auf Logans »Instance Theory of Automation« (Logan, 1988). Gemäß dieser Theorie können Reize auf zweifache Weise verarbeitet werden: entweder kontrolliert-algorithmisch, im Sinne bestimmter Kontingenzen zwischen Reiz und Reaktion oder automatisch. Im letzteren Fall löst die Präsentation eines aktuellen Reizes automatisch den Abruf der jüngsten Episode aus, die diesen Reiz mit einschloss. Die abgerufene Episode enthält Informationen (»tags«) über diesen Reiz, sowohl bzgl. seiner physikalischen Eigenschaften als auch hinsichtlich der Tatsache, ob auf ihn reagiert wurde oder nicht. Stimmt die reaktionsspezifische Information mit der aktuellen Reaktionsanforderung überein, so kann die Reaktion schnell (automatisch) ausgeführt werden. Langsame – Aufmerksamkeit erfordernde – Kontrollprozesse können umgangen werden. Darüber hinaus folgern Neill und Kollegen, dass die abgerufene Episode auch Informationen über Reize enthält, die nicht handlungsrelevant waren. Ein unbeachteter Reiz erhält dementsprechend ein »ignore-it«-Etikett. Handelt es sich bei dem aktuellen Target um den vorangegangenen Distraktor, so konfligieren bzgl. ein und desselben Reizes die aktuelle Reaktionsanforderung (»name-it«) und die »ignore-it«-Markierung dieses Reizes in der Gedächtnisepisode.

¹Ähnlich zeitstabiles Negatives Priming konnten auch Hasher et al. (1991) für »response stimulus« Intervalle (RSIs) zwischen 300 und 1700 *ms* sowie zwischen 500 und 1200 *ms* finden

Um diese Ambiguität zwischen den Labels aufzulösen benötige man Zeit, was schließlich zu der beobachteten zeitlichen Verzögerung (NP) führe.

Während im Rahmen der oben besprochenen Theorien zur Störreizhemmung die schiefe Präsentation eines Distraktor dessen (vorwärts gerichtete) Hemmung zur Folge hat, ungeachtet dessen, ob der Reiz im nachfolgenden Trial in irgendeiner Weise relevant sein wird, handelt es sich beim episodischen Abruf um einen rückwärts gerichteten mnestischen Prozess. Die Präsentation eines Störreizes (»ignore-it«) zieht dabei nur dann eine Konsequenz nach sich, wenn dieser Reiz – und damit seine Existenz als vorheriger Distraktor – im nachfolgenden Durchgang noch abgerufen werden kann. Nur dann kommt es zu einem Vergleich des abgerufenen Episoden-Labels mit der aktuellen Reaktionsanforderung und somit auch erst bei Nicht-Übereinstimmung zum NP. Unter Zuhilfenahme der »Trace Discrimination Theory« von Baddeley (1976) vermag der Ansatz des episodischen Gedächtnisabrufs die ausbleibende Abnahme des NP-Effektes in der Untersuchung von Tipper et al. (1991) zu erklären.

Neill und Mitarbeiter machten also nicht nur die über Logan (1988) hinausgehende Annahme, dass auch die nicht beachteten Reize einschließlich ihrer »do not respond«-Etiketten in die Gedächtnisepisode Eingang finden; sie vermuteten ferner, dass die mit der Untersuchung von Tipper et al. (1991) divergierenden Befunde (zeitstabiles NP vs. NP-Abnahme) mit der jeweils vorgenommenen RSI-Variation zusammenhängen. Vor dem Hintergrund ihres Ansatzes zum episodischen Gedächtnisabruf folgerten Neill et al. (1992), dass es in den Untersuchungen von Tipper et al. (1991) sowie Hasher et al. (1991) deshalb zu keiner Abnahme des NP-Effektes in Übereinstimmung mit größer werdenden RSIs kommen konnte, weil bei konstanten RSIs (langen und kurzen) die zeitliche Unterscheidbarkeit ebenfalls konstant bleibe. Nachgerade die relativen Abrufwahrscheinlichkeiten der vergangenen zur vorvergangenen Episode aber scheinen für Tipper et al. (1991) und Hasher et al. (1991) konstitutiv für ihren Befund zu sein: Und zwar insofern, als bei konstant kurzem RSI nicht die letzte Episode einen Einfluss auf die aktuelle habe, sondern mithin auch die vorletzte, wodurch die reine NP-Wirkung der vorangegangenen Episode auf die aktuelle verzerrt werde. Bei konstant langem RSI hingegen sei das verbleibende Negative Priming zwar grundsätzlich tendenziell schwächer; es unterliege jedoch keinem merklich verzerrenden Einfluss mehr durch die zeitlich noch weiter zurückliegende vorvergangene Episode.

Vor dem Hintergrund dieser Vermutungen leiteten Neill und Kollegen folgende Vorhersagen ab, bei denen die relative Abrufwahrscheinlichkeit der aufeinander folgenden Gedächtnisepisoden eine entscheidende Rolle spielt: Negatives Priming sei genau dann am stärksten zu erwarten, wenn ein langes RSI einem kurzen vorgehe. In diesem Fall sei die aktuelle Wirkung des Negativen Primings noch frisch und zudem nur wenig beeinträchtigt von verzerrenden Wirkung der weiter zurückliegenden und somit bereits verblassenden Episode. Im Gegensatz hierzu falle das Negative Priming am schwächsten aus, wenn die umgekehrte RSI-Konstellation vorliege. Mittlere Ausprägungen des Negativen Primings seien schließlich unter Anwendung der verbleibenden zwei RSI-Konstellationen zu erwarten. Neill et al. (1992) konnten nicht nur diese Hypothesen bestätigen, sondern sie fanden erneut bei randomisierter RSI-Variation eine statistisch bedeutsame Abnahme des NP-Effektes mit zunehmendem RSI. Wurden die RSIs hingegen in verschiedenen Versuchsabschnitten getrennt variiert, d.h. pro Experimentalblock konstant gehalten, so erbrachte dies ein den Untersuchungsergebnissen von Tipper et al. (1991) und Hasher et al. (1991) entsprechendes Resultatemuster, nämlich keine signifikante Abnahme des Negativen Primings bei wachsenden RSIs (von 500 ms bis

4000 *ms*).

May et al. (1995) machen zudem auf drei experimentelle Rahmenbedingungen aufmerksam, unter denen Negatives Priming bei jungen Menschen bedeutsam und bei älteren Menschen zuverlässig beobachtbar ist, und episodischer Gedächtnisabruf mithin – quasi strategisch – zum Einsatz kommt:

- Erstens, in Anordnungen mit schwieriger Zielreizidentifikation im Probe-Durchgang.
- Zweitens, in solchen Designs, in denen ein hoher Anteil von Zielreizwiederholungen enthalten ist.
- Und drittens, bei Entscheidungsaufgaben, die für die Erfassung post-lexikalischer Prozesse sensibler seien als andere Aufgaben (z.B. Benennung) .

Diese experimentellen Rahmenbedingungen vorausgesetzt, ist Negatives Priming gemäß der Schlussfolgerung von May et al. (1995, Seite 49) »primarily determined by the operation of a backward-acting episodic retrieval mechanism, which results in response code conflict, rather by a forward-acting inhibitory process«.

2.3.3 Hypothese der zeitlichen Diskrimination

Der zeitliche Diskriminationsansatz von Milliken et al. (1998) bildet insofern eine Synthese der beiden vorangegangenen Erklärungsansätze, als er jeweils zentrale Konzepte beider Ansätze (»attentional set« und automatischer Gedächtnisabruf) inkorporiert. Dabei wird dem automatischen Gedächtnisabruf gewissermaßen eine attentionale Basis gegeben. Negatives Priming sei eine emergente Konsequenz der für den Gedächtnisabruf stets notwendigen Diskriminationsprozesse. Es komme somit durch die aufmerksamkeitsspezifische Modulation des Gedächtnisabrufs zustande. Wird eine Probe-Reaktion gefordert, so entscheide das Aufmerksamkeitssystem zunächst, ob diese Reaktion bekannt ist und somit direkt aus dem Gedächtnis abgerufen werden kann. Ist dem nicht so, so muss die Reaktion zunächst stärker analytisch erlernt werden. Wird ein Probe-Target also als alt-bekannt eingestuft, so kann die Reaktion direkt aus dem Gedächtnis abgerufen werden, ohne die Notwendigkeit einer genaueren perzeptuellen Analyse. Letztere wäre dann vonnöten, wenn die Reaktion auf einen als neuartig beurteilten Reiz zu erfolgen hätte. Welcher der beiden Verarbeitungswege eingeschlagen wird, hängt von der Kategorisierung des Probe-Reizes als alt-bekannt oder neuartig ab. Im Rahmen dieses zeitlichen Diskriminationsprozesses kann es zu ambigen Situationen kommen, die schließlich die Verhaltensleistung beeinträchtigen.

Bezogen auf die klassischen Bedingungen in Untersuchungen zum Negativen Priming ergibt sich das Folgende: Im Falle eines Positiven Primings wird der aktuelle Target als alt-bekannt automatisch aus dem Gedächtnis abgerufen, wodurch es zu einer schnellen Verarbeitung des Reizes kommt. In dieser Bedingung ist die Qualität der Übereinstimmung zwischen Prime- und Probe-Target gut, und das Aufmerksamkeitssystem kann vom automatischen Abrufprozess profitieren. Schlecht hingegen ist die Übereinstimmung zwischen dem Probe-Target und den Prime-Reizen in der Kontrollbedingung. Da hier kein automatischer Abruf stattfinden kann, wird ein Orientierungssystem aktiviert, das den aktuellen Target zeitaufwendiger als neuartig kategorisiert. Im Falle des Negativen Primings ist die Qualität der Übereinstimmung zwischen dem aktuellen Target und den

vorausgegangen Reizen im Prime mittelmäßig. Die Vertrautheit des aktuellen Targets verhindert zwar zunächst, ihn als neuartig einzustufen, sie stellt aber auch eine unzureichende Grundlage dafür dar, ihn als altbekannt zu kategorisieren und somit die korrekte Reaktion auf den Probe-Target auszuführen. Demnach kann das Aufmerksamkeitssystem weder vom automatischen Gedächtnisabruf noch vom Orientierungssystem profitieren. Nach Milliken et al. (1998) ist dieses nicht-monotone Verhältnis zwischen der Qualität der Übereinstimmung und der Verarbeitungszeit eine Folge des Diskriminationsprozesses. Negatives Priming komme durch Ambiguität während dieses zeitlichen Diskriminationsprozesses zustande. Eine solche Ambiguität liege genau dann vor, wenn die opponierenden Prozesse der *temporalen Diskrimination* durch das Orientierungssystem – also dem Auffinden von Unterschieden zwischen dem aktuellen Zielreiz und der Gedächtnisrepräsentation des vorangegangenen Primes – und der *temporalen Integration* durch das automatische Abrufsystem annähernd ähnliches Gewicht bekommen.

Der zeitliche Diskriminationsansatz bildet insofern eine Synthese aus dem Reaktionsblockadeansatz von Tipper & Cranston (1985) und dem mnestischen Ansatz von Neill et al. (1992) als er zum einen die Wichtigkeit eines Sets strategischer Aufmerksamkeit anerkennt, und zum anderen die Notwendigkeit automatischer Abrufprozesse für Gedächtnisinhalte betont. Gleichwohl spielen die zur Erklärung von Negativem Priming häufig herangezogenen Konzepte wie »response blocking« und »ignore this«-Etikett keine Rolle mehr in dem Ansatz von Milliken und Kollegen. Der bedeutendste Unterschied zwischen dem Ansatz von Milliken et al. (1998) und den beiden weiter oben erläuterten Alternativerklärungen besteht darin, Negatives Priming ohne Bezug auf Selektionsprozesse im Prime-Trial zu erklären. Im Einklang mit dieser Überlegung können Milliken et al. (1998) in mehreren Experimenten Negatives Priming nachweisen, in denen im Prime-Durchgang lediglich ein Reiz präsentiert wurde, und somit keine Selektion erforderlich war. Übereinstimmend mit vorangegangenen Befunden erwies sich hingegen die Probe-Selektion als notwendige Bedingung für das Zustandekommen von Negativem Priming. Das konsistente Vorliegen des letzteren Befundes lässt es plausibel erscheinen, dass der von Milliken und Kollegen untersuchte NP-Effekt ein typischer ist und somit – gegenüber solchen Effekte aus konventionellen Prozeduren mit Prime-Selektion – keiner besonderen eigenständigen Erklärung bedarf.

2.3.4 Theorie der Merkmalsdiskrepanz

Im Vergleich zu den zwei dominierenden NP-Erklärungen – der Störreizinhibition und dem episodischen Gedächtnisabruf – sowie der erweiterten Synthese aus beiden in Gestalt des Ansatzes zur zeitlichen Diskrimination handelt es sich bei der Merkmalsdiskrepanz-Theorie von Park & Kanwisher (1994) um eine reine Wahrnehmungstheorie, die sich im Wesentlichen auf zwei experimentelle Demonstrationen stützt, und die ausschließlich für räumliches Negatives Priming Geltungsanspruch besitzt. Park & Kanwisher (1994) konnten zum einen zeigen, dass die schiere Merkmalsdiskrepanz zweier nachfolgend an derselben räumlichen Position präsentierter Reizen ausreichen kann, um Negatives Priming zu erzeugen.² Zum anderen fanden die Forscher Positives Priming, wenn ein

²In einer ähnlichen Anordnung wie Tipper et al. (1990) fanden Park & Kanwisher (1994, Experiment 1) Negatives Priming selbst dann, wenn im Prime-Trial keine Selektion des Zielreizes ›O‹ gegenüber dem Distraktor ›X‹ gefordert war; d.h. Negatives Priming trat auch dann auf, wenn im Prime lediglich zwei Störreize gezeigt wurden, auf die nicht reagiert werden musste, der nachfolgende Target aber an der räumlichen Position einer dieser beiden Distraktor erschien.

Probe-Target an derselben räumlichen Position erschien wie der vorangegangene Prime-Distraktor und beide zudem in ihren Merkmalen übereinstimmten. Dies realisierten Park & Kanwisher (1994, Experiment 4) in derselben experimentellen Anordnung wie in Experiment 1 durch einen Instruktionwechsel vom Prime- zum Probe-Trial: War im Prime-Trial noch auf das ›X‹ als Zielreiz zu reagieren, so wechselte die Instruktion im Probe dahingehend, dass nun das ›O‹ als Zielreiz zu beachten war. Stark vereinfacht gesprochen, verstehen Park & Kanwisher (1994) räumliches Negatives Priming im Sinne von Kosten, die aus der konfigrierenden Aufeinanderfolge von Merkmalsverknüpfungen zwischen Objekt und Position resultieren. Derartige Verknüpfungen fänden bei Wahrnehmungsvorgängen automatisch statt und blieben eine gewisse Weile als temporäre Gedächtnisspur präsent. Wird beispielsweise im Prime das Zielreizmerkmal ›X‹ mit dem Positionsmerkmal ›rechts oben‹ verknüpft, so würde dies im Probe genau dann zu einem Konflikt führen, wenn dort das Zielreizmerkmal ›O‹ mit dem Positionsmerkmal ›rechts oben‹ kombiniert vorläge. In gewisser Weise ähneln diese Überlegungen denjenigen von Neill und Kollegen, wiewohl letztere anstelle einzelner diskreter Perzepte den Abruf ganzer Gedächtnisepisodes (Reizfelder) thematisieren.

Eine Modifikation der Theorie der Merkmalsdiskrepanz von Park & Kanwisher (1994) wurde jüngst von MacDonald & Joordens (2000) vorgelegt. Der sog. »selection-feature mismatch« Ansatz wurde von MacDonald und Kollegen v.a. zur Erklärung von Befunden zum Negativen Priming in Aufgaben mit relationalem Reaktionskriterium propagiert. Diese Erklärung erweitert den Merkmalsdiskrepanz-Ansatz von Park & Kanwisher insofern, als er zusätzlich die Diskrepanz der Selektionsmerkmale bei aufeinander folgenden Reizen betont. Nach MacDonald & Joordens (2000) werde durch den Wechsel des relativen Größenstatus des wiederholten Reizes von Prime- (MOUSE ist *kleiner* als GOAT) zum Probe-Trial (MOUSE ist *größer* als FLEA) eine semantische Diskrepanz erzeugt, die ihrerseits zu Einbußen in den Verhaltensmaßen (RZs und Fehler) führe und somit Negatives Priming verursache.

Fasst man die Überlegungen der unterschiedlichen Ansätze zur Erklärung des exogenen Negative Primings zusammen, so wird deutlich, dass keine der Theorien für sämtliche Befunde Geltung beanspruchen darf. Der kleinste Geltungsbereich – und zwar ausschließlich für das räumliche Negative Priming – kommt hierbei sicherlich der Theorie der Merkmalsdiskrepanz von Park & Kanwisher (1994) zu. Ein wenig anders verhält es sich jedoch mit der Modifikation durch MacDonald & Joordens (2000). Während ursprünglich nur Diskrepanz der reinen Reizmerkmale berücksichtigt wurden, ziehen MacDonald und Kollegen nun zusätzlich gewisse Selektionsmerkmale in Betracht. Die Einführung eines semantischen Diskrepanzkriteriums erscheint besonders im Hinblick auf das neuartige Design von MacDonald und Kollegen plausibel. Die aufgrund des relationalen Reaktionskriteriums geforderte tiefe semantische Verarbeitung mag sehr wohl erklären, warum derart starke Effekte beobachtet wurden. Gleichwohl existiert in nahezu keiner der klassischen Anordnungen eine relationale Reaktionsanforderungen, so dass sich der Ansatz von MacDonald und Kollegen nur schlecht auf diese übertragen lässt – es sei denn, man würde aufgrund der schieren Tatsache, dass ein Reiz im Prime als Distraktor und im Probe als Target verarbeitet wird, eine semantische Diskrepanz behaupten wollen. In diesem Fall könnten sich die Vertreter dieses Ansatzes wohl kaum des Vorwurfs der Zirkularität entziehen.

Eine endgültige Entscheidung zwischen den beiden prominentesten NP-Erklärungen scheint derzeit nicht möglich. Es spricht Einiges dafür, der neuronale Netzwerkmodellierung von Houghton und Kollegen (Houghton & Tipper, 1994, Houghton & Tipper, 1996 sowie Houghton et al., 1996) das

Primat einzuräumen: Keine der alternativen Theorien kann sich in Hinblick auf die Detailliertheit der theoretischen Ausarbeitung sowie der weitreichenden empirischen Prüfbarkeit – insbesondere auch der daraus ableitbaren neurophysiologischen Hypothesen – mit dem Ansatz von Houghton und Kollegen aufnehmen. Darüberhinaus besitzt die neuronale Netzwerktheorie selbst bereits einen enormen empirischen Gehalt. Nachgerade der Versuch, neurologische Konzepte in die Theoriebildung einzubeziehen, dürfte besonders förderlich sein für eine gegenseitige Befruchtung von experimenteller Psychologie und medizinisch-naturwissenschaftlicher Forschung im Hinblick auf die derzeit florierenden kognitiven Neurowissenschaften. Wie bereits erwähnt, vermag aber auch dieser Ansatz nicht die Fülle aller Befunde zum exogenen Negativen Priming zu erklären. So darf man mit May et al. (1995) vermuten, dass unter speziellen experimentellen Rahmenbedingungen der Einsatz eines episodischen Gedächtnisabrufs im Sinne von Neill und Kollegen (Neill & Valdes, 1992; Neill et al., 1992) strategisch hinzutritt. Dies gilt vor allem dann, wenn der Zielreiz sich entweder häufig wiederholt, oder im Probe schwierig zu identifizieren ist. Möglicherweise wird der Gedächtnisabruf auch dann zusätzlich eingeschaltet, wenn die geforderte Entscheidung stärker von post-lexikalischen Prozessen abhängt. Ein gewichtiges Gegenargument zu dieser letzten Möglichkeit bilden jedoch die Beobachtungen zum semantischen Negativen Priming im Rahmen der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität. Weiss man doch nicht so recht, wie ein »do-not-respond«-Etikett im Fall einer explizit nicht gegebenen, gleichwohl aber initial mitaktivierten kontextuell inadäquaten Homonymbedeutung auszusehen hätte. Der Ansatz von Milliken et al. (1998) ist in Anbetracht eines Vergleichs der Geltungsansprüche der beiden prominenten Ansätze keine wirkliche Hilfe, da er ja selbst eine Synthese aus der inhibitorischen und der mnestischen Erklärung darstellt. Die zukünftige Forschung wird weiter klären müssen, unter welchen Bedingungen die Inhibition ohne die mnestischen Anteile des episodischen Gedächtnisabrufs auskommt, und wann diese eventuell zwingend hinzutreten müssen.

Kapitel 3

Semantisches Priming und lexikalische Ambiguität

Im letzten Kapitel ging es vornehmlich um räumliche und identitätsspezifische Varianten des sog. *exogenen* Negativen Primings. Die Bezeichnung »exogen« gibt hierbei an, dass beide Reizquellen (Stör- und Zielreiz) in der jeweiligen sensorischen Domäne (visuell, auditiv, taktil, etc.) manifest vorhanden sind. Im räumlichen Fall bildet die Position des Zielreizes die räumliche Zielinformation, während die Position des Störreizes die räumliche Störinformation liefert. Im identitätsspezifischen Fall entspricht zum Beispiel beiden Informationen jeweils der explizite Wert zweier gleichzeitig vorhandener Zahlen. In Abhebung hiervon spricht man von *endogenem* Negativen Priming, wenn die Störreizinformation nicht explizit gegeben ist, sondern lediglich latent existiert. Dementsprechend ist diese latente Information auch nicht mehr physikalischer, sondern semantischer Natur – weswegen man auch von semantischem Negativem Priming sprechen kann, wiewohl nicht jede Form des semantischen Negativen Primings zugleich auch eine endogene sein muss. Endogenes Negatives Priming lässt sich vor allem in Zusammenhang mit der Resolution lexikalischer Ambiguität beobachten. Trifft man beispielsweise auf ein Homonym in einem Satz, so entscheidet im wesentlichen der Kontext darüber, welche Bedeutung des Homonyms in diesem Fall die adäquate ist. Führende Erklärungsmodelle zur Auflösung von lexikalischer Ambiguität teilen hierbei in zunehmendem Maße die Annahme, dass mit der Präsentation eines Homonyms initial sämtliche Bedeutungsfelder voraktiviert werden. Um die kontextuell adäquate Bedeutung zu selektieren werden neben aktivierenden auch inhibierende Mechanismen postuliert. Wird schließlich ein Testwort präsentiert, das zur gebahnten Homonymbedeutung diskordant ist, jedoch zu einer der Alternativbedeutung passt, so kann man – analog zum exogenen Negativen Priming – anhand der Performanzeinbußen auf dieses Testwort Rückschlüsse auf inhibitorische Verarbeitung ziehen.

Der folgende Abschnitt geht zunächst kurz auf die Rolle des Kontextes im Zuge der Bedeutungsselektion beim Vorliegen von Homonymie ein. Daran anschließend wird ausführlich auf theoretische und empirische Aspekte der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität im Rahmen von Priming-Paradigmen eingegangen. Beendet wird dieses Kapitel schließlich mit der Darstellung eines Paradigmas zur Erfassung von endogenen Negativen Primings, bei dem eine semantische Satzverifikation erfordert wird. Das dort dargestellte Paradigma wird hernach die experimentelle Grundlage der Untersuchungen 2 und 3 im empirischen Teil der vorliegenden Arbeit bilden.

3.1 Kontextabhängigkeit und lexikalischer Zugriff

Das Problem der lexikalischen Ambiguität¹ hat mittlerweile eine kaum mehr überschaubare Literaturmenge entstehen lassen. In den Anfängen der Auseinandersetzung mit diesem Thema standen Fragen im Mittelpunkt des Interesses, die sich auf das Ausmaß richteten, in welchem semantische Repräsentationen höherer Ebenen wie z.B. solche, die aus der Verarbeitung eines Satzes entstehen, die Aktivität niederer Prozessebenen (z.B. die Identifikation eines Wortes) beeinflusst. Heutzutage drehen sich die Forschungsfragen vielmehr darum, welchen Einfluss das Wesen des Kontextes und die personelle Interaktion mit diesem auf die Sprachverarbeitung haben.

Zur Erklärung der Verarbeitung ambiguer Wörter haben sich im Laufe der Zeit verschiedene Modelle herauskristallisiert (vgl. hierzu auch Simpson, 1984; Gorfein, 1989), die sich grob in drei breite theoretische Klassen einteilen lassen:

- *Kontext-abhängige* Modelle des *selektiven Zugriffs* postulieren, dass bei der Präsentation eines Homonyms lediglich die kontext-adäquate Bedeutung im Gedächtnis aktiviert werde (Schvaneveldt et al., 1976).
- Entsprechend spielt der Kontext keine Rolle in sog. *kontext-unabhängigen* Modellen, denen zufolge der Zugriff auf Bedeutungen z.B. in Abhängigkeit von der relativen Worthäufigkeit konstruiert wird (Hogaboam & Perfetti, 1975).
- Modelle des *multiplen Zugriffs* (auch exhaustive Modelle genannt) gehen schließlich davon aus, dass stets sämtliche Bedeutungen eines Homonyms voraktiviert werden, sobald ein solches Wort angetroffen wird, und zwar ohne Bezug auf den Kontext oder die Bedeutungshäufigkeit. Erst danach erfolge die Selektion der kontext-adäquaten Bedeutung (Onifer & Swinney, 1981).

Methodisch lassen sich die Untersuchungen lexikalischer Ambiguität im wesentlichen in drei Klassen einteilen: a) In Aufgaben zur Verarbeitungskomplexität, b) Ambiguitäts-Entdeckungsaufgaben und c) Priming-Anordnungen.

Bei Aufgaben zur Verarbeitungskomplexität soll die Aktivierung einer oder mehrerer Bedeutungen aufgrund eines Vergleiches zwischen Sätzen, die ein Homonym enthalten, und nicht-ambigen Kontrollsätzen erschlossen werden. Realisieren lässt sich dieser Vergleich unter anderem im Rahmen von Satzvervollständigungen, der Wiedergabe von rasch präsentierten Sätzen oder Techniken zur Erfassung von Augenbewegungen. Sätze, die ein ambigues Wort enthalten, ziehen in der Regel schlechtere Leistung nach sich. Solche Leistungseinbußen treten aufgrund der zusätzlichen Verarbeitungsanforderung auf, die aus der Notwendigkeit resultiert, eine einzelne Bedeutung zu selektieren, wenn die Ambiguität bereits zur Aktivierung mehrerer geführt hat (z.B. Duffy et al., 1988).

Verwendet man die Methode der Ambiguitätsentdeckung, so kann man den Probanden beispielsweise einen Satz präsentieren, der mit einem Homonym endet, und die Probanden schnellstmöglich

¹Lexikalische Ambiguität bezeichnet Mehrdeutigkeit auf der Wortebene, wobei die unterschiedlichen Bedeutungen des homonymen Wortes hinsichtlich ihres etymologischen Ursprungs unterschiedlich verwurzelt sind. Im Gegensatz dazu haben die verschiedenen Bedeutungen im Falle der Polysemie eine gemeinsame sprachgeschichtliche Herkunft. Die beiden Formen von Mehrdeutigkeit sollen zudem in unterschiedlicher Weise repräsentiert sein: Während die unterschiedlichen Bedeutungen von Homonymen als separat repräsentiert erachtet werden, herrscht bzgl. der multiplen Bedeutungen von Polysemen noch Uneinigkeit.

eine Entscheidung darüber fällen lassen, ob das Homonym eine weitere Bedeutung hat. Neill et al. (1988) konnten zeigen, dass Probanden ein Wort schneller als ambigie identifizieren, wenn der Satzkontext in Richtung der niederfrequenten Homonymbedeutung weist.

In jüngster Zeit haben vor allem Priming-Untersuchungen das Gros der Ambiguitätsstudien gestellt. Bei dieser Methode wird dem Probanden entweder visuell oder akustisch ein Satz dargeboten, der ein ambigues Wort enthält. Daraufhin soll der Proband möglichst schnell eine lexikalische Entscheidung hinsichtlich eines Zielwortes treffen oder dieses Zielwort benennen. Dieses Zielwort selbst bezieht sich entweder auf das ein oder andere Bedeutungsfeld des Homonyms oder ist gänzlich semantisch unverwandt. Geht man einfachheitshalber von den zwei vordringlichen Bedeutungsfeldern eines Homonyms aus, dann lassen sich die folgenden Bahnungsformen im Hinblick auf die Polarität der Bedeutungsfelder konstruieren:

- (a) *Die Männer trafen sich bei der Bank.* (ambigie gebahnt)
- (b) *Der Gärtner wartete an der Bank.* (schwach gebahnt, subdominant)
- (c) *Die Geschäftsleute warteten bei der Bank.* (schwach gebahnt, dominant)
- (d) *Der Landstreicher setzte sich auf die Bank.* (stark gebahnt, subdominant)
- (e) *Er eröffnete ein Konto bei der Bank.* (stark gebahnt, dominant)

Simpson (1981) untersuchte systematisch die Bedeutungsdominanz solcher Sätze und erhielt dabei das folgende Aktivierungsmuster. Ambigie gebahnte Sätze führten lediglich bei dominanten Zielwörtern zu Reaktionserleichterungen, stark gebahnte Sätze führten zu Aktivierungen der kontextadäquaten Bedeutung. Häufigkeit und Kontext hatten Einfluss auf schwach gebahnte Sätze: Wurde in die dominante Richtung gebahnt, so wurde die Reaktion auf diese Bedeutung erleichtert; konfligierten hingegen Häufigkeit und Kontext i.S. einer schwachen Bahnung in Richtung der subdominanten Bedeutung, so wurden beide Bedeutungen aktiviert.²

In Anbetracht der zahlreichen diskrepanten Resultate unter Verwendung verschiedenster methodischer Herangehensweisen (wie z.B. Priming, Ambiguitätsaufdeckung, Augenbewegungsuntersuchungen) sieht sich Simpson (1994) in seiner Übersichtsarbeit »Context and Ambiguity« nicht veranlasst sein früheres Resümee (Simpson, 1984) bzgl. des Erklärungsgehaltes der verschiedenen Ansätze zu modifizieren: Am vernünftigsten erscheint es ihm nach wie vor, ein System zu postulieren, »whereby all meanings are activated, but with the degree of activation being sensitive to influence by the relative frequencies of the meanings and by the context in which the ambiguous word occurs« (S. 367).

3.2 Ambiguitätsresolution und endogenes Negatives Priming

Die kontextgeleitete Resolution lexikalischer Ambiguität wird in Übersichtsarbeiten zu Inhibitionsphänomenen in unterschiedlichem Ausmaß mit einer endogenen Form des Negativen Primings

²In der vorliegenden Untersuchung wurde ausschließlich das subdominante Wortfeld gebahnt, und zwar tendenziell eher stark.

gleichgesetzt (z.B. Neill et al., 1995; Arbuthnott, 1995; Simpson & Kang, 1994). Sowohl im Rahmen der Ambiguitätsresolution als auch beim Negativen Priming wird Inhibition als Selektionsmechanismus gefasst, der die Auswahl von Zielinformation (Reizort, Identität, Bedeutung) in Gegenwart konkurrierender Störreizinformation unterstützt. Während in Anordnungen zum Negativen Priming Ziel- und Störreizinformation von separaten relevanten und irrelevanten Reizen beigesteuert werden, liegt bei der lexikalischen Disambiguierung lediglich ein relevanter Reiz vor, der beide Formen von Information in sich birgt. Im diesem Sinne führt die Wahrnehmung eines ambigen Wortes nicht nur zur Aktivierung der Zielinformation, sondern auch (endogen) zur Aktivierung der kontextuell inadäquaten Bedeutung, also der Störinformation. Mit Hilfe von Inhibition der kontextuell irrelevanten Information einerseits und Mehraktivierung der kontextuell relevanten Information andererseits werden die Aktivitätsmuster der beiden isoliert, wodurch schließlich die Selektion der stärker aktivierten kontextuell adäquaten Bedeutung möglich wird. Selektion erfolgt hierbei nach semantischen Kriterien. Verglichen mit Polysemen stehen die einzelnen Homonymbedeutungen meist in keinem semantischen Verhältnis zueinander. Dies macht die Annahme einer Aktivationsausbreitung von einer Bedeutung auf die anderen unwahrscheinlich. Vielmehr scheint es so zu sein, dass das Homonym sowohl die Ziel- als auch die Störinformation parallel aktiviert.

Bei der Untersuchung lexikalischer Ambiguität anhand von Priming-Paradigmen kommen im Wesentlichen zwei Varianten zum Einsatz: Die am häufigsten zur Anwendung kommende ist das (meist modalitätsübergreifende) Satz-Priming. Hierbei sollen akustisch oder visuell dargebotene Sätze, die ein ambigues Wort enthalten, einfach gehört oder gelesen werden. Durch den Satzkontext wird dabei die ein oder andere Bedeutung des Homonyms als relevante Bedeutung nahe gelegt. Im Anschluss an den Satz wird nach unterschiedlichem Zeitabstand ein Zielwort visuell präsentiert, auf das eine Reaktion erfolgen soll. Dieses Zielwort kann mit der nahegelegten Bedeutung des mehrdeutigen Wortes semantisch konsistent oder inkonsistent sein, oder aber in keinem Zusammenhang mit der gebahnten Bedeutung stehen. Ein alternatives Vorgehen zum Satz-Priming ist das Wort-Priming, wobei üblicherweise nacheinander drei Wörter präsentiert werden, von denen das zeitlich mittlere ein Homonym ist und die beiden anderen in irgendeiner bedeutungsvollen Weise mit diesem Wort in Beziehung stehen. Im Falle einer konkordanten Versuchsbedingung wären das erste und dritte Wort mit demselben Bedeutungsfeld des Homonyms konsistent; im diskordanten Falle wären beide Wörter mit unterschiedlichen Bedeutungen des dazwischen dargebotenen Homonyms assoziiert. Als Verhaltensreaktionen werden zumeist lexikalische Entscheidungen oder bloße Benennung gefordert. Bei Satz-Priming wird mitunter auch eine Verifikation bzgl. der semantischen Passung zwischen Zielwort und vorangegangenem Kontext verlangt (siehe hierzu auch Abschnitt 3.3, S. 36), was zum einen eine tiefere Verarbeitung von Satz und Zielwort erfordert, und zum anderen auch den Vorteil bietet, anhand der Richtigkeit der Reaktionen die Einhaltung der Aufgabeninstruktion zu prüfen.

Primingstudien zur lexikalischen Disambiguierung konnten zeigen, dass Reaktionen auf Zielworte bei kurzem Inter-Stimulus-Intervall (ISI) zwischen Homonym und Zielwort beschleunigt sind, ungeachtet dessen, ob das Zielwort kontextuell adäquat oder inadäquat ist (Gernsbacher et al., 1990; Till et al., 1988; Lucas, 1987; Seidenberg et al., 1982; Onifer & Swinney, 1981; Tanenhaus et al., 1979; Swinney, 1979; Conrad, 1974). Dies legt die Vermutung nahe, dass in dieser frühen Phase nach der Präsentation des Homonyms beide Bedeutungen voraktiviert sind. Im Vergleich dazu fand sich bei längeren Intervallen zwischen Homonym und Zielwort nurmehr eine Bahnung

der kontextadäquaten Bedeutung, im Sinne einer ausschließlichen Reaktionserleichterung im Falle konkordanter Zielwörter. Für Zielwörter, die mit der nicht gebahnten Wortbedeutung assoziiert waren, fand sich gegenüber gänzlich unverwandten Wörtern entweder kein bedeutsamer Unterschied (Till et al., 1988; Seidenberg et al., 1982; Swinney, 1979; Tanenhaus et al., 1979; Schvaneveldt et al., 1976) oder sogar verzögerte Reaktionen (Simpson & Kang, 1994; Lucas, 1987; Marcel, 1980). Zur Erklärung des nicht vorhandenen Unterschieds zwischen inkongruenten und unverwandten Zielwörtern wurde gerne auf passive Zerfallsprozesse zurückgegriffen. Diese Erklärung bekommt jedoch Schwierigkeiten, wenn die Reaktionen auf assoziierte, zum aktuellen Kontext aber inkongruente Zielwörter verzögert sind. Eine solche Verlangsamung der Reaktionen scheint vielmehr die schlechtere Verfügbarkeit der kontextuell inadäquaten Bedeutung infolge inhibitorischer Unterdrückung widerzuspiegeln.

In frühen Versionen der Theorie des multiplen Zugriffs wurde angenommen, dass sämtliche Bedeutungen eines mehrdeutigen Wortes initial gleichermaßen aktiviert werden. Die kontextuell gegebene Information diene lediglich dazu, zwischen diesen bereits gleichmäßig aktivierten Bedeutungen zu selektieren. In jüngeren Ansätzen reift jedoch zunehmend die Überzeugung, dass diese Annahme zu stark simplifiziert und somit nurmehr bedingt haltbar ist (Tabossi & Zardon, 1993; Neill, 1989; Simpson, 1994). Diese Ansätze legen nahe, dass ein komplexeres Bild gezeichnet werden müsse, welches zwei kritische Determinanten mit berücksichtigt, die bereits die initiale Aktivierung der verschiedenen Bedeutung beeinflussen können: Zum einen ist dies das jeweilige Vertrautheitsgefälle der Homonymbedeutungen (Polarität), und zum anderen der Kontext selbst als unabhängige Variable. Mit Homonympolarität bezeichnet man für gewöhnlich das Vertrautheitsgefälle der multiplen Bedeutungsfelder, welches meist über Assoziationsstudien ermittelt wird.³ In solchen Studien wird die Häufigkeit ermittelt, mit der die einzelnen Bedeutungsfelder eines Homonyms mit diesem assoziiert werden. Die relative Wahrscheinlichkeit der einzelnen Bedeutungsschattierungen spiegelt sodann den Vertrautheitsgradienten des jeweiligen Homonyms wider. Derartige Erhebungen konnten den augenscheinlichen Eindruck bestätigen, dass sich die Bedeutungen von Homonymen hinsichtlich ihrer Vertrautheit mehr (=balanciert) oder weniger (=polarisiert) gleichen können.

In empirischen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die Polarität von Homonymen einen differentiellen Einfluss auf den Aktivierungsverlauf der unterschiedlichen Bedeutungsfelder eines Homonyms hat. Unter Verwendung von ISIs unterschiedlicher Länge zwischen Homonym und Testwort konnte gezeigt werden, dass eine lexikalische Entscheidungen in Bezug auf ein visuell dargebotenes Wort schneller erfolgt, wenn dieses Wort mit der dominanten Bedeutung eines polarisierten Homonyms assoziiert ist. Im Vergleich zu dominant assoziierten Wörtern konnte ein derartiger Primingeffekt für Wörter, die mit der subordinierten Bedeutung des Homonyms assoziierte waren, nur für mittlere Inter-Stimulus-Intervalle (300 ms) beobachtet werden. Bei sehr kurzen (16 ms) wie bei langen ISIs (750 ms) konnte keine Reaktionsbeschleunigung für Wörter gefunden werden, die mit der subdominanten Bedeutung polarisierter Homonyme assoziiert waren (Simpson & Burgess, 1985; Simpson & Krueger, 1991). Diese Befunde zeigen, dass der Grad der Vertrautheit einer Homonymbedeutung deren generelle Verfügbarkeit vermittelt über das Aktivationsniveau moduliert (Gorfein & Bubka, 1989).

Neben der Homonympolarität kann beim Satz-Priming-Paradigma auch der Kontext einen Ein-

³Die den in der vorliegenden Arbeit verwendeten Homonymen zugrundeliegenden Polaritäten verdanken sich einer solchen von Frau Dorit Wenke durchgeführten Erhebung (Wenke, 1998).

fluss auf die initiale Aktivierung der alternativen Homonymbedeutungen haben. Wie beim Satz-Priming besteht auch beim Wort-Priming sowohl in der konkordanten wie auch in der diskordanten Bedingung erklärtermaßen eine semantische Assoziation zwischen Homonym-Prime und Testwort. Gleichwohl lässt sich dieser Zusammenhang in Anordnungen zum Satz-Priming in weitaus variabler Weise gestalten. Beispielhaft sei dies noch einmal anhand der Sätze aus Abschnitt 3.1, ab Seite 30 illustriert: Während Satz a) einen neutralen Kontext liefert, der für beide Homonymbedeutungen Raum lässt, wird der interpretative Freiraum bereits durch Satz b) ein wenig eingeengt. Satz d) sorgt schließlich für eine starke Bahnung des subdominanten Wortfeldes. Hierbei wird deutlich, dass das Vorliegen mit dem Homonym assoziierter Wörter im Satzkontext in unterschiedlichem Ausmaß die Bedeutungsfelder des Homonyms nahe legen kann. Im Deutschen kommt hierbei v.a. dem Verb eine entscheidende disambiguierende Rolle zu. Empirischen Niederschlag fanden diese Überlegungen in einer Untersuchung von Seidenberg et al. (1982) unter Verwendung balancierter Homonyme. Bei unmittelbarer Aufeinanderfolge von Satz und Zielwort konnten sie für inkongruente Zielwörter keine Reaktionserleichterung – gegenüber gänzlich unverwandten Zielwörtern – beobachten, wenn der Satzkontext ein mit der gebahnten Homonymbedeutung assoziiertes Wort enthielt. War hingegen kein mit der gebahnten Homonymbedeutung assoziiertes Wort im Satzkontext enthalten, so zeigte sich bei unmittelbarer Aufeinanderfolge von Homonym und Zielwort das gemäß der Theorie des multiplen Zugriffs typische Reaktionszeitmuster, nämlich Reaktionsbeschleunigung für kongruente wie inkongruente Zielwörter gegenüber unverwandten Zielwörtern. Bei größeren Satz-Testwort-Intervallen fanden sich Reaktionserleichterungen nur mehr für kongruente Zielwörter. Nach Seidenberg und Kollegen rufen die mit der gebahnten Homonymbedeutung assoziierten Kontextwörter eine Aktivationsausbreitung (Collins & Loftus, 1975) im semantischen Lexikon hervor, wodurch das Aktivationsniveau der einzelnen Homonymbedeutungen in Abhängigkeit von der Assoziationsstärke zwischen Kontextwort und Homonymbedeutung bereits initial als verändert angenommen wird.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Modelle des multiplen Zugriffs derzeit wohl am besten in der Lage ist, die an der Disambiguierung von Homonymen beteiligten Prozesse zu erklären. Die breiteste empirische Basis besitzt dabei eine solche Variante des Ansatzes, die zusätzlich zum Einfluss der Homonympolarität auch den unterschiedlichen Grad der kontextuellen Bahnung berücksichtigt. Jedenfalls deutet einiges daraufhin, dass sämtliche Bedeutungsfelder eines Homonyms in Abhängigkeit des Vertrautheitsgrades sowie des Ausmaßes an kontextueller Bahnung eine initiale Voraktivierung erfahren. Damit aber ein Aktivationsunterschied zwischen den konkurrierenden Bedeutungen erzeugt werden kann, der letzten Endes die kontextadäquate Interpretation des Gelesenen oder Gehörten ermöglicht, ist es notwendig, dass ein zweiter hemmender Kontrollprozess hinzutritt, der die jeweils kontextuell irrelevante Bedeutung inhibiert. Diese Vorstellungen weist eine deutliche Nähe zum exogenen Negativen Priming auf, insbesondere vor dem Hintergrund der verschiedentlich beobachteten Reaktionszeitverzögerung auf kontextuell inkongruente Zielwörter bei mittleren Inter-Stimulus-Intervallen.

In einigen Untersuchungen zum Negativen Priming konnte gezeigt werden, dass das Ausmaß an Interferenz zwischen Ziel- und Störreiz im Prime-Trial einen positiven Zusammenhang mit dem Inhibitionsausmaß aufweist. Erhöht man beispielsweise die Anzahl der Störreize, oder erzwingt man eine tiefere Verarbeitung von Ziel- und Störreizen, so führt dies in aller Regel zu einer größeren Aktivierung der Störreize, was häufig auch die Schwierigkeit der Zielreizselektion, und damit

verbunden, das Ausmaß der beobachteten Inhibition erhöht. Nach Houghton & Tipper (1994) entscheidet bereits das differentielle Aktivationsausmaß der Perzepte im Wahrnehmungsfeld über die relative Stärke der Objektrepräsentationen im Vergleichsfeld. Dementsprechend führt eine starke Aktivierung des Störreizes zu einem entsprechend starken inhibitorischen Ungleichgewicht, welches seinerseits verantwortlich ist für das Ausmaß des inhibitorischen Rebounds (vergleiche hierzu die Abbildung 2.3, S. 20). In Anbetracht von Aktivationsobergrenzen muss – wie weiter oben bereits beschrieben – Inhibition als ein ergänzender Mechanismus zu demjenigen der reinen Mehraktivierung hinzukommen. Gleichwohl kann Mehraktivierung aber vermutlich niemals gänzlich ausgeschlossen werden, da die Entscheidung darüber, wann die maximale Aktivierung einer Objektrepräsentanz erreicht ist, kaum endgültig getroffen werden kann. Die zusätzliche Postulierung inhibitorischer Prozesse scheint aber besonders in jenen Fällen nahe zu liegen, in denen Stör- und Zielreiz bereits sehr hohe Aktivierungsniveaus erreicht haben.

In Analogie zum Negativen Priming wurden diese Überlegungen v.a. von Autoren sog. integrativer Ansätze auch auf die Resolution lexikalischer Ambiguität übertragen. Erwähnenswert ist diesbezüglich vor allem das *Aktivations-Suppressions-Modell* von Neill (1989). In diesem Modell werden zwei Stufen der kontextgeleiteten Homonymverarbeitung postuliert: In Entsprechung zum Modell des *exhaustiven Zugriffs* komme es auf der ersten Stufe zur automatischen Aktivierung beider Homonymbedeutungen mit leichter Verzögerung der nicht-dominanten Bedeutung (Simpson & Burgess, 1985; Neill et al., 1988). Hierdurch wird zumindest teilweise auch der Vorstellung des *abgestuften Zugriffs* (Hogaboam & Perfetti, 1975) durch die Annahme einer relativen Abruferleichterung zugunsten dominanter Homonymbedeutungen gegenüber nicht-dominanten Assoziationen Rechnung getragen. Im Sinne einer Modifikation des *kontextabhängigen Zugriffs* komme es schließlich auf einer zweiten Stufe unter dem Einfluss bewusstseinsgesteuerter Prozesse zu einer kontextgeleiteten Unterdrückung der inkongruenten Homonymbedeutung.⁴ Ein weiteres integratives Modell jüngeren Datums findet sich bei Twilley & Dixon (2000) (vgl. aber auch Dixon & Twilley, 1999).

Im Vergleich zum klassischen exogenen Negativen Priming existieren beim diesem sog. endogenen Negativen Priming im Falle ambiguer Wörter keine externen Störreize. Stattdessen hängt die Selektionsschwierigkeit einzig von den Aktivierungszuständen der verschiedenen Bedeutungsfelder des Homonyms ab. Es lassen sich zumindest zwei Fälle konstruieren, in denen dabei einem Inhibitionsprozess eine wesentlich funktionale Rolle als Selektionsmechanismus zukommt, weil reine Mehraktivierung für die Herstellung der benötigten Aktivationsdifferenz kaum mehr ausreichen dürfte: Dies ist zum einen der Fall, wenn beide semantische Repräsentanzen bereits sehr hoch oder annähernd maximal aktiviert sind; und zum anderen, wenn das subdominante Wortfeld gebahnt wird – bei gleichzeitig steilem Vertrautheitsgradienten der Bedeutungsfelder. In beiden Fällen darf eine hohe Selektionsschwierigkeit angenommen werden. In einer Untersuchung von Simpson & Kang (1994) sollten Versuchspersonen in zwei zeitlich nicht unmittelbar aufeinander folgenden Durchgän-

⁴Nachgerade bemerkenswert erscheint, dass Neill (1989) endogenes Negatives Priming als einen Indikator inhibitorischer Prozesses konzipiert, während er im Rahmen seiner einflussreichen Theorie des episodischen Gedächtnisabrufs (Neill & Valdes, 1992) – die eine wesentliche Alternative zum Tipperschen Inhibitionsmodell darstellt – eher mnestische Prozesse für das Zustandekommen von exogenem Negativem Priming verantwortlich erachtet. Ein Transfer der zur Erklärung des exogenen Negativen Primings postulierten »response«-Etiketten auf die Interpretation des endogenen Negativen Primings scheint wahrscheinlich schon deshalb nicht in Betracht zu kommen, weil kaum plausibel gemacht werden kann wie die Vergabe der mnestischen Etiketten in einem solchen Fall vorzustellen ist, in dem die kontextuell inadäquate Homonymbedeutung überhaupt nicht Bestandteil der Gedächtnisepisode ist.

gen (Prime und Probe) Testwörter benennen, die nach einem polarisierten Homonym dargeboten wurden. Die Testwörter waren dabei entweder in beiden Durchgängen mit derselben Homonymbedeutung oder mit unterschiedlichen Bedeutungsfeldern semantisch assoziiert. Als Kontrollbedingung dienten Testwörter, die in keinem der beiden Durchgänge eine semantische Assoziation mit dem Prime-Homonym aufwiesen. Während sich die Benennungslatenzen für gleichgerichtet assoziierte Testwörter im Prime- wie im Probe-Durchgang gegenüber denen der Kontrollbedingung nicht nennenswert unterschieden, zeigten sich im Falle der von Prime zu Probe alternativ assoziierten Testwörter signifikant verlangsamte Benennungen – und zwar gleichsam hinsichtlich des dominanten wie des subdominanten Bedeutungsfeldes. Da im Prime-Durchgang bereits eine der beiden Homonymbedeutungen selektiert wurde, darf mit den Autoren angenommen werden, dass dieses Bedeutungsfeld eine starke Aktivierung erfahren hat. Die im Probe-Durchgang für dominant wie subdominant assoziierte Testwörter beobachtete Reaktionszeitverzögerung könnte demgemäß eine spezifisch auf die jeweilige Alternativbedeutung bezogene Hemmung widerspiegeln, die vor dem Hintergrund jeweils starker Aktivierung des zuvor relevanten Wortfeldes unabhängig ist vom ursprünglichen Polaritätsgefälle. Indirekte empirische Stützung erhält schließlich auch der letztere der beiden für die Selektionsschwierigkeit als relevant erachteten Fälle durch die Untersuchung von Lucas (1987) mit stark polarisierten nonhomographischen Homophonen. Im Rahmen einer lexikalischen Entscheidungsaufgabe zeigten sich Reaktionszeitverzögerungen lediglich auf kontextuell inkongruente Testwörter, die mit dem dominanten Wortfeld assoziiert waren, während die Reaktionen auf subdominant assoziierte inkongruente Testwörter im selben Inter-Stimulus-Intervall beschleunigt waren. Dies legt die Vermutung nahe, dass inkongruente dominante Bedeutungsfelder stärkere Inhibition erfahren.

Die geschilderten Befunde lassen es ratsam erscheinen, die Selektionsschwierigkeit in einer der beiden angeführten Weisen zu wählen, um zu gewährleisten, dass Inhibition in beobachtbarem Ausmaß provoziert wird. Bei der Verwendung von Satz-Priming kommt dem bahnenden Satz ein besonderes kontextuelles Gewicht hinsichtlich der Auflösung von Mehrdeutigkeit zu. Deshalb sollte man die Verhaltensaufgabe derart wählen, dass der Satzkontext eine möglichst tiefe Verarbeitung erfährt. Lexikalische Entscheidung oder Benennen scheinen dies in geringerem Maße zu leisten als ein Anforderung, die den expliziten Rekurs auf den Satzkontext nimmt. Eine Möglichkeit, dies zu tun, bietet die semantische Satzverifikation.

3.3 Homonymie und semantische Satzverifikation

Die Untersuchung der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität in der vorliegenden Arbeit (siehe Kapitel 7 und 8) fußt im wesentlichen auf Vorarbeiten der Arbeitsgruppe um Morton A. Gernsbacher (Gernsbacher et al., 1990; Gernsbacher & Faust, 1991; Faust & Gernsbacher, 1996). Zum einen entlehnt sich diesen Arbeiten das hier verwendete Paradigma zur Untersuchung der an der Ambiguitätsresolution beteiligten kognitiven Mechanismen. Zum anderen geben diese Arbeiten erste Hinweise auf den Zusammenhang zwischen interindividuellen Unterschieden in diesen Mechanismen einerseits und einer allgemeinen Verständnisfähigkeit andererseits. Schließlich liefern sie noch interessante Arbeitshypothesen für eine eventuelle zerebrale Lateralisierung dieser kognitiven Mechanismen. Aus diesen Gründen sollen die wesentlichen Befunde dieser Arbeiten im Folgenden eingehender dargestellt werden.

In Anbetracht der Beobachtung, dass bei Erwachsenen das Verständnis geschriebener Sprache hoch mit demjenigen gesprochener korreliert, fragten sich Gernsbacher und Kollegen, ob es eventuell so etwas wie eine *allgemeine Verständnisfähigkeit* gibt, die über rein sprachgebundene Modalitäten hinaus geht. Um dies zu prüfen, wurden gesunde Probanden mit der von Gernsbacher & Varner (1988) entwickelten sog. »Multi-Media Comprehension Battery« untersucht. Diese Test-Batterie umfasst sechs Geschichten, von denen zwei visuell, zwei auditiv, und weitere zwei in Form von Bildergeschichten präsentiert wurden. Hierbei zeigte sich, dass das Verständnis für die nonverbalen Bildergeschichten hoch mit dem Verständnis der geschriebenen und gesprochenen Geschichten korrelierte (Gernsbacher et al., 1990, Exp. 1). Die Forscher sahen darin ihre Annahme der Existenz einer allgemeinen Verständnisfähigkeit bekräftigt und fragten sich weiter, welches denn nun die kognitiven Mechanismen seien, die eine Differenzierung von Personen mit mehr oder weniger ausgeprägter Verständnisfähigkeit erlauben. Hierzu testeten Gernsbacher et al. diejenigen Probanden erneut, die sich gemäß ihrem Ergebnis entweder im oberen oder im unteren Drittel befanden. Zusätzlich zur Präsentation von sechs neuen Geschichten maßen die Forscher an zwei Stellen den Zugriff der Probanden auf jüngst aufgenommene Information. Dabei stellte sich heraus, dass diejenigen Probanden aus dem unteren Drittel einen schlechteren Zugriff auf diese Information (Gehörtes, Gelesenes oder auch gesehene Bildergeschichten) hatten.

Auf dem Hintergrund ihres *Strukturbildungsansatzes* interpretierten Gernsbacher und Kollegen dieses Defizit als Kennzeichen eines schwächeren allgemeinen Verständnisebeneaus. Nach diesem Ansatz büße man den Zugriff auf soeben aufgenommene Information dadurch ein, dass man vom Bilden einer Substruktur abweicht, um eine neue zu initiieren. Information, die innerhalb einer Substruktur repräsentiert ist, bleibe am besten zugänglich, solange an dieser Substruktur gebaut werde; die Zugriffswahrscheinlichkeit schwinde hingegen, wenn zum Aufbau einer neuen Substruktur übergegangen wird. Dementsprechend führen die Autoren die Zugriffseinbußen der schwächeren Probanden auf ein häufigeres Wechseln zwischen den Substrukturen sowie auf das Entwickeln zu vieler Substrukturen zurück (Gernsbacher et al., 1990, Exp. 3).

Die Bildung mentaler Strukturen im Allgemeinen, erfolge zum einen durch *Verstärkung* der Aktivierung relevanter Information und zum anderen durch *Suppression* der Aktivierung irrelevanter Information. Wird eine Information als weniger relevant aufgenommen, so gehe dies generell mit dem Aufbau einer neuen Substruktur einher; dies habe zur Folge, dass irrelevante Information immer dann eine Grundlage für eine neue Substruktur bildet, wenn sie nicht effizient genug unterdrückt wird. Aufgrund schlechterer Suppressionsmechanismen komme es bei Menschen mit geringeren Verständnisfähigkeiten zu inflationären Substrukturwucherungen, wodurch überhaupt erst die Grundlage für häufigeres Alternieren zwischen diesen teilaktivierten Substrukturen bereitet werde. Entsprechend dieser Vorhersage konnten die Autoren in einem weiteren Experiment empirisch zeigen, dass diejenigen Probanden mit weniger gut ausgeprägten Leistungen in der Verständnis-Batterie darüber hinaus auch weniger gut in der Lage waren, kontextinadäquate Bedeutungen von Homonymen im Rahmen einer Satzverifikationsaufgabe zurückzuweisen (Gernsbacher et al., 1990, Exp. 4).

Diesen Befund beeinträchtigt der Suppressionsleistung im Hinblick auf kontextuell irrelevante Information testeten Gernsbacher et al. mit Hilfe einer Satzeinkleidungsprozedur. Sie präsentierten ihren Probanden visuell Wort für Wort Sätze, die entweder auf ein Homonym (*He dug with the SPADE*) oder auf ein zu diesem zwar semantisch verwandten aber nicht homonymem Wort endeten

(*He dug with the SHOVEL*). Dem Satzende folgte ein Pausenintervall von entweder 100 *ms* oder 850 *ms*. Im Anschluss daran wurde ein Zielwort (ACE) präsentiert, das entweder zur Bedeutung des vorangegangenen Satzes passte (kongruente Bedingungen), oder eben nicht (inkongruente Bedingungen). Kritisch waren hierbei die inkongruenten Bedingungen. Während das Testwort in der neutralen Bedingung keine assoziative Nähe zum nicht homonymen Satzschlusswort aufwies, war es in der diskordanten Bedingung mit der jeweils nicht gebahnten – und damit kontextuell irrelevanten – Bedeutung des Homonyms am Satzende assoziiert. Aufgabe der Probanden war es, diese semantische Passungsentscheidung bezüglich des Zielwortes zu treffen (Vgl. hierzu den linken Teil der Abbildung 3.1).

Im Fall der relativ unmittelbaren Aufeinanderfolge von Schluss- und Testwort (100 *ms*) fanden sich bei beiden Gruppen verzögerte Reaktionszeiten in der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung. Aufgrund dieser Interferenz in Form des Differenzmaßes zeigte sich nach Gernsbacher und Kollegen, dass unmittelbar nach dem Lesen des Satzes für beide Gruppen die kontextuell irrelevante Homonymbedeutung noch stark aktiviert ist. Nach Verstreichen einer größeren Zeitdauer fand sich dieser differentielle Verzögerungseffekt hingegen nurmehr bei denjenigen Probanden mit der schwächeren Verständnisfähigkeit. Dass es bei den besseren Sprachverstehern zu keiner derartigen Verzögerung mehr kam, attribuierten Gernsbacher et al. auf das Wirken eines Suppressionsmechanismus.

Ob es sich nun bei der beobachteten Suppression kontextuell inadäquater Information um einen relevanten Mechanismus einer allgemeinen Verständnisfähigkeit handelt, prüften Gernsbacher & Faust (1991) in einer Reihe weiterer Experimente. Dabei fanden die Autoren durchweg dasselbe Interferenzmuster in Abhängigkeit von Zeitintervall und Sprachverständnisfähigkeit. Während nach dem unmittelbaren Intervall (entweder 50 *ms* oder 150 *ms*) stets beide Gruppen in signifikantem Ausmaß Verhaltensinterferenz im Sinne verzögerter Reaktionszeiten in der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung zeigten, so galt dies nach langem Intervall (hier 1000 *ms*) nurmehr für die schwachen Sprachversther. Diese Interaktion zeigte sich in dreierlei Anordnungen: Im einen Fall waren dabei inkorrekte Formen von Homophonen als unpassend zurückzuweisen (z.B. PATIENTS vs. PATIENCE);⁵ in einem anderen Fall waren für eine bestimmte Szenerie hochgradig typische – gleichwohl in der vorliegenden Situation absente – Elemente zu supprimieren (z.B. ein Traktor im Rahmen eines Landwirtschaftsszenarios);⁶ in einem dritten Fall schließlich musste Information über verschiedene Modalitäten hinweg supprimiert werden (z.B. Wörter beim Betrachten von Bildern).⁷ Ein wesentliches Charakteristikum dieser Probanden scheint es demnach zu sein, unpassende Informationen weniger effizient zu unterdrücken als dies Probanden mit besser ausgebildeten Verständnisfähigkeiten tun.

Andererseits könnte aber auch vermutet werden, dass Probanden mit schwächerer Verständnisfähigkeit nicht deshalb Schwierigkeiten haben, irrelevante Informationen auszublenden, weil sie über wenig effiziente Suppressionsfähigkeiten verfügen, sondern vielmehr weil sie sich in geringerem Ausmaß der kontextuellen Angemessenheit bewusst sind. In diesem Fall läge die Ursache

⁵ *He had lots of PATIENTS vs. He had lots of STUDENTS*; Testwort: CALM

⁶ Bildhafte Elemente der *typischen* Szenerie: Schwein, Bauernhof, Bauer, Hahn, Kornähre, Heugabel vs. einer *atypischen* Szenerie: verschiedene Küchengeräte; Testwort: TRAKTOR

⁷ Ein Durchgang, bei dem beispielsweise Bilder zu beachten waren, zeigte eine Hand, der entweder das Wort RAIN oder das Wort SOUP überlagert wurde. Auf dem Testbildschirm war anschließend ein Regenschirm zu sehen.

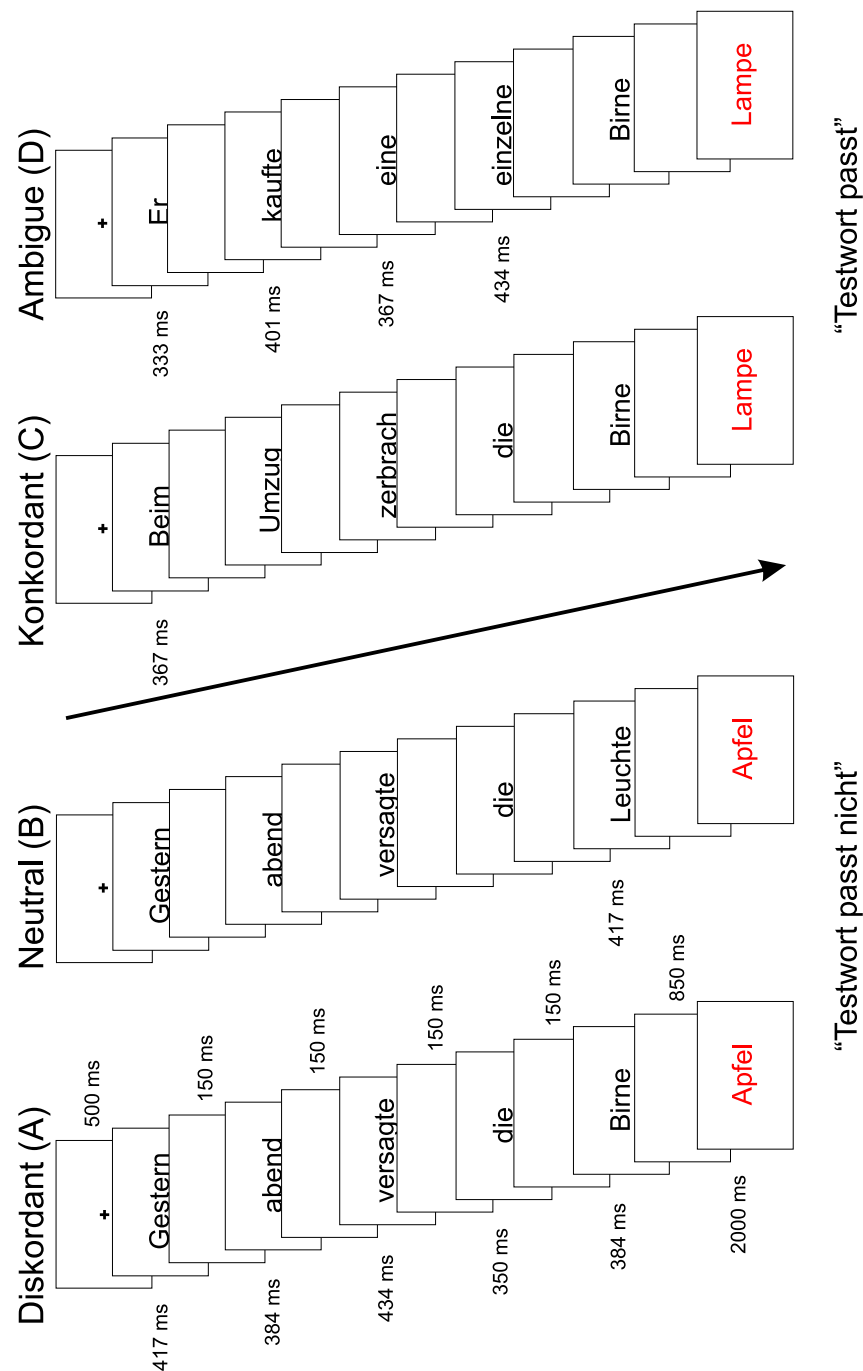


Abbildung 3.1: Schematische Darstellung der vier experimentellen Bedingungen der Satzverifikationsaufgabe von Gernsbacher und Kollegen anhand deutschsprachiger Beispielsätze. In Bedingung A hat das Zielwort einen Bezug zur kontext-inadäquaten Bedeutung des Homonyms am Satzende. Bedingung B unterscheidet sich von A lediglich darin, dass das Homonym am Satzende durch eine dazu semantisch verwandtes Nicht-Homonym ersetzt wurde. In Bedingung C liegt bezüglich des Testwortes eine kongruente Bahnung vor, während sie in Bedingung D ambigü ist. Im Gegensatz zu den ersten beiden Bedingungen ist die semantische Passung in den letzten beiden Bedingungen jeweils zu bejahen.

für diese Schwierigkeit nicht im Suppressionsbereich, sondern vielmehr in ineffizienter Verstärkung (»enhancement«) von Information. Damit Verständnis überhaupt entstehen kann, ist es gemäß des Strukturbildungsansatzes notwendig, dass diejenigen Gedächtnisknoten, die für die Bildung der aktuellen Struktur relevant sind, eine Aktivierungsverstärkung erhalten.

Um diese Fragestellung zu erhellen, präsentierten Gernsbacher & Faust (1991, Exp. 4) analog ihrer Untersuchung zur Unterdrückung kontextuell irrelevanter Homonymbedeutungen (Gernsbacher et al., 1990, Exp. 4) kurze Sätze, die gefolgt wurden von einem Testwort. Aufgabe der Probanden war es wiederum anzugeben, ob das Zielwort zur Bedeutung des vorangegangenen Satzes passt oder nicht. Im Mittelpunkt des Interesses standen nun solche Zielwörter, die tatsächlich zur Semantik des vorangegangenen Satzes passten und somit mit ›Ja‹ zu beantworten waren. Hierbei zeigte sich zwar, dass Probanden mit besserer Verständnisfähigkeit im Allgemeinen schneller reagierten als solche mit einer geringeren. Allerdings unterschieden sich beide Gruppen nicht im Ausmaß der differentiellen Beschleunigung in der eindeutig gebahnten (konkordanten) gegenüber der neutralen Bedingung. Beide Probandengruppen zeigten signifikante Beschleunigungen in ihren Reaktionszeiten, wenn sie ein Zielwort (SHOVEL) nach eindeutiger Bahnung als passend bejahen sollten (*He dug with the spade*), verglichen mit einer Bejahung desselben Zielwortes infolge eines neutraleren Satzkontextes. Die neutralere Bahnung wurde in diesen Sätzen über das Verb realisiert (*He picked up the spade*). Darüber hinaus zeigte sich, dass weniger begabte Probanden in beiden Testintervallen in größerem Ausmaß von der Reaktionserleichterung durch die eindeutige Bahnung profitierten. Vor diesem Hintergrund erscheint die Hypothese, nach der weniger befähigte Probanden sich durch ineffizientere Verstärkungsmechanismen charakterisieren lassen, nicht haltbar.

Die Untersuchung dieser beiden Mechanismen – der Suppression kontextuell irrelevanter Homonymbedeutungen einerseits, und der Verstärkung relevanter andererseits – soll in der vorliegenden Arbeit in den Experimenten 2 und 3 gänzlich analog zu der Art und Weise von Gernsbacher und Kollegen (Gernsbacher et al., 1990; Gernsbacher & Faust, 1991) vorgenommen werden. Im Hinblick auf spätere Überlegungen zu eventuellen neurokognitiven Korrelaten der untersuchten Mechanismen mag an dieser Stelle der Hinweis auf eine weitere Studie zur semantischen Satzverifikation (Faust & Gernsbacher, 1996) hilfreich sein, bei der es im wesentlichen um den Beitrag der einzelnen Gehirnhemisphären bei der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität geht.

