

# **Elektrophysiologische Untersuchung zum „reality monitoring“ schizophrener Patienten mit akustischen Halluzinationen**

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades  
des Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)  
an der Mathematisch Naturwissenschaftlichen Sektion  
Fachbereich Psychologie  
der Universität Konstanz

Tag der mündlichen Prüfung: 15. November 2002

1. Referentin: Prof. Dr. Brigitte Rockstroh
2. Referent: Prof. Dr. Rudolf Cohen

vorgelegt von

**Patricia Rößner**

## **Danksagung**

Ich freue mich an dieser Stelle allen Menschen danken zu können, die mir bei der Erstellung der Promotionsarbeit geholfen haben:

Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. Brigitte Rockstroh, die mich in allen Arbeitsphasen unterstützt hat und die sehr viel Vertrauen in mich gesetzt hat. Ganz herzlich danken möchte ich auch Herrn Prof. Dr. Rudolf Cohen, nicht nur für die Übernahme des Zweitgutachtens, sondern auch für die bewundernswerte Begeisterungsfähigkeit und die ungebremste Hilfsbereitschaft. Ebenso gilt mein Dank Herrn Willi Nagl, für die geduldige Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Die Arbeit konnte nur mit Hilfe des Teams der universitären Forschungsstation 33 des Zentrums für Psychiatrie Reichenau durchgeführt werden. An dieser Stelle möchte ich allen Mitarbeitern der Station 33 und auch allen Patienten, die an der Untersuchung teilgenommen haben, ganz herzlich danken. Insbesondere danke ich Herrn Dr. Karl Pröpster für seine Unterstützung auch in klinischen Fragestellungen und für manch ermutigendes Wort. Ich danke auch Herrn Dr. Hans Watzl für seine Unterstützung. Auch möchte ich meinem „Vorgänger“ Herrn Dr. Hans-Ulrich Becker danken, der mich zu dieser Arbeit ermutigt hat. Die Untersuchungen waren mir nur möglich durch die tatkräftige Mithilfe des Teams vom Forschungslabor des Zentrums für Psychiatrie Reichenau. Nur mit der fachmännischen Hilfe und mit den unermüdlichen Erklärungen von Herrn Dr. Patrick Berg gelang mir die Auswertung der EEG-Daten und die Datenerhebung. Auch möchte ich den Technischen Angestellten und MitarbeiterInnen für die Unterstützung bei der Datenerhebung ganz herzlich danken.

An dieser Stelle möchte ich vor allem ganz besonders Frau Dipl. Psych. (Dr. in spe) Tanja Endraß danken, die mich in allen Phasen der Promotion nicht nur mit ihrem Fachwissen und ihrem (software)technischen „Händchen“ unterstützt hat, sondern auch freundschaftlich begleitet hat. Ebenso danke ich Frau Dipl. Psych. Elvira Zobel für den wertvollen Beistand, nicht nur bei KN-Format-Fragen und BESA-Problemen.

Meinem Lebenspartner Thomas Gretler möchte ich nicht nur dafür danken, dass er sich durch meinen Rechtschreib- und Satzbaudschungel gekämpft hat. Ich möchte ihm danken, dass er in dieser Lebensphase zu mir gestanden hat, wie auch meinen Eltern, meinen Geschwistern und vielen Freunden, die unerwähnt bleiben. Nicht unerwähnt bleiben soll jedoch Herr Dipl. Inf. Mario Sinz – der mich im Allgäu PC-technisch aufgerüstet hat.

Weiler im Allgäu, den 12. Juli 2002

# I INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Theoretische Hinführung</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Modellannahmen und experimentelle Befunde zum Gedächtnis</b>	<b>4</b>
2.1.1 Rekognition von Gedächtnisinhalten	4
2.1.2 Source monitoring	5
2.1.3 Reality monitoring	7
2.1.4 Experimentelle Befunde zu Rekognition, „source-monitoring“ und „reality monitoring“	8
<b>2.2 Symptome der schizophrenen Erkrankung</b>	<b>12</b>
2.2.1 Phänomenologie der Positiv-Symptomatik	12
2.2.2 Theorien und Untersuchungen zum halluzinatorischen Erleben	13
2.2.3 Der „self monitoring“-Ansatz zum halluzinatorischen Erleben	18
2.2.4 Untersuchungen zum „reality monitoring“ schizophrener Patienten	20
<b>2.3 Ereigniskorrelierte Potentiale bei Gedächtnisaufgaben</b>	<b>24</b>
2.3.1 Komponenten ereigniskorrelierter Potentiale bei Gedächtnisaufgaben	24
2.3.2 Der „old-new effect“ in EEG-Studien	25
2.3.3 Der frontale „old-new effect“	28
2.3.4 Ereigniskorrelierte Potentiale zum „reality monitoring“	31
<b>2.4 Fragestellung und Hypothesen</b>	<b>32</b>
2.4.1 Zusammenfassung und Untersuchungsabsicht	32
2.4.2 Hypothesen zu den Verhaltensdaten der Rekognitionsaufgabe	33
2.4.3 Hypothesen zu den Verhaltensdaten der „reality monitoring“-Aufgabe	34
2.4.4 Hypothesen zu den Ereigniskorrelierten Potentialen der Rekognitionsaufgabe	34
2.4.5 Hypothesen zu den Ereigniskorrelierten Potentialen beim „reality monitoring“	36
<b>3. Methoden</b>	<b>38</b>
<b>3.1 Vorbemerkungen</b>	<b>38</b>
<b>3.2 Stichprobenbeschreibung</b>	<b>38</b>
3.2.1 Soziodemographische Merkmale der Kontrollprobanden	38
3.2.2 Soziodemographische Merkmale der Patientenstichprobe	39
3.2.3 Psychopathologie und Medikation der Patientenstichprobe	41
3.2.4 Neuropsychologische Maße der Patientenstichprobe	44

	Seite
<b>3.3 Versuchsordnung</b>	<b>47</b>
3.3.1 Versuchsdurchführung und Datenerhebung	47
3.3.2 Experimentelles Design der EEG-Untersuchung	49
3.3.3 Reizmaterial und Versuchssteuerung	51
<b>3.4 Datenreduktion und statistische Analyse</b>	<b>52</b>
3.4.1 Statistische Auswertung der Verhaltensdaten	52
3.4.2 Auswertung der ereigniskorrelierten Potentiale (EKP)	54
<b>4. Ergebnisse</b>	<b>56</b>
<b>4.1 Verhaltensdaten</b>	<b>56</b>
4.1.1 Rekognition	56
4.1.2 „reality monitoring“	60
<b>4.2 Evozierte Potentiale</b>	<b>65</b>
4.2.1 Evozierte Potentiale der Rekognitionsaufgabe	65
4.2.2 Darstellung der EEG-Verläufe der Rekognitionsaufgabe	78
4.2.3 Evozierte Potentiale der „reality monitoring“-Aufgabe	80
4.2.4 Darstellung der EEG-Verläufe der „reality monitoring“-Aufgabe	94
4.2.5 Quellenanalyse zur Rekognition und zum „reality monitoring“	96
4.2.6 Evozierte Potentiale der Enkodierung	100
<b>5. Diskussion</b>	<b>102</b>
<b>5.1. Allgemeine Hinführung</b>	<b>102</b>
5.1.1 Diskussion der Ergebnisse der Verhaltensdaten	102
5.1.2 Diskussion des „old-new effects“ in der Rekognitionsaufgabe	110
5.1.3 „reality monitoring“ bei gesunden Probanden	116
5.1.4 „reality monitoring“ bei schizophrenen Patienten	119
<b>6. Zusammenfassung</b>	<b>123</b>
<b>7. Literaturverzeichnis</b>	<b>126</b>
<b>8. Anhang</b>	<b>136</b>

## II VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

	Seite	
Abb. 2.1	Darstellung des Untersuchungsparadigmas zum „source monitoring“	6
Abb. 3.1	Darstellung des Versuchsdesigns	50
Abb. 3.2	Darstellung der zu Arealen zusammengefassten Elektroden und der parametrisierten Zeitbereiche	55
Abb. 4.1.	Streudiagramme der Rekognition für alle Probandengruppen	56
Abb. 4.2.	Anzahl richtiger Antworten bei der Rekognition	58
Abb. 4.3.	Anzahl falscher Antworten bei der Rekognition	59
Abb. 4.4	Streudiagramme beim „reality monitoring“, alle Probandengruppen	60
Abb. 4.5	Anzahl richtiger Antworten beim „reality monitoring“	61
Abb. 4.6	Anzahl falscher Antworten beim „reality monitoring“	63
Abb. 4.7	Global Field Power der Rekognitionsaufgabe	66
Abb. 4.8	Skalptopographie der Rekognition 200-400 ms nach Reiz onset	67
Abb. 4.9	(1-3) Graphische Darstellung der mittleren Amplituden der Rekognition 200-400 ms nach Reiz onset	68 f
Abb. 4.10	Skalptopographie der Rekognition 400-800 ms nach Reiz onset	70
Abb. 4.11	(1-3) Graphische Darstellung der mittleren Amplituden der Rekognition 400-800 ms nach Reiz onset	71 f
Abb. 4.12	Skalptopographie der Rekognition 800-1000 ms nach Reiz onset	74
Abb. 4.13	(1-3) Graphische Darstellung der mittleren Amplituden der Rekognition 800-1000 ms nach Reiz onset	75
Abb. 4.14	Mittlere evozierte Potentiale der Rekognition für Kontrollen	78
Abb. 4.15	Mittlere evozierte Potentiale der Rekognition für Schizophrene Patienten ohne Halluzinationen	79
Abb. 4.16	Mittlere evozierte Potentiale der Rekognition für Schizophrene Patienten mit Halluzinationen	79
Abb. 4.17	Global Field Power der „reality monitoring“-Aufgabe	82
Abb. 4.18	Skalptopographie der „reality monitoring“-Aufgabe 200-400 ms nach Reiz onset	83
Abb. 4.19	(1-3) Graphische Darstellung der mittleren Amplituden der „reality monitoring“-Aufgabe 200-400 ms nach Reiz onset	84
Abb. 4.20	Skalptopographie der „reality monitoring“-Aufgabe 400-800 ms nach Reiz onset	86
Abb. 4.21	(1-3) Graphische Darstellung der mittleren Amplituden der „reality monitoring“-Aufgabe 400-800 ms nach Reiz onset	87 f
Abb. 4.22	Skalptopographie der „reality monitoring“-Aufgabe 800-1000 ms nach Reiz onset	89

	Seite	
Abb. 4.23	(1-3) Graphische Darstellung der mittleren Amplituden der „reality monitoring“-Aufgabe 800-1000 ms nach Reiz onset	90 f
Abb. 4.24	Mittlere evozierte Potentiale der „reality monitoring“-Aufgabe für Kontrollen	93
Abb. 4.25	Mittlere evozierte Potentiale der „reality monitoring“-Aufgabe für Schizophrene Patienten ohne Halluzinationen	94
Abb. 4.26	Mittlere evozierte Potentiale der „reality monitoring“-Aufgabe für Schizophrene Patienten mit Halluzinationen	94
Abb. 4.27	Minimum Norm Darstellung der Rekognition 200-400 ms nach Reiz onset	95
Abb. 4.28	Minimum Norm Darstellung der Rekognition 400-800 ms nach Reiz onset	96
Abb. 4.29	Minimum Norm Darstellung der Rekognition 800-1000 ms nach Reiz onset	96
Abb. 4.30	Minimum Norm Darstellung der „reality monitoring“-Aufgabe 200-400 ms nach Reiz onset	97
Abb. 4.31	Minimum Norm Darstellung der „reality monitoring“-Aufgabe 400-800 ms nach Reiz onset	98
Abb. 4.32	Minimum Norm Darstellung der „reality monitoring“-Aufgabe 800-1000 ms nach Reiz onset	98
Abb. 4.33	Global Field Power der Enkodierung	99

**III VERZEICHNIS DER TABELLEN**

	Seite	
Tab. 3.1	Soziodemographische Merkmale der Stichprobe	40
Tab. 3.2	Diagnosen, Medikation, Erkrankungsverlauf und psychopathologische Merkmale der untersuchten Patienten	43
Tab. 3.3	Neuropsychologische Testergebnisse der Patientengruppen	46
Tab. 4.1	Statistische Ergebnisse der korrekten Antworten der Rekognitionsaufgabe	57
Tab. 4.2	Statistische Ergebnisse der falschen Antworten der Rekognitionsaufgabe	59
Tab. 4.3	Statistische Ergebnisse der korrekten Antworten der „reality monitoring“-Aufgabe	61
Tab. 4.4	Statistische Ergebnisse der falschen Antworten der „reality monitoring“-Aufgabe	59
Tab. 4.5	Statistische Ergebnisse der evozierten Potentiale des Zeitbereichs 200-400 ms der Rekognitionsaufgabe	69
Tab. 4.6	Statistische Ergebnisse der evozierten Potentiale des Zeitbereichs 400-800 ms der Rekognitionsaufgabe	73
Tab. 4.7	Statistische Ergebnisse der evozierten Potentiale des Zeitbereichs 800-1000 ms der Rekognitionsaufgabe	76
Tab. 4.8	Statistische Ergebnisse der evozierten Potentiale des Zeitbereichs 200-400 ms der „reality monitoring“-Aufgabe	85
Tab. 4.9	Statistische Ergebnisse der evozierten Potentiale des Zeitbereichs 400-800 ms der „reality monitoring“-Aufgabe	88
Tab. 4.10	Statistische Ergebnisse der evozierten Potentiale des Zeitbereichs 800-1000 ms der „reality monitoring“-Aufgabe	91
Tab. 4.11	Statistische Ergebnisse der evozierten Potentiale des Normalisierter Daten der Enkodierung	100
Tab. 4.12	Statistische Ergebnisse der evozierten Potentiale des Ausgangsdaten Daten der Enkodierung	101

## 1. Einleitung

Etwa 1 % aller Menschen erkranken in ihrem Leben an einer psychischen Störung die Schizophrenie genannt wird (Gottesmann, 1993). Die Schizophrenie ist eine der schwersten psychischen Störungen. Und trotz intensiver internationaler Forschungsbemühungen ist die Schizophrenie immer noch eine „geheimnisvolle Krankheit“ geblieben (Häfner, 1991). So bestehen nach einer Studie der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der sogenannten „WHO Collaborative Study on Determinants of Outcome of Severe Mental Disorders“, nur geringe regionale Unterschiede in der Inzidenz und Phänomenologie der schizophrenen Erkrankung (Jablensky et al., 1992; Sartorius et al., 1989; siehe auch Watzl & Rist, 1996). Eine einheitliche Erfassung der Symptomatik ist jedoch erst seit etwa 1970 mit Einführung eines international akzeptierten Diagnosesystems (DSM-III) gewährleistet (Andreasen, 1991). Seither ist die schizophrene Erkrankung definiert als eine Störung die mindestens über 6 Monate besteht und hauptsächlich gekennzeichnet ist durch wahnhaftes Erleben und halluzinatorisches Erleben (Andreasen, 1991, S. 28).

Das Erleben (vor allem) akustischer Halluzinationen ist ein Leitsymptom oder ein sogenanntes Erstrangsymptom der schizophrenen Störung (Schneider, 1959) und bei etwa 70 % der Patienten vorübergehend in Krankheitsphasen zu beobachten (Sartorius et al., 1974; Andreasen, 1987; David & Cutting, 1994). Hierbei berichten Patienten meist abwertende Kommentare zu ihren Handlungen, Beschimpfungen oder auch Anweisungen zu hören, obwohl niemand da ist der gesprochen haben könnte. Dieses Erleben kann Betroffene in eine regelrechte Verwirrung stürzen, wie dem Selbstbericht einer Patientin zu entnehmen ist:

*„Nach kurzer Zeit herrschte Chaos in meinem Gehirn. [...] Das Durcheinander, das die Stimmen anrichteten, war einfach zu chaotisch, ich konnte es nicht ertragen und explodierte [...]“.* (Lori Schiller, 1995)

Aus systematischen Befragungen weiß man, dass auch unter gesunden College-Studenten akustische Halluzinationen häufig auftreten (David, 1999). In den 60er Jahren wurden zudem Untersuchungen durchgeführt in denen beobachtet wurde, dass sensorische Deprivation und lebensbedrohende Situationen akustische Halluzinationen bei gesunden Probanden auslösen können (Comer et al., 1967; Siegel, 1984). Das Erleben akustischer Halluzinationen scheint demnach im Erfahrungsspektrum der Allgemeinbevölkerung zu liegen und zudem auch in verschiedenen Kulturen vorzukommen (Al-Issa, 1995). Wobei, nach Al-Issa, der Umgang mit diesem Erleben in den Kulturen sehr verschieden ist.



Diese Symptomatik – akustische Halluzinationen - wirft die Frage auf, wie der Mensch zwischen Wahrnehmung und Vorstellung unterscheidet. Wie kann der Mensch zwischen eigenen gedanklichen Vorstellungen und gehörten Gesprächsinhalten unterscheiden? Und vor allem wie kann der Mensch beim Abruf von Gedächtnisinhalten zwischen eigenen Gedanken und tatsächlich erlebten Inhalten unterscheiden?

Dieser Frage sind bereits Denker und Philosophen des 16. Jh. nachgegangen. Zu der Überlegung wie zwischen „sensations“ und „ideas“ unterschieden werden könne, entwickelten sich zwei Strömungen. Hume 1739 / 1978 und James 1890 / 1950 nahmen an, dass Wahrnehmungen („sensations“) stärker und lebendiger sind und dadurch von Vorstellungen unterschieden werden können. Wohingegen Reid 1764 / 1975 annahm, dass es sich bei Vorstellungen und Wahrnehmungen um grundsätzlich verschiedene Informationsverarbeitungen („operations“) handelt die auf dieser Basis unterschieden werden können (zit. in Johnson & Raye, 1981, S. 69).

Aktuell ist diese Frage immer noch Gegenstand der Grundlagenforschung zum Gedächtnis. Sie wird in Experimenten zum sogenannten „source monitoring“ und „reality monitoring“ untersucht (Johnson & Raye, 1981; Johnson et al., 1993). Insbesondere in der Gedächtnisforschung lässt sich noch der Bezug zu den philosophischen Überlegungen erkennen. Die Modellbildungen und experimentellen Umsetzungen hierzu sind im Kapitel 2.1 dargestellt. Aufgrund der Symptomatik schizophrener Patienten ist diese Frage jedoch auch in der angewandten klinischen Forschung von Bedeutung. Insbesondere da zunehmend symptomorientierte verhaltenstherapeutische Therapieansätze u.a. zur Behandlung von Halluzinationen entwickelt werden (Vauth & Stieglitz, 1994). Die Erklärungsansätze klinischer Forscher zum halluzinatorischen Erleben schizophrener Patienten sowie die Ergebnisse aus Untersuchungen an schizophrenen Patienten werden in Kapitel 2.2 zusammengefasst.

Die vorliegende Untersuchung ist somit im Spannungsfeld zwischen angewandter klinischer Forschung und der Grundlagenforschung zum Gedächtnis einzuordnen. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die spezifischen hirnpysiologischen Prozesse, die bei der Erinnerung von wahrgenommen und selbstgedachten Inhalten bei gesunden Probanden beteiligt sind, zu untersuchen. Zudem soll der Frage nachgegangen werden, ob diese hirnpysiologischen Prozesse durch das akute Erleben akustischer Halluzinationen bei schizophrenen Patienten beeinflusst werden. Es soll untersucht werden, ob sich diese Patienten aufgrund des halluzinatorischen Erlebens nicht nur von gesunden Probanden sondern auch von schizophrenen Patienten ohne diese Symptomatik in der Erinnerung von gedachten und wahrgenommen Inhalten unterscheiden.

Es liegen bereits einige Arbeiten mit bildgebenden Verfahren vor, die spezifische hirnphysiologische Veränderungen bei schizophrenen Patienten mit halluzinatorischem Erleben nachweisen konnten (siehe Kap. 2.2.2). Eine Methode um die hirnphysiologischen Prozesse der Informationsverarbeitung zu erfassen ist die Aufzeichnung der Signalübertragung von Nervenzellen. Die elektrische Aktivität der Nervenzellen lässt sich als Spannungsschwankung zwischen zwei Punkten an der Kopfoberfläche ableiten und als sog. Elektroenzephalogramm (EEG) aufzeichnen. Veränderungen in der hirnelektrischen Aktivität die im zeitlichen Zusammenhang mit einem Ereignis, z.B. auf das Sehen eines Bildes, ausgelöst bzw. evoziert werden, nennt man ereigniskorrelierte Potentiale (EKP) oder evozierte Potentiale (EP). Man nimmt an, dass sich in diesen evozierten hirnphysiologischen Veränderungen die Verarbeitung des auslösenden Reizes abbildet (Rockstroh, 1989). In der vorliegenden Arbeit wurde auf diese Untersuchungsmethode zurückgegriffen, da hier bereits Untersuchungen zum Gedächtnis vorliegen die in Kapitel 2.3 beschrieben werden. Ausgehend von diesen Untersuchungen werden die evozierten Potentiale gesunder Probanden, schizophrener Patienten und schizophrener Patienten mit akustischen Halluzinationen in einer Gedächtnisaufgabe, die sich „reality monitoring“ nennt, untersucht.

## 2. Theoretische Hinführung

### 2.1 Modellannahmen und experimentelle Befunde zum Gedächtnis

#### 2.1.1 Rekognition von Gedächtnisinhalten

Im Gedächtnis gespeicherte Erfahrungen und auch Gedanken beeinflussen unser tägliches Handeln und Erleben. Je nach Situation ist der Umfang der Erinnerungsleistung sehr unterschiedlich. Es werden jedoch im wesentlichen zwei Gedächtnisprozesse unterschieden, die bei diesem Abruf von Gedächtnisinhalten beteiligt sind - die Gedächtnisprozesse „familiarity“ und „recollection“.

Im Alltag kann man z.B. häufig beobachten, dass man eine Person wiedererkennt, sich aber nicht erinnern kann, woher man die Person kennt bzw. wie die Person heißt. Für dieses Gedächtnisphänomen, dass man „lediglich“ die Bekanntheit nicht jedoch den Lernkontext erinnern kann, hat sich in der englischsprachigen Wissenschaft die Bezeichnung „recognition“ (deutsch: Rekognition oder Wiedererkennen) etabliert. Zur Erforschung der Rekognition von Gedächtnisinhalten wurde seit den 60er Jahren eine Vielzahl wissenschaftlicher Arbeiten durchgeführt. Das üblicherweise angewendete Untersuchungs-Paradigma sieht folgendermaßen aus: In einem ersten Durchgang wird den Probanden eine Serie von Stimuli, z.B. Bilder oder Wörter, gezeigt. In einem zweiten Durchgang werden in randomisierter Abfolge die bereits gezeigten Stimuli mit einer meist gleichen Anzahl ähnlicher, noch nicht gezeigter Stimuli, dargeboten. Die Probanden müssen bei dieser Darbietung erinnern bzw. wiedererkennen, welche Stimuli durch die vorherige Präsentation bekannt sind, sogenannte „alte“ Items, und welche Stimuli zuvor nicht gezeigt wurden, sogenannten „neue“ Items. In diesem Paradigma ergeben sich vier Reaktionsmöglichkeiten. Ein bereits gezeigtes Item wird korrekt wiedererkannt („hit“), ein neues Item wird korrekt als unbekannt bezeichnet („correct rejection“), ein altes Item wird nicht erinnert und fälschlicherweise als neues Item identifiziert („miss“) und ein neues Item wird fälschlicherweise als bereits gesehen erinnert („false alarm“) (Bredenkamp & Erdenfelder, 1996).

Zur Erklärung der Ergebnisse der Untersuchungen zur Rekognition hat sich inzwischen das Zwei-Prozess-Modell durchgesetzt. Im Gegensatz zum globalen Erklärungsmodell (siehe Gillund & Shiffrin, 1984; Murdock, 1982), wonach die Untersuchungsergebnisse zur Rekognition durch einen einzigen Gedächtnisprozess erklärt werden, sind nach dem Zwei-Prozess-Modell entsprechend der Bezeichnung zwei funktionell unabhängige und qualitativ verschiedene Gedächtnisprozesse bei der Rekognition von Gedächtnisinhalten beteiligt (Mandler, 1980; Jacoby & Dallas, 1981; Jacoby & Kelley, 1992). Nach Mandler (1980)

kommt es bei der Rekognition von Gedächtnisinhalten zu einer anfänglichen Bekanntheitsreaktion und einem vagen Gefühl der Vertrautheit, einem Abrufprozess der inzwischen mit „familiarity“ bezeichnet wird. Nach Jacoby & Dallas ist das Wiedererkennen durch „familiarity“ vergleichbar dem „priming“<sup>1</sup> von Reaktionen und erfolgt daher nicht durch einen aktiven und bewussten Gedächtnisabruf (Jacoby & Dallas, 1981). Nach Mandler kann jedoch bei der Rekognition nicht ausgeschlossen werden, dass auch hier bereits ein Abruf des Kontextes der Lernsituation erfolgt. Wenn z.B. dass als „alt“ erinnerte Item zusätzlich als das zuletzt gezeigte Item erinnert wird. Dann wäre ein Abrufprozess beteiligt der als „recollection“ in die wissenschaftliche Literatur eingegangen ist. In den nachfolgend beschriebenen elektrophysiologischen Studien zum Gedächtnis wird ebenfalls häufig zwischen diesen beiden Prozessen unterschieden. Möchte man demnach lediglich den Gedächtnisprozess „recollection“ untersuchen, muss man Aufgaben wählen, in denen beispielsweise nicht nur das Item, sondern auch den Lernkontext erinnert werden muss, wie dies bei sogenannten „source monitoring“-Aufgaben notwendig ist.

### 2.1.2 „source monitoring“

Jede Erinnerungsleistung die über die Entscheidung „bekannt“ vs. „unbekannt“ hinausgeht, erfordert den mit „recollection“ bezeichneten Gedächtnisprozess. Gerade im Alltag ist dieser Prozess wesentlich - so ist es z.B. notwendig Personen nicht nur wiederzuerkennen, sondern auch Details früherer Begegnungen und insbesondere den Namen zu erinnern. Bei diesem Gedächtnisabruf werden demnach mit dem zu erinnernden Item assoziierte Inhalte abgerufen. Der „recollection“-Prozess scheint im Vergleich zum Wiedererkennen leichter störbar zu sein und ein höheres Maß an mentaler Anstrengung zu erfordern. Das Retentionsintervall, die Verarbeitungstiefe und die Variation der Aufmerksamkeitsfokussierung nehmen Einfluss auf die Zuverlässigkeit dieses Prozesses (Tulving, 1983). Marcia Johnson und Mitarbeiter haben im Zusammenhang mit dem Erinnern des ursprünglichen Lernkontextes - der sogenannten Quelle oder „source“ einer Information - die Bezeichnung „source monitoring“ geprägt (Johnson et al., 1993). Nach Johnson sind beim Abruf der Quelle des Gedächtnisinhaltes nicht nur spezifische Charakteristika und assoziierte Merkmale des Gedächtnisinhaltes entscheidend beteiligt, sondern auch Bewertungs- und Entscheidungsprozesse. Um diese wesentlichen Prozesse beim Gedächtnisabruf zu betonen, wählte Johnson die Bezeichnung „monitoring“<sup>2</sup>. Johnson bietet mit der Konzeption des „source-monitoring-framework“ (SMF) eine Modellvorstellung wie der Abruf der ursprünglichen Quelle der enkodierten Information

---

<sup>1</sup> Priming, oft auch „Bahnung“ genannt, bezeichnet eine schnellere Identifikation von Items wenn zuvor ein semantisch ähnlicher Inhalt präsentiert wurde und dieser Reaktionszeitvorteil nicht auf einen bewussten Gedächtnisabruf zurückzuführen ist.

<sup>2</sup> Monitoring beschreibt im Sinne von Johnson eine übergeordnete überwachende und kontrollierende Funktion, entsprechend der Begriffsgebung durch Helmholtz (1866) und Frith (1992).

erfolgen kann. So unterscheiden sich Gedächtnisinhalte in der assoziierten perzeptuellen Information (z.B. Klang oder Farbe), den assoziierten kontextuellen Merkmalen (z.B. räumlich oder zeitlich), in semantischen Details, affektiven Informationen (z.B. assoziierte emotionale Reaktionen wie Freude, Trauer) und damit verbundenen kognitiven Vorgängen, die Johnson „records of organizing, elaborating, retrieving, and identifying“ nennt (Johnson et al., 1993, S.4). Entscheidungen über die Quelle eines Gedächtnisinhalts werden auf der Basis der Übereinstimmung zwischen assoziierten Qualitäten und aktivierten Schemata möglicher Informationsquellen getroffen. Viele „source monitoring“-Entscheidungen erfolgen schnell und relativ unüberlegt, nur auf der Basis qualitativer Charakteristika. Wenn beispielsweise Gesprächsinhalte quasi „automatisch“ in der Stimme, im Tonfall des Sprechers erinnert werden. „Source monitoring“ kann jedoch auch in einem stärkeren Maße strategische Abrufprozesse sowie Plausibilitätseinschätzungen erfordern und damit langsamer, überlegter und mit mentaler Anstrengung verbunden sein (Johnson et al., 1993). Zusammenfassend lässt sich demnach folgern, dass „source monitoring“ abhängig ist von der Qualität der gespeicherten Information und der Qualität der Entscheidungsprozesse.

Zur Untersuchung von „source monitoring“ wird ein charakteristisches experimentelles Paradigma eingesetzt. Den Probanden werden in der ersten Versuchsphase Stimuli, meist Wörter, in verschiedenen Kontexten dargeboten - z. b. visuell oder auditiv, in verschiedenen Farben oder mit einer männlichen vs. weiblichen Stimme gesprochen. Im nächsten Durchgang erfolgt eine Rekognitionsaufgabe, wie sie bereits in Abschnitt 2.1.1 beschrieben wurde. Wird ein Item von der Versuchsperson korrekt als bereits gesehen identifiziert („hit“), so wird zusätzlich der ursprüngliche Lernkontext erfragt. Eine Darstellung dieses experimentellen Designs ist in Abbildung 2.1 veranschaulicht.

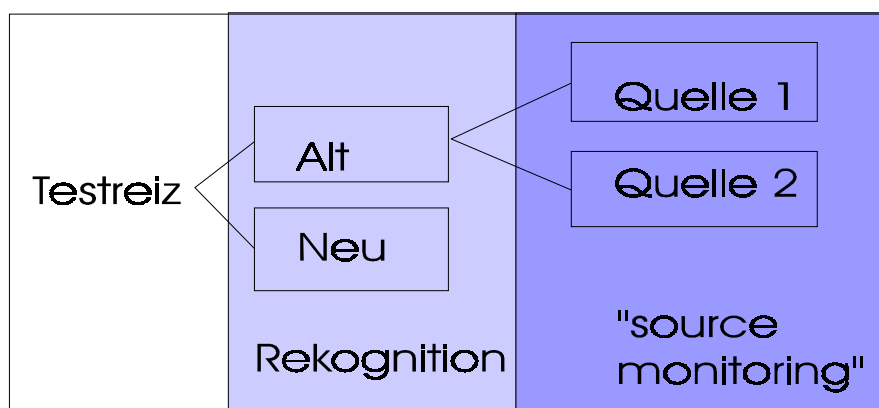


Abb. 2.1: Darstellung des gängigen Untersuchungsparadigmas zur Untersuchung von „source monitoring“ bei Gedächtnisaufgaben.

Die Untersuchungen unterscheiden sich zudem danach, ob die Probanden bereits zu Beginn der Untersuchung über den nachfolgenden Abruf des Kontextes informiert waren oder ob der Abruf der Quelle der Information sozusagen „überraschend“ erfolgt. In den meisten Untersuchungen waren die Probanden nicht über den Abruf des Kontextes informiert und konnten keine spezifischen Strategien zur Enkodierung des Kontextes einsetzen.

Die Bezeichnung „source monitoring“ beschreibt allgemein den Vorgang assoziierte Lernkontexte zu erinnern. Eine besondere Form des „source monitoring“ ist das „reality monitoring“. Hierbei wird in der Erinnerung zwischen selbst- und fremdgenerierten Gedächtnisinhalten unterschieden.

### **2.1.3 „reality monitoring“**

Angenommen man erinnert den Satz „mühsam ernährt sich das Eichhörnchen“. Wie weiß man, ob man diesen Satz früher z.B. von seinem Vater gehört hat oder ob man sich ihn selbst ausgedacht hat? Wie unterscheiden Menschen beim Abruf von Gedächtnisinhalten zwischen wahrgenommenen Ereignissen und eigenen gedanklichen Vorstellungen.

Kognitive Psychologen postulierten bereits in den 60er Jahren, dass eine klare Trennung von Vorstellung und Wahrnehmung nicht möglich ist. Es werden eben nicht, wie z.B. bei einem Fotoapparat, unveränderte Abbilder der „Realität“ im Gedächtnis abgebildet. Johnson bemühte sich trotz dieser komplizierten Verflechtung einen kognitiven Erklärungsansatz zu entwickeln. Sie nennt den Prozess, der eine Zuordnung von Gedächtnisinhalten zu wahrgenommenen, externalen Quellen im Gegensatz zu selbst produzierten, internalen Quellen ermöglicht, „reality monitoring“ (Johnson & Raye, 1981). „Reality monitoring“ ist demnach als ein Spezifikum des „source monitoring“-Konzepts zu sehen. Gedächtnisinhalte unterscheiden sich, wie bereits in Abschnitt 2.1.2 beschrieben, im Anteil assoziierter kontextueller, sensorischer, semantischer, affektiver und kognitiver Attribute. Gedächtnisrepräsentationen externaler, wahrgenommener Ereignisse bzw. Inhalte sollten vor allem mit zeitlichen und/oder räumlichen Attributen assoziiert sein. Zudem sollten sich diese Gedächtnisinhalte durch eine größere Anzahl assoziierter semantischer Details auszeichnen und vor allem auch durch die mit der Wahrnehmung verbundenen sensorischen Empfindungen.

Internal generierte Gedächtnisinhalte sollten hingegen in einem größeren Ausmaß durch beteiligte kognitive Prozesse gekennzeichnet sein. Personen unterscheiden external und internal generierte Gedächtnisinhalte durch einen Entscheidungsprozess der die assoziierten Merkmale eines Gedächtnisinhalts mit unterschiedlichen Gewichtungen vergleicht. Johnson und Mitarbeiter untersuchten die Gedächtnischarakteristika von kürzlich erlebten Begebenheiten, Träumen und Phantasien bei gesunden Probanden. Erfragt wurde, wie die Probanden zwischen vorgestellten und tatsächlichen autobiographischen Begebenheiten

unterscheiden können (Johnson et al., 1988). Die Probanden gaben einheitlich an, dass erlebte Inhalte deutlichere zeitliche und räumliche Merkmale aufweisen und sich vor allem durch ausgeprägtere Details in wahrgenommenen Empfindungen auszeichnen. Diese Einschätzungen sind jedoch leicht störbar, wie dies vor allem in Untersuchungen von Zeugenaussagen deutlich wurde (Johnson et al., 1993). Nach dem Modell von Johnson können sich Fehleinschätzungen ergeben, wenn zum einen nicht ausreichende oder veränderte Details mit dem Inhalt assoziiert werden. Zum anderen können die beteiligten Entscheidungsprozesse, z.B. die Gewichtung der assoziierten Details, verändert sein und zu fehlerhaften Zuordnungen führen. So werden gerade bei der Unterscheidung zwischen internal und external generierten Gedächtnisinhalten auch gerichtete Fehler, sogenannte „bias“, diskutiert. Auf diese wird in den nachfolgenden Kapiteln noch genauer eingegangen.

Untersuchungen zum „reality monitoring“ sind meist ähnlich konzipiert wie das bereits beschriebene Paradigma beim „source monitoring“. Mit dem Unterschied, dass beim „reality monitoring“ Probanden, beispielsweise wie in einer Arbeit von Henkel und Mitarbeitern, Strichzeichnungen und entsprechende Benennungen gezeigt bekommen, oder sich die Probanden zu den vorgegebenen Benennungen selbst bildliche Darstellungen vorstellen sollen (Henkel et al., 1998). Nachfolgend wird ein Rekognitionstest durchgeführt, bei dem lediglich die Bildbenennungen gezeigt werden. Zusätzlich ist es die Aufgabe der Probanden zu erinnern, ob zu der Bezeichnung zuvor ein Bild gezeigt wurde (externale Quelle) oder das Bild selbst vorgestellt werden musste (internale Quelle). In der Arbeit von Henkel wurde der Rekognitions- und „reality monitoring“-Test nicht wie bei Abbildung 2.1 dargestellt durchgeführt. In der Untersuchung von Henkel mussten die Probanden in einem Durchgang sozusagen drei Angaben zu den Items machen. Sie mussten beim Abruf anzeigen, welches Item neu ist (noch nicht gezeigt wurde), welches Item zuvor mit Bild gezeigt wurde und zu welchem Item man sich zuvor ein Bild vorstellen musste. Dieses Vorgehen wurde in neueren Arbeiten häufig übernommen.

#### **2.1.4 Experimentelle Befunde zu Rekognition, „source-monitoring“ und „reality monitoring“**

Die Gedächtnisleistungen bei der Rekognition von Gedächtnisinhalten – wiedererkennen, ob ein Item bereits gezeigt wurde und bekannt ist oder ob es noch nicht gezeigt wurde – sind bei gesunden Probanden erstaunlich fehlerfrei. In einer aktuellen Arbeit von Johnson und Mitarbeitern mussten gesunde Probanden im Rahmen einer EEG-Studie 80 Hauptwörter lernen. In einem nach einer kurzen Pause durchgeführten Rekognitionstest wurden zusätzlich zu den gelernten 80 Wörtern randomisiert 80 neue Wörter gezeigt (Johnson et al., 1998). In vier Durchgängen mit jeweils neuen Wortlisten erkannten Probanden zwischen 70 % und 96

% der bereits gezeigten Wörter richtig („hits“ siehe Kap. 2.1.1). Im Erkennen der neuen Wörter zeigen Probanden eine noch größere Sicherheit, mit zwischen 82 % und 94 % korrekt erkannten neuen Items („correct rejection“) (aus Johnson et al., 1998, Tabelle 1, S. 87). Dieses Ergebnis darf als repräsentativ angesehen werden und wurde auch in Studien mit anderem methodischem Vorgehen so gefunden (beispielsweise Kayser et al., 1999, Tabelle 1, S. 254; „hit“: 82,9 % und „correct rejection“: 94,2 % oder siehe auch Curran, 1999 sowie Rugg et al., 1995). Offensichtlich besteht bei gesunden Probanden eine etwas größere Sicherheit beim Erkennen neuer Items als beim Wiedererkennen bereits gezeigter Items.

Für die Erinnerung des Kontextes bzw. der Quelle einer Information („source monitoring“ und „reality monitoring“) wurde ein Gedächtnisprozess angenommen der ein höheres Ausmaß an mentaler Anstrengung erfordert und leichter störbar ist (siehe Kap. 2.1.2). In den verschiedenen Studien zeigt sich konsistent, dass hier im Vergleich zum Wiedererkennen schlechtere Erinnerungsleistungen zu erwarten sind (Bornstein & LeCompte, 1995). Wilding führte eine „source monitoring“-Aufgabe durch, in der gesunde Probanden eine Unterscheidung zwischen zwei externen Quellen und zwei internen Quellen durchführen mussten (Wilding, 1999). Den Probanden wurden in 6 Lerndurchgängen je 28 Wörter visuell präsentiert. Als externe Quellen waren die Wörter je zur Hälfte entweder von einem männlichen und einem weiblichen Sprecher gesprochen worden. Die Probanden mussten die Wörter nachsprechen und das Geschlecht des Sprechers identifizieren und anschließend - als interne Quellen – eine von zwei Bewertungsaufgaben vornehmen. In der sog. „action task“ sollte beurteilt werden, ob die Wörter eher mit Passivität oder Aktivität verbunden werden. In der „liking task“ sollte eingeschätzt werden, ob die Wörter eher angenehme oder unangenehme Gefühle auslösen. Anschließend erfolgte eine „source monitoring“-Aufgabe, in der entweder das Geschlecht des Sprechers (männlich vs. weiblich) oder die durchgeführte Beurteilungsaufgabe („action“ vs. „liking“) erinnert werden musste. Zusätzlich wurden bisher nicht gezeigte Wörter dargeboten, die als „neu“ identifiziert werden mussten. Für die Rekognition ergaben sich wie in den bereits angeführten Studien mit 80 % „hits“ und 95 % „correct rejections“ gute Erinnerungsleistungen. Für die korrekte Zuordnung der externen Quelle (Sprecherstimme) ergaben sich je 60 % korrekte Zuordnungen, für den internalen Kontext (Aufgabenart) etwas höhere korrekte Zuordnungen mit 66 % und 67 %. Diese Ergebnisse wurden in einer späteren Arbeit von Wilding repliziert (Wilding, 2000).

In dieser Arbeit kommt auch ein Ergebnis zum Ausdruck, das häufig als „generation effect“ bezeichnet wird. Erstmals wurden von Slamecka & Graf mehrere Untersuchungen durchgeführt, um herauszufinden, ob sich Erinnerungsleistungen für selbstgenerierte Informationen von wahrgenommenen Informationen unterscheiden (Slamecka & Graf, 1978, zit. in Johnson et al., 1981, S. 72). Nach den Untersuchungen von Slamecka waren die Erinnerungsleistungen selbstgenerierter Inhalte sowohl beim einfachen Wiedererkennen (Rekognition) als auch bei explizitem Gedächtnisabruf („recall“) besser. Dieser Effekt, dass



selbstgenerierte Inhalte fehlerfreier erinnert werden können, wird als „generation effect“ bezeichnet. Bei der Betrachtung neuerer Untersuchungen lässt sich das von Slamecka & Graf postulierte Ergebnis jedoch nicht durchgehend bestätigen. Henkel und Mitarbeiter fanden lediglich eine bessere Rekognitionsleistung für selbstgenerierte (vorgestellte) Bilder im Vergleich zu wahrgenommenen Bildern (Henkel et al., 1998). Es besteht bei den selbstgenerierten Bildern offensichtlich ein höheres Gefühl von Vertrautheit und diese werden eher als bereits gesehen bzw. bekannt eingeschätzt. Bei der Zuordnung der Quelle („reality monitoring“) besteht dieser Vorteil für selbstgenerierte Bilder jedoch nicht mehr. Die Anzahl korrekter Zuordnungen war bei der „reality monitoring“-Aufgabe für die selbstgenerierten Bilder signifikant geringer als bei wahrgenommenen Bildern. Ein ähnliches Ergebnis lässt sich auch einer Studie von Wilding & Rugg entnehmen, in der gesunde Probanden erinnern mussten welche Wörter von ihnen selbst genannt bzw. gehört wurden (Wilding & Rugg, 1997). Die Probanden zeigten in der Rekognition eine höhere Anzahl an „hits“ bei selbstgesprochenen Wörtern (88 %) im Vergleich zu gehörten Wörtern (73 %). Beim Erinnern der Quelle bzw. ursprünglichen Handlung (zuhören vs. selbst sprechen) ergab sich eine höhere korrekte Zuordnung für gehörte Wörter mit 86 % im Vergleich zu selbst genannten Wörtern mit 74 %.