Faust & Gernsbacher (1996, Exp. 1) untersuchten 168 Rekruten der US Air Force mit nahezu der gleichen experimentellen Anordnung wie in Gernsbacher et al. (1990, Exp. 4) und Gernsbacher & Faust (1991, Exp. 1). Im Unterschied zu den vorausgegangenen Experimenten wurden nurmehr die einzelnen Wörter des Satzes zentral dargeboten, nicht mehr jedoch die Zielwörter. Um nämlich eventuelle Unterschiede in der Verarbeitung beider Hemisphären des Gehirns bei der kontextgeleiteten Ambiguitätsresolution heraus zu finden, wurden die Zielwörter entweder dem rechten oder dem linken visuellen Halbfeld alleine dargeboten. Die zeitliche Verzögerung zwischen Satzende und Zielwort lag in dieser Untersuchung bei 100 ms respektive bei 1000 ms. Während Suppressionseffekte auf kontextuell inadäquate Homophone unabhängig von der Seite der visuellen Halbfeldstimulation beobachtbar waren, fanden die Autoren Suppressionseffekte auf kontextuell inadäquate Homonyme nur bei Stimulation des rechten visuellen Halbfeldes – und somit der linken Hemisphäre. Eine Analyse der differentiellen Fehlerrate für die Interferenz erbrachte ein ähnliches Bild wie die Reaktionszeitergebnisse: Folgt das kontextuell unpassende Testwort dem Homonym, so liegt die Fehlerrate über beide Intervalle und visuellen Halbfelder über derjenigen bei einer Aufeinanderfolge

von Testwort und Nicht-Homonym. Auch beim Fehlermaß findet sich ein zweiter Haupteffekt für das Zeitintervall, der wiederum durch eine signifikante Interaktion zwischen Intervall und Halbfeld spezifiziert wird. Ein verlässlicher Suppressionseffekt trat lediglich dann auf, wenn die Zielwörter nach dem langen Verzögerungsintervall dem rechten visuellen Halbfeld dargeboten wurde.

Diese Befunde deuteten Faust und Gernsbacher dahingehend, dass die semantischen Selektionssysteme beider Hemisphären auf qualitativ unterschiedliche Weise arbeiten. Allem Anschein nach leistet die linke Hemisphäre den hauptsächlichsten Anteil der Suppression, während die rechte Hemisphäre auf die Suppression unpassender Homonymbedeutungen bestenfalls marginalen Einfluss hat. Ein ähnliches Muster wurde auch von Burgess & Simpson (1988) im Rahmen einer Untersuchung mit einer Einzelwortstimulation gefunden. Im Gegensatz dazu konnten aber Chiarello et al. (1992) ebenfalls mit einzelnen Wörtern verlässlich kontrollierte (inhibitorische) lexikalische Verarbeitung in der rechten Hemisphäre beobachten. Faust & Gernsbacher (1996) schlussfolgerten diesbezüglich, dass die rechte Hemisphäre wohl auch an der Suppression irrelevanter Information beteiligt ist, allerdings vermutlich nicht bei der Bedeutungsselektion von Homonymen, sondern eher bei anderen Formen von Ambiguität. Bislang ist immer noch unklar, welche die neurokognitiven Korrelate der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität sind und wie sie in Abhängigkeit der beiden Hemisphären interagieren.

Kapitel 4

Schizophrenie und Inhibition

4.1 Schizophrenie: Ein Konzept im Wandel

Der erste Abschnitt des vorliegenden Kapitels möchte einen kurzen historischen Abriss des Wandels geben, den die Entwicklung der konzeptuellen Fassung schizophrener Erkrankung vollzogen hat. Nicht im Geringsten wird hierbei Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Es soll vielmehr lediglich der Versuch unternommen werden, kurz die prominentesten Entwicklungslinien zu skizzieren, um dabei wenigstens die zentralsten Begriff durch Abgrenzung und beispielhafte Erläuterung plastischer werden zu lassen. Hierdurch soll das Verständnis erleichtert werden, wenn im Laufe der Arbeit immer wieder auf das ein oder andere Bezug genommen wird. Der sachkundige Leser mag getrost diesen Abschnitt überspringen und gleich zum nächsten weiter gehen, in dessen Zentrum die Darstellung von Befunde zu eventuellen Beeinträchtigungen inhibitorischen Kontrolle bei schizophrenen Patienten steht.

In der fünften Ausgabe seiner Psychiatrie (1896) verwendet Kraepelin den Begriff *Dementia praecox*,¹ um in erster Linie ein hebephrenisches Zustandsbild zu bezeichnen. Die *Hebephrenie* – auch »Jugendirresein« genannt – charakterisiere im allgemeinen eine Erkrankung des früheren Lebensalters, die durch ein melancholisches Eingangsstadium gekennzeichnet sei, welches sich zu einem manischen Stadium weiterentwickle, um schließlich in läppische Verblödung auszugehen. Neben der fortschreitenden Verödung des Seelenlebens trete besonders die Zerfahrenheit im Denken, Fühlen und Handeln hervor. In späteren Ausgaben wurden die bis dato noch eigenständigen Krankheitsbilder Katatonie und Dementia paranoides von Kraepelin dem Gebiet der Dementia praecox als eigenständige Hauptformen mit fließenden Übergängen eingegliedert. Im Falle der *Katatonie* gehe der initial zyklotyme Verlauf meist in einen Schwachsinnzustand von Stupor oder erregter Verwirrtheit und Blödsinns aus, mit den Erscheinungen des Negativismus, der Impulsivität und Verschrobenheit, der Stereotypie und Suggestibilität in Ausdrucksbewegungen und Handlungen. Sowohl für die Hebephrenie als auch für die Katatonie wurden ausgeprägte Wahnbildungen als überaus häufig beschrieben, die aber bereits nach verhältnismäßig kurzer Zeit wieder verblassen können. Ganz im Gegenteil zur *paranoiden Form*, bei der neben den Erscheinungen einer rasch sich

¹Durch die Beobachtung, dass insbesondere junge Menschen von sog. »Verblödungsprozessen« befallen wurden, fühlte sich Morel 1860 geneigt, die Bezeichnung »Démance précoce« (wörtlich: vorzeitiger geistiger Verfall) zu erschaffen.

entwickelnden psychischen Schwäche unter vollkommener Erhaltung der Besonnenheit Wahnvorstellungen und meist auch Sinnestäuschungen viele Jahre hindurch die hervorstechendsten Störungen bilden.

Eingedenk der erheblichen Schwierigkeiten bei der ohnehin nur künstlich durchführbaren Abgrenzung der verschiedenen Krankheitsbilder auf dem großen Gebiet der *Dementia praecox* und aufgrund der selbsterkannten Unzulänglichkeit seiner früheren Einteilung beschränkt sich Kraepelin (1913) auf die übersichtliche Darstellung gewisser häufigerer Verlaufsformen des Leidens, »... ohne dieser Gruppierung größeren klinischen Wert beizumessen« (III. Band, S. 761). Neben die Hebephrenie trat die bereits von Bleuler (1911) hinzugezogene schleichende Verblödung oder *Dementia simplex*; die Katatonie bezeichnete weiterhin stuporöse Erregungszustände; die paranoide Gruppe wurde je nach Ausgang in gewöhnliche Endzustände oder paranoid-halluzinatorischen Schwachsinn zweigeteilt; neu hinzu kamen einfach depressive oder stuporöse Formen, aber auch Depressionszustände mit Wahnbildungen, desweiteren Krankheitsbilder mit stärkeren Erregungszuständen sowie »merkwürdige« Erscheinungen von Sprachverwirrtheit (Schizophasie).

Die zunehmende Zersplitterung des übergeordneten Konzeptes *Dementia praecox* in immer mehr Hauptkategorien, die ihrerseits wiederum in unzählige Einzelsymptome aufgelöst wurden, ist vielfach kritisiert worden. Als Konsequenz davon mag man ansehen, dass der Begriff *Dementia praecox* in der neunten posthum erschienenen Auflage des Lehrbuches (Kraepelin & Lange, 1927) nurmehr sporadisch und unsystematisch Verwendung findet. Neben der Vielgestaltigkeit der äußeren Bilder, provozierte auch Kraepelins Krankheitsbegriff Widerspruch, da er sich ursprünglich auf den Verlauf zu stützen schien, gleichwohl aber auch gut und schlecht verlaufende Fälle in sich einschloss. Nichtsdestoweniger kommt Kraepelin praktisch wie theoretisch der Verdienst zu, eine der drängendsten Fragen der Psychiatrie des vorletzten Jahrhunderts beantwortet zu haben, nämlich, welche akuten Krankheiten (einfache Psychosen) heilen können oder zwangsläufig »sekundär« – also unheilbar – werden. Kraepelin konnte herausarbeiten, dass bei Vorliegen einer bestimmten Symptomgruppe die Neigung zur Verblödung angezeigt ist, während andere akute Krankheiten, denen diese Symptome fehlten und die meist unter manisch-depressivem Irrsein zusammengefasst wurden, niemals in »sekundären«, unheilbaren Blödsinn ausgehen. Die mit der Schöpfung der *Dementia praecox* einhergehende Ausbildung der übrigen Krankheitsbegriffe, namentlich des manisch-depressiven Irrseins, verschaffte der *Dementia praecox* schärfere Gegensätze, wodurch sie nicht mehr nur einseitig von innen heraus festgelegt wurde, sondern auch der Eingrenzung dienende Bestimmungselemente von außen erhielt.

Die Ersetzung der *Dementia praecox* durch Schizophrenie erschien Bleuler (1911) aus verschiedenen Gründen geraten. Zum einen sei der Begriff *Dementia praecox* unhandlich, was darin zum Ausdruck kommt, dass man mit ihm zwar die Krankheit, nicht aber den Kranken selbst benennen könne, und dass der Versuch einer adjektivischen Verwendung bestenfalls grotesk ausfallen müsse (z.B. »präkoxe« Symptome). Zum anderen hat der Begriff nicht mehr zu Bleulers Krankheitsbegriff gepasst, mit dem nicht weiter von lauter »dementen« Kranken, noch ausschließlich von »frühzeitig Verblödeten« die Rede sein sollte. Vielmehr sollte der neue Begriff Schizophrenie eine ihrer wichtigsten Eigenschaften, nämlich die Spaltung der verschiedensten psychischen Funktionen zum Ausdruck bringen.

Schizophrenie (Spaltungsirresein) bezeichnet nach Bleuler eine Gruppe von Psychosen, die sowohl chronisch als auch paroxysmal verlaufen können, in jedem Stadium verweilen oder sich auch

zurückbilden können, aber wohl niemals eine vollständige Remission erreichen werden. Die elementarsten Störungen der Schizophrenie liegen – so Bleuler – in einer mangelhaften Einheit, in einer Zersplitterung und Aufspaltung des Denkens, Fühlens und Wollens sowie des subjektiven Gefühls der Persönlichkeit. Psychopathologisch zeigten sich Veränderungen der *elementaren* psychischen Funktionen wie des Gedankenganges (Assoziationen), der Affektivität und des subjektiven Erlebens der eigenen Persönlichkeit, während Wahrnehmung, Orientierung und Gedächtnis weitgehend erhalten seien. Das *Denken* des Kranken erscheine oft unklar, manchmal bis zur Unverständlichkeit zerfahren (z.B. Zusammenhangslosigkeit, Beziehungslosigkeit, Verdichtung, Begriffsverschiebung, Sperrungen, Gedankendrängen), und spiegele seine Verfangenheit in einer imaginären Vorstellungswelt wider, welche seinem schwierigen Wesen besser entspreche als die wirkliche Welt. Störungen der *Affektivität* zeigten sich bei den Kranken im alltäglichen Umgang in Form von Gefühlskälte, Reizbarkeit, sowie in Steifheit und Unnatürlichkeit ihrer gefühlsmäßigen Äußerungen (Gleichgültigkeit). Die schizophrene *Ambivalenz* erlaubt es, dass einander sich ausschließende Gegensätze nebeneinander in der Psyche existieren (affektiv, aber auch willentlich [Ambitendenz]).

Auch bei den komplizierteren *zusammengesetzten* Funktionen wie Aufmerksamkeit, Intelligenz, Wille und Handeln komme es zu krankhaften Veränderungen, da diese durch das Zusammenspiel der Elementarfunktionen bedingt seien. Ganz besonders charakteristische Alterationen erleide das Wechselverhältnis des Binnenlebens mit der Außenwelt, wobei ersteres ein krankhaftes Übergewicht bekomme (*Autismus*). Die autistische Welt sei für die Kranken ebenso gut Wirklichkeit wie die reale, wenn auch manchmal eine andere Art Wirklichkeit. Oft sei es den Kranken nicht möglich beide Arten von Wirklichkeit auseinander zu halten, selbst dann nicht, wenn es ihnen im Prinzip möglich sei, sie zu unterscheiden. Die von der Wirklichkeit abgewandten affektiven Bedürfnisse dirigierten auch das autistische Denken, und zwar bald in Form von Wünschen, wenn der Widerspruch mit der Wirklichkeit nicht gefühlt wird, bald in Form von Befürchtungen, wenn Hindernisse empfunden werden, die sich den Bedürfnissen entgegenstellen.

Während die Grundsymptome in fortgeschrittenen Fällen immer beobachtbar seien, könne es sein, dass während der gesamten Erkrankungszeit dauerhaft oder auch nur vorübergehend sog. *akzessorische Symptome* hinzutreten: Zu den letzteren zählte Bleuler umfassende Sinnestäuschungen (Halluzinationen und Illusionen), Wahnideen (v.a. Verfolgung, körperliche Beeinflussung, Vergiftung), funktionelle Gedächtnisstörungen (v.a. Amnesien, Paramnesien, Hypermnesien), katatone Symptome (z.B. Katalepsie, Stupor, Hyperkinese, Stereotypien, Manierismen, Echopraxie) sowie Eigenheiten von Sprache und Schrift (z.B. Koprologie, Mutismus, Neologismen, Verbigeration). Nach Bleuler sind die Grundsymptome häufig nicht hinreichend ausgebildet, um den Patienten in die »Irrenanstalt« zu führen. Vielmehr werde der Aufenthalt in der Familie erst durch akzessorische Erscheinungen verunmöglicht; durch sie werde die Psychose erst manifest gemacht, und somit Veranlassung geben, psychiatrische Hilfe in Anspruch zu nehmen.

Aus dem praktischen Bedürfnis heraus, die verschiedenen klinischen Bilder, in denen sich die Erkrankung zeige, wenigstens in groben Zügen nach den vorherrschenden Symptomen mit Namen zu charakterisieren, schlägt Bleuler (1911) die folgende Zerlegung der Schizophrenie in einzelne Unterabteilungen vor, wobei er sich an die geläufigen Bezeichnungen von Kraepelin hält: (1) Das *Paranoid*, bei dem Halluzinationen oder Wahnideen oder beides im Vordergrund stehen. (2) Die *Katatonie*, bei der katatone Symptome dauernd oder doch längere Zeit im Vordergrund stehen. (3) Die *Hebephrenie*, bei der akzessorische Symptome vorkommen, ohne anhaltend das Bild zu

beherrschen. (4) Die *einfache Schizophrenie*, bei der während des gesamten Verlaufs lediglich die spezifischen Grundsymptome nachweisbar sind.

Mitte des letzten Jahrhunderts unterscheidet Schneider (1946) in seiner *Klinischen Psychopathologie* (im vorliegenden Text zitiert nach der 13. unveränderten Ausgabe) zwischen psychischen Störungen als »*Spielarten seelischen Wesens*« und solchen als »*Folge von Krankheiten*« (Schneider, 1987, S. 1). In der Gruppe der Krankheitsfolgen seien außer den körperlich begründeten auch die körperlich nicht begründbaren, sog. endogenen Psychosen – Zykllothymie und Schizophrenie – angesiedelt.² Im Gegensatz zu Bleuler stellen für Schneider die beiden Diagnosen – sofern sie rein psychopathologisch gestellt werden – im Grunde keine Diagnosen im medizinischen Sinne dar, da sie rein psychologische Tatbestände seien. Vielmehr habe »... der körperliche Befund [...] diagnostisch den Primat und es muss Ziel der Psychiatrie als einer medizinischen Wissenschaft sein, zu immer weiteren eindeutigen körperlichen Befunden zu kommen« (S. 43). Zykllothymie und Schizophrenie sind für Schneider – im Sinne konventioneller Übereinkunft – nur psychopathologische Symptome von unbekanntem Krankheitsursprung, vor dem Hintergrund eines materiellen, naturwissenschaftlichen Krankheitsbegriffs. Diagnosen können somit auch nicht richtig oder falsch sein, sondern nurmehr pragmatisch und wissenschaftlich brauchbarer und heuristisch wertvoller als andere (z.B. für die Prädiktion von Verlauf und Ausgang).

Die Diagnosestellung erfolgt bei Schneider, wie übrigens bei Bleuler auch, aufgrund des Zustandes, und nicht wie bei Kraepelin aufgrund des Verlaufs. Während nach Kraepelin einer schizophrenen Symptomatik in aller Regel ein ungünstiger, einer manisch-depressiven hingegen ein günstiger Ausgang beschieden sei, kennt Schneider auch »... schizophrene Psychosen, die nicht nur äußerlich, sondern wirklich ausheilen, ohne irgendwelche Spuren zu hinterlassen« (S. 45). Obzwar man kein gemeinsam Wiederkehrendes in all den als Schizophrenie bezeichneten Bildern aufzeigen könne, sei es dennoch möglich, aufgrund einer psychopathologischen Symptomatik Schizophrenie gegenüber abnormen Variationen und zykllothymen Zuständen abzugrenzen. Selbst außerhalb dieser Symptomatik sei noch vieles andere auch noch Schizophrenie. Die der Zykllothymie und der Schizophrenie zugrundeliegenden Krankheitsvorgänge kenne man nicht, dass ihnen aber Krankheiten zugrunde liegen, sei ein gut gestütztes Postulat, dass nicht nur durch häufige Erblichkeit oder oft vorhandene allgemeine körperliche Veränderungen Bestätigung finde, sondern vor allem auch durch die folgende psychopathologische Tatsache:

»Es treten unter anderen Symptomen auch solche auf, die im normalen Seelenleben und seinen abnormen Variationen keine Analogie haben. Die Psychosen schließen sich in erdrückender Mehrzahl nicht an Erlebnisse an, sind keinesfalls von solchen motiviert im Sinne der Erlebnisreaktion. Vor allem aber *zerreißen sie die Geschlossenheit, die Sinngesetzlichkeit, die Sinnkontinuität der Lebensentwicklung* (S. 5, Hervorhebung im Original).«

In einem schizophrenen Zustand befindet man sich nach Schneider v.a. dann, wenn ein sog.

²Die Unterscheidung zwischen exogenen vs. endogenen Psychosen wird von Schneider als fragwürdig oder bestenfalls missverständlich erachtet und durch den Begriff der »körperlich begründbaren« Psychosen verdrängt. Bis in seine Zeit sei es niemandem gelungen, aus dem Gebiet der endogenen Psychosen (Zykllothymie und Schizophrenie) Typen und Formen einleuchtend herauszuarbeiten. Vielmehr sei zu seiner Zeit folgendes Vorgehen üblich: »Von den Psychosen, deren körperliches Wesen man nicht kennt, zieht man die einigermaßen typisch zykllothymen ab – den bleibenden Rest heißt man Schizophrenien« (S. 3).

Symptom 1. Ranges vorliegt bei gleichzeitigem Nichtvorhandensein einer Grunderkrankung. Unter Symptomen 1. Ranges versteht Schneider abnorme Erlebnisweisen, denen ein ganz besonderes Gewicht bei der diagnostischen Abgrenzung sowohl gegenüber nichtpsychotisch seelisch Abnormem als auch gegenüber der Zykllothymie zukommt. Sie dienen nicht der theoretischen Erhellung der Schizophrenie wie beispielsweise Bleulers Unterscheidung von Grundsymptomen und akzessorischen Symptomen. Zu den Symptomen 1. Ranges zählt Schneider die folgenden:

- *Halluzinationen*: Gedankenlautwerden, dialogische Stimmen, kommentierende Stimmen sowie leibliche Beeinflussungserlebnisse.
- *Ich-Störungen*: Gedankenentzug, Gedankeneingebung, Gedankenausbreitung und Beeinflussungen des Fühlens, Strebens und Wollens.
- *Wahn*: Wahnwahrnehmung

Liegen diese Erlebnisweisen einwandfrei vor, so möge man – eingedenk möglicher Grunderkrankungen (z.B. Alkoholpsychosen), bei denen diese Symptome ebenso auftreten könnten – »... klinisch in aller Bescheidenheit von Schizophrenie« (S. 65) sprechen.

Erlebnisweisen mit geringerer diagnostischer Bedeutung seien die sog. *Symptome 2. Ranges*. Zu ihnen zählen die übrigen Sinnestäuschungen, Wahneinfälle, Ratlosigkeit, depressive und manische Verstimmung, erlebte Gefühlsverarmung, etc. Symptome 1. Ranges müssen für die Diagnose eines schizophrenen Zustandes nicht vorhanden sein; bei alleinigem Vorliegen von Symptomen 2. Ranges entscheide der klinische Gesamtzusammenhang. Eine Differentialdiagnose sei prinzipiell gegenüber den »abnormen Spielarten seelischen Wesens« möglich. Allerdings seien hierfür die Symptome 1. Ranges unzureichend. Diese müssten daher durch die Hinzuziehung von Symptomen 2. Ranges sowie eventueller weiterer Ausdruckssymptome bereichert werden. Zwischen Zykllothymie und Schizophrenie sei lediglich eine Differentialtypologie im Sinne einer Kontinuumsaussage möglich. Hierbei komme aber gerade den Symptomen 1. Ranges entscheidendes Gewicht zu.

Noch bis in die 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts war Bleulers Einteilung in Grund- und akzessorische Symptome die Vorherrschende; das wachsende Bestreben der Untersucher, die Reliabilität der Diagnosen zu verbessern sowie eine bessere Übereinstimmung der diagnostischen Praktiken zwischen Amerika und Europa zu erreichen, bedingte jedoch eine Abkehr vom Bleuler'schen Standpunkt zugunsten einer stärkeren Gewichtung von Halluzinationen und Wahn. Für eine gewisse Weile reiften nun Schneiders Symptome 1. Ranges zu unfehlbaren Richtlinien für die Erstellung korrekter Diagnosen (Mellor, 1970); im Zuge dessen wurden sie auch bedeutende Bestandteile von forschungsdiagnostischen Kriterien und der dritten Ausgabe des *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-III)*. Die Vereinheitlichung solch strikter Kriterien war zwar angetan, die diagnostische Reliabilität zu vergrößern, sie schränkte aber andererseits auch die Schizophrenie definitorisch auf eine kleinere Gruppe von Erkrankungen ein, ohne dabei die Akkuratheit der Verlaufsprognose zu verbessern. Weitere Zweifel an der Güte der Diagnoserichtlinien Schneiders kamen mit der wachsenden Erkenntnis auf, dass die Symptome 1. Ranges zum einen nicht in allen Fällen beobachtbar waren, zum anderen aber auch bei affektiven Störungen auftreten konnten. Die nosologische Heterogenität bereitete in der Folge den Nährboden für neuartige Ansätze einer Subtypisierung der Schizophrenie.

Ende der 50er Jahre konnte gezeigt werden, dass spezifische psychotrope Substanzen (v.a. Amphetamine) bei nicht-psychotischen Personen schizophrene Symptome hervorrufen können, die sich von einem paranoid-schizophrenen Zustandsbild kaum unterschieden. (Connell, 1958; Ellinwood, 1967). Wie bei schizophrenen Patienten traten die psychotischen Veränderungen auch bei den Amphetamin-Psychotikern bei klarem Bewusstsein auf, und umfassten bisweilen Schneider'sche Symptome 1. Grades. Desweiteren hatten tierexperimentelle Untersuchungen gezeigt, dass die amphetamin-induzierten Verhaltenseffekte mit erhöhter Dopaminfreisetzung einhergingen (Randrup & Munkvad, 1967). Analog dazu wurde vermutet, dass psychotische Veränderungen bei Menschen mit einem Anstieg der Dopamintransmission einhergehen. Sowohl schizophrene Symptome, als auch diejenigen der Amphetamin-Psychose ließen unter Vergabe von Neuroleptika deutlich nach.

Vor dem Hintergrund dieser Befundlage postulierte Crow (1980) eine primäre Störung dopaminergischer Transmission als Ursache der Schizophrenie. Post mortem Untersuchungen von Gehirnen Schizophrener fanden konsistent einen Anstieg der Anzahl von Dopaminrezeptoren, was nach Crow eine maladaptive Reaktion des Systems implizierte und mithin den erfreulichen Effekt von Dopaminantagonisten erklärte. Der therapeutische Effekt einer Blockade von Dopaminrezeptoren erwies sich allerdings als differentiell hinsichtlich der Vielfalt schizophrener Symptome, insofern als er begrenzt gewesen war auf sog. *positive Symptome* wie Wahn, Halluzination und Denkstörung. Ferner fand sich auch bzgl. einer Exacerbation schizophrener Symptome durch amphetaminartige Substanzen eine Abhängigkeit von der Chronifizierung der Erkrankung; während sich die Symptome einer akuten Schizophrenie unter Einnahme solcher Drogen schnell verschlechterten, war eine derartige Verschlechterung bei chronifizierten Verläufen eher ausgeblieben. Innerhalb der Gruppe chronisch Schizophrener fand sich darüberhinaus auch eine Häufung struktureller Veränderungen (Vergrößerung der Ventrikel).

Dementsprechend postulierte Crow zwei Syndrome der Schizophrenie:

- Einen *Typ 1* akuter Schizophrenie mit vornehmlich positiven Symptomen und guter Prognose, der durch eine Vermehrung der Dopaminrezeptoren gekennzeichnet ist und gut auf die Vergabe von Neuroleptika anspricht.
- Und einen *Typ 2* chronischer Schizophrenie mit vornehmlich negativer Symptomatik (Affektverflachung, Sprachverarmung, Antriebslosigkeit) und vermeintlich ungünstiger Prognose, für den strukturelle Hirnveränderungen und eine schlechte neuroleptische Response charakteristisch sind.

Diese ursprünglich auf einen Vorschlag des Neurologen Hughlings-Jackson (1931) zurückgehende dichotome Unterscheidung zwischen positiven (floriden) und negativen (defizienten) Symptomen – die stark an Bleulers Unterteilung in Grundsymptome und akzessorische Symptome erinnert – wurde Mitte der 70er bis Anfang der 80er Jahre neben anderen (Strauss et al., 1974; Angrist et al., 1980) auch von Andreasen & Olsen (1982) wiederbelebt. Andreasen and Olsen wollten die Zweiteilung jedoch nicht nur wegen ihres heuristischen und hypothesengenerierenden Wertes übernehmen, sondern sie vielmehr durch adäquate Methoden der phänomenologischen Beschreibung und nosologischen Kategorisierung auf ein solideres klinisches Fundament stellen.³ Zu diesem Zweck

³Im Vergleich zur konzeptionellen Fassung der Negativsymptomatik von Crow (1980), die vornehmlich auf Sprachverarmung und Affektverflachung fokussiert, lieferte Andreasen (1982) eine breitere Konzeption, in der auch zusätzliche Verhaltensbeeinträchtigungen im Alltag Niederschlag fanden.

entwickelten sie diagnostische Kriterien, die eine Unterteilung schizophrener Patienten anhand ihrer Symptome in zwei Gruppen mit entweder positiver oder negativer Symptomatik sowie in eine Restgruppe ermöglichte, bei der entweder beide Symptomarten zusammen oder keine der beiden vorliegen. Die Operationalisierung dieser Kriterien erfolgte anhand verschiedener Skalen: (a) der »Scale for the Assessment of Negative Symptoms« (SANS, Andreasen, 1981, 1982); (b) der »Scale for the Assessment of Thought, Language, and Communication« (TLC, Andreasen, 1979a,b), zur Bewertung formaler Denkstörungen wie sprachlicher Desorganisation (Inkohärenz, inhaltliche Sprachverarmung); sowie (c) einer modifizierten Version des »Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia« (SADS, Endicott & Spitzer, 1978), zur globalen Einschätzung von Halluzination, Wahn und bizarrem Verhalten.

Bei der nachträglichen Überprüfung der klinisch validierten Gruppen mit Hilfe einer unrotierten Hauptkomponenten-Analyse erhielten Andreasen & Olsen (1982) bzgl. ihres Samples von 52 Patienten, die den DSM-III-Kriterien für Schizophrenie entsprachen, zunächst einen großen bipolaren Faktor positiver (Wahn, Halluzination, formale Denkstörung sowie persistierend bizarres Verhalten) und negativer Symptome (Affektverflachung, Alogie, Anhedonie, Avolition sowie Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung). Die spätere Hinzunahme der VARIMAX-Rotation erbrachte einen dritten Faktor (Desorganisation). Ferner ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich soziodemographischer Merkmale; so fanden sich bei Patienten mit negativer Symptomatik gegenüber solchen mit positiver ein geringeres Ausbildungsniveau, schlechtere prämorbidie Anpassungsleistungen sowie eine geringere Beschäftigungsrate. Beeindruckt von der hohen Konsistenz der Dimensionen über verschiedene internationale Studien hinweg, sahen Andreasen et al. (1995) die Aufgabe zukünftiger Forschung in der Untersuchung des Verhältnisses dieser Dimensionen zu klinisch relevanten Konzepten wie Prognose und Ätiologie: In diesem Sinne seien v.a. Langzeitverlauf, neuronale Mechanismen sowie Behandlungsaspekte und Zusammenhänge mit anderen pathologischen Zuständen zu klären.

Die von Andreasen entwickelten Skalen zur klinischen Erfassung von Positiv- (Andreasen, 1984) und Negativsymptomen (Andreasen, 1981) sind von zahlreichen Forschern meist mit Hilfe faktoranalytischer Verfahren überprüft worden. Dabei wurden in aller Regel mindestens zwei Faktoren gefunden, wobei die meisten Untersuchungen einen Positivsyndromfaktor oder einen Negativsyndromfaktor erbrachten. Gerechnet wurde häufig mit Summenwerten für die Subskalen (vgl. die Übersicht von Klimidis et al., 1993). Verschiedentlich aufgetretene Unterschiede in der Zusammensetzung der identifizierten Syndrome mögen unter anderem damit zusammengehangen haben, dass z.B. sämtliche Subskalen der SANS gemischt negative Symptome wie auch solche enthalten, die möglicherweise einer dritten Gruppe zugehören. So können beispielsweise Items der Subskalen Affektverflachung (inadäquater Affekt) oder Alogie (inhaltliche Sprachverarmung) etliche Items zur Erfassung der Beeinträchtigung sozialer und beruflicher Alltagsfertigkeiten in den übrigen drei Subskalen beeinflussen. Um diese Konfundierung zu umgehen, hat Liddle (1987) eine Reanalyse auf der Grundlage der Scores auf Einzelitemebene vorgenommen und dabei die folgenden drei Syndrome identifiziert:

- (a) *Psychomotorische Verarmung*: Sprachverarmung, Affektverflachung und Bewegungseinschränkung
- (b) *Realitätsverzerrung*: Wahn und Halluzinationen

(c) *Desorganisiertheit*: Formale Denkstörungen, inadäquater Affekt, inhaltliche Sprachverarmung

Die beiden ersten Syndrome wiederholen deutlich die von Crow (1980) vorgeschlagene Zweiteilung. Die wichtigste Änderung in der syndromalen Aufteilung von Liddle besteht in der Einordnung der formalen Denkstörungen unter die Rubrik der Desorganisiertheit.

Während Andreasen & Olsen (1982) positive Zusammenhänge zwischen Negativsymptomatik und kongitiver Beeinträchtigung einerseits sowie struktureller Veränderungen (Ventrikelvergrößerungen) des Gehirns andererseits berichteten, fand die Arbeitsgruppe um Crow einen positiven Zusammenhang lediglich zwischen Negativsymptomatik und kongitiver Beeinträchtigung, wobei zumindest letztere auch mit strukturellen Hirnveränderungen assoziiert waren. Nachfolgende Untersuchungen konnten den positiven Zusammenhang zwischen negativen Symptomen und kongitiver Beeinträchtigung – besonders bei frontallhirn-sensitiven Aufgaben (Liddle & Morris, 1991) – erhärten; die Befundlage hinsichtlich assoziierter struktureller Veränderungen erwies sich hingegen als inkonsistent (Lewis, 1990). Die Ausprägung negativer Symptome scheint nicht nur negativ mit Leistungen in frontallhirn-sensitiven Tests zu korrelieren, sondern auch positiv mit einer Abnahme des zerebralen Blutflusses im Frontallhirn (Liddle et al., 1992; Wolkin et al., 1992) sowie einer Minderaktivierung des Frontallhirns während »frontaler« Aufgaben assoziiert zu sein (Andreasen et al., 1992). Nach Liddle et al. (1992) handelt es sich dabei weniger um einen statischen Verlust frontaler Funktionen als vielmehr um eine dynamische Imbalance zwischen kortikofrontaler und subkortikaler Aktivität.

Bis zum heutigen Datum haben verschiedenste Studien zur funktionellen Bildgebung durch Messung des regionalen zerebralen Blutflusses, des Glukosemetabolismus' oder der Blutoxygenierung dysfunktionale neuronale Netze bei schizophrenen Patienten aufgedeckt (siehe z.B. McClure et al., 1998; Liddle, 1996). Sowohl im Fall von Ruhemessungen, als auch während der Ausführung kognitiver Aufgaben fanden sich meist frontale und temporale Strukturen betroffen. Gleichwohl ließ sich bislang kein Abnormitätsmuster ausfindig machen, das von diagnostischem Wert für Schizophrenie wäre. Ähnliches gilt für die gefundenen hirnstrukturellen Abnormitäten wie Abnahme des Hirnvolumens, lokale oder regionale Verminderung der grauen Substanz oder Abnahme der weißen Substanz (z.B. Ward et al., 1996; Pearlson & Marsh, 1999; Lim et al., 1999). Trotz aller diesbezüglichen kaum mehr bezweifelbaren Evidenz ist es derzeit nicht möglich, diese als pathognomonische Marker der Schizophrenie aufzufassen.

Vor etwa 100 Jahren stellte bereits Kraepelin erste konzeptuelle Überlegungen zur Hypothese hirnstruktureller Veränderungen bei der Schizophrenie an, die sich vornehmlich auf präfrontale und temporale Assoziationskortices bezogen. Neben den oben genannten hirnstrukturellen Veränderungen, die im Zuge des verstärkten Einsatzes bildgebender Verfahren ausgemacht werden konnten, haben auch zahlreiche post mortem Untersuchungen in den letzten Jahren qualitative wie quantitative Veränderungen in verschiedenen Hirnregionen bei schizophrenen Patienten nachweisen können. Schwerpunktmäßig finden sich diese Veränderungen ebenfalls in frontotemporalen Arealen bzw. in limbischen Strukturen. Allerdings lassen sich kaum Hirnareale angeben, für die nicht die ein oder andere Anomalie beschrieben werden konnte (Benes et al., 1991; Harrison, 1999). Nichtsdestoweniger sprechen die genannten Befunde für die Schizophrenie als eine Hirnerkrankung, die durch ein sehr heterogenes klinisches Erscheinungsbild geprägt ist. Ätiologisch wird heute zumeist von entwicklungsbiologischen Annahmen ausgegangen, d.h. Annahmen bzgl. entwicklungsbedingter

hirnstruktureller Veränderungen, die für einen späteren Erwerb einer Schizophrenie prädestinieren. In zunehmendem Maße wird jedoch deutlich, dass die Schizophrenie nicht mit einer klar zu lokalisierenden Veränderung einer bestimmten Struktur einhergeht, sondern vielmehr durch weitverteilte gelegene Veränderungen charakterisiert werden muss. Demgemäß wird aktuell eine frontotemporale Netzwerkstörung hypothetisiert, bei der die Annahme lokaler Diskonnektivitäten in der neuronalen Netzwerkarchitektur des heteromodalen Assoziationskortex leitend ist (Falkai et al., 2001; Friston, 1999, 1998, 1996, 1995).

4.2 Beeinträchtigung inhibitorischer Kontrolle

Bereits Bleuler (1911) beschrieb einen Mangel an kognitiver Kontrolle bei schizophrenen Patienten im Sinne einer Unfähigkeit, den Gedankengang in geeigneten Bahnen verlaufen zu lassen, und postulierte eine Trennung assoziativer Verbindungen zwischen verschiedenen Vorstellungen. Diese Lockerung assoziativer Verknüpfungen erschien Bleuler derart wichtig, dass er sie sowohl in seinen Katalog der Grundsymptome aufnahm, die in jedem Fall vorzufinden seien, wie auch in denjenigen der primären Symptome – im Rahmen seiner zweiten Dichotomisierung –, welche er sich unmittelbar durch zugrunde liegende organische Prozesse verursacht vorstellte.⁴ Mangelnde Kontrolle über die Kontinuität der Gedankengänge wurde frühzeitig mit gestörten Aufmerksamkeitsprozessen in Verbindung gebracht. Vor dem Hintergrund intakter Auffassungsgabe, postulierte schon Kraepelin (1913) Störungen der aktiven, der gerichteten und der gehaltenen Aufmerksamkeit als Charakteristika jedweder schizophrenen Erkrankung. Nuechterlein & Dawson (1984) konnten einige Vulnerabilitätsfaktoren schizophrenen Erkrankungen ausmachen, die sowohl bei akuten wie bei teilweise remittierten schizophrenen Patienten, aber auch in Risikopopulationen angetroffen werden können. Zu diesen Faktoren zählen unter anderen Defizite in Vigilanzaufgaben mit hohem Verarbeitungsaufwand, in forcierten Entscheidungsaufgaben mit umfangreichem Reizmaterial, sowie in Aufgaben zum seriellen Gedächtnisabruf, die aktives innerliches Wiederholen erfordern. Nach Auffassung der Autoren könnten diese Defizite eine Reduktion der Verarbeitungskapazität widerspiegeln, welche dem für Schizophrenie vulnerablen Personenkreis für die Ausführung aufgabenrelevanter kognitiver Operationen zur Verfügung steht. Eine weiterführende Reduktion der Verarbeitungskapazität

⁴Bleulers erste Dichotomisierung unterschied zwischen Grundsymptomen und akzessorischen Symptomen. Die ersteren umfassen eine Vielzahl von Symptomen, die einander zum Teil überlappen, und in sämtlichen Fällen von Schizophrenie vorzufinden sein sollen – in anderen Krankheitstypen jedoch nicht. Zentrale Symptome dieser Gruppe sind Störungen der Assoziativität und der Affektivität, die Neigung, das eigene Selbst von der Realität zu scheiden (Autismus) sowie die Erfahrung sich gegenseitig ausschließender Impulse, Wünsche und Vorstellungen (Ambivalenz). Im Gegensatz zu diesen Grundsymptomen mögen akzessorische Symptome nicht bei jedem schizophrenen Patienten zu finden, dafür aber auch Bestandteil anderer Erkrankungen sein. Bei den akzessorischen Symptomen handelt es sich v.a. um Sinnestäuschungen und Wahnideen, aber auch noch um eine Vielzahl anderer an schizophrenen Patienten häufig ins Auge stechender Krankheitszeichen (vgl. hierzu auch Abschnitt 4.1). Im Rahmen einer weiteren stärker spekulativen Zweiteilung schied Bleuler primäre von sekundären Symptomen. Während jene direkt von organischen Erkrankungen herrührend konzipiert wurden, sollen diese mit dem zugrunde liegenden organischen Prozessen nur indirekt in Zusammenhang stehen und vielmehr aus der Interaktion der kranken Psyche mit internen wie externen Prozessen resultieren. Bleuler selbst gestand eine gewisse Unsicherheit ein bzgl. des jeweiligen Status einiger der Symptome dieser Aufteilung; nicht jedoch bzgl. der Zuordnung von Assoziationsstörungen zur primären Gruppe. Die zentrale Bedeutsamkeit dieses Störungsaspekts spiegelt sich schließlich auch in der Begriffsbildung Schizophrenie wider, die für die Aufspaltung oder Fragmentierung mentaler Funktionen steht.

oder eine temporäre Unterbrechung automatischer wie aufmerksamkeitsfordernder Prozesse finde man v.a. bei akut und chronisch schizophrenen Patienten in Form von Wahrnehmungseinbußen bei kurzen Reizpräsentationen. Schizophrenien scheinen sich durch eine Vielzahl kognitiver Defizite charakterisieren zu lassen, zu denen unter anderem gesteigerte Ablenkbarkeit im Zuge allgemeiner Beeinträchtigungen von Aufmerksamkeitsprozessen zählt.

Menschen, die an Schizophrenie leiden, scheinen insbesondere Schwierigkeiten damit zu haben, ihre Aufmerksamkeit auf relevante Reize zu lenken und dabei irrelevante auszublenden (McGhie & Chapman, 1961; Shakow, 1962; McGhie et al., 1964). Diese Annahme wird durch zahlreiche empirische Untersuchungen gestützt, in denen Aufgaben zur Erfassung von Vigilanz, von geteilter und gelenkter Aufmerksamkeit sowie Sortier- und Kategorisierungsaufgaben zur Anwendung kamen (Lenzenweger et al., 1991; Spring et al., 1989; Posner et al., 1988; Weinberger, 1986).

In Anlehnung an die Differenzierung verschiedenartiger kognitiver Defizite in Vulnerabilitätsmarker unterschiedlichen Grades aus der Arbeit von Nuechterlein & Dawson (1984) untersuchten Spring et al. (1989), ob Ablenkbarkeit im Rahmen einer dichotischen Höraufgabe – als Maß der Beeinträchtigung selektiver Aufmerksamkeit – einen Trait- oder State-Marker für Schizophrenie darstellt. Sie präsentierten stationären psychotischen und kürzlich entlassenen post-psychotischen Patienten sowie drei nicht psychotischen Gruppen (stabilen ambulanten Patienten, erstgradigen Verwandten und schizophrenienahen Studenten) und einer Stichprobe gesunder Probanden Wörter auf einem Ohr. In den kritischen Bedingungen wurden zeitgleich auf dem anderen Ohr Worte dargeboten, die mit den Nachzusprechenden entweder assoziiert waren (meist Synonyme) oder nicht – in jedem Fall aber die Verarbeitung stören sollten. Dabei konnte gezeigt werden, dass lediglich die Leistung der stationären psychotischen Patienten beeinträchtigt war. Gleichwohl war eine leichte Neigung zur Einstreuung von Störreiz-Phonemen auch bei den übrigen nicht psychotischen Gruppen gegenüber den Gesunden zu beobachten. Das ausschließlich für die stationäre Gruppe gefundene selektive Aufmerksamkeitsdefizit interpretierten Spring et al. dahingehend, dass Ablenkbarkeit einen Zustandsmarker von Schizophrenie darstellt. Der gefundene Trend für Einstreuungen von Störreiz-Phonemen könnte jedoch ein Hinweis darauf sein, dass man dem Merkmal der Ablenkbarkeit nicht voreilig Trait-Aspekte absprechen sollte.

In Untersuchungen, bei denen die Aufmerksamkeit selektiv visuell auf eine räumliche Position gerichtet wird, konnten gezeigt werden, dass sich dabei die Effizienz der Zielreizerkennung verbessert. Diese Verbesserungen zeigen sich sowohl in verkürzten Reaktionszeiten (Posner, 1980) und Reduktionen von Wahrnehmungsschwelle (Bashinski & Bachrach, 1980), als auch in einer Abnahme hirnelektrischer Korrelate der beteiligten kognitiven Prozesse (Mangun et al., 1987). Unter Verwendung eines solchen Paradigmas zur Erfassung gerichteter Aufmerksamkeit konnten Posner et al. (1988) zeigen, dass schizophrene Patienten eine selektive Verlangsamung in der Zielreizverarbeitung für das rechte visuelle Feld aufweisen, und zwar dann, wenn die Aufmerksamkeit nicht zuvor auf die korrekte Raumposition gerichtet war. Aufbauend auf dieser asymmetrischen Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung zeigten Posner und Kollegen nachfolgend in einer verdeckten Aufmerksamkeitsaufgabe, dass schizophrene Patienten visuelle Wortreize (RECHTS, LINKS) im Vergleich zu symbolischen Richtungsreizen (\Leftarrow , \Rightarrow) langsamer verarbeiten als gesunde Kontrollprobanden, insbesondere wenn noch keine Medikation erfolgt ist.

Derartige Beobachtungen aus der frühen Aufmerksamkeitsforschung unterstützen die bereits von Frith (1979) aufgestellte Hypothese, wonach bei Schizophrenien Beeinträchtigungen inhibitor-

scher Prozesse anzunehmen seien, durch die es irrelevanten Reizen erlaubt werde, die Informationsverarbeitung zu stören. In seiner Theorie des Filterdefizits der Schizophrenie verortet Frith (1979) die Beeinträchtigung in einem Mechanismus »that controls and limits the contents of consciousness« (S. 225). Eine Vielzahl von Symptomen wie Sinnestäuschungen oder Denkstörungen werde durch einen defekten Filtermechanismus erzeugt, der nicht mehr in der Lage sei, den Organismus vor eindringender Information aus dem inneren wie dem äußeren Milieu wirksam zu schützen. Nach Frith liegt die Ursache dieser Beeinträchtigungen schizophrener Patienten in defizitären Inhibitionsmechanismen.

Mittlerweile haben zahlreiche Untersuchungen unter Verwendung verschiedener Herangehensweisen das Wissen über inhibitorische Prozesse bei schizophrenen Patienten erweitert. Seit den frühen 60er Jahren beispielsweise konnte in konsistenter Weise gezeigt werden, dass die Leistungen schizophrener Patienten in sogenannten *Go-/NoGo*-Aufgaben wie dem Continuous Performance Test (CPT) dahingehend beeinträchtigt sind, dass sie deutlich erhöhte Fehlerraten produzierten (vgl. hierzu Cornblatt & Keilp, 1994). Beim CPT handelt es sich um ein geeignetes Verfahren zur Untersuchung von Reaktionskontrolle, da zu seiner Durchführung fundamentale Mechanismen notwendig sind, die sowohl mit der Ausführung (GO) als auch der Inhibition (NOGO) einer antizipierten motorischen Reaktion verbunden sind. In *Stroop*-Aufgaben zeigte sich, dass die Benennungslatenz für die Wortfarbe bei schizophrene Patienten gegenüber gesunden Kontrollprobanden erhöht ist (Boucart et al., 1999; Cohen et al., 1999; Schooler et al., 1997; Hepp et al., 1996; Abramczyk et al., 1983). Darüber hinaus schneiden schizophrene Patienten auch in Aufgaben zur Erfassung *Latenter Inhibition* schlechter ab als Gesunde, d.h. sie lernen schlechter, dass ein zuvor irrelevant gewesener Reiz nun relevant ist (Swerdlow et al., 1996; McDowd et al., 1993; Baruch et al., 1988). Ein weiteres Maß zur Erfassung von Inhibition ist die sog. *prepulse inhibition* (PPI) des konditionierten Lidschlagreflexes. Hierbei führt ein schwacher sensorischer Reiz (akustischer Klick oder Lufthauch), der zeitlich kurz vor einem plötzlichen intensiven Reiz gleicher Art präsentiert wird, zu einer Inhibition des durch den letzteren ausgelösten Schreckreflexes. PPI wird gemeinhin als operationales Maß des sog. sensomotorischen Filterns (»sensorimotor gating«) gefasst, durch welches exzessive oder triviale Reize vom Bewusstsein ferngehalten werden, damit das Individuum in der Lage bleibt, die Aufmerksamkeit auf die vorrangigsten Aspekte der Reizvielfalt seiner Umgebung zu fokussieren. Defizite hinsichtlich dieses Inhibitionsmechanismus sowie damit korrelierte kognitive und symptomatische Abnormitäten wurden sowohl für schizophrene Patienten als auch für Individuen des schizophrenen Formenkreises berichtet (vgl. den Übersichtsartikel von Braff et al. (2001), sowie für einen speziellen Fokus auf die Wechselwirkung von PPI und neuroleptischer Medikation bei schizophrenen Patienten die Arbeit von Hamm et al. (2001)). Weitere Defizite der inhibitorischen Kontrolle bei schizophrenen Patienten wurden schließlich auch im Rahmen von Untersuchungen aus dem Forschungsbereich der Okulomotorik beobachtet. Eine klassische Anordnung zur Erfassung der okulomotorischen Inhibitionsfähigkeit ist die *Antisakkaden*-Aufgabe (Hallet & Adams, 1980; Hallet, 1978). Während die Probanden in dieser Aufgabe eine zentrale Markierung fixieren, wird ihnen ein peripherer Reiz dargeboten. Die Aufgabe besteht dann darin, eine initiale Reflexsakkade zu diesem Reiz zu unterdrücken, und stattdessen eine Augenbewegung zur horizontal spiegelbildlichen Position des Reizes durchzuführen. Eine kurze initiale Blickbewegung zu dem peripheren Reiz hin gilt als Fehler. Mit dieser Aufgabe konnte gezeigt werden, dass schizophrene Patienten und ihre biologischen Verwandten mehr derartige Prosakkaden-Fehler machen als

Gesunde, was auf Schwierigkeiten bei der aktiven Unterdrückung von Sakkaden hindeutet (siehe McDowell & Clementz, 2001). Als neuronales Korrelat der beeinträchtigten inhibitorischen Prozesse wird derzeit eine verminderte präfrontale Aktivierungen bei Schizophrenen während Antisakkaden diskutiert (McDowell et al., in press).

Neben all den bislang skizzierten Verfahren zur Untersuchung inhibitorischer Prozesse bei schizophrenen Patienten gibt es noch zwei weitere Paradigmen, die im wesentlichen dazu beigetragen haben, den Verdacht inhibitorischer Beeinträchtigungen schizophrener Patienten zu erhärten: Das exogene Negative Priming und das semantische Priming. Aufgrund der Anwendung dieser Paradigmen in der vorliegenden Arbeit sollen sie im Folgenden eine ausführlichere Würdigung erhalten.

Die grundlegende Idee beim *Negativen Priming* besteht darin, dass das Ausblenden eines Störreizes zum Aufbau von Inhibition bzgl. diesen führt, was zur Konsequenz hat, dass (unmittelbar) nachfolgende Reaktionen auf diesen Reiz – nun als Zielreiz – entweder zeitlich verzögert sind, oder mit einem Anstieg der Fehlerrate einhergehen. Reduziertes Negatives Priming bei Patienten mit Schizophrenien wurde demnach als Argument für die Hypothese gestörter inhibitorischer Kontrolle genommen. Im Hinblick auf Menschen im höheren Lebensalter und Patienten, die an Schizophrenie leiden, schreiben May et al. (1995, p. 37) in ihrem Übersichtsartikel über die Bestimmungsmerkmale des Negativen Primings: »Negative priming has been used as an index of inhibitory efficiency with these groups, and the mounting evidence for its absence in these populations has been taken as strong support for inhibitory deficit hypotheses«.

In der Tat existieren konsistente Befunde für eine Reduktion des Negativen Primings bei nicht-klinischen Probanden, die hohe Werte in Fragebögen zur Erfassung schizotyper Persönlichkeitsmerkmale erreichen (Beech & Claridge, 1987; Beech et al., 1989a; Peters et al., 1994; Williams, 1995; Park et al., 1996; Ferraro & Okerlund, 1996; Steel et al., 1996; Moritz & Mass, 1997; Watson & Tipper, 1997; Moritz et al., 1998). Gleichwohl ist die Befundlage bzgl. reduziertem Negativem Priming bei schizophrenen Patienten weit weniger konsistent.

Beech et al. (1989b) untersuchten 18 schizophrene Patienten, die aktuell oder früher unter psychotischen Symptomen litten, mit einer Stroop-NP-Aufgabe, bei der die zu benennende Wortfarbe im aktuellen Durchgang das zu ignorierende Farbwort des vorangegangenen Durchgangs war. Beech und Kollegen fanden signifikantes Negatives Priming in einer psychiatrischen Kontrollgruppe. Für die Gruppe der Schizophrenen hingegen war das Negative Priming reduziert und nicht mehr in signifikantem Ausmaß vorhanden. Interessanterweise unterschieden sich die beiden klinischen Gruppen lediglich hinsichtlich des Negativen Primings, nicht jedoch in Bezug auf die Stroop-Interferenz. Dies legt die Vermutung nahe, dass die Beeinträchtigung seitens der schizophrenen Patienten nicht einfach auf ein unspezifisches Defizit zurückgeführt werden kann. Gleichsinnig fanden Salo et al. (1996) bei zwölf ambulanten chronifizierten schizophrenen Patienten eine Reduktion oder sogar eine Umkehrung des Negativen Primings bei gleichzeitig intakten Interferenz- und Bahnungseffekten im Rahmen einer Stroop-Aufgabe; dasselbe Muster zeigte sich ebenfalls bei 14 schizophrenen Patienten nach Absetzen der Medikation (Salo et al., 1997). Beeinträchtigungen des Negativen Identitätsprimings bei Erhaltener Stroop-Interferenz wurde schließlich auch von Laplante et al. (1992) berichtet, insbesondere für die Gruppe mit hoher Negativsymptomatik. Im Gegensatz dazu fand eine jüngere Arbeit Zusammenhänge zwischen der Positivsymptomatik schizophrener Patienten und reduziertem Stroop-NP bei gleichzeitig erhaltener Stroop-Interferenz (Peters et al., 2000). Eine Wiederherstellung des Negativen Identitätsprimings durch neuroleptische Medikation, wie sie

von Salo et al. (1997) beobachtet wurde, konnte von anderen Forschern jedoch nicht repliziert werden (David, 1995; Williams et al., 1996). Darüberhinaus gibt es aber auch Befunde, wonach sich die Größe des gemessenen Negativen Identitätspriming bei neuroleptisch medizierten schizophrenen Patienten nicht von derjenigen gesunder Kontrollprobanden unterschied (Baving et al., 2001; Moritz et al., 2000). Im Hinblick auf *räumliches Negatives Priming* wurden Reaktionserleichterungen anstatt der normalen Verzögerungen in einer Gruppe älterer schizophrener Patienten mit hohen Dosen an Neuroleptika (McDowd et al., 1993) gefunden. Im Gegensatz dazu fanden Park et al. (1996) bei ihrer räumlichen NP-Aufgabe reduziertes Negatives Priming lediglich bei akuten und nicht bei chronifizierten schizophrenen Patienten.⁵ Letztlich konnte aber auch räumliches Negatives Priming in zu Gesunden vergleichbarem Ausmaß bei akuten, unmedizierten sowie bei akuten, medizierten und mithin bei chronifizierten, medizierten schizophrenen Patienten nachgewiesen werden (Wagner et al., in press; Park et al., 1996). Im Rahmen einer Aufgabe zur Erfassung von identitätsspezifischem und semantischem Negativen Priming⁶ untersuchte Williams (1996) 34 schizophrene Patienten, die sie aufgrund ihrer individuellen Ratings auf Skalen zur Erfassung von Positiv- (SAPS; Andreasen, 1984) und Negativsymptomatik (SANS; Andreasen, 1981) mittels clusteranalytischer Verfahren in vier Untergruppen einteilte. Diese Analysen identifizierten drei Untergruppen (Desorganisiertheit, Realitätsverzerrung und psychomotorische Verarmung), die eine enge Nähe zum dreidimensionalen Schizophreniemodell von Liddle (1987) aufweisen (vgl. hierzu Abschnitt 4.1, Seite 43ff). Eine vierte Untergruppe wurde als episodisch bezeichnet, da diese Patienten eine nur latente Positivsymptomatik aufwiesen. Mit Ausnahme der Patienten mit vornehmlich psychomotorischer Verarmung fanden sich in den übrigen Gruppen entweder Reduktionen oder Umkehrungen des üblichen NP-Effektes.

Die Heterogenität der berichteten Resultate mag teilweise damit zusammenhängen, dass unterschiedliche Aufgaben zur Erfassung des Negativen Primings zur Anwendung kamen. Es liegt der Schluss nahe, dass unterschiedliche Priming-Anordnungen auch unterschiedliche kognitive Mechanismen ansprechen (vgl. hierzu auch May et al., 1995). Demnach ist zu vermuten, dass nicht alle NP-Paradigmen gleichermaßen geeignet sind, die Mechanismen zu testen, die den Beeinträchtigungen schizophrener Patienten möglicherweise zugrunde liegen.

Das *semantische Priming* (Meyer & Schvaneveldt, 1971) stellt neben dem exogenen Negativen Priming ein weiteres wichtiges experimentelles Paradigma dar, das Licht auf diejenigen Mechanismen der Informationsverarbeitung zu werfen vermag, die den kognitiven Beeinträchtigungen schizophrener Patienten zugrundeliegen. Es wird vielfach angenommen (Neely, 1991; Neely &

⁵Vor dem Hintergrund der Tatsache, dass sich die beiden Gruppen hinsichtlich ihrer mittleren Erkrankungsdauer nicht unterschieden, kann man sich des Eindrucks nur schlecht erwehren, dass die Motivation der Einteilung in akute und chronische Patienten eher post hoc gespeist wurde, und der Befund somit nicht zwingend auf diese Unterteilung zurückgeführt werden muss. Vielmehr mögen die gefundenen Unterschiede mit der Symptom schwere in Zusammenhang stehen, bzgl. derer sich die beiden Gruppen in der Tat unterschieden.

⁶In der Anordnung von Williams wurden den Teilnehmern im Prime-Durchgang jeweils zwei Wörter dargeboten, von denen dasjenige in der Bildschirmmitte als Targetwort zu benennen war, während das oberhalb oder unterhalb dargebotene Distraktorwort zu ignorieren war. Im nachfolgenden Probe-Durchgang wurde ein einzelnes Zielwort in der Bildschirmmitte dargeboten, das entweder identisch war mit einem der beiden Prime-Wörter (CHAIR/FORK \rightsquigarrow CHAIR = positives ID-Priming oder FORK/CHAIR \rightsquigarrow CHAIR = negatives ID-Priming), oder aber semantisch verwandt war mit einem der beiden (STOOL/FORK \rightsquigarrow CHAIR = positives semantisches Priming oder FORK/STOOL \rightsquigarrow CHAIR = negatives semantisches Priming). In den Kontrolldurchgängen stand das Probe-Zielwort mit keinem der Prime-Wörter in Zusammenhang (MONK/FORK \rightsquigarrow CHAIR).

Keefe, 1989; Posner & Snyder, 1975b,a), dass dem semantischen Priming zwei kognitive Kernmechanismen zugrundeliegen, nämlich eine schnelle automatische und eine langsamere kontrollierte Verarbeitung: Von den automatischen Verarbeitungsprozessen wird angenommen, dass sie weder durch Erwartung noch durch bewusstes Überlegen vermittelt sind. Die kontrollierenden Prozesse treten hingegen zeitlich später auf, sind dabei zeitaufwendiger und erfordern größere Mühen. Einige Studien zum semantischen Priming, die eher auf aktivationsbasierten Kognitionsmodellen fußen (Anderson & Spellman, 1995; Nestor et al., 1998), charakterisierten Schizophrenie im Sinne einer anomalen automatischen Aktivationsausbreitung innerhalb des semantischen Netzwerkes, wodurch es zu gedanklichen Entgleisungen und assoziativen Lockerungen komme (Nestor et al., 1997; Spitzer et al., 1993b). Eine Kernaussage der Theorie der automatischen Aktivationsausbreitung postuliert neuronale Knoten als Repräsentanzen von Wörtern, die einander gegenseitig erregen oder hemmen können. Wird ein Knoten erregt, so steigt die Wahrscheinlichkeit einer Erregung anderer Knoten durch diesen – insbesondere für räumlich nahe Knoten. Zusätzlich zur gegenseitigen Erregung kann es auch zu gegenseitiger Hemmung kommen, was wiederum die Wahrscheinlichkeit einer Erregung dieses inhibierten Knotens herabsetzt (Collins & Loftus, 1975). Anordnungen zur Erfassung semantischen Primings stellen ein Instrument zur Untersuchung der Organisation automatischer Aktivationsausbreitungen im semantischen Netzwerk dar. Für kurze Zeitintervalle zwischen Prime- und Probe-Durchgang wird angenommen, dass Priming ohne zusätzliche attentionale Kontrolle – also quasi automatisch – abläuft.

In Übereinstimmung mit dieser Annahme konnten einige empirische Untersuchungen zum semantischen Priming eine Zunahme des Priming-Effektes (»Hyperpriming«) bei schizophrenen Patienten, sowohl gegenüber gesunden Probanden (Henik et al., 1995; Spitzer et al., 1994, 1993a; Manschreck et al., 1988) als auch gegenüber psychiatrischen Kontrollgruppen zeigen (Kwapil et al., 1990). Auch scheint dieser Effekt auf relativ kurze SOAs (< 500 ms) beschränkt zu sein. Üblicherweise sind die Grundreaktionszeiten schizophrener Patienten gegenüber denjenigen der Kontrollgruppe verlangsamt. Vor diesem Hintergrund überrascht der Befund schnellerer absoluter Reaktionszeiten bei Schizophrenen in der Studie von Manschreck et al. (1988). Ein weiterer Kritikpunkt an den meisten dieser Studien betrifft die Reaktionsanforderung, die gemeinhin aus einer lexikalischen Entscheidung bzgl. Buchstabenfolgen besteht. Dabei ist nicht auszuschließen, dass der separate Entscheidungsprozess den eigentlich interessierenden Prozess des lexikalischen Zugriffs überlagert und die Wahrscheinlichkeit falsch positiver Befunde erhöht. Diese Problematik lässt sich jedoch minimieren, wenn man zu einer Wortbenennung übergeht. Vinogradov et al. (1992) und Ober et al. (1995) verglichen beide Formen der Reaktionsmessung miteinander und fanden kein Hyperpriming seitens der schizophrenen Patienten, was im Einklang steht mit den Ergebnissen anderer Studien (Chapin et al., 1989, 1992; Henik et al., 1992; Blum & Freides, 1995). In der Untersuchung von Vinogradov zeigten die Patienten normales semantisches Priming, wenn sie eine Wortbenennung leisten sollten. Wurde von ihnen jedoch eine lexikalische Entscheidung erfordert, so zeigt sich bei ihnen kein semantisches Priming. Dies legt in der Tat die Vermutung nahe, dass die Befunde der Patienten eher ein Defizit des Entscheidungsprozesses als eine anomale Organisation ihrer assoziativen Verknüpfungen widerspiegelt. Ober et al. verwendeten kurze Inter-Stimulus-Intervalle (ISIs) und variierten die semantische Bezogenheit ihrer Wortreize.⁷ Dabei fanden sie auch im Falle le-

⁷Als *vertikal* bezeichneten die Autoren diejenige Bedingung, in der das eine Wort eine Kategorie darstellte, auf die das andere als Exemplar derselben bezogen war (z.B. MÖBEL-STUHL). In der *horizontalen* Bedingung handelte

xikalischer Entscheidungsreaktionen vermindertes Priming bei den schizophrenen Patienten in der sog. *horizontalen* Bedingung. Barch et al. (1996) variierten die SOAs von 250 ms bis 950 ms, und konnten dabei ebenfalls kein Hyperpriming schizophrener Patienten finden. Ganz im Gegenteil lief sich auch hier bei dem längsten SOA eine Abnahme des semantischen Primings beobachten. Dies interpretierten die Forscher im Sinne eines Hypo-Primings, welches vermutlich durch Probleme in der kontrollierten Aufmerksamkeit verursacht werde, die typischerweise erst nach 500 ms auftreten. Aloia et al. (1998) untersuchten die Benennlatenzen von 20 chronifizierten schizophrenen Patienten im Rahmen einer semantischen Priming-Aufgabe, bei der das Zielwort entweder in unterschiedlichem Ausmaß (gering, mittel, hoch) mit dem vorangegangenen Wort verwandt war oder überhaupt nicht. Ebenso wie die gesunden Kontrollprobanden zeigten diejenigen Patienten mit schwach ausgeprägten Denkstörungen ein graduelles Priming-Muster (gering < mittel < hoch), wobei sich aber keine signifikante Differenzierung ergab zwischen mittelgradig und niedrig assoziierten Wörtern. Subtile Hinweise auf Hyperpriming konnten lediglich bei schwach denkgestörten Patienten für mittelgradig und niedrig assoziierte Wörter gewonnen werden. Dies interpretierten die Autoren als Hinweis auf eine geringergradige Organisation und ein weniger vollständiges semantisches Netzwerk seitens der Patienten. Bei stark denkgestörten Patienten war für keine der Assoziationsabstufungen semantisches Priming beobachtbar. Hieraus folgerten Aloia et al., dass hochgradig denkgestörte schizophrene Patienten Schwierigkeiten haben, stark assoziierte relevante Wörter automatisch zu aktivieren, was dazu führen mag, dass sie bei gesprochener Sprache gleichwahrscheinlich semantisch entlegene Wörter, also solche, die eine geringere semantische Passung aufweisen, selektieren, wodurch beim Zuhörer der Eindruck gelockerter Assoziationen entstehe.

Im Rahmen einer modalitätsübergreifenden semantischen Priming-Aufgabe untersuchten Titone et al. (2000) den differentiellen kontextuellen Einfluss schwach bzw. stark Bahnender Sätze auf die lexikalische Entscheidung hinsichtlich eines Testwortes. Dabei bekamen 18 schizophrene Patienten und 24 gesunde Kontrollprobanden akustisch Sätze dargeboten, die ein Homonym enthielten. Unmittelbar nach Satzende erschien visuell ein Zielwort, das entweder mit dem dominanten oder subdominanten Bedeutungsfeld des Homonyms assoziiert war. Kontextuell gebahnt wurde jeweils die subdominante Bedeutung des Homonyms. Zum Vergleich wurde in den ansonsten identischen Kontrollsätzen das Homonym durch ein nicht homonymes Wort ersetzt.⁸ Im Falle schwacher Bahnung fanden sich bei Gesunden lediglich auf Testwörter, die mit dem subdominanten Wortfeld assoziiert waren, beschleunigte Reaktionen (*positives* Priming). Schizophrene Patienten hingegen zeigten beschleunigte lexikalische Entscheidungen sowohl für subdominant wie dominant assoziierte Testwörter. Im Falle starker Bahnung des subdominanten Wortfeldes fanden sich in beiden Gruppen ausschließlich Reaktionserleichterungen auf subdominant assoziierte Testwörter. Dieses Ergebnismuster deuteten die Autoren dahingehend, dass schizophrene Patienten bei schwacher Bahnung die kontextuell irrelevante Bedeutung des Homonyms nicht hinreichend inhibieren, und somit auch

es sich beiderseits um Kategorieexemplare (z.B. SOFA-TISCH).

⁸Beispielsätze für die einzelnen Bedingungen:

Mäßige Bahnung:

Homonym: *Because it was extremely loud, we really enjoyed the JAM* ↔ JELLY/BAND (dom vs. sub)

Kontrolle: *Because it was extremely loud, we really enjoyed the MEETING* ↔ JELLY/BAND (dom vs. sub)

Starke Bahnung:

Homonym: *Because the musicians were great, we really enjoyed the JAM* ↔ JELLY/BAND (dom vs. sub)

Kontrolle: *Because the musicians were great, we really enjoyed the MEETING* ↔ JELLY/BAND (dom vs. sub)

auf dominant assoziierte Testwörter Priming im Sinne einer Reaktionserleichterung zeigen. Ist die kontextuelle Bahnung hingegen hinreichend stark, so scheint auch bei den Patienten die kontextuell irrelevanten Homonymbedeutung in ihrem Aktivationsniveau reduziert zu sein.

Die Untersuchung von Titone et al. zielt auf die Bahnbarkeit (Priming) alternativer Homonymbedeutungen durch unterschiedlich starke kontextuelle Bindung ab. Methodisch wertvoll ist daran v.a. die Tatsache, dass die Autoren durch die Operationalisierung ihrer Versuchsbedingungen den drei kritischen Faktoren Rechnung tragen, die bei der Resolution lexikalischer Ambiguität eine wichtige Rolle spielen. Und zwar insofern, als sie zum einen die *Bahnungsrichtung* konstant halten (subdominantes Bedeutungsfeld), und zum anderen auch das *Vertrautheitsgefälle* der Homonymbedeutungen (Polarität) sowie die kontextuelle *Bahnungsstärke* (schwach vs. stark) variieren. Im Hinblick auf die an der Resolution lexikalischer Ambiguität beteiligten inhibitorischen Prozesse ist es jedoch fraglich, ob die Reaktionsanforderung in Form einer lexikalischen Entscheidung eine glückliche Wahl darstellt. Die Entscheidung darüber, ob es sich bei den kritischen Buchstabenfolgen tatsächlich um lexikalische handelt oder nicht, ist ziemlich unabhängig davon, ob die Bedeutung des vorangegangenen Satzes erfasst wurde. Überprüfbar ist das Ausmaß an kontextueller Verarbeitung in der vorliegenden Anordnung nicht. Abgesehen von dem eindrucklichen Priming-Effekt für die Gruppe der schizophrenen Patienten in der moderat gebahnten dominanten Bedingung, mag es einen ein wenig wundernehmen, warum keine der beiden Gruppen von der stärkeren kontextuellen Bahnung i.S. einer differentiellen Reaktionszeiterleichterung profitiert, wenn das Testwort mit der subdominant gebahnten Bedeutung assoziiert ist. Außerdem zeigen die Gesunden gegenüber den Patienten bei starker gegenüber schwacher Bahnung ein numerisch größeres Priming auf das kontextuell inadäquate (dominante) Bedeutungsfeld. Wenn man davon ausgeht, dass die stärkere Bahnung gleichsam zu einer stärkeren Inhibition der irrelevanten Bedeutung führt, dann würde man eher erwarten, dass die Reaktionszeitkosten im Falle eines mit dieser Bedeutung assoziierten Testwortes bei den Gesunden höher sind als bei den Patienten – für die ja explizit ein inhibitorisches Defizit angenommen wird. Vor dem Hintergrund der vorliegenden Daten kann aber auf das Wirken inhibitorischer Prozesse nur indirekt geschlossen werden. Die Versuchsanordnung als solche ähnelt im Hinblick auf die dominanten Zielreize sehr einem endogenen Negativen Priming, welches sich aber vermutlich nur dann objektivieren lässt, wenn man die Entscheidungshandlung bzgl. des Zielreizes auch auf die inhibierte Bedeutung einfordert. In der Homonymbedingung ist das dominante Testwort stets mit dem Homonym am Satzende assoziiert – nämlich mit dem alternativen nicht gebahnten Wortfeld –, während dies in der Kontrollbedingung nicht der Fall ist. Im Rahmen einer lexikalischen Entscheidung ist es demnach auch plausibel Reaktionsbeschleunigungen zu beobachten. Würde man hingegen den Kontext stärker Reaktionsrelevant machen, so wären vielleicht die direkten Kosten der Inhibition im Sinne einer Reaktionszeitverzögerung – trotz assoziativer Nähe des dominanten Testwortes zur kontextuell irrelevanten Homonymbedeutung – zu beobachten. Entscheidungen der schizophrenen Patienten einzig aufgrund der assoziativen Nähe zwischen Testwort und Satzschlusswort müssten zwangsläufig falsch positiv erfolgen. Diesen Überlegungen soll in der vorliegenden Arbeit in den Experimenten 2 und 3 Rechnung getragen werden.