Zusammenfassend lässt sich aus den bisherigen Studien schließen, dass beim Erinnern der Quelle bzw. des assoziierten Kontextes eines Gedächtnisinhalts bei gesunden Probanden weniger korrekte Zuordnungen zu erwarten sind als bei der Rekognition von Inhalten. Es besteht eine größere Sicherheit bei der Rekognition von Inhalten die selbstgeneriert wurden. Beim „reality monitoring“ hingegen scheint die Erinnerung an externale Quellen mit größerer Sicherheit zu erfolgen. Die Rekognition bzw. das Wiedererkennen von Inhalten kann lediglich auf der Basis eines Gefühls von Vertrautheit erfolgen. Einem Gedächtnisprozess der mit „familiarity“ bezeichnet wird. Der korrekte Abruf des assoziierten Kontextes, wie es bei „source monitoring“-Aufgaben und „reality monitoring“-Aufgaben gefordert ist, basiert auf einem aktiven Gedächtnisprozess der als „recollection“ bezeichnet wird. Die vorliegende Arbeit orientierte sich an den in der EEG-Literatur üblichen Bezeichnungen der Gedächtnisprozesse sowie an den hier üblichen Untersuchungsparadigmen. In der Gedächtnisforschung finden sich jedoch eine Vielzahl von Begriffsdefinitionen mit vergleichbaren Bedeutungen wie z.B. „episodisch“ für den bewussten, aktiven Gedächtnisabruf (Tulving, 1983; Tulving, 1985). In Abgrenzung dazu steht beispielsweise die Bezeichnung „implizit“ für Gedächtnisleistungen die weniger bewusst erfolgen (Schacter, 1992; Squire et al., 1993; Squire & Knowlton, 1995). Das Nebeneinander von Begriffen und Theorien ist immer noch kennzeichnend für die Gedächtnisforschung. Für eine genauere Information sei hier auf Übersichtsarbeiten verwiesen (Baddeley, 1990; Squire, 1992; Bredenkamp & Erdenfelder, 1996).

Bei Untersuchungen des Gedächtnisprozesses „recollection“ zeigen vor allem Menschen höheren Lebensalters (Hashtroudi et al., 1989) und amnestische Patienten (Shimamura & Squire, 1987) im Vergleich zu jüngeren bzw. gesunden Kontrollprobanden schlechtere Erinnerungsleistungen. Diese Ergebnisse führten zu der Annahme, dass beim Wiedererkennen (Rekognition) im Vergleich zum Erinnern des Kontextes („source monitoring“ und „reality monitoring“) nicht nur unterschiedliche Gedächtnisprozesse sondern auch distinkte Hirnstrukturen beteiligt sind. Es liegen inzwischen Untersuchungen mit verschiedenen Gedächtnisanforderungen zur Erforschung der beteiligten Hirnstrukturen vor (Moscovitch & Winocur, 1992; Markowitsch, 1994; Wall & Messier, 2001; Tulving, 2002).

Nach Johnson sind beim „source monitoring“ temporale und diencephale Hirnstrukturen beteiligt (Johnson et al., 1993). Diese Hirnregionen ermöglichen die Konsolidierung von Gedächtnisinhalten und vor allem auch die Konsolidierung assoziierter perzeptueller Merkmale und räumlicher Details. Frontale Hirnregionen scheinen wesentlich beteiligt zu sein bei strategischen Abrufprozessen und Evaluationsprozessen. Johnson bezieht sich in ihrer Argumentation im Wesentlichen auf bekannte Arbeiten von Larry Squire und Morris Moscovitch (Squire, 1987; Moscovitch, 1989 zit. in Johnson et al., 1993, S.19). Die angeführten Funktionen dieser Hirnregionen werden auch als wesentliche Funktionen in ihrem „source-monitoring-framework“ (SMF) beim Abruf der Quelle von Gedächtnisinhalten genannt. Die Erinnerung der Quelle einer Information erfolgt auf der Basis der mit dem Gedächtnisinhalt assoziierten Merkmale sowie auf der Basis von Entscheidungs- und Evaluationsprozessen (siehe Kap. 2.1.2). Johnson nimmt an, dass diese Hirnregionen auch bei der Rekognition von Inhalten beteiligt sind, jedoch in einem geringeren Umfang. Insbesondere die Frontalhirnregionen sind bei Rekognitionsaufgaben weniger aktiv.

Tulving und andere Arbeitsgruppen betonen zudem eine frontale Lateralität in der Bewältigung eines bewussten Gedächtnisabrufs und beim Erinnern des Kontextes, wie dies bei „source monitoring“-Aufgaben gefordert ist (Tulving et al., 1994; Nyberg et al., 1996; Fletcher et al., 1998). Die linksfrontalen Regionen sind nach Tulving stärker in Enkodierungsprozessen involviert. Rechtsfrontale Hirnregionen sind hingegen stärker beim Abruf, insbesondere beim „recollection“, von Gedächtnisinhalten beteiligt. Diese Überlegungen formulierte Tulving in seinem „hemispheric encoding / retrieval asymmetry“ (HERA) Model (Tulving et al., 1994).

Nolde, Johnson und Raye hingegen postulieren, dass der rechtshemisphärische präfrontale Kortex beim Abruf von Gedächtnisinhalten ausreichend ist, wenn der Abruf keine ausgeprägten systematischen Such- und Evaluationsprozesse erfordert (Nolde et al., 1998b). Nur wenn in höherem Maße Such- und Evaluationsprozesse notwendig sind, wie vor allem bei „source monitoring“-Aufgaben, dann sind nach Nolde zusätzlich linkshemisphärische präfrontale Regionen aktiv. Nolde konnte dies anhand einer fMRI-Studie nachweisen. Hier fand sie eine ausgeprägtere linksfrontale Aktivierung, wenn Probanden erinnern mussten, ob

ein Item als Bild oder Wort präsentiert wurde – eine „source monitoring“-Aufgabe. Mussten die Probanden lediglich eine Rekognitionsaufgabe bewältigen, dann war die Aktivierung des linksfrontalen Kortex geringer ausgeprägt (Nolde, 1998a).

Untersuchungen der Gedächtnisprozesse und beteiligten Hirnregionen wurden nicht nur mit neuropsychologischen Patienten durchgeführt sondern auch mit schizophrenen Patienten. Bei Patienten mit Störungen aus dem schizophrenen Formenkreis wurden nicht nur Auffälligkeiten in den Gedächtnisleistungen (Saykin et al., 1991; Saykin et al., 1994; Rushe et al., 1999) sondern auch Dysfunktionen u.a. in den gedächtnisverarbeitenden Hirnregionen - Temporallappenregionen und Frontalhirnregionen - nachgewiesen (Heckers et al., 2000; Ragland et al., 2001; Halliday, 2001; Kegeles et al., 2000). Untersuchungen zum „reality monitoring“ bei schizophrenen Patienten wurden jedoch nicht nur vor dem Hintergrund dieser Auffälligkeiten durchgeführt. Vielmehr soll durch Untersuchungen zum „reality monitoring“ die Symptomatik schizophrener Patienten besser verstanden werden, denn das Erleben schizophrener Patienten ist gerade durch eine veränderte innere „Realität“ gekennzeichnet, worauf im nachfolgenden Kapitel genauer eingegangen werden soll.

## **2.2 Symptome der schizophrenen Erkrankung**

### **2.2.1 Phänomenologie der Positiv-Symptomatik**

Bei den Erkrankungen aus dem schizophrenen Formenkreis handelt es sich um ein Störungsbild das sich in vielfältigen Symptomen äußern kann. Über einen langen Zeitraum hinweg wurden immer wieder Versuche unternommen charakteristische Symptome zusammenzufassen. Ein Symptomcluster wird inzwischen als Positiv-Symptomatik bezeichnet. Es beschreibt Symptome welche üblicherweise nicht im Erlebensspektrum gesunder Probanden vorhanden sind. Bei den Positivsymptomen wird zwischen Halluzinationen, Wahngedanken, bizarren Verhaltensweisen und Störungen des Denkens unterschieden (Watzl & Rist, 1996, S. 19). Diese Symptome kennzeichnen meist die akute, floride Phase einer schizophrenen Psychose. In einer Studie von Andreasen (1987) wurden u.a. die Positivsymptome von 111 konsekutiv aufgenommenen Patienten des Iowa Psychiatry Hospitals erfasst. Nach dieser Erhebung ist bei Patienten mit wahnhaftem Erleben der Verfolgungswahn am häufigsten (77 %). Etwa ein Drittel der Patienten mit diesen inhaltlichen Denkstörungen sind überzeugt davon, dass sich ihre eigenen Gedanken nach außen ausbreiten, andere Menschen ihre Gedanken sozusagen „lesen“ können

(Gedankenausbreitung). Zudem berichtet etwa 20 % der untersuchten Patienten, dass ihnen Gedanken eingegeben werden. Sie berichten, Gedanken zu haben, die nicht die ihren sein können. In der aktuell gültigen Version der Internationalen Klassifikation Psychischer Erkrankungen (ICD-10) ist zudem als charakteristisches Symptom zur Diagnose einer schizophrenen Psychose der Kontroll- und Beeinflussungswahn aufgenommen (ICD-10, WHO, 1992). Hier beschreiben Patienten den Eindruck, dass z.B. Handlungen oder Bewegungen von „außen“ kontrolliert oder gemacht werden und außerhalb des Einflusses der eigenen Person sind.

Als Leitsymptom der schizophrenen Erkrankungen kann das Erleben von akustischen Halluzinationen angenommen werden, etwa in Form von dialogisierenden oder kommentierenden Stimmen. Nach Kurt Schneiders Psychopathologie (Schneider, 1959) handelt es sich hierbei um ein Erstrangsymptom der Erkrankung. Nach der Untersuchung von Andreasen weisen etwa 70 % der schizophrenen Patienten akustische Halluzinationen auf (Andreasen, 1987, siehe auch David & Cutting, 1994). Häufig berichten Patienten von dem Eindruck, dass diese Stimmen über sie oder mit ihnen reden würden (dialogisierende oder kommentierende Stimmen). Dieses Erleben ist für Patienten massiv beeinträchtigend und irritierend. Häufig berichten Patienten die „Stimmen“ in Gesprächslautstärke zu hören und dann nach der „Quelle“ dieser „Stimmen“ zu suchen. Beispielsweise indem sie sich nach dem potentiellen Gesprächspartner umdrehen. Da das halluzinatorische Erleben für Patienten einen hohen Realitätsgehalt besitzt werden oft Erklärungen für dieses Erleben gesucht.

## 2.2.2 Theorien und Untersuchungen zum halluzinatorischen Erleben

Slade & Bentall definieren halluzinatorisches Erleben als eine der Wahrnehmung ähnlichen Erfahrung die (a) in Abwesenheit einer angemessenen [sensorischen] Stimulation entsteht, jedoch (b) im gleichen Umfang die Macht und Bedeutung einer (realen) Wahrnehmung hat und sich (c) dem direkten Einfluss oder der direkten Kontrolle der Person entzieht<sup>3</sup> (Slade & Bentall, 1988). Diese Definition betont die für Halluzinationen charakteristische „Illusion“ beziehungsweise „Realität“ der Wahrnehmung. Akustische Halluzinationen erscheinen den Betroffenen als nicht bewusst kontrollierbar, als meist unerwünscht und von „external“ bzw. von außen kommend (Sedman, 1966, zit. in Bentall, 1990). Wobei die meisten Patienten eher schlecht einschätzen können, ob Halluzinationen innerhalb oder außerhalb ihres Kopfes lokalisiert sind (Nayani & Davis, 1996).

In den Erklärungsansätzen zum halluzinatorischen Erleben lassen sich im Wesentlichen zwei Strömungen ausmachen. Die sogenannten „Input-Theorien“ brachten Halluzinationen mit

---

<sup>3</sup> „any percept-like experience which (a) occurs in the absence of an appropriate stimulus, (b) has the full force or impact of the corresponding actual (real) perception and (c) is not amenable to direct and voluntary control by the experiencer.“ (Slade & Bentall 1988, zit. in Bentall, 1990, S. 82)

fehlerhaften Wahrnehmungen oder fehlerhaften Interpretationen von Wahrnehmungen in Zusammenhang. Für diesen Ansatz nur schwer erklärbar ist das Phänomen, dass prälinguale taubstumme Patienten mit einer schizophrenen Störung auch von halluzinatorischem Erleben berichten. Einige dieser Patienten schildern, die Inhalte der Halluzinationen bzw. „Stimmen“ nicht nur über z.B. Gesten oder Lippenbewegungen zu sehen sondern auch zu hören (Schonauer et al., 1998). Bedeutender sind daher inzwischen psychologische Theorien die Halluzinationen mit fehlerhaften Denkprozessen erklären, die sogenannten „Output-Theorien“. So führten einige experimentelle Untersuchungen zu der Annahme, dass eine Verbindung zwischen innerem Sprechen und akustischen Halluzinationen bestehen könnte. Levine beschreibt inneres Sprechen („inner speech“) als „ein subjektives Phänomen des mit sich selbst Sprechens, des Entwickelns eines auditiven artikulatorischen Abbildes des Gesprochenen ohne auch nur eine Silbe auszusprechen“<sup>4</sup> (Levine et al., 1982, zit. in Evans et al., 2000, S. 137).

Die ersten Überlegungen gingen von einer fehlerhaften Verarbeitung von innerem Sprechen und damit verbundenen Subvokalisationen aus. In einigen Studien konnten Gould (1949; zit. in Bentall, 1990) und später McGuigan (1966; zit. in Bentall, 1990) nachweisen, dass Patienten während dem Erleben von akustischen Halluzinationen tatsächlich derartige Subvokalisationen ausführen. Nachfolgende Untersuchungen führten hier jedoch zu inkonsistenten Ergebnissen (David & Cutting, 1994). So können die Artikulationen auch als Epiphänomen der Halluzinationen erklärt werden. Zudem kann dieser Ansatz Halluzinationen in anderen Modalitäten nur schwer erklären.

Nachfolgend wurde ein einfacher Zusammenhang zwischen innerem Sprechen und Störungen der Phonologischen Schleife („phonological loop“) des Kurzzeitgedächtnisses angenommen (Baddeley, 1986). In experimentellen Studien hierzu konnte jedoch eine Beeinträchtigung der kurzzeitigen verbalen Verarbeitung und Speicherung verbaler Inhalte bei schizophrenen Patienten mit akustischen Halluzinationen ausgeschlossen werden (Haddock et al., 1996). In einer neueren differenzierten Untersuchung kam Evans zu dem Ergebnis, dass sich akustische Halluzinationen nicht lediglich mit einer Störung des inneren Sprechens und der inneren auditiven Vorstellung erklären lassen (Evans et al., 2000). 12 schizophrene Patienten mit häufigen akustischen verbalen Halluzinationen und 6 schizophrene Patienten ohne Halluzinationen mussten verschiedene verbale und auditive Vorstellungsaufgaben durchführen. Die Bewältigung dieser Aufgaben sollte in unterschiedlichem Ausmaß eine innere verbale und auditive Vorstellung erfordern (nach Evans „inner voice“ und „inner ear“). Patienten mit und ohne akustischen Halluzinationen konnten diese Aufgaben gleichermaßen bewältigen. Dies veranlasste Evans zu der Annahme, dass weniger die basalen Funktionen beeinträchtigt sind, sondern die Erklärung für halluzinatorisches Erleben eher in höheren kognitiven Prozessen, wie z.B. in der Wahrnehmung und Attribution von inneren Gedanken,

---

<sup>4</sup> „the true subjective phenomenon of talking to oneself, of developing an auditory-articulatory image of speech without uttering a sound“. (Levine et al., 1982 , zit. in Evans et al., 2000, S. 137).

gesucht werden muss (Evans et al., 2000, S. 147). Auf diesen Gesichtspunkt soll in Kapitel 2.2.3 nochmals eingegangen werden.

Auch wenn die Untersuchungen zur Erklärung halluzinatorischen Erlebens noch nicht abgeschlossen sind. So lassen sich Halluzinationen doch grundsätzlich als spontane Manifestationen semantischer (Denk)Inhalte verstehen, die durch den entsprechenden (Sinnes)Kanal „transportiert“ bzw. wahrgenommen werden. Wobei die Inhalte der Halluzinationen für die betreffende Person immer von hoher Bedeutung sind, bzw. über die Halluzinationen für die Person bedeutsame Inhalte vermittelt werden (Schonauer, mündl. 2000).

Zu der Frage, warum die Halluzinationen einen derart einnehmenden „Realitätsgehalt“ besitzen, brachten neuere Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren aufschlussreiche Ergebnisse. Ziel dieser Untersuchungen war es, die spezifische Aktivität von Hirnregionen während dem Erleben von überwiegend akustischen Halluzinationen bei schizophrenen Patienten abzubilden. Als bevorzugtes Vorgehen wurde hier in den letzten Jahren das „symptom capture“-Paradigma angewendet (Weiss & Hecker, 1999). Patienten lernen bei diesen Untersuchungen durch ein motorisches Signal, wie z.B. das Heben eines Fingers, den Beginn und das Abklingen von akustischen Halluzinationen anzuzeigen. Diese Methode erlaubt es, das momentane Zustandsbild halluzinatorischen Erlebens, den „state“, zu messen. In den Untersuchungen zuvor konnten meist nur hirnphysiologische Besonderheiten von Individuen mit erhöhter Anfälligkeit für halluzinatorisches Erleben, und damit das Symptom als „trait“, untersucht werden.

McGuire und Mitarbeiter nutzten das beschriebene Vorgehen um das halluzinatorische Erleben von 12 schizophrenen männlichen Patienten mit einem single photon emission tomography-Verfahren (SPECT) zu erfassen (McGuire et al., 1993). Nach Remission der Halluzinationen wurden diese Patienten nochmals gemessen und dienten dadurch als ihre eigene Kontrollgruppe. Die Patienten hatten während der Messung die Augen geschlossen und hörten ein leises Hintergrundrauschen. McGuire fand, dass 11 der 12 Patienten während dem Erleben von akustischen Halluzinationen einen erhöhten Hirnstoffwechsel in der linken anterioren Hemisphäre, insbesondere in der Broca-Region aufwiesen. Zudem ergab sich eine erhöhte Aktivität im linken medialen Temporallappen. Diese erhöhte Aktivität war aufgrund der geringen Fallzahlen nicht statistisch signifikant. In einer Untersuchung von Liddle mit einem positron emission tomography-Verfahren (PET) war jedoch eine erhöhte linkstemporale Hirnaktivität während akustischer Halluzinationen bei schizophrenen Patienten bereits beschrieben worden (Liddle et al., 1992, zit. in McGuire et al., 1993).

Silbersweig und Mitarbeiter untersuchten Patienten (n = 5) mit akustischen Halluzinationen ebenfalls mit einem PET-Verfahren (Silbersweig et al., 1995). Bei dieser Untersuchung erfolgte keine auditive Stimulation. Die Patienten hatten die Augen geschlossen und signalisierten durch Knopfdruck halluzinatorisches Erleben. Die neuronale Aktivität der

halluzinatorischen Phasen wurde bei jedem Patienten mit Aufnahmezeiten ohne Halluzinationen verglichen. Silbersweig konnte ein breiteres Aktivierungsmuster in Zusammenhang mit halluzinatorischem Erleben nachweisen. So fand er eine erhöhte Aktivität in subkortikalen Kernen (bilateraler Thalamus, rechtes ventrales Striatum) sowie in limbischen Strukturen (linker Hippokampus und Parahippokampus). Der linke orbitofrontale Kortex zeigte ebenfalls erhöhte Aktivierungsmuster. Erstaunlicherweise fand sich keine signifikant erhöhte Aktivität in den temporalen Regionen. Silbersweig erklärt das breitere Aktivierungsmuster durch die Interkonnektivität neokortikaler Strukturen mit subkortikalen Regionen. Silbersweig bringt eher die thalamische Aktivierung in Zusammenhang mit halluzinatorischem Erleben. Nach seinen Überlegungen erfolgt hier eine „innere Repräsentation der Realität“<sup>5</sup> (Silbersweig et al., 1995, S. 176). Die erhöhte neokortikale Aktivierung, vor allem in frontalen und temporo-parietalen Regionen, könnte sich nach Silbersweig aufgrund der hohen interindividuellen Variabilität der Aktivierungsmuster und der kleinen Stichprobe statistisch nicht durchgesetzt haben. Eine Replikation dieser Untersuchung wurde von Dierks, jedoch wieder an einer kleinen Stichprobe (n = 3), mit der Methode des functional magnetic resonance (fMRI) durchgeführt (Dierks et al., 1999). Signifikante, mit akustischen Halluzinationen korrelierte Aktivierungen, ergaben sich ebenfalls im Hippokampus und der Amygdala. Daneben jedoch vor allem im Temporallappen - in der primären Hörrinde der sprachverarbeitenden, dominanten Hemisphäre. Eben diese Region war auch in einer Kontrollaufgabe mit auditiver Stimulation aktiv. Lennox untersuchte vier Patienten mit dem von Silbersweig angewendeten Paradigma ebenfalls mit einem fMRI-Verfahren und konnte die Ergebnisse von Dierks weitestgehend bestätigen (Lennox et al., 2000). Für die Phasen mit halluzinatorischem Erleben ergab sich bei allen Probanden eine erhöhte Hirnaktivität im superioren temporalen Gyrus und linkshemisphärisch im inferioren parietalen Cortex sowie im mittleren frontalen Gyrus. Auch wenn die spezifische Aktivierung, im Gegensatz zu den Befunden von Dierks, eher in der nicht-dominanten Hemisphäre oder bilateral ausgeprägt war, so bestätigte Lennox doch die Beteiligung primärer auditiver Areale beim Erleben akustischer Halluzinationen.

Problematisch bei den bisher beschriebenen Arbeiten war die Konfundierung halluzinatorischen Erlebens mit motorischen Reaktionen (Fingerbewegung um Halluzinationen anzuzeigen). Sowie insbesondere bei fMRI-Untersuchungen, das mit der Messung verbundene Aufzeichnungsgeräusch, was einer auditiven Stimulation entspricht. In einer aktuellen Arbeit von Sukhwinder und Mitarbeitern wurde durch eine spontane fMRI-Aufzeichnung mit nachfolgender Befragung der Patienten, ob vor dem Scanner-Geräusch akustische Halluzinationen bestanden oder nicht, das oben geschilderte Problem umgangen (Sukhwinder et al., 2000a). Sukhwinder verglich Phasen mit und ohne halluzinatorischem Erleben und bestätigte u.a. die Aktivierung im inferioren frontalen Gyrus und medialen temporalen Gyrus. Eine eher rechthemisphärische Aktivierung fand er u.a. im superioren temporalen Gyrus.

---

<sup>5</sup> „internal representation of reality“ (Silbersweig et al., 1995, S. 176).

Zusammenfassend weisen die bisherigen Untersuchungen zum halluzinatorischen Erleben, trotz unterschiedlicher methodischer Vorgehensweisen, auf eine Aktivierung primärer und sekundärer auditiver Hirnareale vor allem im temporalen Kortex hin. Zu dieser Überlegung gelangt auch Weiss in seiner Übersichtsarbeit (Weiss et al., 1999). Nach meiner Kenntnis konnte lediglich in einer Arbeit eine verminderte Aktivität während dem halluzinatorischen Erleben in diesen Regionen nachgewiesen werden (Cleghorn et al., 1992). Nach diesen Befunden wird der hohe „Realitätsgehalt“ akustischer Halluzinationen erklärbar, da durch die Aktivierung primärer und sekundärer akustischer Areale tatsächliches Hören quasi simuliert wird. Zur Absicherung der Befunde müssten jedoch noch Untersuchungen mit größeren Fallzahlen durchgeführt werden.

Das Erleben akustischer Halluzinationen verändert darüber hinaus jedoch auch die Wahrnehmung äußerer Reize. Dies konnten David und Mitarbeiter in einer Fallstudie durch eine wiederholte fMRI-Messung während halluzinatorischer und nicht halluzinatorischer Episoden nachweisen (David et al., 1996). Visuelle Stimulation durch aufleuchtende Dioden führte unabhängig von der Symptomatik erwartungsgemäß zu einer Aktivierung der primären und sekundären visuellen Areale. Auditive Stimulation durch wiederholtes Hören eines Textes führte hingegen grundsätzlich zu einer schwächeren Aktivierung im Vergleich zur visuellen Aktivierung. Besonders drastisch war die Verminderung jedoch in Phasen mit Erleben akustischer Halluzinationen. David interpretierte sein Ergebnis dahingehend, dass äußere Reize mit akustischen Halluzinationen modalitätsspezifisch um die Aktivierung der akustischen Areale (superiorer temporaler Gyrus und medialer temporaler Gyrus) konkurrieren. In einer fMRI-Studie von Woodruff et al. wiesen die Ergebnisse in die gleiche Richtung (Woodruff et al., 1997). Phasen halluzinatorischen Erlebens waren verbunden mit einer verminderten Aktivierung des rechten medialen temporalen Gyrus auf externe Sprachreize.

In einer weiterführenden Arbeit untersuchten McGuire und Mitarbeiter in einer PET-Studie die Verarbeitung von innerem Sprechen und der mentalen Vorstellung auditiver Wahrnehmung bei schizophrenen Patienten (McGuire et al., 1996). McGuire untersuchte Patienten (je n = 6) mit häufigen, langandauernden akustischen Halluzinationen in der Vorgeschichte und Patienten mit keinen bzw. sehr seltenen akustischen Halluzinationen in der Vorgeschichte sowie Kontrollprobanden. Es wurden drei Aufgaben durchgeführt: Erstens leises Lesen von visuell dargebotenen Wörtern als Referenzbedingung bzw. „baseline“. Zweitens eine sog. „inner speech“-Aufgabe in der Probanden den Satz „Du bist ein ...“ mit einem zuvor dargebotenen Wort ergänzen und innerlich wiederholt aufsagen sollten. Sowie drittens eine auditiv-verbale-Vorstellungsaufgabe, in der man sich den zuvor innerlich rezitierten Satz in einer fremden, monotonen Stimme vorstellen sollte. Bei der „inner speech“-Aufgabe fand McGuire nur geringe Gruppenunterschiede in den aktivierten Hirnregionen. Alle Probandengruppen zeigten hier eine erhöhte Aktivität in den linkshemisphärischen



inferioren frontalen Regionen. Bei der auditiven Vorstellung der Sätze zeigten die Patienten mit häufigen Halluzinationen in der Vorgeschichte eine deutlich erniedrigte Aktivität im supplementären motorischen Kortex und im linkshemisphärischen medialen temporalen Gyrus. Im Vergleich dazu zeigten die beiden anderen Gruppen bei dieser Aufgabe in diesen Regionen eher eine erhöhte Aktivität. McGuire sieht die Funktion dieser Hirnregionen beteiligt an der Zuordnung der Quelle der Wahrnehmung als selbst- oder fremdgeneriert<sup>6</sup> (McGuire et al., 1996, S.155). Sukhwinder führte eine fMRI-Studie mit ähnlichen Aufgaben durch (Sukhwinder et al., 2000b). Untersucht wurden ebenfalls schizophrene Patienten (n = 8) mit häufigen akustischen Halluzinationen in der Vorgeschichte. Die „inner speech“-Aufgabe führte bei den Kontrollen und Patienten gleichermaßen zur Aktivierung des linken inferioren frontalen Kortex. Die auditiv-verbale-Vorstellungsaufgabe war bei den Patienten mit häufigen akustischen Halluzinationen u.a. assoziiert mit einer erhöhten Aktivierung des rechten temporalen Kortex. Sukhwinder kommt wie McGuire zu dem Schluss, dass die erhöhte Aktivierung u.a. des temporalen Gyrus nicht nur mit dem Gedächtnisabruf sondern auch mit Prozessen des verbalen „self-monitoring“ zusammenhängen muss.

Auch Weiss kommt in seiner Literaturübersicht zu dem Schluss, dass akustische Halluzinationen mit einer modalitätsspezifischen kortikalen Aktivierung assoziiert sind. Externale akustische Reize „wetteifern“ mit Halluzinationen um die Verarbeitung in den akustischen Arealen. Bei Patienten mit Erleben akustischer Halluzinationen scheint zudem auch die kortikale Verarbeitung innerer Verbalisationen und auditiver Vorstellungen verändert zu sein (Weiss et al., 1999). Die Ergebnisse dieser Studien mit bildgebenden Verfahren stehen in Einklang mit einer Theorie zur Erklärung halluzinatorischen Erlebens - dem „self-monitoring“-Ansatz - der im nachfolgenden Kapitel dargestellt ist.

### 2.2.3 Der „self-monitoring“-Ansatz zum halluzinatorischen Erleben

Frith beschreibt in seinem Standardwerk „The Cognitive Neuropsychology of Schizophrenia“, dass die im vorigen Kapitel beschriebenen Positivsymptome der schizophrenen Symptomatik auf eine Störung des „self-monitoring“ zurückgeführt werden können (Frith, 1993, S. 73 ff). Das Modell von Frith wurde ursprünglich zur Erklärung von Kurt Schneiders Erstrangsymptomen, definiert als „gemachte Gefühle, gemachte Impulse, gemachte Handlungen“<sup>7</sup>, sowie zur Erklärung von Auffälligkeiten schizophrener Patienten in der Handlungsplanung entwickelt. Dieser Ansatz kann auch das Erleben akustischer Halluzinationen erklären. Denkvorgänge sind eine planvolle und intendierte Handlung,

---

<sup>6</sup> „self or alien origin“ (McGuire et al., 1996, S.155)

<sup>7</sup> „made feelings, made impulses and made acts“ (zit. in Frith, 1993, S.74)

gekennzeichnet durch „willentliche Anstrengung“<sup>8</sup> (nach Helmholtz zit. in Frith, 1993, S. 85). Akustische Halluzinationen entstehen dann, wenn bei inneren Denkvorgängen und „inner speech“ diese willentliche Intendierung, aufgrund einer Störung des internen „monitoring“-Mechanismuses, nicht bewusst wird. Patienten mit halluzinatorischem Erleben nehmen aufgrund dieser Beeinträchtigungen im „self-monitoring“ Handlungen und auch innere Denkvorgänge dann nicht als selbstgeneriert wahr und attribuieren die Inhalte und Handlungen fälschlicherweise auf eine externe Quelle. Dies führt zu dem Eindruck, fremdgesteuert zu sein oder Denkinhalte gehört zu haben - zu akustischen Halluzinationen. Störungen des „self-monitoring“ führen durch die fehlerhafte Verarbeitung selbstinitiiert Handlungen zu einer Beeinträchtigung in der Zuordnung von „Selbst“ und „Fremd“ (Frith, 1993, S.73). Im Einklang mit dieser theoretischen Vorstellung sind auch die Annahmen von Bentall, der in Zusammenarbeit mit Slade Pionierarbeit in der Erforschung von Halluzinationen geleistet hat (Slade & Bentall, 1988). Bentall nimmt ebenfalls an, dass bei akustischen Halluzinationen interne Prozesse auf eine externe Quelle attribuiert werden. Die zuvor beschriebene Untersuchung von Evans und Mitarbeitern weist darauf hin, dass halluzinatorisches Erleben durch fehlerhafte höhere kognitive Prozesse erklärt werden kann (Evans et al., 2000, siehe Kap. 2.2.2). Halluzinationen entstehen durch Störungen in der Wahrnehmung und Attribution innerer Denkprozesse. Und diese fehlerhafte Attribution erklärt Frith durch das beeinträchtigte „monitoring“ von selbstinitiierten Handlungen und Denkprozessen (Frith, 1993).

Frith unternahm den Versuch das Konstrukt des „self-monitoring“ spezifischen Hirnregionen zuzuordnen. Grob umschrieben sind nach Frith Areale des frontalen Kortex bei der Generierung von willentlichen Verbalisationen bzw. Vokalisationen beteiligt (insbesondere das supplementäre motorische Areal und der anteriore cingulare Kortex). Diese frontalen Regionen sind bereits aktiv, wenn man lediglich an Wörter denkt (nach Wise et al., 1991, zit. in Frith 1993, S. 93). In den parietalen, temporalen und okzipitalen Hirnregionen sind hingegen die primären und sekundären Areale zur Verarbeitung externer Sinneswahrnehmungen lokalisiert. Nach Frith erklärt sich die Störung im „monitoring“ intendierter Handlungen und damit das „self-monitoring“ durch eine Diskonnektivität zwischen diesen anterioren und posterioren Hirnregionen.

Die in Kapitel 2.2.2 beschriebenen Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren zum halluzinatorischen Erleben weisen auf spezifische Veränderungen eben dieser Hirnregionen hin. So scheint während dem halluzinatorischen Erleben eine erhöhte Aktivität in spezifischen Arealen frontaler und temporaler Hirnregionen zu bestehen (McGuire et al., 1993; Liddle et al., 1992; Dierks et al., 1999; Lennox et al., 2000; Sukhwinder et al., 2000a). Bei Aufgaben, die eine innere Vorstellung und damit ein erhöhtes „self-monitoring“ erfordern, unterscheiden

---

<sup>8</sup> „effort of will“ (nach Helmholtz zit. in Frith, 1993, S.85).

sich Patienten mit Halluzinationen von gesunden Probanden ebenfalls in ihrem Aktivierungsmuster über frontalen und temporalen Hirnregionen (David et al., 1996; Woodruff et al., 1997; McGuire et al., 1996; Sukhwinder et al., 2000b). Im Einklang mit den Überlegungen von Frith steht auch das beschriebene SMF von Johnson zur Erklärung von „source monitoring“ und „reality monitoring“ bei Gedächtnisaufgaben (Johnson et al., 1993; siehe Kap. 2.1.2). Johnson nimmt an, dass ein eigener Denkinhalt durch den Abruf der assoziierten kognitiven Vorgänge als „selbstgeneriert“ erinnert wird. Zudem geht Johnson davon aus, dass beim „reality monitoring“ temporale und insbesondere auch frontale Hirnregionen beteiligt sind. Vor dem Hintergrund der beschriebenen Untersuchungen und Theorien zur Erklärung akustischer Halluzinationen sollten gerade schizophrene Patienten mit akustischen Halluzinationen spezifische Beeinträchtigungen bei Gedächtnisaufgaben zum „reality monitoring“ aufweisen.

#### **2.2.4 Untersuchungen zum „reality monitoring“ schizophrener Patienten**

Die erste experimentelle Arbeit zum „reality monitoring“ schizophrener Patienten wurde von Heilbrun veröffentlicht (Heilbrun, 1980). Er erfasste die Meinung von Patienten zu verschiedenen Themen, wie z.B. „was denken Sie über die Glaubwürdigkeit von Politikern“. Patienten mit Halluzinationen zeigten in einem nach einer Woche durchgeführten Multiple Choice-Verfahren ein schlechteres Wiedererkennen der eigenen Aussagen als Patienten ohne Halluzinationen.

Bentall untersuchte in einer viel zitierten Arbeit zum „reality monitoring“ 22 Patienten mit Halluzinationen und 16 Patienten ohne Halluzinationen in der Vorgeschichte sowie 22 Kontrollprobanden (Bentall et al., 1991). Den Probanden wurde ein Überbegriff, z.B. „Frucht“, sowie ein Anfangsbuchstabe, z.B. „A“, vorgegeben zu dem die Probanden ein zugehöriges Objekt, z.B. „Apfel“, selbst nennen mussten. Je nach vorgegebenen Anfangsbuchstaben kann die Assoziation entweder leicht und mit geringem mentalen Aufwand gebildet werden, oder schwer und mit entsprechend hoher mentaler Anstrengung verbunden sein. Die Hälfte der Wortassoziationen waren vom Versuchsleiter vorgegeben, also extern generiert. Nach einer Woche wurde eine „reality monitoring“-Aufgabe durchgeführt in der die (selbst oder extern) assoziierten Wörter und neue Wörter dargeboten und von den Probanden entsprechend zugeordnet werden mussten. Die Erinnerungsleistung für Items die mit hohem mentalen Aufwand gebildet wurden war bei allen Probandengruppen besser als für leichte Items. Vor allem war bei allen Probandengruppen die korrekte Zuordnung der selbstgenerierten Items besser, ein Ergebnis das als „generation effect“ in die Literatur einging und bereits in Kapitel 2.1.4 beschrieben wurde. Betrachtet man die Falschnennungen jedoch genauer, dann zeigen Patienten mit Halluzinationen häufiger als Probanden der beiden anderen Gruppen einen gerichteten Fehler in der Zuordnung der Quelle der Information.

Selbstgenerierte Items mit hohem mentalen Aufwand, also Items die beispielsweise Kontrollen mit hoher Sicherheit korrekt erinnern, erinnern Patienten mit Halluzinationen häufiger als vom Experimentator vorgegeben, also fremdgeneriert (Bentall et al., 1991, Fig. 2, S. 219). Dieses Ergebnis wurde in den nachfolgenden Arbeiten als Bestätigung für die von Bentall vertretene Hypothese der Fehlattribution selbstgenerierter Inhalte auf externe Quellen bei Patienten mit akustischen Halluzinationen interpretiert.

Morrison & Haddock untersuchten 15 schizophrene Patienten mit akustischen Halluzinationen zum Zeitpunkt der Untersuchung und 15 schizophrene Patienten ohne akustische Halluzinationen sowie gesunde Kontrollprobanden ebenfalls in einer Wortassoziationsaufgabe (Morrison & Haddock, 1997). Zu vorgegebenen Wörtern die in ihrer emotionalen Valenz als positiv, neutral oder negativ eingestuft waren, sollten die Probanden je ein Wort nennen, welches ihnen spontan dazu einfällt. Zudem bekamen sie assoziierte Wörter vom Versuchsleiter genannt. Der Gruppenunterschied in der nachfolgend durchgeführten Zuordnung der Wörter in selbstgeneriert und fremdgeneriert verfehlte knapp die statistische Signifikanz. Dennoch zeigen Patienten mit halluzinatorischem Erleben häufiger die Neigung selbstgenerierte Wörter als gehört zu erinnern. Dieser Fehler trat vor allem bei den emotional getönten Wörtern auf. Einen weiteren Hinweis für dieses Ergebnis brachten die Einschätzungen auf einer Analogskala zur Internalität und Kontrolle der Gedanken und Assoziationen. Hier gaben Patienten mit Halluzinationen den Eindruck an, dass Wörter mit emotionalem Gehalt unwillentlich und von außen gesteuert „gedacht“ wurden. Das Ergebnis für die Einschätzung der Kontrolle und Internalität im Generieren assoziierter Wörter wurde in einer nachfolgenden Arbeit von Baker & Morrison repliziert (Baker & Morrison, 1998).

Keefe und Mitarbeiter untersuchten in mehreren Aufgaben zum „reality monitoring“ Patienten mit Erstrangsymptomen nach Kurt Schneider, Patienten ohne diese Symptome und gesunde Kontrollprobanden (Keefe et al., 1999). Die Probanden mussten u.a. erinnern, welche Wörter vom Versuchsleiter gesprochen wurden und welche Wörter man sich lediglich vorstellen musste. Die Ergebnisse von Keefe bestätigen, dass schizophrene Patienten in der genannten „reality monitoring“-Aufgabe signifikant häufiger als Kontrollen angeben, die (selbst) vorgestellten Wörter gehört zu haben. Patienten zeigten jedoch auch schlechtere Zuordnungen in anderen „source monitoring“-Aufgaben, wie z.B. ob Wörter von einer männlichen oder weiblichen Stimme gesprochen wurden. Die schlechteren Leistungen der Patienten beschränken sich deshalb nicht auf die Unterscheidung internal-generiert versus external-wahrgenommen. Leider geht Keefe nicht gesondert auf die Ergebnisse der Patienten mit Erstrangsymptomen ein.

In einer aktuellen Arbeit von Brébion wurden 40 schizophrene Patienten und 40 gesunde Kontrollprobanden in einer „reality monitoring“-Aufgabe untersucht (Brébion et al., 2000). In dieser Untersuchung wurde wiederum zu einem vorgegebenen Oberbegriff, z.B. „Frucht“, ein Objekt der Kategorie, z.B. „Pflaume“ vom Versuchsleiter genannt, das Bild eines weiteren Objekts, z.B. „Birne“ der Kategorie gezeigt und die Probanden mussten einen weiteren

Vertreter der Kategorie, z.B. „Kirsche“, selbst nennen. Nach einer kurzen Pause wurden alle genannten bzw. gezeigten Objekte sowie neue, nicht genannte Objekte der Kategorie laut vorgelesen. Es musste erinnert werden, welche der Objekte selbstgenannt, vorgegeben oder neu waren. Patienten mit Halluzinationen nennen häufiger selbstgenannte Items gesehen oder gehört zu haben. Patienten ohne Halluzinationen zeigen hingegen bei Brébion sogar häufiger Fehlattributionen in die entgegengesetzte Richtung, sie nehmen häufiger vorgegebene Items als selbstgeneriert an. Ein ähnliches Ergebnis fand Brébion bereits 1997, allerdings erfasste er in dieser Arbeit nicht den Einfluss von akustischen Halluzinationen (Brébion et al., 1997).

Franck und Mitarbeiter untersuchten in einer weiteren Arbeit acht Patienten mit Halluzinationen und neun schizophrene Patienten mit Halluzinationen in der Vorgeschichte, jedoch nicht zum Untersuchungszeitpunkt (Franck et al., 2000). Es wurde eine Liste von 16 Wörtern vorgegeben, die entweder laut ausgesprochen oder innerlich gedacht werden mussten. Nach einem Intervall von etwa fünf Minuten wurde den Probanden die Liste mit acht zusätzlichen, zuvor nicht gezeigten Wörtern erneut gezeigt. Schizophrene Patienten nahmen im Vergleich zu gesunden Kontrollen mehr als doppelt so häufig an, dass innerlich gedachte Wörter von ihnen ausgesprochen wurden (Kontrollen im Mittel 1 Wort, Patienten im Mittel 2,4 Wörter). Die Fehleinschätzung, gesprochene Wörter lediglich gedacht zu haben, besteht jedoch vergleichbar häufig bei Kontrollen und Patienten. Dieser Unterschied führte zu einer statistisch signifikanten Interaktion. Eine genauere Betrachtung der halluzinierenden Patienten bestätigte die Annahme, dass insbesondere diese Patienten der Fehleinschätzung unterlagen, gedachte Wörter als ausgesprochen zu erinnern (halluzinierende Patienten 2,3 und nicht halluzinierende Patienten 0,8 Fehler im Durchschnitt).

### Zusammenfassung:

Die Fähigkeit in der Erinnerung zwischen selbst gedachten bzw. gesagten und wahrgenommenen Inhalten zu unterscheiden wird „reality monitoring“ genannt. „Reality monitoring“ basiert im Gegensatz zum einfachen Wiedererkennen auf dem Gedächtnisprozess „recollection“, der assoziierte Merkmale des Gedächtnisinhalts beim Abruf aktiviert. Die Aktivierung dieser Merkmale ermöglicht es, nach den Modellvorstellungen (SMF) von Johnson und Mitarbeitern, die Quelle der Information (external vs. internal) zuzuordnen. Für diese Gedächtnisleistungen sind in stärkerem Maße frontale Hirnregionen beim Abruf beteiligt. Diese Gedächtnisleistung ist zudem weniger zuverlässig als das bloße Wiedererkennen von bereits präsentierten Inhalten. Entsprechend zeigte sich, dass bei diesen Gedächtnisanforderungen zwar auch Kontrollen schlechtere Leistungen zeigen als bei der Rekognition von Inhalten, aber dass beispielsweise schizophrene Patienten in diesen Anforderungen stärkere Einbußen aufweisen. Von Interesse sind bei diesen Untersuchungen vor allem auch schizophrene Patienten mit dem Erleben akustischer Halluzinationen. Für diese Patienten konnte in bildgebenden Verfahren eine veränderte Wahrnehmung akustischer Reize nachgewiesen werden. Diese Patienten zeigen auch eine veränderte Verarbeitung bei

Aufgaben die eine mentale Vorstellung erfordern. Dementsprechend könnte das „reality monitoring“ dieser Patienten aufgrund der veränderten assoziierten Gedächtnismerkmale nach den Modellvorstellungen des SMF von Johnson erschwert sein. Auch in theoretischen Überlegungen zur Erklärung von halluzinatorischem Erleben nach C. D. Frith wird angenommen, dass diese Patienten aufgrund eines defizitären „self-monitorings“ nicht zwischen selbst- und fremdgenerierten Inhalten unterscheiden können. Tatsächlich konnte in einigen experimentellen Untersuchungen zum „reality-monitoring“ nachgewiesen werden, dass schizophrenen Patienten mit akustischen Halluzinationen einen spezifischen Fehler beim Abruf von Gedächtnisinhalten aufweisen. Diese Patienten erinnern häufiger selbstgenerierte (gedachte oder vorgestellte) Gedächtnisinhalte als extern generiert (vom Versuchsleiter vorgegeben d.h. wahrgenommen oder gehört). Die Unterschiede im „reality monitoring“ von Patienten mit halluzinatorischem Erleben im Vergleich zu Kontrollprobanden waren in den bisherigen Untersuchungen jedoch oft gering. In einigen Untersuchungen wurden die Ergebnisse auch nicht gesondert für Patienten mit Positivsymptomen bzw. halluzinatorischem Erleben dargestellt. Problematisch ist zudem dass halluzinatorisches Erleben teils als „trait“ (Halluzinationen in der Vorgeschichte) und teils als „state“ (Halluzinationen zum Untersuchungszeitpunkt) für die Bildung der Untersuchungsstichproben herangezogen wurde.

Um zu erfassen, ob Patienten mit halluzinatorischem Erleben tatsächlich in den Abrufprozessen beim „reality monitoring“ abweichen wäre es nötig bildgebende Verfahren einzusetzen. Es gibt nach vorliegendem Kenntnisstand nur wenige Studien die „reality monitoring“ bei schizophrenen Patienten mit bildgebenden Verfahren untersucht haben. Diese Untersuchungen sollen im nachfolgenden Kapitel dargestellt werden. Auch wurden in den bisherigen Studien keine weiteren Gedächtnisanforderungen zusätzlich zum „reality monitoring“ erhoben. Schizophrene Patienten zeigen jedoch auch Einbußen im verbalen Lernen (Saykin et al., 1991; Saykin et al., 1994; Rushe et al., 1999). So dass Aussagen über spezifische Auffälligkeiten im „reality monitoring“ bei schizophrenen Patienten mit Halluzinationen nur möglich sind, wenn diese Untersuchungsergebnisse mit den Leistungen in ähnlichen Gedächtnisanforderungen verglichen werden können. Dies wurde in den bisherigen Studien nicht berücksichtigt.

## 2.3 Ereigniskorrelierte Potentiale bei Gedächtnisaufgaben

Bei der Untersuchung von Gedächtnisprozessen werden häufig EEG-Studien durchgeführt, da die hohe zeitliche Auflösung des EEG gerade für die Untersuchung kognitiver Prozesse interessant ist und darin einigen der modernen bildgebenden Verfahren überlegen ist. Zudem lassen die Fülle an EEG-Studien, sowie die genauere Kenntnis der Paradigmen und der zu erwartenden EEG-Komponenten eine bessere Interpretation von Befunden zu. Dieser Gesichtspunkt ist vor allem bei der Untersuchung von Patientenstichproben relevant, da hier oft zu den jeweiligen Fragestellungen noch wenige Untersuchungen vorliegen.

### 2.3.1 Komponenten ereigniskorrelierter Potentiale bei Gedächtnisaufgaben

Bei den bisherigen Untersuchungen zeigen sich auf das Sehen eines Stimulus und auf den Abruf von Gedächtnisinhalten oft charakteristische Komponenten im EEG, die auch bei der vorliegenden Untersuchung zu erwarten wären.

Im Zeitbereich zwischen 10 und 100 ms nach Stimulus onset lässt sich ein exogenes visuell evoziertes Potential nachweisen (Rockstroh, 1989). Es bildet die automatisierte Weiterleitung der Informationen zu den primären Projektionsgebieten ab. Etwa im Bereich von 100 ms wäre eine Negativierung, die sog. N100 zu erwarten, welche die selektive Aufmerksamkeit auf den Reiz repräsentiert.

Von Bedeutung, insbesondere für die Untersuchung von Gedächtnisprozessen, ist jedoch die zeitlich nachfolgende Positivierung mit einem Latenzbereich von 280-600 ms, die als P300 in die Literatur einging (Rockstroh, 1989). Es wurde bei der P300 zwischen einer frühen (Latenz 220-350 ms) P3a mit fronto-zentraler Ausprägung und einer späteren (Latenz 350-600 ms) P3b mit eher parietaler Ausprägung unterschieden. Die eher frontale P3a scheint mit einer Orientierungsreaktion (OR) verbunden zu sein und die zur Verfügung stehende Verarbeitungskapazität widerzuspiegeln<sup>9</sup> (Rockstroh, 1989, S. 74).

Gerade die P3b wurde mit der Evaluation und Anpassung von Wahrnehmungen und bestehenden Gedächtnisinhalten in Verbindung gebracht. Donchin und Mitarbeiter vermuten, dass die Ausprägung der P300 proportional zum „context updating“ ist, was durch den zu verarbeitenden Stimulus erfolgt (Donchin et al., 1981; Donchin & Coles, 1988, zit. in Otten & Donchin, 2000). Die Amplitude der P300 sollte bei größerer Anforderung aber auch bei erhöhtem Einsatz mentaler Ressourcen ausgeprägter sein. Zudem wurde vielfach von Donchin berichtet, dass Items, die eine größer ausgeprägte P300 evozieren, auch mit einer höheren

---

<sup>9</sup> „reflects a call for processing resources in a central limited capacity channel“ (Rockstroh, 1989, S. 74)

Wahrscheinlichkeit korrekt erinnert werden können (siehe Otten & Donchin, 2000). Entsprechend der theoretischen Überlegungen wurde angenommen, dass das Oberflächenpotential der P300 im Hippokampus und dem MTL generiert wird.

An parietalen Elektroden wurde häufig eine nachfolgende Positivierung mit einer Latenz von etwa 500-1500 ms – die „positive-slow-wave“ (pSW) - beschrieben. Merkmal der pSW ist der fronto-parietale Gradient, mit positiver Ausprägung an zentralen bis posterioren Elektroden und einem Rückgang der Positivierung bis hin zu negativen Ausprägungen an frontalen Elektroden – der „negative-slow-wave“ (nSW). Während die nSW mit Abrufprozessen und mentaler Vorstellung verbunden ist, wird die pSW nach Rösler als Bestandteil des „late-positive-complex“ (LPC) interpretiert und mit anstrengender kontrollierter Verarbeitung in Verbindung gebracht<sup>10</sup> (Rösler et al., 1986, zit. in Rockstroh, 1989, S. 76).

### 2.3.2 Der „old-new effect“ in EEG-Studien

EEG-Studien zur Rekognition wurden überwiegend zu dem in Kapitel 2.1.1 beschriebenen Zwei-Prozess-Modell durchgeführt, mit dem Ziel charakteristische Potentialverläufe für „familiarity“- und „recollection“-Prozesse zu identifizieren und diese spezifischen Gedächtnisanforderungen zuzuordnen.

Eine Vielzahl von Studien wurden hierzu in der Arbeitsgruppe von Michael Rugg durchgeführt (Übersichtsarbeit: Rugg & Coles, 1995; sowie Allan et al., 1998). Die Ergebnisse der Untersuchungen von Rugg wurden auch von anderen Arbeitsgruppen bestätigt und der für die Rekognition charakteristische Potentialverlauf ging in die Literatur als „old-new effect“ ein (siehe auch Paller & Kutas, 1992; Johnson, 1998).

Das korrekte Erkennen bereits gezeigter Stimuli („hit“) führt im EEG zu einer deutlicher ausgeprägten Positivierung als das korrekte Identifizieren neu präsentierter Stimuli („correct rejection“), wohingegen bei falschen Antworten („miss“ und „false alarm“) diese Positivierung nicht nachweisbar ist. Die Untersuchungen wurden überwiegend mit dem Wiedererkennen von Wörtern, d.h. verbalem Material, durchgeführt. Der „old-new effect“ ist vor allem linkshemisphärisch über parietalen und zentralen Elektroden mit einer Latenz von etwa 400 ms nach Stimulus-onset und einer Dauer von etwa 400-600 ms zu beobachten (Wilding, 2000; Allan et al., 1998).

Ursprünglich wurde diese Positivierung mit dem „familiarity“-Prozess in Verbindung gebracht (Rugg & Doyle, 1992). Eine Untersuchung von Smith mit einer sog. „remember-know“ Aufgabe (siehe auch Tulving, 1985) ergab jedoch Hinweise, dass der „old-new effect“ auf die Beteiligung des „recollection“-Prozesses zurückzuführen ist (Smith, 1993). Bei Smith wurden Versuchspersonen aufgefordert neben der Rekognitionsaufgabe eine Einschätzung

---

<sup>10</sup> „effortful controlled processing“ (Rösler et al., 1986, zit. in Rockstroh, 1989, S. 76)



vorzunehmen, ob das Wiedererkennen auf einer Erinnerung („remember“) oder auf Wissen („know“) beruhe. Bei der „remember“-Antwort sollten nach Tulving mehr Informationen des episodischen Gedächtnisses und daher der „recollection“-Prozess beim Abruf beteiligt sein. Bei Erinnerungen die als „remembered“ eingeschätzt wurden, war ein stärkerer „old-new effect“ zu beobachten, im Vergleich zu Items die als erinnert im Sinne von „know“ eingeschätzt wurden. Weiterführende Untersuchungen von Wilding und Rugg (siehe Kap. 2.3.3) legen ebenfalls die Annahme nahe, dass der „old-new effect“ als hirnpfysiologisches Korrelat des „recollection“-Prozesses verstanden werden kann (siehe auch Düzel et al., 1997).

Kayser und Mitarbeiter führten eine Untersuchung zur Rekognition bei schizophrenen Patienten durch, um die häufig zitierten temporalen Defizite schizophrener Patienten im EEG nachzuweisen (Kayser et al., 1999). Es wurde eine kontinuierliche Rekognition von Wörtern durchgeführt. In diesem Paradigma werden die Lern- und Abrufdurchgänge nicht separat dargeboten, der Proband sieht vielmehr nacheinander jeweils ein Wort und muss unmittelbar danach entscheiden, ob dieses bereits gezeigt wurde oder nicht. Die Umsetzung bei Kayser erscheint mit zwei Blöcken mit je 160 Stimuli (Wörtern) recht anspruchsvoll. Entsprechend erbrachten schizophrene Patienten signifikant schlechtere Wiedererkennensleistungen insbesondere bei „alten“ Wörtern (Patienten 57 % vs. Kontrollen 83 %). Im Erkennen „neuer“ Items waren die Leistungen der Patienten vergleichbar (Patienten 91 % vs. Kontrollen 94 %). In den evozierten Potentialen konnte Kayser auch für die schizophrenen Patienten einen „old-new effect“ nachweisen. Der „old-new effect“ der Patienten war mit einer Latenz von 400 ms und mit maximaler Ausprägung an parietalen Elektroden zum Potentialverlauf bei den gesunden Probanden vergleichbar. Unterschiede zu den Kontrollen fand Kayser vor allem in einer reduzierten und weniger lateralisierten frühen Negativierung (N1 und N2) sowie in einem flacheren Verlauf des N2-P3-Komplexes. Zudem fand Kayser einen korrelativen Zusammenhang zwischen der P3 und der Erinnerungsleistung - je größer die P3, desto besser waren die Erinnerungsleistungen sowohl bei den Patienten als auch bei den Kontrollen.

Entgegen dieser Untersuchung findet Baving ebenfalls bei einer Rekognitionsaufgabe mit verbalem Material keinen „old-new effect“ bei schizophrenen Patienten (Baving et al., 2000). Gruppenunterschiede zeigten sich jedoch in der „slow-wave“ (SW) im Zeitbereich zwischen 500-800 ms nach Reiz-onset. Bei Kontrollen ist die SW charakterisiert durch eine frontozentrale Negativierung (nSW) und einer positiven Amplitude an eher parietalen bzw. posterioren Elektroden (pSW). Die frontale nSW bildete sich bei den schizophrenen Patienten nicht aus, vielmehr bestand über allen Elektroden eine anhaltende Positivierung mit Maximum über den Elektroden Cz und Pz. Bemerkenswert erschien insbesondere, dass die posteriore pSW bei Patienten signifikant stärker ausgeprägt war als bei den Kontrollen. Dies scheint umso mehr beachtenswert als in EEG-Untersuchungen mit schizophrenen Patienten häufig eher geringer ausgeprägte evozierte Potentiale berichtet wurden (Salisbury et al., 1998; Bruder et al., 1998; O'Donnell et al., 1999; Verleger et al., 1999).

Da der „old-new effect“ als elektrophysiologisches Korrelat des „recollection“-Prozesses verstanden wird und schizophrene Patienten in diesem Gedächtnisprozess beeinträchtigt sind, würde man entsprechend einen geringeren bzw. keinen „old-new effect“ bei schizophrenen Patienten im Vergleich zu gesunden Kontrollprobanden erwarten. Studien an neuropsychologischen Patienten weisen jedoch darauf hin, dass der „old-new effect“ nur dann reduziert bzw. nicht nachweisbar ist, wenn deutliche Beeinträchtigungen bzw. Schädigungen der temporalen Hirnstrukturen zur Gedächtnisbildung vorliegen. Rugg und Mitarbeiter fanden beispielsweise auch einen „old-new effect“ bei Patienten mit Temporallappen-Epilepsie (Rugg et al., 1991). Zudem kann auch bei erhöhten Fehlerraten ein „old-new effect“ im EEG gegeben sein. Dies ergab eine Studie von Swick und Mitarbeitern, in der Patienten mit Läsionen in Frontalhirnregionen bei der Rekognitionsaufgabe eine erhöhte „false alarm“-Rate zeigten, der „old-new effect“ der Patientengruppe jedoch dem der gesunden Kontrollen vergleichbar war (Swick & Knight, 1999). Die untersuchten Patienten zeigten allerdings auch in den richtigen Antworten („hit“) vergleichbare Leistungen zu den Kontrollen.

Kayser erklärt den „old-new effect“ bei Patienten in seiner Untersuchung mit der (nach seiner Einschätzung) wenig komplexen Aufgabenstellung und der auch für Patienten geringen Gedächtnisanforderung (Kayser et al., 1999, S. 262). Die Untersuchung von Baving scheint insofern mit einer höheren Gedächtnisanforderung verbunden zu sein, da simultan bzw. sequentiell dargebotene Wortpaare gelernt bzw. wiedererkannt werden mussten (Baving et al., 2000). Der parietale „old-new effect“ scheint jedoch ein relativ robuster Effekt zu sein. Zudem bildet er nach Wilding den „recollection“-Prozess graduell ab<sup>11</sup> (Wilding, 2000, S. 82). Höhere Anforderungen an den „recollection“-Prozess führen nach diesen Überlegungen zu einem stärker ausgeprägten parietalen „old-new effect“. Entsprechend wäre auch bei schizophrenen Patienten ein graduell abgeschwächter „old-new effect“ nach diesen Überlegungen denkbar.

In weiterführenden Studien wurde daher der „old-new effect“ bei unterschiedlich hohen Anforderungen an den „recollection“-Prozess untersucht. Unter anderem handelt es sich hierbei um Untersuchungen zum „source monitoring“. Beim „source monitoring“ ist, wie bereits beschrieben, im Vergleich zur Rekognition der Abruf des Kontextes und entsprechend in einem höheren Maß auch der „recollection“-Prozess gefordert.

---

<sup>11</sup> „that the parietal ERP old/new effect indexes recollection in a graded fashion“, Wilding, 2000; S. 82

### 2.3.3 Der frontale „old-new effect“

Um zu prüfen, ob der „old-new effect“ das physiologische Korrelat des „recollection“-Prozess ist, führten Wilding & Rugg eine Reihe von Studien zum „source monitoring“ bei Kontrollprobanden durch. Im Gegensatz zur Rekognition können diese Gedächtnisanforderungen nicht mehr durch den „familiarity“-Prozess erfolgen. Zudem kann mit diesem Vorgehen ausgeschlossen werden, dass die erhöhte Positivierung im EEG lediglich auf die wiederholte Darbietung „alter“ Wörter im Gegensatz zu „neuen“ Wörtern zurückzuführen ist. Ein bekanntes Phänomen, das als Wiederholungseffekt in die EEG-Literatur eingegangen ist („repetition effect“, Rugg, 1995).

In einer ersten Studie von Wilding und Rugg wurden gesunden Probanden Wörter auditiv dargeboten, die mit einer weiblichen bzw. männlichen Stimme gesprochen waren. Nachfolgend erfolgte ein Rekognitionstest und für korrekt wiedererkannte „alte“ Wörter wurde ein „source monitoring“-Test zur Modalität durchgeführt (Wilding & Rugg, 1996, siehe auch Wilding & Rugg, 1997). Nach Wilding ist bei Wörtern, deren Lernkontext erinnert werden konnte (bezeichnet als „hit/hit“), der „recollection“-Prozess stärker beim Gedächtnisabruf beteiligt, als bei Wörtern deren Lernkontext nicht erinnert werden konnte (bezeichnet als „hit/miss“). Übereinstimmend mit diesen Überlegungen fand Wilding eine stärker ausgeprägte Positivierung für „hit/hit“-Wörter im Vergleich zu „hit/miss“-Wörter und auch zu „correct rejection“, so dass sich der Zusammenhang zwischen der stärkeren Beteiligung des „recollection“-Prozesses und der Ausprägung des „old-new effects“ bestätigte. Es wurde zudem ein topographischer Unterschied für die stärkere Beteiligung des „recollection“-Prozesses gefunden. Für den Zeitbereich 500-800 ms bestätigte sich der bekannte, linkshemisphärisch betonte „old-new effect“ an parietalen bis zentralen Arealen, der sich über das gesamte Zeitintervall fortsetzte. Für den Zeitbereich 800-1100 ms sowie 1100-1400 ms nach Bildpräsentation fand Wilding eine deutliche Positivierung für die „hit/hit“-Wörter an den rechtsfrontalen Elektroden. Die mittleren Reaktionszeitlatenzen für die Antworten betragen jedoch 1020 bzw. 1165 ms, so dass in diesem Zeitbereich auch die Handlungsplanung und die motorischen Reaktionen erfolgten. Die rechtsfrontale Positivierung - der frontale „old-new effect“ – führt Wilding spezifisch auf den geforderten Abruf des Kontextes zurück. Er postuliert auch für diese Komponente eine graduelle Abstufung<sup>12</sup> (Wilding et al., 1996, S. 903).

Ein vergleichbares Ergebnis lieferte eine Studie in der die Kontexte „gehört“ versus „gesehen“ erinnert werden mussten (Wilding et al., 1995).

Endel Tulving und seine Arbeitsgruppe kamen bei einer „remember-know“ Aufgabe zu einem vergleichbaren Befund (Düzel, et al., 1997). Hier mussten die Probanden eine Rekognition

---

<sup>12</sup> „it too may represent a graded rather than an all-or-non process“ (Wilding et al. 1996, S. 903)

durchführen und nachfolgend beurteilen, ob sie neben den Wörtern auch den Lernkontext erinnert haben oder nicht. Für Wörter deren Kontext erinnert wurde (bezeichnet als „remember“) zeichnete sich in der „slow-wave“, im Zeitbereich zwischen 600-1000 ms, eine signifikant stärkere Positivierung ab, als für Wörter deren Rekognition ohne Erinnerung an den Kontext erfolgte (bezeichnet als „know“). Die Positivierung war über linkstemporalen Elektroden deutlich ausgeprägt, ähnlich dem parietalen „old-new effect“. Zudem war in diesem Zeitbereich die Positivierung über frontalen Elektroden deutlicher ausgeprägt, jedoch nicht lateralisiert. Entsprechend dem von Wilding und Mitarbeitern beschriebenen frontalen „old-new effect“. Eine Lateralisierung zu Gunsten einer stärkeren rechtsfrontalen Positivierung ergab sich jedoch erst nach 1000 ms. Erstaunlicherweise fand sich die ausgeprägtere Positivierung auch bei falschen Antworten, bei denen die Probanden jedoch annahmen den Kontext zu erinnern. Nach Düzel spiegelt der „old-new effect“ daher eher den Grad des subjektiven bewussten Abrufs wider und nicht den tatsächlichen mentalen Vorgang des „recollection“<sup>13</sup> (Düzel, 1997, S. 5977).

Bei den Studien in denen der Abruf des Kontextes erfasst wurde, handelt es sich im eigentlichen Sinne um Untersuchungen zum „source monitoring“. Entsprechend gab es auch Versuche das „source-monitoring“-framework“-Modell von Marcia Johnson in EEG-Studien zu untersuchen (siehe Kap. 2.1.2). Nach diesem Modell erfolgt beim Gedächtnisabruf die Zuordnung des Kontextes durch die mit dem Inhalt assoziierten Merkmale. Die Gedächtnisspuren der assoziierten Merkmale (Sinneswahrnehmungen, Emotionen, kognitive Operationen) werden beim Abruf des Inhalts aktiviert. Entsprechend sollten sich spezifische Aktivierungsmuster im EEG nachweisen lassen. Um dieser Frage nachzugehen führten Johnson und Mitarbeiter eine „source monitoring“-Aufgabe durch, in der den Probanden Bilder oder Wörter präsentiert wurden (Johnson et al., 1996). Die Hälfte der Probanden musste zu den Wörtern bzw. Bildern überlegen, wie schwierig es wäre, das Bild zu zeichnen bzw. nachzumalen („artist condition“). Die andere Hälfte der Probanden wurde aufgefordert, sich möglichst viele Situationen zu überlegen in denen das Objekt gebraucht wird („function condition“). Die Hälfte der Probanden jeder Bedingung führte eine einfache Rekognition bzw. einen „source monitoring“-Test durch. Im „source monitoring“-Test musste erinnert werden, ob das Item „neu“, als Wort oder als Bild präsentiert wurde. Johnson bestätigte zum einen für den späten Zeitbereich (ab 1300 ms nach Reiz-onset) die stärkere rechtsfrontale Positivierung beim „source monitoring“. Bei spezifischer Betrachtung der „artist“- und „function“-Bedingung zeigt sich im „source monitoring“ für den späten Zeitbereich zudem eine frontale Negativierung bei den Probanden, die in der „artist“-Bedingung eine eher bildliche Vorstellung des Objekts entwickeln mussten. Die Probanden der „function“-Bedingung hingegen zeigten eher eine posteriore Negativierung. Johnson interpretiert dieses Ergebnis dahingehend, dass beim Gedächtnisabruf die mit der Enkodierung verbundenen mentalen

---

<sup>13</sup> „sensitive to the subjects‘ states of conscious awareness“(Düzel, 1997, S. 5977).

Operationen aktiviert werden. Probanden der „artist“-Bedingung führten bei der Enkodierung neben dem Sehen des Bildes bzw. Wortes zudem eine gedankliche visuelle Vorstellung aus, im Gegensatz zu den Probanden der „function“-Bedingung. Die jeweiligen kognitiven Operationen erklären nach Johnson die Unterschiede in der frontalen Aktivierung.

In einer anderen Untersuchung mit ähnlicher Zielsetzung konnte ebenfalls eine spezifische Aktivierung von Gedächtnisinhalten beim „source monitoring“ nachgewiesen werden (Wilding, 1999). Wilding präsentierte Wörter auditiv, die von einer männlichen bzw. weiblichen Stimme gesprochen wurden („voice-condition“). Zudem mussten die Probanden einschätzen, ob die Wörter eher mit aktiven versus passiven Aktivitäten assoziiert werden, bzw. ob die Wörter eher angenehme versus unangenehme Gefühle auslösen („task-condition“). Der Abruf ob Wörter von einer männlichen oder weiblichen Stimme gesprochen wurden sollte zur Aktivierung des assoziierten perzeptuellen Kontextes führen. Während der Abruf der jeweils durchgeführten Beurteilung („task-condition“) eher zur Aktivierung der damit verbundenen kognitiven Operationen führen sollte. Im Zeitbereich zwischen 300–500 ms fanden sich Unterschiede zwischen den Bedingungen in der Ausprägung der parietalen Positivierung. Die „voice“-Bedingung führte in diesem Zeitbereich zu einer stärkeren Positivierung über den parietalen Elektroden. Ab 900 ms nach Reiz-onset zeigt sich aufgrund der anhaltenden Positivierung in der „task“-Bedingung ein stärkere rechtsfrontale Positivierung im Vergleich zur „voice-condition“. Auch wenn sich Wilding in der Diskussion seiner Ergebnisse nicht mehr auf das SMF von Johnson bezieht, so könnte sich hier doch die Aktivierung des Kontextes der jeweiligen Enkodierungsbedingung abbilden. Wilding äußert zudem die Überlegung, dass gerade die frontale Aktivität in Abhängigkeit der abzurufenden Information zu sehen ist und mit strategischen Prozessen zusammenhängt (sog. „post-retrieval explanation“, Wilding, 2000, S.442).

Die Untersuchungsergebnisse zum SMF bieten bisher nur einen schwachen Hinweis für eine spezifische Aktivierung assoziierter Gedächtnisinhalte beim Abruf. Die mit dem „monitoring“ von Gedächtnisabruf verbundene frontale Aktivität ließ sich in den „source monitoring“-Aufgaben jedoch wiederholt zeigen. Und scheint zudem eher rechtslateralisiert mit einer verzögerten Latenz aufzutreten. Ob tatsächlich auch die Generatoren der im Oberflächenpotential nachgewiesenen Unterschiede in der Aktivität in den frontalen Regionen lokalisiert sind, wurde in den beschriebenen Untersuchungen nicht durch eine Quellenlokalisation genauer geprüft. Auch gibt es bisher keine Studien an schizophrenen Patienten zum „source monitoring“.

### 2.3.4 Ereigniskorrelierte Potentiale zum „reality monitoring“

Zum „reality monitoring“ lag zum Untersuchungszeitpunkt nur eine elektrophysiologische Arbeit mit gesunden Probanden vor (Wilding & Rugg, 1997). Die Ergebnisse dieser Untersuchung von Wilding & Rugg dienten auch als Grundlage für die vorliegende Arbeit. Wilding untersuchte an gesunden Probanden das Erinnerungsvermögen für selbst ausgesprochene Wörter und für Wörter die gehört wurden. Der Versuchsaufbau entsprach den bisherigen Studien von Wilding und Rugg zum „source monitoring“ (siehe Kap. 2.3.3). Interessanterweise fand Wilding in dieser Studie neben Unterschieden in den Verhaltensleistungen (schlechteres „reality monitoring“ selbstbenannter Wörter im Vergleich zu gehörten Wörtern, siehe Kap. 2.1.4) auch Differenzierungen zwischen diesen Bedingungen im EEG. Im Zeitbereich der „slow-wave“ (500-800 ms nach Reiz-onset) fand Wilding, neben dem bekannten „old-new effect“, eine stärkere Positivierung für den Abruf selbstbenannter Wörter im Vergleich zu gehörten Wörtern an parietalen Elektroden. Die Bedingungsunterschiede waren linkshemisphärisch stärker ausgeprägt. Zudem fand er an frontalen Elektroden signifikante Bedingungsunterschiede beim „reality monitoring“ von selbst- versus fremdbenannten Wörtern. Selbstbenannte Wörter führen beim Abruf an frontalen Elektroden zu einer stärkeren Positivierung, hier jedoch weniger lateralisiert (Wilding & Rugg, 1997, S. 1190). Mit zunehmender Latenz scheint der „old-new effect“ an rechtsfrontalen Elektroden für beide Bedingungen (selbstbenannt versus gehört) zuzunehmen; die Lateralisierung betrifft jedoch nicht das „reality monitoring“ der beiden Bedingungen. Wilding erklärt die Zunahme der Positivierung für selbstbenannte Wörter an parietalen und frontalen Elektroden mit der zusätzlichen assoziierten Information die bei dieser Bedingung abgerufen wird (Wilding & Rugg, 1997, S. 1193).

Während es mit schizophrenen Patienten noch einige Verhaltensexperimente zum „reality monitoring“ gibt (siehe Kap. 2.2.4), so liegen bisher keine elektrophysiologische Arbeiten mit dieser experimentellen Anordnung vor. In der vorliegenden EEG-Studie wurden daher schizophrene Patienten mit akustischem halluzinatorischem Erleben zum Zeitpunkt der Untersuchung sowie schizophrene Patienten ohne akustische Halluzinationen und gesunde Kontrollprobanden in einer „reality monitoring“-Aufgabe vergleichbar der Studie von Wilding & Rugg (1997) untersucht. Ziel der Arbeit ist es auf der Basis der vorliegenden Arbeiten die spezifische Beeinträchtigung beim „reality monitoring“ für schizophrene Patienten mit akustischen Halluzinationen nachzuweisen und durch die Erfassung der evozierten Potentiale hirnhysiologische Veränderungen beim „reality monitoring“ für diese Patientengruppe abzubilden.

## 2.4 Fragestellung und Hypothesen

### 2.4.1 Zusammenfassung und Untersuchungsabsicht

In den vorangegangenen Kapiteln wurde versucht einen Überblick über die Theorien und experimentellen Untersuchungen zum Gedächtnis zu geben. Beim Gedächtnisabruf ist neben dem bloßen Gefühl von vertraut bzw. bekannt und unbekannt auch die Fähigkeit gefordert assoziierte Kontextinformation zuzuordnen. Diese Fähigkeit ermöglicht es, nach den Theorien der Gedächtnisforschung (siehe Kap. 2.1), zwischen eigenen Gedanken und Vorstellungen im Gegensatz zu wahrgenommenen und erlebten Gedächtnisinhalten zu unterscheiden. Eine Fähigkeit die auch in EEG-Studien zur Rekognition und zum „reality monitoring“ untersucht wurde (siehe Kap. 2.3). Hier konnten typische evozierte Potentiale über parietalen und frontalen Elektrodenpositionen mit dem Gedächtnisprozess „recollection“ in Verbindung gebracht werden, die mit „old-new effect“ bezeichnet wurden.

Diese Forschungsinhalte der grundlagenorientierten Gedächtnisforschung sind auch für die angewandte klinische Forschung von Bedeutung. Die Beeinträchtigung in der Fähigkeit eigene Denkinhalte und wahrgenommene Gedächtnisinhalte korrekt zuzuordnen scheint bei schizophrenen Patienten mit dem Erleben akustischer Halluzinationen eine bedeutsame Rolle zu spielen. Dies kommt auch in dem Erklärungsansatz zum halluzinatorischen Erleben von C.D. Frith zum Ausdruck, der diese Symptomatik auf eine Störung im „self-monitoring“ zurückführt (Frith, 1993; siehe auch Kap. 2.2.3). Schizophrene Patienten sind nach diesem Erklärungsmodell beeinträchtigt in der Unterscheidung von „Selbst“ und „Fremd“. In experimentellen Untersuchungen zum „reality monitoring“ zeigen schizophrene Patienten mit akustischen Halluzinationen die Neigung selbstgenerierte Inhalte als wahrgenommen zu erinnern.

Bildgebende Untersuchungen zum halluzinatorischen Erleben schizophrener Patienten legen nahe, dass es sich bei diesen Ergebnissen nicht nur um einen kognitiven „Attributionsfehler“ handelt, sondern dass die Beeinträchtigungen bei schizophrenen Patienten mit halluzinatorischem Erleben auch auf hirnebene nachweisbar sind. Die bildgebenden Studien erbrachten Unterschiede in den Aktivierungsmustern bei schizophrenen Patienten mit halluzinatorischem Erleben in temporalen und frontalen Hirnregionen beim Verarbeiten akustischer Signale (hören) und vor allem auch bei Aufgaben die inneres Denken und Vorstellen von Inhalten erforderten (siehe Kap. 2.2.2).

Mit der vorliegenden Arbeit soll der Einfluss von akustischen Halluzinationen bei schizophrenen Patienten auf die Fähigkeit beim Gedächtnisabruf zwischen selbst generierten und wahrgenommenen Inhalten zu unterscheiden untersucht werden. Es soll die Hypothese geprüft werden, dass spezifisch das Erleben akustischer Halluzinationen zu einer veränderten Verarbeitung von selbst- und fremdgenerierten Inhalten führt. Hierzu wurden schizophrene Patienten ohne dem Erleben von akustischen Halluzinationen zum Untersuchungszeitpunkt und schizophrene Patienten mit akustischen Halluzinationen zum Untersuchungszeitpunkt sowie gesunde Kontrollprobanden untersucht. Somit kann der Einfluss des Symptoms als „state“ auf die Fähigkeit zur Unterscheidung zwischen „Selbst“ und „Fremd“ untersucht werden. Um diese Fähigkeit zur Unterscheidung von selbst- und fremdgeneriert zu untersuchen, wurde das Untersuchungsparadigma der Gedächtnisforschung zum „reality monitoring“ herangezogen. Mit der Arbeit soll zudem die Annahme geprüft werden, dass die beobachteten Unterschiede im „reality monitoring“ auf hirnpfysiologische Veränderungen zurückgeführt werden können. Hierzu werden die evozierten Potentiale bei der Bearbeitung der „reality monitoring“-Aufgabe erfasst. Zudem wird unter gleichen Bedingungen eine Rekognitionsaufgabe durchgeführt, um die Beeinträchtigungen im „reality monitoring“ von allgemeinen Beeinträchtigungen bei Gedächtnisanforderungen abgrenzen zu können. Ausgehend von den in der theoretischen Hinführung dargestellten Untersuchungsergebnissen lassen sich die nachfolgend beschriebenen Untersuchungshypothesen ableiten.

#### **2.4.2 Hypothesen zu den Verhaltensdaten der Rekognitionsaufgabe**

Für das Wiedererkennen (Rekognition) bereits gesehener Bilder im Vergleich zu neuen Bildern sollen bei den gesunden Kontrollprobanden die in Kap. 2.1.4 beschriebenen Ergebnisse repliziert werden. Es werden eine hohe Anzahl korrekter Erinnerungen und entsprechend geringe Fehlerraten erwartet. Bei Kontrollen sollte ein Bedingungseffekt nachweisbar sein mit einer besseren Wiedererkennensleistung für neue Bilder („correct rejection“) als für alte Bilder („hit“).

Aufgrund der beschriebenen Einbußen im verbalen Lernen werden für schizophrene Patienten geringere korrekte Wiedererkennensleistungen und entsprechend höhere Fehlerraten als bei den gesunden Kontrollprobanden erwartet. Es werden keine bedeutsamen Unterschiede in den Rekognitionsleistungen zwischen den schizophrenen Patienten mit akustischen Halluzinationen und den schizophrenen Patienten ohne akustische Halluzinationen erwartet.



### **2.4.3 Hypothesen zu den Verhaltensdaten der „reality monitoring“-Aufgabe**

Bei der „reality monitoring“-Aufgabe, bei der eine Unterscheidung vorgenommen werden soll, zwischen Bildern, deren Bezeichnung selbst generiert wurde bzw. lediglich gehört d.h. fremdgeneriert wurde, werden bei den gesunden Kontrollprobanden weniger korrekte Zuordnungen und eine höhere Fehlerrate im Vergleich zur Rekognitionsaufgabe erwartet. Die gesunden Kontrollprobanden sollten fremd generierte Inhalte besser erinnern als selbstgenerierte Inhalte. Entsprechend werden bessere Erinnerungsleistungen für die Bilder mit gehörten Bildbenennungen im Vergleich zu den selbstbenannten Bildern erwartet.

Für Patienten ohne Halluzinationen werden bei der „reality monitoring“-Aufgabe uneinheitliche Ergebnisse berichtet. Diese Patientengruppe ist in der vorliegenden Arbeit als Kontrollgruppe für das Symptom „halluzinatorisches Erleben“ konzipiert. Entsprechend wird erwartet, dass diese Patienten aufgrund der höheren Anforderung an die Gedächtnisleistungen geringere korrekte Zuordnungen und entsprechend höhere Fehlerraten aufweisen als die gesunden Kontrollen. Es werden, entsprechend den gesunden Probanden, bessere Erinnerungsleistungen für die Bilder mit gehörten Bildbenennungen erwartet und schlechtere Abrufleistungen für selbstbenannte Bilder.

Für schizophrene Patienten mit akustischen Halluzinationen wird beim „reality monitoring“ ein gerichteter Fehler beschrieben: Selbstgenerierte Inhalte werden häufiger als wahrgenommen erinnert. Sollte es sich um ein spezifisches Merkmal für schizophrene Patienten mit akustischen Halluzinationen handeln, dann sollten diese Patienten signifikant häufiger als die gesunden Kontrollprobanden und auch häufiger als Patienten ohne Halluzinationen selbstbenannte Bilder als gehört erinnern. Es wird entsprechend der Hypothese eine signifikante Interaktion erwartet zwischen den Probandengruppen und den Untersuchungsbedingungen: Anzahl korrekt erinnerter selbstbenannter Bilder versus gehörten Bildbenennungen sowie Anzahl an fehlerhaften Zuordnungen von selbstbenannten versus gehörten Bildern.

### **2.4.4 Hypothesen zu den ereigniskorrelierten Potentialen der Rekognitionsaufgabe**

Für die Rekognition bereits gesehener Bilder im Vergleich zu neuen Bildern soll bei gesunden Kontrollen der beschriebene „old-new effect“ repliziert werden.

Im Zeitbereich zwischen 200-400 ms nach Reizbeginn sollten Kontrollen eine P300 mit Maximum über medialen Arealen zeigen. Hier wäre noch kein „old-new effect“ zu erwarten. Im Zeitbereich 400-800 ms nach Reizbeginn sollte sich eine „slow wave“ mit posteriorem Maximum ausbilden. In diesem Zeitbereich sollte sich der „old-new effect“ durch einen

stärker positiven Verlauf für das Wiedererkennen bereits gezeigter Bilder im Vergleich zum Erkennen neuer Bilder an parietalen Elektroden nachweisen lassen. Es ist hier eine Lateralisierung zu erwarten, mit einem größeren linkshemisphärischen „old-new effect“. Da es sich bei dem vorliegenden Design um ein Zwei-Stimulus-Paradigma handelt, wäre bei Kontrollen im Zeitbereich zwischen 800-1000 ms eine CNV in Vorbereitung auf die geforderte Reaktion auf den S2 zu erwarten. Auch in diesem Zeitbereich sollte der „old-new effect“ bei Kontrollen über linksparietalen Elektroden nachweisbar sein.

Der Gedächtnisabruf beim Wiedererkennen von Bildern erfolgt hirnpfysiologisch durch die Nervenzellaktivität im Hippokampus und im Temporallappen. Es sollten sich daher Generatoren der Aktivität in medialen Regionen nachweisen lassen. Es werden Bedingungsunterschiede in den Generatoren der Aktivität aufgrund der zu erwartenden Unterschiede im Ausmaß der Positivierung im EEG („old-new effect“) erwartet.

Es wurde versucht die Rekognitionsaufgabe so zu konstruieren, dass auch für schizophrene Patienten diese Anforderung gut zu bewältigen ist. Die Aufgabe soll als „Referenz“ zur besseren Interpretation der Ergebnisse des „reality monitoring“ dienen. Insbesondere werden keine bedeutsamen Unterschiede in den ereigniskorrelierten Potentialen zwischen Patienten mit halluzinatorischem Erleben und Patienten ohne halluzinatorischem Erleben erwartet.

Bei den beiden schizophrenen Patientengruppen wird für den Zeitbereich 200-400 ms nach Reizbeginn ebenfalls eine P300 mit eher medialem Maximum erwartet. Aufgrund der geringeren Erinnerungsleistung, und der beschriebenen flacheren ERP-Komponenten bei schizophrenen Patienten, wird eine geringer ausgeprägte P300 im Vergleich zu gesunden Kontrollen erwartet. In diesem Zeitbereich sollte sich, wie bei den gesunden Kontrollen, keine Differenzierung der Bedingungen und somit kein „old- new effect“ zeigen.

Da die in der vorliegenden Studie gewählte Aufgabenkonstruktion der Rekognitionsaufgabe wenig komplex konstruiert wurde sollten sich für den Zeitbereich der „slow wave“ (Latenz 400-800 ms) die Ergebnisse von Kayser und Mitarbeiter replizieren lassen (Kayser et. al., 1999). Für die schizophrenen Patienten wird entsprechend im Bereich der „slow wave“ ein „old-new effect“ mit linksparietaler Ausprägung erwartet.

Es wären entsprechend den Überlegungen von Wilding auch graduelle Unterschiede im „old-new effect“ zwischen den Patientengruppen und den gesunden Kontrollen denkbar (Wilding, 2000). So dass als Alternativhypothese bei schizophrenen Patienten der „old-new effect“ nachweisbar wäre, die Positivierung auf bereits gesehene Bilder bei schizophrenen Patienten jedoch geringer wäre als bei Kontrollen.

Für den Bereich der „slow wave“ berichtet Baving keine reduzierten Amplituden bei schizophrenen Patienten im Vergleich zu gesunden Probanden (Baving et al., 2000). Orientierend an dieser Untersuchung wird erwartet, dass das Ausmaß der Positivierung der „slow wave“ über posteriore Regionen bei schizophrenen Patienten dem der Kontrollen vergleichbar ist.

Als Generatoren der Aktivität werden ebenfalls der Temporallappen und der Hippokampus angenommen. Bei schizophrenen Patienten werden jedoch in diesen Hirnregionen funktionelle Dysfunktionen beschrieben. Die Generatoren der Aktivität sollten daher im Vergleich zu Kontrollen geringer sein.