Kapitel 5

Hirnelektrische Korrelate kognitiver Prozesse

5.1 Die Methode ereigniskorrelierter Potentiale

Im vorliegenden Kapitel wird eingangs eine kurze Einführung in die Methode der *ereigniskorrelierten Potentiale* geben. Im Anschluss daran sollen einige wichtige Potentialkomponenten vorgestellt und in ihrer funktionellen Bedeutsamkeit charakterisiert werden.

Mit Hilfe der Methode der ereigniskorrelierten Potentiale (EKPs) können elektrophysiologische Korrelate kognitiver Prozesse ausfindig gemacht werden. EKPs sind Spannungsschwankungen im laufenden Elektroenzephalogramm (EEG), die vor, während oder nach einem sensorischen, motorischen oder psychischen Ereignis messbar sind. Diese sog. Feldpotentiale spiegeln die mit dem jeweiligen sensorischen, motorischen oder kognitiven Ereignis assoziiert neuronale Aktivität wider. Ihre zeitliche Charakteristik besteht aus einer Abfolge von Halbwellen, die üblicherweise anhand ihrer Polaritäten (positiv oder negativ bezüglich einer Referenzelektrode), der Latenzen ihrer Peaks (z.B. um 100 ms bei der P100) sowie ihrer ordinalen Abfolge (z.B. erste Positivierung, P1) eingeteilt werden. Auch die topographische Verteilung der Potentiale über den Schädel hinweg kann Aufschluss über die zugrunde liegenden Informationsverarbeitungsprozesse geben.¹ Die aufeinander folgenden positiven und negativen Spannungsschwankungen vermitteln einen Einblick in den Zeitverlauf der Aktivierung der an einem Ereignis beteiligten Nervenzellpopulationen.

Im Vergleich zu Einzelzellableitungen, bei denen Aktionspotentiale gemessen werden, bilden EKPs typischerweise das Ergebnis postsynaptischer Potentiale, die dadurch entstehen, dass Neurotransmitter an die Rezeptoren der postsynaptischen Neurone andocken. Bindet sich beispielsweise

¹Als quasi neutrale Referenzpunkte werden oft die Ohrläppchen oder die sog. Mastoid-Knochen verwendet, die aber ihrerseits ebenfalls von elektrischen Feldern betroffen sind und somit nicht als elektrisch neutral eingestuft werden können. Die in den Potentialen gefundenen Spannungsabfälle lassen sich somit nicht zwingend als Ausdruck von Prozessen der darunter liegenden Hirnregionen auffassen. Insofern bedient man sich bei der topographischen Analyse eher referenzunabhängiger Analyseverfahren, wie dem der Verteilung der Stromquellendichte (»current source density«, CSD). Dem sog. »inverse problem« – also den Umständen, dass die neuronalen Quellen im Kopf vermutlich zahlreich und vielfach unbekannt sind sowie die Lagerung der entsprechenden Dipole unklar ist – kann aber selbst dieser Ansatz nicht entgegen.

ein exzitatorischer Neurotransmitter an den Rezeptor eines apikalen Dendriten einer Pyramidenzelle so treten positive Ionen in das Neuron ein und erzeugen somit eine Netto-Negativität außerhalb der Zelle im Bereich der aktivierten Synapsen. Um den Stromkreis zu schließen, wird das Einfließen der negativen Ionen durch das passive Ausfließen von positiven Ionen im Rest der Zelle ausbalanciert, was seinerseits zu einer Netto-Positivität im Bereich des Zellkörpers und der basalen Dendriten führt. Zusammengenommen erzeugen diese positiven und negativen Ladungen einen kleinen Stromdipol. Werden nun viele ähnlich ausgerichtete Zellen auf diese Weise aktiviert, so addieren sich ihre Einzeldipole zu einem sog. *Äquivalenz-Stromdipol*. Dieser umfassende Dipol verursacht sodann einen passiven Volumenstrom durch den Extrazellulärraum des Gehirns (Volumenleiter). Aufgrund des hohen Widerstandes der Hirnhäute und der Kalotte werden die Ströme abgeschwächt und mitunter weitläufig verteilt; ein Teil der Ströme vermag aber durch die Schädeldecke zu dringen und kann somit aufgezeichnet werden. Die Amplitude der aufgezeichneten Spannung variiert über die Schädeldecke in Abhängigkeit von der Position und der Ausrichtung des Stromdipols und somit des aktiven neuralen Gewebes bezüglich des Schädeloberfläche.²

Wegen ihrer stärkeren örtlichen Lokalisation in den verschiedenen Kortexarealen und der Tatsache, dass sie seltenere Ereignisse sind als die in Form und Amplitude ähnlichen, dauernd vorhandenen EEG-Wellen, werden die EKPs aufgrund ihrer niedrigeren Amplituden ($1 - 30 \mu V$) in der Regel vom Spontan-EEG überlagert. Um solche Signale dem verrauschten Spontan-EEG zu entlocken, wird die der Nachrichtentechnik entlehnte sog. Mittelungstechnik angewandt. Eine wesentliche Voraussetzung dieser Technik bildet die Annahme, dass bei Wiederholung ein und desselben Reizes, derselben Reaktion oder desselben psychischen Vorgangs der zugrunde liegenden elektrokortikale Prozess gleich oder zumindest ähnlich aussieht, während die Hintergrundaktivität des EEGs bezüglich des Ereignisses zufällig verteilt ist. Durch die Summierung der zeitsynchronen EEG-Aktivität kann eine zunehmende Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses insofern erreicht werden, als sich zeitsynchrone Amplituden gleicher Form und Phase vergrößern, die variablen EEG-Wellen hingegen gleich bleiben oder kleiner werden. Mit zunehmender Summierung (bei wachsender Reizanzahl) werden sich dadurch diejenigen Spannungsschwankungen, die in unveränderlicher, immer gleicher Form auf den Reiz folgen, nach und nach aus dem Gesamtsignal herauskristallisieren.

Die Wellenberge und -täler des EKPs werden grundsätzlich in *exogene* und *endogene* Komponenten eingeteilt; erstere haben eher kurze Latenzen und variieren in erster Linie in Abhängigkeit der Reizcharakteristika – insbesondere der Intensität – während letztere eher längere Latenzen (größer $100 ms$) aufweisen und stärker mit den ablaufenden psychischen Veränderungen kovariieren. Wellen mit Latenzen bis zu $10 ms$ nennt man schließlich Hirnstammpotentiale; ihre Komponenten werden in den frühen Umschaltstationen des jeweiligen Sinnessystems generiert und pflanzen sich von dort bis an die Schädeldecke fort. Registriert man schließlich das EEG mit Gleichspannungsverstärkern (ohne Zeitkonstante), so kann man auch langsame Veränderungen unter $1 Hz$ sichtbar machen (zu den sog. langsamen Hirnpotentialen vgl. Rockstroh et al., 1982). Grundsätzlich gilt, dass die Amplitude einer Potentialkomponente mit der Anzahl funktionstüchtiger Neurone in dem Hirnabschnitt unter der Elektrode korreliert, und somit Aussagen über den Funktionszustand des Nervengewebes möglich sind.

Wenngleich die meisten Forscher darin übereinstimmen, dass Aufmerksamkeit dazu dient, be-

²Eine vollständiger Darstellung dieser komplexen biophysikalischen Ereignisse findet sich unter anderem bei Nunez (1990) und bei Vaughan & Arezzo (1988).

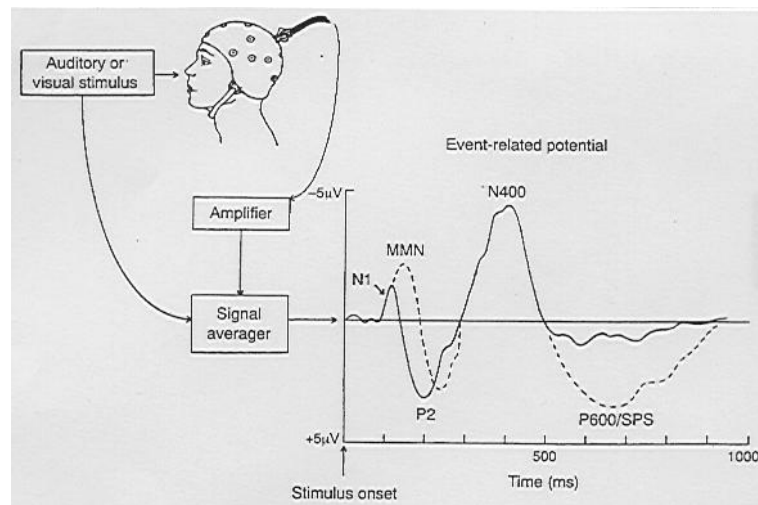


Abbildung 5.1: Beispielhafte Darstellung ereigniskorrelierter Potentialkomponenten.

stimmte Informationen zu selektieren und andere zu unterdrücken, gibt es eine langanhaltende Debatte über die fundamentale Natur dieses Prozesses. Manche Forscher vertreten die Meinung, die perzeptuelle Verarbeitungskapazität des Hirns sei begrenzt, weswegen Aufmerksamkeit in einem frühen Verarbeitungsstadium einsetzen müsse, um die perzeptuellen Verarbeitungsressourcen auf relevante Reize zu richten, damit diese schnell und korrekt wahrgenommen werden können (vgl. Reinitz, 1990; Treisman & Galade, 1980). Andere Forscher sehen den Grund für die Begrenzung der Verarbeitungskapazität in post-perzeptuellen Prozessen und vertreten die Ansicht, dass Aufmerksamkeit in einem späteren Stadium einsetzt, um eine Überlastung der Gedächtnis- und Reaktionssysteme zu vermeiden (vgl. Duncan, 1980; Palmer et al., 1993). Die Auflösung dieser Debatte um den Selektionsort (*»locus of selection«*) hat sich unter Verwendung von reinen Verhaltensexperimenten als äußerst schwierig erwiesen, da die Verhaltensreaktion, die bereits die Summe früher und später Prozesse darstellt, selbst keinen direkten Zugang für die Beobachtung der Prozessabfolgen zwischen Reizpräsentation und Reaktion bieten kann. Um eben diesen Zeitverlauf der Informationsverarbeitung zu erfassen, scheint die Technik der EKPs besonders geeignet. Dass Aufmerksamkeit zu einem späten – postkategorialen – Zeitpunkt selektieren kann ist weitgehend unstrittig. Insofern lautet eine interessierende Frage vielmehr, ob Aufmerksamkeit – unter bestimmten Umständen – auch zu einem früheren Zeitpunkt wirksam werden kann.

Unter bestimmten experimentellen Anordnungen zeigen einige Potentialkomponenten eine Sensitivität für verschiedene Anforderungen an die visuelle Aufmerksamkeit. Solche Komponenten und ihre Variation in Folge von spezifischen Manipulationen der Aufmerksamkeitsbelastung sollen im Folgenden detaillierter beschrieben werden.

5.2 P1 und N1

Zur eingehenderen Klärung der Frage nach dem Selektionsort der Aufmerksamkeit im Rahmen der visuellen Modalität wurden zahlreiche Experimente unter Verwendung der Methode der Ereigniskorrelierten Potentiale durchgeführt (z.B. Mangun et al., 1993; Mangun & Hillyard, 1990, 1988; Rugg et al., 1987). Unter bestimmten experimentellen Bedingungen lässt sich bei visueller Stimulation eine sehr frühe Komponente – die sog. C1 mit einer Gipfelatenz zwischen 60 – 100 *ms* – finden (Gomez Gonzales et al., 1994; Mangun et al., 1993). Diese frühe Komponente wird aller Wahrscheinlichkeit nach im striaten Kortex generiert. Im Gegensatz zu den wenig später auftretenden Komponenten P1 (100 – 140 *ms*) und N1 (160 – 200 *ms*) findet sich bei der C1 keine aufmerksamkeitsabhängige Variation in der Amplitude, d.h. ihre Amplitude fällt in vergleichbarer Weise aus – ungeachtet dessen, ob es sich um beachtete oder ignorierte Reize handelt. Die initialen P1- und N1-Komponenten fallen hingegen über der okzipitalen Schädeloberfläche kontralateral zur Reizseite typischerweise größer aus für Reize, die an einem beachteten Ort erscheinen als für solche an einem unbeachteten. Solche Amplitudenvergrößerungen der P1 und N1 finden sich nicht nur in Aufgaben, bei denen die Aufmerksamkeit konstant über mehrere Trials auf einen Ort gerichtet bleibt (Hillyard & Münte, 1984; Mangun & Hillyard, 1988), sondern gleichermaßen in Anordnungen, bei denen die Aufmerksamkeit pro Trial durch Hinweisreize auf einen bestimmten Ort gerichtet wird (Mangun et al., 1987).³ Ein weiterer Befund, der für die Existenz eines ausschließlich ortsbezogenen frühen Selektionsprozesses spricht, wird darin gesehen, dass die Amplitude der kontralaterale P1-Komponente sowohl für relevante (gemusterte) als auch für irrelevante (balkenartige Proben-Reize) Reize erhöht war, die kurzzeitig auf der beachteten Seite eines bilateralen Displays dargeboten wurden (Heinze et al., 1990a). Die reduzierte Wahrnehmungsgenauigkeit bei der Entdeckung des Zielreizes am nicht beachteten Ort sowie die Amplitudenreduktion späterer EKP-Komponenten auf nicht beachtete Reize wurden als Konsequenzen dieses frühen Selektionsprozesses gedeutet (Heinze et al., 1990b). Generiert werden die Komponenten P1 und N1 jedoch nicht in den primären visuellen Kortexarealen, sondern etwas höher im extrastriaten Kortex. Insgesamt deuten die Befunde darauf hin, dass Aufmerksamkeit die visuelle Verarbeitung erst nach dem primären visuellen Kortexareal beeinflusst; ein Resultat, das durch Einzelzelleitungen im Tierexperiment zusätzlich gestützt wird (vgl. Luck et al., 1997; Moran & Desimone, 1985).

Luck et al. (1990) beobachteten in verschiedenen Aufgabenbedingungen funktionale Dissoziationen hinsichtlich der Aufmerksamkeitseffekte bei P1 und N1, die den Schluss wahrscheinlich machen, dass diese Komponenten die Operation verschiedener Aufmerksamkeitssysteme anzeigen: Während der P1-Effekt unter allen in Betracht gezogenen Paradigmen zur räumlichen Aufmerksamkeit gefunden werden konnte, zeigt sich, dass der N1-Effekt in bestimmten Bedingungen entweder reduziert oder gänzlich abwesend war. Dies war beispielsweise dann der Fall, wenn der Zielreiz an einem durch

³Interessanterweise werden diese gemeinsamen Amplitudenerhöhungen der frühen Komponenten P1 und N1 ausschließlich mit der visuell-räumlichen Aufmerksamkeit assoziiert. Erfolgt die Selektion beispielsweise aufgrund anderer Reizattribute – wie Farbe, Ausrichtung der Merkmale etc. – so treten sehr verschiedene Muster der aufmerksamkeitsbezogenen EKP-Komponenten hervor. In den letzteren Fällen findet sich als auffälligste Komponente häufig eine breite Selektionsnegativität, die bei 140 – 200 *ms* beginnt und über einige Millisekunden hinweg andauern kann. Jedenfalls scheint es so zu sein, dass dem Ort eine ganz spezielle Stellung als Hinweisreiz für die visuelle Selektion zukommt, und dass die räumliche Aufmerksamkeit ferner die Feststellung einfacher Merkmalsinformationen zu modulieren vermag.

einen Hinweisreiz angedeuteten Ort nicht diskriminiert werden musste, oder wenn dem unilateral beachteten Reiz unmittelbar ein anderer Reiz am selben Ort vorangegangenen war. Vermutlich ist die N1-Komponente nur dann erhöht, wenn der Reiz eine Verlagerung oder zusätzliche Bereitstellung der Aufmerksamkeit erzwingt. Der P1-Effekt scheint die gegenwärtige Änderung des »Vorteils« bestimmter prästriater Neuronen im Augenblick der räumlichen Aufmerksamkeit widerzuspiegeln; der N1-Effekt deutet hingegen eher auf das Wirken eines – teilweise oder vollständig unabhängigen – Systems hin, dass für die Bereitstellung weiterer Aufmerksamkeitsressourcen zuständig ist, um die Verarbeitung des aufgabenrelevanten Reizes näherhin zu ermöglichen (Mangun et al., 1993).

Topographische Analysen der Stromquellendichte (»current source density«) ergaben, dass die Generatoren für den aufmerksamkeitspezifischen N1-Effekt etwas dorsaler gelagert sind als diejenigen für den P1-Effekt. Diese anatomische Trennung legt die Möglichkeit nahe, dass der P1-Effekt eine Modulation jener aufmerksamkeitspezifischen Aktivitäten repräsentieren könnte, die entlang des ventralen Pfades der visuellen Verarbeitung verlaufen. Dieser ventrale Verarbeitungsstrom, der bis in den inferioren Temporallappen hinab reicht, erfüllt aller Wahrscheinlichkeit nach Funktionen der Objekterkennung. Im Vergleich hierzu könnte der N1-Effekt die räumlich-selektive Funktion des dorsalen Verarbeitungsstromes widerspiegeln, der sich bis in den inferioren Parietallappen erstreckt. Analoges hierzu legen Einzelzellableitungen bei Affen nahe: Räumliche Aufmerksamkeit scheint ebenfalls die neuronale Responsivität von Affen zu modulieren. Die registrierten Latenzen entsprachen sowohl entlang des ventralen (Gebiet V4 im Temporallappen) als auch entlang des dorsalen (posterioren Parietallappen) Verarbeitungspfades den bei Menschen gefundenen P1- und N1-Komponenten (vgl. vor allem Nakamura et al., 1993 und Desimone & Duncan, 1995, aber auch Desimone, 1996).

5.3 N2pc

Die Rolle der visuellen Aufmerksamkeit bei der perzeptuellen Verarbeitung wurde für gewöhnlich in solchen Anordnungen untersucht, in denen einzelne diskrete Reize an bestimmten Orten dargeboten wurden, und die Aufgabe der Probanden darin bestand, selektiv jenen – meist durch einen Pfeil spezifizierten – Ort zu beachten, an dem höchstwahrscheinlich die Reize auftauchen könnten (»spatial cuing«-Paradigma). Dabei stellte sich heraus, dass die Entdeckung der Zielreize immer dann genauer und zügiger verlief, wenn es sich um den beachteten Ort handelte (vgl. Posner et al., 1980). Visuelle Aufmerksamkeit scheint jedoch auch in einer weniger artifiziellen Anordnung eine Rolle zu spielen, und zwar in solchen, in denen ein Zielreiz inmitten mehrerer Störreize aufgefunden und identifiziert werden soll (»visual search«-Paradigma). In solchen Aufgaben zur visuellen Suche zeigte sich, dass die Zielreizerkennung schneller und müheloser erfolgt, wenn sich der Zielreiz durch ein charakteristisches Merkmal von den Störreizen abhob. Wird der Zielreiz hingegen durch eine Merkmalskombination definiert, so sinkt die Erkennungsleistung. Eine Zunahme der Reaktionszeit bei wachsender Anzahl der Distraktoren legt die Vermutung nahe, dass ein serielles Absuchen des Reizfeldes erforderlich ist (vgl. Treisman & Galade, 1980).

Falls nun die visuelle Aufmerksamkeit eine Rolle spielt bei der Zielreizerkennung in solchen Aufgaben zur visuellen Suche, so dürften auch systematische Veränderungen in den ereigniskorrelierten Potentialen zu erwarten sein. Eine Komponente des EKPs, die in jüngster Zeit mit der Zielreizerkennung in Aufgaben zur visuellen Suche in Zusammenhang gebracht wurde, ist die sog. N2pc. Sie

lässt sich im N2-Latenzbereich an den posterioren Elektroden kontralateral zur Zielreizposition beobachten. Die N2pc wird zum einen durch »pop-out«-Items hervorgerufen. Darunter versteht man Zielreize, die durch ein alleiniges Merkmal (z.B. Farbe oder Orientierung, aber auch Bewegung)⁴ gekennzeichnet sind, das den übrigen Reizen (Störreizen) in der Anordnung fehlt (Luck & Hillyard, 1994a). Zum anderen findet man diese Komponente aber auch bei Zielreizen, die aufgrund von Merkmalskombinationen erkannt werden sollen (Luck et al., 1993). Dies legt nahe, dass bei der visuellen Suche ähnliche Prozesse beteiligt sind, ob es sich nun das Auffinden alleiniger Merkmale oder einer Kombination aus verschiedenen handelt.

Funktional wird die N2pc von Luck und Kollegen als das neuronale Korrelat eines räumlichen Filterprozesses gedeutet, der die Identifikation von Zielreizen in Anordnungen zur visuellen Suche insofern begünstigt, als er die konkurrierende Information der umgebenden Störreize unterdrückt.

Das Vorhandensein einer N2pc koinzidiert mit dem Vorliegen folgender Faktoren:

- Das Objekt muss als ein möglicher Zielreiz diskriminiert werden – ungeachtet dessen, ob es sich dabei tatsächlich um den Zielreiz handelt oder nicht.⁵
- Obwohl das Vorliegen der N2pc hochgradig mit diskriminativer Verarbeitung korreliert, wird dadurch kein genuiner Objekterkennungsprozess wiedergespiegelt.⁶
- Die N2pc tritt typischerweise dann auf, wenn relevante Reizmerkmale vorliegen. Gleichwohl repräsentiert sie aber nicht nur einen Prozess gesteigerter Merkmalsverarbeitung.⁷
- Eine N2pc zeigt sich dann, wenn irrelevante Information der umgebenden Störreize die Identifikation des Zielreizes effektiv zu stören vermag.⁸

Darüberhinaus konnte gezeigt werden, dass Amplitude und Dauer der N2pc ansteigen, wenn die Schwierigkeit der Wahrnehmungsaufgabe gesteigert wird. Dies mag damit zusammenhängen, dass in solchen Fällen eine intensivere Filterung vonnöten ist (Hillyard et al., 1990). Schließlich wurde

⁴Interessanterweise findet sich die N2pc nicht nur bei Zielreizselektion aufgrund von farblichen Merkmalen oder solchen der Ausrichtung des Items, sondern ebenfalls bei Bewegung. Attribute wie Farbe oder Orientierung werden primär über den sog. »parvo«-Pfad verarbeitet. Dieser geht durch parvozelluläre Schichten des lateralen Kniehöckers (Nucleus corporis geniculati lateralis, NCGL) und speist von dort eher ventral zu Okzipital- und Temporallappen gelegene Gebiete. Relativ abgrenzbar davon ist der sog. »magno«-Pfad, der durch die magnozellanen Schichten des NCGL führt und eher dorsale Gebiete des Okzipital- und des Parietallappens speist. Dieser Verarbeitungsstrom scheint vielmehr auf Bewegung und Tiefenwahrnehmung spezialisiert zu sein (Livingstone & Hubel, 1987, 1988). Trotz dieser anatomischen Trennung deuten manche Befunde auf eine zunehmende Konvergenz dieser Verarbeitungspfade in kortikalen Arealen (im extrastriaten Kortex), auf die Aufmerksamkeitsprozesse zuzugreifen scheinen (Felleman & Van Essen, 1991; Maunsell, 1992). Somit könnte es möglich sein, dass dieselben Aufmerksamkeitsmechanismen unabhängig von den Zielreizmerkmalen zur Anwendung kommen (vgl. Girelli & Luck, 1997; Luck & Girelli, 1998).

⁵In Abhängigkeit von der Aufgabe konnte die N2pc sowohl bei Zielreizen als auch bei Nicht-Zielreizen gefunden werden. Wesentlich war lediglich das erforderliche Ausmaß des räumlichen Filterns.

⁶So ruft beispielsweise die Diskrimination eines isolierten Objektes keine solche Komponente hervor – eine Diskrimination dieses Objektes in Gegenwart von Störreizen hingegen wohl.

⁷Fehlt zum Beispiel konkurrierende Information von irrelevanten Störreizen, so bleibt die N2pc selbst dann aus, wenn die eigentlich relevanten Merkmale präsent sind.

⁸Liefen die Störreize hingegen essentielle Informationen – handelt es sich beispielsweise um keine »pop-outs«, sondern um homogene Reizfelder (sämtliche Balken horizontal oder vertikal) –, entfernt man sie gänzlich, oder gleichen sich sämtliche Items in der Zielreizeanordnung, so bleibt die N2pc aus.

die N2pc auch in Anordnungen beobachtet, in denen die Zielreize keine »pop-outs« waren (Heinze et al., 1990a; Luck et al., 1990; Luck & Hillyard, 1990). In Anordnungen zur visuellen Suche variiert die N2pc in strenger Übereinstimmung mit den störrreizbedingten Filterungsanforderungen in der jeweiligen Aufgabe. Luck & Hillyard (1994b) leiten aus dem Bisherigen folgende Charakteristika des angenommenen Filterungsprozesses ab:

- Ist der Zielreiz durch ein hervorstechendes Merkmal unterscheidbar, so beginnt die Filterung etwa 175 *ms* nach dem zeitlichen Einsetzen der Suchanordnung.
- Der Filterungsprozess ist abhängig vom Ergebnis der vorläufigen Reizanalyse, durch welche Nicht-Zielreize bereits aufgrund schlichter Merkmalsinformation abgelehnt werden können.
- Eine solche Filterung involviert Aktivität des posterioren okzipitalen Kortex, vermutlich unter Feedback-Kontrolle höherer kortikaler Gebiete.

5.4 P300-Komplex

Bei der Ereigniskorrelierten Positivierung P300 handelt es sich um eine positive Spannungsverschiebung, die ihre maximale Amplitude (5 – 20 μV im Gipfelpunkt) über dem parieto-zentralen bis frontalen Kortex erreicht.⁹ Unter Verwendung akustischer Reize liegt ihre Gipfelatenz bei jungen Erwachsenen um 300 *ms*. Sie wird als kognitives hinrelektrisches Phänomen betrachtet, da sie in verschiedenen psychologischen Aufgaben (z.B. in Vigilanz- oder Diskriminationsaufgaben, aber auch in Signalentdeckungsaufgaben und in Aufgaben zur Zeitschätzung) hervorgerufen werden kann, in denen die Probanden Reize einfach nur beachten oder diskriminieren müssen, die in der einen oder anderen Merkmalsdimension von einander abweichen. Die Erklärungsansätze zur P300 kreisen um basale Mechanismen der Informationsverarbeitung im Hinblick auf die Bereitstellung von Aufmerksamkeit und Gedächtnis. Die theoretischen Interpretationen der P300 basieren

- auf neurophysiologischen Untersuchungen über die zugrunde liegenden Hirnmechanismen ihrer Generierung;
- auf experimentellen Befunden aus solchen Untersuchungen, in denen psychologische Variablen manipuliert wurden;
- auf biologischen Einflüssen auf die Funktionsweise des zentralen Nervensystems.

Die P300 lässt sich oft durch einfache Diskriminationsaufgaben hervorrufen. Hierbei kommt häufig das sog. »oddball«-Paradigma zur Anwendung, bei dem zwei Reize mit unterschiedlichen Auftretenswahrscheinlichkeiten (z.B. 20% [oddball] vs. 80% [Standardreiz]) in randomisierter Abfolge präsentiert werden. Die Unterscheidungsleistung des Probanden besteht darin, das Auftreten des selteneren Zielreizes entweder durch inneres Zählen oder durch Tastendruck anzugeben. Auf den Standardreiz hin wird in der Regel keine Reaktion erfordert. Eine Vielzahl von Fragestellungen zur Informationsverarbeitung wurde mit dieser Aufgabe untersucht (vgl. z.B. Verleger & Berg,

⁹Erstmals berichtet wurde die P300 vor mehr als 30 Jahren von Sutton et al. (1965).

1991; Duncan-Johnson & Donchin, 1977). Gemessen wird die P300, indem man die Größe ihrer Amplitude und die Gipfellatenz erfasst. Unter Amplitude (in μV) versteht man hierbei die Spannungsdifferenz zwischen der Baseline vor Reizbeginn und dem größten positiven Gipfel des EKPs innerhalb eines Zeitfensters von 250 – 400 ms.¹⁰ Latenz (in ms) wird definiert als Zeit vom Reizbeginn bis zum Zeitpunkt der größten positiven Amplitude innerhalb des genannten Zeitfensters. Zusätzlich definiert man die Verteilung der P300 über der Schädeldecke als Veränderung der Komponentenamplitude über die Mittellinienelektroden (Fz, Cz, Pz). Typischerweise erhält man einen Größenzuwachs von frontal nach parietal Elektroden. Verteilungseffekte der Komponente auf der Kopfoberfläche können insofern aufschlussreich sein, als Amplitudenvariationen infolge von Manipulationen der Aufgaben- oder Personenvariablen benutzt werden können, um Informationen über die neuronalen Generatoren der P300 zu erschließen (vgl. v.a. Johnson, 1993).

Verkompliziert wird das P300-Bild durch Beobachtungen einer früheren positiven Komponente, die durch besonders neuartige oder alarmierende Reize erzeugt wird. Im Gegensatz zur kanonischen P300 (oder hier: P3b), die mit Operationen der Informationsverarbeitung in Zusammenhang stehen soll, wird diese frühere Positivierung auch als P3a etikettiert (Snyder & Hillyard, 1976; Squires et al., 1975). Die Amplitude dieser P3a-Komponente fällt üblicherweise über frontalen und zentralen Ableitungspositionen größer aus; in ihr scheint sich ein initialer Orientierungsprozess (Courchesne et al., 1975) zu spiegeln, der seinen neuronalen Ursprung im frontalen Kortex haben könnte (Nasman & Dorio, 1993). In anderen Studien konnte gezeigt werden, dass bei Verwendung von drastisch alarmierenden Reizen eine P300-Komponente erzeugt wird, die ihr Amplitudenmaximum eher zentroparietal hat (Putnam & Roth, 1990). Verschiedene Komponententypen scheinen demnach mithin von den Besonderheiten der Reiz- und Aufgabenbedingungen abzuhängen. Zudem scheint die P3a für individuelle Unterschiede bzgl. kognitiver Funktionen sensitiver zu sein als die P3b-Komponente, da man sie ohne Schwierigkeiten lediglich bei 20% aller gesunden Probanden findet (Polich, 1988). Ob es sich bei der P300-Aktivität um einen einheitlichen Prozess handelt, oder ob sie die Summe verschiedener Einzelprozesse repräsentiert, ist bislang ungelöst, wengleich durch einen Großteil der Befunde nahe gelegt wird, dass die P300 von multiplen neuralen Quellen herrührt, die jeweils ihren Beitrag zur beobachteten Schädeltopography leisten (Johnson, 1989a,b; Knight et al., 1989).

Eine wesentliche und weithin akzeptierte Erklärung der *P300-Amplitude* liefert der sog. »context update«-Ansatz: Ihm zufolge zeigt die Amplitude der P300 Hirnaktivität an, die von Aufgaben herrührt, welche eine Aufrechterhaltung des Arbeitsgedächtnisses erfordern (Donchin et al., 1986), wenn das mentale Modell der Reizumgebung auf den neuesten Stand gebracht werden soll (Donchin, 1981; Donchin & Coles, 1988). Der Ansatz der Kontextaktualisierung fußt auf dem Modell der Orientierungsreaktion von Sokolov (1977), von der ebenfalls angenommen wird, dass sie aus einer Veränderung der internen neuronalen Repräsentationen des Organismus resultiere. Weiterführende Studien haben gezeigt, dass die P300-Amplitude sich proportional verhält zum Ausmaß der Aufmerksamkeitsressourcen im Sinne von Verarbeitungskapazität, die von eine gegebene Aufgabe erfordert wird (Kramer & Strayer, 1988). In der Tat legt die Habituation der P300 nahe, dass die bereitgestellten Aufmerksamkeitsressourcen für einen neuen Reiz mit wiederholtem Hervorrufen des EKPs reduziert werden (vgl. z.B. Siddle, 1991); sie scheint somit sensitiv für Aufmerksamkeitsein-

¹⁰Dieser Zeitbereich kann in Abhängigkeit von der Reizmodalität, dem Probandenalter sowie der Aufgabenbedingung etc. variieren.

flüsse zu sein. Vor diesem Hintergrund kann die P300-Amplitude als Ausdruck zentralnervöser Aktivität im Zusammenhang mit der Verarbeitung neuer Information betrachtet werden, wenn Aufmerksamkeit beteiligt ist, um Gedächtnisrepräsentationen auf den neuesten Stand zu bringen.

Die *P300-Latenz* wird häufig als Maß für die Geschwindigkeit angesehen, mit der Reize klassifiziert werden (Kutas et al., 1977), und steht für gewöhnlich in keinem Zusammenhang mit Prozessen der Reaktionsselektion (Duncan-Johnson, 1981). Bei gesunden Probanden ist die P300-Latenz insofern negativ mit dem mentalen Funktionsniveau korreliert, als kürzere Latenzen mit höherer Leistungsfähigkeit in Zusammenhang stehen (Johnson et al., 1985). Im neuropsychologischen Bereich finden sich die deutlichsten Korrelation zwischen der P300-Latenz und mentaler Leistung in solchen Tests, die zu erfassen suchen, wie schnell Probanden Aufmerksamkeitsressourcen bereitstellen und aufrechterhalten können; dieser Befund ist ferner konsistent mit der Beobachtung eines systematischen Anstiegs der P300-Latenz bei Abnahme des kognitiven Leistungsvermögens infolge dementieller Erkrankungen (Brown et al., 1982; Homberg et al., 1986). Individuelle Unterschiede der P300-Latenz scheinen demnach ein verlässlicher Indikator der individuellen hirnelektrischen Verarbeitungsfähigkeit und -geschwindigkeit zu sein.

P300-Amplitude und -Latenz scheinen mithin negativ korreliert zu sein, was zumindest zum Teil vom Prozess der Signalmittelung herrühren mag. In den Mittelungsprozess gehen notwendigerweise individuelle EEG-Wellen ein, die im Hinblick auf die Gipfellatenz der P300 mitunter eine beträchtliche Variation aufweisen können. Ein solches »latency jitter« vermag einen beträchtlichen Beitrag zu den beobachteten Amplitudenunterschieden zwischen den experimentellen Bedingungen und zwischen den Individuen zu erzeugen (Karninski & Blair, 1989). Jüngere Arbeiten deuten daraufhin, dass die P300 mithin durch biologische Prozesse, wie z.B. Schwankungen des Erregungsniveaus etc., beeinflusst wird. Somit können schließlich auch natürliche (zirkadiane, menstruale, etc.) sowie umweltbedingte (Übung, Ermüdung, Drogen) Zustandsvariablen Einfluss auf die Struktur der P300 haben (Polich & Kok, 1995).

5.5 N400

Bei der N400 handelt es sich um eine monophasische EKP-Komponente mit negativer Polarität, die mit Hilfe eines jeden semantisch unpassenden Inhaltswortes evozierbar ist. Ihr Onset liegt bei ca. 200 ms, und ihre Peak-Amplitude erreicht sie bei jungen Probanden zwischen 380 – 440 ms nach Reizbeginn. Bei älteren Probanden kann sich diese Latenz verzögern (Gunter et al., 1992). Die prototypische Variante der N400 fällt über posterior-zentralen Regionen größer aus als über anterioren und zeigt topographisch eine leichte Präferenz zugunsten der rechten Hemisphäre (Kutas & Hillyard, 1983). Die N400 hat eine Gesamtdauer von 300 – 400 ms.¹¹

Die N400 lässt sich visuell unter Verwendung geschriebener Sprache, akustisch anhand gesprochener Wörter oder Sätze, aber auch unter Verwendung von Zeichensprache beobachten (Kutas

¹¹Unklar ist bislang, ob diese vergleichsweise lange Zeitdauer ein Resultat des Mittelungsprozesses ist, oder ob die N400 eines Einzeltrials auch eine solche Dauer zeitigt. Analysen auf Einzeltrialebene gestalten sich bereits bei Komponenten mit größeren Amplituden (15 μV) schwierig, die Amplitude der N400 selbst liegt nur in einem Bereich von 5 – 8 μV . Vergleicht man N400-Amplituden verschiedener Bedingungen miteinander, so findet sich für manche Bedingungen eine kürzere Dauer. Dies legt die Vermutung nahe, sie setze sich aus überlappenden Subkomponenten zusammen.

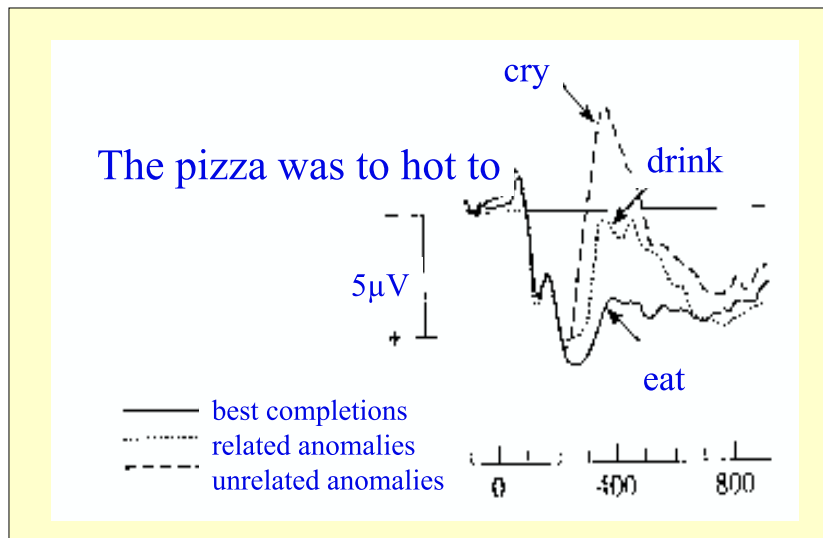


Abbildung 5.2: Darstellung von N400-Effekten, die durch Anomalien der Satzendungen hervorgerufen werden (adaptierte Graphik nach Fabiani et al. (2000, S. 75)).

et al., 1987; Kutas & Hillyard, 1980a,b, 1982; Kutas et al., 1988). Unabhängig von der ordinalen Position des Wortes im Satz lässt sich der N400-Effekt bereits kurz nach dem Erscheinen eines semantisch anomalen Wortes beobachten. In der auditorischen Modalität beginnt die N400 früher und dauert auch länger an als in der visuellen. Dass die N400 speziell sensitive ist für sprachlichen Input, wurde erstmals von Kutas & Hillyard (1980c) im Rahmen einer Satzleseaufgabe berichtet: Sie fanden größere N400-Amplituden bei Wörtern, die einen Satz auf semantisch inkongruente Weise beenden (z.B. *He spread the warm bread with SOCKS*), im Vergleich zu Schlusswörtern, die bzgl. des vorangegangenen Satzes kongruent waren (z.B. *It was his first day at WORK*). Lesen die Probanden hingegen vollständig kongruente Sätze, bei denen sich lediglich das Schlusswort in der Größe des Fonts von den vorangehenden Wörtern unterschied (z.B. *She put on her high heeled SHOES*), so fanden Kutas & Hillyard im Gegensatz zur negativen N400 eine deutlich ausgeprägte positive Welle mit einer Gipfelatenz von 560 ms. Eine solche durch gänzlich vorhersagbare Wörter hervorgerufene Positivität scheint jedoch eher eine Ausnahme darzustellen; die meisten Wörter rufen eine N400 hervor, deren Amplitude und Latenz mit der experimentellen Manipulation variiert (siehe Abbildung 5.2).

Als *N400-Effekt* wird die gemessene Amplitudendifferenz zwischen kontextuell unpassenden und passenden Zielwörtern. Im semantischen Bahnungsparadigma wird die N400 mit umso größerer Amplitude ausgelöst, je weniger das auslösende Wort durch einen Vorreiz in einen erhöhten Aktivierungszustand gebracht worden ist, d.h. die Amplitude ist umso höher, je geringer die assoziative Nähe zwischen dem auslösenden Wort und dem kontextuell aufgebauten Erwartungsschema ist. Die obigen Autoren deuteten diesen sog. N400-Effekt als elektrophysiologisches Anzeichen einer *aufwendigeren* Verarbeitung (»reprocessing«) semantisch inkongruenter Information. Die funktionale Bedeutung der N400 wird in der Integration einer aktivierten Wortbedeutung in den übergeordne-

ten Satzzusammenhang gesehen, in dem das Wort erscheint.

Veränderungen der N400-Amplitude zeigen sich aber nicht nur bei semantischen oder pragmatischen Verletzungen (*Ich trinke meinen Kaffee mit Sahne und HUND.*), kategorial falschen Aussage (*Ein Hammer ist ein VOGEL.*) sowie bei Vorliegen inkonsistenter Information bzgl. des Vorwissen (*XY ist kein ARZT. . .* nachdem gelernt wurde, dass XY tatsächlich ein solcher ist.), sondern auch in Abhängigkeit von der Worthäufigkeit sowie der Stellung des Wortes im Satz (Van Petten & Kutas, 1990, 1991). Präsentiert man Buchstabenfolgen in Listen oder paarweise, so zeigt sich folgendes Muster: Wörter, die nicht zuvor erschienen sind und semantisch mit den vorangegangenen nicht verwandt sind, erzeugen die größte N400; orthographisch korrekte, aussprechbare Nicht-Wörter (Pseudowörter) zeitigen ebenfalls eine große N400; unaussprechbare Nicht-Wörter, hingegen, rufen so gut wie keine N400 hervor (Bentin, 1987; Holcomb, 1988; Rugg & Nagy, 1987). Insgesamt deutet die Befundlage weniger daraufhin, dass die N400-Komponente erst dann generiert wird, wenn die Wortbedeutung zugänglich ist. Die Befunde – insbesondere jene für die zwei Arten von Nicht-Wörtern (Pseudowörter und unaussprechliche) – sind vielmehr mit der Vorstellung konsistent, dass die N400 frühe Prozesse der Worterkennung widerspiegelt.

Obgleich die N400 in enger Synchronizität mit dem Auftreten eines anomalen Wortes hervorgerufen wird, verschiebt sich die Gipfellatenz für semantische Inkongruenz innerhalb eines Satzes zeitlich etwas nach hinten (ca. 30 ms) im Vergleich zu gleichartigen Anomalien am Satzende. Dies könnte daraufhin deuten, dass Anomalien in der Mitte eines Satzes langsamer zur Geltung kommen als solche am Satzende. Kutas (1994) schlägt hinsichtlich der N400-Latenz vor, lieber von einem bequemen Bezugspunkt zu sprechen, anstatt die 400 ms-Marke als einen zeitlich kritischen Verarbeitungspunkt (spezifischer Momente der Wiedererkennung, des Verständnisses oder der Integration) aufzufassen, zumal sich in den meisten Experimenten ein Unterschied in der N400-Amplitude bereits 200 ms nach Reizdarbietung abzeichnet. Die relevanten kognitiven Prozesse scheinen der N400 eher voran zu gehen, als mit ihr zeitlich zusammen zu fallen.

N400-Effekte aufgrund visueller Stimulation lassen sich neben dem Englischen auch in verschiedenen anderen Sprachen wie z.B. dem Holländischen (Gunter et al., 1992) oder auch dem Japanischen (Koyama et al., 1991) beobachten. Die N400 der auditorischen Modalität weist große Ähnlichkeiten zur visuellen auf; jedoch scheint ihr Onset früher zu liegen, und ihre Dauer länger zu sein. Ferner fällt die auditorische N400 über der linken Hemisphäre größer aus als über der rechten und zeigt eine stärker frontal betonte Verteilung. Reaktionen auf semantische Inkongruenz bei Zeichensprache (American Sign Language, ASL) zeigten schließlich, dass die N400 unabhängig ist von oberflächlichen Reizaspekten, und somit vielmehr eine Analyseebene widerspiegelt, die jenseits individueller Buchstaben, Phoneme oder Handzeichen und -bewegungen liegt (Kutas et al., 1987; Neville, 1985).

5.6 Late Positive Component (LPC)

Die LPC ist eine EKP-Komponente mit positiver Polarität, deren Onset bei ca. 500 ms liegt. Sie hat eine Ausdehnung von mehreren 100 ms und zeigt topographisch eine breite Verteilung mit zentroparietalem Maximum. Sie tritt vornehmlich im Falle von syntaktischen Verletzungen (z.B. bei Anomalie der Phrasenstruktur (*Der Psychologe freute sich über der Testung das Resultat*), oder einer Tempusanomalie des Verbs (*Der Hund verweigern das Futter*) bei gesprochener u. ge-

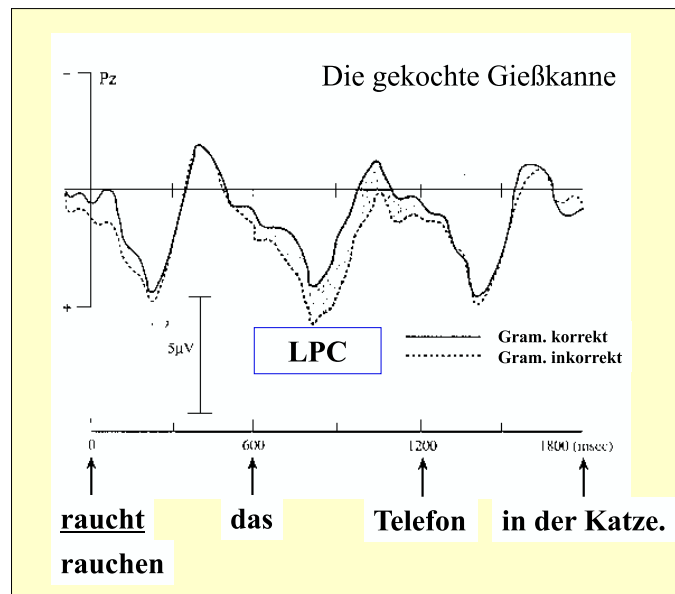


Abbildung 5.3: Darstellung eines syntaktisch evozierten LPC-Effektes.

schriebener Sprache auf (Hagoort et al., 1999). Die LPC erweist sich aber auch sensitive gegenüber Veränderungen physikalischer Reizcharakteristika (Kutas & Hillyard, 1980c), und sie ist stärker ausgeprägt bei Gedächtnis- und Kategorisierungsaufgaben (Neville et al., 1986; Polich, 1985).

Ihre funktionale Bedeutung ist bislang weitgehend unklar. Die LPC ist nicht nur mit wortbasierter Informationsextraktion und Analyse korreliert, sondern scheint auch weitergehende Integrationsprozesse bzgl. der globalen Satzbedeutung – im Sinne einer nachträglichen Analyse der globalen Satzbedeutung – widerzuspiegeln (Neville et al., 1992; Halgren, 1990).

Kapitel 6

Negatives Priming bei Schizophrenie und Zwangsstörung (Exp. 1)

6.1 Einleitung

Schizophrenie ist gekennzeichnet durch verschiedenste kognitive Defizite.¹ Gesteigerte Ablenkbarkeit stellt eines dieser Defizite dar – vor dem Hintergrund allgemeiner Aufmerksamkeitsbeeinträchtigungen (Nuechterlein & Dawson, 1984). Demgemäß haben Patienten, die an Schizophrenie leiden häufig Schwierigkeiten, sich auf bestimmte relevante Aspekte zu fokussieren und gleichzeitig irrelevante auszublenden. (McGhie & Chapman, 1961; Shakow, 1962). Diese Vorstellung wird durch zahlreiche empirische Untersuchungen gestützt (z.B. Spring et al., 1989; Posner et al., 1988; Lenzenweger et al., 1991) und führte zur Formulierung der Hypothese geschwächter inhibitorischer Prozesse bei schizophrenen Patienten, wodurch es irrelevanten Reizen ermöglicht wurde, die Informationsverarbeitung zu stören. (z.B. Frith, 1979).

Für die Untersuchung inhibitorischer Informationsverarbeitung haben sich Priming-Anordnungen als besonders geeignet erwiesen. Dalrymple-Alford & Budayr (1966) zeigten erstmals, dass die aktuelle Verarbeitung eines Reizes beeinträchtigt sein kann, wenn dieser zuvor ignoriert wurde. Dieses Phänomen wird heutzutage gemeinhin als Negatives Priming bezeichnet (Tipper, 1985). Negatives Priming bezeichnet einen Performanzeinbruch im Hinblick auf Reaktionszeit oder Fehlerrate für experimentelle Bedingungen, in denen ein zuvor ignoriertes Störreiz aktuell als Zielreiz selektiert werden muss, gegenüber solchen Bedingungen, in denen keinerlei Übereinstimmungen zwischen Prime-Reizen und den nachfolgenden Probe-Reizen vorliegt (vergleiche die Übersichtsarbeiten von Fox, 1995; May et al., 1995; Neill et al., 1995).

Der prominenteste theoretische Erklärungsansatz für das Negative Priming (NP) fokussiert auf selektive inhibitorische Prozesse (Dalrymple-Alford & Budayr, 1966; Neill, 1977; Tipper, 1985; Houghton & Tipper, 1994, 1996). Dieser Ansatz (vgl. Abschnitt 2.3) steht jedoch nicht unangefochten im Raum, und letztlich muss gesagt werden, dass die exakten Mechanismen, die für

¹Das vorliegende Kapitel ist erschienen unter Hoenig, K., Hochrein, A., Müller, D.J., Wagner, M. (2002): Different negative priming impairments in schizophrenia and subgroups of obsessive-compulsive disorder. *Psychological Medicine*, **32**, S. 459-468.

das Zustandekommen des Negativen Primings verantwortlich sind, bislang noch kontrovers diskutiert werden (Neill & Valdes, 1996; Tipper & Milliken, 1996). Zu den alternativen Ansätzen zur Erklärung des Negativen Primings zählen die stärker gedächtnisbasierte Theorie des episodischen Gedächtnisabrufs von Neill und Kollegen (Neill & Valdes, 1992, Neill et al., 1992), sowie der Merkmalsdiskrepanz-Ansatz von Park & Kanwisher (1994). Aus jüngerer Zeit stammt zudem der von Milliken et al. (1998) vorgeschlagene *zeitliche Diskriminationsansatz*, in dem auf synthetische Weise sowohl die Wichtigkeit strategischer Aufmerksamkeitsmechanismen als auch die Notwendigkeit automatischer Prozesse des Gedächtnisabrufs betont wird.

Reduziertes Negatives Priming bei Patienten mit Schizophrenien und Zwangserkrankungen wurden eo ipso als Argument für die Hypothese gestörter inhibitorischer Kontrolle genommen (May et al., 1995, p. 37). Verminderungen *Negativen Identitätsprimings* und auch Reaktionserleichterungen konnten bei remittierten, medizierten Schizophrenen ebenso gefunden werden (Beech et al., 1989b), wie bei schizophrenen Patienten, die aktuell oder früher an psychotischen Symptomen litten (Williams, 1996), und auch bei chronifizierten Schizophrenen nach Absetzen der Medikation (Salo et al., 1996). Eine Wiederherstellung des Negativen Identitätsprimings durch neuroleptische Medikation (Salo et al., 1997) konnte von anderen Forschern nicht repliziert werden (David, 1995, Williams et al., 1996). Gleichsam gibt es aber auch Befunde, wonach sich die Größe des gemessenen Negativen Identitätsprimings bei neuroleptisch medizierten schizophrenen Patienten nicht von derjenigen gesunder Kontrollprobanden unterschied (Baving et al., 2001; Moritz et al., 2000). Im Hinblick auf *räumliches Negatives Priming* wurden Reaktionserleichterungen anstatt der normalen Verzögerungen sowohl in einer Gruppe älterer schizophrener Patienten mit hohen Dosen an Neuroleptika (McDowd et al., 1993) als auch bei akuten Fällen gefunden (Park et al., 1996). Jedoch ließ sich auch räumliches Negatives Priming in zu Gesunden vergleichbarem Ausmaß bei akuten, unmedizierten sowie bei akuten, medizierten und auch bei chronifizierten, medizierten schizophrenen Patienten beobachten (Wagner et al., in press; Park et al., 1996).

Verringertes Negatives Identitätspriming oder gar Reaktionserleichterungen sind auch für Patienten mit Zwangserkrankungen berichtet worden (Enright & Beech, 1990, 1993b,a). Am deutlichsten fand man die NP-Reduktion bei solchen Patienten ausgeprägt, die vornehmlich unter Kontrollzwängen (Checker) litten – insbesondere wenn die Reizpräsentation kurz gehalten wurde (Enright et al., 1995). Eine Herausforderung für diese frühen Befunde stellen jüngere Ergebnisse aus der Arbeit von MacDonald et al. (1999a) dar, denen zufolge bei zwei Gruppen von Zwangserkrankten (Checkern und Nicht-Checkern) normales, zu nichtklinischen Kontrollprobanden vergleichbares Negatives gefunden wurde.

Standardmäßig fallen NP-Effekte eher schwach aus; die Streuung der Reaktionszeiten bei klinischen Gruppen ist zudem erfahrungsgemäß größer als bei gesunden Kontrollgruppen. Um einen möglichst kritischen Test potentieller Gruppenunterschiede gewährleisten zu können, erscheint es deshalb ratsam, ein experimentelles Design wie das der relativen Größenselektion von MacDonald et al. (1999b) zu wählen, da damit nachweislich vergleichsweise große NP-Effekte erzielt werden konnten. Auf dem Hintergrund der funktionellen Segregation von dorsalen (räumliche Handlungskontrolle) und ventralen (Objektidentifikation) Verarbeitungspfaden des visuellen Systems (Mishkin et al., 1983, Moran & Desimone, 1985, Ungerleider & Haxby, 1994, Milner & Goodale, 1995), legen Befunde über NP-Beeinträchtigungen hinsichtlich spezifischer Reizmerkmale – oder auch Kombinationen derselben – sowohl bei älteren Menschen (Connelly & Hasher, 1993) als auch bei depressiven

Patienten (MacQueen et al., 2000) den Schluss nahe, solche NP-Aufgaben zum Einsatz zu bringen, die es erlauben, spezifische Störreizmerkmale (wie z.B. perzeptuelle, räumliche, oder identitätsspezifische Merkmale) zu isolieren und einer unabhängigen Prüfung zu unterziehen.

Bei der vorliegenden Untersuchung standen folgende zwei Ziele im Vordergrund: Zum einen sollten Negatives Priming für Reizidentität und -position in ein und demselben Paradigma untersucht werden, um potentielle Beeinträchtigungen der klinischen Populationen (schizophrene Patienten und Zwangserkrankte) bzgl. dieser spezifischen Reizcharakteristika oder deren Kombination zu untersuchen. Zum anderen sollte ein Paradigma mit relationalem Reaktionskriterium gewählt werden, das aufgrund der induzierten tieferen Verarbeitung von Zielreiz und Nicht-Zielreiz zu stärkeren NP-Effekten führen sollte. Auf der Basis dieser größeren Effekte sollten dann schizophrene Patient und Zwangserkrankte mit gesunden Kontrollprobanden verglichen werden.

6.2 Methode

6.2.1 Probanden

Sechzehn stationäre schizophrene Patienten (7 Frauen; mittleres Alter: 36 Jahre, von 20 bis 58), und 15 ambulante Zwangserkrankte (6 Frauen; mittleres Alter: 32 Jahre, von 20 bis 50) wurden mit 16 gesunden Kontrollprobanden verglichen (8 Frauen; mittleres Alter: 32 Jahre, von 21 bis 56). Die Kontrollprobanden waren zu beiden klinischen Gruppen hinsichtlich Alter, Geschlecht und Verbal-IQ (Schmidt & Metzler, 1992) parallelisiert. Sämtliche Patienten erfüllten die DSM-IV-Kriterien (American Psychiatric Association, 1994) für ihre Erkrankungsgruppe und erklärten ihr Einverständnis zur freiwilligen Teilnahme an der Untersuchung. Von ärztlicher respektive psychotherapeutischer Seite wurden am Testtag psychopathologische Interviews durchgeführt, wobei jeweils deutschsprachige Versionen der Positive And Negative Syndroms Scale (PANSS, Kay et al., 1987, Kay et al., 1989) für die schizophrenen Patienten und die Yale-Brown Obsessive Compulsive Scale (YBOCS, Goodman et al., 1989) zur Erfassung des Schweregrads der Zwangserkrankung zum Einsatz kamen.

Zwölf der fünfzehn Zwangserkrankten beurteilten ihre Krankheit zusätzlich selbst anhand der Kurzversion des Hamburger Zwangsinventars (HZI-K, Klepsch et al., 1993), einem 72-Items umfassenden Fragebogen, der die Schwere der Zwangserkrankung für sechs Symptomgruppen zu erfassen sucht: (a) kontrollieren, (b) waschen, reinigen, (c) ordnen, (d) zählen, berühren, sprechen, (e) denken von Worten und Bildern, (f) Gedanken, sich selbst oder anderen ein Leid zuzufügen. Die Testitems sind dem im englischsprachigen Ausland üblicherweise verwendeten Maudsley Obsessive Compulsive Inventory (MOC, Hodgson & Rachmann, 1977) sehr ähnlich; darüber hinaus ist das HZI-K ein hinreichend reliables und valides Instrument (Klepsch et al., 1993). Anhand der Unterskala A (kontrollieren) wurden via Mediansplit zwei Gruppen von Zwangserkrankten gebildet, namentlich eine mit höheren (Checker) und eine mit niedrigeren (Non-Checker) Werten auf der Kontroll-Skala.

Zum Testzeitpunkt waren alle schizophrenen Patienten mediziert; sie bekamen entweder typische ($n = 10$) or atypische Neuroleptika ($n = 6$). Zwölf der 15 Zwangserkrankten wurden mit Antidepressiva behandelt, wobei es sich meist um selektive Serotonin-Wiederaufnahme-Hemmer (SSRIs) handelte. Von den Kontrollprobanden nahm niemand irgendwelche Medikamente ein. Nachfragen zum Vorliegen aktueller oder zurückliegender neurologischer bzw. psychiatrischer Erkrankungen

wurden von allen Kontrollpersonen verneint. Sämtliche Teilnehmer hatte normale Sehschärfe oder trugen Sehhilfen. Für die Studie lag ein positives Votum der Ethikkommission der Universität Bonn vor.

6.2.2 Reizmaterial

Die Reizanordnung umfasste eine quadratische Fläche mit einer Länge von $3,6^\circ$ Sehswinkel. Pro Trial erschienen zwei von fünf Kardinalzahlen (0 bis 4) in zwei von vier hellgrauen Kreisen, von denen jeder einen Durchmesser von $1,6^\circ$ Sehswinkel aufwies und äquidistant ($1,3^\circ$ Sehswinkel) zum zentralen Fixationskreuz positioniert war. Die Zahlen waren $1,5^\circ$ hoch und $0,9^\circ$ breit.

Das gesamte Experiment bestand aus 320 Trials. Diese verteilten sich zu je 40 auf die vier Bedingungen und die zwei RSIs (kurz= 500 ms und lang = 2000 ms). Während die Experimentalbedingungen quasi-randomisiert aufeinander folgten, variierten kurzes und langes RSI alternierend (Wagner et al., in press).

6.2.3 Experimentelles Design

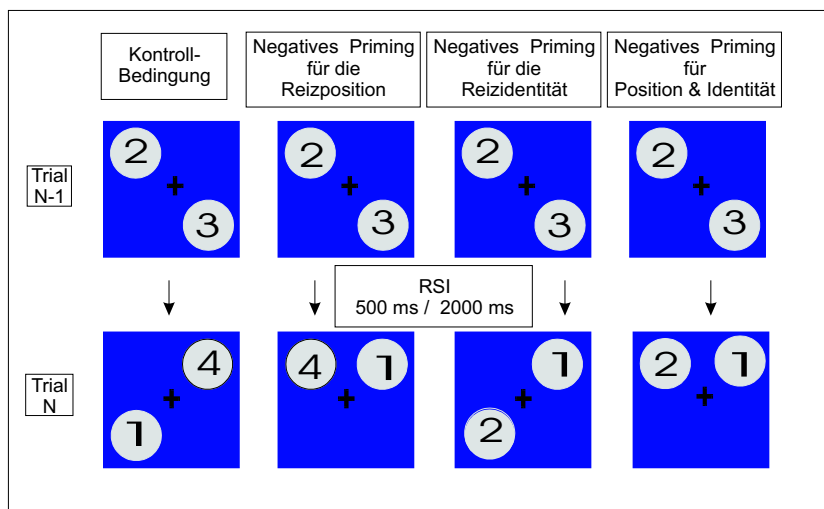


Abbildung 6.1: Exemplarische Darstellung aufeinander folgender Trials (Prime und Probe) für jede der vier Experimentalbedingungen.

Analog zu der Untersuchung des räumlichen Negativen Primings von Tipper et al. (1995) sollten die Teilnehmer in der vorliegenden Untersuchung eine relationale Entscheidung bzgl. zweier simultan dargebotener Zahlen treffen. Hierbei war jeweils diejenige Taste zu drücken, die dem numerischen Wert der jeweils größeren Zahl entsprach. Jede der vier experimentellen Bedingungen bestand aus zwei aufeinander folgenden Trials (siehe hierzu Abbildung 6.1):

- In der *Kontrollbedingung* (Kon) erscheint der Zielreiz an einer im Durchgang zuvor freien Position, und stimmt bzgl. seiner Identität weder mit dem vorangegangenen Ziel- noch mit

dem Störreiz überein. Auch der aktuelle Distraktor unterscheidet sich in dieser Bedingung vom vorangegangenen.

Partielle Übereinstimmungen des aktuellen Zielreizes mit vorangegangenen Reizen gibt es lediglich in Bedingungen des Negativen Primings:

- Erscheint der aktuelle Zielreiz beispielsweise an der räumlichen Position des vorangegangenen Störreizes, und ist die Identität des ersteren von der des letzteren verschiedenen, so handelt es sich hierbei um ein *räumliches Negatives Priming* (NP-Pos).
- Ist der aktuelle Zielreiz hingegen identisch mit dem vorangegangenen Störreiz, und erscheint er an einer zuvor freien Position, so liegt ein *Negatives Priming für die Reizidentität* (NP-ID) vor.
- Wird durch den aktuellen Target sowohl die Reizidentität als auch die Reizposition des vorangegangenen Distraktors wiederholt, wo entspricht diese Aufeinanderfolge einer kombinierten Bedingung für *räumliches und identitätsbezogenes Negatives Priming* (NP-PosID).

Zielreiz und Nicht-Zielreiz erschienen stets in verschiedenen visuellen Halbfeldern. Jede der vier größeren Zahlen diente gleichermaßen als Zielreiz und erschien gleich häufig in beiden Halbfeldern. Das Ausmaß an Negativem Priming wurde durch Subtraktion der mittleren Reaktionszeiten der Priming-Bedingungen von denen der Kontrollbedingung ermittelt.

6.2.4 Ablauf

Nach einer initialen Trainingssitzung von 20 exemplarischen Trails, wurde den Teilnehmern ein gelbes Fixationskreuz zentral dargeboten, das von vier hellgrauen Kreisen umgeben war. Nach 2000 *ms* erschienen zwei Kardinalzahlen innerhalb zweier der vier grauen Kreise für 150 *ms*. Aufgabe der Teilnehmer war es, die größere der beiden Zahlen dadurch zu selektieren, dass sie die der entsprechenden Zahl willkürlich zugeordnete Taste (1 bis 4) auf der rautenförmigen Tastatur mit Zeige- oder Mittelfinger einer der beiden Hände drückte. 500 *ms* nach erfolgter Reaktion wurde das nächste Zahlenpaar präsentiert. Nach 80 Trials wurde ein Pausenbildschirm eingeblendet. Während des gesamten Experimentes wurde keine Rückmeldung über die Korrektheit der gemachten Reaktion erteilt. Geschwindigkeit und Akkuratheit wurden gleichermaßen instruiert.

6.2.5 Statistische Analyse

Um den Einfluss substantieller »Ausreißer« zu minimieren wurden die individuellen Reaktionszeiten zunächst invers transformiert (Ratcliff, 1993). Die arithmetischen Mittel pro Proband, RSI und Bedingung wurden invers rücktransformiert und in eine 3-faktorielle Meßwiederholungs-Varianzanalyse gegeben. Der *Between*-Faktor umfasste die drei Gruppenstufen; jeder der drei *Within*-Faktoren hatte zwei Stufen: kurzes vs. langes RSI; aktueller Zielreiz und vorangegangener Nicht-Zielreiz waren identisch (Identitäts-NP) oder nicht; die aktuelle Zielreizposition war identisch mit derjenigen des vorangegangenen Nicht-Zielreizes (räumliches NP) oder nicht. In einer nachfolgenden Analyse wurden die Zwangserkrankten gemäß ihrer Symptomatologie durch einen Mediansplit (Skala A des

HZI-K, Klepsch et al., 1993) in zwei Gruppen unterteilt. Die eine enthielt Zwangserkrankte mit höheren Ausprägungen auf der Unterskala für Kontrollzwänge (Checker), die andere solche mit kaum oder keinen Ausprägungen auf dieser Skala. Für diese zwei Gruppen wurde erneut eine 3-faktorielle ANOVA mit den Meßwiederholungsfaktoren RSI, Identität und Position gerechnet.

6.3 Resultate

6.3.1 Schizophrene Patienten, Zwangserkrankte und Kontrollprobanden

Die drei Gruppen unterschieden sich nicht hinsichtlich Alter, Geschlecht und Verbal-IQ. Darüber hinaus machten die beiden klinischen Maße deutlich, dass weder die schizophrenen Patienten noch die Zwangserkrankten zum Testzeitpunkt schwer krank waren (vgl. Tabelle 6.1).

Tabelle 6.1: Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Stichprobenparameter und der klinischen Maße.

	Kontrollgruppe	Schizophrenie	Zwangsstörung
N	16	16	15
Geschlecht	8m8w	9m7w	9m6w
Alter	32 (12,0)	36 (11,2)	32 (11,1)
Verbal-IQ	111,9 (8,5)	107,8 (16,7)	105,8 (13,3)
PANSS positiv		16,9 (4,2)	
PANSS negativ		21,3 (5,1)	
PANSS allgemein		38,5 (9,2)	
PANSS total		77,2 (16,8)	
Y-BOCS			11,7 (7,6)

Tabelle 6.2 zeigt die mittleren Reaktionszeiten und mittleren Fehlerprozent für die einzelnen Bedingungen und RSI. Abbildung 6.2 zeigt Differenzwerte zwischen der Kontrollbedingung und den einzelnen Priming-Bedingungen. Positive Balken geben einen Anstieg der Reaktionszeiten im Falle der Priming-Bedingungen wider; negative stellen Reaktionszeiterleichterungen gegenüber der Kontrollbedingung dar. Die Omnibus-ANOVA mit Messwiederholung mit dem 3-faktoriellen Between-

Tabelle 6.2: Arithmetische Mittel der Reaktionszeiten (in ms) und mittlere Fehlerprozent für Bedingung und RSI – getrennt nach Gruppe.