#### **2.4.5 Hypothesen zu den ereigniskorrelierten Potentialen beim „reality monitoring“**

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, zu untersuchen, ob die aktuelle Symptomatik des akustischen halluzinatorischen Erlebens bei schizophrenen Patienten, entsprechend der theoretischen Überlegungen, in der „reality monitoring“-Aufgabe zu abweichenden hirnphysiologischen Korrelaten im EEG führt. Die Unterschiede sollten sich daher nicht nur im Vergleich zu gesunden Kontrollprobanden, sondern auch im Vergleich zu schizophrenen Patienten ohne akustische Halluzinationen nachweisen lassen.

Bei Kontrollen wird für den Zeitbereich 200-400 ms nach Reiz-onset wiederum eine P300 erwartet. Für diesen Zeitbereich wird noch keine Differenzierung im „reality monitoring“ der selbstgenerierten und fremdgenerierten Gedächtnisinhalte, den Bedingungen „Sagen“ und „Hören“, erwartet.

Entsprechend der Untersuchung von Wilding & Rugg (1997) sollten die gesunden Probanden im Zeitbereich der „slow wave“ mit 400-800 ms Latenz nach Reiz-onset und auch im Zeitbereich der späten „slow wave“ zwischen 800-1000 ms nach Reiz-onset an linksparietalen Elektrodenpositionen eine stärkere Positivierung für das „reality monitoring“ selbstbenannter Wörter zeigen. In diesen Zeitbereichen sollte zudem eine stärkere Positivierung beim Abruf selbstgenerierter Gedächtnisinhalte (Bedingung „Sagen“) an frontalen Elektroden bilateral ausgeprägt nachweisbar sein.

Für das „reality monitoring“ werden neben der Aktivierung von Gedächtnisinhalten in den medialen Hirnregionen (Hippokampus, Temporallappen) auch strategische Abrufprozesse angenommen, die eine korrekte Zuordnung des Kontextes erst ermöglichen. Das „monitoring“ erfordert nach Nolde und Mitarbeiter entsprechend dem SMF eine stärkere Beteiligung des frontalen Kortex (Nolde et al., 1998). Im „reality monitoring“ sollten sich entsprechend nicht

nur Generatoren der Aktivität über medialen Hirnregionen nachweisen lassen, sondern zudem auch Generatoren der Aktivität in anterioren Regionen ausbilden. Aufgrund der erwarteten stärkeren Positivierung im EEG beim Abruf von Bildern die selbstbenannt wurden, werden auch Unterschiede in den Generatoren der Aktivität erwartet.

Für schizophrene Patienten ohne akustische Halluzinationen zum Untersuchungszeitpunkt wird ebenfalls eine Differenzierung der Bedingungen erwartet. Diese Patientengruppe sollte ebenfalls eine stärker ausgeprägte Positivierung auf den Abruf selbstgenerierter Gedächtnisinhalte (Bedingung „Sagen“) an parietalen und frontalen Elektroden aufweisen. Diese sollte vergleichbar zu den Kontrollen im Zeitbereich der SW, ab 400 ms nach Reiz-onset, nachweisbar sein. Entsprechend den Überlegungen von Wilding zum „old-new effect“ wären jedoch auch beim „reality monitoring“ graduelle Unterschiede in der Ausprägung der Positivierung im Vergleich zu Kontrollen denkbar (Wilding, 2000).

Es wird eine spezifische Beeinträchtigung schizophrener Patienten mit akustischen Halluzinationen im „reality monitoring“ selbstgenerierter und wahrgenommener Inhalte angenommen. Es liegen bisher keine EEG-Untersuchungen zum „reality monitoring“ bei schizophrenen Patienten vor. Es werden jedoch spezifische Unterschiede beim Abruf selbstbenannter Gedächtnisinhalte und gehörter Gedächtnisinhalte im Bereich der „slow wave“ (ab 400 ms nach Reiz-onset) erwartet. Für schizophrene Patienten mit akustischen Halluzinationen wird eine geringere Differenzierung beim Abruf der Bedingungen und entsprechend eine geringere Positivierung der Bedingung „Sagen“ erwartet.

Nach Frith erklärt sich die Beeinträchtigung im „reality monitoring“ durch eine Störung im „monitoring“ von „Selbst“ und „Fremd“ (Frith, 1993). Entsprechend dieser Theorie sowie den Modellannahmen des SMF von Johnson sollten sich bei diesen Patienten insbesondere an frontalen Elektrodenpositionen Unterschiede zu den gesunden Kontrollprobanden und den schizophrenen Patienten ohne halluzinatorisches Erleben ergeben. Schizophrene Patienten mit Halluzinationen sollten eine geringere frontale Aktivität aufweisen. Die Ergebnisse der berichteten bildgebenden Verfahren weisen jedoch darauf hin, dass bei Patienten mit akustischen Halluzinationen eine „Konkurrenz“ um die Aktivierung der Hörrinde besteht. Somit die assoziierten Gedächtnisinhalte beim Denken und Wahrnehmen verändert sind. Nach diesen Überlegungen wären auch Unterschiede in den Aktivierungsmustern über medialen Elektrodenpositionen bei Patienten mit akustischen Halluzinationen zu erwarten.

### **3. Methoden**

#### **3.1 Vorbemerkungen**

Zur Überprüfung der beschriebenen Hypothesen wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung neben der durchgeführten EEG-Studie folgende Daten erhoben:

- Soziodemographische Beschreibungmerkmale
- Psychopathologie und anamnestische Angaben zur Erkrankung
- Aktuelle Medikation
- Neuropsychologische Maße zum Gedächtnis und zu exekutiven Funktionen

Bei den Patienten wurden die soziodemographischen und anamnestischen Daten zum Krankheitsverlauf sowie die Einschätzung der Symptomatik von den behandelnden Therapeuten erfragt bzw. aus den vorliegenden Akten entnommen. Da eine Kontrolle der Medikation im Rahmen der Untersuchung nicht möglich war, wurde die aktuelle Medikation zum Zeitpunkt der Untersuchung dokumentiert. Die experimentelle Untersuchung wurde von der Versuchsleiterin mit Unterstützung von Hilfskräften und technischen Angestellten durchgeführt. Die neuropsychologische Testung erfolgte wenige Tage nach der EEG-Untersuchung und wurde von der Versuchsleiterin durchgeführt. Eine detaillierte Darstellung der methodischen Umsetzung der Fragestellung ist im nachfolgenden Teil der Arbeit dargestellt.

#### **3.2 Stichprobenbeschreibung**

##### **3.2.1 Soziodemographische Merkmale der Kontrollprobanden**

Die Kontrollprobanden waren überwiegend Mitarbeiter des Zentrums für Psychiatrie Reichenau (ZPR), Krankenpflegerschüler und Studenten der Universität Konstanz. Die Teilnahme war freiwillig und wurde mit einer Aufwandsentschädigung von 10,- DM pro Stunde vergütet. Die gesunden Probanden, die zur Teilnahme an der Untersuchung gebeten wurden, waren zur Patientenstichprobe in den Merkmalen Alter, Geschlecht, Bildungsniveau und Händigkeit parallelisiert. Zusätzlich wurde bei diesen Probanden die Händigkeit mit dem Edinburgh Questionnaire (Oldfield, 1971) erfasst; als Maß für die verbale Intelligenz wurde der Wortschatztest (WST: Schmidt et al., 1992) erhoben. Keine der untersuchten Kontrollpersonen befand sich in psychiatrischer Behandlung, nahm aktuell psychotrop

wirksame Medikamente oder hatte bisher eine schwere Kopfverletzung erlitten. Es nahmen 16 Kontrollpersonen an der EEG-Untersuchung teil. Eine Kontrollperson wurde aufgrund von schlecht korrigierbaren EEG-Artefakten aus der weiteren Analyse ausgeschlossen. Die ausgewerteten 15 gesunden Probanden der Stichprobe waren im Durchschnitt 26 Jahre alt und entsprachen mit einem Anteil von 7 Abiturienten und einem durchschnittlichen WST-Gesamtwert von 32 den Patientenstichproben im Bildungsniveau bzw. dem geschätzten verbalen Intelligenzniveau. Entsprechend den Patientenstichproben war auch ein gesunder Proband zweisprachig aufgewachsen, sprach jedoch fließend deutsch. In der Stichprobe waren zwei Linkshänder vertreten. Es nahmen mit einem Anteil von 47 % etwas mehr weibliche Kontrollpersonen teil als in den Patientenstichproben. In Tabelle 3.1 sind die Stichprobenmerkmale zusammenfassend dargestellt.

### **3.2.2 Soziodemographische Merkmale der Patientenstichprobe**

An der Untersuchung nahmen schizophrene Patienten der Forschungsstation 33 des Zentrum für Psychiatrie Reichenau teil, die sich während des Erhebungszeitraumes (Sept. 1999 bis Dez. 2000) in stationärer Behandlung befanden. Die Forschungsstation ist eine offen geführte weiterbehandelnde Station für junge, an Psychosen, erkrankte Patienten. Die Teilnahme an der EEG-Untersuchung und der neuropsychologischen Untersuchung war freiwillig und wurde mit 10,- DM pro Stunde vergütet.

Zur Teilnahme an der Untersuchung wurden Patienten gebeten, die nach Einschätzung der behandelnden Therapeuten an einer schizophrenen Störung nach den Diagnosekriterien des DSM-IV (APA, 1998) erkrankt sind und deren Belastbarkeit die Teilnahme an einer mehrstündigen EEG-Untersuchung erlaubte. Ausschlusskriterien für die Untersuchung waren eine nachweisbare organische Hirnschädigung, sowie ein aktuell durch Kontrollen (Urin, Aspiration, Blutbild) nachgewiesener Drogenmissbrauch (von z.B. THC, Alkohol).

Die Symptomatik der Patienten wurde durch die behandelnden Therapeuten mit der Brief Psychiatric Rating Scale (BPRS: Overall & Gorham, 1962; modifizierte Version: Lukoff, Nuechterlein & Ventura, 1986), der Scale for Assessment of Negative Symptoms (SANS: Dieterle et al. 1986) sowie der Positive and Negative Symptom Scale (PANSS: Kay et al. 1987) für den Untersuchungszeitraum standardisiert erfasst.

Nach den Einschätzungen der behandelnden Therapeuten zum halluzinatorischen Erleben der jeweiligen Patienten (PANSS: Item P3; BPRS: Item 9) erfolgte eine Unterteilung der Patientenstichprobe in eine Gruppe von Patienten mit dem Erleben von akustischen Halluzinationen während des Untersuchungszeitraums und in eine Gruppe von Patienten ohne akustischem halluzinatorischem Erleben zum Zeitpunkt der Untersuchung. Um auch ein Maß

für die Selbsteinschätzung der jeweiligen Patienten zu erhalten, wurden die Patienten von den behandelnden Therapeuten zusätzlich zum Untersuchungszeitpunkt mit einem für diese Untersuchung entwickelten Fragebogen (siehe Anhang) zum aktuellen und früheren Erleben akustischer Halluzinationen befragt. Da sich die PANSS- und BPRS-Maße auf Halluzinationen aller Sinnesbereiche beziehen, wurde mit diesem Fragebogen die Fremdeinschätzung der Therapeuten zu akustischen Halluzinationen nochmals spezifiziert. Zudem wurde mit dem Fragebogen erfasst, ob aus der psychiatrischen Vorgeschichte des Patienten akustische Halluzinationen bekannt sind.

Es wurden insgesamt 30 Patienten untersucht. Drei Patienten mussten aufgrund von nicht korrigierbaren EEG-Artefakten aus der weiteren Analyse ausgeschlossen werden, so dass zwölf Patienten mit akustischen Halluzinationen und 15 Patienten ohne akustische Halluzinationen in die weiteren Darstellungen und Analysen eingegangen sind. Eine Übersicht über die soziodemographischen Merkmale der Stichprobe und das Ausmaß der erfassten Psychopathologie der untersuchten Patientengruppen wird in Tabelle 3.1 und Tabelle 3.2 gegeben.

In den Patientenstichproben war im Vergleich zur Kontrollgruppe ein geringerer Anteil an weiblichen Patientinnen (5 von 15 sowie 3 von 12) vertreten, was dem Störungsbild sowie der Belegung der Station 33 mit eher männlichen Jugendlichen entspricht. Dieser Unterschied zwischen den Stichproben war jedoch statistisch nicht bedeutsam.

Die beiden Patientenstichproben unterschieden sich mit je durchschnittlich etwa elf Schuljahren nicht im Bildungsniveau. Der Anteil an Probanden mit allgemeiner Hochschulreife war mit etwa 40 % der Patienten ohne Halluzinationen und 50 % der Patienten mit Halluzinationen im Vergleich zu den gesunden Probanden (47 %) vergleichbar. Auch im geschätzten prämorbidem Intelligenzniveau, erfasst durch den WST-Gesamtwert, ergaben sich zwischen den Stichproben keine Unterschiede. Im WST müssen Fremdworte aus einer Reihe von ähnlichen Nichtworten herausgefunden werden. Patienten ohne Halluzinationen erkannten durchschnittlich 31 Fremdworte und Patienten mit Halluzinationen im Durchschnitt 30 Fremdworte richtig. Zwei Patienten waren zweisprachig aufgewachsen, sprachen jedoch fließend deutsch.

In den Kontroll- bzw. Patientenstichproben waren überwiegend Rechtshänder untersucht worden. Bei den Patienten ohne Halluzinationen waren zwei Linkshänder vertreten sowie ein Patient der zur Rechtshändigkeit umgelernt wurde. Bei den Patienten mit Halluzinationen war ein Linkshänder und ebenfalls ein umgelernter Rechtshänder vertreten. Entsprechend waren auch in den Lateralisierungsquotienten (LQ) keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den Gruppen feststellbar (Mittelwert von 73 für die Kontrollprobanden und 68 bzw. 75 für die Patientengruppen).

	<u>Gesunde Probanden</u>	<u>Patienten ohne Halluzinationen</u>	<u>Patienten mit Halluzinationen</u>
<b><u>Anzahl</u></b> (n)	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>12</b>
Ausschluss (n)	1	1	2
<b><u>Geschlecht</u></b>			
Männlich (n)	8	10	9
Weiblich (n)	7	5	3
<b><u>Alter</u></b>			
Jahre MW (SD)	<b>26,1</b> (7,9)	<b>30,3</b> (8,2)	<b>27,6</b> (7,5)
Range	18 - 49	20 - 54	18 - 42
<b><u>Schulbildung</u></b>			
Jahre MW (SD)	<b>11,3</b> (1,6)	<b>10,9</b> (1,9)	<b>11,2</b> (2,0)
Abiturienten (%)	46,7 %	40 %	50 %
<b><u>Intelligenz</u></b>			
WST MW (SD)	<b>31,5</b> (5,8)	<b>31,1</b> (4,5)	<b>30,2</b> (4,4)
Range	14 - 38	24 - 37	21 - 36
<b><u>Händigkeit</u></b>			
LQ MW (SD)	73 (67)	68 (55)	75 (51)
Rechtshänder (%)	<b>87 %</b>	<b>80 %</b>	<b>83 %</b>

Tab. 3.1: Soziodemographische Merkmale der gesunden Kontrollprobanden, der Patienten mit akustischen Halluzinationen zum Zeitpunkt der Untersuchung und der Patienten ohne akustische Halluzinationen zum Zeitpunkt der Untersuchung. Dargestellt sind die Anzahl (n), Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD) bzw. Prozentanteile (%).

Die Stichproben unterschieden sich nicht bedeutsam im Altersdurchschnitt, die Patienten mit Halluzinationen waren zum Untersuchungszeitpunkt mit einem Altersdurchschnitt von 28 Jahren jedoch etwas jünger als die Patienten ohne Halluzinationen mit im Durchschnitt 30 Jahren.

### 3.2.3 Psychopathologie und Medikation der Patientenstichprobe

Für beide Patientengruppen werden die ersten psychischen Auffälligkeiten und damit das geschätzte Erkrankungsalter mit etwa 24 Jahren angenommen. Die Erkrankungsdauer, erfasst über die Anzahl der Monate seit der ersten stationären Behandlung, war jedoch bei den Patienten mit Halluzinationen mit im Durchschnitt 24 Monaten auffallend kürzer als bei den Patienten ohne Halluzinationen mit durchschnittlich 52 Monaten ( $F(1,25) = 3,41$ ;  $p < 0,1$ ). So dass sich, nach den vorliegenden Daten, Patienten mit Halluzinationen erst nach einer



längeren Zeit psychischer Auffälligkeit in die erste stationäre Behandlung begeben. Gleichzeitig waren die bisherigen Behandlungen bei den Patienten mit Halluzinationen mit durchschnittlich 14 Behandlungswochen kürzer als bei den Patienten ohne Halluzinationen, die vor der aktuellen Aufnahme im Durchschnitt 27 Wochen in stationärer Behandlung waren. Statistisch ergab sich hier jedoch kein bedeutsamer Unterschied ( $F(1,25) = 1,28$ ;  $p > 0,1$ ). Beide Patientengruppen scheinen jedoch im Mittel einschließlich der jetzigen Aufnahme annähernd gleich häufig in Behandlungen gewesen zu sein – Patienten ohne Halluzinationen vier Aufnahmen, Patienten mit Halluzinationen drei Aufnahmen. Diese Ergebnisse lassen die Vermutung zu, dass die Patienten mit Halluzinationen bisher eher häufige und kurze Klinikbehandlungen durchgeführt haben. Die zum Zeitpunkt der Untersuchung im Durchschnitt doppelt so lange aktuelle stationäre Behandlung der Patienten ohne Halluzinationen mit 10 Wochen im Vergleich zu fünf Wochen der Patienten mit Halluzinationen steht im Einklang mit dieser Überlegung. Die Unterschiede in der aktuellen Behandlungsdauer ergeben eine statistische Trendsignifikanz ( $F(1,25) = 3,47$ ;  $p < 0,1$ ). Patienten mit Erstmanifestation der Erkrankung waren mit vier Patienten ohne Halluzinationen und drei Patienten mit Halluzinationen in den Stichproben enthalten.

In den Maßen zur aktuellen Symptomatik und Psychopathologie ergaben sich nur in den zur Gruppeneinteilung herangezogenen Items zum aktuellen halluzinatorischen Erleben - BPRS Item 9 und PANSS Item 3 – erwartungsgemäß statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Patientengruppen (BPRS-Item 9:  $F(1,25) = 122,67$ ;  $p < 0,01$  sowie PANSS-Item P3:  $F(1,25) = 122,67$ ;  $p < 0,01$ ). Die Befragung der Patienten zum aktuellen halluzinatorischen Erleben ergab bei Patienten ohne halluzinatorisches Erleben eine vollständige Übereinstimmung mit dem Therapeutenurteil (100 %). Bei den Patienten mit akustischen Halluzinationen bestätigten 67 % der Patienten die therapeutische Einschätzung. Alle Patienten mit Halluzinationen zum aktuellen Zeitpunkt hatten nach Einschätzung der Therapeuten bereits in der Vorgeschichte diese Symptomatik. Bei 73 % der Patienten ohne halluzinatorisches Erleben zum aktuellen Zeitpunkt war diese Symptomatik in der Vorgeschichte beschrieben. Bei vier Patienten dieser Stichprobe bestanden weder aktuell noch früher akustische Halluzinationen.

Patienten mit Halluzinationen zeigen mit einem durchschnittlichen BPRS-Gesamtwert von 54 und einem durchschnittlichen PANSS-Gesamtwert von 71 etwas höhere Symptomscores als Patienten ohne Halluzinationen mit einem durchschnittlichen BPRS-Score von 44 und PANSS-Score von 68. Allerdings gehen hier bei den Patienten mit Halluzinationen, bedingt durch die entsprechende Gruppeneinteilung, die höheren Werte des halluzinatorischen Erlebens ein. Zu vernachlässigen sind auch die Unterschiede in den Skalen zur Positivsymptomatik und Negativsymptomatik der PANSS für die beiden Stichproben (Patienten ohne Halluzinationen: PANSS-Positiv 16, PANSS-Negativ 19; Patienten mit Halluzinationen: PANSS-Positiv 18, PANSS-Negativ 20). Keine Unterschiede zeigen sich auch im mittleren SANSS-Score für Patienten ohne Halluzinationen mit 53 und Patienten mit

Halluzinationen mit 59. Auch im Maß für das aktuelle Funktionsniveau, erfasst durch die Global Assessment of Functioning Scale (GAF: APA,1998) waren mit einer Einschätzung eines mittleren Wertes von 44 für die Patienten ohne Halluzinationen und eines Wertes von 41 für die Patienten mit Halluzinationen keine Unterschiede zwischen den Patientengruppen festzustellen.

			<u>Patienten ohne</u>	<u>Patienten mit</u>
			<u>Halluzinationen</u>	<u>Halluzinationen</u>
<b><u>Diagnosen nach DSM IV</u></b>				
Paranoider Typus	295.3	n (%)	11 (73,3)	10 (83,3)
Desorganisierter Typus	295.1	n (%)	2 (13,3)	-
Undifferenzierter Typus	295.9	n (%)	-	2 (16,6)
Schizoaffektive Störung	295.7	n (%)	2 (13,3)	-
Anamnestisch THC Mißbrauch		n (%)	3 (20)	5 (42)
<b><u>Medikation</u></b>				
CPZ-Äquivalente		MW (SD)	228,5 (127,5)	235,8 (170,9)
Atypische Medikation		n (%)	7 (46,7)	6 (50)
Anticholinerge Medikation		n (%)	10 (66,7)	8 (66,7)
Ununterbrochene Medikation (Wochen)		MW (SD)	65,9 (92,6)	39,3 (46,4)
<b><u>Krankheitsanamnestische Angaben</u></b>				
Erkrankungsalter (Jahre)		MW (SD)	23,6 (8,4)	24,0 (6,8)
Krankheitsdauer (Monate)		MW (SD)	51,5 (46,1)	23,6 (27,4)
Anzahl Klinikaufenthalte		MW (SD)	4,1 (3,6)	2,8 (3,3)
Hospitalisierungsdauer (Wochen)		MW (SD)	26,6 (28,8)	14,3 (27,4)
Aktuelle Behandlung (Wochen)		MW (SD)	9,8 (8,5)	5,1 (2,5)
Erstmanifestationen		n (%)	4 (26,7)	3 (25)
<b><u>Psychopathologie und Symptomatik</u></b>				
GAF-Aktuell		MW (SD)	44,0 (7,1)	41,0 (8,1)
BPRS-Gesamtscore		MW (SD)	43,5 (5,7)	54,4 (9,2)
<b>BPRS Item 9</b>		MW (SD)	<b>1,0 (0,0)</b>	<b>4,1 (1,1)</b>
PANSS-Gesamtscore		MW (SD)	68,3 (9,4)	71,3 (8,8)
<b>PANSS Item P3</b>		MW (SD)	<b>1,0 (0,0)</b>	<b>4,1 (1,1)</b>
PANSS-Positivsymptomatik		MW (SD)	15,9 (4,7)	17,8 (5,2)
PANSS-Negativsymptomatik		MW (SD)	19,1 (6,9)	20,0 (3,7)
SANS-Gesamtscore		MW (SD)	52,7 (29,6)	58,7 (22,6)

Tab. 3.2: Diagnosen, Medikation, Angaben zum Erkrankungsverlauf und psychopathologische Merkmale der untersuchten Patienten mit akustischen Halluzinationen (n = 12) und der Patienten ohne halluzinatorisches Erleben (n = 15).

In den erfassten Maßen der medikamentösen Behandlung unterschieden sich die beiden Patientengruppen nicht. Die mittlere Dosierung der Neuroleptika-Medikation, errechnet in Chlorpromazinäquivalenten (CPZ: nach Jahn & Mussgay, 1989 sowie Benkert & Hippus, 1989, S. 116) ergab für die Patienten ohne Halluzinationen 229 CPZ, für die Patienten mit Halluzinationen 236 CPZ. Ein recht großer Anteil der Patienten - 47 % der Patienten ohne Halluzinationen und 50 % der Patienten mit Halluzinationen - erhielt eine atypische Neuroleptika-Medikation (überwiegend Clozapin und Olanzapin). Eine Medikation mit anticholinergischer Wirkung (siehe Möller, 1993, S. 147; Clozapin, Perazin, Chlorprothixen, Biperiden) war mit 67 % für beide Stichproben bei der Mehrzahl der Patienten zu verzeichnen. Der ununterbrochene Einnahmezeitraum neuroleptischer Medikation war bei den Patienten mit Halluzinationen, entsprechend auch der kürzeren aktuellen Verweildauer, mit durchschnittlich 39 Wochen geringer als bei den Patienten ohne Halluzinationen (66 Wochen).

### **3.2.4 Neuropsychologische Maße der Patientenstichprobe**

Zur Untersuchung neuropsychologischer Funktionen wurden eine Reihe standardisierter Testverfahren durchgeführt (s. Tab. 3.3). Alle Patienten wurden zu dieser Testung gebeten. In jeder Patientenstichprobe beendete jeweils ein Patient die Untersuchung vorzeitig nach etwa einer Stunde, so dass die Erhebung unvollständig blieb. Von jeweils einem Patienten je Gruppe war es zudem nicht möglich die Daten zu erheben: ein Patient lehnte die Untersuchung ab, ein Patient beendete die stationäre Behandlung bevor die Testung durchgeführt werden konnte.

Zur Erhebung der Leistungen bzw. der Einbußen im Kurzzeitgedächtnis und der Kapazität der Informationsverarbeitung (Schuri, 1988) wurde die Zahlenspanne-vorwärts (Wechsler, 1982; modifiziert nach Bachelder & Denny, 1977a und b) für die beiden Patientenstichproben erfasst. Bei der Testung der Zahlenspanne (ZS) wird eine Sequenz von Ziffern vorgelesen, die der Proband direkt im Anschluss in gleicher Reihenfolge wiedergeben muss. Bei korrekter Reproduktion erhöht sich die nächste dargebotene Zahlenfolge um eine Ziffer. Bei nicht korrekter Wiedergabe wird die Zahlenfolge um eine Ziffer reduziert. Ab der ersten falschen Reproduktion wird noch weitere acht mal entsprechend diesem Vorgehen die Zahlenspanne getestet. Die Zahlenspanne errechnet sich aus dem Mittelwert dieser acht Zahlenfolgen. Für beide Patientengruppen ergibt sich mit dieser Methode eine mittlere Zahlenspanne von sieben, die Patienten liegen mit dieser Leistung im Normbereich (Miller, 1956).

Als weiteres Maß für die Gedächtnisleistung wurde der erste Teil des Münchner Verbalen Gedächtnistests (MVG: Ilmberger, 1988) durchgeführt. Im ersten Teil des MVG werden fünf mal hintereinander abwechselnd ein Lerndurchgang und ein nicht geförderter Abruf (free

recall) von 16 Artikeln einer sogenannten „Einkaufsliste“ durchgeführt. Die vorgegebene Reihenfolge ist bei der Reproduktion nicht gefordert. Für diese Untersuchung wurde zum Vergleich der Gruppen der Mittelwert über die Anzahl korrekt erinnerter Items aus den fünf Durchgängen herangezogen. Es handelt sich hiermit um ein Maß für die episodische Gedächtnisleistung bei unmittelbarem Abruf (short delay) und damit um einen ähnlichen Gedächtnisprozess wie er in der EEG-Untersuchung gefordert ist. Patienten beider Gruppen konnten hier bei fünf Versuchen im Durchschnitt elf Items korrekt wiedergeben. Im Vergleich zu den vorliegenden Normwerten gesunder Probanden ist dieses Ergebnis für die Altersgruppe der 19-34 jährigen als nicht auffällig zu bewerten.

In den erfassten neuropsychologischen Maßen zur Gedächtnisleistung bestehen zwischen den Patientengruppen keine bedeutsamen Unterschiede. Die Leistungen liegen sogar im Bereich der Erwartungen für gesunde Probanden.

Zur Untersuchung der Leistungen des Frontalhirns, insbesondere des Arbeitsgedächtnisses und der exekutiven Funktionen, wurden die Zahlenspanne-rückwärts (Wechsler, 1982; modifiziert nach Bachelder & Denny, 1977a und b), die Buchstaben-Zahlen-Spanne (LNT: nach Gold et al., 1997; modifiziert nach Bachelder & Denny, 1977a und b) sowie der Wisconsin Card Sorting-Test (WCST: Heaton et al., 1993) durchgeführt.

Bei der Zahlenspanne-rückwärts müssen die Zahlen in umgekehrter Reihenfolge reproduziert werden. Bei der Buchstaben-Zahlen-Spanne werden vom Versuchsleiter Zahlen und Buchstaben genannt. Der Proband muss dann zuerst die vorgegebenen Buchstaben in umgekehrter Reihenfolge zur Vorgabe nachsprechen, dann die vorgegebenen Zahlen ebenfalls in umgekehrter Reihenfolge zur Vorgabe reproduzieren. In den anspruchsvolleren Zahlenspannen weisen die Patientengruppen erwartungsgemäß geringere Erinnerungsleistungen auf als bei der Zahlenspanne vorwärts. Beide Patientengruppen können im Durchschnitt eine vorgegebene Folge von fünf Zahlen bzw. Zahlen-Buchstabenkombinationen bewältigen. Die Patientengruppen unterscheiden sich in dieser Leistung nicht voneinander.

Der Wisconsin Card Sorting-Test wird in der klinischen Neuropsychologie zur Untersuchung von exekutiven Hirnfunktionen eingesetzt. Probanden müssen mit Hilfe der Rückmeldung „richtig“ oder „falsch“ das Zuordnungsprinzip von Symbolen nach den Merkmalen „Anzahl“, „Form“ und „Farbe“ herausfinden. In der WCST-Version von Heaton werden Änderungen des Zuordnungsprinzips nicht angekündigt, zudem wird der komplette Kartensatz bestehend aus 2 x 64 Symbolkarten angewendet. Als Maße wurden in dieser Untersuchung die Anzahl vollständig bearbeiteter Kategorien (maximal sechs), die Anzahl hierfür benötigter trials sowie die Anzahl der Fehler, Perseverationen und die Anzahl nicht klassifizierbarer Zuordnungen als Maße für die Kategorisierungsleistung und Lernleistung erfasst. Die Patienten erbrachten in diesem Test gute Leistungen. Zwei der untersuchten Patienten ohne

halluzinatorisches Erleben und drei der Patienten mit Halluzinationen erreichten weniger als sechs richtig bearbeitete Kategorien. Patienten ohne Halluzinationen benötigten hierfür durchschnittlich 98 trials, Patienten mit Halluzinationen hingegen durchschnittlich 107 trials. Die Unterschiede zwischen den Patientengruppen in den untersuchten Maßen des WCST sind statistisch nicht bedeutsam.

		<u>Patienten ohne Halluzinationen</u>	<u>Patienten mit Halluzinationen</u>
<b><u>Gedächtnis</u></b>			
ZS-vorwärts	MW (SD)	6,7 (1,0)	6,6 (1,0)
MVGT	MW (SD)	10,5 (2,0)	10,8 (1,7)
<b><u>Arbeitsgedächtnis und Frontalhirnfunktionen</u></b>			
ZS-rückwärts	MW (SD)	5,3 (0,8)	5,1 (0,7)
LNT	MW (SD)	5,1 (0,5)	5,2 (0,8)
WCST Kategorien	MW (SD)	5,6 (0,9)	5,4 (1,1)
WCST Trials	MW (SD)	97,8 (21,3)	107,1 (25,4)
WCST Fehler	MW (SD)	4,1 (1,5)	3,9 (1,6)
WCST Perseverationen	MW (SD)	20,7 (15,0)	22,4 (17,7)
WCST nicht klassifizierbar	MW (SD)	1,1 (1,8)	0,4 (0,7)

Tab. 3.3: Neuropsychologische Testergebnisse der Patienten mit Halluzinationen und der Patienten ohne Halluzinationen. Dargestellt sind die Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) verschiedener Zahlenspannen (ZS), des Münchner Verbalen Gedächtnis-Tests (MVGT), der Buchstaben-Zahlen-Spanne (LNT) und des Wisconsin Card Sorting-Tests (WCST).

Zusammenfassend ergibt sich, dass in die Auswertung der vorliegenden Untersuchung 15 Kontrollprobanden, 15 schizophrene Patienten ohne akustische Halluzinationen zum aktuellen Zeitpunkt und 12 schizophrene Patienten mit aktuell akustischen Halluzinationen eingingen. Die Stichproben unterscheiden sich nicht in den soziodemographischen Merkmalen. Es nahmen überwiegend rechtshändige, deutschsprachige junge Männer zwischen 20 und 30 Jahren an der Untersuchung teil. Die meisten Teilnehmer hatten mindestens einen Abschluss der mittleren Schulreife. Bei den Patienten mit bzw. ohne akustische Halluzinationen wurden nach den Kriterien des DSM-IV überwiegend eine schizophrene Störung vom paranoiden Typus diagnostiziert. Die Patientengruppen unterscheiden sich nicht in den erfassten krankheitsanamnestischen Angaben. Die Medikation der Patientengruppen ist vergleichbar und erfolgt überwiegend mit atypischen Neuroleptika. Auch in der neuropsychologischen Untersuchung zum Gedächtnis und zu den Frontalhirnfunktionen ergaben sich keine Unterschiede zwischen den Patientengruppen. Vielmehr zeigten die Patienten überwiegend unauffällige Leistungen in den durchgeführten Tests.

### 3.3 Versuchsanordnung

Die vorliegende EEG Untersuchung zum „reality monitoring“ wurde, wie bereits ausgeführt, orientierend an bisherigen EEG-Studien entwickelt (vgl. Wilding et al., 1997). Nachfolgend wird die Versuchsdurchführung und Datenerhebung sowie die experimentelle Umsetzung der Fragestellung beschrieben. Zudem erfolgt eine Darstellung der eingesetzten Stimuli und eine Beschreibung der durchgeführten Methoden zur Reduktion und statistischen Auswertung der Daten.

#### 3.3.1 Versuchsdurchführung und Datenerhebung

Die EEG-Untersuchung wurde in einer schallgeschützten Kabine in den Räumen des elektrophysiologischen Labors der Universität Konstanz im ZPR durchgeführt. Während der Untersuchung nahmen die Probanden auf einem bequemen Sessel Platz. Auf Augenhöhe war in einem Abstand von 130 cm ein 14 Zoll VGA-Monitor (Auflösung 640 x 480 Punkte) angebracht. Der Raum war abgedunkelt, bei Bedarf war eine Raumkühlung möglich.

Nach einer umfassenden Aufklärung über den Ablauf der Untersuchung wurde eine schriftliche Einverständniserklärung von den Probanden zur Durchführung der Untersuchung und zur anonymisierten Speicherung der Daten eingeholt. Danach erfolgte die Befestigung der Elektrodenkappe und die Ausrichtung der Kappe an der Position von CZ, welche als Mittelpunkt zwischen Nasion und Inion ausgemessen wurde. Zur Senkung des elektrischen Widerstandes wurde die Kopfhaut an den Ableitpunkten mit einem Wattestäbchen und Abrasivpaste behandelt. In die einzelnen Elektrodenkanäle der Elektrodenkappe wurde ein leitfähiges Elektrodengel mit einer abgestumpften Spritze eingelassen. Die Ag/AgCl-Silberelektroden wurden auf den vorgesehenen Fassungen der Kappe aufgesteckt. Durch Messung der Impedanzen wurde geprüft, ob ein guter Kontakt zur Kopfhaut hergestellt werden konnte und ob der elektrische Widerstand unter fünf Ohm lag. Zur Verbesserung des Rauschverhältnisses wurde eine Elektrode zur Erdung auf der Wange der Versuchsperson befestigt. Zudem wurden zur Erfassung der Augen- und Mundbewegungen Elektroden jeweils etwa zwei cm unterhalb beider Augen sowie am rechten Mundwinkel befestigt. Zur Befestigung der Elektroden im Gesicht wurde die Haut an diesen Positionen zunächst mit Abrasivpaste aufgerauht. Danach wurden die Elektroden mit aufgetragenem Elektrodengel mit Pflasterstreifen (Leukosilk) festgeklebt.

Zur Messung der Augenbewegungen wurde eine Augenkalibrierung durchgeführt; die Stimuli wurden auf dem 14 Zoll-Bildschirm in der Kabine dargeboten. Dazu führten die Probanden ausgehend vom Fixationskreuz jeweils 20 definierte, großamplitudige Augenbewegungen nach rechts, links, oben und unten durch. Danach mussten die Probanden auf ein visuelles

Symbol hin einen Lidschlag ausführen. Die Lidschläge sowie horizontalen und vertikalen Sakkaden wurden für die Artefaktkorrektur der EEG-Daten aufgezeichnet.

Nachfolgend wurde die Instruktion der eigentlichen experimentellen Aufgaben durchgeführt. Die Probanden wurden mit der Betätigung der Reaktionstasten vertraut gemacht, die Kopfhörer wurden aufgesetzt. Vor Beginn der Untersuchung wurde zu jeder Teilaufgabe des Experiments ein Testdurchgang durchgeführt, um sicherzustellen, dass die Probanden die Instruktionen verstanden haben, die visuellen und auditiven Stimuli wahrnehmen konnten und insbesondere die Reaktionstasten sachgerecht betätigen konnten. Bei Bedarf wurde der Testdurchgang nochmals wiederholt. Die Probanden wurden darauf hingewiesen, dass der Versuchsleiter nach jedem Durchgang in die Kabine kommt und den weiteren Ablauf erklärt und dass bei Ermüdung zwischen den Versuchsblöcken Pausen gemacht werden können. Versuchspersonen wurden vor Beginn der EEG-Aufzeichnung nochmals gebeten, möglichst wenig Körperbewegungen insbesondere Kopfbewegungen zu machen, möglichst immer in die Mitte des Bildschirms zu blicken und zu versuchen möglichst wenig zu blinzeln.

Nach Beendigung aller Aufgabenblöcke erfolgte die Messung der exakten dreidimensionalen Elektroden-Positionen. Nachdem die Elektroden entfernt waren und die Probanden die Haare gewaschen hatten, wurde der Händigkeitsfragebogen durchgeführt. Kontrollprobanden führten zusätzlich den Wortschatztest (WST) durch.

Die Patienten waren vor der Untersuchung darüber informiert, dass nach der EEG-Untersuchung noch eine einstündige Nachuntersuchung folgt. Im Anschluss an die Untersuchung wurde mit den Patienten ein Termin für diese Untersuchung vereinbart. Neben den neuropsychologischen Tests mussten die Patienten in der Nachuntersuchung auch den Wortschatztest durchführen.

Die gesamte Versuchsdurchführung nahm etwa 150 Minuten in Anspruch. Die Aufklärung, Elektrodenmontage und Kalibrierung der Augenbewegungen dauerte etwa 60 Minuten; die Erklärung der Versuchsdurchführung, die Durchführung des Probedurchgangs und die eigentliche Versuchsdurchführung benötigten etwa 60-80 Minuten; für die Messung der Elektrodenpositionen, Entfernung der Elektroden und das Waschen der Haare, sowie der nachfolgenden Bearbeitung der Fragebögen waren meist nochmals etwa 20-30 Minuten notwendig.

Die Testinstruktion erfolgte mündlich, halbstrukturiert durch eine Instruktionvorlage die im Anhang dargestellt ist. Auf Fragen und Schwierigkeiten wurde individuell eingegangen. Es wurde darauf geachtet, dass Patienten die Reaktionstasten korrekt betätigen konnten, die auditiven Sprachreize wahrgenommen werden konnten und die Probanden auch die Darstellung der Strichzeichnungen (deutlich, verwaschen) unterscheiden konnten. Es wurde mit den Probanden geübt erst in dem dafür vorgesehenen Zeitintervall per Tastendruck zu reagieren.

### 3.3.2 Experimentelles Design der EEG-Untersuchung

Das durchgeführte EEG-Experiment besteht aus drei Aufgaben, die im weiteren auch als Versuchsphasen mit den Bezeichnungen „Lernen“, „Rekognition“ und „reality monitoring“ umschrieben werden sollen. Eine Darstellung des gesamten Versuchsablaufs ist Abbildung 3.1 zu entnehmen.

In der mit „Lernen“ bezeichneten Versuchsphase mussten die Probanden dargestellte Bilder entweder selbst benennen, in dem sie den Namen des dargestellten Bildes laut aussprachen, oder einer über Kopfhörer eingespielten Benennung des Bildes zuhörten. Die Probanden waren instruiert in diesem Fall die Bezeichnung nicht laut mitzusprechen sondern sich lediglich die Bezeichnung anzuhören.

Den Probanden wurde hierzu zuerst eine Anweisung durch Darstellung der Worte „**SAGEN**“ oder „**HÖREN**“ auf dem Bildschirm gegeben. Bei der Anweisung „Sagen“ sollte das nachfolgend gezeigte Bild selbst benannt werden. Bei der Instruktion „Hören“ sollten sie sich die Bildbenennung des gezeigten Bildes lediglich anhören. Bei den dargestellten Bildern handelte es sich um Strichzeichnungen eines konkreten Objekts. Die Probanden waren instruiert, sich das dargebotene Bild zuerst zu betrachten und sich die entsprechende Bezeichnung zu überlegen und erst die Benennung laut auszusprechen, wenn die Strichzeichnung verdunkelt/verschwommen dargeboten wird. Erst dann wurde auch die Benennung über Kopfhörer eingespielt. Die abgedunkelte bzw. verschwommene Darstellung erfolgte nach 1000 ms. Die Darstellung des verschwommenen Bildes erfolgte für 2000 ms.

Mit diesem Vorgehen sollte gewährleistet sein, dass alle Probanden, unabhängig von der individuellen Schnelligkeit oder der jeweiligen Bedingung, die präsentierten Zeichnungen über den gleichen Zeitraum betrachten. Zudem sollte dadurch die Qualität der EEG-Ableitung und EEG-Auswertung durch geringere Bewegungsartefakte gerade in dem Zeitbereich verbessert sein, in dem die Probanden die Bilder sehen und die Benennung des Bildes generieren.

Bei der mit „Rekognition“ bezeichneten Versuchsphase handelte es sich um eine Gedächtnisaufgabe, in der Bilder als noch nicht gezeigte, „neue“ Bilder erkannt bzw. als bereits gezeigte, „alte“ Bilder wiedererkannt werden mussten.

Bei dieser Aufgabe wurde 700 ms nach Präsentation einer Raute als Warnsignal eine Strichzeichnung auf dem Bildschirm dargeboten. Hierbei handelte es sich entweder um eine Zeichnung die in der „Lernen“-Versuchsphase bereits gezeigt wurde, oder um eine Zeichnung die bisher noch nicht dargeboten wurde. Ähnlich wie in der „Lernen“-Versuchsphase sollten die Probanden das Bild erst ansehen und überlegen, ob sie das Bild zuvor gesehen haben oder nicht. Wiederum nach 1000 ms folgte eine abgedunkelte, verschwommene Darstellung des Bildes und die Probanden waren instruiert, jetzt erst die Antwort „alt“ oder „neu“ durch Fingerdruck auf die entsprechende Reaktionstaste anzuzeigen.



Mit diesem Vorgehen wurde wiederum versucht, in dem für die EEG-Auswertung vorgesehenen Zeitintervall keine Bewegungsartefakte zu provozieren. Der nächste trial wurde 700 ms nach dem Tastendruck des Probanden gestartet. Bei keiner vorherigen Reaktion des Probanden folgte der nächste trial nach spätestens 3000 ms.