Bedingungen	Kontrollgruppe		Schizophrenie		Zwangsstörung	
	Kurz	Lang	Kurz	Lang	Kurz	Lang
NP-Position & Identität	769 (3,6)	786 (2,8)	887 (3,8)	892 (4,7)	850 (3,5)	866 (3,8)
NP-Identität	760 (2,3)	798 (1,7)	909 (3,3)	917 (4,4)	829 (3,8)	880 (3,2)
NP-Position	729 (2,0)	697 (0,3)	858 (3,9)	818 (3,8)	805 (2,8)	780 (2,2)
Kontrollbedingung	714 (2,2)	713 (1,9)	859 (3,4)	852 (2,8)	798 (3,8)	801 (1,3)

Faktor (Gruppe) und den drei 2-faktoriellen Within-Faktoren (RSI, Position, Identität) erbrachte

keinen Gruppenhaupteffect [$F(2, 44) = 1,78, p = 0.18$]; demnach unterschieden sich die drei Gruppen nicht statistisch bzgl. ihrer Grundreaktionszeiten. Signifikante Haupteffekte fanden sich für die Faktoren Position [$F(1, 44) = 5,31, p = 0.0260$] und Identität [$F(1, 44) = 45,07, p < 0.0001$]. Jeder der beiden Faktoren wurde ferner durch eine hoch signifikante Interaktion mit der Faktor RSI qualifiziert: RSI \times Position [$F(1, 44) = 15,54, p < 0.001$] und RSI \times Identität [$F(1, 44) = 19,79, p < 0.0001$]. Identität und Position interagierten weder miteinander [$F(1, 44) = 0,05, p = 0.8328$], noch zusammen mit dem Faktor RSI [$F(1, 44) = 1,00, p = 0.3216$]. Die ANOVA erbrachte zusätzlich eine signifikante Interaktion zwischen Gruppe und Position [$F(2, 44) = 3,56, p = 0.0368$].

Die signifikante Interaktion Gruppe \times Position wurde durch paarweise Gruppenvergleiche weiter untersucht: Dabei zeigte sich, dass sich schizophrene Patienten sowohl von den gesunden Kontrollprobanden [$F(1, 30) = 6,10, p < 0.05$] als auch von den Zwangserkrankten [$F(1, 29) = 4,19, p < 0.05$] im Ausmaß des Negativen Positionsprimings unterschieden. Die Zwangserkrankten unterschieden sich diesbezüglich nicht von den Kontrollprobanden [$F(1, 29) = 0,01, p < 1$]. In einem nächsten Schritt wurde der Positionsfaktor weiter hinsichtlich seiner Teilkomponenten untersucht, namentlich dem reinen Positions-NP und dem Positionsanteil aus der kombinierten Bedingung (NP-PosId). Es zeigte sich, dass schizophrene Patienten sich sowohl hinsichtlich des reduzierten Kontrastes zwischen den Bedingungen NP-Pos und CO [$F(1, 30) = 2,74, p < 0.10$] als auch hinsichtlich des Kontrastes zwischen NP-PosId und NP-Id [$F(1, 30) = 3,57, p < 0.10$] von den gesunden Kontrollprobanden unterschieden.

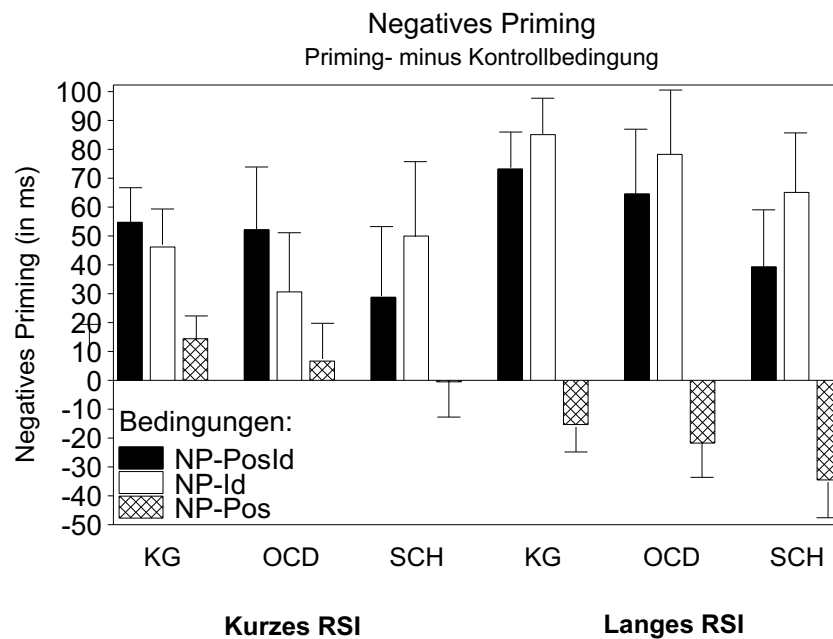


Abbildung 6.2: NP-Differenzwerte für Reizidentität und Reizposition (NP-PosId), Reizidentität (NP-Id), und Reizposition (NP-Pos) nach kurzem (500 ms) und langem (2000 ms) RSI. Für jeden Balken ist der Standardfehler des Mittelwertes abgetragen (SEM).

Einzelkontraste zwischen den Priming-Bedingungen und der Kontrollbedingung machten deut-

lich, dass die Differenzen NP-PosId und NP-Id für die Kontrollgruppe hoch signifikant waren – und zwar in beiden RSIs ($p < 0.001$) –, während NP-PosId für die schizophrenen Patienten nicht signifikant ausfiel ($p = 0.24$). Bei kurzem RSI zeigten die schizophrenen Patienten lediglich einen statistischen Trend für NP-Id ($p < 0.10$). Im langen RSI fiel der Vergleich für NP-Id signifikant aus ($p < 0.01$) und es zeigte sich auch ein signifikanter Trend für die kombinierte Bedingung NP-PosId ($p < 0.10$). Die Fehleranalyse ergab, dass schizophrene Patienten im allgemeinen stärker fehleranfällig waren [$F(1, 30) = 4, 28, p < 0.05$]. Weitere Interaktionen zwischen Variablen und Gruppe konnten nicht gefunden werden.

Im Falle des kurzen RSIs reagierten Kontrollprobanden in der NP-Pos-Bedingung tendenziell langsamer als in der Kontrollbedingung ($p < 0.10$) während sich bei den schizophrenen Patienten kein solcher Unterschied in den Reaktionszeiten zeigte. Nach langem RSI zeigten beide Gruppe Reaktionserleichterungen, wobei diese bei den Kontrollprobanden ($p < 0.10$) geringer ausfiel als bei den Patienten ($p < 0.01$).

Der paarweise Gruppenvergleich machte deutlich, dass die schizophrenen Patienten generell tendenziell langsamer reagierten als die Kontrollgruppe [$F(1, 30) = 3, 56, p < 0.1$]. Da der beobachtete Gruppenunterschied bzgl. des räumlichen Negativen Primings durch die generelle Reaktionszeitverlangsamung der schizophrenen Patienten bedingt sein könnte, wurden Teilstichproben der beiden Gruppen zu je acht Personen über eine Parallelisierung der Grundreaktionszeiten gebildet. Die Analyse der Teilstichproben ergab eine Effektstärke für den Vergleich Position \times Gruppe, die vergleichbar war mit derjenigen der bzgl. der Grundreaktionszeiten nicht parallelisierten Gesamtgruppe [$F(1, 14) = 5, 02, p < 0.05$]. Um einen eventuellen Einfluss der Medikation herauszufinden, wurde die Gruppe der Schizophrenen in zwei Gruppen unterteilt, je nachdem, ob sie Typika ($n = 10$) oder Atypika ($n = 6$) erhielten: Hierbei erbrachte die Analyse keine signifikante Interaktion zwischen der Gruppenvariablen (neuroleptische Medikation) und den interessierenden Priming-Faktoren (Identität, Position, RSI).

Der paarweise Vergleich zwischen gesunden Kontrollprobanden und Zwangserkrankten erbrachte keine signifikante Interaktion der Priming-Variablen mit dem Gruppen-Faktor. Ein signifikanter Haupteffekt ergab sich für den Faktor Identität [$F(1, 29) = 39, 59, p = 0.0001$]. Signifikante Interaktionen mit dem Faktor RSI konnten sowohl für den Faktor Position [$F(1, 29) = 12, 21, p = 0.0015$] als auch für Identität [$F(1, 29) = 16, 75, p = 0.0003$] gefunden werden. Reduzierte Kontraste zwischen den Priming-Bedingungen und der Kontrollbedingung bei langem RSI erbrachten für die Zwangserkrankten ein zu den Kontrollprobanden sehr ähnliches Priming-Muster: NP-PosId ($p < 0.05$), NP-Id ($p < 0.01$) und Reaktionserleichterung im Falle von NP-Pos ($p < 0.10$). Hinsichtlich des kurzen RSI konnte signifikantes Negatives Priming für die Zwangserkrankten lediglich in der kombinierten Bedingung NP-PosId gefunden werden ($p < 0.05$).

6.3.2 Zwangserkrankte mit und ohne Kontrollzwänge

Für weitere symptombasierte Untersuchungen wurden 12 der 15 Zwangserkrankten via Median-Split gemäß ihrer Ausprägung auf der HZI-K-Skala A zur Erfassung von Kontrollzwängen in zwei Gruppen unterteilt – in sog. »Checker« und »Nicht-Checker«. Beide Gruppen unterschieden sich nicht hinsichtlich Geschlecht, Alter, Verbal-IQ und der YBOCS-Werte (vgl. Tabelle 6.3).

Die Omnibus-ANOVA ergab einen signifikanten Haupteffekt für den Faktor Identität [$F(1, 10) =$

Tabelle 6.3: Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Stichprobenparameter für die Gruppen »Checker« und »Nicht-Checker«.

	Checker	Nicht-Checker
N	6	6
Geschlecht	3m3w	4m2w
Alter	29,7 (7,1)	30,7 (11,8)
Verbal-IQ	106,8 (13,6)	104,0 (14,0)
YBOCS	9,7 (4,6)	13,8 (10,5)

Tabelle 6.4: Arithmetische Mittel der Reaktionszeiten (in ms) und Fehlerprozent für die einzelnen Bedingungen pro RSI und Gruppe.

Bedingungen	Checker		Nicht-Checker	
	Kurz	Lang	Kurz	Lang
NP-Position & Identität	855 (5,4)	898 (3,8)	898 (3,3)	891 (4,2)
NP-Identität	833 (4,2)	903 (3,8)	870 (2,5)	904 (3,3)
NP-Position	826 (1,7)	789 (0,8)	854 (4,2)	845 (3,3)
Kontrollbedingung	836 (4,2)	819 (1,3)	824 (4,2)	859 (1,7)

7,38, $p = 0.0217$], der weiter durch eine signifikante Interaktion mit dem Faktor RSI qualifiziert wurde [$F(1, 10) = 15,50, p = 0.0028$]; beide Faktoren gingen schließlich zusammen eine Dreifachinteraktion mit dem Faktor Gruppe ein [$F(1, 10) = 9,80, p = 0.0107$]. Eine weitere signifikante Interaktion ergab sich zwischen den Faktoren Position und RSI [$F(1, 10) = 5,50, p = 0.0410$]; hierin manifestiert sich eine Umkehr von relativer Verzögerung nach kurzem RSI zu relativer Beschleunigung nach langem RSI für die räumliche NP-Bedingung gegenüber der Kontrollbedingung.

Die Dreifachinteraktion zwischen Gruppe, Identität und RSI wurde weiter mit reduzierten Kontrasten zwischen den Priming-Bedingungen und der Kontrollbedingung untersucht (vgl. hierzu auch Abbildung 6.3). Während Zwangserkrankte mit höheren Werten auf der Kontrollskala einen Anstieg für NP-PosId vom kurzen zum langen RSI zeigten, fand sich für die sog. Non-Checker im Gegenteil eine Abnahme für das kombinierte Negative Priming [$F(1, 10) = 6,10, p < 0.05$]. Ein ähnliches Muster – wenngleich mit geringerer statistischer Signifikanz – konnte für das reine Identitäts-NP [$F(1, 10) = 3,54, p = 0.0892$] beobachtet werden. Separate Gruppenanalysen zeigten, dass Negatives Priming bei kurzem RSI nur für die Nicht-Checker beobachtet werden konnte (NP-LcId and NP-Id, both at $p < 0.10$), während es sich bei langem RSI umgekehrt nur für Checker nachweisen ließ (NP-LcId: $p < 0.10$, NP-Id: $p < 0.05$). Hinsichtlich der Fehlerraten unterschieden sich die beiden Gruppen nicht. Um einen eventuellen Einfluss des Schweregrads der Erkrankung auf das Negative Priming zu untersuchen, wurde ein weiterer Median-Split basierend auf den YBOCS-Scores vorgenommen. Der Vergleich dieser beiden Gruppen erbrachte allerdings keine signifikanten Interaktionen mit der Gruppenzugehörigkeit.

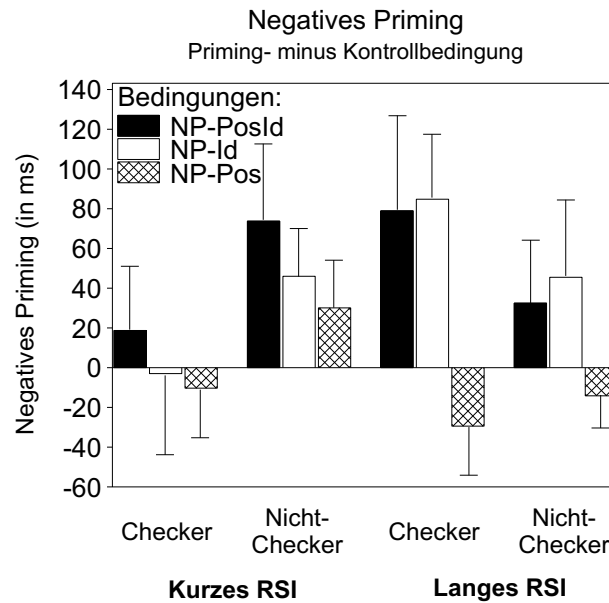


Abbildung 6.3: Graphische Darstellung der Differenzwerte zwischen der Kontrollbedingung und den verschiedenen Formen des Negativen Primings: Identität und Position (NP-PosId), Identität alleine (NP-Id), und reines Positionspriming (NP-Pos) nach kurzem (500 ms) und langem (2000 ms) RSI. Den einzelnen Balken wurde der Standardfehler des Mittelwertes hinzugefügt (SEM).

6.4 Diskussion

Die vorliegende Untersuchung erbrachte die folgenden drei Hauptbefunde: (1) Auf dem Hintergrund starken Negativen Primings für die Reizidentität unterschieden sich schizophrene Patienten und Zwangserkrankte nicht von gesunden Kontrollprobanden. (2) Schizophrene Patienten unterschieden sich jedoch hinsichtlich des inzidentellen räumlichen Negativen Primings sowohl gegenüber Gesunden wie auch gegenüber Zwangserkrankten. (3) Zwangserkrankte zeigten unterschiedliche Muster bzgl. des Negativen Primings für die Reizidentität in Abhängigkeit davon, ob sie eher hohe oder niedrige Werte auf der Kontrollskala des HZI-K aufwiesen.

Aufgrund der Verwendung eines relationalen Reaktionskriteriums, das eine tiefere Verarbeitung der Zielreize wie auch der Nicht-Zielreize bedingte, konnte im Rahmen des vorliegenden Paradigmas stakes Negatives Identitätspriming erzeugt werden, dessen Ausmaß mit den Befunden von MacDonald et al. (1999b) vergleichbar ist. NP-Effekte solch großen Ausmaßes sind gut vereinbar mit der Inhibitionsvorstellung von Houghton et al. (1996), nach der die Inhibition von Störreizen auf einer späten Verarbeitungsstufe erfolgen soll, und zwar auf der Ebene der Handlungsselektion. Dabei verhalte sich die Inhibition des Distraktors proportional zur Aktivierung, die dieser Reiz im Verlauf der Selektion erhalten hat. Tiefer verarbeitete Distraktoren unterlägen somit stärkerer Inhibition, welche dann auch länger in den NP-Durchgängen erhalten bleiben würde.

Eine Reduktion oder ein gänzlich Ausbleiben des Negativen Identitätspriming bei schizophrenen Patienten – wie es von einigen Forschern berichtet wurde (e.g. Beech et al., 1989b; Williams,

1996; Salo et al., 1996, 1997), konnte in der vorliegenden Untersuchung, trotz starker NP-Effekte bei Gesunden, nicht repliziert werden. Im Vergleich zu Gesunden zeigten schizophrene lediglich zahlenmäßig aber nicht statistisch geringeres Negatives Identitätspriming. Demnach scheint reduziertes Identitätspriming keinen robusten Effekt widerzuspiegeln, sondern vielmehr einen veränderlichen Zustand, der von spezifischen Einflüssen – wie z.B. Maskierungen – abhängig sein kann (see Moritz et al., 2001; Peters et al., 2000; Cadenhead et al., 1997). In der vorliegenden Untersuchung waren solche Einflüsse allerdings nicht vorhanden. Allerdings waren sämtliche schizophrenen Patienten antipsychotisch mediziert. Wie Salo et al. (1997) bereits zeigen konnten, mag dies zu einer Wiederherstellung des Negativen Primings auf normalem Niveau geführt haben. Differentielle Einflüsse typischer oder atypischer Neuroleptika auf das Negative Priming konnten nicht gefunden werden. Das für die Schizophreniegruppe gefundene Negative Identitätspriming lässt sich nicht als Epiphänomen aufgrund generell verlangsamter Reaktionszeiten aufseiten der Patienten interpretieren, da Effektstärken gleichen Ausmaßes selbst nach der Korrektur genereller Baseline-Unterschiede gefunden wurden. Der Anstieg des Negativen Identitätspriming vom kurzen zum langen RSI mag aufgabenspezifisch sein. Die tiefere Verarbeitung aufgrund der relationalen Reaktionsanforderung mag zu einem zeitlichen Verlauf des Negativen Identitätsprimings führen, der von anderen NP-Designs abweicht.

Das verwendete Versuchsdesign erlaubte die isolierte Untersuchung spezifischer Reizcharakteristika (Identität und Position). Schizophrene Patienten zeigten zwar zu Gesunden vergleichbares Identitätspriming, erwiesen sich aber partiell beeinträchtigt hinsichtlich des räumlichen Negativen Primings. Der Befund fehlender Inhibition der nicht als reaktionsrelevant instruierten räumlichen Reizposition aufseiten der schizophrenen Patienten ist besonders bemerkenswert vor dem Hintergrund einer Studie zum Negativen Identitätspriming von Connelly & Hasher (1993, Exp.3). Connelly und Kollegen verglichen die Inhibitionsleistung von jeweils gesunden jungen und älteren Menschen im Rahmen einer Aufgabe zur Buchstabenbenennung. Dabei fanden sie in beiden Gruppen signifikantes Negatives Priming für die nicht reaktionsrelevante räumliche Reizposition. Neben diesem Effekt der Positionssuppression fanden die Forscher Negatives Identitätspriming lediglich für die jüngeren Erwachsenen, was eine Reduktion der Inhibitionsfähigkeit bzgl. der Reizidentität bei älteren Menschen nahelegt. Ebenfalls spezifische NP-Beeinträchtigungen konnten von MacQueen et al. (2000) für unmedizierte unipolar depressive Patienten gezeigt werden, die genau dann NP-Reduktionen aufwiesen, wenn das zwischen Prime und Probe wiederholte Merkmal rein perzeptuell war (Farbe), aber nicht wenn Reizposition oder Reizidentität die wiederholten Merkmale waren. Wurden jedoch Farb- und Positionsmerkmal in Kombination wiederholtem, so konnten anstatt des Negativen Primings Reaktionserleichterungen beobachtet werden.

Der Befund einer Beeinträchtigung des Negativen Primings für symptomatologische Subgruppen der Zwangserkrankten bekräftigt ältere Beobachtungen, denen zufolge Negatives Priming bei Zwangserkrankten entweder reduziert (Enright & Beech, 1993a) oder abwesend war (Enright & Beech, 1990, 1993b). Enright et al. (1995) machten speziell auf NP-Beeinträchtigungen in einer Untergruppe von Zwangspatienten aufmerksam, die hauptsächlich unter Kontrollzwängen litten. In dieser Gruppe zeigten sich die Beeinträchtigungen am deutlichsten bei kurzer Reizpräsentation. MacDonald et al. (1999a) argumentierten, dass Zwangspatienten aufgrund genereller Beeinträchtigungen visueller Aufmerksamkeitsprozesse, wie defizitärem »sensory gating« (Swerdlow et al., 1993) oder gestörter Steuerung sakkadischer Augenbewegungen (Sweeney et al., 1992; Tien et al.,

1992), benachteiligt sein könnten, was sich insbesondere bei kurzen Reizpräsentationen bemerkbar mache.

Im Gegensatz zu Enright et al. (1995) zeigten Zwangserkrankte mit primären Kontrollzwängen in der vorliegenden Untersuchung sowohl beeinträchtigtes Negatives Identitätspriming im kurzen RSI, als auch verlässliches Identitäts-NP im langen RSI, obwohl die Reizpräsentationszeit in beiden Intervallen kurz (150 *ms*) war. Es ist daher kaum anzunehmen, dass die Präsentationsdauer vor dem Hintergrund dysfunktionaler sensorischer Beeinträchtigung den kritischen Faktor für defizitäres Negatives Priming darstellt. Vielmehr scheint dem RSI eine vermittelnde Rolle im Hinblick auf beeinträchtigtes Negatives Identitätspriming bei Zwangserkrankten, insbesondere bei solchen mit Kontrollzwängen, zuzukommen. Dass MacDonald et al. (1999a) keine NP-Beeinträchtigungen bei Zwangserkrankten gefunden haben, mag nachgerade daran gelegen haben, dass sie neben einer vergleichsweise langen Reizpräsentationsdauer auch ein langes RSI verwendeten.

Man könnte mutmaßen, dass der Zeitraum unmittelbar nach erfolgter Entscheidung bei Patienten mit Kontrollzwängen insofern besonders vulnerabel ist, als die eben erfolgte Entscheidung, die noch einer nachträglichen Beurteilung unterzogen wird, um endgültig Sicherheit zu erlangen, mit der raschen Präsentation des nächsten Reizpaares in Konflikt geraten könnte. Unterstützt wird diese Hypothese durch mehr gedächtnisbezogene Untersuchungen an Zwangserkrankten, die den Schluss nahelegen, das zwanghafte Kontrollverhalten sei ein Symptom verminderten Vertrauens in die eigenen Gedächtnisinhalte (Zitterl et al., 2001; MacDonald et al., 1997). Interessanterweise zeigen Zwangserkrankte mit geringen bis gar keinen Kontrollzwängen im Gegensatz zu Gesunden und schizophrenen Patienten eine numerische Abnahme des Negativen Identitätspriming vom kurzen zum langen RSI. Diese spezifischen NP-Muster in Untergruppen von Zwangserkrankten deuten auf differentiell beeinträchtigte Mechanismen in Abhängigkeit der Symptomgruppe hin. Weitere Untersuchungen mit stärkerem Focus auf symptomatische Unterschiede werden hierdurch dringend nahe gelegt.

Negatives Positionspriming konnte bei kurzem RSI (500 *ms*) beobachtet werden; bei langem RSI fand sich statt der Verzögerung Reaktionserleichterung (2000 *ms*). Diese Positionseffekte interagierten nicht mit dem Negativen Identitätspriming. Positions- und Identitäts-NP scheinen somit unterschiedlichen zeitlichen Dynamiken zu folgen. Die beobachtete statistische Unabhängigkeit stützt die Hypothese einer funktionellen Segregation der visuellen Informationsverarbeitung in einen dorsalen »where«- und einen ventralen »what«-Pfad. Die neuronale Verarbeitung in diesen beiden visuellen Systemen wird durch selektive Aufmerksamkeit moduliert. Beide Systeme können selektiv beeinträchtigt sein. In diesem Sinne könnte die bei schizophrenen Patienten beobachtete Beeinträchtigung des räumlichen Negativen Primings Defizite bei der integrativen Verwendung von räumlicher Information im Verlauf der Handlungsselektion widerspiegeln.

Das hier präsentierte Paradigma erlaubt keine Unterscheidung zwischen dem Inhibitionsansatz zur Erklärung des Negativen Primings und der Theorie des episodischen Gedächtnisabrufs. Im Hinblick auf des Negative Identitätspriming käme sogar der Ansatz von MacDonald & Joordens (2000) als Erklärungsmodell in Frage, der die aufgabenrelevante semantische Diskrepanz zwischen den Selektionsmerkmalen betont, welche durch die Veränderung des relativen Größenstatus vom Prime-Distraktor zum Probe-Target erzeugt werde. Allerdings wird eine solche Erklärung, die auf die Diskrepanz aufgabenrelevanter Informationen abhebt, gänzlich unwahrscheinlich bezüglich des beobachteten räumlichen Negativen Primings (rein oder in Kombination) sowie der fehlenden In-

teraktion zwischen den Faktoren Identität und Position. Schizophrene Patienten zeigen aber gerade im Hinblick auf das Positionspriming spezifische Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung, was demnach nicht durch einen Ansatz erklärt werden kann, der sich um die Diskrepanz aufgabenrelevanter Selektionsmerkmale dreht.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass schizophrene Patienten und Zwangserkrankte Negatives Identitätspriming in normalem Ausmaß zeigten. Hingegen waren schizophrene Patienten nicht in der Lage räumlich selektive Aufmerksamkeit in der Art und Weise für die Handlungssteuerung zu nutzen, wie dies gesunde Kontrollprobanden tun. Symptomspezifische Untergruppen der Zwangserkrankten zeigten differentielle Muster beim Negativen Identitätspriming – je nachdem, ob des RSI kurz oder lang war. Aus der vorliegenden Untersuchung lassen sich zwei Empfehlungen für die zukünftige Forschung auf diesem Gebiet ableiten: Zum einen sollten Designs verwendet werden, die generell starke Effekte hervorrufen, um eventuell vorhandene subtile Gruppenunterschiede zu finden. Zum anderen sollte das verwendete Design die isolierte Untersuchung spezifische Reizcharakteristika gestatten. Die vorliegenden Daten zu den Zwangspatienten mit primär Kontrollzwängen machen ferner auf die Notwendigkeit aufmerksam, differentielle Betrachtungen symptomatologischer Subgruppen von klinischen Populationen vorzunehmen.

Kapitel 7

Lexikalische Disambiguierung und Inhibition (Exp. 2)

7.1 Einleitung

Im letzten Kapitel konnte gezeigt werden, dass schizophrene Patienten Beeinträchtigungen des inzidentellen räumlichen Negativen Primings aufweisen, während sie identitätsspezifisches Negatives Priming in zu gesunden Kontrollprobanden in vergleichbarem Ausmaß demonstrierten.¹ Dieser Befund wurde dahingehend gedeutet, dass die Patienten räumliche Information nicht in gleicher Weise für die Aufmerksamkeitsselektion nutzen wie dies Gesunde tun. Und zwar scheinen bei schizophrenen Patienten solche Verarbeitungsmechanismen gegenüber der Normpopulation verändert zu sein, die mit der Inhibition irrelevanter räumlicher Information für die Reaktionsauswahl zusammen hängen. In einem weiteren Schritt soll nun auf einer höheren *semantischen* Ebene geprüft werden, ob die beobachteten Beeinträchtigungen auf basale Reizmerkmale beschränkt ist, oder ob sich auch auf der Ebene höherer kognitiver Prozesse derartige Abnormitäten finden lassen.

Eine wesentliche kognitive Fähigkeit des Menschen besteht darin, sein Verhalten an die jeweiligen kontextuellen Gegebenheiten anzupassen. Um kontextadäquat zu handeln, ist es daher zum einen notwendig, relevante Informationen aufzunehmen und im Gedächtnis zu behalten. Zum anderen müssen aber gleichzeitig auch kontextuell irrelevante Informationen und Neigungen unterdrückt werden, deren Nutzung unter anderen Umständen essentiell für eine angemessene Verhaltensanpassung sein mag. Neben anderen kognitiven Funktionsbereichen bietet sich die Sprache in besonderer Weise für die Untersuchung der Kontextverarbeitung sowie der ihr zugrunde liegenden Mechanismen an. Hierbei kommt der Verwendung von Homonymen als Testreize eine entscheidende Bedeutung zu, da sich Homonyme durch die Einzigartigkeit auszeichnen, gleichzeitig Positionen in multiplen unverbundenen semiotischen Repräsentationen zu belegen. So kann z.B. das Wort BANK in Abhängigkeit der kontextuellen Einbettung einmal die *Sitzgelegenheit* und ein andermal das *Kreditinstitut* bezeichnen. Dementsprechend bahnt der Kontext jeweils das ein oder andere Bedeutungsfeld

¹Teile des vorliegenden Kapitels wurden auf der 27. Arbeitstagung für Psychophysiologische Methodik (APM) präsentiert und mit dem 1. POSTERPREIS ausgezeichnet: Hoenig, K., Mohr, H., Wagner, M. (2001): Semantic ambiguity resolution, and N400 modulation. *Journal of Psychophysiology*.

des Homonyms, während die alternative, nicht gebahnte Homonymbedeutung die Rolle eines impliziten Störreizes erhält. Bietet man nun in Folge eines satzsemantischen Kontexts, in dem ein Homonym enthalten ist, ein Testwort dar, das mit der gebahnten Homonymbedeutung kongruent ist, so lassen sich mittels Reaktionen auf dieses Testwort (lexikalische Entscheidung, Benennung, semantische Satzverifikation, etc.) die zugrunde liegenden *Bahnungsprozesse* untersuchen. Ist das Testwort im umgekehrten Fall diskordant zur kontextuellen Bahnung – aber kongruent zur nicht gebahnten (alternativen) Homonymbedeutung – so lassen sich durch die geforderte Verhaltensleistung bzgl. des Testwortes Prozesse untersuchen, die der vermeintlichen *Inhibition* des alternativen Bedeutungsfeldes zugrunde liegen. Nicht zuletzt aufgrund dieser lexikalischen Einzigartigkeit erfreuen sich semantisch ambigue Wörter anhaltender Beliebtheit als Testreize für die allgemeine, klinische und differentielle Psychologie. Als experimentelles Paradigma – neben anderen – hat v.a. die kombinierte Verwendung von Homonymen und Priming-Prozeduren weitreichende Verbreitung gefunden (Simpson, 1994), und zwar insbesondere bei der Untersuchung kontextueller Wirkfaktoren auf den lexikalischen Zugriff sowie bei der Erhellung etwaiger interindividueller Unterschiede im Hinblick auf diese Kontextwirkungen (wie z.B. starke vs. schwache Sprachversther, klinische Population, etc.).

Die Prüfung von *Kontexteffekten* im Rahmen der Kombination aus Semantischem Priming und der Resolution lexikalischer Ambiguität erfolgt gemeinhin entweder mit Triplett-Aufgaben oder mit sog. Satzeinkleidungsprozeduren. Bei den ersteren wird ein Bedeutungsfeld eines Homonyms (BALL) durch ein zeitlich vorangehendes Prime-Wort (TANZ) gebahnt. Dem Homonym zeitlich nachgeordnet wird sodann ein Testwort präsentiert, das zur gebahnten Homonymbedeutung konkordant (WALZER), diskordant (WURF) oder neutral (LAUB) sein kann. Bei der alternativen Prozedur wird ein Homonym in einen Satz eingebettet (meist am Satzende), wobei der Satz, in den das Homonym eingebettet ist, dabei die kontextuelle Bahnung einer der Homonymbedeutungen leistet. Nach der Präsentation des Satzes erscheint für gewöhnlich ein Testwort, das analog zu den Triplett-Aufgaben diskordant oder konkordant zur gebahnten Homonymbedeutung sein kann; die neutrale Bedingung wird dadurch realisiert, dass man das Homonym durch ein zu diesem semantisch verwandtes nicht homonymes Wort ersetzt. In beiden Prozeduren wird als Reaktion üblicherweise eine bloße Benennung oder eine lexikalische Entscheidung hinsichtlich des Testwortes gefordert. Beide Formen der Reaktionsanforderung sind nicht unproblematisch, da sie keine Kontrolle darüber ermöglichen, ob der vorangegangene Wort- oder Satzkontext überhaupt hinreichend zur Kenntnis genommen oder verarbeitet wurde. Deshalb soll auf diese beiden Reaktionsanforderungen in der vorliegenden Untersuchung zugunsten einer *semantischen Satzverifikation* verzichtet werden. Auf die speziellen Vorzüge dieser Reaktionsanforderung wird weiter unten eingegangen. Verglichen mit den Triplett-Aufgaben ist es im Rahmen der Satzeinkleidungsprozedur ferner möglich, durch unterschiedliche Kontextwörter das Ausmaß der Bahnung zu variieren, wodurch zusätzlich zu den bislang genannten auch ambigue Bedingungen realisierbar werden.²

²Beispiele:

Diskordant:	Die Katze lag unter der BANK ↔ Testwort: Konto
Konkordant:	Er bewarb sich bei der BANK ↔ Testwort: Konto
Neutral:	Die Katze lag unter der COUCH ↔ Testwort: Konto
Ambigue:	Man traf sich an der BANK ↔ Testwort: Konto

Zur Erklärung von semantischem Priming werden im allgemeinen zwei kognitiven Mechanismen vorgeschlagen: automatische und kontrollierte semantische Verarbeitung (Neely, 1991; Neely & Keefe, 1989; Posner & Snyder, 1975b,a). Speziell in Bezug auf die kontextgeleitete Homonymverarbeitung wurden in den letzten 30 Jahren verschiedene monokausale (Schvaneveldt et al., 1976; Hogaboam & Perfetti, 1975) sowie integrative (hybride) Modelle (Neill, 1989; Tabossi & Zardon, 1993; Twilley & Dixon, 2000) erarbeitet, wobei die letzteren wohl die breitere empirische Basis für sich beanspruchen dürfen (Simpson, 1984, 1994). Für die vorliegende Untersuchung ist vor allem das integrative (oder auch intermediär gemischte) Aktivations-Suppressions-Modell von Neill (1989) relevant, in dem für die erfolgreiche Resolution lexikalischer Ambiguität die folgenden zwei Verarbeitungsstufen postuliert werden: Während auf einer ersten Stufe der Worterkennung die initiale *automatische Exzitation* beider Homonymbedeutungen (»exhaustive access«), mit relativem Vorteil des dominanten Wortfeldes (»ordered access«) angenommen wird, greift auf einer zweiten zeitlich späteren Stufe ein Prozess der bewusstseinsgesteuerten *kontextgeleiteten Inhibition* der inkongruenten Homonymbedeutung (»context-dependent«). Die Selektion der kontextuell relevanten Bedeutung findet nach diesem Modell erst statt, nachdem alle Bedeutungen eines Homonyms einen initialen Verarbeitungsschritt durchlaufen haben. Dies kann man sich derart verdeutlichen, dass die initiale Aktivationsausbreitung kontextuell inadäquater Bedeutungen von kontrollierten Prozessen eines exekutiven verbalen Gedächtnissystems unter Zuhilfenahme globaler Kontextinformation unterdrückt wird, während die kontextuell adäquate Bedeutung weiter verstärkt wird (Paul et al., 1992; Onifer & Swinney, 1981; Marcel, 1980; Tanenhaus et al., 1979). Konvergierende Befunde aus verschiedenen Forschungsrichtungen – auch solchen, in denen keine Priming-Methoden verwendet werden – haben zu einer weitverbreiteten Akzeptanz dieses Modells beigetragen (Neill et al., 1988; Duffy et al., 1988).

Eine besonders geeignete Aufgaben, mit der man untersuchen kann, ob kontextuell inadäquate Homonymbedeutungen initial aktiviert und später inhibiert werden, ist die weiter oben erwähnte Satzverifikationsaufgabe. Sie erzwingt sowohl eine tiefe Verarbeitung des Satzes als auch des nachfolgenden Testwortes, bezüglich dessen die semantische Verifikationsentscheidung getroffen werden soll. Besonders die Tatsache, dass sie auch die Erforschung der kontrollierenden inhibitorischen Prozesse erlaubt, macht diese Aufgabe besonders nützlich für die Untersuchung von Individuen, bei denen Beeinträchtigungen inhibitorischer Prozesse angenommen werden.

Unter Verwendung einer solchen Satzverifikationsaufgabe konnten Gernsbacher et al. (1990, Exp.4) zeigen, dass schwächere Sprachversther weniger effizient in der Lage sind, die kontextuell inadäquate Homonymbedeutung zu unterdrücken als Personen mit gutem Sprachverständnis. Wurde beispielsweise nach einen Satz mit homonymem Schlusswort (*He dug with the SPADE*) ein Zielwort (ACE) präsentiert, das semantisch nicht zur gebahnten Homonymbedeutung passte – gleichwohl aber zur alternativen (nicht gebahnten) Bedeutung, so wiesen beide Gruppen das Testwort langsamer (und fehleranfälliger) als semantisch unpassend zurück, als wenn der Satz auf ein nicht homonymes Wort endete, das mit der gebahnten Bedeutung des Homonyms aber semantisch verwandt ist (*He dug with the SHOVEL*). Diese differentielle Verzögerung der Reaktionszeiten (sowie die Erhöhung der Fehlerraten) auf ein und dasselbe Testwort in Abhängigkeit vom Vorliegen eines homonymen Schlusswortes im kontextstiftenden Satz deuteten Gernsbacher et al. als Hinweise auf eine unvollständige Inhibition der kontextuell irrelevanten Homonymbedeutung im Zu-

ge der Resolution lexikalischer Ambiguität. Aufgrund unzureichender Inhibition der alternativen Homonymbedeutung bleibt die Aktivationsdifferenz beider Bedeutungen zu gering, sodass die semantische Nähe des Testwortes zur nicht gebahnten Homonymbedeutung noch Interferenz erzeugen kann, wodurch schließlich die Zielreizselektion beeinträchtigt wird.

Durch eine Variation des zeitlichen Abstands (ISI) zwischen Schluss- und Testwort in kurz (100 ms) und lang (850 ms) gelang es Gernsbacher und Kollegen desweiteren, zwischen starken und schwachen Sprachverstehern zu unterscheiden. Während nämlich bei kurzem ISI noch beide Gruppen signifikante Reaktionsverzögerungen in der diskordanten (ACE nach Satzende SPADE) gegenüber der neutralen (ACE nach Satzende SHOVEL) Bedingung aufwiesen, konnte eine solche bei langem ISI nurmehr für die schwachen Sprachversther gefunden werden. Ein sehr ähnliches Resultatemuster fanden (Gernsbacher et al., 1990, Exp. 1) auch dann, wenn die Sätze anstelle von Homonymen auf Homophone endeten. Dies interpretierten die Autoren dahingehend, dass die starken Sprachversther aufgrund effizienterer Inhibition der kontextuell irrelevanten Homonymbedeutung besser (Fehler) und schneller (RZ) in der Lage die, die bestehende Homonymie zu disambiguieren, als dies für die schwachen Sprachversther der Fall sei. Der Unterschied beider Gruppen liege somit in der Fähigkeit, inadäquate Information während der Generierung einer mentalen Repräsentation des Satzes außer Acht zu lassen (Gernsbacher & Faust, 1991). Vor diesem Hintergrund bilde die Fähigkeit, Information mit wenig oder gar keinem Bezug zur Bedeutung des vorangegangenen Satzes zu unterdrücken, einen wichtigen Bestandteil einer allgemeinen Sprachverständnissfähigkeit.

Eine weitere Möglichkeit, Aufschluss über die Natur der an der Resolution lexikalischer Ambiguität mutmaßlich beteiligten inhibitorischen Prozesse zu bekommen, besteht darin, die mit semantischer Aktivierung und kontextueller Integration assoziierte hirnelektrische Aktivität mit Hilfe der Methode der ereigniskorrelierten Potentiale (EKPs) zu untersuchen. In diesem Zusammenhang erhält die sprachrelevante N400 eine besondere Bedeutung. Sie ist eine monophasische Komponente mit negativer Polarität, einem Onset bei ca. 200 ms sowie einem Maximum bei etwas 400 ms nach Reizdarbietung. Ihre deutlichste Ausprägung erreicht sie über zentroparietalen Ableitungs-Loci, wobei sie im Allgemeinen über der rechten Hemisphäre etwas stärker ausfällt als über der linken. Die N400 lässt sich am deutlichsten und robustesten durch Inhaltswörter auslösen, die im Rahmen eines gegebenen Kontexts semantisch anomal sind, ungeachtet dessen, an welcher Position im Satz sie erscheinen. Als N400-Effekt bezeichnet man gemeinhin die Differenz zwischen der durch kontextuell inkongruente Wörter hervorgerufenen Amplitude und der durch kontextuell kongruente Wörter evozierten. Vor dem Hintergrund umfangreicher empirischer Evidenz darf es als etabliert gelten, dass die Schwankungen der N400 eine Funktion der vorgängigen semantischen Verarbeitung darstellt, die von offensichtlichen Anomalien bis hin zu subtilen Abstufungen der semantischen Passung eines Testwortes zum satzsemantischen Kontext reicht. Gemäß ihrer funktionellen Bedeutung spiegelt die N400 die Integration einer aktivierten Wortbedeutung in die höhere Repräsentationsebene des Satzkontextes wider, in dem diese erscheint, d.h. ferner, dass die N400-Amplitude größer wird, wenn die Schwierigkeit des semantischen Integrationsprozesses zunimmt (Brown & Hagoort, 1999; Osterhout & Holcomb, 1995; Kutas & Van Petten, 1994). Sofern die N400-Amplitude eine inverse Funktion der semantischen Kongruenz zwischen einem Zielwort und dem vorangegangenen Kontext darstellt, mag sie – unter geeignet operationalisierten Bedingungen – als indirektes Maß zur Erfassung der Suppressionstiefe einer kontextuell inadäquaten Homonymbedeutung dienen.

In der vorliegenden Untersuchung wird angenommen, dass sich die an der Resolution lexikali-

scher Ambiguität beteiligten Prozesse (automatische Erleichterung und Inhibition) paarweise differentiell durch die Reaktionszeiten und Fehlerraten der beiden inkongruenten Bedingungen und der beiden kongruenten Bedingungen erfassen lassen. Darüberhinaus wird erwartet, dass sich die Kosten der Inhibition der kontextuell irrelevanten Homonymbedeutung in den Amplituden der N400 spiegeln. Dementsprechend wird (1) auf inkongruente Zielwörter eine Verzögerung der Reaktionszeit der diskordanten Bedingung gegenüber der neutralen (resp. eine Erhöhung der Fehlerraten) erwartet. (2) Kongruente Zielwörter sollten zu kürzeren Reaktionszeiten – und weniger Fehlern führen – wenn die kontextuelle Bahnung konkordant ist, gegenüber einem ambigen Kontext. (3) Außer den Zielwörtern in der konkordanten Bedingung, sollten die Zielwörter der verbleibenden drei Bedingungen aufgrund der vorliegenden semantischen Inkongruenz zentroparietal ausgeprägte N400-Amplituden hervorrufen. (4) Im Falle von behavioraler Interferenz – i.S. von Inhibitionskosten (RZen und Fehler) aufgrund residualer Aktivierung der kontextuell inadäquaten Homonymbedeutung – sollte die N400-Amplitude in der diskordanten Bedingung weniger negativ (ergo geringer) ausfallen als in der neutralen. (5) Ferner sollte sich die Fähigkeit, kontextuell inadäquate Homonymbedeutungen zu inhibieren (starke vs. schwache Supprimierer), in der sprachrelevanten N400 widerspiegeln: Für starke Supprimierer sollten sich die N400-Amplitude der beiden inkongruenten Bedingungen kaum unterscheiden, während für die schwächeren Supprimierer ein deutlicher Amplitudenunterschied erwartet wird.

7.2 Methode

7.2.1 Experimentelles Design

In Anlehnung an die Arbeiten von Gernsbacher et al. (1990, Exp. 4) sowie Gernsbacher & Faust (1991, Exp. 4) wurden den Probanden Sätze der folgenden Art präsentiert:

- (a) Diskordant (inkongruent)
Zweimal monatlich versagte die Birne↔ APFEL
- (b) Neutral (inkongruent)
Zweimal monatlich versagte die Leuchte↔ APFEL
- (c) Konkordant (kongruent)
Nach Wochen wechselte sie die Birne↔ LAMPE
- (d) Ambigüe (kongruent)
Er kaufte eine einzelne Birne↔ LAMPE

Aufgrund der begrenzten Anzahl brauchbarer Homonyme (80) sowie der Absicht, den Einfluss sukzessiver Darbietung mehrerer Bedingungen eines bestimmten Satzes (z.B. Sätze (a) und (b)) zu minimieren, musste auf die angestrebte ISI-Variation verzichtet werden. Deshalb wurden die insgesamt 320 Sätze, die sich mit den 80 Homonymen zusammensetzen ließen, folgendermaßen auf vier parallele Versionen (i., ii., iii., iv.) aufgeteilt: Jede der vier Parallelversionen enthielt von der Hälfte aller Satzvierergruppen (40), die aus den 80 Homonymen gebildet wurden, jeweils nur eine

Bedingung ($n = 10$ pro Bedingung = 40 Sätze pro Version). Aus den restlichen 40 Satzvierergruppen wurden pro Version jeweils drei Bedingungen präsentiert (zusammen gleich 120 Sätze), und zwar aus jeweils 10 Satzvierergruppen die Bedingungen a c d, a b c, b c d oder a b d. Dies hatte zur Folge, dass von 10 Satzvierergruppen 3 Bedingungen mit demselben Homonym, und von 30 Sätzen 2 Bedingungen mit demselben Homonym und eine Bedingung mit dem semantisch verwandten Prime-Wort gezeigt wurden. Auf die Zielreize bezogen ergibt sich daraus wechselseitig, dass sich bei 20 Sätzen das kongruente (inkongruente) Target wiederholte und das inkongruente (kongruente) einmalig erschien. In den Versionen c und d wurde entsprechend von den anderen 40 Satzvierergruppen nur eine einzelne Bedingung realisiert. Die Versionen i. und ii. sowie iii. und iv. unterschieden sich insofern, als unterschiedliche Bedingungen der einzeln präsentierten Sätze angeboten wurden. Innerhalb einer jeden Version wurden sämtliche Sätze individuell randomisiert. Insgesamt wurden jedem Probanden 160 Sätze präsentiert.

Ziel der Untersuchung war es, die kontextuelle Bahnungswirkung von Sätzen zu untersuchen. In der Hälfte der Sätze (kongruente Bedingungen) passte das Zielwort semantisch zum Satzzusammenhang; diese Passung war von dem Probanden durch Tastendruck zu bejahen. In den übrigen 50 % der Fälle (inkongruente Bedingungen) sollte der Proband den semantischen Zusammenhang zwischen Zielwort und vorangegangenem Satz durch Tastendruck verneinen. In direktem Vergleich standen v.a. die Satzbedingungen (a) und (b) sowie (c) und (d). Hinsichtlich der ersten beiden Sätze sollte geprüft werden, wie lange ein Proband benötigt (und wie viele Fehler er dabei macht), um ein inkongruentes Zielwort als zum bahnenden Satz passend abzulehnen. Die beiden Sätze unterschieden sich lediglich durch ihr Schlusswort: Satz (a) endet jeweils mit einem Homonym, während Satz (b) mit einem semantisch verwandten Wort zu diesem Homonym endet. Bei Satz (c) wurde ebenfalls (wie bei (a)) das subdominante Wortfeld des Homonyms gebahnt – nur dieses Mal wird die Bahnung durch das Zielwort kongruent aufgelöst, d.h. das Zielwort passt semantisch zur Bedeutung des vorangegangenen Satzes. Satz d stellt schließlich einen ambigen Kontext bereit. In den Sätzen der Bedingung (d) soll die kontextuelle Bahnung möglichst beiden Homonymbedeutungen gleichermaßen Raum gewähren. Aufgrund Polarität der Homonyme kann es bei diesen Sätzen der Bedingung (d) jedoch mitunter zu einer leichten Bevorzugung des dominanten Wortfeldes kommen.

7.2.2 Versuchspersonen

An der Untersuchung nahmen 28 gesunde Rechtshänder teil, deren Muttersprache Deutsch ist (16 Frauen; mittleres Alter: 31,7 Jahre (19-50 Jahren); mittlerer Verbal-IQ: 108,6 (95-139)). Sie gaben durch Tastendruck an, ob ein gegebenes Testwort zur Gesamtbedeutung eines vorangegangenen Satzes passte oder nicht. Die Sätze endeten entweder auf ein Homonym (in drei der vier Bedingungen) oder auf ein zu dem Homonym der Vergleichsbedingung semantisch verwandtes Nicht-Homonym. Alle Teilnehmer wurden vollständig instruiert und nahmen auf freiwilliger Basis teil. Keine der Versuchspersonen hatte in der Vergangenheit eine psychiatrische oder neurologische Erkrankung, oder nahm zum Testzeitpunkt Medikamente ein. Die Probanden waren entweder normalsichtig oder trugen korrigierende Sehhilfen. Die Teilnahme an der Untersuchung wurde finanziell entgolten.

7.2.3 Reizmaterial

In der Untersuchung wurden über vier Blöcke hinweg 160 Sätze wortweise präsentiert. Die Sätze bestanden aus 4-7 Wörtern (einfachen Vokabulars), von denen das letzte in drei der vier Bedingungen ein Homonym war. In der neutralen Bedingung (Satz (b)) wurde der Satz mit einem zu dem Homonym von Satz (a) semantisch verwandten nicht-homonymen Wort abgeschlossen. Nach jedem Satz wurde ein Zielwort dargeboten, das in 50 % der Fälle zum Kontext des vorangegangenen Satzes passte, in den anderen 50 % damit jedoch nicht vereinbar war. Die Kriterien für die Homonymauswahl legten fest, dass jedes Homonym zwei Wortfelder ähnlicher Polarität (20 – 80 %) aufspannen soll. Andere Homonyme mit extremer polarisierten Wortfeldern wurden nicht in die Untersuchung aufgenommen. Als Zielwörter kamen solche in Frage, die jeweils in der Hälfte aller Fälle mit dem einen oder anderen Wortfeld des Homonyms assoziiert waren, und über die Bedingungen hinweg eine ähnliche Vertrautheit aufwiesen. Sämtliche Polaritätsangaben, Vertrautheitseinschätzungen sowie Assoziationsgrade wurden der Arbeit von Frau Dorit Wenke entnommen (Wenke, 1998). Zusätzlich wurde unter Zuhilfenahme des Mannheimer Corpus die Häufigkeit (»Mannheim written frequency«) der Zielwörter über die vier experimentellen Bedingungen ausgeglichen. Darüber hinaus wurde schließlich auch die Wortlänge der Zielwörter über die vier Bedingungen balanciert. Sämtliche Wörter wurden in weiß vor schwarzem Hintergrund präsentiert, mit Ausnahme der Zielwörter, die, um sie besser vom vorangegangenen Satz unterscheiden zu können, in gelb dargeboten wurden. Im Anschluss an jede Reaktion wurde unterhalb der Bildschirmmitte eine farbige Feedback-Meldung für 700 *ms* eingeblendet, die dem Probanden mitteilte, ob die Reaktion richtig (RICHTIG! in grüner Schrift) oder (FALSCH! in roter Schrift) war.

7.2.4 Ablauf

Die Versuchspersonen erhielten eingangs einen Trainingslauf bestehend aus 20 Sätzen, um sich mit den Reizen selbst sowie der zeitlichen Abfolge der Präsentation vertraut zu machen. Keiner der Übungssätze war Bestandteil der eigentlichen Untersuchung. In Art, Länge und Präsentationsweise unterschied sich der Trainingslauf jedoch nicht von den Experimentalläufen. Nach jeweils einer initialen Pause von 500 *ms* wurden die Sätze wortweise in der Bildschirmmitte dargeboten, wobei das aktuelle stets das vorangegangene Wort ersetzte. Die Präsentationsdauer eines jeden Wortes setzte sich aus einem fixen (300 *ms*) und einem additiven Anteil pro Buchstabe (16.7 *ms*) zusammen. Zwischen den Wörtern wurde der Bildschirm für 150 *ms* schwarz. Nach einem ISI von 850 *ms* folgte das Targetwort auf das jeweils letzte Wort des Satzes. Dieser Zielreiz blieb bis zur erfolgten Reaktion – maximal aber 3 Sekunden – auf dem Bildschirm. Wahlweise nach Ablauf dieser 3 Sekunden oder nach erfolgtem Tastendruck wurde der Bildschirm jeweils für 3300 *ms* schwarz. Nach 40 Sätzen zeigt der Bildschirmtext eine Pause an, die vom Probanden durch Tastendruck selbständig beendet werden konnte. Das gesamte Experiment umfasste vier Blöcke à 40 Sätze. Die Sätze eines jeden Blocks wurden pro Proband individuell randomisiert. Jede der vier Parallelversionen (à 160 Sätze) wurden angenähert gleichhäufig an die Probanden vergeben. Behaviorale Interferenz (Reaktionszeiten und Fehlerprozent) aufgrund der residualen Aktivierung der kontextuell inadäquaten Homonymbedeutung wurde durch Subtraktion der neutralen Bedingung (Satz (b)) von der diskordanten (Satz (a)) erfasst. Dementsprechend wurde Erleichterung der Reaktionszeit bestimmt, indem man die konkordante (Satz (c)) von der ambigen Bedingung subtrahierte (Satz (d)).

7.2.5 EEG-Ableitung

Das EEG wurde kontinuierlich von 13 Schädelpositionen entsprechend der internationalen 10-20-Systematik (American Electroencephalographic Society, 1991) aufgezeichnet (Fp3, Fp4, F3, Fz, F4, C3, C4, P3, Pz, P4, PO7, PO8 jeweils gegen Cz). Nach dem Bilden einer gemeinsamen mittleren Referenz (»average reference«) wurden alle 13 Elektroden auf die Mastoide bezogen. Zum Zwecke der Korrektur von Augenartefakten wurden zusätzlich das horizontale (HEOG) und das vertikale (VEOG) Elektrokulogramm bipolar abgeleitet. Vertikale Augenbewegungen wurden mit einer bipolaren Montage supra- und suborbital positionierter Elektroden aufgezeichnet. Eine weitere bipolare Elektrodenmontage vom rechten zum linken lateralen Canthus überwachte horizontale Augenbewegungen. Die Elektrodenimpedanzen wurden für sämtlich Elektroden unter $10\text{ k}\Omega$ gehalten. Am EEG-Verstärker wurden einen Bandpaßfilter von 0.16 Hz bis 30 Hz sowie eine Digitalisierungsrate von 256 Hz gewählt. Vor der off-line Mittelung wurden sämtliche Epochen in Zeitfenstern von 100 ms vor bis 1000 ms nach Präsentationsbeginn des Zielwortes auf Augenbewegungen, Elektrodendrifts, Verstärkerblockaden und Muskelartefakte untersucht. Durchgänge, die solche Artefakte selbst nach der Augenkorrektur noch aufwiesen, wurden von der weiteren Auswertung ausgeschlossen.

7.2.6 Analyse der EEG-Daten

Nach der Normalisierung basierend auf einem Zeitfenster von 100 ms vor Beginn des Zielreizes wurden sämtliche Epochen korrekter Reaktionen pro Versuchsperson und Bedingung gemittelt. Gemäß der Vorgabe von Rösler et al. (1993) wurde für jede Versuchsperson die mittlere Amplitude pro Elektrode und Bedingung bezüglich der Ausprägungsverteilung der einzelnen Bedingungen der jeweiligen Person über alle Elektroden standardisiert. Diese Prozedur ist analog zu der von McCarthy & Wood (1985) beschriebenen (vgl. auch Bush et al. (1993) zur Behandlung solcher Standardisierungen). In die nachfolgenden ANOVAs gingen die mittleren standardisierten Amplitudenwerte pro Versuchsperson in einem N400-Intervall von 350 bis 500 ms ein. Univariate F -Tests mit mehr als einem Zählerfreiheitsgrad wurden Greenhouse-Geisser adjustiert (vgl. hierzu Winer, 1971). Im Text werden jeweils die ursprünglichen Freiheitsgrade und die adjustierten p -Werte (GG) berichtet. Zuerst wurden die Daten im Rahmen einer Omnibus-ANOVA analysiert, in der der Bedingungsfaktor (4-stufig) mit einem 11-stufigen Elektrodenfaktor gekreuzt wurde. Die topologische Schädelverteilung der Bedingungseffekte wurde nachfolgend in zwei separaten ANOVAs untersucht: einer mit einem 3-stufigen Mittellinienfaktor (Fz, Cz, Pz) und einer mit den Faktoren Hemisphäre (rechts, links) und Position (frontal, zentral, parietal, okzipital). Differentielle Bedingungseffekte wurden ferner mit Hilfe reduzierter Kontraste an den einzelnen Elektroden post hoc analysiert.

Zur weitergehenden Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Fähigkeit, die kontextuell inadäquate Homonymbedeutung zu inhibieren, und möglichen Veränderungen in den EKPs, wurden die 28 Probanden gemäß ihrer Interferenzwerte in zwei Gruppen unterteilt. Starke Suppressoren wurden von schwachen anhand eines Mediansplits der mittleren standardisierten Differenzen beider inkongruenter Bedingungen bzgl. der Reaktionszeiten und der Fehlerprozent getrennt. Hohe Interferenzwerte standen dabei für schwache Suppression, niedrige entsprechend für starke Suppression. Bei der Analyse der Bedingungseffekte kamen dieselben varianzanalytischen Verfahren zum Einsatz wie oben zuzüglich eines Gruppenfaktors (starke vs. schwache Suppressoren). Für die Vorhersage

bedingungsspezifischer Amplitudendifferenzen auf der Basis der Suppressionsleistung, wurden regressionsanalytische Verfahren für diejenigen Elektroden verwandt, an denen die stärksten Effekte gefunden wurden.

7.3 Resultate

7.3.1 Reaktionszeiten und Fehler

Auf inkongruente Zielreize wurden in der diskordanten Bedingung gegenüber der neutralen signifikant längere Reaktionszeiten [$F_{(1,27)} = 30.68, p < 0.001$] sowie höhere Fehlerraten [$F_{(1,27)} = 9.47, p < 0.01$] beobachtet. Inkongruente Zielreize wurden somit langsamer oder weniger korrekt als unpassend zurückgewiesen, wenn ein Homonym am Satzende erschien, gegenüber einem dazu semantisch verwandten Nicht-Homonym (siehe die Abbildung 7.1).

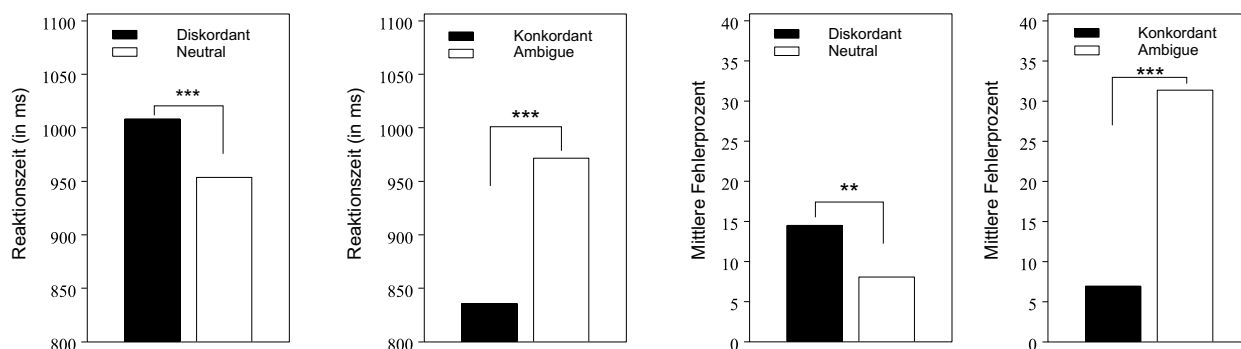


Abbildung 7.1: Mittlere Reaktionszeiten und Fehlerprozent der inkongruenten und kongruenten Bedingungen (Millisekunden).

Signifikant kürzere Reaktionszeiten [$F_{(1,27)} = 55.34, p < 0.001$] und niedrigere Fehlerraten [$F_{(1,27)} = 199.27, p < 0.001$] fanden sich auf Zielreize der konkordanten Bedingung gegenüber denjenigen der ambiguen Bedingung. Kongruente Zielreize wurden somit schneller und akkurater als passend erkannt, wenn die kontextuelle Bahnung eindeutig war, im Vergleich zu einem ambiguen Satzkontext (siehe die Abbildung 7.1).

7.3.2 Ereigniskorrelierte Potentiale

N400

Abbildung 7.2 zeigt die Grand Means auf das Zielwort der vier Bedingungen. Typischer Weise findet sich aufgrund visueller Stimulation ein N1-P2-Komplex sowie eine P1-Komponente an okzipitalen Elektroden. Etwa 400 ms nach Reizbeginn zeigen sich in beiden inkongruenten Bedingungen deutliche Negativierungen, deren Morphologie, Zeitverlauf und Verteilung charakteristisch ist für die ereigniskorrelierte N400. Die Omnibus-ANOVA erbrachte eine hoch signifikante Interaktion zwischen Elektrodenposition und experimenteller Bedingung [$F_{(30,810)} = 7.91, p < .0001(GG)$].

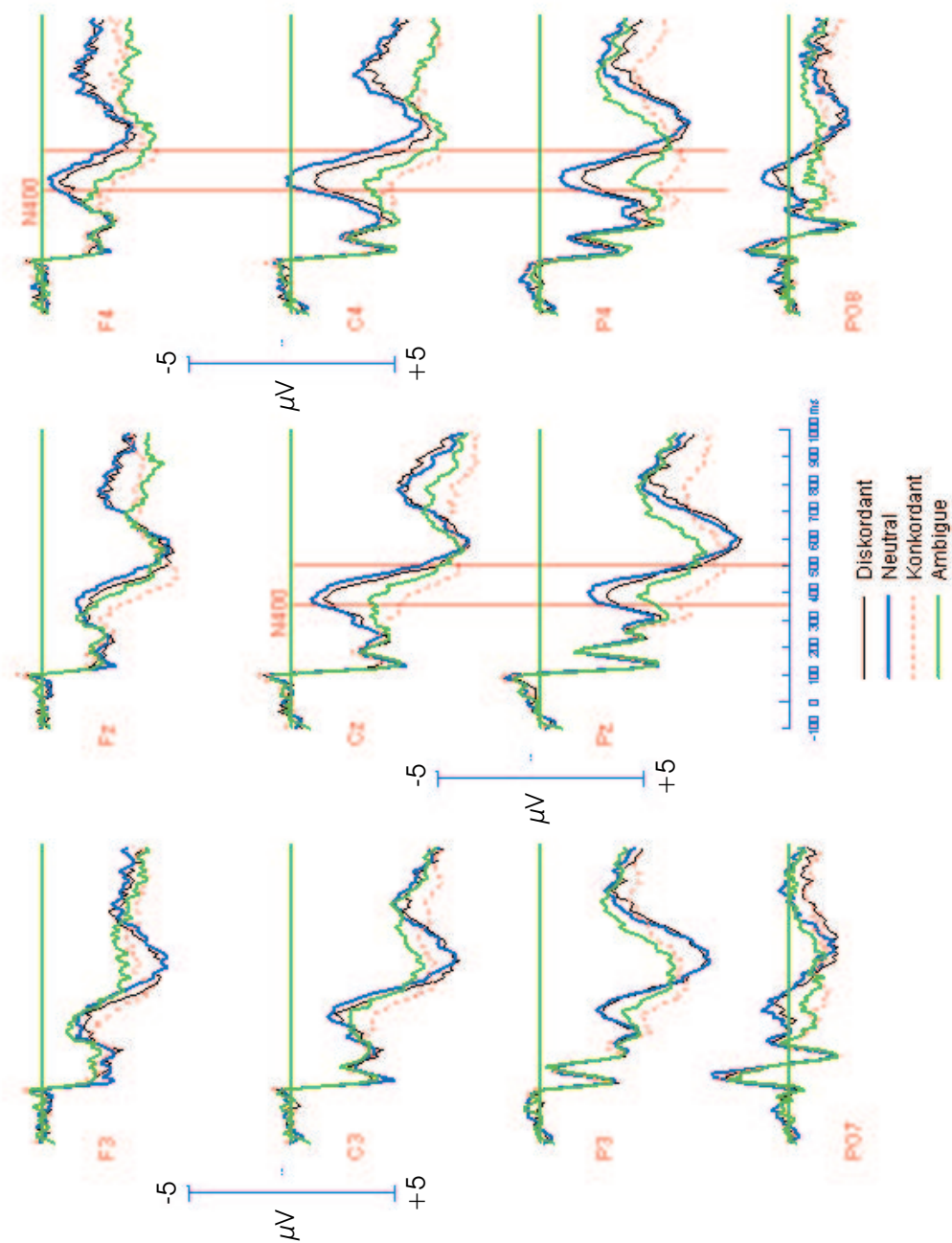


Abbildung 7.2: Grand Means der ereigniskorrelierten Aktivitäten auf kongruente und inkongruente Zielwörter. Für die beiden inkongruenten Bedingungen zeigen sich gegenüber der konkordanten Bedingung an zentroparietalen Elektroden deutliche Negativierungen mit stärkerer Betonung über der rechten Hemisphäre. Von beiden inkongruenten Bedingungen fällt die N400 der diskordanten Bedingungen (v.a. an C4, P4 u. Pz) weniger negative aus als die der neutralen. Die Amplitude ist in μV angegeben, die Zeitskala in Millisekunden. Negativität ist nach oben abgetragen. Der Beginn des Zielreizes lag bei 0 Millisekunden.

An den Mittellinienelektroden erbrachte die ANOVA stärkere N400-Effekte an Cz und Pz, verglichen mit Fz [$F_{(6,162)} = 4.00, p < .01(GG)$]. Im Hinblick auf die lateralen Elektroden fand sich eine signifikante Dreifachinteraktion der Faktoren Hemisphäre, Elektrodenposition und Bedingung [$F_{(9,243)} = 6.92, p < .0001(GG)$], die anzeigte, dass die N400-Effekte rechts größer sind als links, bei maximalen Ausprägungen im zentroparietalen Bereich. Keine der beiden kongruenten Bedingungen rief eine signifikante N400 hervor. Reduzierte Kontraste an den einzelnen Elektroden zeigten, dass gegenüber der Baseline-Bedingung (kongruent) die stärksten N400-Effekte der inkongruenten Bedingungen an den Elektroden C4 [$F_{(1,27)} = 43.02, p < .0001$] und P4 [$F_{(1,27)} = 29.60, p < .0001$] zu finden waren. Weitere signifikante N400-Effekte zeigten sich für die inkongruenten Bedingungen an den Elektroden F4, Cz, PO8 ($p < 0.0001$) sowie an Pz und PO7 ($p < 0.001$).

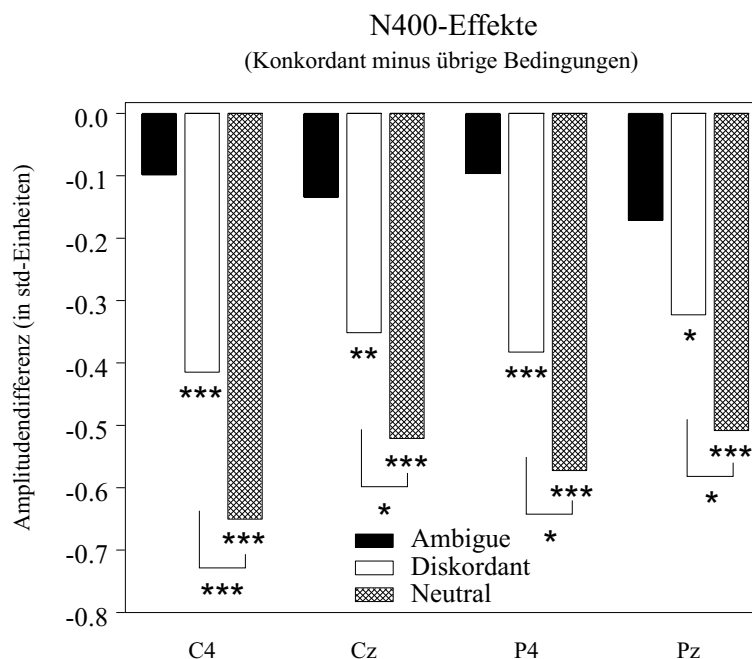


Abbildung 7.3: Mittlere N400-Effekte an zentroparietalen Elektroden, parametrisiert in einem Zeitintervall zwischen 350 und 500 ms ($*** = p < .001, ** = p < .01, * = p < .05$).

Der stärkste N400-Effekt trat auf, wenn das inkongruente Zielwort einem nicht homonymen Satzschlusswort folgte. Etwas weniger negativ fiel die N400 aus, wenn das inkongruente Zielwort einem Homonym am Satzende folgte. Der differentielle N400-Effekt zwischen beiden inkongruenten Bedingungen war hochsignifikant an der Elektrode C4 [$F_{(1,27)} = 13.49, p < .001$], wurde zudem aber auch an den Elektroden F4, Cz, Pz und P4 ($p < 0.05$) (siehe Abbildung 7.3) signifikant.

EKPs für gute und schwache Supprimierer

In einer weitergehenden Analyse wurde der Zusammenhang zwischen einerseits der Fähigkeit, die kontextuell inadäquate Homonymbedeutung zu inhibieren, und andererseits eventuellen Modulationen der ereigniskorrelierten N400 untersucht. Dafür wurden die Probanden anhand ihrer indivi-

duellen Interferenzwerte (Bedingung (a) minus Bedingung (b)) bzgl. der Reaktionszeiten und der Fehlerprozent in zwei Gruppen geteilt. Als interessierende Elektrodenposition kam jene in Betracht, an der die deutlichsten N400-Effekte für die Gesamtgruppe gefunden wurden (C4).

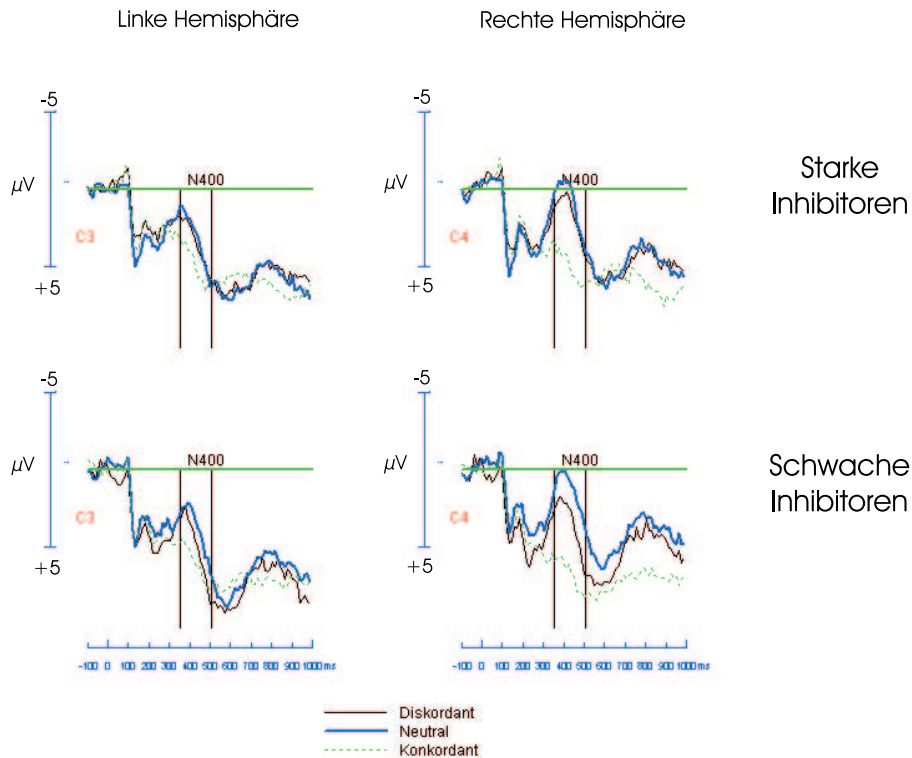


Abbildung 7.4: Grand Mean EKPs auf kongruente und inkongruente Zielwörter für starke und schwache Inhibitoren. Die Abbildung zeigt die Elektrode C4, an der die maximalen Effekt für die Gesamtgruppe beobachtet wurden, sowie die gegenüberliegende Elektrode C3 zum Vergleich. Die Amplituden sind in μV angegeben. Die Zeitskala ist in Millisekunden. Negativität wurde nach oben abgetragen. Die Reizdarbietung des Zielwortes begann bei 0 ms.

Suppressionsbezogene Gruppeneffekte konnten für die Amplitudendifferenz der inkongruenten Bedingungen an der Elektrode C4 gefunden werden. Die einfaktorielle ANOVA mit zusätzlichem Gruppenfaktor erbrachte einen statistischen Trend für kleinere Unterschiede in der N400-Amplitude zwischen den inkongruenten Bedingungen bei der Gruppe die nach einem vergleichsweise lang gewählten ISI nurmehr wenig oder keine Interferenz auf der Verhaltensebene zeigten, im Vergleich zu der Gruppe mit noch vergleichsweise starker Interferenzprägung [$F_{(1,26)} = 3.03, p = 0.0934$]. Mit Hilfe einer linearen Regressionsanalyse konnte gezeigt werden, dass der Amplitudenunterschied zwischen den beiden inkongruenten Bedingungen signifikant aufgrund der Interferenzwerte prädictiert werden kann [$r^2 = 0.23, F_{(1,26)} = 7.55, p < 0.05$].

Wie in der Abbildung 7.4 erkennbar, zeigt sich bereits zeitlich vor dem N400-Intervall an C4 ein deutlicher Amplitudenunterschied zwischen den beiden inkongruenten Bedingungen in der Grup-

pe der schwachen Suppressoren. Die Polarität dieses Unterschieds zwischen 200 ms und 300 ms ist homolog zu der des späteren N400-Effekts und könnte bereits ursächlich dafür verantwortlich sein, dass später ein N400-Effekt gefunden werden kann. Eine zweite Regressionsanalyse zeigte, dass die N400-Differenz in der Tat auf signifikante Weise durch die vorgängige Amplitudendifferenz im P2-Bereich prädizierbar ist [$r^2 = 0.29$, $F_{(1,26)} = 10.63$, $p < 0.01$]. Die post hoc Hypothese, wonach beide Differenzen als von der Interferenzneigung abhängig sein könnten, führte zur Formulierung einer multiplen Regressionsanalyse, die explizit einen zusätzlichen Interaktionsterm enthält, der sich aus der dem N400-Intervall zeitlich vorausgehenden P2-Amplitudendifferenz und dem standardisierten Interferenz-Score zusammensetzt. Diese Analyse zeigt, dass der Interaktionsterm bei der signifikanten Vorhersage der N400-Differenz zu einer 10%igen Zunahme der proportionalen Fehlerreduktion führt, nach Konstanthaltung der zeitlich früheren Amplitudendifferenz [$r^2 = 0.39$, $F_{(1,26)} = 7.99$, $p < 0.01$]. Funktionell kann dieser Befund in solcher Weise interpretiert werden, dass der Einfluss der früheren Differenz auf die spätere N400-Differenz mit steigendem Interferenz-Score ebenfalls zunimmt (siehe Abbildung 7.5).

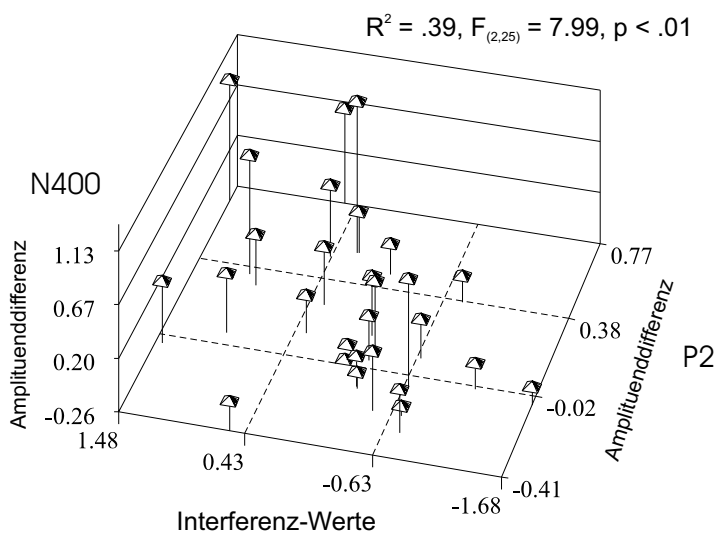


Abbildung 7.5: Das dreidimensionale Streudiagramm illustriert den Anstieg der N400-Amplitudendifferenz zwischen den beiden inkongruenten Bedingungen an C4 (Y-Achse), in Abhängigkeit sowohl von der Ausprägung des Interferenz-Scores (X-Achse), als auch der Amplitudendifferenz zwischen den beiden Bedingungen zeitlich vor dem N400-Intervall (P2-Differenz auf der Z-Achse). Beide Amplitudendifferenzen sowie der Interferenz-Score sind z-transformiert. Oberhalb der Abbildung ist die Statistik der multiplen Regressionsanalyse mit zusätzlichem Interaktionsterm angegeben.

7.4 Diskussion

In der vorliegenden Untersuchung wurde deutlich, dass der Satzkontext einen starken differentiellen Einfluss auf die Entscheidung über die semantische Passung nachfolgender Zielwörter ausübt. Die Befunde von Gernsbacher und Kollegen replizierend (Gernsbacher & Faust, 1991; Gernsbacher

et al., 1990) konnte gezeigt werden, dass Zielwörter schneller und akkurater als passend bejaht werden, wenn die kontextuelle Satzbahnung kongruent ist, im Vergleich zu einem ambigen Satzkontext. Die semantische Passungsentscheidung im Falle inkongruenter Zielwörter wurde wesentlich durch das Satzschlusswort bestimmt: So wurde ein diskordantes Zielwort – das zwar nicht zur Bedeutung des gesamten Satzes passt, aber mit der kontextuell irrelevanten Bedeutung des Homonyms am Satzende assoziiert ist – langsamer und weniger akkurat als unpassend zurückgewiesen als ein solches nach demselben Satz mit nicht-homonymem Schlusswort. Im letzteren Fall existiert weder ein semantischer Zusammenhang des Testwortes mit der globalen Satzbedeutung, noch mit einer alternativen Bedeutung des Satzschlusswortes, da dieses ein zum Homonym der Vergleichsbedingung semantisch verwandtes nicht-homonymes Wort ist.

In Analogie dazu, wie Gernsbacher und Kollegen ihrer eigenen Daten interpretieren, legen die gegenwärtigen Befunde ebenfalls den Schluss nahe, dass die Kosten in Reaktionszeit und Fehlern Interferenz repräsentieren, die aufgrund der residualen Aktivierung der kontextuell irrelevanten – also nicht gebahnten – Homonymbedeutung entsteht. Darüberhinaus passen sich die vorliegenden Resultate aber auch nahtlos in die Vorstellungen des Aktivations-Suppressions-Modells von Neill (1989) ein. Dieses Modell postuliert hinsichtlich des zeitlichen Verlaufs der Bedeutungsaktivierung zwei Phasen, und zwar eine erste initiale, in der beide Homonymbedeutungen aktiviert werden, bevor sie in einer zweiten mit Hilfe bewusstseinsgesteuerter kontextgeleiteter Inhibition disambiguiert werden. Der Prozess der Auflösung lexikalischer Ambiguität inkorporiert somit sowohl einen Verstärkungsmechanismus, der die Aktivierung der kontextuell relevanten Bedeutung anhebt, als auch einen Suppressionsmechanismus, der die Aktivierung kontextuell irrelevanter Bedeutungen unterdrückt. Das Zusammenspiel beider Mechanismen ermöglicht letztlich die Entstehung einer hinreichend großen Aktivationsdifferenz zwischen der kontextuell adäquaten und den inadäquaten Bedeutungsfeldern, wodurch – im Rahmen der semantischen Satzverifikation – letztlich die fehlerfreie Selektion des semantischen Passungsverhältnisses des Zielwortes überhaupt erst ermöglicht wird. In der vorliegenden Untersuchung spiegelt sich das Wirken des reinen Verstärkungsmechanismus wider in schnelleren Reaktionszeiten und geringeren Fehlerraten im Fall der konkordanten gegenüber der ambigen Bedingung. Der Einfluss des Suppressionsmechanismus zeigt sich seinerseits in den verzögerten Reaktionszeiten und den erhöhten Fehlerraten der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung.

Als theoretische Basis für die differentielle Betrachtung der ereigniskorrelierten Hirnaktivität weiter unten erscheint es hilfreich, an dieser Stelle noch einmal kurz auf den von Gernsbacher und Kollegen behaupteten Zusammenhang zwischen der Inhibitionsfähigkeit einerseits und dem Postulat einer allgemeinen Verständnisfähigkeit andererseits einzugehen. Nach Gernsbacher et al. (1990) manifestiert sich eine allgemeine Verständnisfähigkeit im Erfassen bzw. in der mentalen Repräsentation der Struktur nachvollziehbarer Information. Aufgrund der Korrelation dieser Fähigkeit mit dem Verständnis geschriebener und gesprochener Geschichten als auch mit demjenigen nonverbaler Bildergeschichten vermuten Gernsbacher und Kollegen, dass diese allgemeine Sprachverständnisfähigkeit über rein sprachgebundene Modalitäten hinaus reichen müsse. Konstituiert werde die allgemeine Verständnisfähigkeit durch verschiedene (sprachunabhängige) kognitive Mechanismen, von denen ein relevanter in der Fähigkeit gesehen wird, kontextuell irrelevante Information zu inhibieren. Unterschiede in dieser Inhibitionsfähigkeit mögen demnach auch Quellen individueller Unterschiedlichkeit hinsichtlich mehr oder minder guten Sprachverständnisses sein. In Hinblick auf

klinisch psychiatrische Populationen scheint es mithin nicht unwahrscheinlich, dass sich Störungen oder Beeinträchtigungen dieser Inhibitionsfähigkeit schließlich auch in Anomalien des Sprechens und Denkens manifestieren können. Ob sich hierfür empirischer Gehalt schaffen lässt, soll Gegenstand der Untersuchung einer Gruppe schizophrener Patienten im folgenden Kapitel sein. Zunächst soll aber diskutiert werden, in welcher Weise sich die kontextgeleitete Inhibition bei der Resolution lexikalischer Ambiguität überhaupt in der ereigniskorrelierten Aktivität widerspiegelt, und welche Veränderungen dieser elektrophysiologischen Aktivität vor dem Hintergrund interindividueller Unterschiede hinsichtlich der Inhibitionsfähigkeit gesunder Probanden zu erwarten sind.

Die bisherige Forschung konnte zeigen, dass die N400 sensitiv ist für komplexe Informationsverarbeitung semiotischer Sequenzen, und dass diese Komponente im Allgemeinen ein guter Prüfstein der semantischen Integrierbarkeit eines Wortes in den übergeordneten Bedeutungszusammenhang – respektive der semantischen Nähe eines Wortes zum jeweiligen Kontext – ist (vgl. die Übersichtsarbeiten von Brown & Hagoort, 1999; Osterhout & Holcomb, 1995; Kutas & Van Petten, 1994). N400-Studien, die im Rahmen der Resolution lexikalischer Ambiguität durchgeführt wurden, konnten im Besonderen zeigen, dass die N400-Amplitude auf Testwörter genau dann kleiner ausfällt, wenn ihnen ein semantisch kongruenter Satz (oder ein Wort) vorausgeht, im Vergleich zur Situation, in der das Testwort entweder neutral oder diskordant zur Semantik des vorangehenden Wortes oder Satzes ist (Van Petten & Kutas, 1987; Van Petten, 1995; Hagoort et al., 1996; Swaab et al., 1998).

Die in der vorliegenden Studie beobachteten N400-Effekte über zentroparietalen Elektrodenpositionen mit deutlicher Ausprägung über der rechten Hemisphäre befinden sich hinsichtlich Morphologie, Topographie und Zeitverlauf bestens im Einklang mit der bestehenden empirischen Befundlage (Kutas & Hillyard, 1980c,a,b). Auch die Tatsache, dass die inkongruenten Bedingungen signifikant größere N400-Amplituden auslösen als die kongruente *ambiguous* Bedingung deckt sich mit der bereits existierenden Erkenntnis. Für die letztere (*ambiguous*) Bedingung ließ sich gegenüber der *konkordanten* – in der eine N400 weder erwartet noch gefunden wurde – sogar eine kleine statistisch aber nicht signifikante Negativierung beobachten. Dies zeigt, dass selbst *konkordante* Zielwörter eine N400 hervor zu rufen vermögen, wenn sie schwierig in den übergeordneten Kontext zu integrieren sind.

Abgesehen von diesen Übereinstimmungen mit den bisherigen Forschungsergebnissen zeigte sich aber ein weiterer interessanter Befund, nämlich die Amplitudenabstufung der N400 beider *inkongruenter* Bedingungen (*neutral* > *diskordant*). Interpretiert man diesen Befund vor dem Hintergrund der funktionellen Bedeutsamkeit der N400 im Sinne von Integrierbarkeit in den übergeordneten Bedeutungszusammenhang, so kann man sagen, dass die semantische Passung ein und desselben Zielwortes mit dem Satzschlusswort eines ansonsten identischen kontextstiftenden Satzes dahingehend variiert, dass die Selektionsentscheidung (*passt semantisch* vs. *passt nicht*) bzgl. des Zielwortes dann schwieriger zu bewerkstelligen ist, wenn sie durch die assoziative Nähe des Zielwortes zur kontextuell inadäquaten Homonymbedeutung gestört wird. Je deutlicher also die Amplitude der »*diskordanten*« N400 gegenüber der »*neutralen*« reduziert ist, desto weniger scheinen die relevante und die irrelevante Homonymbedeutung disambiguiert zu sein.

In Anbetracht des gegebenen experimentellen Kontextes wird vorgeschlagen, dass die beobachtete Abstufung der N400-Amplituden mit der semantischen Integrierbarkeit des kritischen Zielwortes in den übergeordneten satzsemantischen Kontext korrespondiert. Diese Amplitudendifferenz

zwischen den beiden inkongruenten Bedingungen, die einhergeht mit einer subtilen experimentell Variation (Homonym vs. semantisch verwandtes Nicht-Homonym), scheint die residuale Aktivierung der kontextuell inadäquaten Homonymbedeutung infolge unvollständiger Inhibition zu reflektieren. Eben diese unvollständige Inhibition der kontextuell irrelevanten Homonymbedeutung zeigt sich nicht nur in der erschwerten Integration des Zielwortes in den Satzzusammenhang, sondern ebenfalls in den Verhaltensdaten in Form längerer Reaktionszeiten und höherer Fehlerraten im Falle der diskordanten Bedingung gegenüber der neutralen.

Die Interpretation der N400-Differenz zwischen den beiden inkongruenten Bedingungen im Sinne insuffizienter Inhibition der kontextuell inadäquaten Homonymbedeutung erhält weitere Stützung durch den Mediansplit anhand der Güte der behavioralen Suppression. Schwache Suppressoren (= große residuale Interferenz und somit aktuell stärkere Inhibitionsanforderung) zeigten dabei einen größeren Unterschied zwischen den N400-Amplituden auf die Zielwörter der inkongruenten Bedingungen als gute Suppressoren, bei denen sich die N400-Amplituden beider inkongruenter Bedingungen weitestgehend angleichen. Dass diese Amplitudendifferenz signifikant durch das Maß der behavioralen Suppressionseffizienz prädiziert werden kann, wurde im Rahmen einer Regressionsanalyse gezeigt. Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass die N400 ein sensibles Maß für die Güte der kontextgeleitete Resolution lexikalischer Ambiguität sein kann.

Dieser Aspekt ist nachgerade interessant vor dem Hintergrund des Postulats einer allgemeinen Verständnisfähigkeit von Gernsbacher et al. (1990). Eben gerade diejenigen Probanden, die über den die »allgemeine Verständnisfähigkeit« konstituierenden kognitiven Mechanismus – nämlich der Inhibition kontextuell irrelevanter Information – in stärkerem Maße verfügen, sind auch jene die weniger Interferenz auf der Verhaltensebene zeigen. Deren N400-Resultate weisen zusätzlich darauf hin, dass die semantische Nähe zwischen Testwort und kontextuell inadäquater Homonymbedeutung in Folge erfolgreich geleisteter Disambiguierung abgenommen hat. Im Gegensatz dazu weisen die N400-Ergebnisse der schwachen Suppressoren noch auf eine deutlich (signifikante) Nähe zwischen Testwort und der irrelevanten Alternativbedeutung des Homonyms hin, was für eine unvollständige kontextgeleitete Resolution der lexikalischen Ambiguität spricht, die sich schließlich auch in einer schwächeren Verhaltensleistung offenbart, da die für die erfolgreiche semantische Passungsentscheidung notwendige Aktivationsdifferenz der konkurrierenden Homonymbedeutungen noch nicht hergestellt werden konnte. Für die starken Inhibitoren (Sprachversther) scheint dieser Prozess schneller abgeschlossen zu sein, sodass sich bei ihnen weder ein Verhaltenskorrelat aktuell ablaufender Inhibitionsbemühungen, noch eine elektrophysiologisch (N400-Amplitudendifferenz) eruierbare residuale semantische Nähe zwischen Testwort und der inadäquaten alternativen Homonymbedeutung nachweisen lässt.

Eine weitergehende Analyse des kleinen positiven Gipfels, der dem N400-Intervall zeitlich vorangeht, zeigte darüber hinaus, dass starke Suppressoren von schwachen bereits bei 200 – 300 ms nach Reizbeginn differenziert werden können. Im Gegensatz zu Probanden, die wenig oder keine Interferenz mehr auf der Verhaltensebene erfahren, führte das inkongruente Zielwort bei Probanden, die starke Interferenz erfahren, zu einer deutlich positiveren Komponente im P2-Latenzbereich, wenn ein Homonym am Satzende voranging. Diese empirische Evidenz verdient nachgerade vor dem Hintergrund der Arbeit von Melara et al. (2002) besondere Beachtung, in der im Rahmen einer dichotischen Höraufgabe nach verabreichtem Inhibitionstraining eine Zunahme der P2-Amplitude auf Störreize beobachtet werden konnte. Die Forscher interpretierten die auf das Training zurück-

zuführende Distraktorpositivierung als elektrophysiologischen Ausdruck eines aktiven Inhibitionsprozesses während der Aufmerksamkeitsselektion.

Interessanterweise zeigte sich diese frühe Positivierung (P2) für die Gesamtgruppe lediglich in den beiden Bedingungen, in denen ein wirklicher Konflikt alternativer Bedeutungen vorliegt – nämlich in der diskordanten und der ambigen Bedingung. Solch ein Konflikt war in den beiden anderen Bedingungen abwesend, einerseits aufgrund der nonhomographischen Natur des Satzschlusswortes in der inkongruenten Kontrollbedingung (neutral), andererseits aufgrund der eindeutigen kontextuellen Bahnung in der konkordanten Bedingung. Beide Amplitudendifferenzen zwischen den inkongruenten Bedingungen – sowohl die des P2- als auch des N400-Intervalls – konnten signifikant durch die Interferenzwerte prädiziert werden, wobei schwache Suppressionseffizienz (= hohe Interferenzwerte) mit großen Amplitudendifferenzen assoziiert war und umgekehrt. Eine multiple Regressionsanalyse widerlegte den Verdacht, wonach der Unterschied in den N400-Amplituden der inkongruenten Bedingungen lediglich durch den Amplitudenunterschied der P2 verursacht sei. Vielmehr kann die N400-Differenz signifikant durch die Interaktion von P2-Differenz und Interferenzneigung vorhergesagt werden, und zwar sogar nachdem der reine P2-Effekt konstant gehalten wurde. Die zusätzliche Mitberücksichtigung des Interaktionsterms in das Regressionsmodell führte zu einem 10%igen Anstieg der proportionalen Fehlerreduktion. Funktional interpretiert besagt dieser Befund, dass der vermittelnde Einfluss der P2-Differenz auf die N400-Differenz moduliert wird durch die individuelle Suppressionsleistung – je größer also die Interferenzneigung, desto stärker der Einfluss der P2- auf die N400-Differenz.

Wenngleich die vorliegenden Daten diese Frage wohl nicht in Gänze beantworten können, so darf doch darüber spekuliert werden, ob der Effekt der frühen Positivierung einen P300-artigen Effekt widerspiegelt. Während sich dieser P2-Effekt in der ambigen Bedingung sowohl für die starken als auch für die schwachen Supprimierer beobachten lässt, findet er sich in der diskordanten Bedingung lediglich für die Gruppe der schwachen Supprimierer. In der ambigen Bedingung zeigen auch beide Gruppe hohe Fehlerraten. Dies könnte zu der Vermutung Anlass geben, dass die ambigue Bedingung aus subjektiver Sicht als eine Bedingung mit niedriger Auftretenswahrscheinlichkeit wahrgenommen worden sein und somit eine frühe P300 hervorgerufen haben könnte. In der diskordanten Bedingung finden sich hohe Fehlerraten – z.T. per definitionem – nur bei schwachen Supprimierern, nicht aber bei starken. Somit könnte es sein, dass aus subjektiver Sicht der schwachen Supprimierer auch diese Bedingung eine niedrige Auftretenswahrscheinlichkeit hat.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass in der vorliegenden Untersuchung die von Gernsbacher und Kollegen (Gernsbacher et al., 1990; Gernsbacher & Faust, 1991) berichteten differentiellen Reaktionszeit- und Fehlermuster im Rahmen der Resolution lexikalischer Ambiguität repliziert wurden. Die berichteten Inhibitions- und Erleichterungseffekte gliedern sich problemlos in das von Neill (1989) vorgeschlagene Aktivations-Suppressions-Modell ein. Zweitens, konnte gezeigt werden, dass die Amplitude der sprachrelevanten N400-Komponente mit diesem differentiellen Inhibitionsmaß korreliert ist; und zwar insofern, als eine große N400-Differenz zwischen den beiden inkongruenten Bedingungen gleichsam mit einer größeren differentiellen Verzögerung der Reaktionszeit in der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung einhergeht, und umgekehrt. Neben der Suppressionsleistung hatte aber auch eine frühe P300-artige Komponente im Latenzbereich zwischen 200 – 300 ms modulierenden Einfluss auf den zeitlich nachgeordneten N400-Effekt. Dabei war es möglich, gute und schwache Supprimierer bereits in diesem zeitlich frühen Stadium anhand

der P2-Amplituden von einander zu trennen. Es liegt somit der Schluss nahe, dass die sprachrelevante N400 die Aktivität neuronaler Substrate zu reflektiert vermag, die mit dem untersuchten kontextgeleiteten Inhibitionsprozess assoziiert sind, welcher seinerseits einen relevanten kognitiven Mechanismus einer allgemeinen Verständnisfähigkeit konstituiert. Vor diesem Hintergrund scheint das vorliegende experimentelle Design bestens für die Untersuchung interindividueller Unterschiedlichkeit bezüglich inhibitorischer Kontextprozesse geeignet. Daher empfiehlt sich nun in einem weiteren Schritt auch die Anwendung dieses Designs zur Untersuchung klinischer Populationen (v.a. schizophrene Patienten), bei denen Beeinträchtigungen kognitiver Inhibitionsprozesse seit längerem postuliert werden. Insbesondere in Kombination mit der Methode der Ereigniskorrelierten Potentialen kann das vorliegende Paradigma hilfreich sein bei der weiterführende Erhellung potentieller interindividueller Unterschiede der dem kontextgeleiteten Inhibitionsprozess zugrunde liegenden neurokognitiven Architektur.

Kapitel 8

Kontextgeleitete Inhibition und Schizophrenie (Exp. 3)

8.1 Einleitung

Im Hinblick auf das Sprachverhalten schizophrener Patienten wurden bereits vielfach Beeinträchtigungen von Kontextnutzung berichtet (Bleuler, 1911; Kraepelin & Lange, 1927; Cameron, 1938).¹ Bleuler (1911) beschrieb das schizophrene Denken als grundlegende primäre Assoziationsstörung,² welche ihrerseits eine krankheitsbezogene organische Pathologie widerspiegeln. Damit bahnte Bleuler der zeitgenössischeren Vorstellung den Weg, wonach eines der prominentesten Anzeichen einer Psychose das Problem des kohärenten Denkens – oder anders ausgedrückt – der formalen Denkstörungen ist, wie z.B. Lockerung assoziativer Verknüpfungen, Verlust an Abstraktionsfähigkeit, Vorbeireden (Tangentialität), Ideenflüchtigkeit, Sperrung (gedankliche Blockade), Perseveration sowie Bildung von Neologismen. Das Vorliegen solcher formaler Denkstörungen wird üblicherweise aufgrund bizarrer und ungewöhnlicher Sprache des Patienten gefolgert, bei der die Gedankengänge eher idiosynkratischen Pfaden folgen und mithin kaum mehr in Zusammenhang mit vorangegangenen Material stehen.

Bleulers Beobachtungen gelockerter, zusammenhangsloser Gedankengänge wurden ab den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts durch eine Reihe experimenteller Studien empirisch untermauert. So konnte beispielsweise von Honigfeld (1963) gezeigt werden, dass schizophrene Patienten gegenüber gesunden Kontrollprobanden Leistungseinbußen aufwiesen, wenn sie ausgelassene Wörter aus Textabschnitten mit hohem Vorhersagewert finden sollten. Chapman & Chapman (1973) beobachteten, dass schizophrene Patienten dazu neigen, abweichende – wiewohl nicht gänzlich bizarre – Wortassoziationen zu erzeugen, die denjenigen gesunder Probanden entsprechen, wenn man sie dazu auffordert, frei zu assoziieren. Unter diesen Umständen erzeugen gesunde Probanden eine Vielzahl starker Assoziationen, die in ihrer Art den assoziativen Einstreuungen, wie man sie in der

¹Teile des vorliegenden Kapitels wurden als Vortrag auf der 28. Arbeitstagung für Psychophysiologische Methodik (APM) präsentiert: Hoenig, K., Müller, D. J., Pels, H., Wagner, M. (2002): Context-based semantic inhibition is impaired in schizophrenia. *Journal of Psychophysiology*.

²Sehr eindrücklich illustriert Bleuler diese Vorstellung anekdotisch am Beispiel eines seiner Patienten, der bei der Aufzählung seiner Familienmitglieder dem *Vater* zunächst den *Sohn* und schließlich den *heilige Geist* folgen ließ.

schizophrenen Sprache findet, ähneln.

Chapman (1958) untersuchte den Einfluss assoziativer Intrusionen mit einer konzeptuellen Kartensortieraufgabe, in der eine Sortierkarte einer von drei weiteren Karten zugeordnet werden sollte, die etwas bezeichnete, das zur selben konzeptuellen Klasse gehörte wie das Objekt der Sortierkarte. Die Sortierkarte enthielt beispielsweise den Begriff GOLD und sollte entweder STEEL (korrekt), FISH (assoziiert), oder TYPEWRITER (irrelevant) zugeordnet werden. Dabei variierte die Assoziationsstärke des Störreizes von »sehr leicht« bis »stark« und die Schwierigkeit der korrekten konzeptuellen Antwort von »leicht« bis »schwierig«. Dass die Kontrollgruppe den assoziierten Begriff häufiger als die irrelevante Alternative wählte und die Tatsache, dass mit steigender Schwierigkeit die Häufigkeit der Wahl des assoziierten Begriffs gegenüber derjenigen des irrelevanten Begriffs zunahm, zeigte, dass assoziative Intrusionen bei dieser Aufgabe eine normale Reaktionstendenz darstellen. Demgegenüber wählten schizophrene Patienten überdurchschnittlich häufig die assoziierten Begriffe und bekundeten damit eine Akzentuierung der normalen assoziativen Reaktionstendenz. Da beide Gruppen mit steigender Schwierigkeit häufiger die assoziierten Begriffe wählten, und die schizophrenen Patienten darüber hinaus in sämtlichen Bedingungen häufiger als Gesunde die assoziierten Begriffe wählten, könnte dieser Befund auch einfach nur ein generelles Defizit der Schizophrenen widerspiegeln, das mit der Aufgabenschwierigkeit im Allgemeinen in Zusammenhang steht. Dass dem aber nicht so ist konnten Rattan & Chapman (1973) unter Verwendung von Homonymen in zwei Mehrfachwahl-Vokabelaufgaben zeigen. In diesen Aufgaben mussten die Versuchspersonen jeweils entscheiden, welche der Alternativen das gleiche bedeutet wie das präsentierte Homonym (SHOOT = *Trieb* im botanischen Sinne vs. *Jagd*). Während in der einen Aufgabe neben dem korrekten Begriff (SPROUT = *Trieb*) ein irrelevanter (RUG = *Teppich*) und ein assoziierter (RIFLE = *Gewehr*) zur Wahl gestellt wurden, gab es in der zweiten Aufgabe (z. B. Homonym: SCALE = *klettern*) nurmehr zwei irrelevante Begriffe (PIN = *anheften* und YELL = *schreien*) als Alternativen zum korrekten (CLIMB = *klettern*) zur Auswahl. Dabei ließ sich beobachten, dass gesunde Kontrollprobanden – wenn sie die korrekte Antwort nicht wussten – für gewöhnlich den assoziierten Begriff wählten. Auch hier zeigt sich erneut, dass die Wahl assoziierter Störreize durchaus eine normale Reaktionsneigung darstellt. Gleichermäßen akkurat reagierten Gesunde auch in der zweiten Aufgabe – ohne einen assoziierten Begriff zur Auswahl. Im Unterschied zu Gesunden (wie auch zu einer Gruppe »geistig schwerfälliger« gesunder Probanden) schnitten chronifizierte schizophrene Patienten in der Aufgabe mit assoziiertem Begriff schlechter ab als in der Aufgabe ohne einen solchen. Demnach handelt es sich bei den schizophrenen Patienten um eine Akzentuierung der an sich normalen assoziativen Reaktionstendenz, und nicht um ein generalisiertes Defizit, das mit der allgemeinen Aufgabenschwierigkeit zusammenhängt.

In einer weiteren Studie (Chapman et al., 1964) konnte beobachtet werden, dass schizophrene Patienten häufig Fehlinterpretationen ambiguer Wörter (z.B. PEN = *Schreibgerät*) abgeben, wenn diese in einen Satzkontext eingebunden sind, der das subdominante Bedeutungsfeld anspricht (z.B. PEN = *kleiner Stall*). Hierbei handelt es sich seitens der schizophrenen Patienten jedoch nicht um eine prinzipielle Unfähigkeit des Zugriffs auf subdominante Bedeutungsfelder. Ein solcher ist durchaus möglich, sofern keine dominanten Assoziationen alternativ gegeben werden. Schwierigkeiten treten bei den Patienten vielmehr erst dann auf, wenn sie den Kontext dahingehend nutzen müssen, um das dominante aber inkorrekte Wortfeld zu inhibieren (Chapman et al., 1976). In ähnlicher Weise fanden Roberts & Schuham (1974), dass die Leistung schizophrener Patienten pro-

portional zur Hinzunahme assoziativer Distraktoren abfiel. Eine Untersuchung aus jüngerer Zeit konnte schließlich zeigen, dass die Satzverarbeitung schizophrener Patienten gegenüber derjenigen gesunder Kontrollprobanden weniger stark unterbrochen wird, wenn der Satz semantische Anomalien aufweist (Kupferberg et al., 1998).

Die angeführten Studien deuten sämtlich daraufhin, dass schizophrene Patienten Schwierigkeiten bei der Kontextnutzung haben. Darüber hinaus lassen sich die Befunde der Studien, in denen Homonyme verwendet wurden, dahingehend interpretieren, dass Schizophrene wohl sämtliche Homonymbedeutungen in ihrem Lexikon vorliegen haben, aber nicht in der Lage sind, kontextuelle Information zu nutzen, um Bedeutungsfelder mit niedriger Auftretenshäufigkeit (subordinierte Felder) auszuwählen, wenn dies angemessen wäre – und dies in noch geringerem Maße, wenn die kontextuelle Information gegenüber der Homonympräsentation zeitlich deutlicher zurückliegt (Cohen & Servan-Schreiber, 1992). Viele der angeführten Untersuchungen erlauben lediglich die Erfassung relativer Aktivationsunterschiede zwischen relevanten und irrelevanten Bedeutungen. Gleichwohl bleibt dabei aber unklar, ob der jeweilige Kontext auch die Aktivierung von Bedeutungen beeinflusst, die gar nicht erst das für eine Reaktion notwendige Aktivationsniveau erreichen. Somit könnte es sein, dass schizophrene Patienten zwar in der Lage sind, kontextuell relevante Information aufzuspüren, ohne gleichermaßen auch in der Lage zu sein, den Kontext zu nutzen, um irrelevante Information zu inhibieren. Nahe gelegt wird diese Annahme durch den experimentellen Befund von Done & Frith (1984), wonach die Schwelle der Worterkennung bei schizophrenen Patienten zwar vermindert war, wenn die Wörter in Anwesenheit kontextueller Information dargeboten wurden; gleichwohl zeigten die Patienten aber auch Beeinträchtigungen der Wortselektion bei Vorliegen gewisser kontextueller Information.

Im vorangegangenen Kapitel konnte gezeigt, dass die Verwendung des Verfahrens der Satzeinkleidung bei der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität geeignet ist, Prozesse des semantischen Primings zu untersuchen. Im Rahmen semantischer Satzverifikation konnten dabei sowohl Prozesse der kontextuellen Bahnung, als auch solche der kontextgeleiteten Inhibition untersucht werden. Außerdem konnten mit Hilfe dieser Reaktionsanforderung interindividuelle Unterschiede hinsichtlich der Mechanismen erhellt werden, die der Kontextnutzung zugrunde liegen.

Unter Verwendung der semantischen Satzverifikation als Reaktionsanforderung ließen sich interindividuelle Unterschiede hinsichtlich der der Kontextnutzung zugrunde liegenden Mechanismen erhellen. Deshalb soll die dort verwendete experimentelle Anordnung im Folgenden dazu genutzt werden, Aufschluss über eventuell anomale kognitive Prozesse bei schizophrenen Patienten im Rahmen der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität zu erhalten.

Störungen der beiden gemeinhin zur Erklärung semantischen Primings vorgeschlagen kognitiven Mechanismen, nämlich initiale automatische und zeitlich später einsetzende kontrollierte semantische Verarbeitung (Neely, 1991; Neely & Keefe, 1989; Posner & Snyder, 1975b,a), führten zu zwei einflussreichen Erklärungsansätzen für die kontextuellen Abnormitäten schizophrener Patienten. Während einer der Ansätze die den Denkstörungen zugrunde liegende Dysfunktion über *anomale semantische Aktivierung assoziativer Netzwerke* zu erklären versucht, hebt der andere stärker auf ein *Versagen sog. exekutiver Funktionen* ab. Diese Funktionen setzen zeitlich später ein, und sind insofern exekutiv, als sie die Aufrechterhaltung und Nutzung kontextueller Information steuern und somit den regulativen Kontexteinfluss auf die Veränderung der Aktivierung semantischer Netzwerke kontrollieren.

Als Hinweis auf eine abnorme initiale Aktivierung assoziativer semantischer Netzwerke bei schizophrenen Patienten deutete Maher (1983) die Beobachtung eines erhöhten semantischen Priming-effektes – im Sinne stärkerer Reaktionserleichterung (»Hyperpriming«) – während einer lexikalischen Entscheidungsaufgabe. Dieser Befund konnte in nachfolgenden Untersuchungen von Kwapil et al. (1990) und Spitzer et al. (1994) repliziert werden. Darüber hinaus zeigten Spitzer et al. (1993a), dass schizophrene Patienten gegenüber gesunden Kontrollprobanden auch ein stärkeres Priming höherer Ordnung aufwiesen (z.B. ZITRONE bahnte die Reaktion auf den Begriff SAUER, der seinerseits SÜSS bahnte). Diese Daten lassen vermuten, dass die initiale Aktivierung semantischer Netzwerke bei schizophrenen Patienten stärker ausfällt als bei Gesunden, wodurch bei den Patienten vermutlich eine größere Anzahl assoziativer Verknüpfungen ins Bewusstsein drängt und konkurriert. Das hier beschriebene Hyperpriming könnte eine der den Denkstörungen zugrunde liegenden Ursachen darstellen. Vor dem Hintergrund zahlreicher zu diesem Ergebnismuster diskrepanter Befunde (z.B. Barch et al., 1996) darf der Ansatz anomaler semantischer Aktivationsausbreitung jedoch nur eingeschränkte Gültigkeit für sich beanspruchen.

Die alternative Vorstellung einer gestörten Regulation exekutiver Prozesse des verbalen Arbeitsgedächtnisses (Cohen et al., 1999) – wie z.B. dem Unvermögen, Gedächtnisrepräsentationen aufrecht zu erhalten, oder dem Diskursstrom die ganzheitliche Bedeutung zu extrahieren –, wird unter anderen durch Priming-Untersuchungen gestützt, bei denen der zeitliche Abstand zwischen zwei Wörtern systematisch variiert wurde. So fanden beispielsweise Barch et al. (1996), dass die Leistung schizophrener Patienten in Priming-Anordnungen mit längeren Zeitintervallen (SOAs = stimulus onset asynchronies) schlechter ist als bei gesunden Kontrollpersonen. Dies könnte in einer Abnahme semantischer Aktivierungen aufgrund defizitärer Aufrechterhaltung verbaler Arbeitsgedächtnisspuren begründet sein. Einen weiteren Hinweis darauf, dass es sich bei der kontextuellen Beeinträchtigung schizophrener Patienten weniger um eine Störung der automatischen Detektion von Kontextinformation handelt, sondern vielmehr um eine Störung des zeitlich später einsetzenden kontrollierenden Prozesses, der die Inhibition kontextuell irrelevanter Information leistet, liefert die Untersuchung von Titone et al. (2000), in der schizophrene Patienten eine bimodale semantische Priming-Aufgabe durchzuführen hatten. Als Reizmaterial dienten akustisch präsentierte Sätze, deren Ende entweder von einem Homonym oder einem dazu semantisch verwandten Nicht-Homonym gebildet wurde. Unmittelbar im Anschluss an den Satz (0 ms) wurde visuell ein Testwort dargeboten, bzgl. dessen eine lexikalische Entscheidung zu treffen war. In den interessierenden Bedingungen war das Testwort entweder mit der dominanten oder der subdominanten Homonymbedeutung assoziiert (ergo diskordant respektive konkordant zur kontextuellen Bahnung). Eine wesentliche kritische Variable in dieser Studie war der Grad der kontextuellen Satzbahnung (mäßig vs. stark; siehe hierzu ausführlicher auch den Abschnitt 4.2, Seite 57f). Während die Patienten durchaus in der Lage waren, kontextuell relevante Information im Sinne einer Verarbeitungserleichterung zu nutzen, zeigten sie im Vergleich zur Kontrollgruppe Beeinträchtigungen hinsichtlich der Inhibition kontextuell irrelevanter Information. Ausschlaggebend für den letzteren Befund war die Stärke der kontextuellen Bahnung: Im Gegensatz zu den Gesunden war bei den Patienten im Falle mäßiger kontextueller Bahnung der subdominanten Homonymbedeutung die Wahrscheinlichkeit erhöht, auch auf solche Zielwörter mit beschleunigten Benennlatenzen (also positivem Priming) zu reagieren, die mit der dominanten – und damit kontextuell irrelevanten – Homonymbedeutung assoziiert

waren.³

Die vorliegende Untersuchung weist einige deutliche Ähnlichkeiten zu derjenigen von Titone et al. (2000) auf: In beiden Studien entscheidet jeweils der Satzkontext darüber, welche Bedeutung des homonymen Schlusswortes gestiftet wird, und das Testwort ist in den kritischen Bedingungen entweder mit der jeweiligen kontextuellen Bahnung konkordant oder diskordant. Neben dieser augenscheinlichen Nähe beider Studien hinsichtlich des Reizmaterials bestehen aber auch entscheidende Unterschiede, und zwar einerseits in der Wahl des Zeitintervalls zwischen Satzschluss- und Testwort sowie andererseits in der Reaktionsanforderung: Während Titone et al. das visuelle Testwort unmittelbar nach dem Ende des akustisch dargebotenen Satzes präsentieren, liegen in der vorliegenden Arbeit 850 *ms* zwischen Satzende und Testwort. Vor dem Hintergrund der Annahme, dass die an der Resolution lexikalischer Ambiguität beteiligten Prozesse im Rahmen von Satzpriming wohl erst zwischen 750 – 1000 *ms* vollständig abgeschlossen sind (Simpson, 1984), mag den schizophrenen Patienten in der Arbeit von Titone et al. nicht ausreichend Zeit zur Verfügung gestanden haben, um die kontextuell irrelevante Homonymbedeutung zu inhibieren. Hinsichtlich der Unterdrückung von ungewünschten reflexiven Augenbewegungen zum Zielreiz im Rahmen eines Antisakkadenparadigmas konnten beispielsweise Levy et al. (1998) zeigen, dass sich die Leistungseinbußen schizophrener Patienten normalisieren, wenn zusätzliche Verarbeitungszeit zur Verfügung steht. Um zu gewährleisten, dass den Patienten hinreichend Zeit zur Inhibition der kontextuell irrelevanten Homonymbedeutung zur Verfügung steht, wurde in der vorliegenden Untersuchung ein ISI von 850 *ms* gewählt. Im Hinblick auf die Reaktionsanforderung wurde desweiteren nicht auf eine lexikalische Entscheidung zurückgegriffen, da die erfolgreiche Ausführung dieser Handlung völlig unberührt bleibt davon, ob der Satzkontext überhaupt verarbeitet wurde oder nicht. Aufgrund der akustischen Stimulation ist dieser Aspekt in der Studie von Levy et al. weniger gravierend als im gegenwärtigen Experiment, in dem die Präsentation des kontextstiftenden Satzes visuell erfolgte. Um diese Problematik nicht nur zu umgehen, sondern vielmehr gerade dafür zu sorgen, dass der bahnende Satz eine tiefe Verarbeitung erfährt, wurde auf die semantische Satzverifikation als Reaktionsanforderung zurückgegriffen.

Neben der Erhebung der Verhaltensdaten bestand ein weiteres Interesse der vorliegenden Studie darin, anhand der Methode der ereigniskorrelierten Potentiale zu untersuchen, ob und inwiefern eventuelle Veränderungen der Verhaltensreaktionen schizophrener Patienten gegenüber denjenigen gesunder Kontrollprobanden gleichsam mit Veränderungen in der ereigniskorrelierten Aktivität einhergehen. Nicht zuletzt aufgrund der Befunde aus dem vorangegangenen Kapitel steht diesbezüglich die sprachrelevante N400 im Fokus der Aufmerksamkeit. Wie wir in Kapitel 7 sehen konnten, variiert die Amplitude der N400 in bedeutungsvoller Weise mit dem Ausmaß gelungener Inhibition der kontextuell irrelevanten Homonymbedeutung, und zwar dahingehend, dass die Amplitude auf inkongruente Testwörter – die mit der kontextuell irrelevanten Homonymbedeutung assoziiert sind – geringer (also positiver) ausfällt, wenn die Inhibition der semantisch unpassenden Homonymbedeutung aufgrund schwächerer Suppressionsfähigkeit bis zum Erscheinen des Testwortes nur unvollständig erfolgen konnte. Im Gegensatz dazu glich sich die Amplitude der N400 auf inkongruente Testwörter, die mit der alternativen Bedeutung des Homonyms assoziiert sind, bei Probanden mit guter Suppressionsfähigkeit – also hoher Sprachverständnisfähigkeit im Sinne von

³Für eine detailliertere Darstellung der Befundlage dieser beiden Erklärungsansätze des semantischen Primings siehe Kapitel 4, ab Seite 43.

Gernsbacher und Kollegen – stärker der negativeren Amplitude von Testwörtern an, bei denen kein Bezug zum Satzschlusswort besteht. Die funktionelle Bedeutsamkeit dieses differentiellen N400-Effektes wurde dahingehend gedeutet, dass ein Testwort leichter in den übergeordneten Kontext integrierbar ist, wenn die Homonymbedeutungen noch nicht vollständig disambiguiert wurden. In diesem Fall bleibt noch eine Restnähe zwischen dem Testwort und der bislang nicht vollständig inhibierten kontextuell irrelevanten Homonymbedeutung erhalten (Zur Interpretation der funktionellen Bedeutsamkeit der N400-Amplitude vgl. auch Brown & Hagoort, 1999; Osterhout & Holcomb, 1995; Kutas & Van Petten, 1994). Vor diesem Hintergrund wäre zu erwarten, dass sich eventuelle Veränderungen in den kognitiven Prozessen schizophrener Patienten bei der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität nicht nur in den Verhaltensmaßen, sondern auch in der Amplitude der ereigniskorrelierten N400 niederschlagen sollten.

Die wenigen mit schizophrenen Patienten bislang durchgeführten elektrophysiologischen Untersuchungen, in denen Wörter als Reizmaterial dienten, liefern im Hinblick auf die Amplitude der N400 ein heterogenes Ergebnismuster. Reduktionen der N400-Amplitude bei schizophrenen Patienten wurden in erster Linie in Aufgaben gefunden, die eine manuelle Reaktion aufgrund semantischer Kongruenz erforderten (Mitchell et al., 1991). Sollten die Entscheidungen hingegen aufgrund der physikalischen Identität der Wörter erfolgen (Koyama et al., 1991; Mitchell et al., 1991), oder diese Wörter einfach nur gelesen werden (Andrews et al., 1990), so zeigten sich bei den Patienten keine Unterschiede in den N400-Amplituden im Vergleich zu Gesunden. Diese Befunde legen die Vermutung nahe, dass die N400-Abnormitäten schizophrener Patienten zumindest teilweise auf Defizite zurückgehen, die mit Aufmerksamkeitsanforderungen zusammenhängen, welche von semantischen Entscheidungsaufgaben gefordert werden, und weniger eine allgemeine Unempfindsamkeit gegenüber semantischen Bezügen widerspiegeln. Angesichts dieser Überlegungen erscheint es auch plausibel, dass Grillon et al. (1991) und Adams et al. (1993), die beide semantische Entscheidungen verlangten, reduzierte N400-Amplituden bei schizophrenen Patienten fanden, während Koyama et al. (1991) dies im Rahmen einer lexikalischen Entscheidungsaufgabe ohne Aufmerksamkeitsanforderung für semantische Bezüge nicht taten.

Darüber hinaus zeigten jüngere Studien, dass die N400 bei Schizophrenen sogar vergrößert sein kann – und dies nicht nur auf diskordante, sondern selbst auf konkordante Satzendungen (Nestor et al., 1997; Niznikiewicz et al., 1997). Dass schizophrene Patienten wohl auch auf kongruente Wörter eine N400 ausbilden, könnte ein Grund dafür sein, warum in älteren Studien, in denen die EEG-Wellen der kongruenten Satzendungen von denjenigen der inkongruenten abgezogen wurden, reduzierte N400-Effekte gefunden wurden. Das methodische Vorgehen der Amplitudensubtraktion mag dabei einen Teil der N400-Aktivität in der interessierenden Bedingung zum Verschwinden gebracht haben. Condray et al. (1999) untersuchten Störungen sprachlicher Assoziationen bei schizophrenen Patienten. Dazu präsentierten sie in ihrer Studie assoziierte und nicht-assoziierte Wortpaare, und fanden bei den Patienten keinen Unterschied in der N400-Amplitude auf die Testwörter beider Bedingungen. Beide Gruppen unterschieden sich weder bzgl. der mittleren N400-Amplitude über alle Trials, noch bzgl. der N400-Amplituden auf assoziierte oder nicht-assoziierte Wörter. Bedenkenswert erscheint im Rahmen dieses Wortprimings, dass keine Information darüber vorliegt, ob und in welcher Weise der Prime überhaupt beachtet wurde. Handlungsrelevant ist jedenfalls lediglich das Testwort bzgl. dessen eine lexikalische Entscheidung zu treffen ist. Diese Entscheidung wiederum kann völlig losgelöst von der Beachtung der assoziativen Verknüpfung zwischen Prime und

Probe gefällt werden. In einer weiteren Studie zur Differenzierung abnormer semantischer Aktivierung einerseits und Beeinträchtigungen des Arbeitsgedächtnisses andererseits ließen Salisbury et al. (2000) gesunde Kontrollprobanden und denkgestörte schizophrene Patienten Sätze der Form *The bank was* [CLOSED, STEEP] lesen, in denen das Schlusswort jeweils darüber entschied, ob die dominante oder die subdominante Bedeutung des homonymen Subjekts realisiert wurde. Hierbei fanden die Forscher bei den Patienten N400-Amplituden vergleichbaren Ausmaßes für beide Satzendungen. Während eine größere N400-Amplitude auf Satzendungen, die die subdominante Bedeutung des Homonyms ansprechen, einen Hinweis auf einen semantischen Bias schizophrener Patienten für starke Assoziationen gegeben hätte, deuteten Salisbury et al. diesen Befund als Hinweis auf eine defizitäre Aufrechterhaltung des Kontextes im verbalen Arbeitsgedächtnis. Die N400-Aktivität auf subordinierte Endungen war lediglich leicht erhöht und korrelierte mit dem Schweregrad der Psychose. Im Gegensatz zu den uneinheitlichen Befunden im Hinblick auf die N400-Amplitude fanden nahezu sämtliche Untersuchungen bei schizophrenen Patienten eine Verzögerung der N400-Latenz.

Die Heterogenität der Befunde zur N400-Amplitude bei schizophrenen Patienten im Rahmen semantischer Priminganordnungen nimmt angesichts der methodischen Unterschiede in Reizdarbietung (Wort- vs. Satzpriming) und Reaktionserfassung (lexikalische Entscheidung, einfaches Lesen, etc.) wenig wunder. Bislang hat sich keine der Studien, in denen schizophrene Patienten mittels ereigniskorrelierter Potentiale untersucht wurden, einer systematischen Prüfung der Kontextnutzung dieser Patienten gewidmet. Aufgrund mittlerweile zahlreicher Befunde darf es als etabliert gelten, dass die N400-Amplitude ein Maß der semantischen Integrierbarkeit einer aktivierten Wortbedeutung in einen übergeordneten Bedeutungszusammenhang ist. Wenn man Veränderungen der N400-Amplitude als elektrophysiologisches Korrelat veränderter kognitiver Prozesse in Bezug auf Kontextnutzung heranziehen möchte, so muss man zunächst einmal gewährleisten, dass man mit dem verwendeten Design überhaupt den Prozess der Nutzung des Kontextes operationalisiert. Diesbezüglich scheinen Aufgaben, in denen einzelne Wörter sequentiell präsentiert werden, weniger kontextstiftend zu sein, als solche in denen Sätze den semantischen Rahmen bereitstellen. Um desweiteren zu erfahren, ob und wie der kontextuelle Rahmen genutzt wurde, sollten Reaktionskriterien gewählt werden, die einen tatsächlichen Rekurs auf den Kontext erzwingen. Dies ist im Rahmen von lexikalischen Entscheidungen oder reinen Benennungen bestenfalls fraglich. Eine unmittelbarere Prüfung der Kontextnutzung lässt sich mit Hilfe der semantischen Satzverifikation erreichen. Im Gegensatz zu den angeführten Studien will die vorliegende Studie diesen Aspekten in angemessenerer Weise Rechnung tragen. Vor dem Hintergrund eines potentiell größeren Zeitbedarfs seitens der Patienten sollte schließlich auch ein hinreichendes Zeitintervall zwischen Satzende und Testwort gewählt werden, um zu garantieren, dass die interessierenden Prozesse – hier v.a. die kontextgeleitete Inhibition der irrelevanten Homonymbedeutung – überhaupt zum Einsatz kommen können.

Angesichts der Annahmen defizitärer inhibitorischer Kontrolle bei der Verarbeitung von Homonymen sowie mangelhafter Nutzung kontextueller Bahnung bei schizophrenen Patienten würde man die folgenden experimentellen Hypothesen für wahrscheinlich halten:

- (1) Im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe wird erwartet, dass schizophrene Patienten in der vorliegenden experimentellen Anordnung keine oder eine geringere Verzögerung bei der Ablehnung eines kontextuell unpassenden Testwortes in derjenigen Bedingung zeigen, in der ein

Homonym am Satzende erscheint (diskordant) gegenüber derjenigen, die ein nicht-homonymes Wort am Satzende aufweist (neutral).

- (2) Umgekehrt sollten sich die Fehlerraten der inkongruenten Bedingungen verhalten. Aufgrund mangelhafter Kontextnutzung würde man erwarten, dass schizophrene Patienten verglichen mit Gesunden in der diskordanten Bedingung mehr Fehler machen (falsch positive Antworten) als in der neutralen Bedingung.
- (3) Hinsichtlich der Reaktionszeiten in den kongruenten Bedingungen sollten die schizophrenen Patienten – im Sinne eines Hyperprimings – stärker als Gesunde von einem konkordanten gegenüber einem ambigen Kontext profitieren.
- (4) Im vorliegenden Design werden in der ambigen Bedingung zwar beide Wortfelder gebahnt. Wegen der Dominanzunterschiede hinsichtlich der Polarität der Wortfelder kommt es jedoch inhärent zu einer relativ stärkeren Bahnung zugunsten des dominanten Wortfeldes. Das Zielwort selbst ist aber kongruent zur subdominanten Homonymbedeutung. Da Gesunde den Kontext zur Disambiguierung nutzen, wird erwartet, dass sie aufgrund der angelegten Polaritätspolung das subdominante zugunsten des dominanten Wortfeldes inhibieren, und deshalb fälschlicherweise das zum subdominanten Wortfeld kongruente Zielwort als unpassend ablehnen könnten. Für die Patientengruppe werden diese Inhibitionskosten aufgrund der Homonympolarität geringer sein, da bei dieser Gruppe die inhibitorische Kontrolle als eingeschränkt und die Kontextnutzung per se als reduziert angenommen werden.

Geht man davon aus, dass schizophrene Patienten den Satzkontext nicht zur Disambiguierung der Homonymbedeutungen nutzen, und demzufolge eine kontextgeleitete Inhibition der irrelevanten Homonymbedeutung nicht oder nur in vermindertem Maße erfolgt, so lassen sich hinsichtlich der sprachrelevanten Komponente N400 die folgenden Hypothesen generieren:⁴

- (1) Für die Kontrollgruppe sollte die N400-Amplitude in der diskordanten Bedingung weniger negativ sein als in der neutralen, da die Inhibition der kontextuell irrelevanten Homonymbedeutung noch nicht vollständig abgeschlossen ist, und somit noch eine residuale semantische Nähe zwischen Testwort und irrelevanter Homonymbedeutung bestehen sollte.
- (2) Wenn die inhibitorische Verarbeitung kontextuell irrelevanter Homonymbedeutungen bei schizophrenen Patienten beeinträchtigt ist, diese Patienten also keine signifikante Verlangsamung in den Reaktionszeiten der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung zeigen, dann wäre zu erwarten, dass sich auch die N400-Amplituden der beiden Bedingungen nicht signifikant voneinander unterscheiden. Inhaltlich würde dies bedeuten, dass das Testwort in beiden inkongruenten Bedingungen gleichermaßen in den durch den Satz aufgespannten übergeordneten Kontext integrierbar ist.

⁴In die Auswertung der EKPs gingen jeweils nur die korrekten Reaktionen ein.

8.2 Methode

8.2.1 Probanden

An der Untersuchung nahmen 20 stationäre, nach DSM-IV (American Psychiatric Association, 1994) klassifizierte schizophrene Patienten aus der psychiatrischen Universitätsklinik Bonn teil. Als gesunde Vergleichsstichprobe dienten 20 Kontrollprobanden, die sich hinsichtlich Alter, Geschlecht und geschätztem Verbal-IQ (Schmidt & Metzler, 1992) nicht von der klinischen Stichprobe unterschieden. Die Stichprobenparameter sind in der Tabelle 8.1 dargestellt. Alle Teilnehmer erklärten ihr Einverständnis zur freiwilligen Teilnahme an der Untersuchung. Von ärztlicher Seite wurden am Testtag psychopathologische Interviews durchgeführt, wobei deutschsprachige Versionen der Positive And Negative Syndrome Scale (PANSS, Kay et al., 1987, Kay et al., 1989) sowie der Thought, Language, and Communication Scale (TLC, Andreasen, 1979a,b) für die klinische Charakterisierung der schizophrenen Patienten zur Anwendung kamen.

Zum Testzeitpunkt waren alle schizophrenen Patienten mediziert; sie bekamen entweder typische oder atypische Neuroleptika. Von den Kontrollprobanden nahm niemand irgendwelche Medikamente ein. Nachfragen zum Vorliegen aktueller oder zurückliegender neurologischer bzw. psychiatrischer Erkrankungen wurden von allen Kontrollpersonen verneint. Sämtliche Teilnehmer hatte normale Sehschärfe oder trugen Sehhilfen.

Tabelle 8.1: Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Stichprobenparameter für die beiden Gruppen: Gesunde Kontrollprobanden und schizophrene Patienten.

	Kontrollengruppe	Schizophrenie
N	20	20
Geschlecht	9m11w	11m9w
Alter	32,2 (9,3)	30,5 (7,2)
Verbal-IQ	108,1 (11,6)	104,6 (11,4)
PANSS positiv		14,8 (4,7)
PANSS negativ		19,1 (6,8)
PANSS allgemein		34,4 (7,5)
PANSS gesamt		68,9 (17,2)
TLC		12,1 (9,0)
Ersterkrankungsalter (in Jahren)		26,3 (7,5)

Methodisch ergaben sich keine Unterschiede zu Experiment 2 (vgl. Kapitel 7, Seite 85 ff.), weder hinsichtlich Reizmaterial (Seite 91), experimentellem Design (Seite 89) und Ablauf (Seite 91), noch in Bezug auf Ableitung (Seite 92) und Analyse (Seite 92) des EEGs.

8.3 Resultate

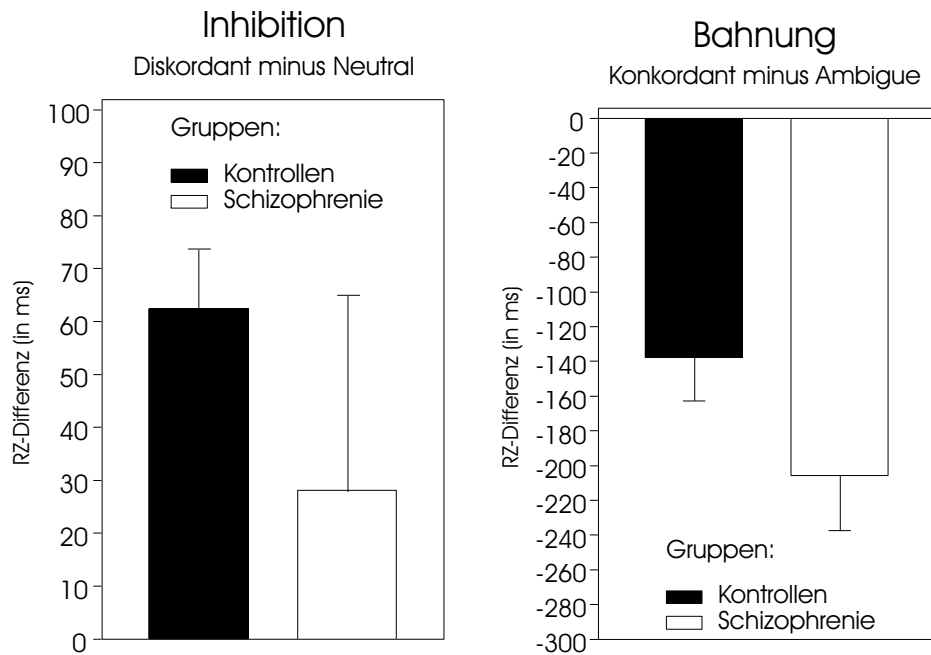
8.3.1 Verhaltensdaten: Reaktionszeiten und Fehler

Das experimentelle Design ist derart angelegt, dass bzgl. der Verhaltensdaten lediglich die inkongruenten (diskordant, neutral) und die kongruenten (konkordant, ambigue) Bedingungen paarweise miteinander verglichen werden sollen. Dies trifft auf die Elektrophysiologie aufgrund des qualitativ andersartigen Status der EKPs gegenüber Reaktionszeiten nicht zu. Bei der Analyse der ereigniskorrelierten N400 soll gerade die konkordante Bedingung als Kontrolle für die übrigen Bedingungen dienen, in denen die Testwörter nur mehr oder minder gut in den vorangegangenen Satzkontext integrierbar sind. Als abhängige Variablen gingen die an Mittelwert und Standardabweichung über alle Bedingungen relativierten individuellen Reaktionszeiten in die Analyse ein. Die vorgenommene Normierung der Reaktionszeiten soll den generell verzögerten Reaktionszeiten schizophrener Patienten um ca. 400 ms Rechnung tragen. In die Tabelle 8.2 sowie in die Abbildungen 8.1 und 8.1 gingen jeweils die Rohwerte respektive die Differenzen der unbehandelten Reaktionszeiten ein.

Tabelle 8.2: *Arithmetische Mittel der Reaktionszeiten in Millisekunden (Standardabweichung) für beide Gruppen pro Bedingung.*

Bedingungen	Kontrollgruppe	Schizophrenie
INKONGRUENT		
Diskordant (<i>Zweimal monatlich versagte die Birne</i> — APFEL)	1021,5 (159,7)	1407,4 (403,9)
Neutral (<i>Zweimal monatlich versagte die Leuchte</i> — APFEL)	959,0 (162,7)	1379,3 (388,2)
KONGRUENT		
Konkordant (<i>Nach Wochen wechselte sie die Birne</i> — LAMPE)	864,9 (165,3)	1195,1 (340,6)
Ambigue (<i>Er kaufte eine einzelne Birne</i> — LAMPE)	1002,7 (168,5)	1400,8 (387,6)

Die Kontrollgruppe weist ein Testwort (z.B. APFEL) hoch signifikant langsamer als semantisch unpassend zurück, wenn es diskordant (z.B. nach *Zweimal monatlich versagte die Birne*) zur gebahnten Homonymbedeutung ist, als wenn es neutral (z.B. *Zweimal monatlich versagte die Leuchte*) zum bahnenden Satz ist [$F_{(1,19)} = 30,04, p < 0.001$]. In der neutralen Bedingung endet der Satz mit einem nicht-homonymen Wort (z.B. LEUCHTE), das aber semantisch verwandt ist mit dem Homonym der diskordanten Bedingung (z.B. BIRNE). Während in der neutralen Bedingung keine assoziative Verbindung zwischen Schluss- und Testwort besteht, existiert eine solche in der diskordanten Bedingung zwischen der nicht gebahnten Homonymbedeutung und dem Testwort. In der Patientengruppe findet sich keine derartige Verzögerung der Reaktionszeiten in der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung [$F_{(1,19)} = 1,38, p = 0.26$]. Der Gruppenvergleich erbringt einen deutlichen statistischen Trend für die Interaktion (Inkongruente Bedingungen \times Gruppe) [$F_{(1,38)} = 3,48, p = 0.06$] (siehe auch Abbildung 8.1). Im Vergleich zu diesem hohen statistischen Trend des Gruppenvergleichs bzgl. der inkongruenten Bedingungen, unterscheiden sich die beiden Gruppen nicht hinsichtlich des Bahnungseffektes der kongruenten Bedingungen. Kongruente Zielwörter werden sowohl von Kontrollprobanden [$F_{(1,19)} = 34,73, p < 0.001$] als auch von schizophrenen Patienten [$F_{(1,19)} = 49,94, p < 0.001$] gleichermaßen hoch signifikant schneller als semantisch passend bejaht, wenn der bahnende Satzkontext zum Testwort konkordant ist, als wenn



(a) Während die Gesunden ein deutliches Ausmaß an Inhibition zeigen, findet sich bei den Patienten kein solcher differentieller Bedingungseffekt. Die Interaktion (Bedingung \times Gruppe) erreicht einen hohen statistischen Trend ($p = 0.06$).

(b) Beide Gruppen unterscheiden sich nicht im (jeweils signifikanten) Ausmaß der differentiellen Bahnung durch die konkordante gegenüber der ambigüen Bedingung.

Abbildung 8.1: Reaktionszeitdifferenzen beider Gruppen für (a) Inhibition (diskordant minus neutral) und (b) Bahnung (konkordant minus ambigüe). Angegeben sind zusätzlich die Standardfehler der Mittelwerte.

die Bahnung ambigüe erfolgt [$F_{(1,38)} = 0,85, p = 0.85$].

In die Fehleranalyse gingen die invers sinustransformierten Fehlerprozent der diskordanten und neutralen respektive der konkordanten und ambigüen Bedingung als abhängige Variablen ein. Sowohl in der Tabelle 8.3 als auch in der Abbildungen 8.2 finden sich die prozentualen Fehlerrohwerter.

Der differentielle Vergleich zwischen der diskordanten und der neutralen Bedingung (siehe Abbildung 8.2) zeigt, dass Gesunde [$F_{(1,19)} = 7,69, p < 0.01$] und schizophrene Patienten [$F_{(1,19)} = 31,81, p < 0.001$] signifikant mehr Fehler in der diskordanten Bedingung machen als in der neutralen. Der Gruppenvergleich zeigt, dass der Anstieg in der Fehlerrate zulasten der diskordanten Bedingung in der Patientengruppe signifikant stärker ist [$F_{(1,38)} = 4,52, p < 0.05$]. Vergleicht man die Fehlerraten der konkordanten mit der ambigüen Bedingung, so machen Gesunde [$F_{(1,19)} = 224,43, p < 0.0001$] wie schizophrene Patienten [$F_{(1,19)} = 65,74, p < 0.0001$] in der ambigüen gegenüber der konkordanten Bedingung hoch signifikant mehr Fehler. Der Gruppenvergleich erbringt eine signifikant höhere differentielle Fehlerrate seitens der Kontrollgruppe [$F_{(1,38)} = 3,87, p < 0.05$].

Tabelle 8.3: Fehlerprozent (Standardabweichung) für beide Gruppen pro Bedingung.