Bei der mit „reality monitoring“ bezeichneten Versuchsphase handelte es sich ebenfalls um eine Gedächtnisaufgabe. Sie ist im Versuchsaufbau zur vorherigen Aufgabe zur „Rekognition“ identisch. Es werden alle Bilder der „Lernen“-Versuchsphase präsentiert und der Proband muss sich bei jedem dargebotenen Bild erinnern, ob dieses von ihm selbst benannt wurde oder ob er die Benennung des Bildes über Kopfhörer gehört hatte. Die Antwort „selbst gesagt“ bzw. „gehört“ wurde durch Fingerdruck auf die entsprechende Reaktionstaste vom Probanden angezeigt. Für diese Gedächtnisaufgabe war ein maximales Zeitintervall von 4000 ms für die Reaktion vorgesehen.

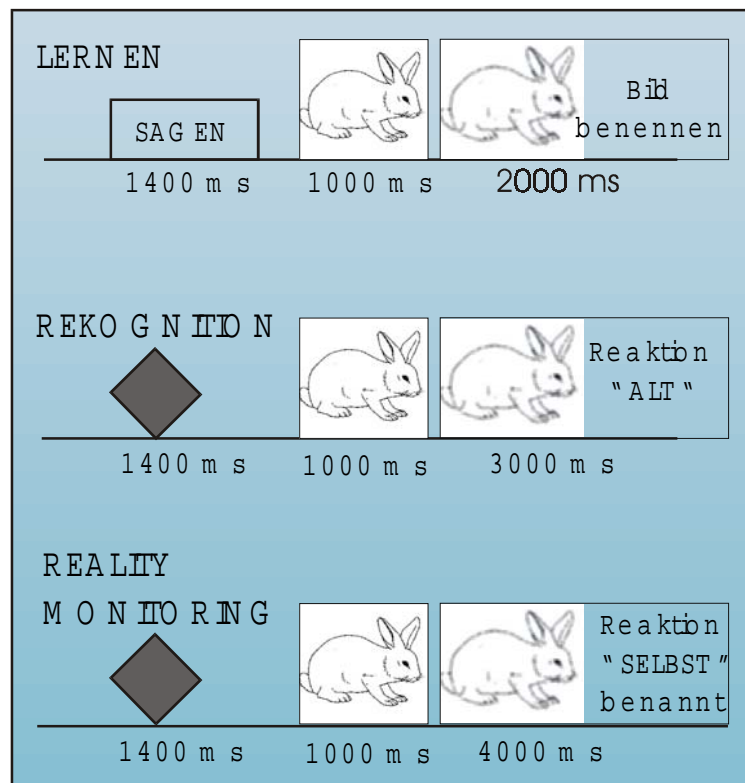


Abb. 3.1.: Darstellung des Versuchsdesigns mit den Aufgaben „Lernen“, „Rekognition“ und „reality monitoring“ exemplarisch für das selbst zu benennende Bild „Hase“. Präsentationszeiten sind in ms angegeben.

Den Probanden wurden in der Versuchsphase „Lernen“ insgesamt 28 Bilder gezeigt. 14 Bilder wurden von den Probanden selbst benannt. Bei 14 Bildern wurde die Bezeichnung auditiv vorgegeben. In der Rekognitionsaufgabe wurden 28 Bilder präsentiert, die zu Hälfte aus bisher nicht gezeigten, „neuen“ Bildern bestanden und zur Hälfte aus „alten“ Bildern der „Lernen“-Versuchsphase. Sieben der „alten“ Bildern waren zuvor selbst benannt worden, sieben Bilder waren „gehörte“ Bilder. Bei der „reality monitoring“-Aufgabe wurden die 28 Bilder der „Lernen“-Versuchsphase präsentiert. Die Darbietung der Bilder erfolgte randomisiert. Es wurden insgesamt vier Durchgänge mit jeweils der Abfolge „Lernen“, „Rekognition“ und „reality monitoring“ durchgeführt. Für jeden Durchgang wurde ein neuer Satz an Bildern verwendet. Die Reaktionen in den Aufgaben „Rekognition“ und „reality monitoring“ wurden beidhändig mit dem Zeigefinger und Mittelfinger auf jeweils dafür vorgesehene Tasten ausgeführt. Die Tastenbelegung war bei der Hälfte der Probanden jeweils entgegengesetzt programmiert. Damit je die Hälfte der Probanden Reaktionen mit dem Zeigefinger für „selbst gesagt“ bzw. „gehört“ einsetzen mussten, da Bewegungen mit dem Zeigefinger möglicherweise automatisierter erfolgen.

### 3.3.3 Reizmaterial und Versuchssteuerung

Als Bildmaterial wurden die Strichzeichnungen (weiß vor schwarzem Hintergrund) der Bildersammlung von Snodgrass und Vanderwart (1980) genommen. Zu jedem Bild wurde die Bildhaftigkeit der Benennung, der Schweregrad der Benennung entsprechend der Normen von Hager & Hasselhorn (1994) ermittelt. Zudem wurde Silbenzahl und Anfangsbuchstabe der Benennung erfasst und das Bild einer der Kategorien Natur, Tiere, Nahrungsmittel, Haushaltsgegenstand, Fortbewegungsmittel, Sonstige zugeordnet. Die Verteilung der Bilder erfolgte für diese Merkmale teilrandomisiert auf die Bedingungen und Durchgänge. Das Bildmaterial (Instruktion, Raute, Strichzeichnungen) wurden mit dem Programm „Paint Shop Pro“ erstellt bzw. entsprechend den Erfordernissen der Untersuchung angepasst und verändert.

Die Sprachreize wurden mit dem Programm „Cool Pro“ aufgezeichnet. Es wurden Sprecher mit dialektfreier und deutlicher Aussprache aus dem Bekanntenkreis der Untersucherin für die Aufzeichnung der Sprachreize ausgewählt. Jeweils die Hälfte der Bildbenennungen wurde von einer männlichen bzw. weiblichen Person gesprochen. Mit dem Programm „Goldwave“ wurden der onset der Sprachlaute und die Lautstärke der jeweiligen Sprachreize angeglichen.

Als Reaktionstasten wurde eine Vorrichtung aus drei leicht zu betätigenden Mikroschaltern verwendet, die an den Armlehnen des Sessels befestigt waren. Die Tasten waren so positioniert, dass die Probanden den Mittelfinger und den Zeigefinger auf eine Taste legen konnten. Die nicht belegte Taste wurde mit einem Klebeband abgedeckt.

Die Programmierung der Versuchssteuerung erfolgte mit dem Programm „ERTS“ (Experimental Run Time System). Mit diesem Programm wurde auch die Präsentation der Reize angesteuert und die Verhaltensdaten aufgezeichnet. Die EEG-Signale wurden mit zwei 32-Kanal-DC-Verstärkern (Neuroscan, Texas) verstärkt und mit einer Bandbreite von 30 Hz, DC und einer Abtastrate von 200 Hz digitalisiert gespeichert. Es wird eine Auflösung von 0,839  $\mu\text{V/bit}$  erreicht. Die exakten dreidimensionalen Elektrodenpositionen wurden mit einem Digitizer (Polhemus ISOTARK) erfasst und gespeichert.

### **3.4 Datenreduktion und statistische Analyse**

#### **3.4.1 Statistische Auswertung der Verhaltensdaten**

Es wurden als Maße für die Verhaltensleistung die richtigen Antworten und die falschen Antworten der Rekognitionsaufgabe und der „reality monitoring“-Aufgabe ausgewertet. Die Bezeichnungen der jeweiligen Antwortkategorien erfolgte teilweise entsprechend der gängigen, in Kapitel 2.1.1 beschriebenen Benennungen.

Korrekt wiedererkannte, bereits gesehene Bilder werden nachfolgend als „hit“ bezeichnet; korrekt erkannte, neue Bilder entsprechend als „correct rejection“. Werden bereits gesehene Bilder fälschlicherweise als „neu“ erkannt, so wird dieser Fehler als „miss“ bezeichnet; Wird ein noch nicht gezeigtes Bild fälschlicherweise als bereits gesehen („alt“) erinnert, so wird dies nachfolgend mit „false alarm“ benannt.

Beim „reality monitoring“ werden entsprechend korrekt erinnerte selbst benannte Bilder als Richtige „sagen“ und korrekt erinnerte Bilder deren Benennung gehört wurde als Richtige „hören“ bezeichnet. Wird bei selbst benannten Bilder fälschlicherweise erinnert, deren Bezeichnung gehört zu haben, dann wird dies als Fehler „sagen“ oder als externe Zuordnung bezeichnet. Wird hingegen bei einem Bild, deren Bezeichnung gehört wurde, erinnert dieses selbst benannt zu haben, so wird dies nachfolgend als Fehler „hören“ oder internale Zuordnung beschrieben.

Reaktionen die außerhalb des entsprechenden Zeitfensters erfolgten bzw. keine Reaktionen wurden als „nicht Reaktion“ aufgezeichnet und gingen in die Auswertung nicht ein, da hier keine eindeutige Zuordnung (ob richtig oder falsch aber außerhalb des Zeitbereichs) möglich war.

Die Reaktionszeiten wurden aus zwei Gründen nicht ausgewertet. Einerseits war eine spontane Reaktion bei der Versuchsanordnung nicht möglich, da die Probanden trainiert waren ihre Reaktion zurückzuhalten und erst im Zeitbereich der „verschwommenen“ Darstellung abzugeben. Zudem waren die Probanden instruiert, auf die Richtigkeit ihrer Reaktionen zu achten und nicht auf die Reaktionsgeschwindigkeit.

Für die Verhaltensdaten wurde die gleiche Probandenstichprobe ausgewertet wie für die Ergebnisse der EEG-Daten. Entsprechend gingen 15 Kontrollprobanden (K), 15 Patienten ohne akustische Halluzinationen (SH-) und zwölf Patienten mit akustischen Halluzinationen (SH+) in die Analysen ein. Bei den Kontrollpersonen zeigte ein Proband (Kontrolle MO) sowohl im Vergleich zur Stichprobe der Kontrollen, als auch zur Gesamtstichprobe, deutlich abweichende Verhaltensleistungen. So dass die statistischen Analysen der Verhaltensdaten sowohl für die Gesamtstichprobe als auch unter Ausschluss des Kontrollprobanden MO erfolgten.

Die statistischen Analysen der Verhaltensdaten erfolgten mit den Statistikprogrammen JMP und STATISTIKA. Für die Verhaltensdaten besteht ein Intervallskalenniveau, jedoch eine rechts- bzw. linksschiefe Verteilung. Als Voraussetzung zur varianzanalytischen Testung von Mittelwertsunterschieden wurde die Homogenität der Varianzen mit dem Levene-Test überprüft. Mittelwertsunterschiede wurden mit einer zweifaktoriellen ANOVA mit Messwiederholung getestet. Zudem wurden die Unterschiede non-parametrisch mit der Chi-Square-Approximation und dem Wilcoxon-Signed-Rank-Test getestet. Als Post-Hoc-Test wurde bei den Verhaltensdaten der Scheffé-Test verwendet, da sich dieser als am trennschärfsten herausstellte.

Das Signifikanzniveau wurden mit kleiner 5 % festgelegt ( $p < 0,05$ ) und in den Tabellen mit einem Sternchen \* gekennzeichnet. Ist die Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 1 % ( $p < 0,01$ ) erfolgt die Kennzeichnung mit zwei Sternchen \*\*. Zudem wurde ein Trend zur Signifikanz bei einer Wahrscheinlichkeit kleiner 10 % ( $p < 0,1$ ) angenommen. Statistisch nicht bedeutsame Ergebnisse werden bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit größer als 10 % angenommen ( $p > 0,1$ ).

### 3.4.2 Auswertung der ereigniskorrelierten Potentiale (EKP)

Die EEG-Aufzeichnung erfolgte getrennt für die einzelnen Versuchsphasen „Lernen“, „Rekognition“ und „reality monitoring“. Für jede Versuchsphase lagen vier Aufzeichnungen vor. Für die jeweiligen Bedingungen („alt“ vs. „neu“ und „sagen“ vs. „hören“) ergaben sich maximal 56 mögliche Mittelungen. Zudem wurde ein EEG-Datensatz der Augenbewegungen sowie die digitalisierten Elektrodenpositionen jeder Versuchsperson aufgezeichnet.

Die Augenkorrektur erfolgte mit dem Programm BESA2000, indem durch Mittelung typischer blinks, horizontaler- und vertikaler Augenbewegungen, Koeffizienten zur Korrektur gebildet wurden. Die Korrektur der Augenbewegungsartefakte erfolgte mit diesen Koeffizienten nach der „multiple source eye correction“-Methode (MSEC: Berg & Scherg, 1994). Das hierfür verwendete Programm 3SYMSEC errechnete die Augenkorrektur und wandelte die Daten in das Average-Reverence-Format um. Die Average-Reverence-Daten wurden zur Mittelung der interessierenden Sequenzen in BESA2000 eingelesen. Die Mittelung erfolgte für den Zeitbereich in dem die Probanden das jeweilige Bild lediglich betrachteten und die entsprechende Antwort generierten (siehe Abbildung 3.1). Die Mittelung erfasste ein Zeitfenster von jeweils 1000 ms mit einer Baseline von 200 ms (vor onset des Bildes). Es wurde getrennt für die interessierenden Bedingungen „alt“ und „neu“ bzw. „sagen“ und „hören“ gemittelt. Bei den Versuchsphasen „Rekognition“ und „reality monitoring“ wurden ausschließlich die EEG-Sequenzen mit den korrekten Reaktionen gemittelt. Alle trials wurden vor der Mittelung einzeln auf Artefakte gesichtet. Um eine interindividuelle Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden die Daten auf standardisierte Elektrodenpositionen interpoliert. Mit dem Programm 3AVERAGE wurden Grand Means erstellt. Für die statistische Analyse wurden die Zeitbereiche 200-400 ms, 400-800 ms und 800-1000 ms parametrisiert; die mittleren Amplituden der ausgewählten Zeitbereiche wurden mit dem Programm 3AREA errechnet. Für die statistische Auswertung wurde eine Auswahl an Elektroden in sechs Areale mit jeweils vier Elektroden zusammengefasst. Eine Darstellung der ausgewählten Elektroden und entsprechenden Areale findet sich in Abbildung 3.2.

Der Bereich 200-400 ms wurde in der Analyse nicht berücksichtigt. Der Zeitbereich ist charakterisiert durch eine frühzeitige Negativierung (Komponente N1), die nicht als exogen evoziertes Potential verstanden wird (Rockstroh, 1989). Im Zeitbereich 200-400 ms soll der Potentialverlauf der posterioren Positivierung (Komponente P3) beschrieben werden. Die Region 400-800 ms sowie 800-1000 ms erfasst die mittleren Amplituden der Slow Wave (SW).

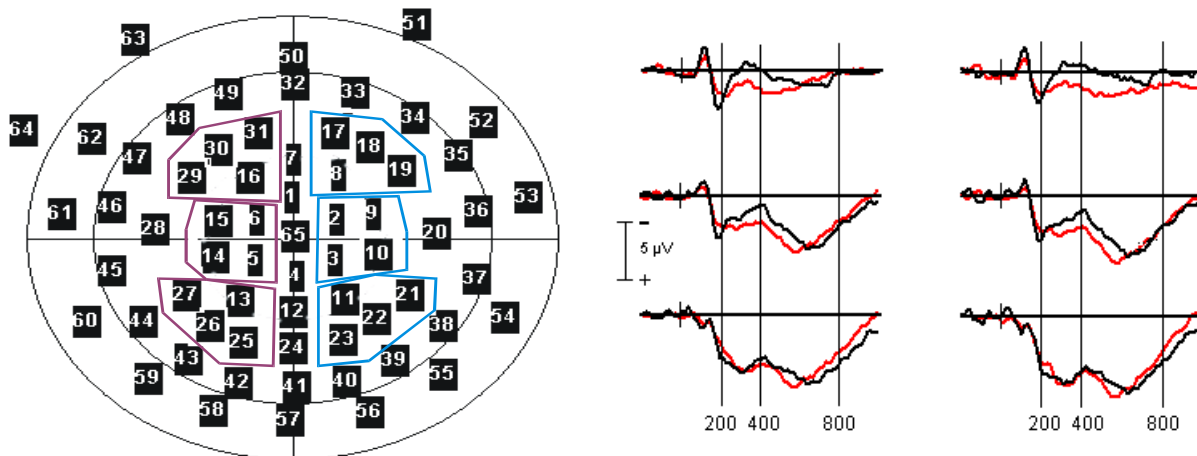


Abb.3.2: Links: Darstellung der für die statistische Analyse zu Arealen zusammengefassten Elektroden. Es wurden anteriore, mediale und posteriore Areale für jede Lateralität (dargestellt links: rot, rechts: blau) mit jeweils vier Elektroden gebildet. Rechts: Darstellung der parametrisierten Zeitbereiche an jeweils einer Elektrode der ausgewählten Areale.

Zur Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Aktivität im interessierenden Zeitbereich (1000ms) wurde die Global Field Power (GFP) über das gesamte EEG getrennt für die Bedingungen „Lernen“, „Rekognition“ und „reality monitoring“ errechnet. Die statistische Auswertung der Unterschiede erfolgte getrennt für die einzelnen Aufgaben „Lernen“, „Rekognition“ und „reality monitoring“ sowie für die einzelnen Zeitbereiche 200-400 ms, 400-800 ms und 800-1000 ms. Es wurde eine Varianzanalyse mit dem allgemeinen linearen Verfahren (PROC GLM) des „Statistical Analysis System“ (SAS) mit den within-subject Faktoren BEDINGUNG („alt“ vs. „neu“ bzw. „hören“ vs. „sagen“), GRADIENT („anterior“, „medial“ und „posterior“) und LATERALITÄT („links“ vs. „rechts“) gerechnet. Da sich in der GFP Unterschiede in der Gesamtaktivierung zwischen den Probandengruppen ergaben, wurden die EEG-Daten für die statistische Analyse mit dem Programm 3NORMSUB normalisiert. Die Berechnung möglicher Quellen der Aktivität erfolgte für die Grand Means nach der Minimum Norm Methode (Hämäläinen et al., 1994, Haug et al., in press) und wurde mit dem Programm BESA2000 errechnet.

## 4 Ergebnisse

Im nachfolgenden Ergebnisteil werden die drei Probandengruppen in ihren Leistungen und evozierten Potentialen in der Rekognitions-Aufgabe und der Aufgabe zum „reality monitoring“ verglichen. Es werden zuerst die Verhaltensleistungen in Form der korrekten Antworten und der Fehler dargestellt (Kap. 4.1). In den weiteren Kapiteln werden die evozierten Potentiale für die beiden Abrufbedingungen, das einfache Wiedererkennen (Kap. 4.2.1) und das „reality monitoring“ (Kap. 4.2.3) sowie für die Enkodierung (Kap. 4.2.6) beschrieben. Es wurden zudem für die Abrufbedingungen durch die Berechnung von Minimum-Norm-Lösungen explorativ mögliche Quellen für die Oberflächenpotentiale ermittelt (Kap. 4.2.5).

### 4.1 Verhaltensdaten

#### 4.1.1 Rekognition

Beim Wiedererkennen liegen die Erinnerungsleistungen sowohl der gesunden Probanden als auch der Patienten über dem Zufallsniveau. Patienten zeigen in den Verhaltensdaten insbesondere für die korrekten Erinnerungen eine größere Streuung im Vergleich zu den Kontrollen (s. Abb. 4.1). Bei den Kontrollen erbrachte ein Proband (Proband MO) im Vergleich zur Gesamtstichprobe und auch im Vergleich zur Stichprobe der gesunden Probanden deutlich abweichende Verhaltensleistungen. So dass die weiteren statistischen Analysen jeweils sowohl für die Gesamtstichprobe, als auch ohne Proband MO durchgeführt wurden. Die nachfolgenden Abbildungen und Tabellen zeigen, wenn nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, die Ergebnisse für die Gesamtstichprobe.

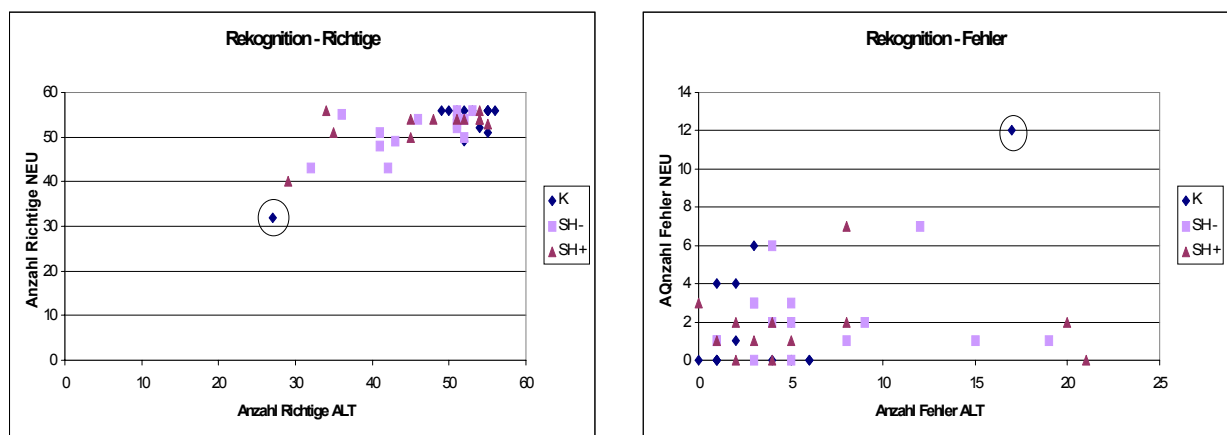


Abb. 4.1.: Streudiagramme der Anzahl korrekter und falscher Zuordnungen bei der Rekognition für alle Probandengruppen (Kontrollen: K, Patienten ohne Halluzinationen: SH-, Patienten mit Halluzinationen: SH+). Mit einem Kreis gekennzeichnet ist Proband MO der gesunden Kontrollgruppe.

Für die richtigen Antworten im Rekognitionstest erbringt der Levene-Test auf Homogenität der Varianzen keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den Gruppen ( $F(2,39) = 2,79, p > 0,1$ ;  $F(2,39) = 0,38, p > 0,1$ ), so dass die Voraussetzungen für eine varianzanalytische Testung der Mittelwertsunterschiede erfüllt sind.

Alle Probandengruppen zeigen deutlich bessere Leistungen beim Erkennen neuer Bilder (correct rejection) im Vergleich zum Wiedererkennen bereits gezeigter Bilder (hit), was in der zweifaktoriellen ANOVA mit Messwiederholung (s. Tab. 4.1) in dem Haupteffekt BEDINGUNG ( $F(1,39) = 28,56, p < 0,01$ ) und auch bei non-parametrischer Testung mit dem Wilcoxon-Signed-Rank-Test (BEDINGUNG:  $T(41) = -5,04, p < 0,01$ ) bestätigt wird. Die Patientengruppen erbrachten gerade noch vergleichbare Abrufleistungen im Vergleich zur Gesamtstichprobe der Kontrollen. In der varianzanalytischen Testung bestätigte sich dies für die Gesamtstichprobe in einem nicht bedeutsamen Haupteffekt GRUPPE ( $F(2,39) = 1,43, p > 0,1$ ), der jedoch bei non-parametrischer Testung signifikant wird (GRUPPE:  $H(2) = 8,53, p < 0,05$ ) und unter Ausschluss des Probanden MO auch varianzanalytisch zu einem signifikanten Haupteffekt GRUPPE ( $F(2,38) = 5,19, p < 0,01$ ) führt. Auch wenn die Bedingungsunterschiede bei den Kontrollen geringer erscheinen als bei den Patientengruppen zeigt sich varianzanalytisch nur ein marginal signifikanter Interaktionseffekt GRUPPE X BEDINGUNG ( $F(2,39) = 2,52, p < 0,1$ ). Auch bei non-parametrischer Testung mit einer Chi-Square-Approximation wurde die Interaktion GRUPPE X BEDINGUNG nicht signifikant ( $H(2) = 4,53, p > 0,1$ ).

Effekt	Gesamtstichprobe			ohne Proband MO		
	DF	F-Wert	p-Wert	DF	F-Wert	p-Wert
GRUPPE	2,39	1,43	0,25	2,38	5,19	0,01 **
BEDINGUNG	1,39	28,56	0,00 **	1,38	26,57	0,00 **
GRUPPE x BED.	2,39	2,52	0,09	2,38	2,65	0,08

Tab. 4.1: Ergebnisse der zweifaktoriellen ANOVA mit Messwiederholung für die korrekten Antworten der Rekognitionsbedingung, dargestellt für die Gesamtstichprobe ( $n = 42$ ) sowie bei Ausschluss des Kontrollprobanden MO ( $n = 41$ ).

In der Rekognitions-Aufgabe besteht daher bei allen Gruppen eine fast fehlerlose Erkennensleistung für neue Bilder, mit durchschnittlich über 50 correct rejection bei maximal 56 möglichen korrekten Antworten, und eine signifikant schlechtere Erinnerungsleistung für alte Bilder (s. Abb. 4.2). Bei entsprechender Testmethode ergeben sich auch Hinweise für eine schlechtere Rekognition der Patientengruppen im Vergleich zu den gesunden Probanden. Eine spezifische Beeinträchtigung der Patienten beim Abruf alter Bilder im Vergleich zu den Kontrollen deutet sich jedoch lediglich an. Aufgrund der fehlenden Interaktion wurden keine Post-Hoc-Tests durchgeführt (unzulässig, nach mündlicher Mitteilung W. Nagl, 2001).



## Rekognition–richtige Antworten

Gruppe	<u>ALT</u>	<u>NEU</u>
<b>SH+</b> MW (SD)	<b>46,3 (9,0)</b>	<b>52,5 (4,3)</b>
<b>SH-</b> MW (SD)	<b>46,3 (6,7)</b>	<b>51,5 (4,2)</b>
<b>K</b> MW (SD)	<b>51,3 (7,1)</b>	<b>53,2 (6,3)</b>

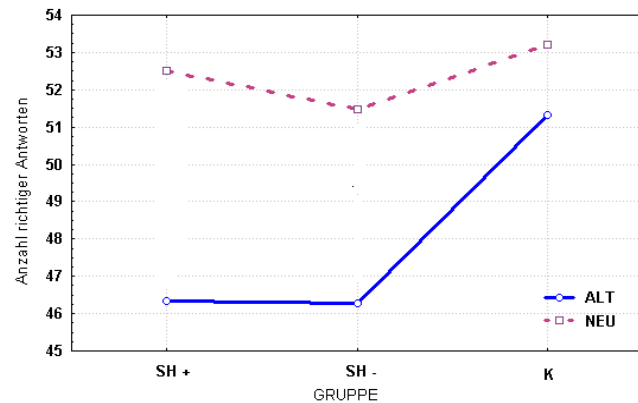


Abb. 4.2.: Tabellarische und graphische Darstellung der Anzahl richtiger Antworten bei der Rekognition „alter“ Bilder (blau) und „neuer“ Bilder (rot) für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) der Gesamtstichprobe (n = 42). Tabellarisch dargestellt sind die Mittelwerte (MW) und die Standardabweichungen (SD).

Bei der Bezeichnung der falschen Antworten wurde die allgemein gültige Bezeichnung übernommen (siehe Kap. 2.1.1 und 3.4.1). Wenn statt „alt“ fälschlicherweise „neu“ angegeben wurde, wird dies als „miss“ bezeichnet. Wenn statt „neu“ fälschlicherweise „alt“ erinnert wurde, wird dies mit „false alarm“ (F.A.) bezeichnet. Für die falschen Reaktionen im Rekognitionstest ist die Homogenität der Varianzen zwischen den Gruppen als Voraussetzung für die Varianzanalyse erfüllt (Levene-Test:  $F(2,39) = 1,94, p > 0,2$  ;  $F(2,39) = 0,64, p > 0,1$ )

Ähnlich wie bei den korrekten Antworten zeigt sich auch für die Fehler bei allen Probandengruppen ein Bedingungsunterschied dahingehend, dass ein neues Bild seltener für ein bereits gezeigtes Bild gehalten wird (F.A.). Häufiger wird ein bereits gezeigtes Bild als noch nicht gesehen erinnert (miss). Dies bestätigte sich sowohl in der zweifaktoriellen ANOVA mit Messwiederholung für die Gesamtstichprobe mit einem signifikanten Haupteffekt BEDINGUNG ( $F(1,39) = 18,28, p < 0,01$ ), als auch in der non-parametrischen Testung mit dem Wilcoxon-Signed-Rank-Test (BEDINGUNG:  $T(41) = 4,17, p < 0,01$ ). Die in Abbildung 4.3 ersichtlichen geringeren Fehlerraten der Kontrollen im Vergleich zu den Patientengruppen wurden für die Gesamtstichprobe bei varianzanalytischer Testung (GRUPPE:  $F(2,39) = 0,92, p > 0,1$ ) und auch bei non-parametrischer Testung mit einer Chi-Square-Approximation (GRUPPE:  $H(2) = 4,33, p > 0,1$ ) nicht signifikant. Nur mit Homogenisierung der Stichprobe der Kontrollen durch Ausschluss des Kontrollprobanden MO ergibt sich ein bedeutsamer Haupteffekt GRUPPE ( $F(2,38) = 3,24, p < 0,05$ ). Auch die im Mittel größeren Bedingungsunterschiede bei den Patientengruppen im Vergleich zu den Kontrollen wurden bei parametrischer Betrachtung nicht bedeutsam (GRUPPE X BEDINGUNG:  $F(2,39) = 1,27, p > 0,1$ ), auch nicht bei Ausschluss von Proband MO. Die non-parametrische Testung erbrachte ebenfalls keine signifikante Interaktion GRUPPE X BEDINGUNG ( $H(2) = 1,63, p > 0,1$ ).

	Gesamtstichprobe			ohne Proband MO		
Effekt	DF	F-Wert	p-Wert	DF	F-Wert	p-Wert
GRUPPE	2,39	0,93	0,41	2,38	3,24	0,05 *
BEDINGUNG	1,39	18,28	0,00 **	1,38	16,85	0,00 **
GRUPPE x BED.	2,39	1,27	0,29	2,38	1,41	0,26

Tab. 4.2: Ergebnisse der zweifaktoriellen ANOVA mit Messwiederholung für die falschen Antworten der Rekognitionsbedingung, dargestellt für die Gesamtstichprobe (n = 42) sowie bei Ausschluss des Kontrollprobanden MO (n = 41).

### Rekognition – falsche Antworten

Gruppe	MISS	F.A.
SH+ MW (SD)	6,5 (7,0)	1,8 (1,9)
SH- MW (SD)	6,5 (5,2)	2,2 (2,0)
K MW (SD)	3,7 (4,2)	1,9 (3,4)

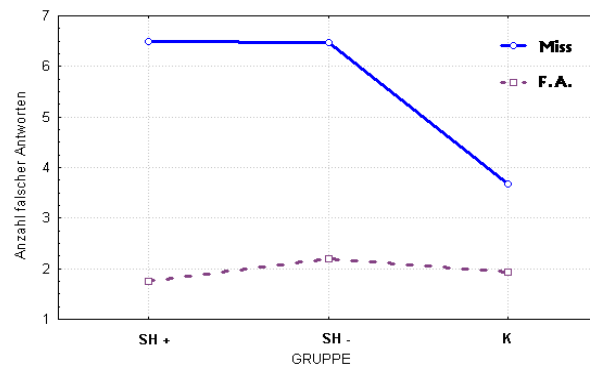


Abb. 4.3.: Tabellarische und graphische Darstellung der Anzahl falscher Antworten für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) der Gesamtstichprobe (n = 42). Nicht erfolgte Rekognitionen „alter“ Bilder wurden als „miss“ bezeichnet und blau dargestellt; Fälschlicherweise als „alt“ erinnerte Bilder wurden mit „false alarm“ bezeichnet und rot dargestellt. Tabellarisch aufgeführt sind die Mittelwerte (MW) und die Standardabweichungen (SD).

Zusammenfassend ergibt sich für die Rekognitions-Aufgabe eine statistisch belegte bessere Erinnerung bzw. ein besseres Erkennen „neuer“ Bilder, was sich in einer höheren Rate korrekter Erinnerungen (correct rejection) und einer geringeren Rate fehlerhafter Zuordnungen (false alarm) ausdrückt. Das Wiedererkennen bereits gezeigter Bilder führt bei allen Probandengruppen zu einer geringeren Anzahl korrekter Erinnerungen (hit) und auch entsprechend zu einer höheren Rate falscher Zuordnungen (miss). Beide Patientengruppen scheinen im Vergleich zu den Kontrollen im Mittel eine schlechtere Abrufleistung bei der Rekognition von Bildern aufzuweisen, was sich in einer geringeren Anzahl korrekter Zuordnungen und einer höheren Fehlerrate abbildet. Dies wird statistisch jedoch nur bei Homogenisierung der Stichprobe der Kontrollen und bei non-parametrischer Testung bedeutsam. Bei der Rekognition zeigen Patienten mit Halluzinationen vergleichbare Leistungen wie Patienten ohne Halluzinationen. Die im Vergleich zu den Kontrollen stärkere Beeinträchtigung der Patientengruppen beim Abruf alter Bilder bzw. bei den Fehlern in dieser Bedingung (miss) bestätigte sich bei der statistischen Analyse nicht.

#### 4.1.2 „reality monitoring“

Beim „reality monitoring“ sind die Erinnerungsleistungen sowohl der gesunden Probanden als auch der Patienten wiederum über dem Zufallsniveau, insgesamt jedoch niedriger als bei der Rekognition der Bilder (s. Kap. 4.1.1). Beim „reality monitoring“ weisen die Patienten in den Verhaltensdaten, insbesondere für die korrekten Erinnerungen, eine größere Streuung auf als die Kontrollen (s. Abb. 4.4). Wie in der Rekognitionsaufgabe zeigt der Proband MO im Vergleich zur Gesamtstichprobe und vor allem auch im Vergleich zur Stichprobe der gesunden Probanden deutlich abweichende Verhaltensleistungen. So dass auch im „reality monitoring“ die weiteren statistischen Analysen jeweils sowohl für die Gesamtstichprobe als auch ohne Proband MO durchgeführt wurden. Die nachfolgenden Abbildungen und Tabellen beziehen sich, wenn nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, auf die Gesamtstichprobe.

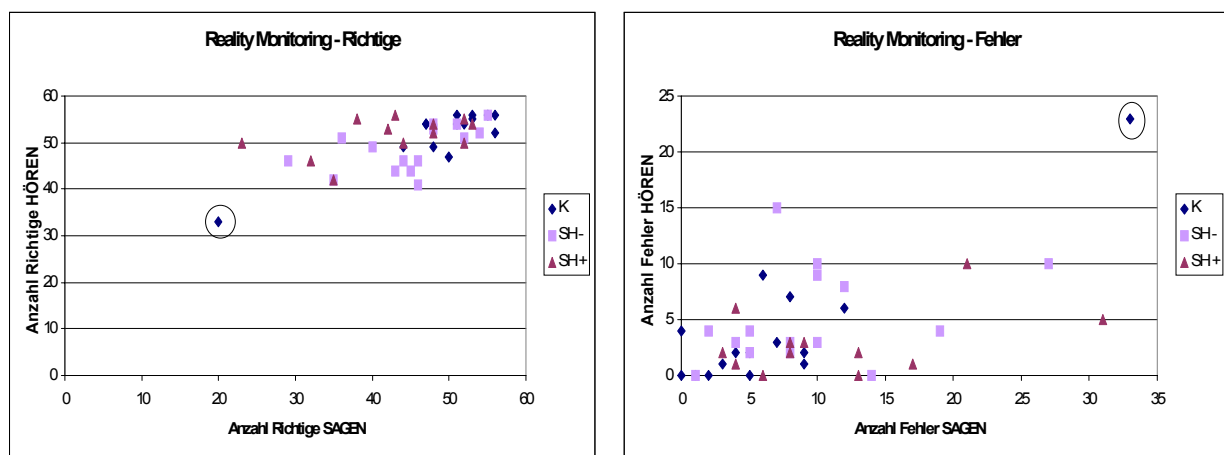


Abb. 4.4: Streudiagramme der Anzahl korrekter und falscher Zuordnungen beim „reality monitoring“ für alle Probandengruppen (Kontrollen: K, Patienten ohne Halluzinationen: SH-, Patienten mit Halluzinationen: SH+). Mit einem Kreis gekennzeichnet ist Proband MO der gesunden Kontrollgruppe.

Für die richtigen Antworten im „reality monitoring“ bestehen nur für die Gesamtstichprobe homogene Varianzen zwischen den Gruppen (Levene Test:  $F(2,39) = 2,49$ ,  $p > 0,1$ ;  $F(2,39) = 0,04$ ,  $p > 0,1$ ), nicht jedoch bei Ausschluss von Proband MO (Levene-Test:  $F(2,38) = 3,63$ ,  $p < 0,05$ ;  $F(2,38) = 3,06$ ,  $p > 0,1$ ), so dass nur für die Gesamtstichprobe eine varianzanalytische Testung der Mittelwertsunterschiede durchgeführt wurde.

Die in Abbildung 4.5 dargestellten Mittelwerte zeigen bei Patienten mit Halluzinationen eine deutlich schlechtere Erinnerungsleistung für Bilder der Bedingung „Sagen“ im Vergleich zu Bildern der Bedingung „Hören“. Der Bedingungsunterschied ist bei Patienten ohne Halluzinationen und Kontrollen geringer ausgeprägt. Dies bestätigt sich auch in der zweifaktoriellen ANOVA mit Messwiederholung für die Gesamtstichprobe (s. Tab. 4.3) mit der signifikanten Interaktion GRUPPE X BEDINGUNG ( $F(2,39) = 3,39$ ,  $p < 0,05$ ) und der Tendenz zur Signifikanz bei non-parametrischer Testung mit einer Chi-Square-Approximation (GRUPPE X BEDINGUNG:  $H(2) = 5,09$ ,  $p < 0,1$ ).

Die signifikante Interaktion resultiert aus der schlechteren Erinnerungsleistung bei allen Probandengruppen für Bilder der Bedingung „Sagen“ im Vergleich zur Bedingung „Hören“, was sich sowohl bei parametrischer Testung in dem signifikanten Haupteffekt BEDINGUNG ( $F(1,39) = 30,49$ ,  $p < 0,01$ ), als auch non-parametrisch im Wilcoxon-Signed-Rank-Test (BEDINGUNG:  $T(41) = -4,99$ ,  $p < 0,01$ ) zeigt. Für Kontrollen zeichnet sich eine bessere Erinnerungsleistung im Vergleich zu den Patientengruppen ab. Dies konnte in der Varianzanalyse für den Haupteffekt GRUPPE ( $F(2,39) = 1,53$ ,  $p > 0,1$ ) nicht bestätigt werden, erweist sich jedoch non-parametrisch als signifikant (GRUPPE:  $H(2) = 6,32$ ,  $p < 0,05$ ).

### Gesamtstichprobe

Effekt	DF	F-Wert	p-Wert
GRUPPE	2,39	1,53	0,23
BEDINGUNG	1,39	30,49	0,00 **
GRUPPE x BED.	2,39	3,39	0,04 *

Tab. 4.3: Ergebnisse der zweifaktoriellen ANOVA mit Messwiederholung für die korrekten Antworten beim „reality monitoring“ dargestellt für die Gesamtstichprobe ( $n = 42$ ).

### „reality monitoring“ - richtige Antworten

Gruppe	SAGEN	HÖREN
SH+ MW (SD)	42,5 (9,2)	51,4 (4,1)
SH- MW (SD)	44,8 (7,3)	48,6 (4,8)
K MW (SD)	48,7 (8,7)	51,9 (5,9)

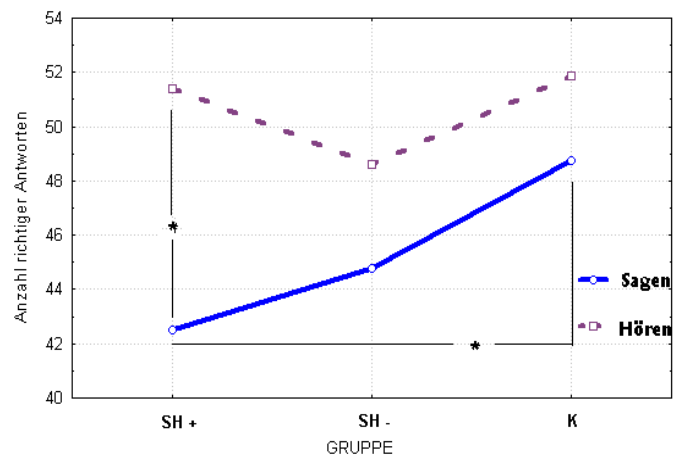


Abb. 4.5: Tabellarische und graphische Darstellung der Anzahl richtiger Antworten beim Abruf einer selbst benannten Bildbezeichnung, dargestellt in blau und bezeichnet als „Sagen“. Richtige Antworten beim Abruf einer gehörten Bildbezeichnung, dargestellt in rot und bezeichnet als „Hören“. Für Kontrollprobanden (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) der Gesamtstichprobe ( $n = 42$ ). Tabellarisch dargestellt sind die Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD).

Die Post-Hoc-Tests bestätigen signifikante Unterschiede zwischen den Bedingungen „Sagen“ und „Hören“ für Patienten mit Halluzinationen (Scheffé-Test:  $p < 0,01$ ), nicht jedoch für Patienten ohne Halluzinationen (Scheffé-Test:  $p > 0,1$ ) und Kontrollen (Scheffé-Test:  $p > 0,1$ ). Patienten mit Halluzinationen zeigen im Vergleich zu Kontrollen signifikant schlechtere Erinnerungsleistungen in der Bedingung „Sagen“ (Scheffé-Test:  $p < 0,05$ ), nicht jedoch im Vergleich zu Patienten ohne Halluzinationen (Scheffé-Test:  $p > 0,1$ ). Die Unterschiede zwischen den Gruppen für die Bedingung „Hören“ waren nicht bedeutsam (Scheffé-Tests: je  $p > 0,1$ ). In der Gedächtnisaufgabe zum „reality monitoring“, in der erinnert werden muss, ob ein Bild selbst benannt wurde oder ob das Bild von einer fremden Stimme benannt wurde, zeigen alle Probanden grundsätzlich schlechtere Leistungen beim Zuordnen selbst benannter Bilder. Insbesondere Patienten mit Halluzinationen scheinen jedoch Schwierigkeiten im Abruf selbst benannter Bilder zu haben, bzw. hier spezifische Einbußen im „reality monitoring“ aufzuweisen.

Die falschen Antworten im „reality monitoring“ werden, orientierend an der zu untersuchenden Hypothese, mit „external“ und „internal“ bezeichnet. Werden Bilder, die selbst benannt wurden, fälschlicherweise als gehört erinnert, dann wird dieser Fehler als externale Zuordnung oder „external“ bezeichnet. Werden Bilder, deren Bezeichnung gehört wurde, als selbst benannt erinnert, dann erfolgt hierfür die Bezeichnung internale Zuordnung oder „internal“.

Im Levene-Test auf Homogenität der Varianzen zeigt sich kein Gruppenunterschied ( $F(2,39) = 2,04$ ,  $p > 0,1$ ;  $F(2,39) = 2,06$ ,  $p > 0,1$ ), auch nicht bei Ausschluss von Proband MO, so dass die Voraussetzungen für eine varianzanalytische Testung der Mittelwertsunterschiede erfüllt sind.

Wie auch in der Darstellung der Mittelwerte der Fehler in Abbildung 4.6 ersichtlich ist, sind bei Patienten mit Halluzinationen die Unterschiede zwischen den Bedingungen external und internal größer als bei Kontrollen und Patienten ohne Halluzinationen. Die zweifaktorielle ANOVA mit Messwiederholung (siehe Tab. 4.4) bestätigte dies durch einen Trend zur Signifikanz in der Interaktion GRUPPE X BEDINGUNG ( $F(2,39) = 2,89$ ,  $p < 0,1$ ), die unter Ausschluss von Proband MO signifikant wird GRUPPE X BEDINGUNG ( $F(2,38) = 3,30$ ,  $p < 0,05$ ). Bei der non-parametrischen Testung mit einer Chi-Square-Approximation ist die Interaktion für die Gesamtstichprobe nicht signifikant (GRUPPE X BEDINGUNG:  $H(2) = 4,52$ ,  $p > 0,1$ ) und verfehlt bei Ausschluss von Proband MO knapp die statistische Signifikanz (GRUPPE X BEDINGUNG:  $H(2) = 5,07$ ,  $p < 0,1$ ). Die statistische Interaktion erklärt sich auch aus der größeren Anzahl an externalen Zuordnungen bei allen Probandengruppen, was sich statistisch durch den Haupteffekt BEDINGUNG ( $F(1,39) = 30,49$ ,  $p < 0,01$ ), aber auch mit dem non-parametrischen Wilcoxon-Signed-Rank-Test für die BEDINGUNG ( $T(41) = 5,08$ ,  $p < 0,01$ ) ausdrückt. Die im Vergleich zur Patientenstichprobe geringeren Fehlerraten der Kontrollen erweisen sich für die Gesamtstichprobe als nicht bedeutsam (GRUPPE:  $F(2,39) =$

0,50,  $p > 0,1$ ), auch nicht mit der non-parametrischen Chi-Square-Approximation (GRUPPE:  $H(2) = 3,89$ ,  $p > 0,1$ ). Ohne Proband MO wird der Haupteffekt GRUPPE mit einem parametrischen Verfahren marginal signifikant (GRUPPE:  $F(2,38) = 3,07$ ,  $p < 0,1$ ) und bei non-parametrischer Testung statistisch bedeutsam (GRUPPE:  $H(2) = 6,72$ ,  $p < 0,05$ ).

Effekt	Gesamtstichprobe			ohne Proband MO		
	DF	F-Wert	p-Wert	DF	F-Wert	p-Wert
GRUPPE	2,39	0,49	0,61	2,38	3,07	0,06
BEDINGUNG	1,39	30,50	0,00 **	1,38	28,27	0,00 **
GRUPPE x BED.	2,39	2,89	0,07	2,38	3,30	0,05 *

Tab. 4.4: Ergebnisse der zweifaktoriellen ANOVA mit Messwiederholung für die falschen Antworten beim „reality monitoring“, dargestellt für die Gesamtstichprobe ( $n = 42$ ) sowie bei Ausschluss des Kontrollprobanden MO ( $n = 41$ ).

Folglich zeichnet sich im „reality monitoring“ nicht nur in den richtigen Antworten, sondern auch in den Fehlerraten eine spezifische Beeinträchtigung gerade der Patienten mit Halluzinationen für die korrekte Zuordnung selbst benannter Inhalte ab - hier durch eine höhere Rate an externalen Fehlern bei einer gleichzeitig sehr geringen Anzahl internaler Fehler. Da die Interaktion bei Ausschluss des Probanden MO bedeutsam wurde, wurden Post-Hoc-Tests gerechnet. Sie bestätigten signifikante Unterschiede in den Fehlattributionen selbst benannter und gehörter Benennungen bei Patienten mit Halluzinationen (Scheffé-Test:  $p < 0,05$ ), nicht jedoch bei Patienten ohne Halluzinationen und Kontrollen (je Scheffé-Test:  $p > 0,1$ ).

### „reality monitoring“ - falsche Antworten

Gruppe	<u>EXTERNAL</u>	<u>INTERNAL</u>
<b>SH+</b> MW (SD)	<b>11,4 (8,3)</b>	<b>2,9 (2,9)</b>
<b>SH-</b> MW (SD)	<b>9,5 (6,7)</b>	<b>5,1 (4,3)</b>
<b>K</b> MW (SD)	<b>6,9 (8,0)</b>	<b>4,0 (5,9)</b>

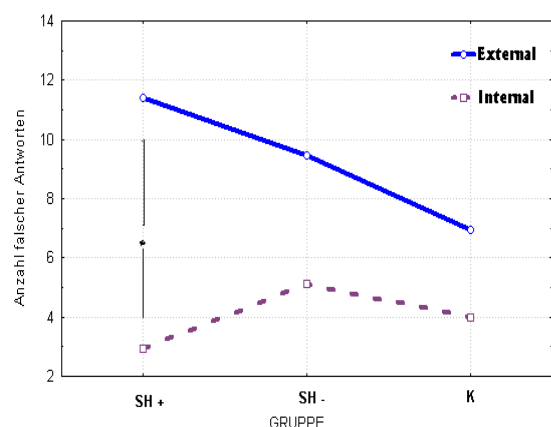


Abb. 4.6: Tabellarische und graphische Darstellung der Anzahl falscher Antworten bei ursprünglich selbst benannten Bildern, die als gehört erinnert werden, bezeichnet als „External“ (blau) und bei ursprünglich gehörten Benennungen die als selbst benannt erinnert werden, bezeichnet als „Internal“ (rot). Für Kontrollprobanden (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) der Gesamtstichprobe ( $n = 42$ ). Dargestellt sind die Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD).

Zusammenfassend zeigt sich in den Verhaltensdaten für beide Gedächtnisaufgaben, dass das Erkennen neuer Items bei der Rekognitionsaufgabe von allen Probanden mit hoher Sicherheit ausgeführt werden kann. Es besteht eine hohe Rate an „correct rejection“-Antworten und eine geringe Rate an „false alarm“-Fehlern. Im Vergleich dazu ergeben sich für die Rekognition alter Bilder bei allen Probandengruppen schlechtere Erinnerungsleistungen. Was sich in einer geringeren „hit“-Rate und einer größeren Anzahl an „miss“-Fehlern nachweisen lässt. Gruppenunterschiede werden hier nur bei Verringerung der Streuung in der Stichprobe der Kontrollprobanden durch Ausschluss von Proband MO bedeutsam. Dies weist auf eine Tendenz zu besseren Erinnerungsleistungen der Kontrollen im Vergleich zu den Patientengruppen hin. Unterschiede zwischen Patienten ohne Halluzinationen und Patienten mit Halluzinationen zeigen sich bei der Rekognitionsaufgabe nicht. Auch zeigt die fehlende Interaktion zwischen Gruppe und Bedingung, dass sich Patienten mit Halluzinationen nicht in der Bewältigung einer spezifischen Bedingung der Rekognitionsaufgabe von den übrigen Probandengruppen unterscheiden.

Im Gegensatz dazu ergeben sich im „reality monitoring“ spezifisch abweichende Verhaltensleistungen bei den Patienten mit Halluzinationen. Diese zeigen eine geringere Anzahl korrekter Zuordnungen bzw. Erinnerungen selbst benannter Inhalte und entsprechend eine größere Anzahl an externalen Fehlern. Zugleich zeigen diese Patienten in der Erinnerung und korrekten Zuordnung fremd benannter, gehörter Inhalte vergleichbar gute Leistungen zu Kontrollprobanden. So dass Patienten mit Halluzinationen beim „reality monitoring“ nicht grundsätzlich schlechtere Ergebnisse erzielen. Allerdings scheint für alle Probandengruppen die korrekte Zuordnung selbst benannter Inhalte schwerer zu sein, als die Erinnerung gehörter Inhalte.

In der „reality monitoring“-Aufgabe zeigen alle Probandengruppen, im Vergleich zur Rekognitionsaufgabe, geringere korrekte Erinnerungsleistungen und mehr falsche Zuordnungen. Um statistisch zu testen, ob die „reality monitoring“-Aufgabe eine höhere Anforderung darstellt, d.h. schwerer ist als die Rekognitionsaufgabe wurde eine zweifaktorielle ANOVA mit Messwiederholung für die korrekten Antworten aus beiden Bedingungen (Alt und Neu) der Rekognitionsaufgabe und für die korrekten Antworten beider Bedingungen („Sagen“ und „Hören“) der „reality monitoring“-Aufgabe als Faktor AUFGABE mit zwei Stufen (BEDINGUNG) gerechnet. Es bestätigt sich die höhere Anforderung beim „reality monitoring“ im Vergleich zur Rekognition durch den Haupteffekt BEDINGUNG ( $F(1,39) = 9,24, p < 0,01$ ), bei nicht signifikanter Interaktion GRUPPE X BEDINGUNG ( $F(2,39) = 0,04, p > 0,1$ ) und keinem Haupteffekt GRUPPE ( $F(2,39) = 1,56, p > 0,1$ ).

## 4.2 Evozierte Potentiale

### 4.2.1 Evozierte Potentiale der Rekognitionsaufgabe

Für die Rekognitionsaufgabe sollten Kontrollen, aber auch schizophrene Patienten an medialen Elektrodenpositionen mit einer Latenz von etwa 400 ms eine stärkere Positivierung für „hits“ zeigen. Es handelt sich hierbei um den beschriebenen „old-new effect“ (siehe Kap. 2.3.2). In der Rekognitionsaufgabe werden die evozierten Potentiale eines Zeitbereichs erfasst, in dem die Probanden auf das Sehen eines Bildes einen Gedächtnisabruf und dabei den Gedächtnisprozess „recollection“ und „familiarity“ durchführen, sowie eine Reaktion (Tastendruck) vorbereiten ohne diese auszuführen. Es sind die evozierten Potentiale der Gedächtnisprozesse abgebildet die nachfolgend zu einer korrekten Entscheidung („hit“ / „correct rejection“) geführt haben. Bei dem abgebildeten Zeitintervall handelt es sich im eigentlichen Sinne um ein S1-S2 Paradigma, mit Sehen des Bildes als S1 und Präsentation des verschwommenen Bildes als Signal für die erforderliche Reaktion als S2.

In der Darstellung der **Potentialverläufe** (siehe Kap. 4.2.2) sowie der **Global Field Power** (GFP, siehe Abb. 4.7) zeigt sich bereits im Zeitbereich zwischen Stimulus onset und 200 ms bei allen Probandengruppen eine Differenzierung in der Aktivierung der Bedingungen „alt“ und „neu“, mit einer stärkeren Positivierung für die Bedingung „neu“. In diesem Zeitbereich besteht bei etwa 100 ms eine Negativierung vor allem an anterioren Elektroden die noch als exogenes Potential verstanden werden kann und daher nicht in der weiteren Analyse berücksichtigt wurde (Rockstroh, 1989; siehe auch Kap. 2.3.1 und Kap. 3.4.2).

Im Zeitbereich zwischen 200 und 400 ms nach Reizbeginn geht die Negativierung an den anterioren Elektroden in eine deutliche positive Auslenkung über. Bei Kontrollpersonen beträgt diese Auslenkung etwa 3-4  $\mu\text{V}$  an frontalen Elektroden und entwickelt an posterioren Elektroden mit einer größeren Latenz eine breite Positivierung bis etwa 800 ms. Patienten ohne Halluzinationen zeigen einen ähnlichen Potentialverlauf wie Kontrollen. Bei Patienten mit Halluzinationen ist die posteriore Positivierung geringer ausgeprägt, auch die GFP zeigt eine geringere Gesamtaktivierung für Patienten mit Halluzinationen. An den anterioren Elektroden geht die Positivierung noch in diesem Zeitbereich zurück und führt vor allem bei den beiden Patientengruppen zu einer erneuten negativen Auslenkung. Bei Kontrollen beginnt etwa 300 ms nach Reizbeginn - in den Potentialverläufen und auch in der GFP ersichtlich - der „old-new effect“. Bei den beiden Patientengruppen besteht der „old-new effect“ in den Potentialverläufen durch eine geringere Negativierung für die Bedingung „alt“. In der GFP zeigt sich bei beiden Patientengruppen der „old-new effect“ mit einer verzögerten Latenz und damit erst im nächsten untersuchten Zeitbereich.



Im Zeitbereich zwischen 400 und 800 ms bildet sich bei allen Probandengruppen eine großamplitudige positive Auslenkung vor allem an posterioren Elektroden mit zunehmend schwächerem Gradienten zu frontalen Elektroden aus. Diese Komponente wurde als „slow wave“ (SW) beschrieben (Rösler, 1986). Die stärkere Positiverung für die Bedingung „alt“ – der „old-new effect“ - setzt sich bei Kontrollpersonen in diesem Zeitbereich fort und bildet sich mit Rückgang der posterioren positiven Auslenkung ab etwa 700 ms zurück, was sich auch in der GFP so darstellt. An anterioren Elektroden zeigen beide Patientengruppen eine erneute Negativierung und an posterioren Elektroden zeigen Patienten mit Halluzinationen eine geringere SW. Beide Patientengruppen zeigen einen „old-new effect“. Die Bedingungsunterschiede sind jedoch geringer ausgeprägt und bilden sich bei Patienten ohne Halluzinationen früher zurück. Patienten mit Halluzinationen zeigen vor allem für die Bedingung neu eine geringere Gesamtaktivierung und für den „old-new effect“ eine größere Latenz als Patienten ohne Halluzinationen.

Im Zeitbereich zwischen 800 und 1000 ms bildet sich die posteriore Positivierung zurück, es kommt jedoch nicht zu einer negativen Auslenkung im Sinne einer CNV. In diesem Zeitbereich bildet sich die SW zurück. Die Bedingungen „alt“ und „neu“ unterscheiden sich bei allen Probandengruppen in dem Zeitbereich geringfügig in der Aktivierung und zeichnen sich an posterioren Elektroden eher durch eine stärkere Positivierung der „neuen“ Bilder aus. Patienten mit Halluzinationen unterscheiden sich in diesem Zeitbereich nicht mehr in der Gesamtaktivierung im EEG von den Patienten ohne Halluzinationen und den Kontrollprobanden.

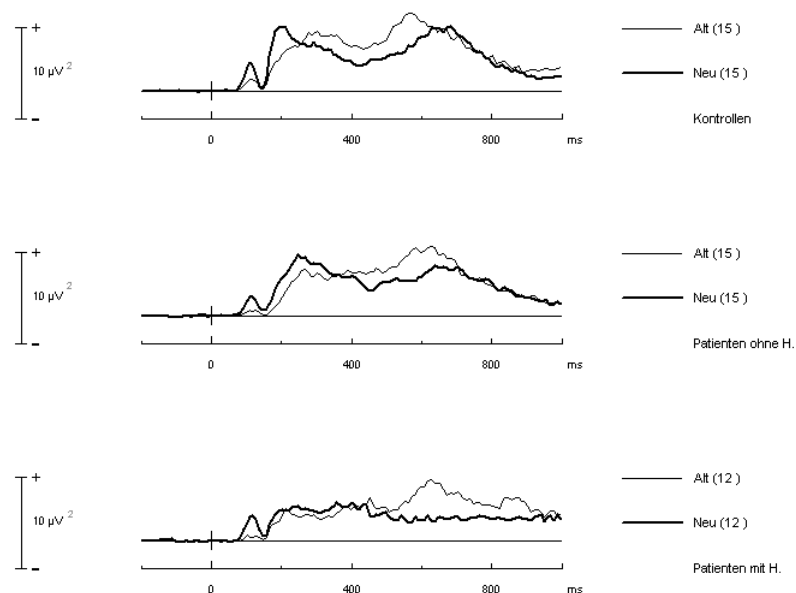


Abb. 4.7.: Darstellung der Global Field Power in  $\mu V^2$  für den gesamten Zeitbereich 0-1000 ms, bei einer Baseline von 200 ms vor Stimulus onset für die Rekognition von „alten“ Bildern (Alt, dünne Linie) und „neuen“ Bildern (Neu, dicke Linie) getrennt für Kontrollen, Patienten ohne Halluzinationen und Patienten mit Halluzinationen (von oben nach unten).

Für die Auswertung der Positivierung im **Zeitbereich 200-400 ms** zeigt sich in der **topographischen Darstellung des Oberflächenpotentials** (siehe Abb. 4.8) entsprechend dem beschriebenen Potentialverlauf für beide Bedingungen eine deutliche Positivierung über medialen und posterioren Regionen. Bei Kontrollen ist eine stärkere Positivierung anterior bilateral für die Bedingung „alt“ im Vergleich zur Bedingung „neu“ ersichtlich. Die frontale Positivierung fehlt bei Patienten ohne Halluzinationen. Bei Patienten mit Halluzinationen besteht eine geringe Positivierung an rechts anterioren Elektroden für die Bedingung „alt“. In den Differenzmaps bestätigen sich die geringen Unterschiede zwischen den Probandengruppen in der Aktivierung der Bedingungen „alt“ und „neu“. Über anterioren Arealen bestehen bei allen Probandengruppen stärkere Positivierungen der Bedingung „alt“ im Vergleich zur Bedingung „neu“; an posterioren Regionen besteht eine stärkere Positivierung der Bedingung „neu“ im Vergleich zur Bedingung „alt“.

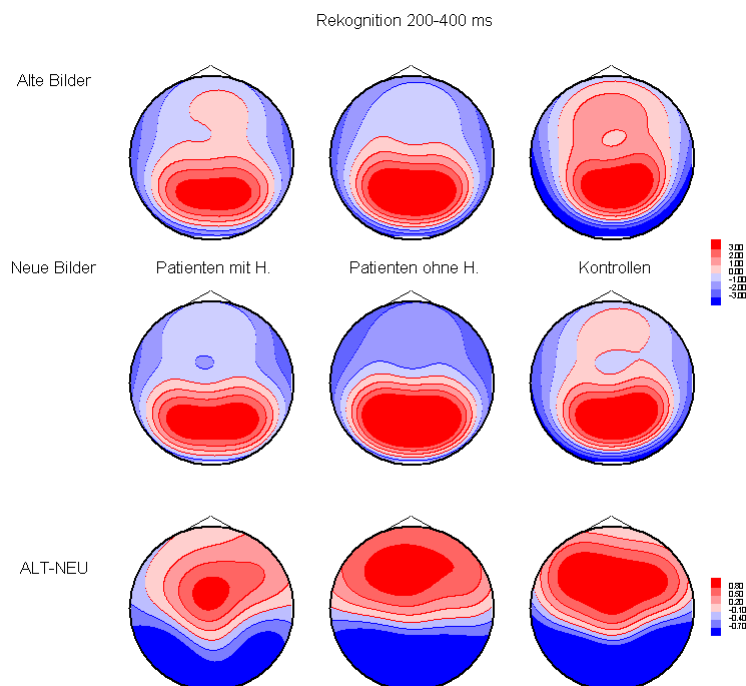


Abb. 4.8: Darstellung der Skulptopographie der evozierten Potentiale für den Zeitbereich 200-400 ms bei Rekognition „alter“ (obere Reihe) und „neuer“ Bilder (mittlere Reihe) sowie die Differenzmaps der Bedingungen Alt – Neu (untere Reihe) getrennt für Patienten mit Halluzinationen (links), Patienten ohne Halluzinationen (mitte) und Kontrollen (rechts). Skalierung in  $\mu\text{V}$ , Ansicht von oben, Positivierung in rot, Negativierung in blau dargestellt (nicht normalisierte Daten).

Dieses Muster der Aktivierung zeigt sich auch in den mittleren Amplituden der in die statistische Auswertung eingegangenen Elektroden der anterioren, medialen und posterioren Areale für die linke und rechte Hemisphäre (siehe Abb. 4.9-1 bis 4.9-3). Der **statistische Vergleich der Mittelwerte** mit einer mehrfaktoriellen ANOVA mit normalisierten Daten (s. Tab. 4.5) bestätigt bereits für den Zeitbereich 200-400 ms nach Reizdarbietung Bedingungsunterschiede im Sinne eines „old-new effects“ mit einer stärkeren Positivierung bzw. geringeren Negativierung für „hits“ mit einem signifikanten Haupteffekt BEDINGUNG ( $F(1,39) = 10,14, p < 0,01$ ). Hypothesenkonform ist der „old-new effect“ an anterioren und medialen Arealen größer als an posterioren Arealen bzw. kehrt sich an posterioren Arealen um, was sich statistisch in der signifikanten Interaktion BEDINGUNG X GRADIENT ( $F(2,78) = 43,15, p < 0,01$ ) und dem Haupteffekt GRADIENT ( $F(2,78) = 38,58, p < 0,01$ ) bestätigt. Post Hoc-Tests für die Interaktion BEDINGUNG X GRADIENT bestätigen die Bedingungsunterschiede „alt“ versus „neu“ an anterioren Arealen (BONFERONI:  $p < 0,01$ ), an medialen Arealen (BONFERONI:  $p < 0,01$ ) und an posterioren Arealen (BONFERONI:  $p < 0,01$ ). Zudem bestätigt sich die zunehmende Positivierung zwischen anterioren und medialen Regionen (BONFERONI:  $p < 0,01$ ) sowie zwischen medialen und posterioren Arealen (BONFERONI:  $p < 0,01$ ).

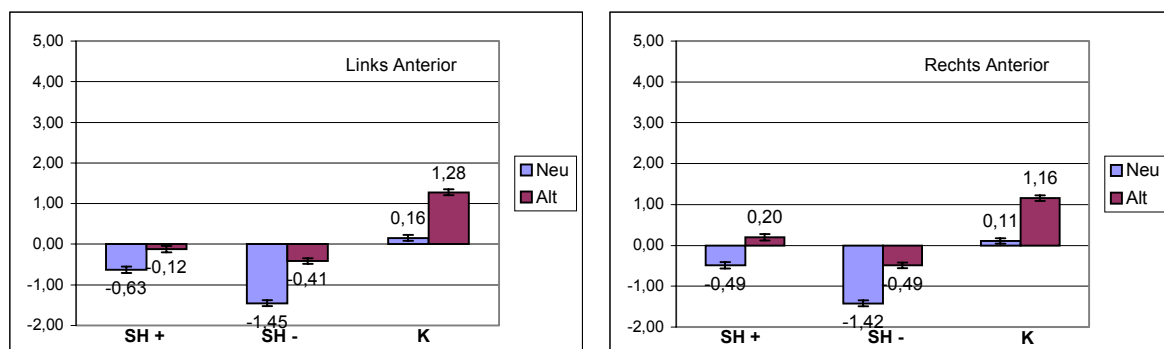


Abb. 4.9-1: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der anterioren Areale im parametrisierten Zeitintervall 200-400 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Rekognition „alter“ Bilder (rot) und „neuer“ Bilder (lila).

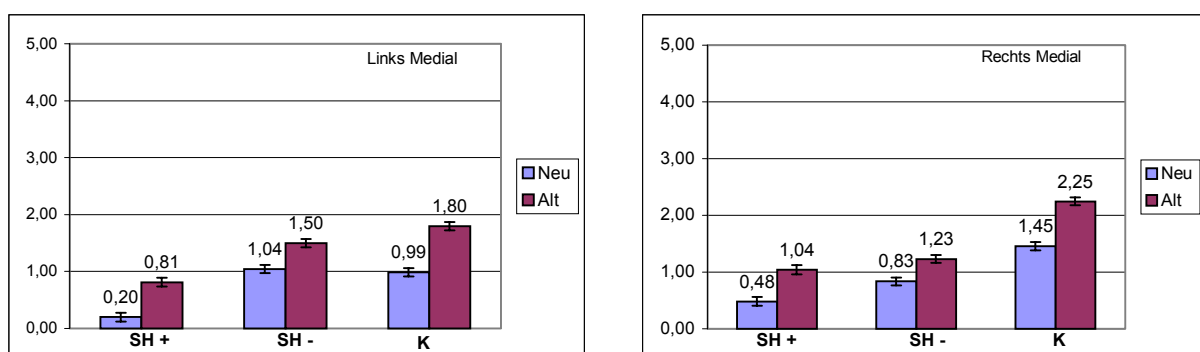


Abb. 4.9-2: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der medialen Areale im parametrisierten Zeitintervall 200-400 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Rekognition „alter“ Bilder (rot) und „neuer“ Bilder (lila).

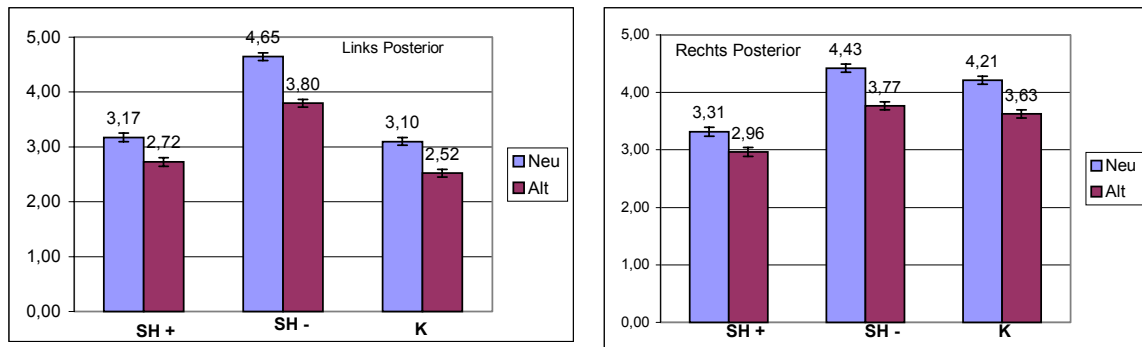


Abb. 4.9-3: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der posterioren Areale im parametrisierten Zeitintervall 200-400 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Rekognition „alter“ Bilder (rot) und „neuer“ Bilder (lila).

Effekt	DF	Normalisiert		Nicht Normalisiert	
		F-Wert	p-Wert	F-Wert	p-Wert
GRUPPE (GRP)	2,39	1,61	0,21	2,11	0,14
LATERALITÄT (LAT)	1,39	0,70	0,41	0,97	0,33
<b>GRADIENT (GRAD)</b>	2,78	<b>38,58</b>	<b>0,00 **</b>	34,03	0,00 **
<b>BEDINGUNG (BED)</b>	1,39	<b>10,14</b>	<b>0,00 **</b>	14,74	0,00 **
LATERALITÄT x GRUPPE	2,39	0,58	0,57	0,89	0,42
GRADIENT x GRUPPE	4,78	2,06	0,12	1,40	0,26
BEDINGUNG x GRUPPE	2,39	1,41	0,25	0,74	0,49
LATERALITÄT x GRADIENT	2,78	0,75	0,41	1,27	0,27
LATERALITÄT x BEDINGUNG	1,39	0,45	0,51	0,02	0,90
<b>GRADIENT x BEDINGUNG</b>	2,78	<b>43,15</b>	<b>0,00 **</b>	39,32	0,00 **
LAT x GRAD x GRP	4,78	1,64	0,20	1,93	0,15
LAT x BED x GRP	2,39	0,11	0,90	0,07	0,93
GRAD x BED x GRP	4,78	1,15	0,34	0,94	0,42
LAT x GRAD x BED	2,78	0,77	0,42	0,68	0,45
LAT x GRAD x BED x GRP	4,78	0,42	0,72	0,58	0,60

Tab. 4.5: Darstellung der Freiheitsgrade (DF), F-Werte und p-Werte der Haupteffekte und Interaktionen der ANOVA mit Messwiederholung für den Zeitbereich 200-400 ms für normalisierte und nicht normalisierte Daten. Signifikante Ergebnisse sind mit \*\* markiert, die p-Werte sind nach Greenhouse-Geisser korrigiert.

In der Auswertung der SW im **Zeitbereich 400-800 ms** zeigt sich in der **topographischen Darstellung des Oberflächenpotentials** (siehe Abb. 4.10) eine Zunahme der Positivierung für beide Bedingungen in medialen Regionen im Vergleich zum vorherigen Zeitintervall 200-400 ms. Kontrollen und Patienten ohne Halluzinationen zeigen einen „old-new effect“ an anterioren und medialen Regionen. Bei Kontrollen besteht eine größere Lateralisierung der Aktivität und der Bedingungsunterschiede als bei Patienten ohne Halluzinationen, mit einer stärkeren Positivierung der Bedingung „alt“ und damit einem deutlichen „old-new effect“ rechts anterior im Vergleich zu links anterior. Abgesehen von den Unterschieden in der Lateralisierung zeigt sich auch in den Differenzmaps, dass Patienten ohne Halluzinationen und Kontrollen vergleichbare Aktivierungsmuster und auch Bedingungsunterschiede entwickeln.

Patienten mit Halluzinationen hingegen unterscheiden sich an anterioren Arealen von Kontrollen und Patienten ohne Halluzinationen durch eine stärkere Positivierung bzw. geringere Negativierung für die Bedingung „neu“ und damit einer Umkehrung des „old-new effects“. Der „old-new effect“ zeigt sich bei diesen Patienten eher linkshemisphärisch ausgebildet an medialen und vor allem posterioren Regionen. In der Differenzmap werden die Unterschiede nochmals verdeutlicht mit einem eher linkshemisphärischen posterioren „old-new effect“ für Patienten mit Halluzinationen und einem rechts anterioren „old-new effect“ für Kontrollen und weniger lateralisiert auch für Patienten ohne Halluzinationen.

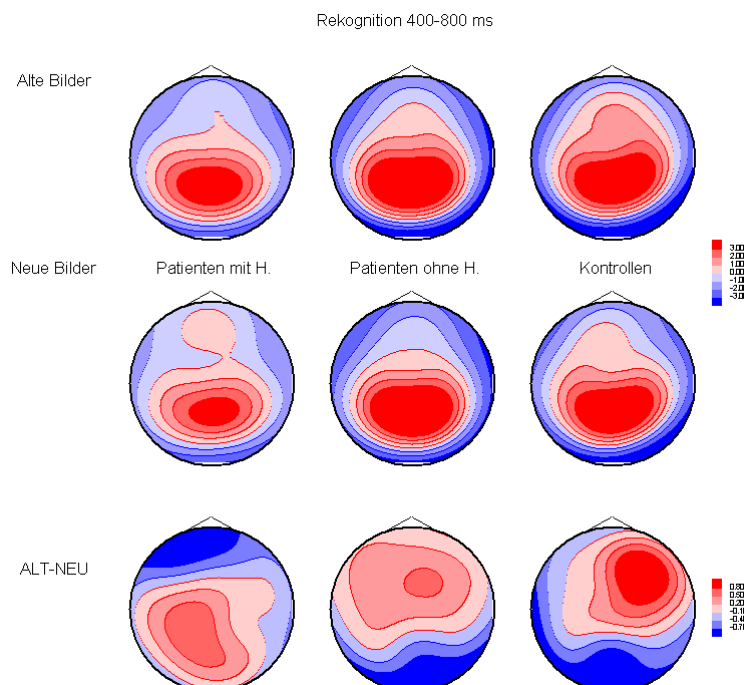


Abb. 4.10: Darstellung der Skulptopographie der evozierten Potentiale für den Zeitbereich 400-800 ms bei Rekognition „alter“ (obere Reihe) und „neuer“ Bilder (mittlere Reihe) sowie die Differenzmaps der Bedingungen Alt – Neu (untere Reihe) getrennt für Patienten mit Halluzinationen (links), Patienten ohne Halluzinationen (mitte) und Kontrollen (rechts). Skalierung in  $\mu\text{V}$ , Ansicht von oben, Positivierung in rot, Negativierung in blau dargestellt.

Dieses Muster der Aktivierung zeigt sich auch in den mittleren Amplituden der in die statistische Auswertung eingegangenen Elektroden der anterioren, medialen und posterioren Areale für die linke und rechte Hemisphäre (siehe Abb. 4.11-1 bis 4.11-3). Der **statistische Vergleich der Mittelwerte** mit normalisierten Daten (siehe Tab. 4.6) mit einer mehrfaktoriellen ANOVA mit Messwiederholung bestätigte die stärkere Ausprägung des „old-new effects“ an rechtshemisphärischen anterioren und medialen Regionen durch die signifikante Interaktion BEDINGUNG X GRADIENT X LATERALITÄT ( $F(2,78) = 10,18$ ,  $p < 0,01$ ). Die Unterschiede bestätigten sich auch zwischen den Probandengruppen mit der signifikanten Interaktion GRUPPE X BEDINGUNG X GRADIENT ( $F(4,78) = 3,24$ ,  $p < 0,05$ ) und der marginal signifikanten Interaktion GRUPPE X BEDINGUNG X LATERALITÄT ( $F(2,39) = 2,88$ ,  $p < 0,1$ ). Zudem ergaben sich die signifikanten Haupteffekten BEDINGUNG ( $F(1,39) = 7,90$ ,  $p < 0,01$ ), GRADIENT ( $F(2,78) = 19,10$ ,  $p < 0,01$ ) und GRUPPE ( $F(2,39) = 3,25$ ,  $p < 0,05$ ).

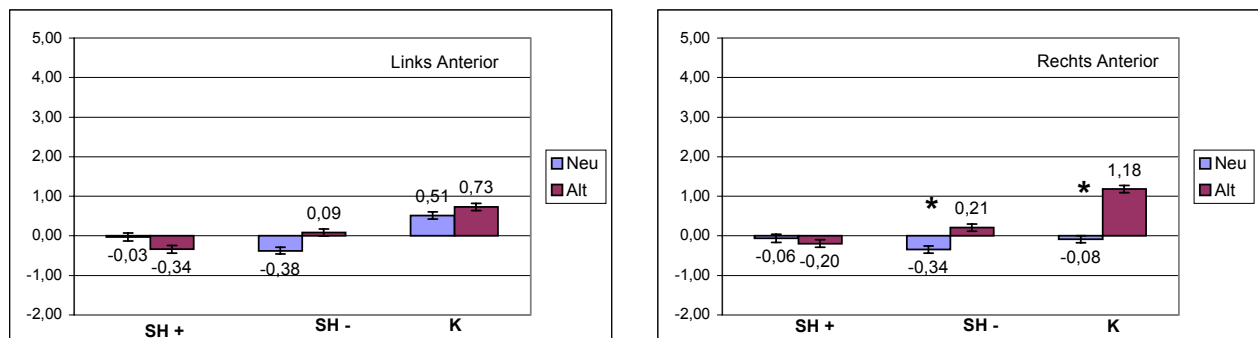


Abb.4.11-1: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der anterioren Areale im parametrisierten Zeitintervall 400-800 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Rekognition „alter“ Bilder (rot) und „neuer“ Bilder (lila).

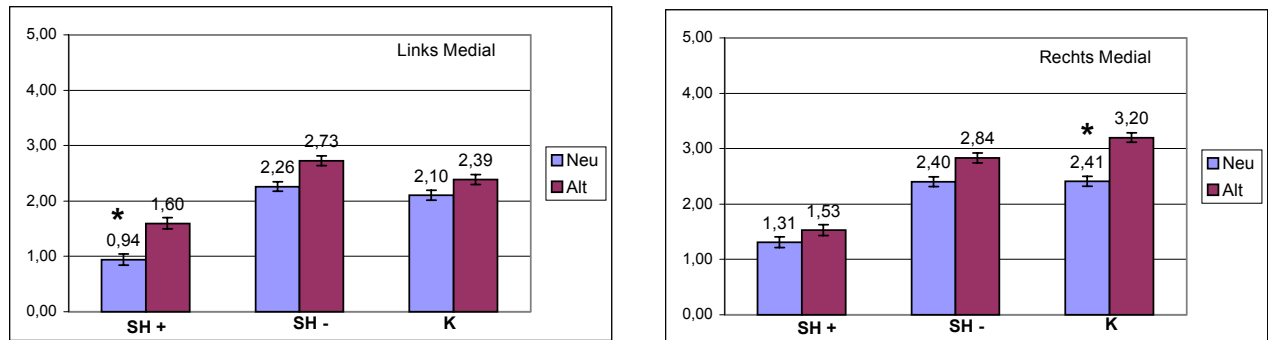


Abb.4.11-2: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der medialen Areale im parametrisierten Zeitintervall 400-800 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Rekognition „alter“ Bilder (rot) und „neuer“ Bilder (lila).

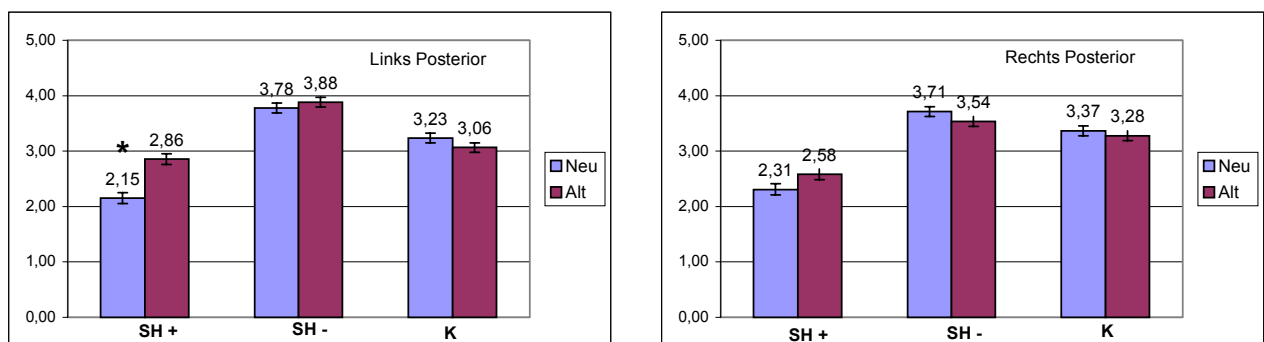


Abb.4.11-3: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der posterioren Areale im parametrisierten Zeitintervall 400-800 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Rekognition „alter“ Bilder (rot) und „neuer“ Bilder (lila).

Für die Dreifachinteraktion GRUPPE X BEDINGUNG X GRADIENT ergaben Post Hoc-Tests eine signifikant stärkere Positivierung der Bedingung „alt“ als der Bedingung „neu“ an rechts anterioren Elektroden für Kontrollen (BONFERONI:  $p < 0,01$ ) und für Patienten ohne Halluzinationen (BONFERONI:  $p < 0,05$ ). Die entgegengesetzten Bedingungsunterschiede – Bedingung „alt“ negativer als Bedingung „neu“ – bei Patienten mit Halluzinationen über anterioren Elektroden wurde nicht bedeutsam (BONFERONI:  $p > 0,1$ ). Über medialen Arealen besteht bei allen Probanden eine stärkere Positivierung für die Bedingung „alt“ im Vergleich zur Bedingung „neu“, die links medial nur bei Patienten mit Halluzinationen (BONFERONI:  $p < 0,05$ ) und rechts medial ausschließlich bei Kontrollen signifikant wurde (BONFERONI:  $p < 0,01$ ). In den posterioren Regionen zeigt sich wiederum linkshemisphärisch der „old-new effect“ für Patienten mit Halluzinationen als bedeutsam (BONFERONI:  $p < 0,01$ ).

Effekt	DF	Normalisiert		Nicht Normalisiert	
		F-Wert	p-Wert	F-Wert	p-Wert
<b>GRUPPE</b> (GRP)	2,39	<b>3,25</b>	<b>0,05 *</b>	2,74	0,08
LATERALITÄT (LAT)	1,39	0,14	0,71	0,18	0,67
<b>GRADIENT</b> (GRAD)	2,78	<b>19,10</b>	<b>0,00 **</b>	17,38	0,00 **
<b>BEDINGUNG</b> (BED)	1,39	<b>7,90</b>	<b>0,01 **</b>	9,73	0,00 **
LATERALITÄT x GRUPPE	2,39	0,19	0,83	0,11	0,90
GRADIENT x GRUPPE	4,78	0,49	0,67	0,36	0,76
BEDINGUNG x GRUPPE	2,39	0,30	0,74	0,18	0,83
LATERALITÄT x GRADIENT	2,78	1,10	0,32	0,90	0,38
LATERALITÄT x BEDINGUNG	1,39	0,92	0,34	0,24	0,63
GRADIENT x BEDINGUNG	2,78	1,63	0,21	1,48	0,24
LAT x GRAD x GRP	4,78	0,15	0,92	0,36	0,76
LAT x BED x GRP	2,39	2,88	0,07	2,07	0,14
<b>GRAD x BED x GRP</b>	4,78	<b>3,24</b>	<b>0,03 *</b>	2,33	0,09
<b>LAT x GRAD x BED</b>	2,78	<b>10,18</b>	<b>0,00 **</b>	9,61	0,00 **
LAT x GRAD x BED x GRP	4,78	0,99	0,41	1,05	0,38

Tab. 4.6: Darstellung der Freiheitsgrade (DF), F-Werte und p-Werte (G-G) der Haupteffekte und Interaktionen der ANOVA mit Messwiederholung für normalisierte und nicht normalisierte Daten im Zeitbereich 400-800 ms.

In der Auswertung der SW im **Zeitbereich 800-1000 ms** zeigt sich in der **topographischen Darstellung des Oberflächenpotentials** eine Zunahme der Positivierung insbesondere auch für die Rekognition „neuer“ Bilder über den anterioren Arealen auf Kosten der Positivierung über den posterioren Regionen (siehe Abb. 4.12). Die anteriore Positivierung, die in den Zeitbereichen zuvor nur bei Kontrollen ausgeprägt war, findet sich jetzt ab 800 ms auch bei den Patientengruppen. Bei Kontrollen besteht jedoch weiterhin eine ausgeprägtere Lateralisierung mit einem stärkeren rechtshemisphärischen „old-new effect“ über anterioren Arealen. Patienten mit Halluzinationen zeigen weiterhin, vergleichbar zum Zeitbereich 400-800 ms, linkshemisphärisch anterior eine Umkehrung des „old-new effects“ durch die stärkere Positivierung der Bedingung „neu“ im Vergleich zur Bedingung „alt“. Entsprechend zeigt sich in den Differenzmaps der „old-new effect“ rechts anterior nur bei Kontrollen und Patienten ohne Halluzinationen. Bei Patienten mit Halluzinationen bleibt der „old-new effect“, bei Berücksichtigung aller Elektroden und damit in den Differenzmaps ersichtlich, weiterhin über posterioren Regionen bestehen und deutet sich rechts anterior an. An posterioren Regionen verstärkt sich hingegen die bereits im Zeitbereich 400-800 ms beginnende Umkehrung des „old-new effects“ mit einer stärkeren Positivierung der Bedingung „neu“ im Vergleich zur Bedingung „alt“ bei Kontrollen und Patienten ohne Halluzinationen, was sich bei diesen Gruppen auch in der Differenzmap deutlich abzeichnet.