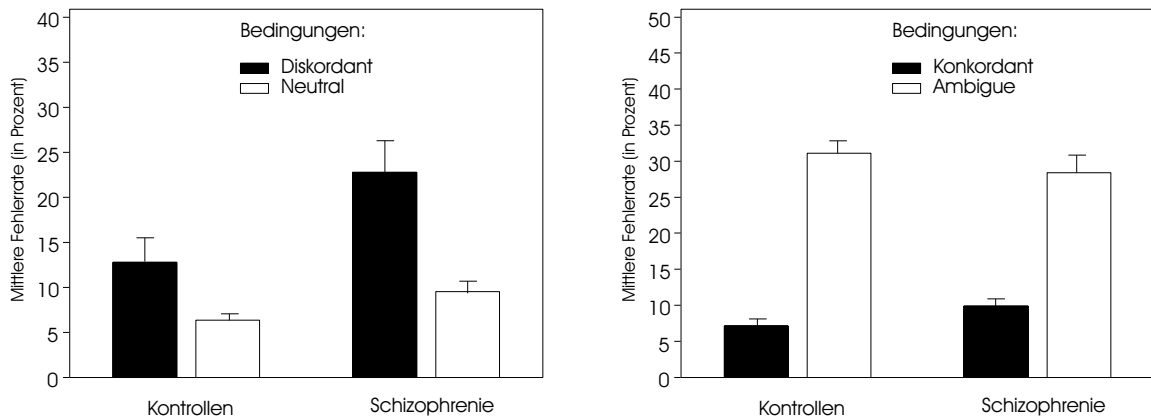
Bedingungen	Kontrollgruppe	Schizophrenie
INKONGRUENT		
Diskordant (<i>Zweimal monatlich versagte die Birne</i> — APFEL)	12,8 (9,0)	22,8 (11,7)
Neutral (<i>Zweimal monatlich versagte die Leuchte</i> — APFEL)	6,4 (4,9)	9,5 (6,7)
KONGRUENT		
Konkordant (<i>Nach Wochen wechselte sie die Birne</i> — LAMPE)	7,1 (6,9)	9,9 (6,8)
Ambigue (<i>Er kaufte eine einzelne Birne</i> — LAMPE)	31,1 (7,5)	28,4 (8,9)

Gruppenanalysen der einzelnen Bedingungen ergeben eine signifikant höhere Fehlerrate der schizophrenen Patienten für die diskordante Bedingung [$t_{(40)} = -3,03, p < 0.01$] sowie einen gleichgerichteten statistischen Trend für die neutrale Bedingung [$t_{(40)} = -1,68, p < 0.10$]. Hinsichtlich der konkordanten und der ambigen Bedingung finden sich keine statistisch bedeutsamen Gruppenunterschiede.

Korrelationsanalysen zeigen ferner, dass bei gesunden Kontrollprobanden ein hoher positiver statistischer Zusammenhang besteht zwischen der Reaktionszeitdifferenz aus diskordanter und neutraler Bedingung (=Inhibition) und der Fehlerrate in der ambigen Bedingung [$\rho_p = 0,69, p < 0.001$]. Ein solcher Zusammenhang existiert in abgeschwächtem Ausmaß auch für die Fehlerrate der konkordanten Bedingung [$\rho_p = 0,46, p < 0.05$]. Dies unterstreicht den vermuteten Zusammenhang zwischen geleisteter Inhibition und der Fähigkeit zur Disambiguierung der Homonymbedeutungen, und zwar dahingehend, dass nachgerade diejenigen Probanden größere Schwierigkeiten bei der semantischen Satzverifikation haben, die auch höhere Inhibitionswerte aufweisen. Die Fehlerdifferenz aus den beiden kongruenten Bedingungen (konkordant und ambigue) korreliert schließlich trendartig negativ mit dem Maß der RZ-Inhibition [$\rho_p = -0,37, p < 0.10$]. Für die Patientengruppe lassen sich keinerlei korrelative Zusammenhänge zwischen dem Reaktionszeitmaß der Inhibition und den Fehlerraten der kongruenten Bedingungen finden.

Ein hoher Verbal-IQ geht bei Gesunden einher mit einer niedrigen Fehlerrate in der diskordanten Bedingung [$\rho_p = -0,52, p < 0.01$]. In der Patientengruppe geht ein hoher Verbal-IQ hingegen mit niedrigen Fehlerraten in sowohl der konkordanten [$\rho_p = -0,58, p < 0.01$] als auch der ambigen Bedingung [$\rho_p = -0,66, p < 0.001$] einher. Zieht man ferner die psychopathologischen Ratings hinzu, so zeigen sich für die klinische Gruppe positive Zusammenhänge zwischen der Fehlerrate in der ambigen Bedingung und der Negativsymptomatik (PANSS-negativ) [$\rho_p = 0,57, p < 0.01$], der Gesamtsymptomatik (PANSS-gesamt) [$\rho_p = 0,51, p < 0.05$] sowie der TLC-Skala [$\rho_p = 0,45, p < 0.05$].

Die Resultate auf der Verhaltensebene lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Während die Gruppe der Gesunden in dieser Aufgabe sowohl in ihren Reaktionszeiten als auch in den Fehleraten Inhibitionskosten im Sinne verzögerter Reaktion bzw. erhöhter Fehlerraten in der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung zeigen, lassen sich solche Kosten für die Patientengruppe lediglich in den Fehlerraten – nicht jedoch in den Reaktionszeiten – beobachten. Ob es sich bei dieser stärkeren Zunahme der Fehlerrate seitens der Patienten überhaupt um ein Korrelat der Inhibition handelt, ist bestenfalls fraglich, da sich keine zu den Gesunden vergleichbaren korrelativen Zu-



(a) Beide Gruppen machen statistisch bedeutsam mehr Fehler in der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung. Diese Zunahme ist bei den Patienten signifikant größer.

(b) Beide Gruppen machen in der ambigüen Bedingung signifikant mehr Fehler als in der konkordanten. Der Unterschied fällt hier für die Gesunden größer aus als für die Patienten.

Abbildung 8.2: Fehlerprozent beider Gruppen für die (a) inkongruenten (diskordant minus neutral) und die (b) kongruenten (konkordant minus ambigüe) Bedingungen. Auf den Balken sind die Standardfehler der Mittelwerte abgetragen.

sammenhänge zwischen der Reaktionszeitdifferenz der beiden inkongruenten Bedingungen und den Fehlerraten in den übrigen Disambiguierungsfällen fanden. Vielmehr liegt der Schluss nahe, dass schizophrene Patienten bei der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität Beeinträchtigungen aufweisen, die am wahrscheinlichsten auf defizitäre Inhibitionsprozesse zurück zu führen sind. Die gegenüber den Gesunden deutlichere Erhöhung der differentiellen Fehlerrate zwischen diskordanter und neutraler Bedingung mag vor diesem Hintergrund eher auf eine vermeintliche Reaktionstendenz der Patienten zugunsten assoziativer Verknüpfungen zwischen Homonym und Testwort zurück gehen, was mithin auch ein Grund für die gegenüber den Gesunden geringere Fehlerrate in der ambigüen Bedingung sein könnte.

8.3.2 Ereigniskorrelierte Potentiale

N400

Die EEG-Epochen von 1000 ms Länge wurden analog zu der in Abschnitt 7.2.6, Seite 92 beschriebenen Prozedur behandelt und auf eine Baseline von 100 ms vor Reizbeginn bezogen. Danach wurden die Epochen korrekter Verhaltensreaktionen pro Bedingung statistischen Analysen unterzogen. Wo es angezeigt ist, werden die Freiheitsgrade und p-Werte unter Verwendung der Greenhouse-Geisser Prozedur adjustiert (vgl. hierzu Winer, 1971). Im Text werden jeweils die ursprünglichen Freiheitsgrade und die adjustierten p-Werte (GG) berichtet. Zur Parametrisierung der N400-Amplitude wurde nach eingehender Inspektion der individuellen EEG-Kurven eine Zeitfenster von 350 bis

550 ms nach Reizbeginn gewählt.

Die Abbildungen 8.3 und 8.4 zeigen ausgeprägte und graduell abgestufte N400-Komponenten (Neutral > Diskordant > Ambigue > Konkordant) über zentroparietalen Elektrodenpositionen und zwar für beide Gruppen (vgl. hierzu auch Tabelle 8.4, Seite 116).

In einer ersten ANOVA wurde der vierstufige Bedingungsfaktor mit einem dreistufigen Mit-tellinienfaktor (Fz, Cz, Pz) gekreuzt. Neben diesen within-subject Faktoren wurde die Gruppen-zugehörigkeit als between-subject Faktor mit einbezogen. Hierbei ergaben sich keine signifikanten Interaktionen mit dem Gruppenfaktor. In Rahmen einer zweiten ANOVA wurden neben dem Bedingungsfaktor (vierstufig) noch ein zweistufiger Hemisphärenfaktor sowie ein vierstufiger Fak-tor für die Elektrodenposition (frontal, zentral, parietal, okzipital) berücksichtigt. Dabei ergab sich ein statistischer Trend bzgl. der Dreifachinteraktion aus Bedingung \times Hemisphäre \times Gruppe [$F_{(3,114)} = 2,18, p < 0.10(GG)$].

Tabelle 8.4: *N400-Amplitudenunterschiede der reduzierten Kontraste zwischen der konkordanten und der neutralen respektive der diskordanten Bedingung für gesunde Kontrollprobanden und schizophrene Patienten. Beide Gruppen zeigen signifikante N400-Effekte mit breiter topographischer Verteilung. Erwartungsgemäß finden sich bei den Gesunden im Falle der neutralen Bedingung gegenüber der diskordanten stets deutlich stärkere Effekte. Die maximalen Ausprägungen der Effekte liegen über zentroparietalen Elektroden der rechten Hemisphäre. Auffällig ist insbesondere die rechtshemisphärische Abnahme des N400-Effektes der diskordanten Bedingung von parietal nach frontal, während derjenige der neutralen Bedingung gerade über C4 das Maximum erreicht. Seitens der Patienten sind die Effekte deutlich geringer ausgeprägt, weniger stark lateralisiert, und zeigen zwischen den Bedingungen eine geringere bis umgekehrte Abstufung.*

E-Position	Neutral				Diskordant			
	GK		SZ		GK		SZ	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Fz	34,35	< .0001			3,95	< .10		
F4	51,43	< .0001			12,66	< .01	4,10	< .05
C3	16,51	< .001						
Cz	70,80	< .0001	5,48	< .05	24,95	< .0001	10,03	< .01
C4	104,95	< .0001	11,88	< .01	22,30	< .0001	20,14	< .001
P3	15,96	< .001	7,62	< .01	5,31	< .05	8,60	< .01
Pz	42,43	< .0001	10,59	< .01	19,89	< .001	9,66	< .01
P4	83,30	< .0001	14,95	< .001	47,89	< .0001	17,47	< .001
Po7	37,41	< .0001	7,81	< .01	13,27	< .01	6,16	< .05
Po8	28,95	< .0001	14,06	< .001	11,52	< .01	21,17	< .001

Reduzierte ANOVAs an frontalen, zentralen, parietalen und okzipitalen Elektroden deuten daraufhin, dass die Unterschiedlichkeit der Gruppen im Hinblick auf die Interaktion mit dem Hemisphärenfaktor im Wesentlichen auf die N400-Effekte an parietalen [$F_{(3,114)} = 2,53, p = 0.07(GG)$] und zentrale [$F_{(3,114)} = 2,21, p = 0.10(GG)$] Elektroden zurückgeht. An den parietalen Elektroden zeigt sich, dass die N400-Effekte (Bedingung vs. Konkordant) bei Gesunden gegenüber der Patientengruppe sowohl für die neutrale [$F_{(1,38)} = 5,08, p < 0.05$] als auch für die diskordante

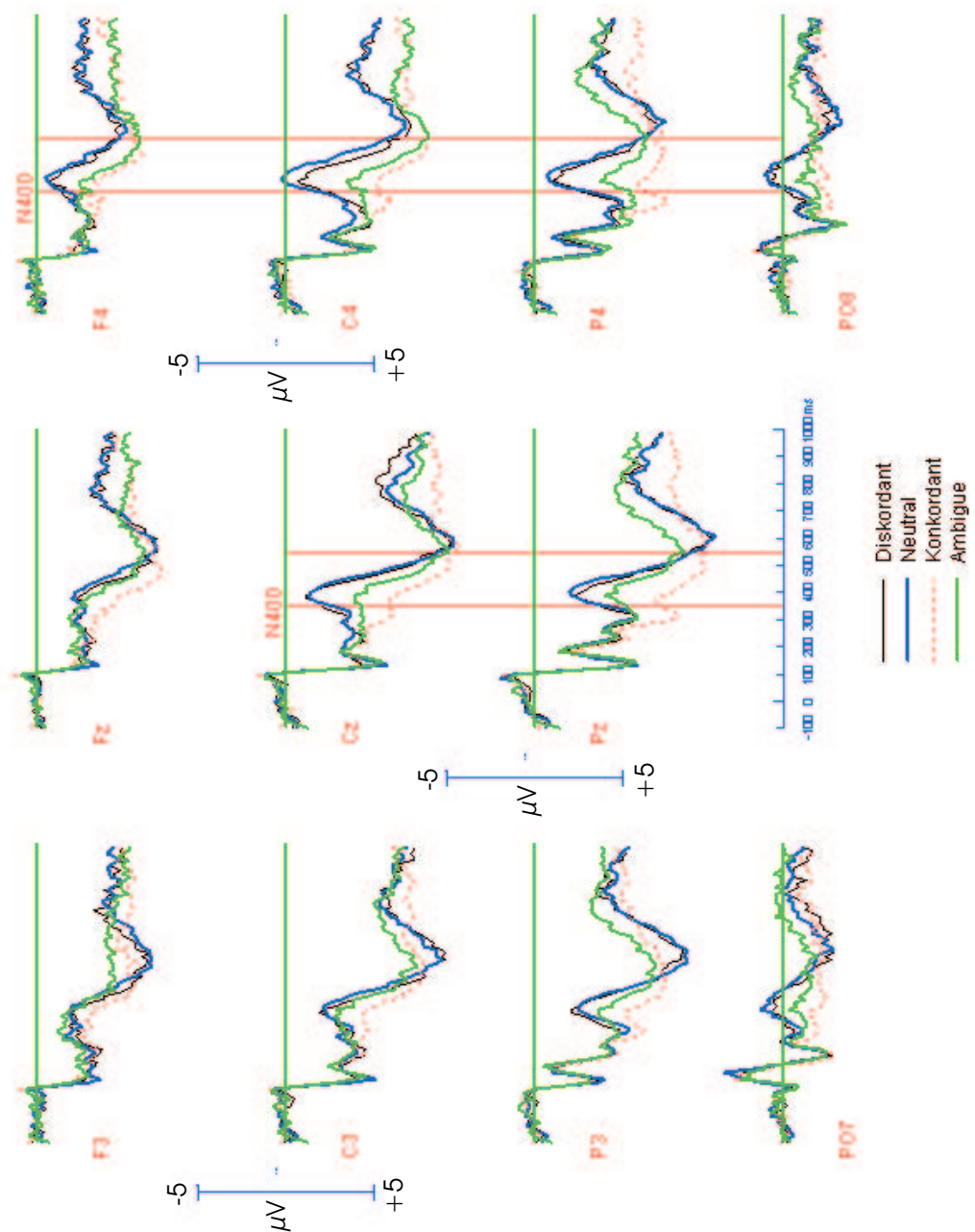


Abbildung 8.3: Grand Means der ereigniskorrelierten Aktivität für die vier experimentellen Bedingungen der Kontrollgruppe. In dem zur Parametrisierung der N₄₀₀-Amplitude herangezogenen Latenzbereich zwischen 350 – 550 ms zeigen sich im Falle beider inkongruenter Bedingungen (diskordant und neutral) deutliche negative Deflektionen gegenüber der konkordanten Bedingung. Topographisch erreichen diese N₄₀₀-Effekte ihre Maximum über zentroparietalen Elektrodenposition mit stärkerer Betonung über der rechten Hemisphäre. Die Amplitude ist in μV angegeben. Die Zeitskala ist in Millisekunden. Negativität ist nach oben abgetragen. Der Beginn des Zielreizes lag bei 0 Millisekunden.

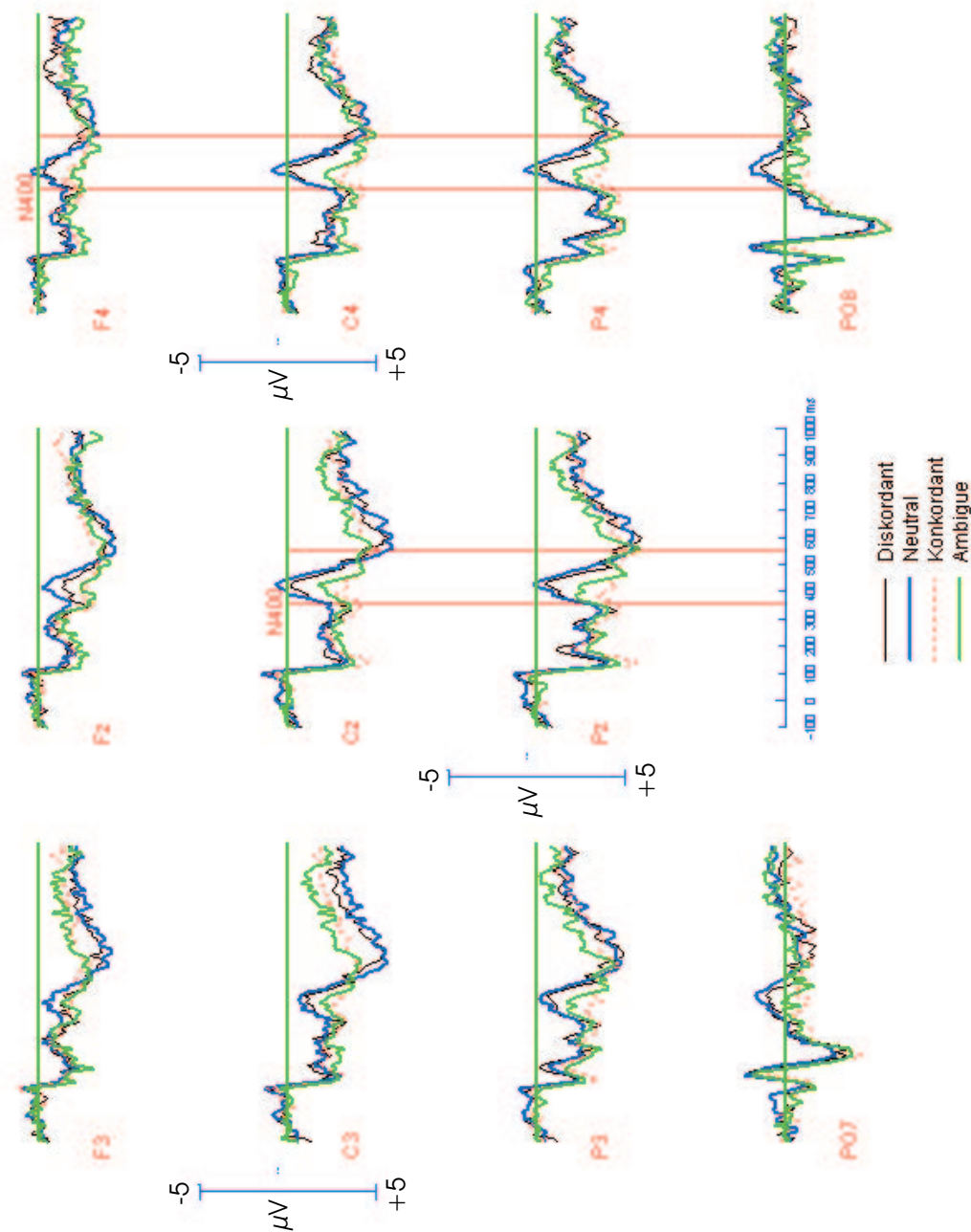


Abbildung 8.4: Grand Means der ereigniskorrelierten Aktivität für die vier experimentellen Bedingungen der Patientengruppe. Auch die Patienten zeigen eine zu den Kontrollprobanden vergleichbare morphologische Ausbildung und Verteilung der N400-Effekte, wobei diese Effekte bei den Patienten augenscheinlich kleiner ausfallen und eine geringere Lateralisierung zugunsten größerer N400-Effekte über der rechten Hemisphäre aufweisen (vgl. hierzu auch die Tabelle 8.4). Gegenüber den Kontrollprobanden nimmt sich auch die Abstufung zwischen der konkordanten und der ambiguen Bedingung – v.a. an der Elektrode C4 – weniger deutlich aus. Die Amplitude ist in μV angegeben. Die Zeitskala ist in Millisekunden. Negativität ist nach oben abgetragen. Der Beginn des Zielreizes lag bei 0 Millisekunden.

$[F_{(1,38)} = 4,19, p < 0.05]$ Bedingung über der rechten Hemisphäre signifikant größer ausfallen als über der linken (siehe Abbildung 8.5). Die Zurückweisung eines zur kontextuellen Bahnung unpassenden Zielwortes (neutral und diskordant) führt somit bei Gesunden gegenüber schizophrenen Patienten zu größeren N400-Effekten über der rechten parietalen Elektrode (P4) im Vergleich zur linken (P3). Wie post hoc Kontraste an den Einzelelektroden zeigen, geht diese Unterschiedlichkeit der Gruppen auf Unterschiede an der rechten parietalen Elektrode zurück, und zwar v.a. auf die neutrale Bedingung $[F_{(1,38)} = 3,73, p = 0.06]$ und in geringerem Ausmaß auch auf die diskordante Bedingung $[F_{(1,38)} = 2,52, p = 0.12]$. Die N400-Amplituden auf ein zur kontextuellen Bahnung inkongruentes Testwort sind somit für die Kontrollgruppe verglichen mit der EEG-Welle auf ein konkordantes Testwort negativer als dies für die Patientengruppe der Fall ist. Vor dem Hintergrund der funktionellen Bedeutsamkeit des N400-Effektes zeigt sich somit über der parietalen Elektrode P4, dass für die Kontrollgruppe ein kontextuell inkongruentes Testwort semantisch schwieriger in den übergeordneten Satzzusammenhang integrierbar ist als für die Patientengruppe. Für die letztere Gruppe besitzen die inkongruenten Testwörter eine größere semantische Nähe zur kontextuellen Bahnung. Während sich bei den Gesunden über dem Parietallappen noch die N400-Effekte beider inkongruenter Bedingungen von denen der Patienten unterscheiden, differenzieren sich diese beiden Effekte nach anterior hin weiter aus.

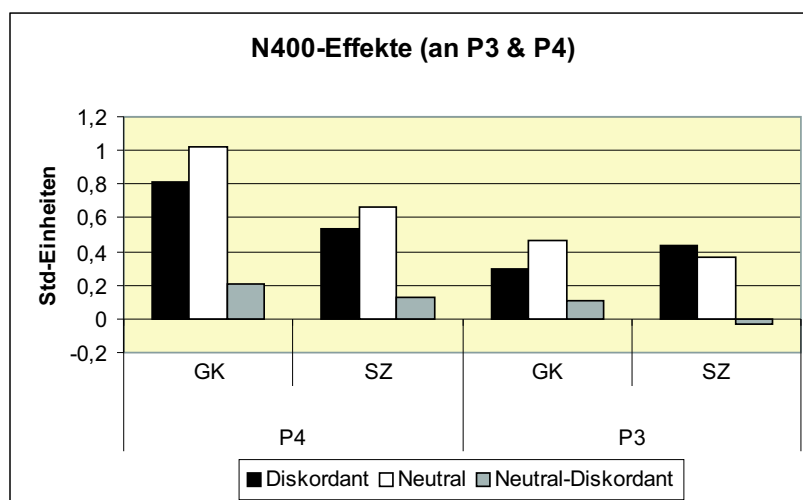


Abbildung 8.5: Balkendiagramme der N400-Effekte (diskordant und neutral) sowie des differentiellen Bedingungsvergleichs an den parietalen Elektroden P3 und P4. Während die N400-Effekte für beide inkongruente Bedingungen in der Kontrollgruppe rechts (P4) deutlich größer sind als links (P3), findet sich eine solche Abstufung in der Patientengruppe lediglich für die neutrale Bedingung. Das Flächenmaß der parametrisierten N400-Amplitudeneffekte ist jeweils in Standardabweichungseinheiten angegeben.

An den zentralen Elektroden zeichnet sich ähnlicher Befund wie den parietalen ab: Auch dort fallen die N400-Effekte der inkongruenten Bedingungen bei den Gesunden im Vergleich zu den Patienten über der rechten Hemisphäre größer aus $[F_{(1,38)} = 5,03, p = 0.05]$. Dieser geht aber nurmehr auf den Effekt der neutralen Bedingung zurück $[F_{(1,38)} = 3,31, p = 0.07]$. Aufseiten

der Gesunden haben sich die N400-Amplituden der beiden inkongruenten Bedingungen an dieser Elektrode maximal ausdifferenziert, während sie bei den Patienten nach wie vor ununterscheidbare Ausmaße annehmen. Die N400-Amplitude der neutralen Bedingung nimmt also bei den Gesunden von parietal nach zentral zu, erreicht dort ihr Maximum, um dann nach frontal hin wieder abzunehmen (siehe hierzu Tabelle 8.4, Seite 116). Demgegenüber verhält sich die N400-Amplitude der diskordanten Bedingung anders: Sie halbiert sich schrittweise von parietal über zentral nach frontal. Keine dieser beiden Entwicklungen, die letztlich zu einer Ausdifferenzierung der N400-Amplituden von parietal nach frontal führen, lassen sich für die Patienten beobachten (siehe Abbildung 8.7). Dies zeigt sich schließlich auch anschaulich im direkten Vergleich der Amplituden beider inkongruenter Bedingungen. Die Differenz der N400-Amplituden zwischen neutraler und diskordanter Bedingung verdoppelt sich in der Kontrollgruppe von parietal nach zentral numerisch, während sie bei den Patienten unverändert bleibt (vgl. die Abbildungen 8.5 und 8.7).

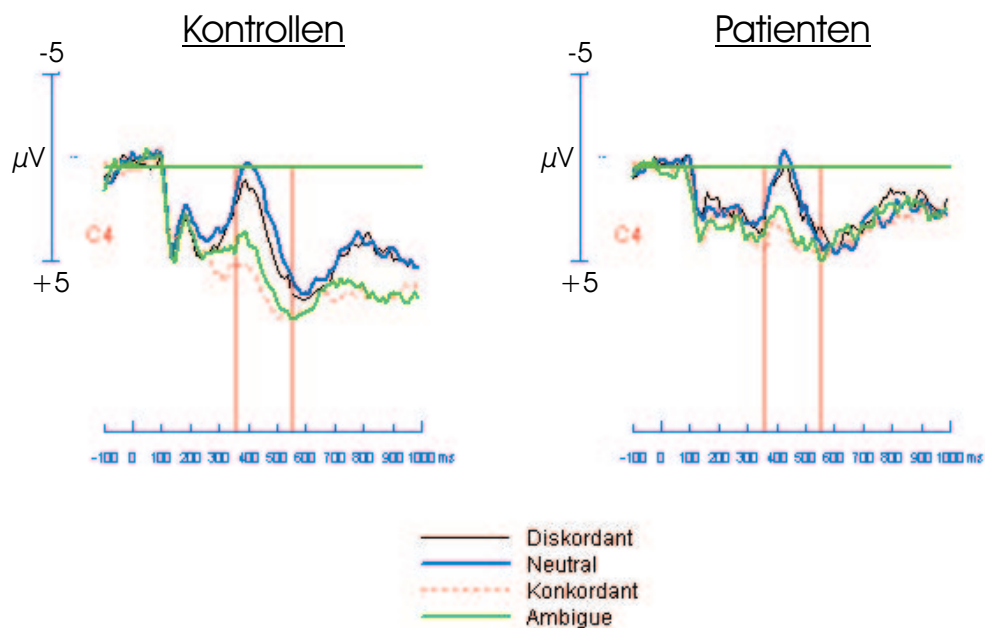


Abbildung 8.6: Gegenüberstellung der Grand Mean EKP's beider Gruppen an der zentralolateralen Elektrode C4. In der Kontrollgruppe zeigt sich hier die Ausdifferenzierung der beiden inkongruenten Bedingungen, während sich in der Patientengruppe im Latenzbereich der N400 keine Unterschiede der Amplituden beider Bedingungen ergeben. Zudem fällt auf, dass Potentialstruktur seitens der Kontrollprobanden bereits in frühen Latenzbereichen markanter ausgeprägt ist, und die N400-Amplituden einen deutlich früheren Onset aufweisen. Aufgrund der initial stärker positiven Oszillation früher Komponenten seitens der Gesunden kommen die N400-Amplituden absolut gesehen niedriger zu liegen, wenn man dies mit denjenigen der Patienten vergleicht. Nimmt man jedoch die konkordante Bedingung als Baseline, so fallen N400-Effekte der Patienten in den beiden inkongruenten Bedingungen geringer aus als die der Gesunden.

Die separate Betrachtung beider Gruppen macht deutlich, dass sich die N400-Amplituden der neutralen und der diskordanten Bedingung in der Kontrollgruppe an einigen Elektroden signifikant

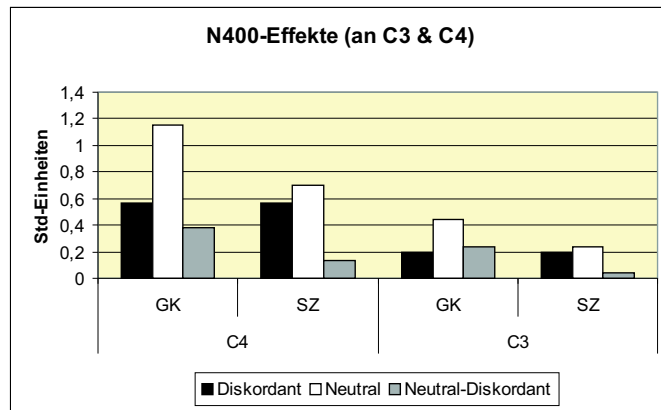


Abbildung 8.7: Balkendiagramme der N400-Effekte der diskordanten und neutralen Bedingung sowie des differentiellen Bedingungsvergleichs an den zentralen Elektroden C3 und C4 für beide Gruppen. Hier zeigt sich nun deutlich, wie sich die N400-Amplituden beider inkongruenter Bedingungen in der Kontrollgruppe über beiden Hemisphären deutlich ausdifferenzieren, während dies in der Patientengruppe nicht der Fall ist. In der Differenz aus neutraler und diskordanter Bedingung könnte sich die in der Kontrollgruppe noch unvollständige Hemmung der kontextuell irrelevanten Homonymbedeutung widerspiegeln, und zwar insofern als sich die (vermeintliche) semantische Integrierbarkeit des Testwortes in den übergeordneten Satzzusammenhang, aufgrund der noch vorhandenen semantischen Nähe, in einer geringeren N400-Amplitude manifestieren könnte.

unterscheiden (C4, C3, P4, Pz), während sie dies in der Patientengruppe an keiner Elektrodenposition tun. Am stärksten tritt dieser differentielle Amplitudeneffekt an der rechtshemisphärischen Elektrode C4 zu Tage [$F_{(1,19)} = 9,65, p < 0.01$]. An den parietalen Elektroden Pz und P4 nähert sich der Bedingungsunterschied der Signifikanzgrenze (jeweils $p < 0.10$). Darüberhinaus ergibt sich auch über der linkshemisphärischen Position C3 eine signifikante Differenz der beiden inkongruenten Bedingungen [$F_{(1,19)} = 5,02, p < 0.05$]. In der Patientengruppe hingegen wird der Amplitudenvergleich der beiden inkongruenten Bedingungen an keiner Elektrode statistisch bedeutsam (siehe Abbildung 8.8).

Zur weiteren Erhellung des differentiellen N400-Unterschieds zwischen der neutralen und der diskordanten Bedingung auf der Seite der Kontrollprobanden sowie dessen Abwesenheit in der Patientengruppe sollen die EKPs dieser beiden Bedingungen – im Sinne einer explorativen Datenanalyse – einer eingehenderen Prüfung unterzogen werden. Die Abbildungen 8.9 und 8.10 zeigen die gemittelten EEG-Kurven der beiden inkongruenten Bedingungen getrennt nach Gruppenzugehörigkeit.

Die EKPs der beiden Gruppen weisen zumindest zwei augenfällige Unterschiede auf: Zum einen findet sich in der Kontrollgruppe an frontalen und zentralen Elektroden in einem Latenzbereich von 200 – 300 ms eine an die P2 erinnernde Positivierung, die in der diskordanten Bedingung stärker ausgeprägt ist als in der neutralen Bedingung. Dieser Unterschied sticht in der Patientengruppe weniger deutlich ins Auge. Zum anderen sieht man in den Grand Means der Patienten eine zeitlich etwas später auftretenden positive Ausbuchtung, die einer P3 ähnelt und in der Kontrollgruppe nicht in vergleichbarer Weise zu beobachten ist. Diese potentielle P3-Komponente ist in der diskordanten Bedingung deutlicher ausgeprägt als in der neutralen.

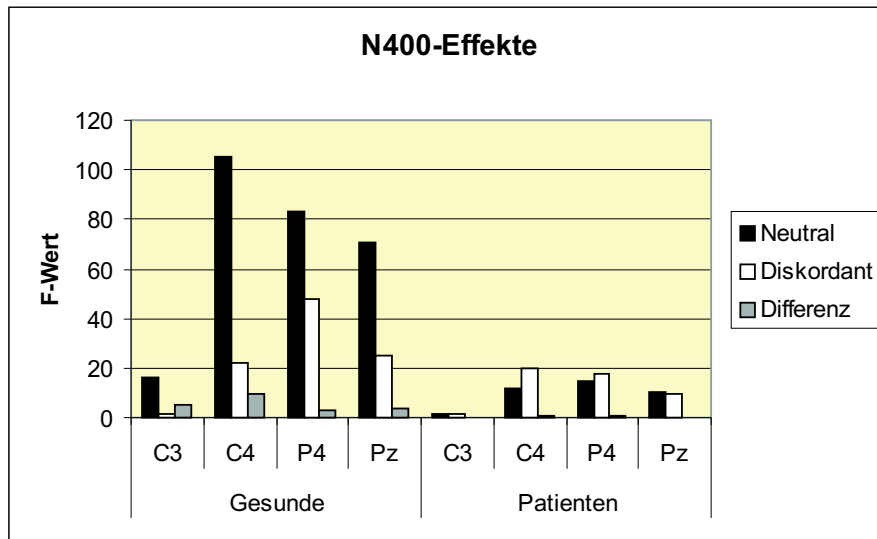


Abbildung 8.8: Balkendiagramme der F-Werte der N400-Amplitudeneffekte sowie des differentiellen Bedingungs-effektes aus diskordanten und neutraler Bedingung für beide Gruppen. Die Abbildung verdeutlicht zum einen die Größenverhältnisse der N400-Effekte in beiden Gruppen, und zum anderen deren unterschiedliche Dynamik für die beiden inkongruenten Bedingungen in der Kontrollgruppe sowie die Abwesenheit dieser Regelmäßigkeit in der Patientengruppe.

Eine explorative Analyse früher Positivierungen: P2 und P3

Parametrisiert man die frühere positive Komponente entsprechend der visuellen Inspektion der Daten in einem Intervall von 200 – 300 ms, so erbringt die Analyse der Einzelelektroden für die Kontrollgruppe an der zentralen Elektrode C4 eine signifikant größere Positivierung in der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung [$F_{(1,19)} = 4,95, p < 0.05$]. In der Patientengruppe unterscheiden sich die beiden Bedingungen bzgl. dieser Komponente an keiner Elektrode.

Die Analyse der in der Patientengruppe beobachtbaren Positivierung zwischen 300 und 350 ms erbringt für die Patientengruppe – nicht jedoch für die Kontrollgruppe – an frontalen Elektroden signifikante Unterschiede zwischen den beiden inkongruenten Bedingungen. Dabei fällt die Positivierung im Falle der diskordanten Bedingung sowohl an F3 [$F_{(1,19)} = 5,09, p < 0.05$] als auch an Fz [$F_{(1,19)} = 5,34, p < 0.05$] signifikant positiver aus als im Falle der neutralen Bedingung. An F4 zeigt sich darüberhinaus ein gleichgerichteter statistischer Trend [$F_{(1,19)} = 3,40, p = 0.08$].

In Rahmen einer weiteren Analyse soll an der Elektrode mit dem maximalen differentiellen N400-Effekt (C4) einerseits geprüft werden, wie gut die Amplitudendifferenz der N400 (neutral vs. diskordant) durch die Differenzen der zeitlich vorangehenden positiven Potentialkomponenten ($P2_{Diskordant-Neutral}$ und $P3_{Diskordant-Neutral}$), durch das Verhaltensmaß der Inhibition ($RZ_{Diskordant} - RZ_{Neutral}$) sowie durch eventuelle Interaktionen dieser Regressoren prädiziert werden kann. Andererseits soll geprüft werden, ob sich dabei Unterschiede zwischen der Kontroll- und der Patientengruppe ergeben. Zu diesem Zweck gehen die zwei Amplituden-Differenzen der beiden frühen Positivierungen sowie das Inhibitionsmaß und die Gruppenzugehörigkeit als Prä-

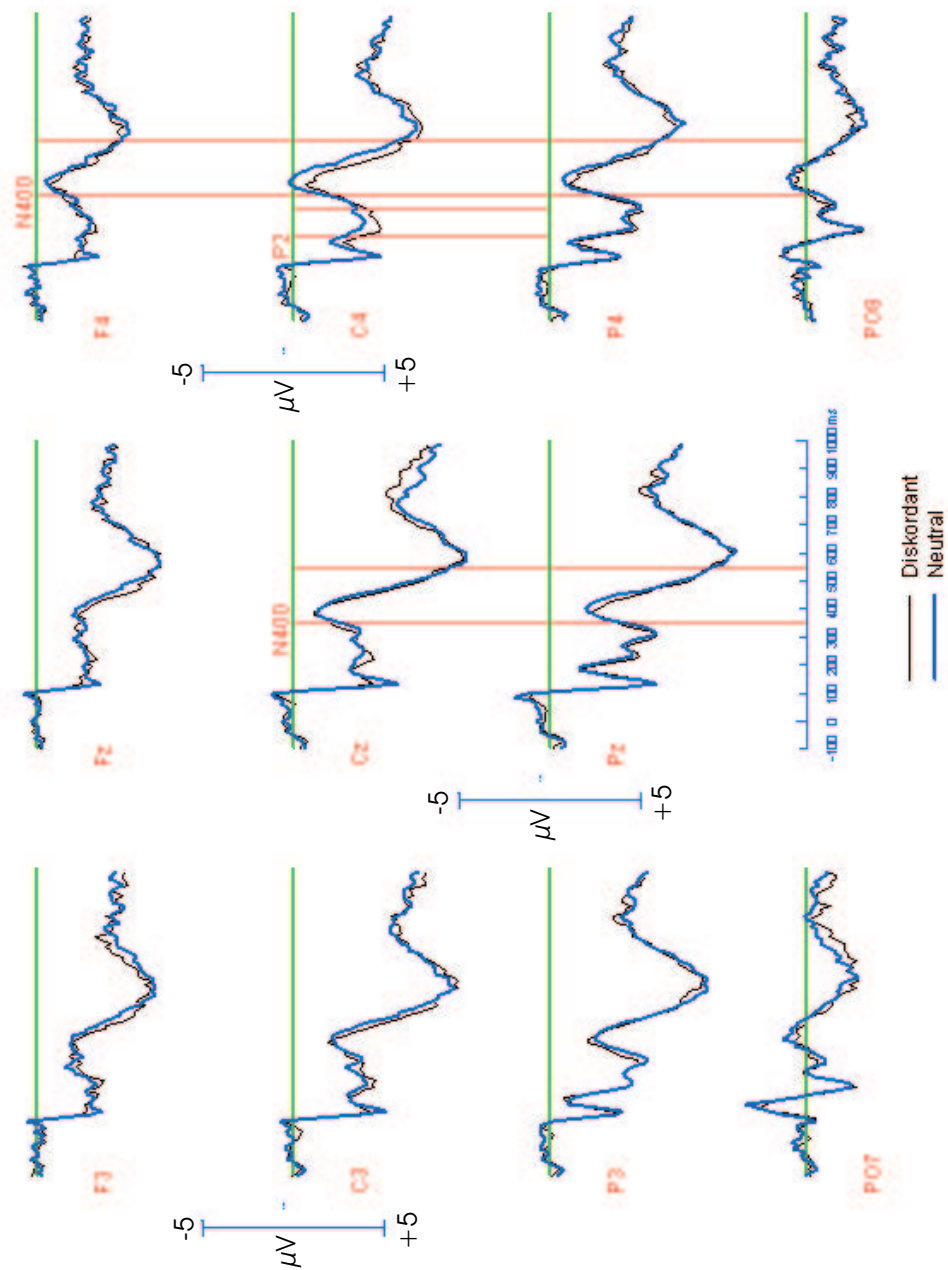


Abbildung 8.9: Grand Means der ereigniskorrelierten Aktivität für die diskordante und die neutrale Bedingung in der Kontrollgruppe. Das Flächenmaß der Amplitude ist in μV angegeben. Die Zeitskala ist in Millisekunden. Negativität ist nach oben abgetragen. Der Beginn des Zielreizes lag bei 0 Millisekunden.

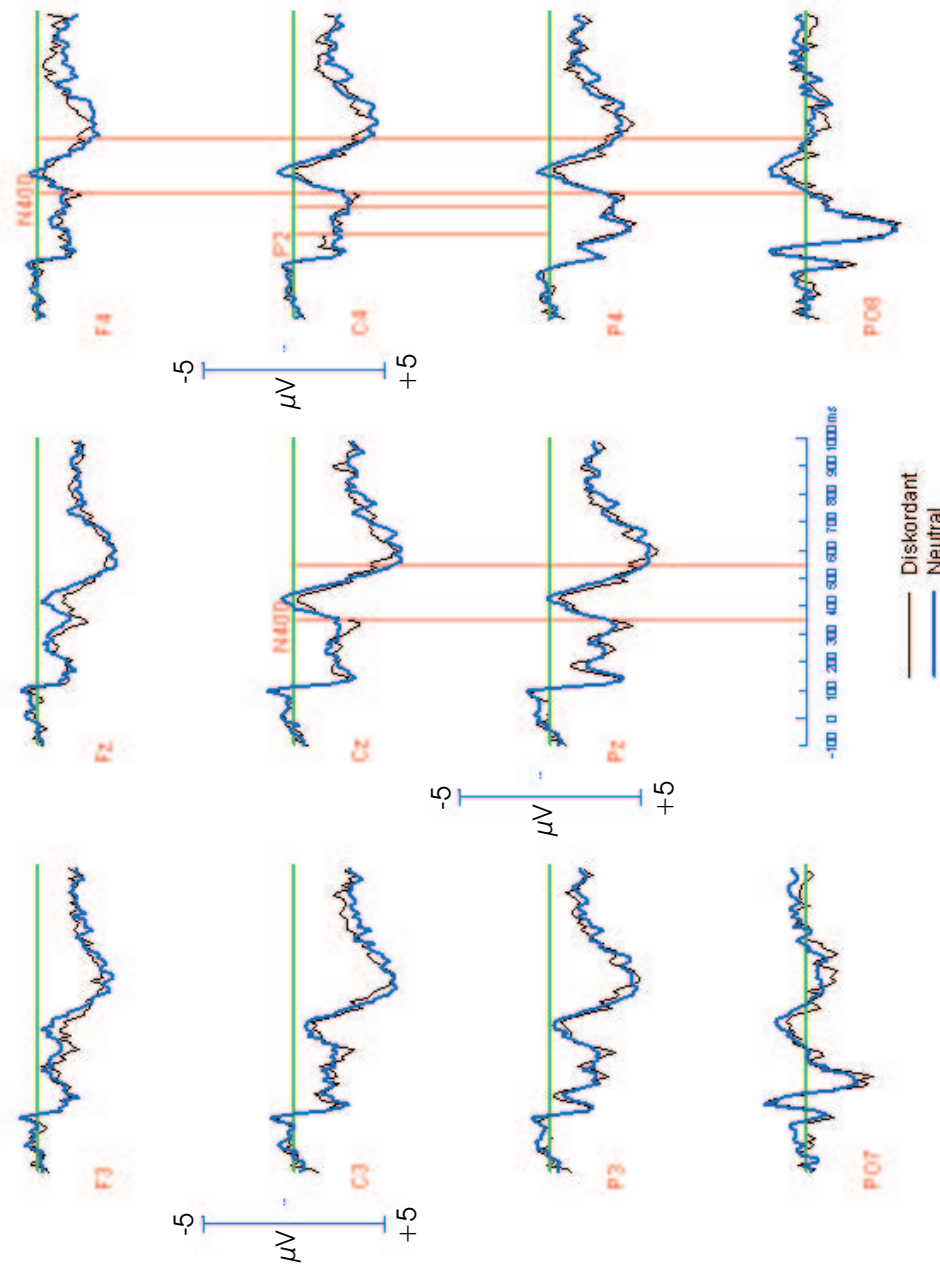


Abbildung 8.10: Grand Means der ereigniskorrelierten Aktivität für die diskordante und die neutrale Bedingung in der Kontrollgruppe. Das Flächenmaß der Amplitude ist in μV angegeben. Die Zeitskala ist in Millisekunden. Negativität ist nach oben abgetragen. Der Beginn des Zielreizes lag bei 0 Millisekunden.

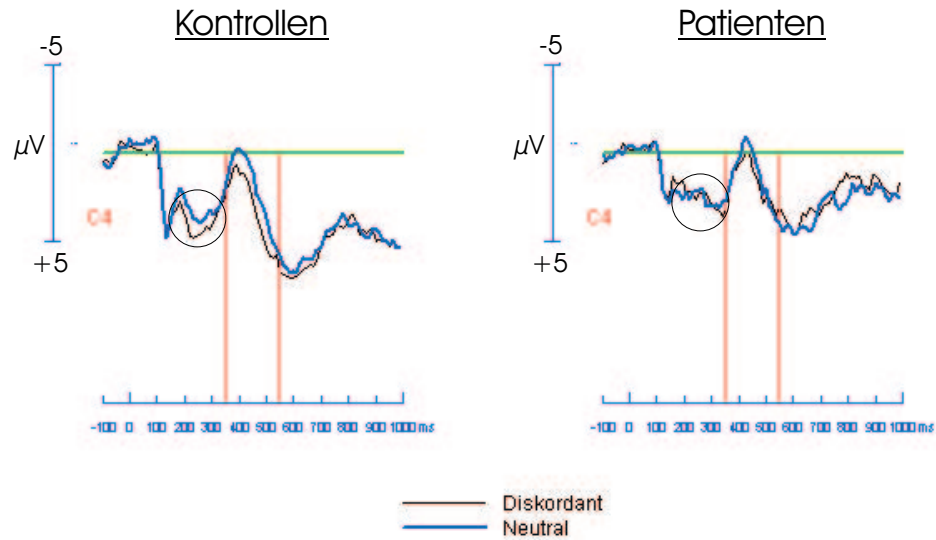


Abbildung 8.11: Gegenüberstellung der Grand Mean EEPs beider Gruppen an der Elektrode C4. Die Amplitude ist in μV angegeben. Die Zeitskala ist in Millisekunden. Negativität ist nach oben abgetragen. Der Beginn des Zielreizes lag bei 0 Millisekunden.

diktoren der N400-Differenz in eine multiple Regressionsanalyse mit multiplikativer Erweiterung ein. Die Varianzaufklärung (oder proportionale Fehlerreduktion, PRE) durch das vollständige Modell beläuft sich auf 80%. Die Daten können mit diesem Modell demnach hinreichend gut gefittet werden [$R^2 = 0.80, p < 0.0001$]. Betrachtet man die Fehlerquadratsummen des Typ III,⁵ so zeigt sich ein statistischer Trend für den Term 3. Ordnung bestehend aus $RZ_D \times P2_D \times \text{Gruppe}$ [$F_{(1,39)} = 3,16, p = 0.08$]. In einem weiteren Schritt wird diese Interaktion aus RZ_D und $P2_D$ separat für die einzelnen Gruppen untersucht. Hierbei ergibt sich für die Kontrollgruppe unter Konstanthaltung aller übrigen Faktoren eine signifikante Interaktion zwischen dem RZ-Inhibitionsmaß und der P2-Amplitudendifferenz [$F_{(1,19)} = 4,80, p < 0.05$]. Im Sinne einer multiplikativen Erweiterung des Regressionsmodells⁶ kann diese psychophysiologische Interaktion folgendermaßen interpretiert

⁵Die Menge der Type III Reduktionen ist jene, bei der am umfassendsten konstant gehalten wird. Für jede der m Variablen wird der Beitrag zur Fehlerreduktion unter Konstanthaltung aller anderen $m - 1$ Variablen – unabhängig von der Reihenfolge der Eingabe ermittelt (vgl. Nagl, 1992):

$$\begin{aligned} F(x_1|x_2, x_3, \dots, x_m) \\ F(x_2|x_1, x_3, \dots, x_m) \\ \vdots \\ F(x_m|x_1, x_2, \dots, x_{m-1}) \end{aligned} \quad (8.1)$$

⁶Zur Erklärung von y ($= N4_{Diff}$) werden nicht nur die Effekte γ_0 und γ_1 der Variablen x ($= P2_{Diff}$) und z ($= RZ_{Diff}$) berücksichtigt, sondern mithin auch die Wirkung (γ_2) der Produktvariablen xz :

$$y = \alpha_0 + \gamma_0 x + \gamma_1 z + \gamma_2 xz + \epsilon \quad (8.2)$$

werden: Je größer RZ-Inhibition, desto stärker der Einfluss von $P2_D$ auf $N4_D$ (vgl. Abbildung 8.12). Im Vergleich zur Kontrollgruppe findet sich in der Patientengruppe (Abbildung 8.13) keine auch nur annähernd signifikante Interaktion zwischen dem Inhibitionsmaß auf der Verhaltensebene und der Amplitudendifferenz an P2 [$F_{(1,19)} = 0,18, p = 0,67$].⁷

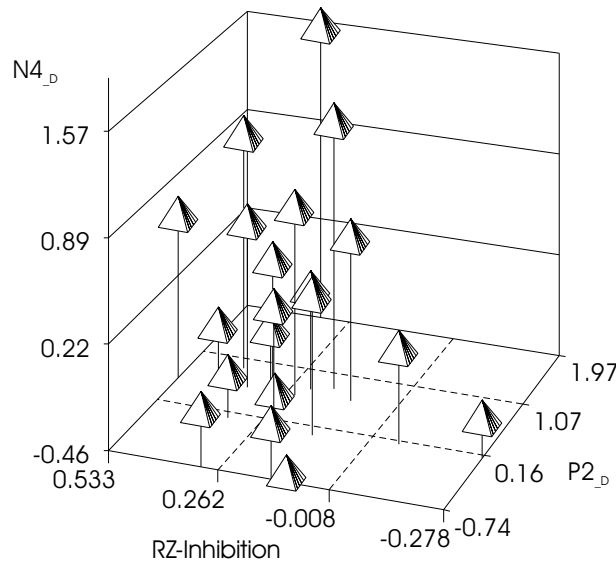


Abbildung 8.12: 3-dimensionaler Scatter-Plot der Kontrollgruppe aus dem behavioralen Inhibitionsmaß sowie der beiden Differenzen aus den P2- und N400-Amplituden (jeweils zwischen diskordanter und neutraler Bedingung). Man erkennt deutlich, dass die Differenzen der N400-Amplituden (z-Achse) beider Bedingungen mit zunehmenden P2-Differenzen (y-Achse) ebenfalls ansteigen. Dieser Zusammenhang ist umso stärker ausgeprägt, je größer das Inhibitionsmaß ausfällt (x-Achse). Sämtliche Variablen sind nach z-Transformation dargestellt.

Korrelationsanalysen der in der Regressionsanalyse eingegangenen Variablen ergeben keine Hinweise auf Zusammenhänge zwischen den reinen Reaktionszeiten der inkongruenten Bedingungen (neutral oder diskordant) und den Amplitudendifferenzen dieser beiden Bedingungen (an P2, P3 und N4). Korrelative Beziehungen zwischen der Reaktionszeit einer bestimmten Bedingung und dem Amplitudenmaß derselben lasse sich lediglich für die neutrale Bedingung und die P3-Amplitude finden; und zwar für beide Gruppen in umgekehrter Richtung. Während in der Kontrollgruppe langsame Reaktionen in der neutralen Bedingung mit einer kleinen P3-Amplitude einhergehen [$\rho_p = -0,51, p < 0,05$], ist dieser Zusammenhang in der Patientengruppe statistisch tendenziell umgekehrt [$\rho_p = 0,40, p < 0,10$]. Darüberhinaus sind erwartungsgemäß sämtliche Amplitudendifferenzen in beiden Gruppen hoch signifikant miteinander korreliert (stets $p < 0,001$). Gruppenunterschiede zwischen den Amplituden einzelner Komponenten für dieselbe Bedingung ergeben sich wie folgt: Die Amplituden der P2 und der N4 (jeweils $p < 0,01$) sind bei Patienten in beiden inkongru-

⁷Die Varianzaufklärung durch das Einzelgruppenmodell ist sowohl in der Kontrollgruppe [$R^2 = 0,81, p < 0,001$] als auch in der Patientengruppe [$R^2 = 0,77, p < 0,001$] hochsignifikant.

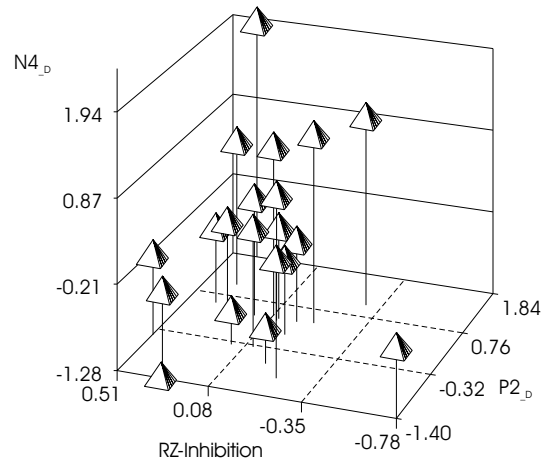


Abbildung 8.13: 3-dimensionaler Scatter-Plot der Patienten aus dem behavioralen Inhibitionsmaß sowie der Differenzen aus den P2- und N400-Amplituden (jeweils zwischen diskordanter und neutraler Bedingung). Auch hier sieht man wieder den positiven Zusammenhang zwischen den Differenzen der P2-Amplituden (y-Achse) und denjenigen der N400-Amplituden (z-Achse). Im Gegensatz zur Kontrollgruppe fällt jedoch auf, dass die Differenzen der N400-Amplituden vollständig unabhängig sind von Ausmaß der Inhibition (x-Achse). Sämtliche Variablen sind nach z-Transformation dargestellt.

enten Bedingungen höher positive miteinander korreliert als in der Gruppe der Gesunden (jeweils $p < 0.05$). Hinsichtlich der P2- und P3-Amplituden finden sich in der Patientengruppe jeweils hohe positive statistische Zusammenhänge für beide inkongruente Bedingungen (jeweils $p < 0.0001$). Ein ähnlich starker positiver Zusammenhang findet sich in der Kontrollgruppe lediglich für die diskordante Bedingung ($p < 0.001$), während die P2- und P3-Amplituden der neutralen Bedingung nur schwach miteinander korrelieren ($p < 0.10$). Schließlich sind auch die P3- und die N4-Amplituden bei den Patienten sowohl in der neutralen als auch in der diskordanten Bedingung stärker miteinander korreliert ($p < 0.01$) als dies in der Kontrollgruppe der Fall ist ($p < 0.05$).

8.4 Diskussion

Auf der Ebene der Verhaltensdaten der Kontrollgruppe stellt die vorliegende Untersuchung eine Replikation der Befunde von Gernsbacher et al. (1990, Exp. 4) sowie von Gernsbacher & Faust (1991, Exp. 4) dar. Es konnte gezeigt werden, dass gesunde Kontrollprobanden – mit unterschiedlich guter Sprachverständnisfähigkeit – ein zur Bedeutung des bahnenden Satzes inkongruentes Testwort langsamer als semantisch unpassend zurückweisen, wenn es mit der nicht gebahnten Alternativbedeutung eines Homonyms am Satzende assoziiert ist, als wenn keine derartige assoziative Verknüpfung zwischen Testwort und Satzschlusswort besteht. Vor dem Hintergrund des Aktivations-Suppressionsmodells von Neill (1989) und analog zu den Überlegungen von Gernsbacher und Kollegen kann dies dahingehend interpretiert werden, dass aufgrund unzureichender Suppression der initial automatisch mitaktivierten – gleichwohl aber nicht satzsemantisch gebahnten

– alternativen Homonymbedeutung eine Restaktivierung derselben erhalten bleibt. Die entstandene Aktivationsdifferenz zwischen kontextuell relevanter und irrelevanter Homonymbedeutung ist somit nicht hinreichend groß, um eine reaktionszeitbezogenen kostenfreie Selektion des Zielwortes zu ermöglichen. Gleichgerichtete Kosten zeigen sich auch im Fehlermaß. Wäre die Inhibition der kontextuell irrelevanten Homonymbedeutung vollständig abgeschlossen, so würde man in Übereinstimmung mit den Befunden aus Abschnitt 7 sowohl hinsichtlich der Reaktionszeiten als auch der Fehler eine Angleichung der diskordanten Bedingung an die neutrale erwarten.

Eine solche Angleichung deutet sich bei den Reaktionszeiten der Patienten insofern an, als diese in der diskordanten Bedingung gegenüber der neutralen nicht statistisch bedeutsam verzögert sind. Diese numerische Ähnlichkeit der Patientenreaktionszeiten mit denjenigen der »starken Supprimerer« aus Abschnitt 7 ist jedoch nur scheinbar. Die im Gruppenvergleich zulasten der Patienten signifikant erhöhte differentielle Fehlerrate zwischen den beiden inkongruenten Bedingungen seitens der Patienten lässt es wenig wahrscheinlich erachten, dass die schizophrenen Patienten besser in der Lage sind, die kontextuell irrelevante Homonymbedeutung effizient zu unterdrücken; vielmehr wird die Interpretation nahe gelegt, dass die Patientengruppe nicht oder nur in eingeschränktem Ausmaß fähig ist, durch bewusstseinsgesteuerte Prozesse eine kontextgeleitete Unterdrückung der inkongruenten Homonymbedeutung überhaupt zu leisten, wodurch eine erfolgreiche Entscheidung bezüglich der semantischen Passung des Zielwortes erst ermöglicht würde.

Im Gegensatz zu den Reaktionszeiten der inkongruenten Bedingungen unterscheiden sich die beiden Gruppen in ihren Entscheidungslatenzen auf die kongruenten Zielwörter nicht. Beide Gruppen zeigen in der konkordanten Bedingung gegenüber der ambigen Bedingung beschleunigte Reaktionszeiten in vergleichbarem Ausmaß. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen zahlreicher anderer empirischer Studien (z.B. Chapin et al., 1989; Vinogradov et al., 1992; Chapin et al., 1992; Henik et al., 1992; Blum & Freides, 1995; Ober et al., 1995) liefert der Vergleich dieser beiden Bedingungen somit keinen Hinweis auf veränderte initiale Aktivationsprozesse seitens der Patienten im Sinne eines Hyperprimings wie es von anderen Autoren berichtet wurde (Maher, 1983; Kwapil et al., 1990; Spitzer et al., 1994). Zwar fand sich in den RZ-Rohdaten für die schizophrenen Patienten eine signifikant größere Reaktionserleichterung in der konkordanten gegenüber der ambigen Bedingung als bei den Gesunden. Dieses scheinbare Hyperpriming verschwand jedoch, nachdem die generelle RZ-Verlangsamung der Patienten in der Analyse mit berücksichtigt wurde.

Dieser Negativbefund hinsichtlich eines eventuellen Hyperprimings schizophrener Patienten mag darin begründet liegen, dass in der vorliegenden Studie ein relativ langes ISI (850 *ms*) verwendet wurde, und der Effekt des Hyperprimings eher auf relativ kurze SOAs (< 500 *ms*) beschränkt zu sein scheint. Aber selbst bei kurzem SOA konnte häufig keine Hyperpriming beobachtet werden – so z.B. bei Barch et al. (1996) mit einem SOA von nur 250 *ms*. Einen weiteren Grund könnte die Reaktionsanforderung darstellen, die in einem vergleichsweise komplexen semantischen Entscheidungsprozess besteht. Vor diesem Hintergrund ist nicht auszuschließen, dass der separate Entscheidungsprozess den Prozess des lexikalischen Zugriffs überlagert. Die Arbeit von Aloia et al. (1998), in der die Bennenlatenzen von 20 chronifizierten schizophrenen Patienten im Rahmen einer semantischen Priming-Aufgabe untersucht wurden, legt darüber hinaus nahe, dass ein Hyperpriming wohl am ehesten bei hochgradig denkgestörten schizophrenen Patienten zu erwarten ist. In der vorliegenden Studie wiesen jedoch wenige Patienten überhaupt nur milde Formen von Denkstörungen auf.

Im Rahmen klinischer Untersuchungen finden sich Unterschiede zwischen Patienten mit Kontrollprobanden üblicherweise in Form von Leistungsbeeinträchtigungen aufseiten der Patienten. In der vorliegenden Untersuchung ließ sich im Hinblick auf die Fehlerraten der beiden kongruenten Bedingungen aber der umgekehrte Fall eines Leistungsvorteils der Patientengruppe beobachten. Und zwar machen Gesunde im Vergleich zu den Patienten in der ambigen Bedingung überraschenderweise signifikant mehr Fehler als in der konkordanten. Dies mag mit der besonderen Bahnungskonstellation in der ambigen Bedingung zusammenhängen. Während nämlich in sämtlichen anderen Bedingungen das subdominante Wortfeld gebahnt wurde, gilt dieser Sachverhalt gerade für die ambigue Bedingung qua definitione nicht, da der Kontext in dieser Bedingung eben beiden Homonymbedeutungen in etwa gleichermaßen Raum lassen soll. Aufgrund der »Unbrauchbarkeit« des neutralen Kontext für die Disambiguierung des Homonyms bekommt daher die mentale Repräsentation des dominanten Wortfeldes, wegen der größerer Auftretenswahrscheinlichkeit der dominanten Homonymbedeutung in der Sprache, ein relatives Übergewicht. Ein solcher privilegierter lexikalischer Zugriff wurde bereits mehrfach in der Literatur berichtet (Hogaboam & Perfetti, 1975; Rayner & Frazier, 1989; Tabossi et al., 1987; Tabossi, 1988; Tabossi & Zardon, 1993). Wird nun eine Entscheidung über die semantische Passung des die subdominante Homonymbedeutung (»Distraktor«) ansprechenden Testwortes gefordert, so führt dies aufgrund eines Negativen Primings⁸ entweder zu erhöhten Fehlerraten (falsch negativen Entscheidungen), oder zu verzögerten Reaktionszeiten (vergleiche hierzu auch die Ausführungen von Abschnitt 3.2, S. 31ff). Eine Verzögerung der Reaktionszeiten kann in Anbetracht der gewählten Designmerkmale in der vorliegenden Untersuchung nur impliziert werden.⁹ Ganz im Sinne des »ordered-access«-Modells darf daher davon ausgegangen werden, dass in der ambigen Bedingung der Abruf des dominanten Wortfeldes relativ erleichtert ist, und die Aktivierung der nicht-dominanten Homonymbedeutung entsprechend eine leichte Verzögerung erfährt (Simpson & Burgess, 1985; Neill et al., 1988). Aufgrund dieser Bahnungskonstellation spiegelt der gefundene Gruppeneffekt vermutlich das Wirken inhibitorischer Prozesse wieder, und zwar insofern, als die implizite Bahnung des dominanten Wortfeldes in der Gruppe der Gesunden dazu führt, dass die subdominante Homonymbedeutung inhibiert wird.

Dass im Rahmen der vorliegenden experimentellen Anordnung kein Hyperpriming gefunden werden konnte, könnte zudem auch mit den Fehlerraten in den kongruenten Bedingungen zusammenhängen. Wenn von dem Homonym am Satzende in der ambigen Bedingung aufgrund der fehlenden kontextuellen Bahnung Negatives Priming auf das subdominante Wortfeld – und vermittelt damit auch auf das dazu passende Testwort – ausgeht, so sollte sich dies nicht nur in erhöhten Fehlerraten, sondern auch in verzögerten Reaktionen bemerkbar machen – dies allerdings nur bei den Gesunden aufgrund der inhibitorischen Verarbeitung. Dies würde eine relative Vergrößerung der RZ-Differenz zwischen den beiden kongruenten Bedingungen bei den Gesunden bewirken, die im Gruppenvergleich ein potentielles Hyperpriming der Patienten verdecken könnte.

Wie die berichteten Korrelationsanalysen zeigen, machen v.a. diejenigen Probanden in der am-

⁸Wegen der Polarität des Homonyms und der nicht zur Verfügung stehenden selektierenden Wirkung des Kontextes wird die dominante Bedeutung (BIRNE i.S. von Obst) zur »aktiven«, während die subdominante (BIRNE i.S. von Leuchtmittel) unterdrückt wird. Wenn nun aber nicht die gebahnte, sondern die gehemmte Bedeutung gefordert wird, kommt es entweder zu Verzögerungen der Reaktionszeit oder einer Erhöhung der Fehlerraten.

⁹Würde man die Bahnungsrichtung flexibel lassen, wäre es durchaus denkbar, über mehrere Sätze hinweg im Mittel eine ambigue Bedingungen mit mittlerer Polarität zu realisieren, anhand derer man dann die differentiell verzögernde Wirkung des privilegierten Zugriffs auf das subdominante Wortfeld prüfen könnte.

biguen Bedingung vermehrt Fehler, die auch stärker verzögerte Reaktionszeiten in der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung aufweisen. Nach Gernsbacher et al. (1990) zeigen sich derartige, deutlich verzögerte Reaktionen in der diskordanten Bedingung bei langen SOAs (dort 1000 ms, hier 850 ms) nurmehr bei schwachen Sprachverstehern, während dies bei starken Sprachverstehern nicht mehr der Fall ist, da diese die kontextuell inadäquate Homonymbedeutung bereits effizient supprimieren konnten, sodass eine hinreichende Aktivationsdifferenz der beiden Bedeutungen vorliegt, die es den starken Sprachverstehern ermöglicht eine erfolgreiche Entscheidung über die semantische Passung des Zielwortes zu fällen. Bei den starken Sprachverstehern sind die Homonymbedeutungen demnach hinreichend disambiguiert, was für die schwächeren Sprachverstehere selbst nach (1000 ms) nicht oder noch nicht gilt. Eben gerade diese Probanden mit den größeren Reaktionszeitdifferenzen zwischen der diskordanten und der neutralen Bedingung sind es auch in der vorliegenden Studie, die größere Fehlerraten in der ambigen Bedingung aufweisen. Somit scheint die Annahme plausibel, dass es den in Frage stehenden Probanden auch in der ambigen Bedingung schwerer fällt, mittels effizienter Suppression die beiden Homonymbedeutungen zu disambiguieren, weswegen Sie auch häufiger dazu neigen, ihre semantische Passungsentscheidung auf die relativ stärkere Aktivierung der dominanten Bedeutung zu gründen, und somit das zur subdominanten Homonymbedeutung assoziierte Testwort fälschlicherweise als semantisch unpassend zurückweisen – ungeachtet dessen, dass der Kontext in dieser Bedingung keine bestimmte Bahnungsrichtung vorgibt, und das Testwort in beiden kongruenten Bedingungen semantisch zum Satz passt. Probanden mit niedrigen Inhibitionskosten – nach Gernsbacher et al. (1990) die starken Sprachverstehere – disambiguieren die beiden Bedeutung hingegen effizient, so dass eine erfolgreiche Entscheidung über die semantische Passung des Zielwortes vor dem Hintergrund separat verfügbarer Bedeutungen möglich wird.

Den schizophrenen Patienten andererseits scheint ihre Beeinträchtigung bewusstseinsgesteuerter kontextgeleiteter Inhibition der inadäquaten Homonymbedeutung in der ambigen Bedingung sogar zu scheinbarem Vorteil im Sinne geringerer Fehlerraten zu reichen. Aufgrund ihrer mangelnden Kontextnutzung scheinen sie ihre Entscheidung vielmehr auf die schiere assoziative Verknüpfung zwischen Satzschluss- und Zielwort zu gründen;¹⁰ eine Strategie, die den Patienten in dieser Bedingung zwar korrekte Entscheidungen beschert, die jedoch in der diskordanten Bedingung aufgrund fehlender kontextueller Passung bei gleichzeitig vorliegender assoziativer Nähe zwischen Satzschluss- und Zielwort zu fehlerhaften Entscheidungen führt.

Die Analyse des EEGs im Latenzbereich der ereigniskorrelierten N400 erbrachte für beide Gruppen erwartungsgemäß topographisch breit verteilte negative Deflektionen im Falle der inkongruenten Bedingungen (diskordant, neutral) gegenüber der kongruenten. Die N400 auf die ambigie Bedingung unterschied sich nicht signifikant von derjenigen der kongruenten. Die gefundenen N400-Effekte sind hinsichtlich Morphologie, Zeitverlauf und zentroparietalem Maximum typisch (Kutas & Hillyard, 1980c,a,b). Topographisch unterscheiden sich die N400-Effekte der beiden Gruppen dahingehend, dass sie in der Kontrollgruppe über parietalen (diskordant und neutral) und zentralen (neutral) Elektroden signifikant stärker lateralisiert sind, mit Bevorzugung der rechten Hemisphäre. Dass für die schizophrenen Patienten keine zu den Gesunden vergleichbare Lateralisierung der

¹⁰Der Ansatz von Chapman & Chapman (1973), wonach schizophrene Patienten ausschließlich eine Assoziationsneigung für das dominante Wortfeld zeigen, vermag den Gruppenunterschied hinsichtlich der differentiellen Fehlerraten zwischen den kongruenten Bedingungen nicht zu erklären, da er im Gegenteil bei den schizophrenen Patienten eine höhere Fehlerrate als bei den Gesunden postulieren müsste.