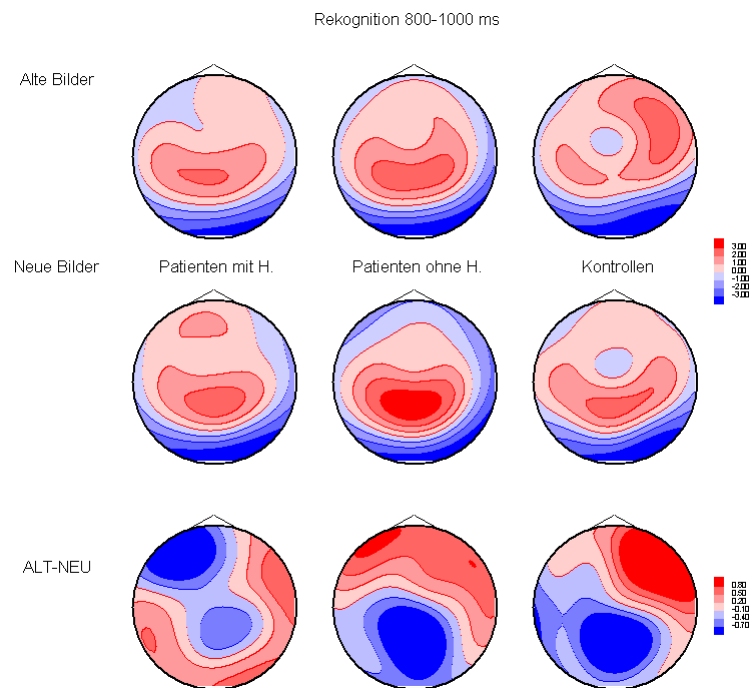


Abb. 4.12: Darstellung der Skalptopographie der evozierten Potentiale für den Zeitbereich 800-1000 ms bei Rekognition „alter“ (obere Reihe) und „neuer“ Bilder (mittlere Reihe) sowie die Differenzmaps der Bedingungen Alt – Neu (untere Reihe) getrennt für Patienten mit Halluzinationen (links), Patienten ohne Halluzinationen (mitte) und Kontrollen (rechts). Skalierung in  $\mu\text{V}$ , Ansicht von oben, Positivierung in rot, Negativierung in blau dargestellt.

Dieses Muster der Aktivierung zeigt sich auch in den mittleren Amplituden der in die statistische Auswertung eingegangenen Elektroden der anterioren, medialen und posterioren Areale für die linke und rechte Hemisphäre (siehe Abb. 4.13-1 bis 4.13-3). Der **statistische Vergleich der Mittelwerte** mit normalisierten Daten (siehe Tab. 4.7) mit einer mehrfaktoriellen ANOVA bestätigte die entgegengesetzten Effekte zwischen Kontrollen und Patienten mit Halluzinationen im „old-new effect“ durch eine signifikanten Interaktionen GRUPPE X BEDINGUNG X GRADIENT X LATERALITÄT ( $F(4,78) = 2,73, p < 0,05$ ). Dieser Effekt drückt sich auch in den Interaktionen BEDINGUNG X GRADIENT X LATERALITÄT ( $F(2,78) = 13,87, p < 0,01$ ), GRUPPE X BEDINGUNG X GRADIENT ( $F(4,78) = 3,24, p < 0,05$ ), sowie den Zweifachinteraktionen GRADIENT X LATERALITÄT ( $F(2,78) = 5,80, p < 0,01$ ), BEDINGUNG X LATERALITÄT ( $F(1,39) = 4,42, p < 0,05$ ) aus.

Die Post Hoc-Tests für die Interaktion LATERALITÄT X BEDINGUNG X GRADIENT X GRUPPE ergaben an anterioren Arealen rechtshemisphärische Bedingungsunterschiede für Kontrollen (BONFERONI:  $p < 0,01$ ) und für Patienten ohne Halluzinationen (BONFERONI:  $p < 0,05$ ). Patienten mit Halluzinationen zeigten linksanterior signifikante Bedingungsunterschiede (BONFERONI:  $p < 0,01$ ). An medialen Arealen fanden sich sowohl links- als auch rechtshemisphärisch keine bedeutsamen Bedingungsunterschiede.

An posterioren Arealen ist die stärkere Positivierung der Bedingung „neu“ für Kontrollen bilateral bedeutsam (BONFERONI, links:  $p < 0,01$ ; BONFERONI, rechts:  $p < 0,05$ ). Patienten ohne Halluzinationen zeigten links posterior bedeutsame Bedingungsunterschiede (BONFERONI:  $p < 0,01$ ).

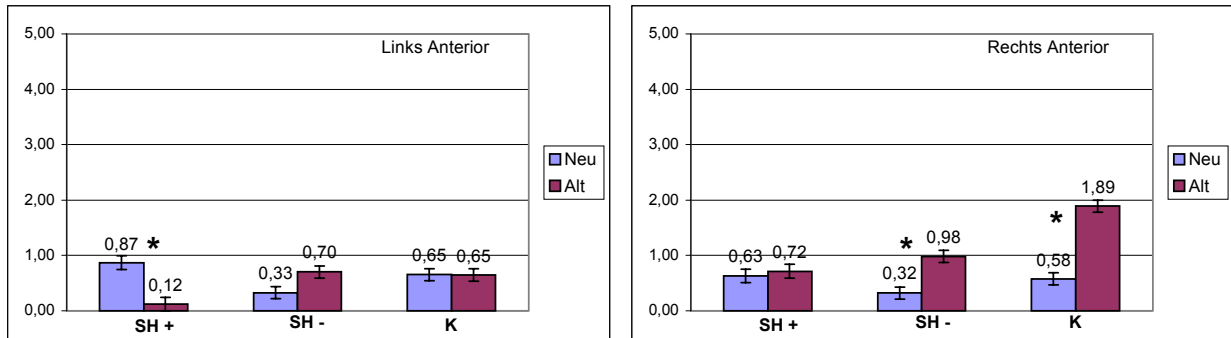


Abb.4.13-1: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der anterioren Areale im parametrisierten Zeitintervall 800-1000 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Rekognition „alter“ Bilder (rot) und „neuer“ Bilder (lila).

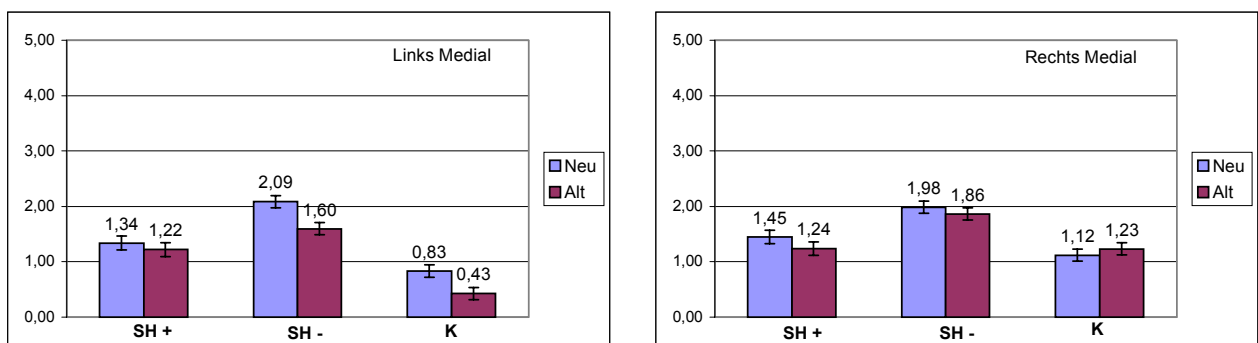


Abb.4.13-2: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der medialen Areale im parametrisierten Zeitintervall 800-1000 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Rekognition „alter“ Bilder (rot) und „neuer“ Bilder (lila).

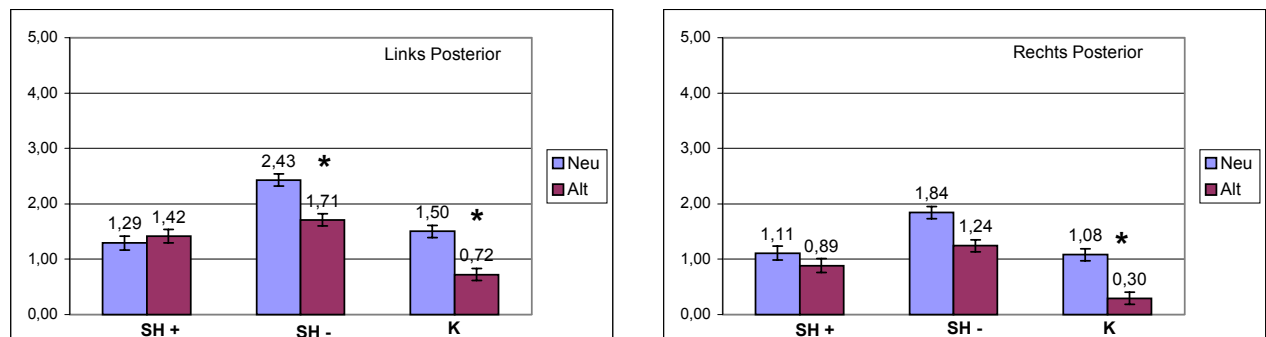


Abb.4.13-3: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der posterioren Areale im parametrisierten Zeitintervall 800-1000 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Rekognition „alter“ Bilder (rot) und „neuer“ Bilder (lila).

Effekt	DF	Normalisiert		Nicht Normalisiert	
		F-Wert	p-Wert	F-Wert	p-Wert
GRUPPE (GRP)	2,39	0,94	0,40	0,92	0,41
LATERALITÄT (LAT)	1,39	0,04	0,84	0,03	0,87
GRADIENT (GRAD)	2,78	1,39	0,25	1,48	0,24
BEDINGUNG (BED)	1,39	3,74	0,06	1,60	0,21
LATERALITÄT x GRUPPE	2,39	0,50	0,61	0,31	0,74
GRADIENT x GRUPPE	4,78	0,48	0,69	0,57	0,63
BEDINGUNG x GRUPPE	2,39	0,12	0,89	0,06	0,95
<b>LATERALITÄT x GRADIENT</b>	2,78	<b>5,80</b>	<b>0,01 **</b>	5,19	0,02 *
<b>LATERALITÄT x BEDINGUNG</b>	1,39	<b>4,42</b>	<b>0,04 *</b>	3,16	0,08
GRADIENT x BEDINGUNG	2,78	2,92	0,08	5,16	0,02 *
LAT x GRAD x GRP	4,78	0,41	0,75	0,24	0,85
LAT x BED x GRP	2,39	1,27	0,29	0,59	0,56
<b>GRAD x BED x GRP</b>	4,78	<b>3,24</b>	<b>0,03 *</b>	2,29	0,10
<b>LAT x GRAD x BED</b>	2,78	<b>13,87</b>	<b>0,00 **</b>	11,69	0,00 **
<b>LAT x GRAD x BED x GRP</b>	4,78	<b>2,73</b>	<b>0,04 *</b>	2,44	0,07

Tab. 4.7: Darstellung der Freiheitsgrade (DF), F-Werte und p-Werte (G-G) der Haupteffekte und Interaktionen der ANOVA mit Messwiederholung für normalisierte Daten in dem Zeitbereich 800-1000 ms.

**Zusammenfassend** konnte für die Rekognitionsaufgabe in dem untersuchten Zeitbereich (1000 ms nach Reizbeginn) in den evozierten Potentialen ein „old-new effect“ nachgewiesen werden. Das korrekte Wiedererkennen bereits gesehener Bilder führt zu einer ausgeprägteren Positivierung in den evozierten Potentialen im Vergleich zum Erkennen eines neuen Bildes.

Bei Kontrollen findet sich dieser „old-new effect“ eher rechtshemisphärisch über anterioren und medialen Arealen. Bei Kontrollen zeigen sich die Bedingungsunterschiede frühzeitig, nach 200 ms, und anhaltend über das gesamte Zeitintervall hinweg. An posterioren Regionen bestehen nur geringe, eher entgegengesetzte, Bedingungsunterschiede und demnach kein „old-new effect“. Dieses Ergebnis zeigt sich sowohl in der GFP, als auch den Maps zur Skulptopographie. Statistisch bedeutsam wird der „old-new effect“ jedoch erst ab 400 ms nach Reiz-onset für die anterioren und medialen Areale.

Patienten ohne Halluzinationen zeigen in allen untersuchten Zeitbereichen eine größere Ähnlichkeit der evozierten Potentiale zu den Kontrollprobanden als zu Patienten mit Halluzinationen. Auch wenn das Ausmaß der anterioren Positivierung geringer ist als bei Kontrollen, so zeigen Patienten ohne Halluzinationen doch einen „old-new effect“ über anterioren und medialen Arealen und entgegengesetzte Aktivierungen über posterioren Arealen. Aus der GFP entsteht der Eindruck einer größeren Latenz für die Bedingungsunterschiede, der sich in den gewählten Zeitbereichen und auch in den Maps zur Skulptopographie nicht bestätigen lässt. Für Patienten ohne Halluzinationen wird der „old-new effect“ ebenfalls ab 400 ms statistisch signifikant, jedoch nur über anterioren Regionen.

Patienten mit Halluzinationen zeigen, auch im Vergleich zu Patienten ohne Halluzinationen, in der GFP eine geringere Gesamtaktivierung im EEG bei der Bewältigung der Rekognitionsaufgabe. Der „old-new effect“ ist bei Patienten mit Halluzinationen über medialen und posterioren Arealen linkshemisphärisch betont ausgeprägt. Dieser „old-new effect“ wird ebenfalls ab 400 ms nach Reizbeginn statistisch bedeutsam. Die in der GFP angedeutete größere Latenz für Bedingungsunterschiede zeigt sich demnach in den gewählten Zeitabschnitten nicht. Patienten mit Halluzinationen zeigen vergleichbar zu Patienten ohne Halluzinationen eine geringere anteriore Positivierung als Kontrollprobanden. Patienten mit Halluzinationen zeigen jedoch über anterioren Arealen mit der stärkeren Positivierung für die Bedingung „neu“ im Vergleich zur Bedingung „alt“ sozusagen einen „new-old effect“. Dieser Bedingungsunterschied zeichnet sich bereits ab 400 ms nach Reiz-onset ab und wird ab 800 ms auch statistisch bedeutsam.



## Mittelwertskurven Rekognition Patienten ohne Halluzinationen

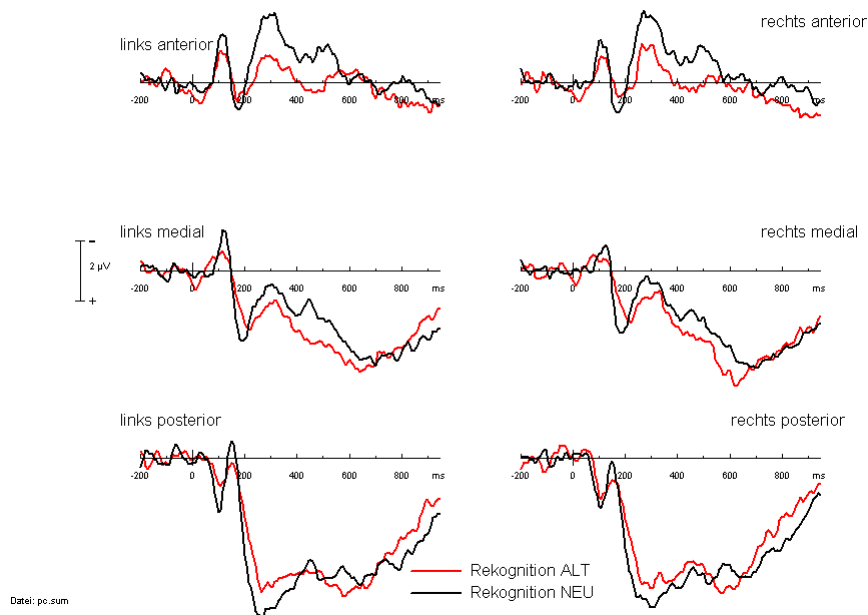


Abb. 4.15: Darstellung der mittleren evozierten Potentiale der untersuchten Areale rechts anterior, -medial, -posterior sowie links anterior, -medial, -posterior. Dargestellt für Patienten ohne Halluzinationen bei der Rekognition bereits gesehener Bilder (Rekognition ALT, dargestellt in rot) und das Erkennen neuer Bilder (Rekognition NEU, dargestellt in schwarz).

## Mittelwertskurven Rekognition Patienten mit Halluzinationen

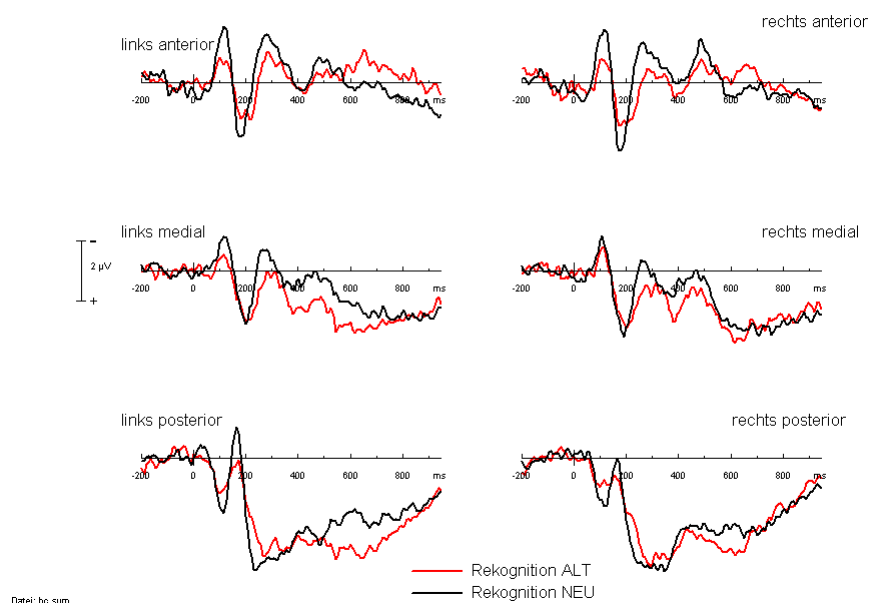


Abb. 4.16: Darstellung der mittleren evozierten Potentiale der untersuchten Areale rechts anterior, -medial, -posterior sowie links anterior, -medial, -posterior. Dargestellt für Patienten mit Halluzinationen bei der Rekognition bereits gesehener Bilder (Rekognition ALT, dargestellt in rot) und das Erkennen neuer Bilder (Rekognition NEU, dargestellt in schwarz).

### 4.2.3 Evozierte Potentiale der „reality monitoring“-Aufgabe

Entsprechend der Rekognitionsaufgabe wurde auch beim „reality monitoring“ ein Zeitbereich erfasst in dem die Probanden auf das Sehen eines Bildes eine Gedächtnissuche durchführen. Es soll beim „reality monitoring“ der mit „recollection“ beschriebene Gedächtnisprozess untersucht werden. Es wird eine Differenzierung in den Bedingungen „Sagen“ für selbstgenerierte Gedächtnisinhalte und der Bedingung „Hören“ für wahrgenommene Gedächtnisinhalte erwartet. Insbesondere bei Patienten mit Halluzinationen sollten sich in dieser Aufgabe Unterschiede zu Patienten ohne Halluzinationen und gesunden Kontrollen nachweisen lassen. Es sind die evozierten Potentiale der Gedächtnisprozesse abgebildet die nachfolgend zu einer korrekten Entscheidung geführt haben. In diesem Zeitbereich findet, entsprechend zur Rekognitionsaufgabe, auch die Handlungsplanung für die nachfolgend geforderte Reaktion (Tastendruck) statt.

Zur Darstellung der **Potentialverläufe** sind in Kapitel (4.2.4) die Abbildungen der evozierten Potentiale beim „reality monitoring“ getrennt nach der Bedingung „Sagen“ - erinnern, ob ein Bild selbst benannt wurde - und der Bedingung „Hören“ - erinnern, dass die Benennung des Bild ursprünglich gehört wurde – zu finden. Zur Veranschaulichung der Gesamtaktivierung ist in Abbildung 4.17 die **Global Field Power (GFP)** dargestellt.

Im Zeitbereich zwischen onset und 200 ms weisen alle Probandengruppen bei etwa 100 ms eine Negativierung an anterioren Elektroden auf. In der Darstellung der GFP ergeben sich in diesem Zeitbereich noch keine Hinweise für eine Differenzierung in der Aktivierung der Bedingungen „Sagen“ und „Hören“.

Der Zeitbereich zwischen 200 und 400 ms ist bei Kontrollen charakterisiert durch einen positiven Peak an den anterioren Elektroden und dem Beginn einer großamplitudigen Positivierung über posterioren Elektroden. Bei Kontrollen zeichnet sich keine Differenzierung der Bedingungen in dem Zeitbereich ab. Patienten ohne Halluzinationen zeigen einen ähnlichen Potentialverlauf wie Kontrollen. Die positive Auslenkung ist jedoch geringer und geht noch in diesem Zeitbereich an anterioren Elektroden in eine Negativierung über. Bei Patienten mit Halluzinationen ist eine deutlich geringere posteriore Positivierung im Vergleich zu den Kontrollen und Patienten ohne Halluzinationen zu sehen. Die anteriore Positivierung ist hingegen deutlich ausgeprägt und geht, vergleichbar zu den Patienten mit Halluzinationen, bei Patienten ohne Halluzinationen noch in eine Negativierung über.

Nur für Patienten ohne Halluzinationen zeichnet sich in diesem Zeitbereich in der GFP eine beginnende Differenzierung in der Aktivierung der Bedingungen ab. Das Erinnern selbst benannter Bilder (Bedingung „Sagen“) verursacht eine stärkere Gesamtaktivierung (GFP) und im Potentialverlauf eine ausgeprägtere Positivierung.

Im Zeitbereich zwischen 400 und 800 ms besteht weiterhin bei allen Probandengruppen eine großamplitudige positive Auslenkung an posterioren Elektroden („slow wave“) mit zunehmend schwächerem Gradienten hin zu anterioren Elektroden. In diesem Zeitbereich sind im Potentialverlauf insbesondere bei den Kontrollprobanden Unterschiede in der Aktivierung der beiden Bedingungen „Sagen“ und „Hören“ zu beobachten. Die Potentialverläufe der „Sagen“-Bedingung weisen eine stärkere Positivierung auf als die Potentiale der Bedingung „Hören“. Die Unterschiede in der Aktivierung bestehen an frontalen Elektroden über einen Zeitbereich von annähernd 600 ms, an posterioren Elektroden mit größerer Latenz über etwa 200 ms. Für die Bedingungsunterschiede scheint sich zudem eine Lateralität (rechts > links) an frontalen Elektroden abzuzeichnen. Patienten ohne Halluzinationen zeigen ebenfalls eine Differenzierung der Bedingungen und einen stärkeren positiven Potentialverlauf der Bedingung „Sagen“. Die Bedingungsunterschiede sind jedoch geringer ausgeprägt als bei den Kontrollen. Für Patienten mit Halluzinationen sind diese Unterschiede im Potentialverlauf der Bedingungen nicht zu beobachten.

In der GFP kommen die Unterschiede in der Gesamtaktivierung zwischen den Bedingungen eher für Patienten ohne Halluzinationen zum Ausdruck, bei Kontrollen zeichnet sich nur eine kurzzeitige Differenzierung ab. Patienten mit Halluzinationen zeigen hingegen keine bzw. sogar kurzzeitig eher eine entgegengesetzte Differenzierung der Bedingungen, mit einer stärkeren Gesamtaktivierung (GFP) der Bedingung „Hören“.

Im Zeitbereich zwischen 800 und 1000 ms bildet sich die beschriebene posteriore SW zurück und geht bei Kontrollen an posterioren Elektroden in eine Negativierung über. An anterioren Elektroden bildet sich die Aktivierung bei allen Probanden zur baseline zurück. Im Oberflächenpotential bleibt bei Kontrollen, aber auch Patienten ohne Halluzinationen die stärkere Positivierung der Bedingung Sagen bestehen.

In der GFP hingegen zeichnet sich für Kontrollen in diesem Zeitbereich eine Umkehrung der Aktivierungen der Bedingungen ab. Während die Gesamtaktivierung im EEG bei Patienten ohne Halluzinationen und Kontrollen vor allem in der Bedingung „Sagen“ vergleichbar ist weisen Patienten mit Halluzinationen im gesamten Zeitintervall von 1000 ms nach Reiz onset eine geringere Gesamtaktivierung im EEG auf.

Aufgrund der Unterschiede in der Gesamtaktivierung im EEG gerade bei Patienten mit Halluzinationen wurden die Daten für die statistische Analyse (wie auch in der Rekognitionsaufgabe) normalisiert. Die Darstellungen erfolgen für nicht normalisierte Daten.



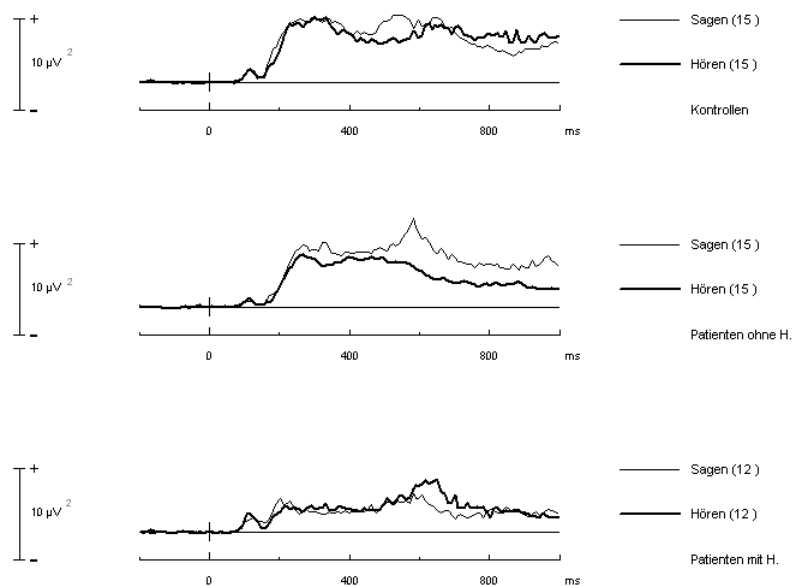


Abb 4.17.: Darstellung der global field power in  $\mu V^2$  für den gesamten Zeitbereich 0-1000 ms, bei einer baseline von 200 ms vor Stimulus onset für die „reality monitoring“-Aufgabe – Abruf von selbst benannten Bildern (Sagen, hellgrau) und gehörten Bildbenennungen (Hören, schwarz) getrennt für Kontrollen, Patienten ohne Halluzinationen und Patienten mit Halluzinationen (von oben nach unten).

Für die Auswertung der Komponente P3 in dem **Zeitbereich 200-400 ms** zeigt sich in der **topographischen Darstellung des Oberflächenpotentials** (Abb. 4.18, siehe auch Abb. 4.19-1 bis 4.19-3) entsprechend dem beschriebenen Potentialverlauf bei allen Probandengruppen eine deutliche Positivierung in medialen und posterioren Regionen.

Für Kontrollen besteht an anterioren Regionen eine Positivierung die für die Bedingung „Sagen“ ausgeprägter ist als für die Bedingung „Hören“. Diese Bedingungsunterschiede für Kontrollen an anterioren Arealen sind vor allem in der Differenzmap ersichtlich. Die anterioren Bedingungsunterschiede fehlen bei Patienten ohne Halluzinationen. Ein ungewöhnliches Aktivierungsmuster ergibt sich für Patienten mit Halluzinationen, die eine eher anterior rechts betonte Positivierung der Bedingung „Hören“ zeigen, was in den Differenzmaps entsprechend zu anterior lateralisierten Unterschieden führt. Auch in den mittleren Amplituden der in die statistische Auswertung eingegangenen Elektroden (siehe Abb. 4.19-1 bis 4.19-3) wird die entgegengesetzte Aktivierung bei Patienten mit Halluzinationen an anterioren und hier auch an medialen Arealen im Gegensatz zum Aktivierungsmuster der Kontrollen deutlich.

Während sich demnach bei Kontrollen ein Bedingungsunterschied „Sagen“ > „Hören“ an anterioren Elektroden abbildet, weisen Patienten ohne Halluzinationen nur geringe Bedingungsunterschiede über medialen Elektroden auf. Patienten mit Halluzinationen zeigen keine Differenzierung bzw. über links anterioren und rechts medialen Elektroden einen entgegengesetzten Bedingungsunterschiede „Hören“ > „Sagen“.

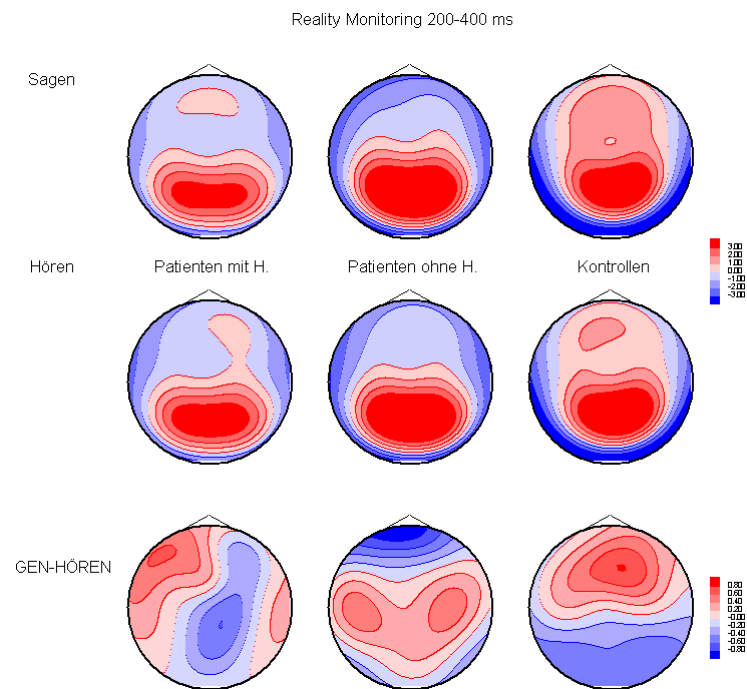


Abb. 4.18: Darstellung der Skalptopographie der evozierten Potentiale für den Zeitbereich 200-400 ms bei der Bedingung „Sagen“ (obere Reihe) und „Hören“ (mittlere Reihe) sowie die Differenzmaps der Bedingungen Sagen– Hören (untere Reihe) getrennt für Patienten mit Halluzinationen (links), Patienten ohne Halluzinationen (mitte) und Kontrollen (rechts). Skalierung in  $\mu\text{V}$ , Ansicht von oben, Positivierung in rot, Negativierung in blau dargestellt.

Dieses Aktivierungsmuster bestätigt sich auch in dem **statistischen Vergleich der Mittelwerte** (normalisierter Daten) mit einer mehrfaktoriellen ANOVA (siehe Tab.4.8) mit Messwiederholung mit der signifikanten Interaktion GRUPPE X BEDINGUNG X LATERALITÄT ( $F(2,39) = 4,06, p < 0,05$ ) und als Trend auch in der Interaktion GRUPPE X GRADIENT X LATERALITÄT ( $F(4,78) = 2,86, p < 0,1$ ). Die Interaktion erklärt sich durch die Zweifachinteraktion BEDINGUNG X GRADIENT ( $F(2,78) = 5,38, p < 0,05$ ) und die Haupteffekte GRADIENT ( $F(2,78) = 28,45, p < 0,01$ ) und GRUPPE ( $F(2,39) = 3,13, p < 0,05$ ).

Post Hoc Tests bestätigten Unterschiede zwischen der rechten und linken Hemisphäre nur für die Bedingung „Hören“ (BONFERONI:  $p < 0,01$ ) nicht für die Bedingung „Sagen“ (BONFERONI:  $p > 0,1$ ). Post Hoc-Tests auf Bedingungsunterschiede der einzelnen Gruppen ergaben für Kontrollen links und rechts anterior signifikante Bedingungsunterschiede (BONFERONI: je  $p < 0,01$ ), für Patienten mit Halluzinationen zeigten sich die links anterioren Unterschiede als nicht signifikant (BONFERONI:  $p > 0,1$ ), jedoch rechts medial signifikant (BONFERONI:  $p < 0,01$ ).

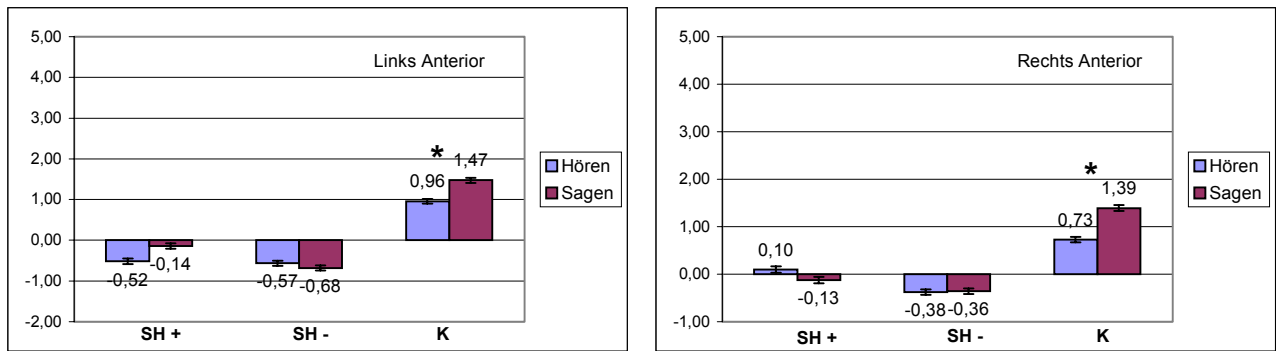


Abb. 4.19-1: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der anterioren Areale im parametrisierten Zeitintervall 200-400 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Bedingung „Sagen“ (rot) und die Bedingung „Hören“ (lila).

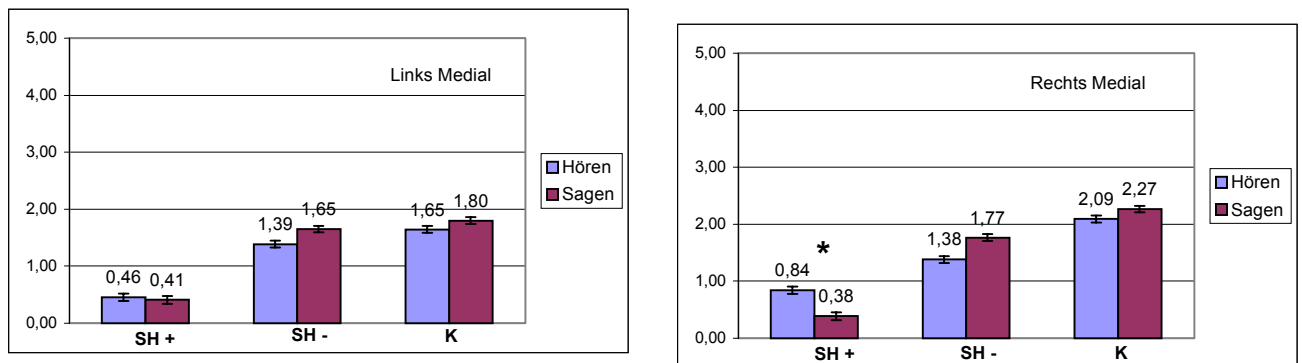


Abb. 4.19-2: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der medialen Areale im parametrisierten Zeitintervall 200-400 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Bedingung „Sagen“ (rot) und die Bedingung „Hören“ (lila).

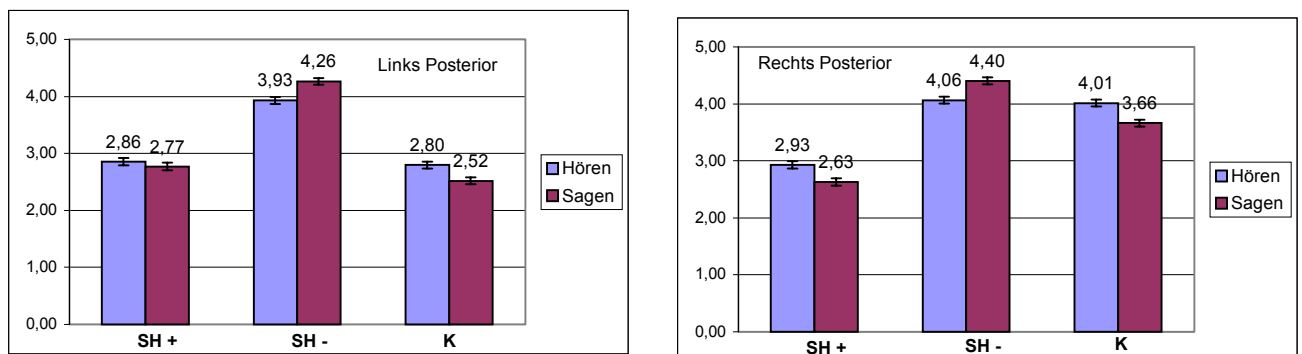


Abb. 4.19-3: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der posterioren Areale im parametrisierten Zeitintervall 200-400 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Bedingung „Sagen“ (rot) und die Bedingung „Hören“ (lila).

Effekt	DF	Normalisiert		Nicht Normalisiert	
		F-Wert	p-Wert	F-Wert	p-Wert
<b>GRUPPE</b> (GRP)	2,39	<b>3,13</b>	<b>0,05 *</b>	4,27	0,02 *
LATERALITÄT (LAT)	1,39	1,31	0,26	1,82	0,18
<b>GRADIENT</b> (GRAD)	2,78	<b>28,45</b>	<b>0,00 **</b>	24,36	0,00 **
BEDINGUNG (BED)	1,39	2,08	0,16	1,28	0,26
LATERALITÄT x GRUPPE	2,39	0,38	0,69	0,35	0,71
GRADIENT x GRUPPE	4,78	1,95	0,14	1,45	0,24
BEDINGUNG x GRUPPE	2,39	1,30	0,28	2,13	0,13
LATERALITÄT x GRADIENT	2,78	0,16	0,73	0,87	0,37
LATERALITÄT x BEDINGUNG	1,39	2,48	0,12	0,95	0,34
<b>GRADIENT x BEDINGUNG</b>	2,78	<b>5,38</b>	<b>0,02 *</b>	0,90	0,37
LAT x GRAD x GRP	4,78	2,86	0,06	2,90	0,06
<b>LAT x BED x GRP</b>	2,39	<b>4,06</b>	<b>0,03 *</b>	2,34	0,11
GRAD x BED x GRP	4,78	1,15	0,34	2,17	0,11
LAT x GRAD x BED	2,78	0,09	0,88	0,02	0,97
LAT x GRAD x BED x GRP	4,78	1,57	0,20	1,66	0,18

Tab. 4.8: Darstellung der Freiheitsgrade (DF), F-Werte und p-Werte der Haupteffekte und Interaktionen der ANOVA mit Messwiederholung für den Zeitbereich 200-400 ms. Signifikante Ergebnisse sind mit \*\* markiert, die p-Werte sind nach Greenhouse-Geisser korrigiert.

Gerade in der Auswertung der Slow Wave für den **Zeitbereich 400-800 ms** werden bei Kontrollen im Gegensatz zu den Patienten Bedingungsunterschiede rechts frontal und links medial bis posterior erwartet. Die **topographische Darstellung des Oberflächenpotentials** (Abb. 4.20) zeigt entsprechend der Hypothese bei Kontrollen, jedoch auch bei Patienten ohne Halluzinationen eine beginnende Positivierung an rechtsanterioren Elektroden mit stärkerer Positivierung für die Bedingung „Sagen“ im Vergleich zur Bedingung „Hören“. Dieser Bedingungsunterschied bildet sich für diese beiden Gruppen auch in den Differenzmaps ab – rechtsanterior bei Kontrollen und bei Patienten ohne Halluzinationen. Patienten mit Halluzinationen zeigen hingegen erneut ein entgegengesetztes Aktivierungsmuster, mit einer größeren Positivierung der Bedingung „Hören“ über rechtsanterioren Regionen. Im Differenzmap ergibt sich entsprechend ein rechtsanteriorer negativer Bedingungsunterschied.

In der Darstellung der mittleren Amplituden wird nochmals deutlich, dass Kontrollen eher rechtsanterior den Effekt „Sagen“ > „Hören“ aufweisen, Patienten ohne Halluzinationen zeigen diesen Bedingungsunterschied vor allem rechtsmedial. Patienten mit Halluzination zeigen einen entgegengesetzten Bedingungsunterschied „Hören“ > „Sagen“ rechtsmedial und entsprechend rechtsanterior eine geringere Negativierung der Bedingung „Hören“.

In dem **statistische Vergleich der Mittelwerte** bestätigte sich dies in der mehrfaktoriellen ANOVA mit Messwiederholung (siehe Tab. 4.9, siehe auch Abb. 4.21-1 bis 4.21-3) durch die Dreifachinteraktion GRUPPE X BEDINGUNG X LATERALITÄT ( $F(2,39) = 6,09$ ,  $p < 0,01$ ), die sich aus der Interaktionen GRADIENT X LATERALITÄT ( $F(2,78) = 3,96$ ,  $p < 0,05$ ) und den signifikanten Haupteffekten GRADIENT ( $F(2,78) = 15,90$ ,  $p < 0,01$ ) und GRUPPE ( $F(2,39) = 3,51$ ,  $p < 0,05$ ) erklärt.

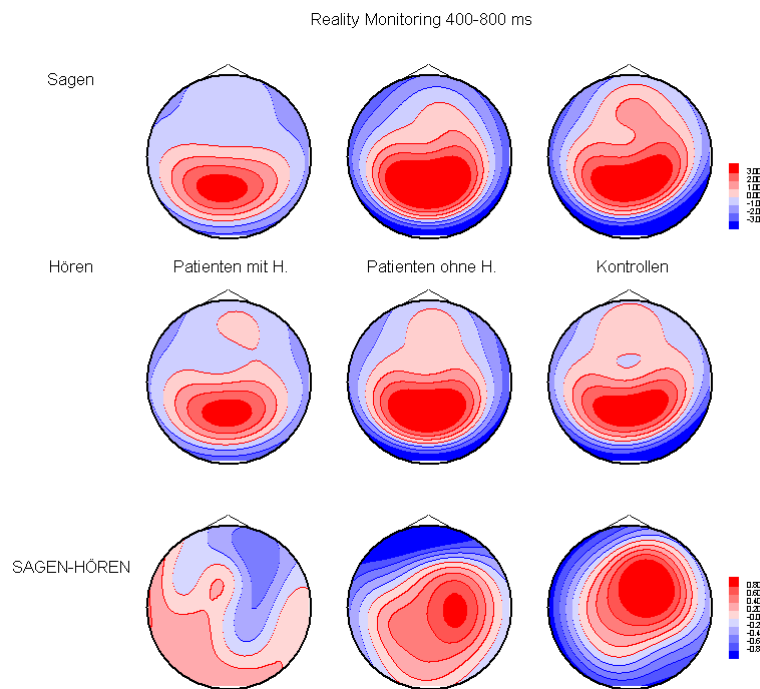


Abb. 4.20: Darstellung der Skalptopographie der evozierten Potentiale für den Zeitbereich 400-800 ms bei der Bedingung Sagen (obere Reihe) und Hören (mittlere Reihe) sowie die Differenzmaps der Bedingungen Sagen-Hören (untere Reihe) getrennt für Patienten mit Halluzinationen (links), Patienten ohne Halluzinationen (mitte) und Kontrollen (rechts). Skalierung in  $\mu\text{V}$ , Ansicht von oben, Positivierung in rot, Negativierung in blau dargestellt.