N400-Amplituden in den inkongruenten Bedingungen zugunsten der rechten Hemisphäre gefunden werden konnte, lässt vermuten, dass sich die der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität zugrunde liegenden neuronalen Mechanismen seitens Patienten von denen der Gesunden unterscheiden. Der Grund für diesen Unterschied mag in einer andersartigen Ausrichtung, Verteilung oder Anzahl der für die Generierung der N400 relevanten neuronalen Quellen begründet liegen, was pathophysiologisch Ausdruck einer veränderten strukturellen oder effektiven Konnektivität im Sinne der Diskonnektionshypothese sein könnte (Falkai et al., 2001; Friston, 1999, 1998, 1996, 1995).

Empirisch hat sich mittlerweile gut bestätigt, dass in der Regel jedes Inhaltswort eine N400 auslöst, und dass die Amplitude dieser Komponente invers korreliert ist mit dem Grad der semantischen Passung zwischen dem Testwort und dem semantischen Kontext, in den das Testwort eingebettet ist (vgl. die Übersichtsarbeiten Brown & Hagoort, 1999; Osterhout & Holcomb, 1995; Kutas & Van Petten, 1994). Darüberhinaus haben die bislang zur lexikalischen Disambiguierung durchgeführten N400-Studien zeigen können, dass die N400-Amplitude auf Testwörter dann kleiner ausfällt, wenn diesen ein kongruenter Satz (oder ein kongruentes Wort) voraus geht, als wenn das Testwort zum vorangegangenen semantischen Kontext diskordant oder neutral ausfällt (Van Petten & Kutas, 1987; Van Petten, 1995; Hagoort et al., 1996; Swaab et al., 1998). Detailliertere Betrachtungen der beiden inkongruenten Bedingungen machen deutlich, dass sich auch zwischen den beiden inkongruenten Bedingungen eine Abstufung der N400-Amplituden (neutral > diskordant) in signifikanter Weise beobachten lässt, und zwar lediglich für die Kontrollgruppe, nicht jedoch für die Patientengruppe. Der differentielle Effekt lässt sich in der Kontrollgruppe vornehmlich frontal, zentral und parietal an rechtslateralen Elektroden sowie den Mittellinienelektroden nachweisen. In der Patientengruppe unterscheiden sich die N400-Amplituden der beiden inkongruenten Bedingungen an keiner Elektrode statistisch bedeutsam.

Die Abstufung der N400-Amplitude zwischen der diskordanten und neutralen Bedingung seitens der Gesunden stimmt mit der Annahme überein, dass die N400 in der sprachlichen Domäne Prozesse widerspiegelt, die mit der Integration der Bedeutung eines Wortes in eine semantische Interpretation höherer Ordnung zusammenhängen. Während das Testwort in der neutralen Bedingung keine semantische Beziehung zum vorangegangenen Kontext aufweist, besteht in der diskordanten Bedingung ein Zusammenhang des Testwortes mit der kontextuell nicht gebahnten Homonymbedeutung. Im Sinne von Gernsbacher und Kollegen (Gernsbacher et al., 1990; Gernsbacher & Faust, 1991) wurde angenommen, dass die kontextuell inadäquate Homonymbedeutung aufgrund unvollständige Inhibition eine Restaktivierung behält. Aufgrund dieser Restaktivierung ist die Aktivationsdifferenz zwischen der kontextuell adäquaten und der inadäquaten Bedeutung zu klein, um eine erfolgreiche disambiguierende Selektion zu leisten. Dies zieht Selektionskosten nach sich, die sich letztlich in der beobachteten Reaktionszeitverzögerung der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung widerspiegeln. Vor diesem Hintergrund lässt sich argumentieren, dass die gegenüber der neutralen Bedingung reduzierte N400 in der diskordanten Bedingung, die relative semantische Nähe des Testwortes zu der unvollständig inhibierten kontextuell inkongruenten Homonymbedeutung zum Ausdruck bringt.¹¹

¹¹Die funktionellen Bedeutsamkeit der N400, nach der eine größere Amplitude dann zu erwarten ist, wenn ein Wort schwer in die übergeordnete Bedeutungsrepräsentation des vorangegangenen Kontextes integriert werden kann, wird auch durch Untersuchungen gestützt, in denen andere experimentelle Paradigmen zur Anwendung kamen wie z.B.

Alternativ dazu könnte angenommen werden, dass der differentielle N400-Effekt zwischen diskordanter und neutraler Bedingung aufgrund der schieren assoziativen Nähe zwischen Testwort und Homonym zustande kommt, gänzlich unabhängig davon, ob überhaupt irgendwelche inhibitorischen Prozesse am Werke sind. Diese Annahme kann zwar aufgrund der vorliegenden Daten nicht vollständig ausgeräumt werden, sie erscheint aber in Anbetracht der in Abschnitt 7 gefundenen N400-Modulation in Abhängigkeit der Suppressionsfähigkeit wenig wahrscheinlich, da man dann unter Umgehung des Inhibitionsprozesses erklären müsste, warum die assoziative Nähe zwischen Testwort und Homonym gerade bei den starken Supprimierern keinen oder zumindest einen geringeren Einfluss auf die Selektionsentscheidung über die semantische Passung des Testwortes hat. Vielmehr scheint die Annahme plausibler, dass der differentielle N400-Effekt das unterschiedliche Wirkungsausmaß zugrunde liegender inhibitorischer Prozesse reflektiert.

Die Abwesenheit eines signifikanten N400-Amplitudenunterschieds zwischen den beiden inkongruenten Bedingungen in der Patientengruppe – für die gemeinhin eine Beeinträchtigung inhibitorischer Prozesse postuliert wird – ist im Einklang mit der analogen Annahme defizitärer Inhibition bei der Disambiguierung von Homonymen. Nachgerade plausibel erscheint das Fehlen dieses differentiellen N400-Effekts vor dem Hintergrund der Verhaltensdaten, da die Patientengruppe bereits dort keine mit dem kontextgeleiteten Inhibitionsprozess assoziierte Reaktionszeitverzögerung in der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung aufweist. Es liegt somit der Schluss nahe, dass sich im Fehlen dieses differentiellen N400-Effektes zwischen den beiden inkongruenten Bedingungen das auf der Verhaltensebene beobachtete Defizit der Patienten in der Nutzung inhibitorischer Prozesse bei der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität spiegelt. Dieser für die Kontrollgruppe in konsistenter Weise gefundene und für die Patientengruppe nicht beobachtbare differentielle N400-Effekt wird allerdings auf der Ebene des Gruppenvergleichs nicht signifikant. Dies mag zum einen lediglich an der größeren Variabilität der EKP-Daten der Patienten liegen. Zum anderen könnte es aber auch sein, dass die aufseiten der Patienten veränderten kognitiven Prozesse bei der Resolution lexikalischer Ambiguität einhergehen mit andersartigen neuronalen Repräsentanzen, die zur Veränderung verschiedener – der N400 zeitlich vorgeordneter (z.B. P2 oder P3) – EKP-Komponenten betragen. Die N400-Amplituden wären somit Konsequenz unterschiedlicher neurokognitiver Korrelate in beiden Gruppen. Zusammen mit den in Abschnitt 7 berichteten Ergebnissen, die gezeigt haben, dass sich die Kurven der beiden inkongruenten Bedingungen für starke Supprimierer angleichen (vgl. Abbildung 7.4, Seite 96), lässt es die gegebene Datenlage der Patientenuntersuchung für wahrscheinlich erachten, dass der differentielle N400-Effekt zwar sensitiv für das Ausmaß an aktuell aktiv geleisteter Inhibition kontextuell irrelevanter Bedeutungen sein kann, dass er aber keinesfalls spezifisch dafür ist.

Wenn die N400-Amplitude im Rahmen der vorliegenden experimentellen Anordnung ein elektro-physiologisches Korrelat der kontextgeleiteten Inhibition bei der Disambiguierung von Homonymen wäre, dann würde man aufgrund der verfügbaren Daten zur Beeinträchtigung inhibitorischer Prozesse bei schizophrenen Patienten einerseits und aufgrund der Verhaltensdaten der Patientengruppe in der vorliegenden Untersuchung andererseits erwarten, dass die Komponente sowohl sensitiv als auch spezifisch für das Ausmaß der kontextgeleiteten Inhibition ist. Die beobachtete phänomenologische Analogie der differentiellen N400-Effekte zwischen den guten Supprimierern und den

Wiederholungspriming, Arbeitsgedächtnisaufgaben, etc. (Rugg et al., 1988; Brown & Hagoort, 1993; Chwilla et al., 1995; King & Kutas, 1995).

schizophrenen Patienten wäre damit ausgeschlossen; es sei denn, die Amplitudenunterschiede kommen in beiden Gruppen durch ganz unterschiedliche elektrophysiologische Mechanismen zustande. Einen ersten Hinweis darauf lieferten bereits die hohen Fehlerraten der schizophrenen Patienten in der diskordanten Bedingung. In der Tat scheint die Patientengruppe – aufgrund der möglicherweise beeinträchtigten inhibitorischen Prozesse – den Satzkontext nicht zur Disambiguierung zu nutzen; vielmehr fällen sie ihre semantische Entscheidung wohl eher fälschlicherweise aufgrund der assoziativen Nähe zwischen Testwort und Homonymbedeutung. Die wenigen verbleibenden und in die EKP-Analyse eingehenden richtigen Reaktionen, deren Anzahl nur geringfügig über dem Zufallsniveau liegt, scheinen von verschiedenartigsten strategischen Vorgehensweisen beeinflusst, die aber sämtlich nicht von kontextgeleiteter Inhibition Gebrauch machen.

Betrachtet man die F-Werte der differentiellen N400-Effekte in der Kontrollgruppe, so sieht man, dass diese im Falle der neutralen Bedingung von parietozentral nach rechtszentral deutlich zunehmen ($Pz < P4 < C4$), während sie im Falle der diskordanten Bedingung von parietal nach medial und anterior abnehmen ($P4 > Pz > C4$). Der maximale Unterschied in den N400-Amplituden der beiden inkongruent Bedingungen findet sich somit über der rechtszentralen Elektrode C4. Der direkte Vergleich der EEG-Wellen beider inkongruenter Bedingungen offenbart einige auffällige Unterschiede in den der N400 vorangehenden Potentialkomponenten. Während die EKPs der Kontrollgruppe im Falle der diskordanten Bedingung vornehmlich frontozentral betonte Amplitudenerhöhungen im Latenzbereich der P2 aufweisen, bleiben diese seitens der Patienten-EKPs weitgehend aus. Stattdessen finden sich in den gemittelten Hirnströmen der schizophrenen Patienten in auffälliger Weise größere Positivierungen im P3-Latenzbereich. Eine Analyse der P2 erbrachte für die Kontrollgruppe einen signifikanten Unterschied zwischen der diskordanten und der neutralen Bedingung – und zwar erneut an der Elektrode C4, also an der Position des maximalen N400-Unterschieds. Wie die nachfolgende Regressionsanalyse zeigen konnte unterscheiden sich die beiden Gruppen hochsignifikant in der Art und Weise wie sich die N400-Amplitudendifferenz der beiden inkongruenten Bedingungen durch die Reaktionszeitdifferenz (Inhibitionsmaß auf der Verhaltensebene) einerseits, und durch die Amplitudendifferenzen der P2 und P3 andererseits präzisieren lässt. Während die N400-Differenz in der Kontrollgruppe signifikant durch die Interaktion aus dem Verhaltensmaß der Inhibition und der P2-Differenz vorhergesagt werden kann – nämlich dahingehend: je größer das behaviorale Inhibitionsausmaß, desto größer der Einfluss der P2-Differenz auf die N400-Differenz, lässt sich kein auch nur annähernd ähnlicher Wirkzusammenhang für die Patientengruppe nachweisen. Vielmehr scheint auf deren Seite einer hohen Differenz der N400-Amplitude eine hohe P3-Differenz voran zu gehen.

Die Unterschiedlichkeit der N400-Differenzen beider Gruppen zwischen diskordanter und neutraler Bedingung über der rechtszentralen Elektrode C4 muss sich des legitimen Einwandes erwehren, dass es sich hier um ein Epiphänomen handeln könnte, das lediglich durch die Reaktionserfassung induziert sein könnte. Da in beiden inkongruenten Bedingungen mit der linken Hand reagiert werden muss, und die Elektrode C4 topographisch in der Nähe des rechten Handareals positioniert ist, wäre es denkbar, dass die unterschiedlichen Amplitudendifferenzen eine schiere Konsequenz der Überlagerung von N400-Aktivität und der den manuellen Reaktionen erfahrungsgemäß vorausgehenden kontralateralen Negativierung ist. In Anbetracht einer mittleren Reaktionszeit der Gesunden von ca. 1000 ms und einer dazu im Mittel etwa um 400 ms verzögerten Reaktionslatenz aufseiten der Patienten, müsste man erwarten, dass sich diese elektrophysiologischen Konsequenzen

der Reaktionsvorbereitung in stärkerem Ausmaß in der Kontrollgruppe bemerkbar machen, und zwar dahingehend, dass die Negativierung der schnelleren Reaktionen in der neutralen Bedingung einen merklicheren Einfluss auf die N400-Amplitude ausübt, als die der diskordanten Bedingung. Wie aufgrund der Korrelationsanalysen gezeigt werden konnte, ergeben sich in beiden Gruppen keine statistischen Zusammenhänge zwischen den Reaktionszeiten der einzelnen Bedingungen und den Amplitudendifferenzen der N400 einerseits, noch mit den N400-Amplituden der einzelnen Bedingungen andererseits. Dies deutet eher darauf hin, dass die beobachtete Amplitudendifferenz kein Artefakt aufgrund von Prozessen der motorischen Vorbereitung ist.

Der aus den Mutmaßungen über ein unterschiedliches Zustandekommen der N400-Differenzen in den beiden Gruppen erwachsene Befund eines interaktiven Einflusses des Verhaltensmaßes der kontextgeleiteten Inhibition und der Amplitudendifferenz der P2 auf den differentiellen N400-Unterschied zwischen der diskordanten und der neutralen Bedingung verdient besondere Beachtung vor dem Hintergrund einer jüngst erschienen Untersuchung von Melara et al. (2002) zur Dualität exzitatorischer und inhibitorischer Prozesse der selektiven Aufmerksamkeit. Im Rahmen einer dichotischen Höraufgabe konnten Melara und Kollegen nach Verabreichung von Inhibitionstrainings eine Zunahme der P2-Amplitude auf Störreize beobachten. Den Befund einer durch das Inhibitionstraining erzeugten Distraktorpositivierung interpretierten die Autoren als elektrophysiologischen Ausdruck eines aktiven Inhibitionsprozesses während der selektiven Aufmerksamkeitsselektion. Übertragen auf die vorliegende Untersuchung könnte dies bedeuten, dass die Erhöhung der P2-Amplitude im Fall der diskordanten gegenüber neutralen Bedingung ebenfalls den aktiven Inhibitionsprozess widerspiegelt – der im Fall der Kontrollgruppe bereits auf der Verhaltensebene sichtbar wurde und im Fall der Patientengruppe ausblieb.

Ein zweiter interessanter Befund aus der Studie von Melara und Kollegen nach erfolgtem Inhibitionstraining bestand in der umgekehrt proportionalen Assoziation des höchsten Leistungsniveaus in der Diskriminationsaufgabe mit den kleinsten P3-Amplituden auf den Distraktor, wobei der Effekt der letzteren sich entschieden von dem der P2-Amplituden absetzte.¹² In Umkehrung bedeutet dies, dass Probanden, die weniger vom verabreichten Inhibitionstraining profitierten, demgemäß eine schwächere Performanz boten, die ihren elektrophysiologischen Niederschlag in vergrößerten P3-Amplituden fand. Nach der Interpretation der Autoren ist die Distraktorrepräsentanz perzeptuell umso weniger markant – und somit seine störende Wirkung auf die Zielreizsensitivität umso geringer – je kleiner die Amplitude der Distraktor-P3 ausfällt. Bezogen auf die salient erhöhte P3-Amplitude der Patientengruppe in der diskordanten Bedingung gegenüber der neutralen würde dies bedeuten, dass der Distraktor sich vergleichsweise störend auf die Selektion der semantischen Passungsreaktion auswirkt, da er in Form der kontextuell inkongruenten Homonymbedeutung noch keine hinreichende Hemmung erfahren hat, was sich seinerseits in einer Erhöhung der P2-Amplitude hätte bemerkbar machen sollen.

Im Lichte dieser P2-P3-Interpretation der Distraktorverarbeitung lassen sich zudem auch die Befunde der starken und schwachen Supprimierer aus Abschnitt 7 spekulativ plausibel machen. Während die Disambiguierung der Homonymie für die starken Supprimierer nach einem längeren Zeitintervall von 850 *ms* bereits seit der Zielreizpräsentation hinreichend fortgeschritten ist, und somit aktuell kaum mehr inhibitorische Verarbeitung vonnöten ist, gilt dies für die schwachen Sup-

¹²Die P3-Amplitude auf Zielreize verhielt sich dabei im Vergleich zu der Distraktor-P3 reziprok (vgl. hierzu auch Wickens et al., 1983).

primärer nicht. Bei den letzteren ist noch merklich inhibitorische Verarbeitung gefordert, was sich im Vergleich zu den starken Supprimierern in einer Erhöhung der P2-Amplitude bemerkbar macht. Es darf angenommen werden, dass die schizophrenen über keine besseren Sprachverständnisfähigkeiten verfügen als die Kontrollgruppe,¹³ sodass eine vorzeitige Disambiguierung der Homonymie im Intervall zwischen Homonym und Zielwort – wie dies evtl. im Falle der starken Supprimierer sein könnte – wenig wahrscheinlich ist. Darüberhinaus können sie aber auch nicht auf die inhibitorischen Mechanismen der schwachen Supprimierer zurückgreifen, deren Wirken sich in einer Vergrößerung der P2-Amplitude zeigen müsste. Stattdessen bilden sie auf dem nach Melara und Kollegen zweiten Stadium der Distraktorverarbeitung eine größere P3 in der diskordanten Bedingung aus, welche eine relative N400-Amplitudendifferenz nach sich zieht, und somit den eigentlichen Gruppenunterschied zur Kontrollgruppe verdünnt, d.h. das Vorliegen der Amplitudendifferenz bei Gesunden und die Abwesenheit dieser Differenz bei den Patienten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich auf der Verhaltensebene ausschließlich für die Kontrollgruppe Evidenz inhibitorischen Verarbeitung im Rahmen der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität fand. Die Verhaltensdaten der Gesunden passen sich gut in das von Neill (1989) vorgeschlagene Aktivations-Suppressions-Modell ein. Der Negativbefund aufseiten der Patienten lässt in dieser Gruppe eine Beeinträchtigung inhibitorischer Verarbeitungsprozesse vermuten. Der Befund einer defizitären inhibitorischen Kontrolle ist darüber hinaus auch in das computationale Modell der Kontextrepräsentation von Cohen und Kollegen (Cohen et al., 1999, 1996; Cohen & Servan-Schreiber, 1992) integrierbar. Drei oft als unabhängig betrachtete kognitive Funktionen wie Aufmerksamkeit (Selektion und Förderung aufgabenrelevanter Verarbeitungsinformation), aktives Gedächtnis (Aufrechterhaltung solcher Information) und Inhibition (Hemmung aufgabenirrelevanter Information) werden diesem Modell zufolge durch einen einzigen Mechanismus erklärt, der für die Kontextverarbeitung verantwortlich ist. Dieser Repräsentationsmechanismus kontextueller Information gewährleiste alle drei Funktionen, indem er top-down Unterstützung für aufgabenrelevante Prozesse bereitstellt, wodurch es diesen ermöglicht wird, effektiv mit den irrelevanten Prozessen zu konkurrieren. Letztlich entscheide eben die Verhaltensbedingung (oder die Quelle der Interferenz), unter der der Mechanismus aktuell arbeitet. Dies bedeute nicht, dass Inhibition an dem Wettkampf konkurrierender Prozesse nicht involviert sei; es wird lediglich behauptet das Inhibition lokal, also direkt zwischen den an der Aufgabe beteiligten Prozessen auftritt, und weniger von einer zentralen Quelle gespeist wird. Im Rahmen des gegenwärtigen experimentellen Kontextes einer eindeutig inhibitorischen Aufgabe könnte man im Sinne von Cohen und Kollegen gleichsam auch von selektiver Aufmerksamkeit sprechen, da die Kontextrepräsentation einer Aufmerksamkeitsfunktion dient, und zwar dadurch, dass sie aufgabenrelevante Information gegenüber anderen konkurrierenden Informationsquellen selektiert. Vor dem Hintergrund dieses Modells würde Inhibition eine Funktion des übergeordneten Mechanismus der Kontextrepräsentation darstellen. Dementsprechend könnte man sagen, dass es sich bei der defizitären inhibitorischen Kontrolle schizophrener Patienten um ein Defizit der selektiven Aufmerksamkeit handelt.

Gegenüber den Gesunden zeigen die Patienten entsprechend ihrer behavioralen Beeinträchtigung auch Veränderungen in der ereigniskorrelierten N400: Zum einen weisen die N400-Amplituden

¹³Ein weiteres Indiz, dass gegen die Annahme einer gegenüber der Kontrollgruppe deutlich verbesserten Suppressions- und somit im Sinne Gernsbacher et al. (1990, Exp. 4) Sprachverständnisfähigkeit spricht, ist die erhöhte Fehlerrate aufseiten der Patienten.

auf inkongruente Testwörter in der Patientengruppe nicht die für die Kontrollgruppe beobachtet. Lateralisierung mit einer Betonung größerer N400-Amplituden über der rechten Hemisphäre auf. Zum anderen findet sich die in der Kontrollgruppe beobachtete N400-Differenz zwischen der diskordanten und der neutralen Bedingung in der Patientengruppe nicht. Beide Befunde legen nahe, dass sich bei den schizophrenen Patienten die der kontextgeleiteten Ambiguitätsresolution zugrunde liegenden neurokognitiven Mechanismen von denen der Kontrollgruppe unterscheiden. Auf dem Hintergrund des von Melara et al. (2002) berichteten neurokognitiven Korrelats der inhibitorischen Verarbeitung von Distraktoren (v.a. frontale P2-Amplitude), sowie der im Rahmen etlicher Inhibitionsstudien bei schizophrenen Patienten wiederholt gefundenen frontale Minderaktivierungen (z.B. Fukushima et al., 1990; Clementz, 1998; McDowell et al., in press), erscheint es plausibel, für die schizophrenen Patienten auch im Falle der Resolution lexikalischer Ambiguität eine beeinträchtigte Beteiligung frontaler Areale anzunehmen – und zwar im Sinne einer veränderten Kommunikation zwischen frontalen und temporalen Strukturen.¹⁴ Ohne eine entsprechende experimentelle Prüfung müssen diese funktionellen neurokognitiven Überlegungen aber vorerst rein spekulativ bleiben. Weitere EKP-Untersuchungen sind dringend nötig, um den genauen Zeitverlauf, der an der lexikalischen Ambiguitätsresolution beteiligten Prozesse zu untersuchen. Erkenntnisvermehrend könnte sich in diesem Zusammenhang auch die Spezifizierung solcher Prozesse im Rahmen anomaler Kognition auswirken. Insbesondere in Hinblick auf die räumliche Verortung der den (beeinträchtigten) inhibitorischen Prozessen zugrunde liegenden neuronalen Strukturen wäre es äußerst hilfreich, neben dem zeitlich hochauflösenden EEG zusätzlich auch räumlich hoch auflösende Verfahren (v.a. funktionelle Magnetresonanztomographie (MRT), aber auch Magnetenzephalographie (MEG) zur Analyse kortikaler Dipolquellen) einzusetzen.

¹⁴Die Inhibition einer Reaktion auf der Basis einer im Arbeitsgedächtnis gehaltenen Instruktion wird ja per se als eine zentrale Funktion frontaler Systeme aufgefasst (z.B. Everling & Fischer, 1998; Roberts et al., 1994; Frith et al., 1991; Goldman-Rakic, 1987).

Kapitel 9

Allgemeine Diskussion

Im Zentrum der vorliegenden Arbeit stand die Untersuchung von Selektionsprozessen im Allgemeinen, und kognitiver Inhibitionsprozesse im Rahmen kontrollierter Aufmerksamkeitsselektion im Besonderen. Die Prozesse kognitiver Inhibition wurden anhand von Paradigmen zum Negativen Priming (NP) operationalisiert, und zwar auf drei Ebenen: räumlich, identitätsspezifisch und semantisch. Während im ersten Experiment ein innovatives Paradigma zur Erfassung von exogenem Negativem Priming realisiert und angewendet wurde, basierten die folgenden beiden Experimente auf der Anwendung eines bereits etablierten experimentellen Verfahrens zur Untersuchung von endogenem (oder semantischem) Negativen Priming. Sowohl im ersten wie auch im dritten Experiment wurde geprüft, ob und wie sich Stichproben von psychiatrischen Populationen im Hinblick auf die inhibitorische Verarbeitung bei der Durchführung der Aufgaben von gesunden Kontrollgruppen unterscheiden. Im Falle des semantischen Negativen Primings der Experimente zwei und drei wurden zusätzlich EEG-Ableitungen vorgenommen, um hernach die ereigniskorrelierten Potentiale auf die Zielreize zu untersuchen.

Im ersten Experiment hat sich gezeigt, dass das neuartige NP-Paradigma, bei dem jeweils der numerische Wert der größeren zweier simultan präsentierter Zahlen durch Tastendruck anzugeben war, Effekte in bislang ungewöhnlich starkem Ausmaß hervorzurufen vermag. Dies mag sich vor allem der Einführung eines relationalen Reaktionskriteriums verdanken, durch das eine tiefere Verarbeitung von Ziel- und Störreiz erzwungen wird. Derart große Effekte sind nachgerade dann günstig, wenn – wie im vorliegenden Falle – die untersuchten Prozesse sehr subtil sind, und man zudem auf die Objektivierung von Gruppenunterschieden hinsichtlich dieser Prozesse abzielt. Ein weiterer Vorteil des verwendeten Design besteht in der Möglichkeit isoliert spezifische Reizcharakteristika (Position und Identität) in ein und demselben Experiment zu untersuchen.

Unter zusätzlicher Variation des zeitlichen Intervalls zwischen der Reaktion und dem nachfolgenden Reizpaar konnten für alle drei Gruppen starke NP-Effekte für die Reizidentität beobachtet werden, die im langen Intervall sogar noch zunahmen. Keine der Patientengruppen unterschied sich dabei von der Kontrollgruppe. Im Gegensatz dazu kehrte sich das zahlenmäßig geringere inzidentelle räumliche NP vom kurzen zum langen Intervall in eine relative Beschleunigung der Reaktionszeiten um. Diese beiden Befunden machen deutlich, dass es sich bei den beiden Arten des Negativen Primings um separate Prozesse handelt, die jeweils ihrer eigenen zeitlichen Charakteristik folgen. Das diese Prozesse isoliert beeinträchtigt sein können, macht das selektive Fehlen des inzidentellen räum-

lichen Negativen Primings in der Gruppe der schizophrenen Patienten deutlich. Im Unterschied zur Gruppe der Gesunden – aber auch der der Zwangserkrankten – scheinen die schizophrenen Patienten im Zuge selektiver Aufmerksamkeit nicht in gleicher Weise von der zusätzlichen räumlichen Information Gebrauch zu machen.

Einen weiteren interessanten Befund in Abhängigkeit der Variation des zeitlichen Abstandes zwischen Reaktion und nachfolgendem Reizpaar erbrachte die nachträgliche Einteilung der als Gesamtgruppe NP-bezogen unauffälligen Zwangserkrankten anhand ihrer psychopathologischen Symptomatik in solche mit und solche ohne Prüfwänge. Während diejenigen mit Prüfwängen lediglich nach langem RSI – nicht jedoch nach kurzem – nennenswertes Negatives Priming zeigten, verhielten sich diejenigen Zwangspatienten ohne eine solche Symptomatik geradezu gegenläufig. Letztere zeigten vor allem initial ein normales Ausmaß an Negativem Priming, dass aber – im Vergleich zu den Gesunden – bei langem RSI nicht größer, sondern vielmehr kleiner wurde. All diese Unterschiede deuten auf differentielle Beeinträchtigungen der an der Aufmerksamkeitsselektion beteiligten Prozesse bei Zwangserkrankten hin, und macht eindringlich auf die Notwendigkeit aufmerksam, bei derart heterogenen klinischen Populationen wie derjenigen der Zwangserkrankten, in klinisch-experimentellen Untersuchungen Subtypisierungen anhand der psychopathologischen Symptomatik vorzunehmen.

Die Verhaltensauffälligkeiten der klinischen Gruppen wurden in der vorliegenden Arbeit in erster Linie im Sinne einer gestörten Kontrolle inhibitorischer Aufmerksamkeitsprozesse interpretiert. Vor dem Hintergrund der Tatsache, dass die Gesamtheit der bislang vorliegenden Befunde in der Literatur am umfassendsten und kohärentesten anhand des Konzeptes der kognitiven Inhibition interpretiert werden kann, erscheint dies auch sinnvoll, zumal für Patienten, bei denen ein diesbezügliches Defizit aufgrund vielfältigster Befunde aus verschiedenen Bereichen impliziert wird. Gleichwohl ist es weder möglich noch sinnvoll die prominente Alternativerklärung des episodischen Gedächtnisabrufs, die sich stärker an mnestischen Prozessen ausrichtet, letztgültig auszuschließen. Diese Skepsis betrifft weniger den gänzlich anders gearteten Befund der schizophrenen Patienten als vielmehr das Subgruppenresultat der Zwangserkrankten und dort speziell die Patienten mit Prüfwängen. Insbesondere vor dem Hintergrund anderer experimenteller Evidenzen zu veränderten Gedächtnisprozessen bei Zwangserkrankten (Rachman, 2002; Jurado et al., 2002; Radomsky et al., 2001; Tolin et al., 2001; Zitterl et al., 2001), v. a. im Hinblick auf das herabgesetzte Vertrauen in die eigenen Gedächtnisinhalte im Zuge verantwortungsvoller Selbstverpflichtung, könnte es sich zukünftig – zumindest im Fall bestimmter Subtypen – als fruchtbar erweisen, bei der Interpretation von beeinträchtigtem Negativem Priming bei Zwangserkrankten mit gedächtnisbezogenen Begrifflichkeiten zu operieren. Bis zur entsprechenden empirischen Prüfung müssen derartige Überlegungen aber vorerst rein spekulativ bleiben.

Während im ersten Experiment der vorliegenden Arbeit das exogene Negative Priming als Prüfstein räumlicher und identitätsbezogener kognitiver Inhibitionsprozesse diente, wurde kognitive Inhibition in den beiden folgenden Experimenten über das semantische Negative Priming im Rahmen einer sog. Satzeinkleidungsprozedur operationalisiert. Im Unterschied zum exogenen Negativen Priming sind die Reizcharakteristika des Distraktors beim endogenen nicht explizit gegeben, sondern werden kontextgemäß intern generiert. Das Wirken inhibitorischer Verarbeitung wurde über Performanzeinbußen (Verzögerung der Reaktionszeit, Fehler) aufgrund des differentiellen Vergleichs zweier inkongruenter Bedingungen operationalisiert. Theoretisch wurde den Probanden in

beiden inkongruenten Bedingungen ein und dasselbe Testwort gezeigt, auf welches sie die geforderte semantische Passungsentscheidung zu verneinen hatten. In der diskordanten Bedingung endete der vorangehende Satz auf ein Homonym, welches in der neutralen Kontrollbedingung durch ein zu diesem Homonym zwar semantisch verwandtem aber nicht homonymem Wort ersetzt wurde. Während also zwischen dem Test- und Satzschlusswort in der neutralen Bedingung kein Zusammenhang bestand, war das Testwort in der diskordanten Bedingung per definitionem mit der kontextuell nicht gebahnten Homonymbedeutung stets semantisch assoziiert. Aufgabe der Teilnehmer war es also, eine semantische Passungsentscheidung durchzuführen, deren Erfolg von der vorangehenden kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität abhing.

Entsprechend dem integrativen Aktivations-Suppressionsmodells von Neill (1989) wurde davon ausgegangen, dass mit der Präsentation des Homonyms initial beide Bedeutungsfelder, mit leichtem Vorteil zugunsten der dominanten Bedeutung, voraktiviert werden. Danach findet auf einer zeitlich späteren zweiten Stufe eine kontextgeleitete Unterdrückung der inkongruenten Homonymbedeutung statt. Erst durch diesen Inhibitionsprozess kann eine hinreichende Aktivationsdifferenz der beiden konkurrierenden Bedeutung erzeugt werden, die eine erfolgreiche Entscheidung über die semantische Passung des nachfolgenden Testwortes ermöglicht. Solange dieser Disambiguierungsprozess aber noch nicht abgeschlossen ist, kommt es bei der Selektion der semantischen Passung zu Einbußen in Form von Reaktionsverlangsamung oder Fehlern. Ausgehend von den Arbeiten von Gernsbacher & Faust (1991) und Gernsbacher et al. (1990), – denen sich letztlich auch das Stimulationsparadigma entlehnt – wurde ein zeitlicher Abstand zwischen Satzende und Testwort gewählt, der bei durchschnittlichen Sprachverstehern erwarten lässt, dass der Inhibitionsprozess noch nicht vollständig abgeschlossen ist.

Die Verhaltensdaten des zweiten Experiments, d.h. langsamere Reaktionszeiten und höhere Fehlerraten in der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung, sind bestens in Einklang mit diesen Annahmen. Im Gegensatz zum exogenen Priming ist die inhibitionsbasierte Interpretation im Falle des endogenen Negativen Primings in den Experimenten zwei und drei weitaus weniger strittig. Selbst Neill et al. (1995), die mit ihrem Ansatz des episodischen Gedächtnisabrufs im Hinblick auf die Erklärung des exogenen Negativen Primings eine der prominentesten Alternativtheorien zur Inhibitionsauffassung hervorbrachten (Neill et al., 1992), greifen bei der Interpretation von endogenem Negativem Priming gleichsam auf inhibitorische Wirkmechanismen zurück. Schließlich ist nicht klar, wie eine Etikettierung (»Reagiere-Nicht«) gemäß der Theorie des episodischen Gedächtnisabrufs im Falle nicht explizit gegebener, aber automatisch initial mitaktivierter Störbedeutungen aussehen sollte.

Im Hinblick auf die elektrophysiologischen Daten konnte gezeigt werden, dass die Testwörter beider inkongruenter Bedingungen gegenüber der konkordanten Bedingung signifikante N400-Amplituden hervorriefen, die in Morphologie, Zeitverlauf und Topographie typisch sind. Auf der Suche nach einem elektrophysiologischen Korrelat der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität konnte desweiteren ein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß an aktuell zu leistender Inhibition und der N400-Amplitude gewonnen werden. Und zwar fiel die N400-Amplitude – als inverses Maß für die Integrationsfähigkeit eines Wortes in den übergeordneten Bedeutungszusammenhang – auf das diskordante Zielwort weniger negativ aus als auf das neutrale. Dies legt nahe, dass das Zielwort in der diskordanten Bedingung eine größere semantische Nähe zum vorangegangenen Satz besitzt, welche sich in der geringeren Negativität der N400-Amplitude in der diskordanten

gegenüber der neutralen Bedingung spiegelt.

Bereits von Gernsbacher und Kollegen konnte gezeigt werden, dass der Inhibitionsmechanismus in Abhängigkeit der individuellen Verständnisfähigkeit einer Person unterschiedlichen Zeitverläufen folgt. Während im Falle eines kurzen zeitlichen Intervalls zwischen Homonym und Testwort, sowohl bei starken als auch bei schwachen Supprimierern (Sprachverstehern), Kosten für die zu leistende Supprimierung der kontextuell inadäquaten Homonymbedeutung anfallen, und zwar entweder in Form von verzögerten Reaktionszeiten, oder vermehrten Fehlern, so gilt dies bei einem längeren Intervall nurmehr für die schwachen Supprimierer. Bei starken Supprimierern greift dieser Mechanismus vermutlich schneller, und ist nach einem längeren Intervall bereits abgeschlossen, bzw. nicht mehr in Form von Performanzeinbußen nachweisbar. Theoretisch würde man annehmen, dass der Prozess der kontextgeleiteten Inhibition genau dann abgeschlossen ist, wenn die Aktivationsdifferenz zwischen den beiden konkurrierenden Bedeutungsfeldern hinreichend groß ist. Mit der zunehmenden Inhibition der kontextuell inadäquaten Homonymbedeutung sollte sich auch die semantische Ferne des Testwortes zu dieser Bedeutung vergrößern. Für die N400-Amplitude auf das Testwort hätte diese Situation die praktische Konsequenz, dass sie eine größere Negativität annehmen sollte – vergleichbar derjenigen der neutralen Bedingung. Eben dieser Zusammenhang zwischen Inhibitionsausmaß und N400-Amplitude konnte mit Hilfe eines Mediansplits der Probanden anhand ihrer Inhibitionswerte in starke und schwache Supprimierer experimentell nachgewiesen werden.

Der Befund einer geringeren N400-Amplitude im Falle verhaltensseitiger Inhibitionskosten zum einen, und zum anderen die Beobachtung ununterscheidbarer N400-Amplituden auf diskordante und neutrale Testwörter bei aktuell fehlenden Inhibitionskosten in den Reaktionszeitdaten machen deutlich, dass die N400-Amplitude sensitiv ist für das Ausmaß an aktuell zu leistender Inhibition. Die anschließende multiple Regressionsanalyse unter Einbeziehung der beobachteten frühen Positivierung um 200 *ms* deutet auf einen engen Zusammenhang zwischen der Ausprägung dieser Komponente, dem Inhibitionsprozess und dem Ausmaß der N400-Amplitude hin. Wie gezeigt werden konnte, lässt sich die Größe der N400 durch das Ausmaß der frühen Positivierung signifikant präzisieren, und zwar in dem Sinne, dass sich mit einer Zunahme aktuell anfallender inhibitorischer Verarbeitung auf der Verhaltensebene, auch die Vorhersagbarkeit der Differenz der N400-Amplituden durch diejenige der vorangehenden frühen Positivierung erhöht.

Vor dem Hintergrund der Arbeit von Melara et al. (2002), die eine frühe frontale Positivierung um 200 *ms* im Rahmen einer Untersuchung zur selektiven Aufmerksamkeit als Ausdruck eines aktiven Inhibitionsprozesses deuteten, drängen sich für die neurophysiologische Interpretation der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität die folgenden Spekulationen auf: Beim Lesen eines Satzes erschließt sich dem Probanden schrittweise die übergeordnete Satzbedeutung. Am Ende des Satzes trifft sie nun auf das Homonym, welches vermutlich im linken Gyrus temporalis inferior als Wort erkannt wird (Nobre et al., 1994). Die Bedeutungsextraktion unterliegt hierbei höchstwahrscheinlich kontrollierten Prozessen des gleichseitigen Gyrus frontalis inferior (Wagner et al., 2001). Speziell in Bezug auf das Verständnis von geschriebenen Satzschlusswörtern mit unterschiedlicher semantischer Passung zum übergeordneten Satzzusammenhang wird die Beteiligung von Arealen angenommen, die den linken auditorischen Kortex umgeben, also den oberen und mittleren temporalen Gyri (Helenius et al., 1998).

In der vorliegenden experimentellen Anordnung ist jedoch kein einfaches Verstehen des Satz-

schlusswortes gefordert, sondern vielmehr eine komplexe Integration der adäquaten Homonymbedeutung in den übergeordneten Satzzusammenhang bei gleichzeitiger Inhibition des kontextuell inadäquaten Wortfeldes. Während die linke Hemisphäre gemeinhin als der Sitz der *digitalen*, analytisch-rationalen Sprache aufgefasst wird, die den Gesetzen der linguistischen Logik (Grammatik, Syntax, Semantik) folgt, wird die rechte Hemisphäre vielmehr als *analoge*, ganzheitlich-bildhafte betrachtet, deren Sprache einer ganz eigenen Logik zu folgen scheint, die sich eher in Metaphern, Sprachspielen, Witzen, vagen Anspielungen und nicht zuletzt eben auch in Ambiguitäten ausdrückt. Entsprechend ließe sich vermuten, dass begriffliche Ambiguität und deren Auflösung eine eher rechtshemisphärische ist.¹ In Übereinstimmung mit dieser Annahme sowie den bislang existierenden Befunden bei Individuen mit Schädigungen der rechten Hemisphäre schlagen St. George et al. (1999) vor, dass eine Region im rechten Gyrus temporalis medius besonders bedeutsam ist für die Integrationsleistung, die nötig ist, um eine globale kohärente Verarbeitung zu gewährleisten. In Fortführung dieses Gedanken und unter Rückgriff auf all jene Studien, die den Ort für kognitiv-inhibitorische Kontrolle im rechten dorsolateralen präfrontalen Kortex verorten (Brodmannareale 9 und 46), wäre es nun denkbar, dass der Gyrus temporalis medius zur kontextgeleiteten Resolution der bereit gehaltenen semantischen Ambiguität einer inhibitorischen Kontrolle durch eben diese dorsolaterale Region des präfrontalen Kortex bedarf (Vergleiche hierzu auch die Ausführungen in Zusammenhang mit einer potentiellen Störung inhibitorischer Kontrolle bei schizophrenen Patienten in Abschnitt 4.2, ab Seite 51). Bezogen auf die vorliegenden EKP-Daten würde dies bedeuten, dass die neuronalen Generatoren der N400, die höchstwahrscheinlich (bilateral) im anterioren Anteil des Gyrus fusiformis des medialen Temporallappen zu finden sind (McCarthy et al., 1995; Nobre & McCarthy, 1995), inhibitorisch durch den rechten dorsolateralen präfrontalen Kortex moduliert werden.

Die Untersuchung der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität erbrachte im dritten Experiment, dass schizophrene Patienten kein Verhaltenskorrelat der kognitiven Inhibition in Form von Reaktionszeitverzögerungen in der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung zeigen. Vor dem Hintergrund des bisher Gesagten, darf angenommen werden, dass die inhibitorische Verarbeitung auf der semantischen Ebene bei den untersuchten schizophrenen Patienten beeinträchtigt ist. Die Folgen dieser Beeinträchtigung im semantischen Bereich auf die Psychopathologie der schizophrenen Patienten lassen sich in mehrfacher Weise ausmalen: Zum einen könnte die Unfähigkeit der kontextgeleiteten Gewichtung relevanter und irrelevanter Bedeutungen zu der kommunikativen Aberration Anlass geben, die als assoziative Lockerung beschrieben und häufig bei schizophrenen Patienten beobachtet wird. Darüberhinaus erscheint es auch nicht unwahrscheinlich, dass eine solche Beeinträchtigung semantisch-inhibitorischer Mechanismen in Anbetracht der naturgemäßen Sprachbasiertheit rationaler Denkprozesse sowohl formale wie inhaltliche Denkpro-

¹In Anbetracht dieser Überlegungen und in Hinblick auf die Ergebnisse der Untersuchung schizophrener Patienten im Rahmen des Disambiguierung von Homonymen, sei an dieser Stelle auf die Äußerungen von Paul Watzlawick über den möglichen Zusammenhang von Ambiguität, rechter Hemisphäre und schizophrener Sprache hinzuweisen (Watzlawick, 1978, S.24):

It [*die rechte Hemisphäre*] tends to draw illogical conclusions based on clang associations and confusions of literal and metaphorical meanings, to use condensations, composite words, ambiguities, puns, and other word games – that is, language forms which in psychopathology are mostly considered to be the manifestations of schizophrenia.

zesse in Mitleidenschaft zu ziehen vermag. Mit Blick auf das konstruktive Element von Sprache wäre in der Folge eine wachsende Desintegration der eigenen Gedankenwelt respektive des eigenen Weltbildes des Patienten denkbar, da die Verwischung der Grenzl意思en zwischen kontextuell relevanter und irrelevanter Bedeutung sich auf immer weitere Bereiche ausdehnt und somit die Kohärenz der eigenen Gedankenwelt in zunehmendem Maße fragmentiert. Angesichts der unerträglich gewordenen Zerrissenheit sowie der daraus resultierenden geistigen Erschöpfung nähme einen die schlussendliche Kapitulation des Patienten in Form einer anhedonistischen Abkehr von der intersubjektiv-konventionellen Realität ins Innere des eigenen solipsistischen Wirklichkeitserlebens nurmehr wenig wunder.

Einen weiteren interessanten Hinweis auf den Zusammenhang zwischen der kontextgeleiteten Inhibition und der ereigniskorrelierten N400 erbrachte die Analyse der elektrophysiologischen Patientendaten. Im Gegensatz zu den Gesunden ließ sich bei den Patienten keine gleichartige Lateralisierung des N400-Effektes objektivieren. Dies deutet auf eine Andersartigkeit der neurokognitiven Architektur seitens der schizophrenen Patienten hin, die sich zum Beispiel in einer Unterschiedlichkeit der Anzahl und/oder Ausrichtung der neuronalen Generatoren niederschlagen könnte. Ein zweiter wesentlicher Befund betrifft den differentiellen Vergleich der diskordanten mit der neutralen Bedingung. Wie bereits weiter oben erwähnt zeigten die schizophrenen diesbezüglich kein Verhaltenskorrelat der inhibitorischen Verarbeitung. Entsprechend würde man auch keinen differentiellen N400-Effekt zwischen den beiden Bedingungen erwarten. Dass sich die beiden Amplituden bei den Patienten aber nicht unterscheiden, rückt diesen Befund scheinbar in die Nähe der starken Supprimierer, bei denen sich die beiden Kurven ebenfalls nicht von einander unterscheiden.

Für die N400 bedeutet dies, dass sie zwar sensitiv ist für Variationen der inhibitorischen Verarbeitung im Zuge der kontextgeleiteten Ambiguitätsresolution. Eine Unterscheidung zwischen vollzogener inhibitorischer Verarbeitung einerseits und deren gänzlichem Ausbleiben vermag sie aber nicht zu leisten. Vielmehr scheint es – und darauf deutet die explorative Analyse der früheren EKP-Komponenten hin – dass ähnliche N400-Amplitudeneffekte durch unterschiedliche Kombinationen zeitlich vorangehender Komponenten zustande kommen können. Wie im Rahmen multipler Regressionsanalysen gezeigt werden konnte, lässt sich die N400-Differenz aus den beiden inkongruenten Bedingungen in der Kontrollgruppe signifikant aus der Interaktion des frühen P2-Effektes und dem aktuellen Inhibitionsausmaß präzisieren, während dieser Sachverhalt für die Patienten in keinsten Weise gilt. Auf der Seite der Patienten scheint eher ein P3-artiger Effekt eine die N400-Amplitude modulierende Rolle zu spielen. Angewandt auf die Situation der Patienten würde die obige Spekulation über die der kontextgeleiteten Ambiguitätsresolution möglicherweise zugrunde liegenden neurophysiologische Prozesse das Folgende postulieren: Das Substrat der inhibitorischen Beeinträchtigung liegt vermutlich einer veränderten Kommunikation zwischen dem inhibitorischen dorsolateralen präfrontalen Kortex der rechten Hemisphäre und dem ipsilateralen Temporallappen. Hierbei könnte das Fehlen des frühen P2-Effektes die inhibitorische Unterfunktion reflektieren.

In jedem Fall müssen sämtliche Mutmaßungen über eventuelle neurophysiologische Korrelate, die in der vorliegenden Arbeit im Hinblick auf die inhibitorische Verarbeitung im Zuge der kontextgeleiteten Ambiguitätsresolution gemacht wurden, bis zur letztendlichen empirischen Prüfung reine Spekulation bleiben. Als Arbeitshypothesen für nachfolgende Untersuchungen zur Erhellung der neurophysiologischen Grundlagen der kontextgeleiteten Ambiguitätsresolution, insbesondere unter Zuhilfenahme räumlich hochauflösender funktioneller Messverfahren, mögen diese Spekulationen

aber wenigstens von heuristischem Nutzen sein.

Kapitel 10

Zusammenfassung

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung von Selektionsprozessen im Allgemeinen, und der kognitiven Inhibition im Rahmen kontrollierter Aufmerksamkeitsselektion im Besonderen. Ein erstes Ziel der Arbeit lag in der Operationalisierung von kognitiver Inhibition im Rahmen von Negativem Priming (NP) auf drei verschiedenen Ebenen (räumlich, identitätsspezifisch und semantisch). Auf den ersten beiden Ebenen wurde die inhibitorische Aufmerksamkeitsselektion mit Hilfe von *exogenem* Negativem Priming realisiert, worunter man Performanzeinbußen (Verzögerung der Reaktionszeit und/oder Anstieg der Fehlerrate) bei einem Relevanzwechsel von Ziel- und Störinformation zweier in rascher Aufeinanderfolge präsentierter Reizfelder fasst. Auf der dritten (semantischen) Ebene wurde sich der *endogenen* Form des Negativen Primings bedient. Während der Relevanzwechsel im Falle der exogenen Variante explizit durch die präsentierten Reizfelder gegeben ist, liegt er bei der endogenen Form nur implizit vor; und zwar insofern, als die semantische Störinformation in Form der kontextuell irrelevanten Bedeutungsschattierung eines Homonyms (z.B. BANK als Kreditinstitut) beim Lesen des Satzes *Die Katze sitzt auf der Bank* intern mitgeneriert wird, und dadurch im Anschluss die Zielreizselektion (z.B. Passt das Wort GELD semantisch zur Bedeutung des Satzes?) behindert.

Anhand dieser beiden Inhibitionsmaße wurden sodann klinische Gruppen (schizophrene Patienten und Zwangserkrankte), bei denen Beeinträchtigungen inhibitorischer Kontrolle bei der Aufmerksamkeitsselektion wahrscheinlich sind, mit gesunden Kontrollprobanden verglichen. Performanzeinbußen in den kritischen NP-Bedingungen gegenüber der jeweiligen Kontrollbedingung gaben hierbei den Hinweis auf das Wirken kognitiver Inhibition. Liegt hingegen eine Beeinträchtigung inhibitorischer Verarbeitung vor, wie für die klinischen Gruppen postuliert wurde, so wurde entsprechend ein Ausbleiben dieser Performanzeinbußen (Inhibitionskosten) erwartet.

Ein zusätzliches Anliegen bestand darin, neurokognitive Korrelate ausfindig zu machen, die mit den auf der Verhaltensebene beobachteten *semantischen* Inhibitionsprozessen in Zusammenhang stehen könnten (Experimente zwei und drei). Deshalb wurden neben den Verhaltensreaktionen auch elektrophysiologische Daten erfasst. Mit der Methode der ereigniskorrelierten Potentiale sollte zum einen geprüft werden, in wieweit vor allem die sprachrelevante N400 für die experimentelle Variation des semantischen (*endogenen*) Negativen Primings sensitiv ist. In einem weiteren Schritt sollte untersucht werden, ob eventuelle diesbezügliche Abweichungen bei den schizophrenen Patienten beobachtbar sind.

In Experiment 1 gelang es, anhand eines innovativen NP-Paradigmas, bei dem der numerische Wert der größeren zweier simultan dargebotener Zahlen angegeben werden sollte, ungewöhnlich starke (identitätsspezifische) NP-Effekte hervorzurufen. Diese verdankten sich vor allem der Verwendung eines relationalen Reaktionskriteriums, durch das eine tiefere Verarbeitung von Ziel- und Störreiz erzwungen wurde. In den kritischen Bedingungen ist hierbei der aktuelle Zielreiz (z.B. *3 rechts oben*) entweder mit der *Position* des vorangegangenen Störreizes (z.B. *2 rechts oben*), seiner *Identität* (z.B. *3 links unten*), oder *beiden* (z.B. *3 rechts oben*) identisch. In der Kontrollbedingung hingegen existiert keine derartige Übereinstimmung zwischen aktuellem Zielreiz und vorangegangenen Störreiz. In Anbetracht der Subtilität der untersuchten kognitiven Inhibitionsprozesse sind derart starke Effekte von großem Nutzen. Insbesondere dann, wenn man zudem auch an differentiellen Effekten gegenüber anderen Gruppen interessiert ist. Ein weiterer gewichtiger Vorteil des verwendeten Paradigmas liegt in der Möglichkeit, isoliert spezifische Reizcharakteristika (Position und Identität) in ein und demselben Experiment zu untersuchen.

Mit Hilfe dieser experimentellen Anordnung konnten die folgenden Resultate erzielt werden: (a) Alle drei Gruppen zeigten identitätsbezogenes Negatives Priming in signifikantem Ausmaß; (b) Im Unterschied dazu konnte die Unversehrtheit des *inzidentellen* räumlichen Negativen Primings nurmehr für die gesunden Kontrollprobanden und die Zwangserkrankten beobachtet werden, nicht aber für die schizophrenen Patienten. Dies legt nahe, dass bei schizophrenen Patienten Beeinträchtigungen im Hinblick auf die Inhibition der irrelevanten Raumposition vorliegen. Schizophrene Patienten scheinen also räumlich-inhibitorische Aspekte der selektiven Aufmerksamkeit nicht in gleicher Weise für ihre Entscheidung zu nutzen, wie dies Gesunde tun.

Anhand einer zusätzlichen Variation des zeitlichen Abstands zwischen der aktueller Reaktion und dem nachfolgenden Reizpaar (RSIs: 500 *ms* vs. 2000 *ms*) konnte gezeigt werden, (c) dass es sich bei räumlichem und identitätsspezifischem NP um zwei separate Prozesse handelt, die sich von einander in ihren zeitlichen Dynamiken unterscheiden. Während sich das bei kurzem RSI bereits deutlich ausgeprägte Negative Priming für die Reizidentität bei langem RSI (in sämtlichen Gruppen) noch vergrößerte, war das inzidentelle räumliche NP bereits bei kurzem RSI (mit Ausnahme der schizophrenen Patienten) nur schwach vorhanden und hatte sich bei langem RSI gänzlich in eine gegenüber der Kontrollbedingung differentielle Beschleunigung umgekehrt.

Ein weiterer interessanter Befund konnte schließlich für Untergruppen der als Gesamtgruppe unauffälligen Zwangspatienten gewonnen werden. Die Median-Einteilung der Zwangspatienten anhand ihrer psychopathologischen Ratings in solche mit und solche ohne Kontrollzwänge, erbrachte (d) differentielle NP-Beeinträchtigungen in Abhängigkeit vom RSI. Während die sog. »Checker« lediglich nach langem RSI – nicht jedoch nach kurzem – nennenswertes Negatives Priming produzierten, verhielten sich die sog. »Non-Checker« genau gegenläufig. Letztere zeigten vor allem initial ein normales Ausmaß an Negativem Identitätspriming, das aber – im Vergleich zu Gesunden – bei langem RSI nicht größer, sondern vielmehr kleiner wurde. Dies deutet auf differentielle Beeinträchtigungen der an der Aufmerksamkeitsselektion beteiligten Prozesse bei Zwangserkrankten hin, und macht eindringlich auf die Notwendigkeit aufmerksam, bei derart heterogenen klinischen Populationen wie derjenigen der Zwangserkrankten, in klinisch-experimentellen Untersuchungen Subtypisierungen anhand der psychopathologischen Symptomatik vorzunehmen.

Semantisches (endogenes) Negatives Priming wurde in Experiment 2 über kontextgeleitete Resolution lexikalischer Ambiguität im Rahmen einer Satzeinkleidungsprozedur realisiert. Dabei wur-

den Sätze präsentiert (*Zweimal monatlich versagte die*), die jeweils zur Hälfte auf ein Homonym (*Birne*, respektive auf ein zu diesem Homonym semantisch verwandtes Nicht-Homonym (*Leuchte*) endeten. Das nachfolgend präsentierte Testwort war zur Satzbahnung entweder kongruent (LAMPE) oder inkongruent (APFEL). Aufgabe der Probanden war es, die Sätze zu lesen und anschließend eine Entscheidung über die semantische Passung des Testwortes zu fällen. Entsprechend ergab sich für die beiden inkongruenten Bedingungen ergab sich die folgende Design-Konstellation: Endete der Satz auf ein Homonym, so war das Testwort zwar diskordant zur gebahnten Homonymbedeutung gleichwohl aber auch konkordant zur nicht gebahnten Alternativbedeutung des Homonyms. Endete der Satz hingegen auf ein Nicht-Homonym, so war das Testwort schlichtweg ohne jeglichen semantischem Bezug zum vorangegangenen Satz.

Bei dieser Form des endogenen Negativen Primings wird der Störreiz nicht physisch präsentiert, sondern lediglich innerlich als Alternativbedeutung des Homonyms mitaktiviert. Es wurde angenommen, dass die Selektion des relevanten Bedeutungsfeldes aufgrund kontextgeleiteter Inhibition der irrelevanten Bedeutung erfolge. Um nämlich die semantische Ambiguität eines homonymen Schlusswortes (z.B. BANK) aufzulösen, muss die Aktivierung der kontextuell relevanten Bedeutung (z.B. *Sitzgelegenheit*) verstärkt und diejenige der inadäquaten, semantisch nicht gebahnten Alternativbedeutung (z.B. *Kreditinstitut*) unterdrückt werden. Wird nun ein Testwort präsentiert, das diskordant ist zur kontextuell gebahnten Homonymbedeutung – gleichwohl aber auch semantisch assoziiert mit der Alternativbedeutung des Homonyms – so kann eine erfolgreiche Ablehnung des semantisch unpassenden Zielwortes nur dann gelingen, wenn die kontextuell irrelevante Bedeutung des homonymen Schlusswortes hinreichend inhibiert wurde. Konnte hingegen keine hinreichende Aktivationsdifferenz zwischen den Aktivierungen der beiden konkurrierenden Homonymbedeutungen durch Inhibition der semantischen Störinformation hergestellt werden, so kommt es zu Interferenz zwischen der kontextuell inadäquaten Homonymbedeutung und dem damit assoziierten Testwort. Aufgrund dieser Interferenz wird schließlich die Zielreizselektion gestört, was sich auf der Verhaltensebene in Form von Performanzeinbußen manifestiert. Vollständig im Einklang mit diesen Überlegungen erwiesen sich die Reaktionen der Probanden in der diskordanten Bedingung gegenüber der neutralen verzögert und weniger akkurat.

Die Realisierung zusätzlicher kongruenter Bedingungen zielte ferner darauf ab, den reinen Einfluss einer eindeutigen semantischen Bahnung (*Nach Wochen wechselte sie die Birne*) gegenüber einer ambiguen Bahnung (*Er kaufte eine einzelne Birne*) zu untersuchen, wobei die letztere beiden Homonymbedeutungen in etwa gleichermaßen semantisch Raum gewähren sollte. Hierbei zeigte sich, dass das jeweils kongruente Testwort (LAMPE) schneller und akkurater als semantisch passend bejaht wurde, wenn die semantische Passung eindeutig war.

Einen weiteren Indikator dafür, dass es sich bei dem auf der Verhaltensebene beobachteten Selektionseffekt um das Wirken eines Inhibitionsmechanismus handelt, sollte mit Hilfe des zeitlich hochauflösenden EEGs gewonnen werden. Die Aufmerksamkeit richtete sich hierbei in erster Linie auf die sprachrelevante Komponente N400, die als inverses Maß für die semantische Nähe eines die N400 auslösenden Wortes zum übergeordneten Bedeutungszusammenhang angesehen wird. Erstens zeigte sich dabei, dass die Testwörter beider inkongruenter Bedingungen im Vergleich zu demjenigen der konkordanten Bedingung erwartungsgemäß signifikante N400-Amplituden typischer Charakteristik (Negativität mit zentroparietalem Maximum um 400 ms nach Reizbeginn bei rechtshemisphärischer Betonung) auslösten. Sie waren also in beiden inkongruenten Fällen schwieriger in den

Kontext des vorangegangenen Satzes integrierbar. Zweitens konnte aber auch eine Abstufung der N400-Amplituden beider inkongruenter Bedingungen gefunden werden, und zwar dahingehend, dass das Testwort der neutralen Bedingung die maximale N400 auslöste, gefolgt durch die N400 auf *das-selbe* Testwort der diskordanten Bedingung mit signifikant geringerer Negativität. Diese Reduktion der N400-Amplitude in der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung erbrachte den Hinweis darauf, dass das inkongruente Testwort im Falle der diskordanten Bedingung eine größere semantische Nähe zum vorangegangenen Satz besitzt. Entsprechend der inhibitions-basierten Erwartung auf dem Hintergrund der Verhaltensdaten wurde die Reduktion der »diskordanten« gegenüber der »neutralen« N400-Amplitude dahingehend interpretiert, dass sie den aktuell laufenden und noch nicht vollständig abgeschlossenen Inhibitionsprozess bezüglich der kontextuell inadäquaten Homonymbedeutung widerspiegelt und damit das Postulat der Relevanz eines Inhibitionsmechanismus bei der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität stützt. Demgemäß zeigt sich die unvollständige Inhibition der kontextuell unpassenden Homonymbedeutung nicht nur in Form von Performanzeinbußen auf der Verhaltensebene, sondern zudem auch in der – gegenüber der Neutralbedingung – größeren semantischen Nähe zwischen der alternativen Homonymbedeutung und dem Testwort.

Entgegen dieser inhibitions-basierten Interpretation wäre es aber auch denkbar, dass die Reduktion der »diskordanten« N400-Amplitude gegenüber der neutralen lediglich die generelle Assoziativität zwischen dem diskordanten Testwort und der nicht gebahnten alternativen Homonymbedeutung widerspiegelt, unabhängig davon, ob nun inhibitorische Selektionsprozesse beteiligt sind oder nicht. Um eine klare Entscheidung für eine der beiden Erklärungen zu ermöglichen, wurden die Probanden anhand ihrer Inhibitionswerte in »starke« und »schwache« Supprimierer eingeteilt, wobei die letzteren per definitionem die höheren aktuellen Inhibitionskosten aufwiesen, während die ersteren den Disambiguierungsprozess bereits effizient abgeschlossen hatten. Hierbei zeigte sich, dass die Differenz der N400-Amplituden beider inkongruenter Bedingungen positiv mit dem Ausmaß der auf der Verhaltensebene beobachteten Performanzeinbußen und damit der aktuell noch zu leistenden Inhibition kovariiert. Je weiter also die Disambiguierung der alternativen Homonymbedeutungen aufgrund kontextgeleiteter Inhibition bereits fortgeschritten ist, desto stärker nähert sich auch die »diskordante« N400 der größeren Negativität der »neutralen« N400 an. Folglich geht die Abwesenheit aktueller Inhibitionskosten im Zuge einer erfolgreichen Selektionsentscheidung auf der Verhaltensebene mit der Ununterscheidbarkeit der N400-Amplituden beider inkongruenter Bedingungen einher. Umgekehrt spiegelt sich das aktuelle Wirken des Inhibitionsmechanismus in der geringeren Negativität der N400-Amplitude der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung, und damit in der größeren semantischen Nähe zwischen der unvollständig inhibierten, kontextuell inadäquaten Homonymbedeutung und dem Testwort. Eine derartige Variation der »diskordanten« N400-Amplitude wäre aufgrund der schieren Assoziativität zwischen nicht gebahnter Homonymbedeutung und Testwort kaum zu erwarten.

Vor dem Hintergrund der in Experiment 2 beobachteten Kovariation zwischen dem inhibitionsbedingten Status der kontextgeleiteten Ambiguitätsresolution einerseits und der Modulation der N400-Amplitudendifferenz beider inkongruenter Bedingungen andererseits sollte in Experiment 3 zum einen geprüft werden, ob sich schizophrene Patienten überhaupt von Gesunden hinsichtlich der inhibitorischen Verarbeitung bei der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität auf der Verhaltensebene unterscheiden. Zum anderen sollte untersucht werden, wie sich eine eventuel-

le Beeinträchtigung inhibitorischer Verarbeitung seitens der Patienten elektrophysiologisch auf die N400-Amplitude niederschlägt.

Wie die Analyse erbrachte, zeigten die schizophrenen Patienten kein Verhaltenskorrelat inhibitorischer Verarbeitung der alternativen, kontextuell nicht gebahnten Homonymbedeutung in Form einer Reaktionszeitverzögerung in der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung. Im Hinblick auf diese Abwesenheit einer differentiellen Reaktionszeitverzögerung zwischen den beiden inkongruenten Bedingungen ähneln die Patienten scheinbar den »starken Supprimierern« aus Experiment 2. Dementsprechend könnte man also analog zu den Gesunden vermuten, dass die Disambiguierung der beiden Homonymbedeutungen auch in der Patientengruppe bereits vollständig abgeschlossen sei. In krassem Widerspruch zu dieser Annahme, nach der die Gruppe der schizophrenen Patienten ein Kollektiv mit äußerst effektiven Inhibitionsleistungen repräsentieren würde, stehen die Fehlerraten der beiden inkongruenten Bedingungen dieser Patientenstichprobe. Ein Blick darauf macht nämlich deutlich, dass schizophrene Patienten in der diskordanten gegenüber der neutralen Bedingung signifikant mehr Fehler machen als dies Gesunde tun. Dieser Befund nährt stark den Zweifel, dass die Patientengruppe ihre Selektionsentscheidungen durch Rückgriff auf effiziente inhibitorischer Verarbeitungsmechanismen fällt. Vielmehr scheinen die Patienten ihre Zielreizreaktion strategisch – und damit fälschlich – auf die schiere assoziative Nähe zwischen der, in ihrem Fall ungehemmten, alternativen, nicht gebahnten Homonymbedeutung und dem Testwort zu gründen. Zusammengenommen geben diese Befunde einen deutlichen Hinweis darauf, dass der Mechanismus der kontextgeleiteten semantischen Inhibition bei den schizophrenen Patienten beeinträchtigt ist.

Vor dem Hintergrund dieser inhibitorischen Beeinträchtigung schizophrener Patienten im Zuge der kontextgeleiteten Resolution lexikalischer Ambiguität ist es wenig verwunderlich, dass sich zwischen den Gruppen auch Unterschiede in den Hirnpotentialen ergeben. So zeigte sich zum einen, dass die N400-Effekte seitens der Patienten nicht die typischerweise bei den Gesunden beobachtete Lateralisierung zugunsten der rechten Hemisphäre aufweisen. Zum anderen findet sich bei den Patienten auch kein differentieller Unterschied zwischen den beiden inkongruenten Bedingungen. Beide Befunde zusammen legen für die Patientengruppe eine Veränderung des neurokognitiven Substrats nahe, das die Grundlage für eine erfolgreiche Disambiguierung von Homonymie durch kontextgeleitete semantische Inhibition ermöglicht. Vermutlich handelt es sich dabei um ein Störung der Kommunikation inhibitorischer Areale des rechten dorsolateralen Stirnhirns (Brodmannareale 9 und 46) mit den semantisch-integrativen Gebieten des rechten (und linken) Schläfenlappens im Sinne einer gestörten effektiven Konnektivität. Eine zukünftige Aufgabe wird darin bestehen, diese Hypothese v.a. unter Zuhilfenahme räumlich hochauflösender Verfahren – präferenziell der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) – einer experimentellen Prüfung zu unterziehen.

Literaturverzeichnis

- Abramczyk, R. R., Jordan, D. E. & Hegel, M. (1983): "Reverse" Stroop effect in the performance of schizophrenics. *Perceptual and Motor Skills*, **56**, S. 99–106.
- Adams, J., Faux, S. F., Nestor, P. G. et al. (1993): ERP abnormalities during semantic processing in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, **10**, S. 247–257.
- Allport, D. A. (1987): Selection for action: Some behavioral and neurophysiological considerations of attention and action. In: Heuer, H. & Sanders, A. F. (Hg.), *Perspectives on Perception and Action*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, S. 395–419.
- Allport, D. A. (1989): Visual attention. In: Posner, M. I. (Hg.), *Foundations of Cognitive Science*, Cambridge, MA: MIT Press, S. 631–682.
- Allport, D. A., Tipper, S. P. & Chmiel, N. R. J. (1985): Perceptual integration and postcategorical filtering. In: Posner, M. I. & Marin, O. S. M. (Hg.), *Attention and Performance*, Bd. 11, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, S. 107–132.
- Aloia, M. S., Gourovitch, M. L., Missar, D. et al. (1998): Cognitive substrates of thought disorder, II: Specifying a candidate cognitive mechanism. *American Journal of Psychiatry*, **155**, S. 1677–1684.
- Anderson, M. C. & Bjork, R. A. (1994): Mechanisms of inhibition in long-term memory. In: Dagenbach, D. & Carr, T. H. (Hg.), *Inhibitory processes in attention, memory, and language*, San Diego, CA: Academic Press, S. 265–326.
- Anderson, M. C. & Spellman, B. A. (1995): On the status of inhibitory mechanisms in cognition: memory retrieval as a model case. *Psychological Review*, **102**, S. 68–100.
- Andreasen, N. C. (1979a): The clinical assessment of thought, language, and communication disorders I. The definition of terms and evaluation of their reliability. *Archives of General Psychiatry*, **36**, S. 1315–1325.
- Andreasen, N. C. (1979b): The clinical assessment of thought, language, and communication disorders II. Diagnostic significance. *Archives of General Psychiatry*, **36**, S. 1325–1330.
- Andreasen, N. C. (1981): *Scale for the Assessment of Negative Symptoms (SANS)*. Iowa City: University of Iowa.

- Andreasen, N. C. (1982): Negative symptoms in schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, **39**, S. 784–788.
- Andreasen, N. C. (1984): *Scale for the Assessment of Positive Symptoms (SAPS)*. Iowa City: University of Iowa.
- Andreasen, N. C., Arndt, S., Alliger, R. et al. (1995): Symptoms of schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, **52**, S. 341–351.
- Andreasen, N. C. & Olsen, S. (1982): Negative *v* positive schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, **39**, S. 789–794.
- Andreasen, N. C., Rezai, K., Alliger, R. et al. (1992): Hypofrontality in neuroleptic-naive patients and in patients with chronic schizophrenia. Assessment with xenon 133 single-photon emission computed tomography and the Tower of London. *Archives of General Psychiatry*, **49**, S. 943–958.
- Andrews, S., Mitchell, P. F., Fox, A. M. et al. (1990): ERP indices of semantic processing in schizophrenia. In: Brunnia, C. H. M., Gaillard, A. W. K. & Kok, A. (Hg.), *Psychophysiological Brain Research*, Bd. 2, Tilburg, The Netherlands: Tilburg University Press, S. 221–225.
- Angrist, B., Rotrosen, J. & Gershon, S. (1980): Differential effects of neuroleptics on negative versus positive symptoms in schizophrenia. *Psychopharmacology*, **72**, S. 17–19.
- Arbuthnott, K. D. (1995): Inhibitory mechanisms in cognition: Phenomena and models. *Current Psychology of Cognition*, **14**, S. 3–45.
- Baddeley, A. D. (1976): *The Psychology of Memory*. New York: Basic Books.
- Barch, D., Cohen, J. D., Servan-Schreiber, D. et al. (1996): Semantic priming in schizophrenia: An examination of spreading activation using word pronunciation and multiple SOAs. *Journal of Abnormal Psychology*, **105**, S. 592–601.
- Baruch, I., Hemsley, D. R. & Gray, J. A. (1988): Differential performance of acute and chronic schizophrenics in a latent inhibition task. *Journal of Nervous and Mental Disorders*, **176**, S. 598–606.
- Bashinski, H. S. & Bachrach, V. R. (1980): Enhancement of perceptual sensitivity as the result of selectively attending to spatial locations. *Perception and Psychophysics*, **28**, S. 241–248.
- Baving, L., Wagner, M., Cohen, R. et al. (2001): Increased repetition and semantic priming in schizophrenic patients. *Journal of Abnormal Psychology*, **110** (1), S. 67–75.
- Beech, A., Baylis, G. C., Smithson, P. et al. (1989a): Individual differences in schizotypy as reflected in cognitive measures of inhibition. *British Journal of Clinical Psychology*, **28**, S. 117–129.
- Beech, A. & Claridge, G. (1987): Individual differences in negative priming: Relations with schizotypal personality traits. *British Journal of Psychology*, **78**, S. 349–356.

- Beech, A., Powell, T., McWilliam, J. et al. (1989b): Evidence of reduced "cognitive inhibition" in schizophrenia. *British Journal of Clinical Psychology*, **28**, S. 110–116.
- Benes, F. M., J., M., Bird, E. D. et al. (1991): Deficits in small interneurons in prefrontal and cingulate cortices of schizophrenic and schizoaffective patients. *Archives of General Psychiatry*, **48**, S. 996–1001.
- Bentin, S. (1987): Event-related potentials, semantic processes, and expectancy factors in word recognition. *Brain and Language*, **31**, S. 308–327.
- Bjork, R. A. (1989): Retrieval inhibition as an adaptive mechanism in human memory. In: Roediger, H. L. & Craik, F. I. M. (Hg.), *Varieties of memory and consciousness: Essays in honour of Endel Tulving*, Hilldale, NJ: Lawrence Erlbaum, S. 309–330.
- Bleuler, E. (1911): Dementia praecox oder Gruppe der Schizophrenien. In: Aschaffenburg, G. (Hg.), *Handbuch der Psychiatrie*, Leipzig und Wien: Lawrence Erlbaum.
- Blum, N. A. & Freides, D. (1995): Investigating thought disorder in schizophrenia with the lexical decision task. *Schizophrenia Research*, **16**, S. 217–224.
- Boucart, M., Mobarek, N., Cuervo, C. et al. (1999): What is the nature of increased Stroop interference in schizophrenia? *Acta Psychologica*, **101**, S. 3–25.
- Braff, D. L., Geyer, M. A. & Swerdlow, N. R. (2001): Human studies of prepulse inhibition of startle. *Psychopharmacology*, **156**, S. 234–258.
- Broadbent, D. E. (1958): *Perception and Communication*. London: Pergamon.
- Brown, C. M. & Hagoort, P. (1993): The processing nature of the N400: evidence from masked priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **5**, S. 34–44.
- Brown, C. M. & Hagoort, P. (1999): On the electrophysiology of language comprehension: Implications for the human language system. In: Crocker, M., Pickering, M. & Clifton, C. (Hg.), *Architectures and Mechanisms for Language Processing*, Cambridge: Cambridge University Press, S. 213–237.
- Brown, W. S., Marsh, J. T. & LaRue, A. (1982): Event-related potentials in psychiatry: differentiating depression and dementia in the elderly. *Bulletin of the Los Angeles Neurological Society*, **47**, S. 91–107.
- Burgess, C. & Simpson, G. B. (1988): Cerebral hemispheric mechanisms in the retrieval of ambiguous word meanings. *Brain and Language*, **33**, S. 86–103.
- Bush, L. K., Hess, U. & Wolford, G. (1993): Transformations for within-subject designs: A Monte Carlo investigation. *Psychological Bulletin*, **113**, S. 566–579.
- Cadenhead, K. S., Geyer, M. A., Butler, R. W. et al. (1997): Information processing deficits of schizophrenia patients: relationship to clinical ratings, gender, and medication status. *Schizophrenia Research*, **28**, S. 51–62.

- Cameron, N. (1938): Reasoning, regression, and communication in schizophrenics. *Monographs*, **50** (221).
- Carr, T. H. & Dagenbach, D. (1990): Semantic priming and repetition priming from masked words: Evidence for a center-surround attentional mechanism. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, **16**, S. 341–350.
- Chapin, K., McCown, J., Vann, L. E. et al. (1992): Activation and facilitation in the lexicon of schizophrenics. *Schizophrenia Research*, **6**, S. 251–255.
- Chapin, K., Vann, L. E., Lycaki, H. et al. (1989): Investigation of the associative network in schizophrenia using the semantic priming paradigm. *Schizophrenia Research*, **2**, S. 355–360.
- Chapman, L. J. (1958): Intrusions of associative responses into schizophrenic conceptual performance. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, **56**, S. 374–379.
- Chapman, L. J. & Chapman, J. P. (1973): *Disordered thought in schizophrenia*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Chapman, L. J., Chapman, J. P. & Daut, R. (1976): Schizophrenic inability to disattend from strong aspects of meaning. *Journal of Abnormal Psychology*, **85**, S. 35–40.
- Chapman, L. J., Chapman, J. P. & Miller, G. A. (1964): A theory of verbal behavior in schizophrenia. In: Maher, B. A. (Hg.), *Contributions to the psychopathology of schizophrenia*, New York: Academic Press.
- Chiarello, C., Richards, L. & Pollock, A. (1992): Semantic additivity and semantic inhibition: Dissociable processes in the cerebral hemispheres. *Brain and Language*, **42**, S. 52–76.
- Chwilla, D. J., Brown, C. M. & Hagoort, P. (1995): The N400 as a function of the level of processing. *Psychophysiology*, **32**, S. 274–285.
- Clementz, B. A. (1998): Psychophysiological measures of (dis)inhibition as liability indicators for schizophrenia. *Psychophysiology*, **35**, S. 648–668.
- Cohen, J. D., Barch, D. M., Carter, C. et al. (1999): Context-processing deficits in schizophrenia: Converging evidence from three theoretically motivated cognitive tasks. *Journal of Abnormal Psychology*, **108** (1), S. 120–133.
- Cohen, J. D., Braver, T. S. & O'Reilly, R. (1996): A computational approach to prefrontal cortex, cognitive control, and schizophrenia: Recent developments and current challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, **351**, S. 1515–1527.
- Cohen, J. D. & Servan-Schreiber, D. (1992): Context, cortex, and dopamine: A connectionist approach to behavior and biology in schizophrenia. *Psychological Review*, **99**, S. 45–77.
- Collins, A. M. & Loftus, E. F. (1975): A spreading activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, **8**, S. 407–428.

- Condray, R., Steinhauer, S. R., Cohen, J. D. et al. (1999): Modulation of language processing in schizophrenia: Effects of context and haloperidol on the event-related potential. *Biological Psychiatry*, **45**, S. 1336–1355.
- Connell, P. H. (1958): *Amphetamine psychosis*. London: Oxford University Press.
- Connelly, L. S. & Hasher, L. (1993): Aging and the inhibition of spatial location. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **19** (6), S. 1238–1250.
- Conrad, C. (1974): Context effects in sentence comprehension: A study of the subjective lexicon. *Memory and Cognition*, **2**, S. 130–138.
- Cornblatt, B. A. & Keilp, J. P. (1994): Impaired attention, genetics, and pathophysiology of schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, **20**, S. 31–46.
- Cottrell, G. W. (1988): A model of lexical access of ambiguous words. In: Small, S. I., Cottrell, G. W. & Tanenhaus, M. K. (Hg.), *Lexical ambiguity resolution: Perspectives from psycholinguistics, neuropsychology, and artificial intelligence*, San Mateo, CA: Morgan Kaufmann, S. 179–195.
- Cottrell, G. W. & Small, S. L. (1983): A connectionist scheme for modelling word sense disambiguation. *Cognition and Brain Theory*, **6**, S. 89–120.
- Courchesne, E., Hillyard, S. A. & Galambos, R. (1975): Stimulus novelty, task relevance, and the visual evoked potential in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **39**, S. 131–143.
- Crow, T. (1980): Molecular pathology of schizophrenia: More than one dimension of pathology? *British Medical Journal*, **280**, S. 66–68.
- Dalrymple-Alford, E. C. & Budayr, B. (1966): Examination of some aspects of the Stroop color-word test. *Perceptual and Motor Skills*, **23**, S. 1211–1214.
- David, A. S. (1995): Negative priming (cognitive inhibition) in psychiatric patients: effects of neuroleptics. *Journal of Nervous and Mental Disease*, **183**, S. 337–339.
- Desimone, R. (1996): Neural mechanisms for visual memory and their role in attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **93**, S. 13494–13499.
- Desimone, R. & Duncan, J. (1995): Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual Review of Neuroscience*, **18**, S. 193–222.
- Deutsch, J. A. & Deutsch, D. (1963): Attention: Some theoretical considerations. *Psychological Review*, **70**, S. 80–90.
- Dixon, P. & Twilley, L. C. (1999): Context and homograph meaning resolution. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, **53**, S. 335–346.
- Donchin, E. (1981): Surprise! ... Surprise? *Psychophysiology*, **18**, S. 493–513.

- Donchin, E. & Coles, M. G. H. (1988): Is the P300 component a manifestation of context updating. *Behavioral and Brain Sciences*, **11**, S. 357–374.
- Donchin, E., Kramer, A. F. & Wickens, C. (1986): Applications of brain event-related potentials to problems in engineering psychology. In: Coles, M. G. H., Donchin, E. & Porges, S. W. (Hg.), *Psychophysiology: Systems, Processes and Applications*, New York: The Guilford Press, S. 702–718.
- Done, D. J. & Frith, C. D. (1984): The effect of context during word perception in schizophrenia patients. *Brain and Language*, **23**, S. 318–336.
- Duffy, S. A., Morris, R. K. & Rayner, K. (1988): Lexical ambiguity and fixation times in reading. *Journal of Memory and Language*, **27**, S. 429–446.
- Duncan, J. (1980): The locus of interference in the perception of simultaneous stimuli. *Psychological Review*, **96**, S. 433–458.
- Duncan-Johnson, C. C. (1981): P300 latency: a new metric of information processing. *Psychophysiology*, **18**, S. 207–215.
- Duncan-Johnson, C. C. & Donchin, E. (1977): On quantifying surprise: The variation of event-related potentials with subjective probability. *Psychophysiology*, **14**, S. 456–467.
- Ellinwood, E. H. (1967): Amphetamine psychosis. I Description of the individuals and process. *Journal of Nervous and Mental Disease*, **144**, S. 273–283.
- Endicott, J. & Spitzer, R. L. (1978): A diagnostic interview: The schedule for affective disorders and schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, **35**, S. 837–844.
- Enright, S. J. & Beech, A. R. (1990): Obsessional states: Anxiety disorders or schizotypes? An information processing and personality assessment. *Psychological Medicine*, **20** (3), S. 621–627.
- Enright, S. J. & Beech, A. R. (1993a): Further evidence of reduced cognitive inhibition in obsessive-compulsive disorder. *Personality and Individual Differences*, **14** (3), S. 387–395.
- Enright, S. J. & Beech, A. R. (1993b): Reduced cognitive inhibition in obsessive-compulsive disorder. *British Journal of Clinical Psychology*, **32**, S. 67–74.
- Enright, S. J., Beech, A. R. & Claridge, G. S. (1995): A further investigation of cognitive inhibition in obsessive-compulsive disorder and other anxiety disorders. *Personality and Individual Differences*, **19** (4), S. 535–542.
- Everling, S. & Fischer, B. (1998): The antisaccade: a review of basic research and clinical studies. *Neuropsychologia*, **36**, S. 885–899.
- Fabiani, M., Gratton, G. & Coles, M. G. H. (2000): Event-related brain potentials. Methods, theory, and applications. In: Cacioppo, J. T., Tassinary, L. G. & Bernston, G. G. (Hg.), *Handbook of Psychophysiology*, Cambridge University Press, S. 53–84.

- Falkai, P., Vogeley, K. & Maier, W. (2001): Hirnstrukturelle Veränderungen bei Patienten mit schizophrenen Psychosen. *Nervenarzt*, **72**, S. 331–341.
- Faust, M. E. & Gernsbacher, M. A. (1996): Cerebral mechanisms for suppression of inappropriate information during sentence comprehension. *Brain and Language*, **53**, S. 234–259.
- Felleman, D. J. & Van Essen, D. C. (1991): Distributed hierarchical processing in the primate cerebral cortex. *Cerebral Cortex*, **1**, S. 1–47.
- Ferraro, F. R. & Okerlund, M. (1996): Failure to inhibit irrelevant information in schizotypal individuals: Negative priming. *Journal of Clinical Psychology*, **52**, S. 389–394.
- Fox, E. (1995): Negativ priming from ignored distractors in visual selection: A review. *Psychonomic Bulletin and Review*, **2**, S. 145–173.
- Friston, K. J. (1995): Schizophrenia: a disconnection syndrome. *Clinical Neuroscience*, **3**, S. 89–97.
- Friston, K. J. (1996): Theoretical neurobiology and schizophrenia. *British Medical Bulletin*, **52**, S. 644–655.
- Friston, K. J. (1998): The disconnection hypothesis. *Schizophrenia Research*, **30**, S. 115–125.
- Friston, K. J. (1999): Schizophrenia and the disconnection hypothesis. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, **395**, Supplementum, S. 68–79.
- Frith, C. D. (1979): Consciousness, information processing and schizophrenia. *British Journal of Psychiatry*, **134**, S. 225–235.
- Frith, C. D., Friston, K., Liddle, P. F. et al. (1991): Willed action and the prefrontal cortex in man: A study with PET. *Proceedings of the Royal Society of London B*, **244**, S. 241–246.
- Fukushima, J., Fukushima, K., Morita, N. et al. (1990): Further analysis of the control of voluntary saccadic eye movements in schizophrenic patients. *Biological Psychiatry*, **28**, S. 943–958.
- Gernsbacher, M. A. & Faust, M. E. (1991): The mechanism of suppression: A component of general comprehension skill. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, **17**, S. 245–262.
- Gernsbacher, M. A. & Varner, K. R. (1988): The multi-media comprehension battery. Techn. Ber. 80-03, Institute of Cognitive and Decision Sciences, Eugene: University of Oregon.
- Gernsbacher, M. A., Varner, K. R. & Faust, M. E. (1990): Investigating differences in general comprehension skill. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, **16**, S. 430–445.
- Girelli, M. & Luck, S. J. (1997): Are the same attentional mechanisms used to detect visual search targets defined by color, orientation, and motion? *Journal of Cognitive Neuroscience*, **9** (2), S. 238–253.

- Goldman-Rakic, P. S. (1987): Circuitry of primate prefrontal cortex and regulation of behavior by representational memory. In: Plum, F. (Hg.), *Handbook of Physiology, the nervous system, higher functions of the brain*, Bethesda, MD: American Physiological Society, S. 373–417.
- Gomez Gonzales, C. M., Clark, V. P., Fan, S. et al. (1994): Sources of attention-sensitive visual event-related potentials. *Brain Topography*, **7**, S. 41–51.
- Goodman, W. K., Price, L. H., Rasmussen, S. A. et al. (1989): The Yale-Brown Obsessive Compulsive Scale. *Archives of General Psychiatry*, **46**, S. 1006–1016.
- Gorfein, D. S. (1989): *Resolving semantic ambiguity*. New York: Springer.
- Gorfein, D. S. & Bubka, A. (1989): A context-sensitive frequency-based theory of meaning achievement. In: Gorfein, D. S. (Hg.), *Resolving semantic ambiguity*, New York: Springer, S. 84–106.
- Grillon, C., Ameli, R. & Glazer, W. M. (1991): N400 and semantic categorization in schizophrenia. *Biological Psychiatry*, **29**, S. 467–480.
- Gunter, T. C., Jackson, J. L. & Mulder, G. (1992): An electrophysiological study of semantic processing in young and middle-aged academics. *Psychophysiology*, **29**, S. 38–54.
- Hagoort, P., Brown, C. M. & Osterhout, L. (1999): The neurocognition of syntactic processing. In: Brown, C. M. & Hagoort, P. (Hg.), *The Neurocognition of Language*, New York: Oxford University Press, S. 273–316.
- Hagoort, P., Brown, C. M. & Swaab, T. Y. (1996): Lexical-semantic event-related potential effects in patients with left hemisphere lesions and aphasia, and patients with right hemisphere lesions without aphasia. *Brain*, **119**, S. 627–649.
- Halgren, E. (1990): Insights from evoked potentials into the neuropsychological mechanisms of reading. In: Scheibel, A. B. & Wechsler, A. F. (Hg.), *Neurobiology of Higher Function*, New York: Guilford Press, S. 103–150.
- Hallet, P. E. (1978): Primary and secondary saccades to goals defined by instructions. *Vision Research*, **18**, S. 1279–1296.
- Hallet, P. E. & Adams, B. D. (1980): The predictability of saccadic latency in a novel oculomotor task. *Vision Research*, **20**, S. 329–339.
- Hamm, A. O., Weike, A. I. & Schupp, H. T. (2001): The effect of neuroleptic medication on prepulse inhibition in schizophrenic patients: current status and future issues. *Psychopharmacology*, **156**, S. 259–265.
- Harrison, P. J. (1999): The neuropathology of schizophrenia. A critical review of the data and their interpretation. *Brain*, **122**, S. 593–624.
- Hasher, L., Stoltzfus, E. R., Zacks, R. T. et al. (1991): Age and Inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, **17**, S. 163–169.

- Heinze, H. J., Luck, S. J., Mangun, G. R. et al. (1990a): Visual event-related potentials index focused attention within bilateral stimulus arrays. I. Evidence for early selection. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **75**, S. 511–527.
- Heinze, H. J., Mangun, G. R. & Hillyard, S. A. (1990b): Visual event-related potentials index perceptual accuracy during attention to bilateral stimuli. In: Brunia, C., Gaillard, A. & Kok, A. (Hg.), *Psychophysiological Brain Research*, Bd. I, Tilburg: University Press, S. 196–202.
- Helenius, P., Salmelin, R., Service, E. et al. (1998): Distinct time courses of word and context comprehension in the left temporal cortex. *Brain*, **121**, S. 1133–1142.
- Henik, A., Nissimov, E., Priel, B. et al. (1995): Effects of cognitive load on semantic priming in schizophrenic patients. *Journal of Abnormal Psychology*, **104**, S. 576–584.
- Henik, A., Priel, B. & Umansky, R. (1992): Attention and automaticity in semantic processing in schizophrenic patients. *Neuropsychiatry, Neuropsychology, and Behavioral Neurology*, **5**, S. 161–169.
- Hepp, H. H., Maier, S., Hermle, L. et al. (1996): The Stroop effect in schizophrenia patients. *Schizophrenia Research*, **22**, S. 187–195.
- Hillyard, S. A., Mangun, G. R. & Luck, S. J. and Heinze, H. J. (1990): Electrophysiology of visual attention. In: John, E. R., Harmony, T., Pritchep, L. et al. (Hg.), *Machinery of the Mind*, Boston: Birkhausen, S. 186–205.
- Hillyard, S. A. & Münte, T. F. (1984): Selective attention to color and location: An analysis with event-related brain potentials. *Perception and Psychophysics*, **36**, S. 185–198.
- Hodgson, R. J. & Rachmann, S. (1977): Obsessional-compulsive complaints. *Behaviour Research and Therapy*, **15**, S. 389–395.
- Hogaboam, T. W. & Perfetti, C. A. (1975): Lexical ambiguity and sentence comprehension. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **14**, S. 265–274.
- Holcomb, P. J. (1988): Automatic and attentional processing: An event-related brain potential analysis of semantic processing. *Brain and Language*, **35**, S. 66–85.
- Homberg, V., Hefter, H., Granseyer, G. et al. (1986): Event-related brain potentials in patients with Huntingtons's disease and relatives at risk in relation to detailed psychometry. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **63**, S. 552–569.
- Honigfeld, G. (1963): The ability of schizophrenics to understand normal, psychotic, and pseudo-psychotic speech. *Disorders of the Nervous System*, **24**, S. 692–694.
- Houghton, G. & Tipper, S. P. (1994): A model of inhibitory mechanisms in selective attention. In: Dagenbach, D. & Carr, T. H. (Hg.), *Inhibitory Processes in Attention, Memory, and Language*, San Diego, CA: Academic Press, S. 53–113.

- Houghton, G. & Tipper, S. P. (1996): Inhibitory mechanisms of neural and cognitive control: Application to selective attention and sequential action. *Brain and Cognition*, **30**, S. 20–43.
- Houghton, G., Tipper, S. P., Weaver, B. et al. (1996): Inhibition and interference in selective attention: Some tests of neural network model. *Visual Cognition*, **3**, S. 119–164.
- Hughlings-Jackson, J. (1931): In: Taylor, J. (Hg.), *Selective Writings*, London: Hodder & Stoughton Ltd.
- Johnson, R. (1989a): Auditory and visual P300s in temporal lobectomy patients: evidence for modality-dependent generators. *Psychophysiology*, **26**, S. 633–650.
- Johnson, R. (1989b): Developmental evidence for modality-dependent P300 generators: a normative study. *Psychophysiology*, **26**, S. 651–667.
- Johnson, R. (1993): On the neural generators of the P300 component of the event-related potential. *Psychophysiology*, **30**, S. 90–97.
- Johnson, R., Pfefferbaum, A. & Kopell, B. S. (1985): P300 and long-term memory: latency predicts recognition performance. *Psychophysiology*, **22**, S. 447–507.
- Jurado, M. A., Junque, C., Vallejo, J. et al. (2002): Obsessive-compulsive disorder (OCD) patients are impaired in remembering temporal order and in judging their own performance. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, **24**, S. 261–269.
- Kahneman, D. (1973): *Attention and effort*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Karninski, W. & Blair, R. C. (1989): Topographical and temporal stability of the P300. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **72**, S. 373–383.
- Kay, S., Fiszbein, A. & Opler, L. A. (1987): The Positive and Negative Syndrome Scale (PANSS) for Schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, **13**, S. 261–276.
- Kay, S. R., Opler, L. A. & Lindenmayer, J. P. (1989): The Positive and Negative Syndrome Scale (PANSS): Rationale and Standardization. *British Journal of Psychiatry*, **155** (Suppl.7), S. 59–67.
- King, J. W. & Kutas, M. (1995): Who did what and when? Using word- and clause-level ERPs to monitor working memory usage in reading. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **7**, S. 376–395.
- Klepsch, R., Zawarka, W., Hand, I. et al. (1993): *Hamburger Zwangsinventar - Kurzform*. Beltz Test GmbH, Weinheim.
- Klimidis, S., Stuart, G. W., Minas, I. H. et al. (1993): The Positive and Negative Syndrome Scale (PANSS): Rationale and Standardization. *Schizophrenia Research*, **9** (1), S. 11–18.
- Knight, R. T., Scabini, D., Woods, D. et al. (1989): Contribution of temporal-parietal junction to the human auditory P3. *Brain Research*, **502**, S. 109–116.

- Koyama, S., Nageishi, Y., Shimokochi, M. et al. (1991): The N400 component of event-related potentials in schizophrenic patients: A preliminary study. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **78**, S. 124–132.
- Kraepelin, E. (1913): *Psychiatrie*, Bd. III. Leipzig: J. A. Barth, 8. Aufl.
- Kraepelin, E. & Lange, J. (1927): *Psychiatrie*. Leipzig: J. A. Barth, 9. Aufl.
- Kramer, A. F. & Strayer, D. L. (1988): Assessing the development of automatic processing: an application of dual-track and event-related brain potential methodologies. *Biological Psychology*, **69**, S. 231–267.
- Kupferberg, G. R., McGuire, P. K. & David, A. S. (1998): Reduced sensitivity to linguistic context in schizophrenic thought disorder: Evidence from on-line monitoring for words in linguistically anomalous sentences. *Journal of Abnormal Psychology*, **107**, S. 423–434.
- Kutas, M. (1994): Psycholinguistics Electrified. In: Gernsbacher, M. A. (Hg.), *Handbook of Psycholinguistics*, Academic Press, S. 83–143.
- Kutas, M. & Hillyard, S. A. (1980a): Event-related brain potentials to semantically and surprisingly large words. *Biological Psychology*, **11**, S. 99–116.
- Kutas, M. & Hillyard, S. A. (1980b): Reading between the lines: Event-related brain potentials during natural sentence processing. *Brain and Language*, **11**, S. 354–373.
- Kutas, M. & Hillyard, S. A. (1980c): Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, **207**, S. 203–205.
- Kutas, M. & Hillyard, S. A. (1982): The lateral distribution of event-related potentials during sentence processing. *Neuropsychologia*, **20**, S. 579–590.
- Kutas, M. & Hillyard, S. A. (1983): Event-related brain potentials to grammatical errors and semantic anomalies. *Memory and Cognition*, **11**, S. 539–550.
- Kutas, M., McCarthy, G. & Donchin, E. (1977): Augmenting mental chronometry: the P300 as a measure of stimulus evaluation. *Science*, **197**, S. 792–795.
- Kutas, M., Neville, H. J. & Holcomb, P. J. (1987): A preliminary comparison of the N400 response to semantic anomalies during reading, listening, and signing. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **39** (Suppl.), S. 325–330.
- Kutas, M., Van Petten, C. & Besson, N. (1988): Event-related potential asymmetries during the reading of sentences. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **69**, S. 318–232.
- Kutas, M. & Van Petten, C. K. (1994): Psycholinguistics electrified: Event-related potential investigations. In: Gernsbacher, M. A. (Hg.), *Handbook of Psycholinguistics*, New York: Academic Press, S. 83–143.

- Kwapil, T., Hegley, D., Chapman, L. J. et al. (1990): Facilitation of word recognition by semantic priming in schizophrenia. *Journal of Abnormal Psychology*, **99**, S. 215–221.
- Laplante, L., Everett, J. & Thomas, J. (1992): Inhibition through negative priming with Stroop stimuli in schizophrenia. *British Journal of Clinical Psychology*, **31**, S. 307–326.
- Lenzenweger, M. F., Cornblatt, B. A. & Putnick, M. (1991): Schizotypy and sustained attention. *Journal of Abnormal Psychology*, **100**, S. 84–89.
- Levy, D. L., Mendell, N. R., LaVancher, C. A. et al. (1998): Disinhibition in antisaccade performance in schizophrenia. In: Lenzenweger, M. & Dworkin, R. H. (Hg.), *Origins and development of schizophrenia*, Washington, DC: American Psychological Association.
- Lewis, S. W. (1990): Computerized tomography in schizophrenia 15 years on. *British Journal of Psychiatry*, **157** (Suppl. 9), S. 16–24.
- Liddle, P. F. (1987): The symptoms of chronic schizophrenia: a reexamination of the positive-negative dichotomy. *British Journal of Psychiatry*, **151**, S. 145–151.
- Liddle, P. F. (1996): Functional imaging: schizophrenia. *British Medical Bulletin*, **52**, S. 486–494.
- Liddle, P. F., Friston, K. J., Frith, C. D. et al. (1992): Patterns of cerebral blood flow in schizophrenia. *British Journal of Psychiatry*, **160**, S. 179–186.
- Liddle, P. F. & Morris, D. L. (1991): Schizophrenic syndromes and frontal lobe performance. *British Journal of Psychiatry*, **158**, S. 340–345.
- Lim, K. O., Hedehus, M., Moseley, M. et al. (1999): Compromised white matter tract integrity in schizophrenia inferred from diffusion tensor imaging. *Archives of General Psychiatry*, **56**, S. 367–374.
- Livingstone, M. S. & Hubel, D. H. (1987): Psychophysical evidence for separate channels for the perception of form, color, movement, and depth. *Journal of Neuroscience*, **7**, S. 3416–3468.
- Livingstone, M. S. & Hubel, D. H. (1988): Segregation of form, color, movement, and depth: Anatomy, physiology, and perception. *Science*, **240**, S. 740–749.
- Logan, G. D. (1988): Towards an instance theory of automatization. *Psychological Review*, **95**, S. 492–527.
- Logan, G. D. (1994): On the ability to inhibit thought and action. A user's guide to the stop signal paradigm. In: Dagenbach, D. & Carr, T. H. (Hg.), *Inhibitory processes in attention, memory, and language*, San Diego, CA: Academic Press, S. 113–150.
- Lowe, D. G. (1979): Strategies, context, and the mechanisms of response inhibition. *Memory and Cognition*, **7**, S. 382–389.
- Lucas, M. M. (1987): Frequency effects on the processing of ambiguous words in sentence context. *Language and Speech*, **30**, S. 25–46.

- Luck, S. J., Chelazzi, L., Hillyard, S. A. et al. (1997): Neural mechanisms of spatial selective attention in areas V1, V2, and V4 of macaque visual cortex. *Journal of Neurophysiology*, **77** (1), S. 24–42.
- Luck, S. J., Fan, F. & Hillyard, S. A. (1993): Attention-related modulation of sensory-evoked brain activity in a visual search task. *Journal-of-Cognitive-Neuroscience*, **5** (2), S. 188–195.
- Luck, S. J. & Girelli, M. (1998): Electrophysiological approaches to the study of selective attention in the human brain. In: Parasuraman, R. (Hg.), *The attentive brain*, Cambridge: MIT Press, S. 71–94.
- Luck, S. J., Heinze, H. J., Mangun, G. R. et al. (1990): Visual event-related potentials index focused attention within bilateral stimulus arrays. II. Functional dissociation of P1 and N1 components. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **75**, S. 528–542.
- Luck, S. J. & Hillyard, S. A. (1990): Electrophysiological evidence for parallel and serial visual processing during visual search. *Perception and Psychophysics*, **48**, S. 603–617.
- Luck, S. J. & Hillyard, S. A. (1994a): Electrophysiological correlates of feature analysis during visual search. *Psychophysiology*, **31** (3), S. 291–308.
- Luck, S. J. & Hillyard, S. A. (1994b): Spatial filtering during visual search: Evidence from human electrophysiology. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **20**, S. 1000–1014.
- MacDonald, P. A., Anthony, M. M., MacLeod, C. M. et al. (1999a): Negative priming for obsessive-compulsive checkers and noncheckers. *Journal of Abnormal Psychology*, **108** (4), S. 679–686.
- MacDonald, P. A., Antony, M. M., MacLeod, C. M. et al. (1997): Memory and confidence in memory judgements among individuals with obsessive compulsive disorder and non-clinical controls. *Behaviour Research and Therapy*, **35** (6), S. 497–505.
- MacDonald, P. A. & Joordens, S. (2000): Investigating a memory-based account of negative priming: Support for selection-feature mismatch. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **26** (4), S. 1478–1496.
- MacDonald, P. A., Joordens, S. & Seergobin, K. N. (1999b): Negative priming effects that are bigger than a breadbox: Attention to distractors does not eliminate negative priming, it enhances it. *Memory and Cognition*, **27** (2), S. 197–207.
- MacQueen, G. M., Tipper, S. P., Young, L. T. et al. (2000): Impaired distractor inhibition on a selective attention task in unmedicated, depressed subjects. *Psychological Medicine*, **30** (3), S. 557–564.
- Maher, B. A. (1983): A tentative theory of schizophrenic utterance. In: Maher, B. A. & Maher, W. B. (Hg.), *Progress in experimental personality research: Psychopathology*, Bd. 12, New York: Academic Press, S. 1–52.

- Mangun, G. R., Hansen, J. C. & Hillyard (1987): The spatial orientation of attention: Sensory facilitation or response bias? In: Johnson Jr., R., Rohrbaugh, J. W. & Parasuraman, R. (Hg.), *Current Trends in Event-Related Potential Research*, Amsterdam: Elsevier, S. 118–124.
- Mangun, G. R. & Hillyard, S. A. (1988): Spatial gradients of visual attention: Behavioral and electrophysiological evidence. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **70**, S. 417–428.
- Mangun, G. R. & Hillyard, S. A. (1990): Allocation of visual attention to spatial location: Event-related brain potentials and detection performance. *Perception and Psychophysics*, **47**, S. 532–550.
- Mangun, G. R., Hillyard, S. A. & Luck, S. J. (1993): Electrocortical substrates of visual selective attention. In: Meyer, D. & Kornblum, S. (Hg.), *Attention and Performance*, Nr. XIV, Cambridge, Massachusetts: MIT Press, S. 219–243.
- Manschreck, T. C., Maher, B. A., Milavetz, J. J. et al. (1988): Semantic priming in thought disordered schizophrenic patients. *Schizophrenia Research*, **1**, S. 61–66.
- Marcel, A. J. (1980): Conscious and preconscious recognition of polysemous words: Locating the selective effects of prior verbal context. In: Nickerson, R. S. (Hg.), *Attention and Performance*, Bd. VIII, Hillsdale, NJ: Erlbaum, S. 359–374.
- Maunsell, J. H. R. (1992): Functional visual streams. *Current Opinion in Neurobiology*, **2**, S. 506–510.
- May, C. P., Kane, M. J. & Hasher, L. (1995): Determinants of negative priming. *Psychological Bulletin*, **118** (1), S. 35–54.
- McCarthy, G., Nobre, A. C., Bentin, S. et al. (1995): Language-related field potentials in the anterior-medial temporal lobe: I. Intracranial distribution and neural generators. *Journal of Neuroscience*, **15**, S. 1080–1089.
- McCarthy, G. & Wood, C. C. (1985): Scalp distributions of event-related potentials: An ambiguity associated with analysis of variance models. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **62**, S. 203–208.
- McClure, R. J., Keshavan, M. S. & Pettegrew, J. W. (1998): Chemical and physiological brain imaging in schizophrenia. *Psychiatric Clinics of North America*, **21**, S. 93–122.
- McDowd, J. M., Filion, D. L., Harris, M. J. et al. (1993): Sensory gating and inhibitory function in late-life schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, **19**, S. 733–746.
- McDowell, J. E., Brown, G. G., Paulus, M. P. et al. (in press): Neural correlates of refixation saccades and antisaccades in normal and schizophrenia subjects. *Biological Psychiatry*.
- McDowell, J. E. & Clementz, B. A. (2001): Behavioral and brain imaging studies of saccadic performance in schizophrenia. *Biological Psychology*, **57**, S. 5–22.

- McGhie, A. & Chapman, J. (1961): Disorders of attention and perception in early schizophrenia. *British Journal of Medical Physiology*, **34**, S. 103–116.
- McGhie, A., Chapman, J. & Lawson, J. S. (1964): Disturbances in selective attention in schizophrenia. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, **57**, S. 419–422.
- Melara, R. D., Rao, A. & Tong, Y. (2002): The duality of selection: Excitatory and inhibitory processes in auditory selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **28**, S. 279–306.
- Mellor, C. S. (1970): First rank symptoms of schizophrenia. *British Journal of Psychiatry*, **117**, S. 15–23.
- Meyer, D. E. & Schvaneveldt, R. W. (1971): Facilitation in recognizing pairs of words: Evidence of a dependence between retrieval operations. *Journal of Experimental Psychology*, **20**, S. 227–234.
- Milliken, B., Joordans, S., Merikle, P. et al. (1998): Selective attention: A re-evaluation of the implications of negative priming. *Psychological Review*, **105**, S. 203–229.
- Milner, A. D. & Goodale, M. A. (1995): *The Visual Brain in Action*. Oxford University Press.
- Mishkin, M., Ungerleider, L. G. & Macko, K. A. (1983): Object vision and spatial vision: two cortical pathways. *Trends in Neuroscience*, **6**, S. 414–417.
- Mitchell, P. F., Andrews, S., Fox, A. M. et al. (1991): Active and passive attention in schizophrenia: An ERP study of information processing in a linguistic task. *Biological Psychology*, **32**, S. 101–124.
- Moran, J. & Desimone, R. (1985): Selective attention gates visual processing in the extrastriate cortex. *Science*, **229**, S. 782–784.
- Moritz, S., Jacobsen, D., Mersmann, K. et al. (2000): Negative priming in schizophrenia: No evidence for reduced cognitive inhibition. *Journal of Nervous and Mental Disease*, **188** (9), S. 624–627.
- Moritz, S. & Mass, R. (1997): Reduced cognitive inhibition in schizotypy. *British Journal of Clinical Psychology*, **36**, S. 365–376.
- Moritz, S., Mass, R. & Junk, U. (1998): Further evidence of reduced negative priming in positive schizotypy. *Personality and Individual Differences*, **24**, S. 521–530.
- Moritz, S., Ruff, C., Wilke, U. et al. (2001): Negative priming in schizophrenia: effects of masking and prime presentation time. *Schizophrenia Research*, **48**, S. 291–299.
- Nagl, W. (1992): *Statistische Datenanalyse mit SAS*. Frankfurt/Main: Campus Verlag.
- Nakamura, H., Gattass, R., Desimone, R. et al. (1993): The modular organization of projections from areas V1 and V2 to areas V4 and TEO in macaques. *Journal of Neuroscience*, **13** (9), S. 3681–3691.

- Nasman, V. T. & Dorio, P. (1993): Reduced P3b category response in prefrontal patients. *International Journal of Psychophysiology*, **14**, S. 61–74.
- Navon, D. (1989a): The importance of being visible: On the role of attention in a mind viewed as an anarchic intelligence system. I. Basic tenets. *European Journal of Cognitive Psychology*, **1**, S. 191–213.
- Navon, D. (1989b): The importance of being visible: On the role of attention in a mind viewed as an anarchic intelligence system. II. Application to the field of attention. *European Journal of Cognitive Psychology*, **1**, S. 215–238.
- Navon, D. & Gopher, D. (1979): On the economy of the human processing system. *Psychological Review*, **86**, S. 214–255.
- Neely, J. H. (1977): Semantic priming and retrieval from lexical memory: Roles of inhibitionless spreading activation and limited-capacity attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, **106**, S. 226–254.
- Neely, J. H. (1991): Semantic priming effects in visual word recognition: A selective review of current findings and theories. In: Besner, D. & Humphreys, G. W. (Hg.), *Basic processes in reading: Visual word recognition*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, S. 264–336.
- Neely, J. H. & Keefe, D. E. (1989): Semantic context effects of visual word processing: A hybrid prospective/retrospective processing theory. In: Bower, G. H. (Hg.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, New York: Academic Press, S. 207–248.
- Neill, W. T. (1977): Inhibitory and facilitatory processes in attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **3**, S. 444–450.
- Neill, W. T. (1989): Lexical ambiguity and context: An activation-suppression model. In: Gorfein, D. S. (Hg.), *Resolving semantic ambiguity*, New York: Springer, S. 63–83.
- Neill, W. T., Hilliard, D. V. & Cooper, E. (1988): The detection of lexical ambiguity: Evidence for context-sensitive parallel access. *Journal of Memory and Language*, **27**, S. 279–287.
- Neill, W. T., Lissner, L. S. & Beck, J. L. (1990): Negative priming in same-different matching: Further evidence for a central locus of inhibition. *Perception and Psychophysics*, **48** (4), S. 398–400.
- Neill, W. T. & Valdes, L. A. (1992): Persistence of negative priming: Steady state or decay? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **18** (3), S. 565–576.
- Neill, W. T. & Valdes, L. A. (1996): Facilitatory and inhibitory aspects of attention. In: Kramer, A. F., Coles, M. G. H. & Logan, G. D. (Hg.), *Converging operations in the study of visual selective attention*, Washington, DC: American Psychological Association, S. 77–107.
- Neill, W. T., Valdes, L. A. & Terry, K. M. (1995): Selective attention and inhibitory control of cognition. In: Dempster, F. & Brainerd, C. (Hg.), *Interference and Inhibition in Cognition*, Bd. 11, New York: Academic Press, S. 207–261.

- Neill, W. T., Valdes, L. A., Terry, K. M. et al. (1992): Persistence of negative priming: II. Evidence for episodic trace retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **18** (5), S. 993–1000.
- Neill, W. T. & Westberry, R. L. (1987): Selective suppression of cognitive noise. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **13**, S. 327–334.
- Nestor, P. G., Akdag, S. J., O'Donnell, B. F. et al. (1998): Word recall in schizophrenia: a connectionist model. *American Journal of Psychiatry*, **155**, S. 1685–1690.
- Nestor, P. G., Kimble, M. O., O'Donnell, B. F. et al. (1997): Aberrant semantic activation in schizophrenia: A neurophysiological study. *American Journal of Psychiatry*, **154**, S. 640–646.
- Neumann, O. (1987): Beyond capacity: A functional view of attention. In: Heuer, H. & Sanders, A. F. (Hg.), *Perspectives on Perception and Action*, Bd. 1, Hillsdale, NJ: Erlbaum, S. 335–644.
- Neumann, O. (1996): Theorien der Aufmerksamkeit. In: Neumann, O. & Sanders, A. F. (Hg.), *Enzyklopädie der Psychologie*, Bd. Aufmerksamkeit, Göttingen: Hogrefe, S. 559–643.
- Neville, H. J. (1985): Effects of early sensory and language experience on the development of the human brain. In: Mehler, J. & Fox, R. (Hg.), *Neonate cognition: Beyond the blooming buzzing confusion*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Neville, H. J., Kutas, M., Chesney, G. et al. (1986): Event-related brain potentials during initial encoding and recognition memory of congruous and incongruous words. *Journal of Memory and Language*, **25**, S. 75–92.
- Neville, H. J., Mills, D. L. & Lawson, D. S. (1992): Fractionating language: Different neural subsystems with different sensitive periods. *Cerebral Cortex*, **2**, S. 244–258.
- Niznikiewicz, M., O'Donnell, B. F., Nestor, P. G. et al. (1997): ERP assessment of visual and auditory language processing in schizophrenia. *Journal of Abnormal Psychology*, **106**, S. 85–94.
- Nobre, A. C., Allison, T. & McCarthy, G. (1994): Word recognition in the human inferior temporal lobe. *Nature*, **372**, S. 260–263.
- Nobre, A. C. & McCarthy, G. (1995): Language-related field potentials in the anterior-medial temporal lobe: II. Effects of word type and semantic priming. *Journal of Neuroscience*, **15**, S. 1090–1098.
- Nuechterlein, K. H. & Dawson, M. (1984): Information processing and attentional functioning in the developmental course of schizophrenic disorders. *Schizophrenia Bulletin*, **10**, S. 160–202.
- Nunez, P. L. (1990): Physical principles and neurophysiological mechanisms underlying event-related potentials. In: Rohrbaugh, J. W., Parasuraman, R. & Johnson Jr., R. (Hg.), *Event-Related Brain Potentials: Basic Issues and Applications*, New York: Oxford University Press, S. 19–36.
- Ober, B. A., Vinogradov, S. & Shenaut, G. K. (1995): Semantic priming of category relations in schizophrenia. *Neuropsychology*, **9**, S. 220–228.

- Onifer, W. & Swinney, D. (1981): Assessing lexical ambiguities during sentence comprehension: Effects of frequency of meaning and contextual bias. *Memory and Cognition*, **9**, S. 225–236.
- Osterhout, L. & Holcomb, P. J. (1995): Event-related potentials and language comprehension. In: Rugg, M. D. & Coles, M. G. H. (Hg.), *Electrophysiology of Mind*, Oxford: Oxford University Press, S. 171–215.
- Palmer, J., Ames, C. T. & Lindsey, D. T. (1993): Measuring the effect of attention on simple visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **19**, S. 108–130.
- Park, J. & Kanwisher, N. (1994): Negative priming for spatial location: Identity mismatch, not distractor inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **20** (3), S. 613–623.
- Park, S., Lenzenweger, M. F., Püschel, J. et al. (1996): Attentional inhibition in schizophrenia and schizotypy: a spatial negative priming study. *Cognitive Neuropsychiatry*, **1**, S. 125–149.
- Paul, S., Kellas, G., Martin, M. et al. (1992): Influence of contextual features on the activation of ambiguous word meanings. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, **18**, S. 703–717.
- Pearlson, G. D. & Marsh, L. (1999): Structural brain imaging in schizophrenia: a selective review. *Biological Psychiatry*, **46**, S. 627–649.
- Peters, E. R., Pickering, A. D. & Hemsley, D. R. (1994): "Cognitive inhibition" and positive symptomatology in schizotypy. *British Journal of Clinical Psychology*, **33**, S. 33–48.
- Peters, E. R., Pickering, A. D., Kent, A. et al. (2000): The relationship between cognitive inhibition and psychotic symptoms. *Journal of Abnormal Psychology*, **109**, S. 386–395.
- Polich, J. (1985): Semantic categorization and event-related potentials. *Brain and Language*, **26**, S. 304–321.
- Polich, J. (1988): Bifurcated P300 peaks: P3a and P3b revisited? *Journal of Clinical Neurophysiology*, **5**, S. 287–294.
- Polich, J. & Kok, A. (1995): Cognitive and biological determinants of P300: an integrative review. *Biological Psychology*, **41**, S. 103–146.
- Posner, M. I. (1980): Orienting of attention: The seventh Sir F. C. Bartlett Lecture. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **32**, S. 3–25.
- Posner, M. I., Early, T. S., Reiman, E. et al. (1988): Asymmetries in hemispheric control of attention in schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, **45**, S. 814–821.
- Posner, M. I. & Snyder, C. R. R. (1975a): Attention and cognitive control. In: Solso, R. L. (Hg.), *Information processing and cognition: The Loyola Symposium*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, S. 55–85.

- Posner, M. I. & Snyder, C. R. R. (1975b): Facilitation and inhibition in the processing of signals. In: Rabbitt, P. M. A. & Dornic, S. (Hg.), *Attention and Performance*, Bd. V, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, S. 669–682.
- Posner, M. I., Snyder, C. R. R. & Davidson, B. J. (1980): Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, **109**, S. 160–174.
- Putnam, L. E. & Roth, W. T. (1990): Effects of stimulus repetition, duration and rise time on startle blink and automatically elicited P300. *Psychophysiology*, **27**, S. 275–297.
- Rachman, S. (2002): A cognitive theory of compulsive checking. *Behavioral Research and Therapy*, **40**, S. 625–639.
- Radomsky, A. S., Rachman, S. & Hammond, D. (2001): Memory bias, confidence and responsibility in compulsive checking. *Behavioral Research and Therapy*, **39**, S. 813–822.
- Randrup, A. & Munkvad, I. (1967): Stereotyped activities produced by amphetamine in several animal species and man. *Psychopharmacologia*, **11**, S. 300–310.
- Ratcliff, R. (1993): Methods of dealing with reaction time outliers. *Psychological Bulletin*, **114** (3), S. 510–532.
- Rattan, R. & Chapman, L. J. (1973): Associative intrusions in schizophrenic verbal behavior. *Journal of Abnormal Psychology*, **82**, S. 169–173.
- Rayner, K. & Frazier, L. (1989): Selection mechanisms in reading lexically ambiguous words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, **15**, S. 779–790.
- Reinitz, M. T. (1990): Effects of spatially directed attention on visual encoding. *Perception and Psychophysics*, **47**, S. 497–505.
- Roberts, M. & Schuham, A. (1974): Word associations of schizophrenics and alcoholics as a function of strength of associative distractor. *Journal of Abnormal Psychology*, **83**, S. 426–431.
- Roberts, R. J., Hager, L. D. & Heron, C. (1994): Prefrontal cognitive processes: working memory and inhibition in the antisaccades task. *Journal of Experimental Psychology: General*, **123**, S. 374–393.
- Rockstroh, B., Elbert, T., Birbaumer, N. et al. (1982): *Slow Brain Potentials and Behavior*. Baltimore: Urban & Schwarzenberg.
- Rösler, F., Heil, M. & Glowalla, U. (1993): Monitoring retrieval from long-term memory by slow event-related brain potentials. *Psychophysiology*, **30**, S. 170–182.
- Rugg, M. D., Furda, J. & Lorist, M. (1988): The effects of task on the modulation of event-related potentials by word repetition. *Psychophysiology*, **25**, S. 55–63.
- Rugg, M. D., Milner, A. D., Lines, C. R. et al. (1987): Modulation of visual event-related potentials by spatial and non-spatial visual selective attention. *Neuropsychologia*, **25**, S. 85–96.

- Rugg, M. D. & Nagy, M. E. (1987): Lexical contribution to nonword-repetition effects: Evidence from event-related potentials. *Memory and Cognition*, **15**, S. 473–481.
- Salisbury, D. F., O'Donnell, B. F., McCarley, R. W. et al. (2000): Event-related potentials elicited during a context-free homograph task in normal versus schizophrenic subjects. *Psychophysiology*, **37**, S. 456–463.
- Salo, R., Robertson, L. C. & Nordahl, T. E. (1996): Normal sustained effects of selective attention are absent in schizophrenic patients withdrawn from medication. *Psychiatry Research*, **62**, S. 121–130.
- Salo, R., Robertson, L. C., Nordahl, T. E. et al. (1997): The effects of antipsychotic medication on sequential inhibitory processes. *Journal of Abnormal Psychology*, **106**, S. 639–643.
- Schmidt, K.-H. & Metzler, P. (1992): *Wortschatztest (WST)*. Weinheim: Beltz Test GmbH.
- Schneider, K. (1946): *Klinische Psychopathologie*. Georg Thieme, Stuttgart.
- Schneider, K. (1987): *Klinische Psychopathologie*. Georg Thieme, Stuttgart, 13. Aufl.
- Schooler, C., Neumann, E., Caplan, L. J. et al. (1997): A time course analysis of Stroop interference and facilitation: Comparing normal individuals and individuals with schizophrenia. *Journal of Experimental Psychology: General*, **126**, S. 19–36.
- Schvaneveldt, R. W., Meyer, D. E. & Becker, C. A. (1976): Lexical ambiguity, semantic context, and visual word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **2**, S. 243–256.
- Seidenberg, M. S., Tanenhaus, M. K., Leiman, J. M. et al. (1982): Automatic access of the meanings of ambiguous words in context: Some limitations of knowledge-based processing. *Cognitive Psychology*, **14**, S. 489–537.
- Shakow, D. (1962): Segmental set: A theory of the formal psychological deficit in schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, **6**, S. 1–17.
- Siddle, D. A. (1991): Orienting, habituation and resource allocation: an associative analysis. *Psychophysiology*, **28**, S. 245–259.
- Simpson, G. B. (1981): Meaning dominance and semantic context in the processing of lexical ambiguity. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **20**, S. 120–136.
- Simpson, G. B. (1984): Lexical ambiguity and its role in models of word recognition. *Psychological Bulletin*, **96**, S. 316–340.
- Simpson, G. B. (1994): Context and the processing of ambiguous words. In: Gernsbacher, M. A. (Hg.), *Handbook of Psycholinguistics*, Academic Press, S. 359–374.

- Simpson, G. B. & Burgess, C. (1985): Activation and selection process in the recognition of ambiguous words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **11**, S. 28–39.
- Simpson, G. B. & Kang, H. (1994): Inhibitory processes in the recognition of homograph meanings. In: Dagenbach, D. & Carr, T. H. (Hg.), *Inhibitory processes in attention, memory, and language*, San Diego, CA: Academic Press, S. 359–378.
- Simpson, G. B. & Krueger, M. A. (1991): Selective access of homograph meanings in sentence context. *Journal of Memory and Language*, **30**, S. 627–643.
- Snyder, E. & Hillyard, S. A. (1976): Long-latency evoked potentials to irrelevant, deviant stimuli. *Behavioral Biology*, **16**, S. 319–331.
- Society, A. E. (1991): Guidelines for standard electrode position nomenclature. *Journal of Clinical Neurophysiology*, **8**, S. 200–202.
- Sokolov, E. N. (1977): Brain functions: neuronal mechanisms of learning and memory. *Annual Review of Psychology*, **28**, S. 85–112.
- Spitzer, M., Braun, U., Hermlé, L. et al. (1993a): Associative semantic network dysfunction in thought-disordered schizophrenic patients: direct evidence from indirect semantic priming. *Biological Psychiatry*, **34**, S. 864–877.
- Spitzer, M., Braun, U., Maier, S. et al. (1993b): Indirect semantic priming in schizophrenic patients. *Schizophrenia Research*, **11**, S. 71–80.
- Spitzer, M., Weisker, I., Winter, M. et al. (1994): Semantic and phonological priming in schizophrenia. *Journal of Abnormal Psychology*, **103**, S. 485–494.
- Spring, B., Lemon, M., Weinstein, L. et al. (1989): Distractability in schizophrenia: State and trait aspects. *British Journal of Psychiatry*, **155**, S. 63–68.
- Squires, N. K., Squires, K. & Hillyard, S. A. (1975): Two varieties of long-latency positive waves evoked by unpredictable auditory stimuli in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **38**, S. 387–401.
- St. George, M., Kutas, M., Martinez, A. et al. (1999): Semantic integration in reading: engagement of the right hemisphere during discourse processing. *Brain*, **122**, S. 1317–1325.
- Steel, C., Hemsley, D. & Jones, S. (1996): "Cognitive inhibition" and schizotypy as measured by the Oxford-Liverpool Inventory of Feelings and Experience. *Personality and Individual Differences*, **20**, S. 769–773.
- Strauss, J. S., Carpenter, W. T. & Bartko, J. J. (1974): The diagnosis and understanding of schizophrenia: II. Speculations on the processes that underlie schizophrenic symptoms and signs. *Schizophrenia Bulletin*, **11**, S. 61–76.

- Stroop, J. R. (1935): Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, **18**, S. 643–662.
- Sutton, S., Braren, M., Zubin, J. et al. (1965): Evoked potentials correlates of stimulus uncertainty. *Science*, **150**, S. 1187–1188.
- Swaab, T. Y., Brown, C. M. & Hagoort, P. (1998): Understanding ambiguous words in sentence contexts: electrophysiological evidence for delayed contextual selection in Broca's aphasia. *Neuropsychologia*, **36**, S. 737–761.
- Sweeney, J. A., Palumbo, D. R., Halper, J. P. et al. (1992): Pursuit of eye movement dysfunction in obsessive-compulsive disorder. *Psychiatry Research*, **42**, S. 1–11.
- Swerdlow, N. R., Benbow, C. H., Zisook, S. et al. (1993): A preliminary assessment of sensorimotor gating in patients with obsessive-compulsive disorder. *Biological Psychiatry*, **33**, S. 298–301.
- Swerdlow, N. R., Braff, D. L., Hartston, H. et al. (1996): Latent inhibition in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, **20**, S. 91–103.
- Swinney, D. A. (1979): Lexical access during sentence comprehension: (Re)Consideration of context effects. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **18**, S. 645–659.
- Tabossi, P. (1988): Accessing lexical ambiguity in different types of sentential contexts. *Journal of Memory and Language*, **27**, S. 324–340.
- Tabossi, P., Colombo, L. & Job, R. (1987): Accessing lexical ambiguity: Effects of context and dominance. *Biological Research*, **49**, S. 161–167.
- Tabossi, P. & Zardon, F. (1993): Processing ambiguous words in context. *Journal of Memory and Language*, **32**, S. 359–372.
- Tanenhaus, M., Leiman, J. & Seidenberg, M. (1979): Evidence for multiple stages in processing of ambiguous words in syntactic contexts. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **18**, S. 427–440.
- Tien, A. Y., Pearlson, G. D., Machlin, S. R. et al. (1992): Oculomotor performance in obsessive-compulsive disorder. *American Journal of Psychiatry*, **149**, S. 641–646.
- Till, R. E., Mross, E. F. & Kintsch, W. (1988): Time course of priming for associate and interference words in a discourse context. *Memory and Cognition*, **16**, S. 283–298.
- Tipper, S. P. (1985): The negative priming effect: Inhibitory priming by ignored objects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **37** (4), S. 571–590.
- Tipper, S. P., Bourque, T., Anderson, S. et al. (1989): Mechanisms of attention: A developmental study. *Journal of Experimental Child Psychology*, **48**, S. 353–378.

- Tipper, S. P., Brehaut, J. C. & Driver, J. (1990): Selection of moving and static objects for the control of spatially directed action. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **16**, S. 492–504.
- Tipper, S. P. & Cranston, M. (1985): Selective attention and priming: Inhibitory and facilitatory effects of ignored primes. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **37** (A), S. 591–611.
- Tipper, S. P., Eisenberg, T. & Weaver, B. (1992): The effects of practice on mechanisms of attention. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **30**, S. 77–80.
- Tipper, S. P., MacQueen, G. M. & Brehaut, J. C. (1988): Negative priming between response modalities: Evidence for the central locus of inhibition in selective attention. *Perception and Psychophysics*, **43** (1), S. 45–52.
- Tipper, S. P. & Milliken, B. (1996): Distinguishing between inhibition-based and episodic retrieval-based accounts of negative priming. In: Kramer, A. F., Coles, M. G. H. & Logan, G. D. (Hg.), *Converging operations in the study of visual selective attention*, Washington, DC: American Psychological Association, S. 337–365.
- Tipper, S. P., Weaver, B., Cameron, S. et al. (1991): Inhibitory mechanisms of attention in identification tasks: Time-course and disruption. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, **17** (4), S. 681–692.
- Tipper, S. P., Weaver, B. & Milliken, B. (1995): Spatial negative priming without mismatching: Comment on Park & Kanwisher (1994). *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **21** (5), S. 1220–1229.
- Titone, D., Levy, D. L. & Holzman, P. S. (2000): Contextual insensitivity in schizophrenic language processing: Evidence from lexical ambiguity. *Journal of Abnormal Psychology*, **109**, S. 761–767.
- Tolin, D. F., Abramowitz, J. S., Brigidi, B. D. et al. (2001): Memory and memory confidence in obsessive-compulsive disorder. *Behavioral Research and Therapy*, **39**, S. 913–927.
- Treisman, A. M. (1960): Contextual cues in selective listening. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **12**, S. 242–248.
- Treisman, A. M. (1964): Monitoring and storage of irrelevant messages and selective attention. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **3**, S. 449–459.
- Treisman, A. M. & Galade, G. (1980): A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, **12**, S. 97–136.
- Twilley, L. C. & Dixon, P. (2000): Meaning resolution processes for words: a parallel independent model. *Psychonomic Bulletin and Review*, **7**, S. 49–82.
- Ungerleider, L. G. & Haxby, J. V. (1994): 'What' and 'where' in the human brain. *Current Opinion in Neurobiology*, **4** (1), S. 157–165.

- Van Petten, C. (1995): Words and sentences: event-related brain potential measures. *Psychophysiology*, **32**, S. 511–525.
- Van Petten, C. & Kutas, M. (1987): Ambiguous word in context: An event-related potential analysis of the time course of meaning activation. *Journal of Memory and Language*, **26**, S. 188–208.
- Van Petten, C. & Kutas, M. (1990): Interactions between sentence context and word frequency in event-related brain potentials. *Memory and Cognition*, **18**, S. 380–393.
- Van Petten, C. & Kutas, M. (1991): Influences of semantic and syntactic context on open- and closed-class words. *Memory and Cognition*, **19**, S. 95–112.
- Vaughan, H. G. & Arezzo, J. C. (1988): The neural basis of event-related potentials. In: Picton, T. W. (Hg.), *Human Event-Related Potentials*, Amsterdam: Elsevier, S. 45–96.
- Verleger, R. & Berg, P. (1991): The waltzing oddball. *Psychophysiology*, **28**, S. 468–477.
- Vinogradov, S., Ober, B. A. & Shenaut, G. K. (1992): Semantic priming of word pronunciation and lexical decision in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, **8**, S. 171–181.
- Wagner, A. D., Paré-Blagoev, E. J., Clark, J. et al. (2001): Recovering meaning: Left prefrontal cortex guides controlled semantic retrieval. *Neuron*, **31**, S. 329–338.
- Wagner, M. (1997): *Negatives Priming und selektive Aufmerksamkeit. Theoretische Konzepte und hirnelektrische Indikatoren einer Irrelevanzheuristik der Informationsverarbeitung*. Dissertation, Universität Konstanz, unveröffentlichte Habilitationsschrift.
- Wagner, M., Loeper, U., Cohen, R. et al. (in press): Visuospatial negative priming in schizophrenic patients and healthy controls. *Schizophrenia Research*.
- Walley, R. E. & Weiden, T. D. (1973): Lateral inhibition and cognitive masking: A neuropsychological theory of attention. *Psychological Review*, **80**, S. 284–302.
- Ward, K. E., Friedman, L., Wise, A. et al. (1996): Meta-analysis of brain and cranial size in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, **22**, S. 197–213.
- Watson, F. L. & Tipper, S. P. (1997): Reduced negative priming in schizotypal subjects does reflect reduced cognitive inhibition. *Cognitive Neuropsychiatry*, **2**, S. 67–80.
- Watzlawick, P. (1978): *The language of change. Elements of therapeutic communication*. New York: W. W. Norton & Company.
- Weinberger, D. R. (1986): The pathogenesis of schizophrenia: A neurodevelopmental theory. In: Nasrallah, H. A. & Weinberger, D. R. (Hg.), *Handbook of schizophrenia: The neuropsychology of schizophrenia*, Bd. I, Amsterdam: Elsevier Science.
- Wenke, D. (1998): *Inhibitorische Prozesse in der Resolution lexikalischer Ambiguität*. Diplomarbeit, TU Berlin.

- Wickens, C. D., Kramer, A. F., Vanasse, L. et al. (1983): The performance of concurrent tasks: A psychophysiological analysis of the reciprocity of information processing resources. *Science*, **221**, S. 1080–1082.
- Williams, J. H., Wellman, N. A., Geany, D. P. et al. (1996): Opposite treatment effects on negative priming in patients with affective psychoses or schizophrenia. *Schizophrenia Research*, **18**, S. 222–223.
- Williams, L. M. (1995): Further evidence for a multidimensional personality disposition to schizophrenia in terms of cognitive inhibition. *British Journal of Clinical Psychology*, **34**, S. 193–213.
- Williams, L. M. (1996): Cognitive inhibition and schizophrenic subgroups. *Schizophrenia Bulletin*, **22** (1), S. 139–151.
- Winer, B. J. (1971): *Statistical principles in experimental design*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha.
- Wolkin, A., Sanfilipo, M., Wolf, A. P. et al. (1992): Negative symptoms and hypofrontality in chronic schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, **49**, S. 959–965.
- Zitterl, W., Urban, C., Linzmayer, L. et al. (2001): Memory deficits in patients with DSM-IV obsessive-compulsive disorder. *Psychopathology*, **34** (3), S. 113–117.

Anhang

Klaus Hönig
Friedrichstraße 34
53111 Bonn

ERKLÄRUNG

Prozesse kognitiver Inhibition bei schizophrenen Patienten: Räumliches, identitätsspezifisches und semantisches Negatives Priming

„Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Weitere Personen, insbesondere Promotionsberater, waren an der inhaltlich materiellen Erstellung dieser Arbeit nicht beteiligt. Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.“

Bonn, den 5.03.2003

LEBENS LAUF

Name: Hönig

Vorname: Klaus

Geburtsdatum: 29.09.1970

Nationalität: deutsch

Anschrift: Friedrichstraße 34
53111 Bonn

Schulbildung:

1977-1981: Grundschule Friedrich-Silcher in Heilbronn

1981-1988: Mönchseegymnasium Heilbronn

1988-1989: Abschlussklasse der San Pedro High School in Los Angeles, Kalifornien

1989-1991: Mönchseegymnasium Heilbronn mit Erlangung der Allgemeinen Hochschulreife im Juni 1991

Zivildienst:

1991-1992: Psychiatrische Klinik der Universität Heidelberg (Prof. Dr. K. Diebold)

Studium:

1992-1998: Studium der Psychologie an der Universität Konstanz
Halbjähriges Forschungspraktikum im Bereich Klinische Psychologie der Universität Konstanz (WS 95/96)
Danach zweijährige Tätigkeit als wissenschaftliche Hilfskraft am dortigen Lehrstuhl für Klinische Psychologie (Prof. Dr. B. Rockstroh)
Erhalt des Diploms für den Studiengang Psychologie am 17. Juni 1998

Beruf:

1998-2001: Wissenschaftlicher Mitarbeiter auf DFG-Projektstellen im Rahmen des Sonderforschungsbereichs *Mechanismen des Assoziativen Lernens* im Bereich für Klinische und Experimentelle Neuropsychologie (Leitung: PD Dr. M. Wagner) der Bonner Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychotherapie (Prof. Dr. W. Maier)

- 1998-2003: Weiterbildung *Psychotherapie mit Schwerpunkt Verhaltenstherapie* der DGVT in Bonn
Im Zeitraum von 1999-2001 zusätzlich niederfrequente freiberufliche Tätigkeit in der freien Wirtschaft als Trainer im Bereich Personalauswahl und -entwicklung
- seit Feb. 2002: Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich MR-Tomographie der Radiologischen Universitätsklinik Bonn (Prof. Dr. H. H. Schild)

Bonn, den 5.03.2003

Klaus Hönig

BEITRÄGE IN FACHZEITSCHRIFTEN

Jessen, F., Kucharski, C., Fries, T., Papassotiopoulos, A., **Hoening, K.**, Maier, W., Heun, R. (2001): Sensory gating deficit expressed by a disturbed suppression of the P50 event-related potential in patients with Alzheimer's disease. *American Journal of Psychiatry*, **158**, S. 1319-1321.

Jessen, F., Fries, T., Kucharski, C., Nishimura, T., **Hoening, K.**, Maier, W., Heun, R. (2001): Amplitude reduction of the mismatch negativity in first-degree relatives of patients with schizophrenia. *Neuroscience Letters*, **309**, S. 185-188.

Schneider, F., Habel, U., Wagner, M., Franke, P., Salloum, J., Shah, N., Toni, I., Sulzbach, C., **Hoening, K.**, Maier, W., Gaebel, W., Zilles, K. (2001): Subcortical correlates of craving in recently abstinent alcoholic patients. *American Journal of Psychiatry*, **158**, S. 1075-1083.

Hoening, K., Hochrein, A., Müller, D.J., Wagner, M. (2002): Different negative priming impairments in schizophrenia and subgroups of obsessive-compulsive disorder. *Psychological Medicine*, **32**, S. 459-468.

Scheef, L., **Hoening, K.**, Kuhl, C., Schild, H. H., Koenig, R. (im Druck): Curved-Surface-Projection (CSP): An alternative method to visualize fMRI results in patients. *American Journal of Neuroradiology*, **24**, S. 1045-1048.

Hoening, K., Jessen, F., Granath, D.-O., Freymann, N., Reul, J., Heun, R., Wagner, M. (2001): The role of the right inferior parietal lobule in the calculation of saccade amplitude: An fMRI study. *NeuroImage*, **13**, S1187

1. POSTERPREIS der 27. Arbeitstagung für Psychophysiologische Methodik (APM):
Hoening, K., Mohr, H., Wagner, M. (2001): Semantic ambiguity resolution, and N400 modulation. *Journal of Psychophysiology*.

1. POSTERPREIS der 28. Arbeitstagung für Psychophysiologische Methodik (APM):
Quednow, B.B., Kühn, K.U., **Hoening, K.**, Wagner, M. (2002): Prepulse inhibition and habituation of acoustic startle response in abstinent MDMA (Ecstasy) users: a controlled study. *Journal of Psychophysiology*.

Hoening, K., Textor, J., Gieseke, J., Kuhl, C., Schild, H. H., Scheef, L. (2003): Motor decisions at 1.5 T and 3.0 T: An intraindividual comparative fMRI study. *International Society of Magnetic Resonance in Medicine*.