Post Hoc-Tests ergaben keine bedeutsamen globalen Bedingungsunterschiede zwischen linker und rechter Hemisphäre (BONFERONI rechts:  $p > 0,1$ ; BONFERONI links:  $p > 0,1$ ), auch finden sich keine linkshemisphärischen Bedingungsunterschiede bei den jeweiligen Probandengruppen (BONFERONI Kontrollen:  $p > 0,1$ ; BONFERONI Patienten ohne Halluzinationen:  $p > 0,1$ , BONFERONI Patienten mit Halluzinationen:  $p > 0,1$ ), jedoch rechtshemisphärisch signifikante Unterschiede zwischen den Bedingungen bei Kontrollen (BONFERONI:  $p < 0,05$ ), nicht jedoch bei beiden Patientengruppen (BONFERONI Patienten ohne Halluzinationen:  $p > 0,1$ , BONFERONI Patienten mit Halluzinationen:  $p > 0,1$ ). Post Hoc Tests zu Bedingungsunterschieden in den jeweiligen Gradienten ergaben lediglich rechts medial bedeutsame Unterschiede zwischen den Bedingungen „Sagen“ und „Hören“ (BONFERONI:  $p < 0,05$ ).

Post Hoc-Tests zu den Bedingungsunterschieden bei den Probandengruppen ergaben keine signifikanten Bedingungsunterschiede in der linken Hemisphäre. Rechtshemisphärisch weisen an anterioren Elektroden Kontrollen (BONFERONI:  $p < 0,01$ ) und Patienten mit Halluzinationen (BONFERONI:  $p < 0,05$ ) bedeutsame Bedingungsunterschiede auf. In medialen Arealen wurden die Unterschiede lediglich bei Kontrollen signifikant (BONFERONI:  $p < 0,01$ ). Rechtsposterior bestanden keine bedeutsamen Bedingungsunterschiede bei den jeweiligen Probandengruppen.

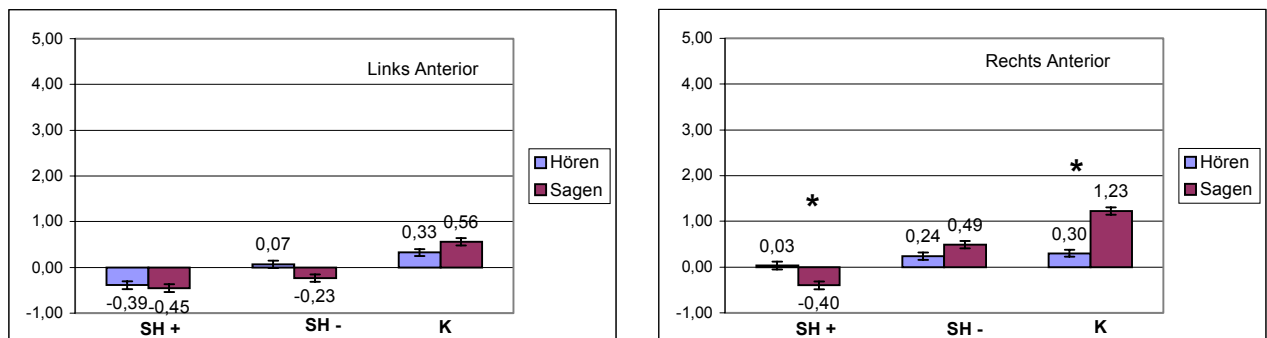


Abb.4.21-1: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der anterioren Arealen im parametrisierten Zeitintervall 400-800 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Bedingung „Sagen“ (rot) und der Bedingung „Hören“ (lila).

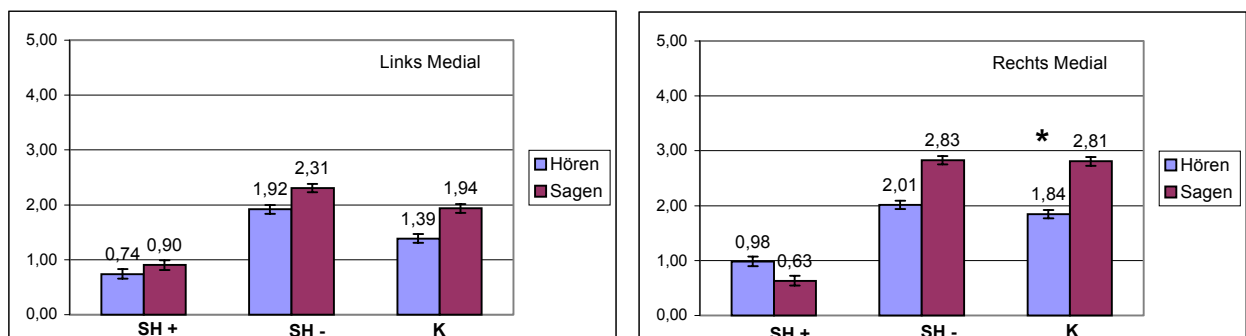


Abb. 4.21-2: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der medialen Arealen im parametrisierten Zeitintervall 400-800 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Bedingung „Sagen“ (rot) und der Bedingung „Hören“ (lila).

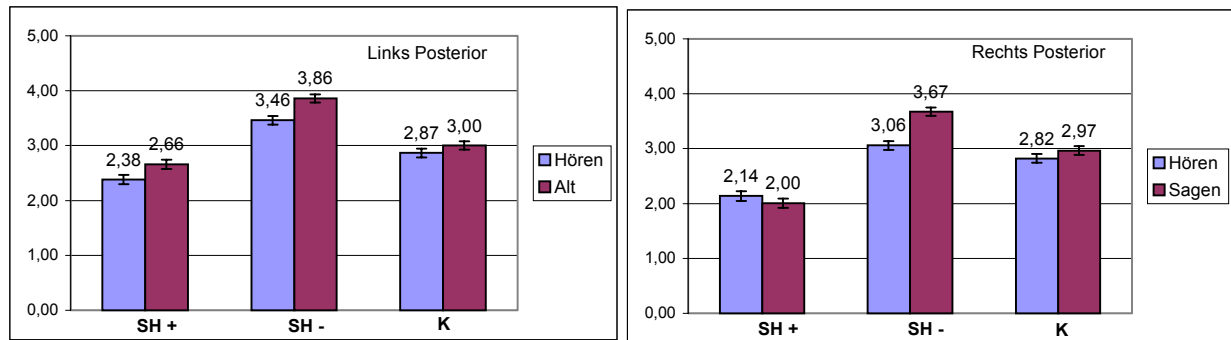


Abb. 4.21-3: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der posterioren Areale im parametrisierten Zeitintervall 400-800 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Bedingung „Sagen“ (rot) und der Bedingung „Hören“ (lila).

Effekt	DF	Normalisiert		Nicht Normalisiert	
		F-Wert	p-Wert	F-Wert	p-Wert
<b>GRUPPE</b> (GRP)	2,39	<b>3,51</b>	<b>0,04 *</b>	3,75	0,03 *
LATERALITÄT (LAT)	1,39	0,32	0,58	0,33	0,57
<b>GRADIENT</b> (GRAD)	2,78	<b>15,90</b>	<b>0,00 **</b>	13,01	0,00 **
BEDINGUNG (BED)	1,39	1,15	0,29	7,40	0,01 **
LATERALITÄT x GRUPPE	2,39	0,14	0,87	0,24	0,79
GRADIENT x GRUPPE	4,78	0,51	0,66	0,26	0,84
BEDINGUNG x GRUPPE	2,39	2,26	0,12	3,33	0,05 *
<b>LATERALITÄT x GRADIENT</b>	2,78	<b>3,96</b>	<b>0,04 *</b>	2,73	0,10
LATERALITÄT x BEDINGUNG	1,39	0,37	0,55	0,71	0,40
GRADIENT x BEDINGUNG	2,78	1,02	0,35	1,10	0,32
LAT x GRAD x GRP	4,78	0,15	0,91	0,22	0,85
<b>LAT x BED x GRP</b>	2,39	<b>6,09</b>	<b>0,00 **</b>	3,90	0,03 *
GRAD x BED x GRP	4,78	1,14	0,34	1,22	0,31
LAT x GRAD x BED	2,78	1,82	0,18	3,58	0,05 *
LAT x GRAD x BED x GRP	4,78	0,50	0,66	1,09	0,36

Tab. 4.9: Darstellung der Freiheitsgrade (DF), F-Werte und p-Werte der Haupteffekte und Interaktionen der ANOVA mit Messwiederholung für den Zeitbereich 400-800 ms. Signifikante Ergebnisse sind mit \*\* markiert, die p-Werte sind nach Greenhouse-Geisser korrigiert.

Auch im nachfolgenden **Zeitbereich zwischen 800 und 1000 ms** zeigt sich in der **topographischen Darstellung des Oberflächenpotentials** (siehe Abb. 4.22) bei Kontrollen und jetzt auch bei den beiden Patientengruppen eine Zunahme der Positivierung an anterioren insbesondere rechtshemisphärischen Arealen und ein Rückgang der Positivierung posterior. In den Differenzmaps zeichnet sich bei den Kontrollen, wie auch im vorherigen Zeitbereich, weiterhin ein Bedingungsunterschied „Sagen“ > „Hören“ für die rechtsanteriore Region ab. Patienten ohne Halluzinationen entwickeln diesen Bedingungsunterschied über medialen Regionen, hier bilateral. Patienten mit Halluzinationen zeigen ähnliche Aktivierungen für die Bedingung „Sagen“ und „Hören“, mit eher stärkeren Positivierungen der Bedingung „Hören“ über posterioren und medialen Arealen. Im Differenzmap führt dies zu dem posterioren negativen Bedingungsunterschied. Es ergeben sich im Differenzmap jedoch auch Hinweise auf einen Bedingungsunterschied „Sagen“ > „Hören“ bei Patienten mit Halluzinationen in den äußeren Elektroden rechtsmedial bis frontalen. In den mittleren Amplituden der statistisch ausgewerteten Areale (siehe Kap. 3.4.2, Abb. 3.2) ist dieser Bedingungsunterschied jedoch nicht ersichtlich, da diese Elektroden nicht erfasst wurden.

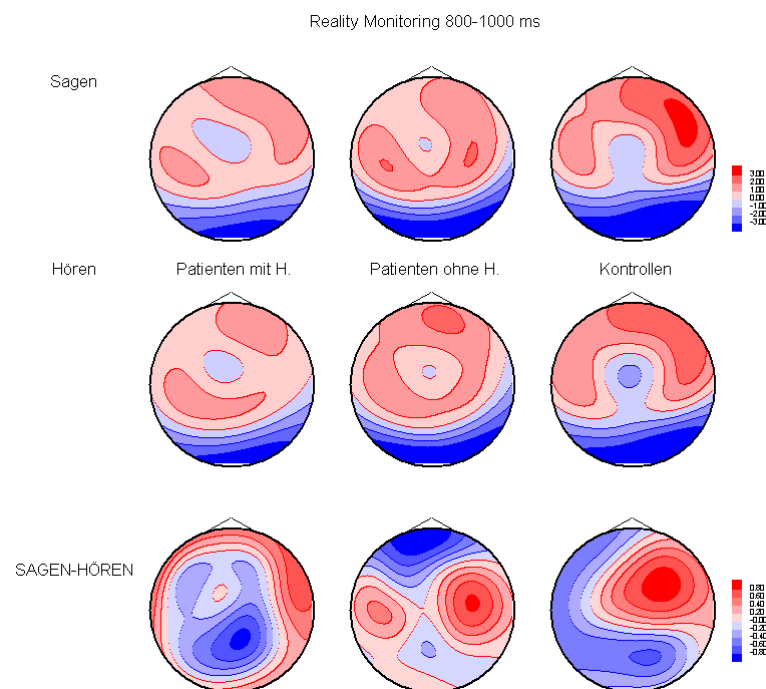


Abb. 4.22: Darstellung der Skalptopographie der evozierten Potentiale für den Zeitbereich 800-1000 ms bei der Bedingung „Sagen“ (obere Reihe) und „Hören“ (mittleren Reihe) sowie die Differenzmaps der Bedingungen Sagen– Hören (untere Reihe) getrennt für Patienten mit Halluzinationen (links), Patienten ohne Halluzinationen (mitte) und Kontrollen (rechts). Skalierung in µV, Ansicht von oben, Positivierung in rot, Negativierung in blau dargestellt.



In dem **statistischen Vergleich der Mittelwerte** mit einer mehrfaktoriellen ANOVA mit Messwiederholung (siehe Tab. 4.10, siehe auch Abb. 4.23-1 bis 4.23-3) konnten jedoch keine Gruppenunterschiede und Bedingungsunterschiede nachgewiesen werden. Es zeigte sich ein signifikanter Interaktionseffekt GRADIENT X LATERALITÄT ( $F(2,78) = 14,69$ ,  $p < 0,01$ ). Der Interaktionseffekt erklärt sich aus der stärkeren Positivierung der rechten Hemisphäre gegenüber der linken Hemisphäre an anterioren Regionen (BONFERONI:  $p < 0,01$ ) und einer entgegengesetzten Aktivierung an posterioren Regionen (BONFERONI:  $p < 0,05$ ). Zudem besteht über der rechten Hemisphäre eine Zunahme der Positivierung zwischen anterioren und medialen Arealen (BONFERONI:  $p < 0,01$ ) und in der Tendenz auch zwischen medialen und posterioren Arealen (BONFERONI:  $p < 0,1$ ).

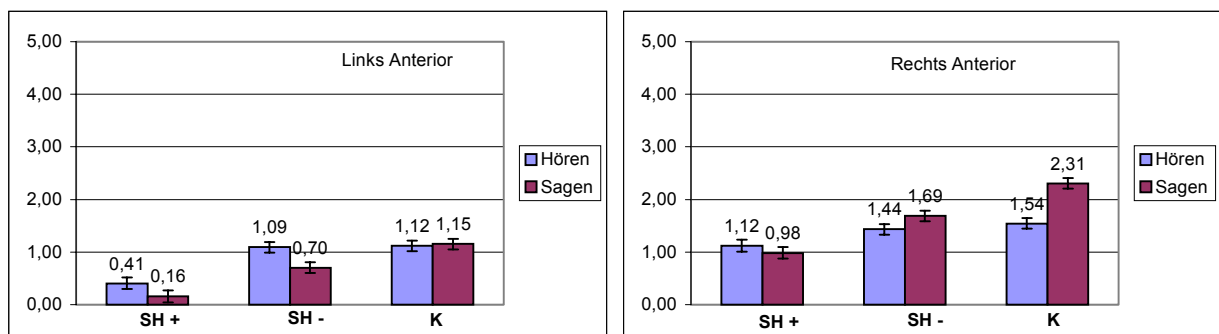


Abb. 4.23-1: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der anterioren Areale im parametrisierten Zeitintervall 800-1000 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Bedingung „Sagen“ (rot) und der Bedingung „Hören“ (lila).

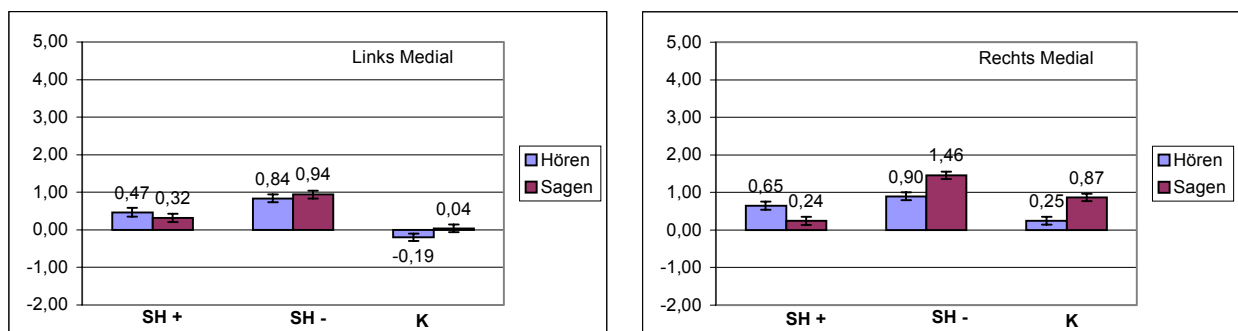


Abb. 4.23-2: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der medialen Areale im parametrisierten Zeitintervall 800-1000 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Bedingung „Sagen“ (rot) und der Bedingung „Hören“ (lila).

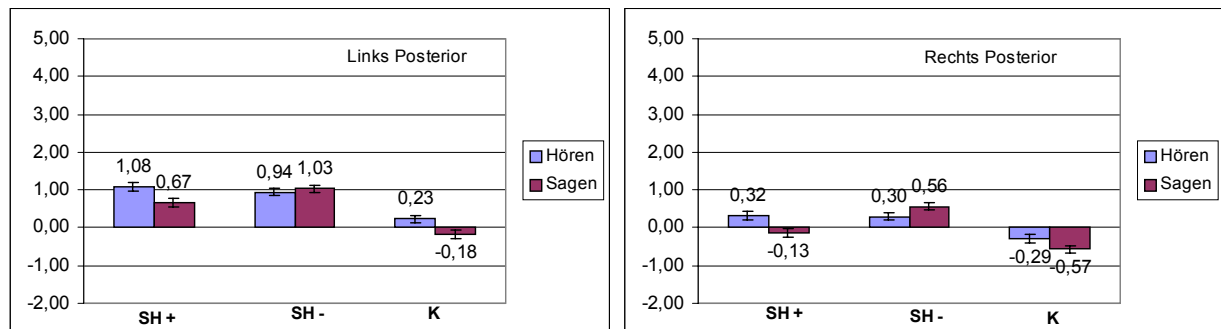


Abb. 4.23-3: Graphische Darstellung der mittleren Amplituden und Standardfehler der posterioren Areale im parametrisierten Zeitintervall 800-1000 ms getrennt für die Kontrollen (K), Patienten ohne Halluzinationen (SH-) und Patienten mit Halluzinationen (SH+) für die Bedingung „Sagen“ (rot) und der Bedingung „Hören“ (lila).

Effekt	DF	Normalisiert		Nicht Normalisiert	
		F-Wert	p-Wert	F-Wert	p-Wert
GRUPPE (GRP)	2,39	0,47	0,63	0,83	0,44
LATERALITÄT (LAT)	1,39	0,61	0,44	0,57	0,45
GRADIENT (GRAD)	2,78	1,45	0,24	1,65	0,21
BEDINGUNG (BED)	1,39	0,12	0,73	0,00	0,10
LATERALITÄT x GRUPPE	2,39	0,39	0,68	0,18	0,83
GRADIENT x GRUPPE	4,78	0,41	0,73	0,60	0,60
BEDINGUNG x GRUPPE	2,39	1,22	0,31	1,68	0,20
<b>LATERALITÄT x GRADIENT</b>	2,78	<b>14,69</b>	<b>0,00 **</b>	12,47	0,00 **
LATERALITÄT x BEDINGUNG	1,39	1,22	0,28	2,44	0,13
GRADIENT x BEDINGUNG	2,78	0,98	0,36	0,99	0,35
LAT x GRAD x GRP	4,78	0,30	0,80	0,19	0,88
LAT x BED x GRP	2,39	1,17	0,32	0,87	0,43
GRAD x BED x GRP	4,78	0,67	0,57	0,76	0,51
LAT x GRAD x BED	2,78	1,87	0,17	3,09	0,07
LAT x GRAD x BED x GRP	4,78	0,39	0,74	0,51	0,66

Tab. 4.10: Darstellung der Freiheitsgrade (DF), F-Werte und p-Werte der Haupteffekte und Interaktionen der ANOVA mit Messwiederholung für den Zeitbereich 800-1000 ms. Signifikante Ergebnisse sind mit \*\* markiert, die p-Werte sind nach Greenhouse-Geisser korrigiert.

Zusammenfassend lassen sich bei allen Probandengruppen in den evozierten Potentialen Bedingungsunterschiede beim Abruf selbstgenerierter Gedächtnisinhalte und wahrgenommener Gedächtnisinhalte nachweisen. Bei Kontrollprobanden führt der Abruf selbstgenerierter Gedächtnisinhalte (Bedingung „Sagen“) mit einer Latenz von 200 ms zu einer stärkeren Positivierung über rechtsanterioren Arealen, sowie mit größerer Latenz auch zu einem signifikanten Bedingungsunterschied über rechtsmedialen Arealen.

Patienten ohne Halluzinationen zeigen, vergleichbar den Kontrollen ebenfalls eine größere Positivierung der Bedingung „Sagen“ im Vergleich zur Bedingung „Hören“. Dieser Bedingungsunterschied lässt sich statistisch nicht bestätigen, zeichnet sich jedoch ebenfalls rechtslateralisiert über medialen Elektrodenpositionen ab.

Patienten mit Halluzinationen zeigen, im Gegensatz zu den Patienten ohne Halluzinationen und den gesunden Kontrollen, eine stärkere Positivierung beim Abruf wahrgenommener Gedächtnisinhalte (Bedingung „Hören“). Statistisch bedeutsam wird dies mit einer Latenz von 200 ms über rechtsmedialen Arealen und mit zunehmender Latenz über rechtsanterioren Elektrodenpositionen.

#### 4.2.4 Darstellung der EEG-Verläufe der „reality monitoring“-Aufgabe

Nachfolgend werden ergänzend die EEG-Verläufe der untersuchten Hirnareale dargestellt. Es handelt sich um eine Mittelung der EEG-Verläufe der Elektroden der untersuchten Hirnareale rechts und links anterior, -medial, und -posterior (siehe Kap. 3.4.2.).

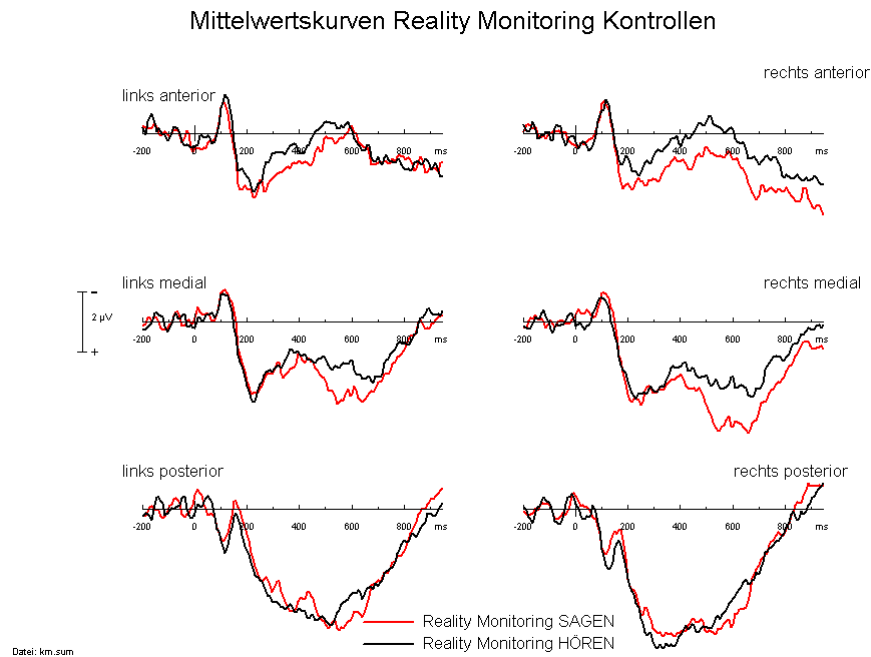


Abb. 4.24: Darstellung der mittleren evozierten Potentiale der untersuchten Areale rechts anterior, -medial, und -posterior sowie links anterior, -medial, und -posterior. Dargestellt für gesunde Kontrollprobanden beim „reality monitoring“ selbstgenerierter Gedächtnisinhalte (Reality Monitoring SAGEN, dargestellt in rot) und dem erinnern wahrgenommener Gedächtnisinhalte (Reality Monitoring HÖREN, dargestellt in schwarz).

## Mittelwertskurven Reality Monitoring Patienten ohne Halluzinationen

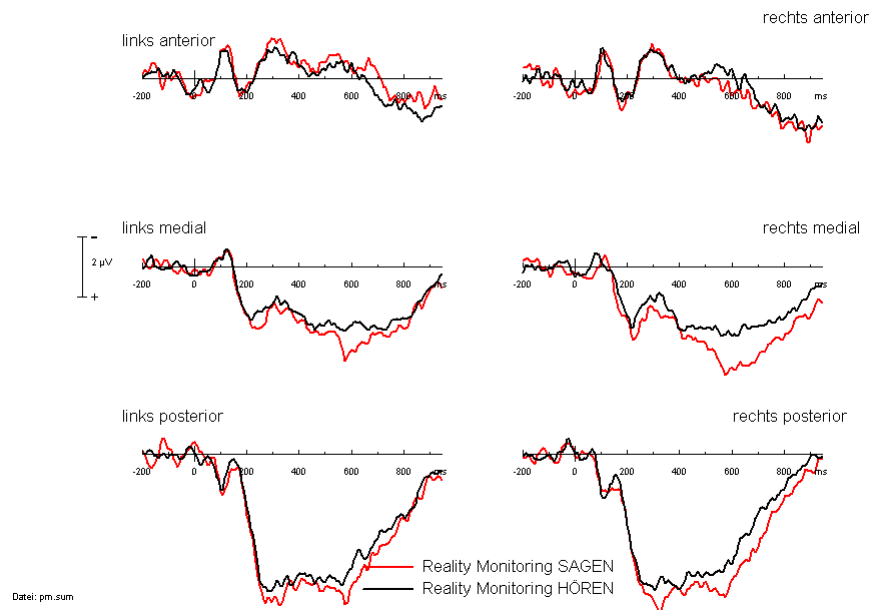


Abb. 4.25: Darstellung der mittleren evozierten Potentiale der untersuchten Areale rechts anterior, -medial, und -posterior sowie links anterior, -medial, und -posterior. Dargestellt für Patienten ohne Halluzinationen beim „reality monitoring“ selbstgenerierter Gedächtnisinhalte (Reality Monitoring SAGEN, dargestellt in rot) und dem erinnern wahrgenommener Gedächtnisinhalte (Reality Monitoring HÖREN, dargestellt in schwarz).

## Mittelwertskurven Reality Monitoring Patienten mit Halluzinationen

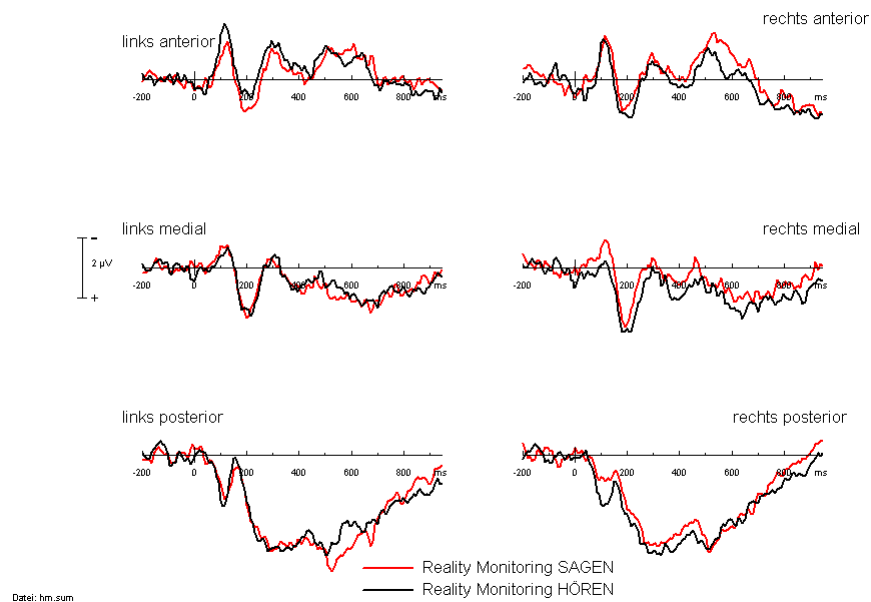


Abb. 4.26: Darstellung der mittleren evozierten Potentiale der untersuchten Areale rechts anterior, -medial, und -posterior sowie links anterior, -medial, und -posterior. Dargestellt für Patienten mit Halluzinationen beim „reality monitoring“ selbstgenerierter Gedächtnisinhalte (Reality Monitoring SAGEN, dargestellt in rot) und dem erinnern wahrgenommener Gedächtnisinhalte (Reality Monitoring HÖREN, dargestellt in schwarz).

#### 4.2.5 Quellenanalyse zur Rekognition und zum „reality monitoring“

Zur explorativen Analyse der Generatoren des Oberflächenpotentials wurde eine **Minimum Norm Lösung** für die Grand Means der Rekognition (siehe Abb. 4.27 bis 4.29) und dem „reality monitoring“ berechnet (siehe Kap. 3.4.2).

Bei der **Rekognition** von alten und neuen Bildern zeigt sich in der Skulptopographie des Oberflächenpotentials (siehe Kap. 4.2.2) bei allen Probandengruppen unabhängig von der jeweiligen Bedingung eine posteriore Positivierung, die sich mit zunehmender Latenz nach medial bis anterior verlagert. Auch die Minimum Norm Lösung weist bei allen Probandengruppen insbesondere für den Zeitbereich der P300 auf bilaterale posteriore Quellen der Aktivität hin. Gerade für die Rekognition wird eine Aktivität in temporalen Hirnregionen, insbesondere im Hippokampus, angenommen. Mit zunehmender Latenz (400-800 ms) bilden sich bei Kontrollen aber auch bei Patienten ohne Halluzinationen Generatoren der Aktivität über rechtsmedialen bis zentralen Regionen aus. Die Bedingungen unterscheiden sich kaum, weisen jedoch bei Kontrollen auf Unterschiede in der Quellenaktivierung in anterioren Regionen hin.

Patienten mit Halluzinationen zeigen eine geringere Quellenstärke im Vergleich zu Kontrollen und auch zu Patienten ohne Halluzinationen. Die Aktivitätsquellen werden bei diesen Patienten über alle Zeitbereich eher posterior lokalisiert. Bedingungsunterschiede in der Quellenstärke finden sich bei diesen Patienten linksanterior.

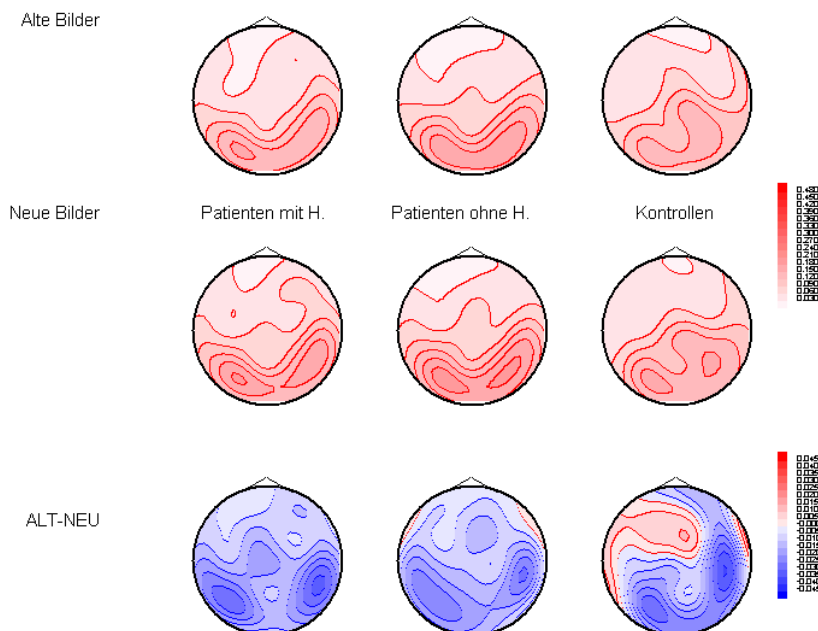


Abb. 4.27: Darstellung der Minimum Norm Lösung für die Rekognition „alter“ Bilder (oben), „neuer“ Bilder (mitte) sowie der Differenz aus Bedingung „alt“ minus Bedingung „neu“ (unten) für Kontrollen (rechts), Patienten ohne Halluzinationen (mitte) und Patienten mit Halluzinationen (links) für den Zeitbereich 200 - 400 ms.

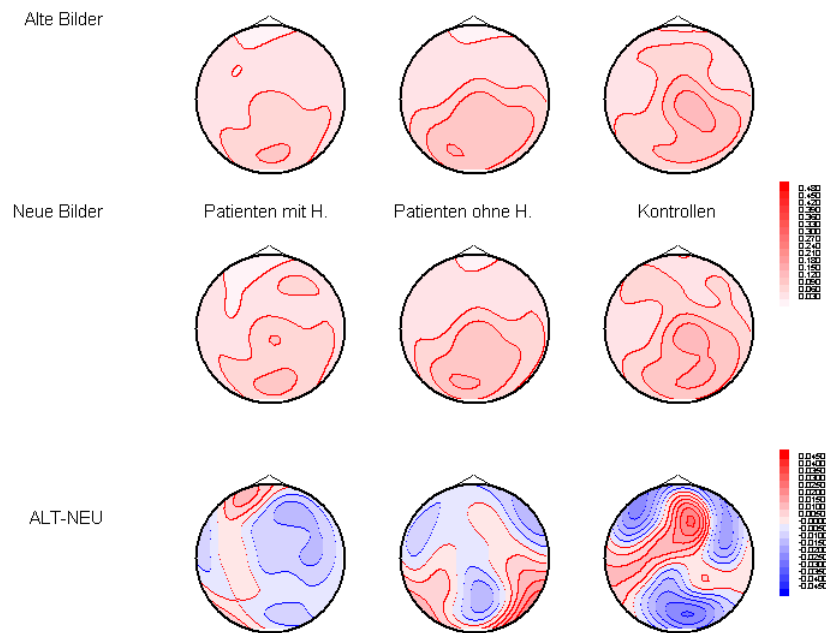


Abb. 4.28: Darstellung der Minimum Norm Lösung für die Rekognition „alter“ Bilder (oben), „neuer“ Bilder (mitte) sowie der Differenz aus Bedingung „alt“ minus Bedingung „neu“ (unten) für Kontrollen (rechts), Patienten ohne Halluzinationen (mitte) und Patienten mit Halluzinationen (links) für den Zeitbereich 400 - 800 ms.

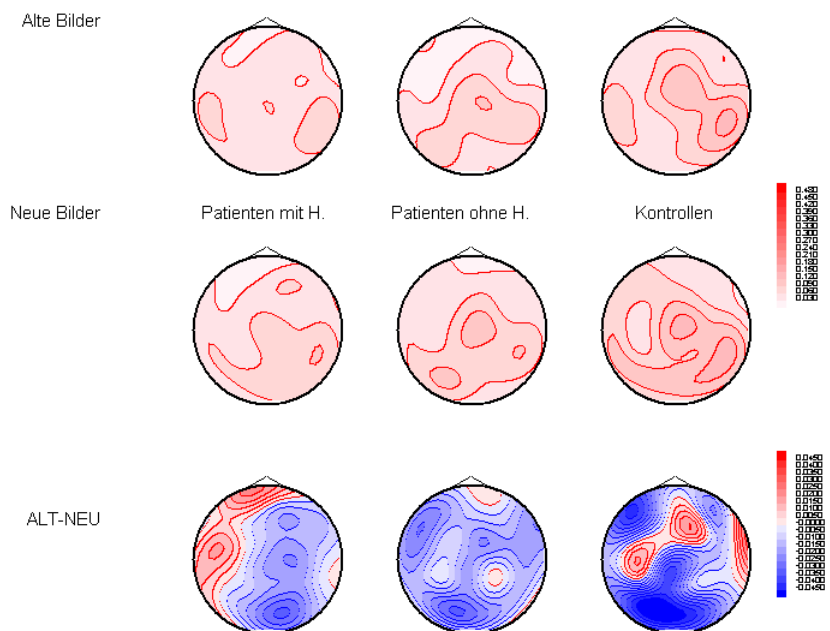


Abb. 4.29: Darstellung der Minimum Norm Lösung für die Rekognition „alter“ Bilder (oben), „neuer“ Bilder (mitte) sowie der Differenz aus Bedingung „alt“ minus Bedingung „neu“ (unten) für Kontrollen (rechts), Patienten ohne Halluzinationen (mitte) und Patienten mit Halluzinationen (links) für den Zeitbereich 800 - 1000 ms.

Die **Minimum Norm Lösung** für die „reality monitoring“-Aufgabe (siehe Abb. 4.30 bis 4.32) wurde ebenfalls mit den Grand Means der evozierten Potentiale durchgeführt. Im Zeitbereich der P300 werden mit der Minimum Norm Lösung für alle Probandengruppen unabhängig von der jeweiligen Bedingung die Quellen der Aktivität in posterioren Regionen angenommen.

Bei Kontrollen zeigt sich jedoch eine Ausdehnung der Quellen hin zu mediozentralen Regionen, mit einer zunehmenden Rechtslateralisierung der Aktivitätsquelle mit zunehmender Latenz. Ab 800 ms bildet sich bei Kontrollen linksmedial eine Quelle der Aktivität aus. Bei der Betrachtung der Bedingungsunterschiede bei den Kontrollen ergeben sich wiederum Hinweise für Unterschiede in den Aktivitätsquellen in anterioren Regionen. Diese Unterschiede zeigen sich vor allem für den Zeitbereich 400-800 ms nach Reiz onset.

Bei den beiden Patientengruppen bilden sich, ähnliche zu den Kontrollen, zunächst bilaterale posteriore Aktivitätsquellen aus. Patienten ohne Halluzinationen entwickeln mit einer Latenz von 800 ms rechtsmedial bis zentral Aktivitätsquellen und zeigen somit, mit verzögerter Latenz, eine vergleichbare Lösung für die Generatoren der Aktivität wie Kontrollen.

Patienten mit Halluzinationen hingegen zeigen eine geringere Quellenstärke und vor allem in den Differenzen der Quellenaktivität wiederum linksanteriore Unterschiede. Kontrollen hingegen zeigen rechtsanteriore Unterschiede in den Quellenstärken der beiden Bedingungen.

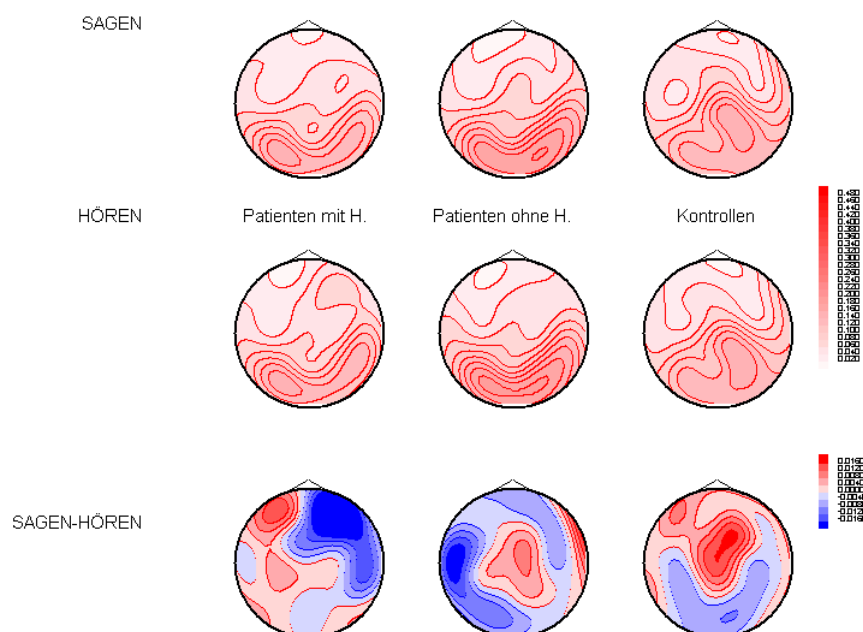


Abb. 4.30: Darstellung der Minimum Norm Lösung für das „reality monitoring“ selbst benannter Bilder (Bedingung Sagen, oben) und wahrgenommener Bilder (Bedingung Hören, mitte) sowie der Differenzen aus der Bedingung „Sagen“ minus der Bedingung „Hören“ (unten) für Kontrollen (rechts), Patienten ohne Halluzinationen (mitte) und Patienten mit Halluzinationen (links) für den Zeitbereich 200-400 ms.



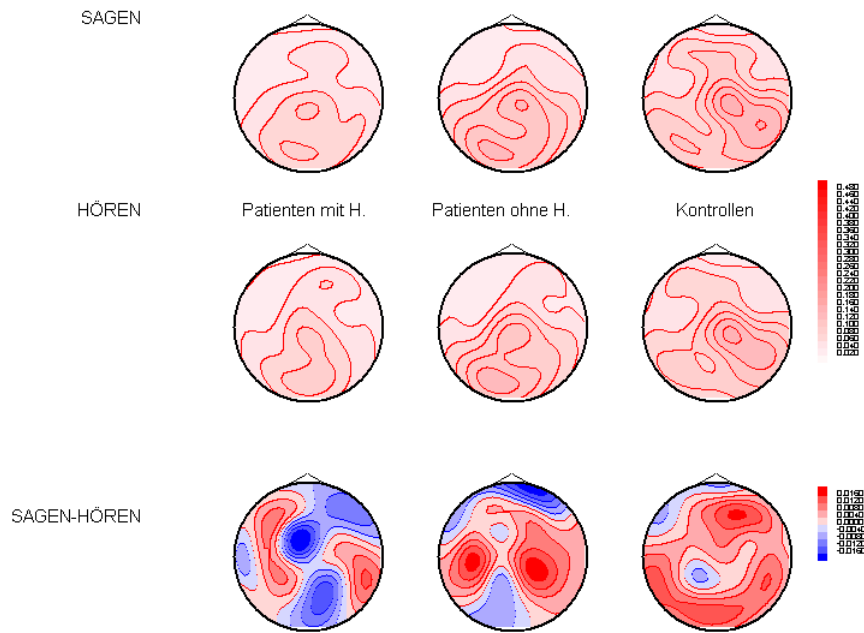


Abb. 4.31: Darstellung der Minimum Norm Lösung für das „reality monitoring“ selbst benannter Bilder (Bedingung Sagen, oben) und wahrgenommener Bilder (Bedingung Hören, mitte) sowie der Differenzen aus der Bedingung „Sagen“ minus der Bedingung „Hören“ (unten) für Kontrollen (rechts), Patienten ohne Halluzinationen (mitte) und Patienten mit Halluzinationen (links) für den Zeitbereich 400-800 ms.

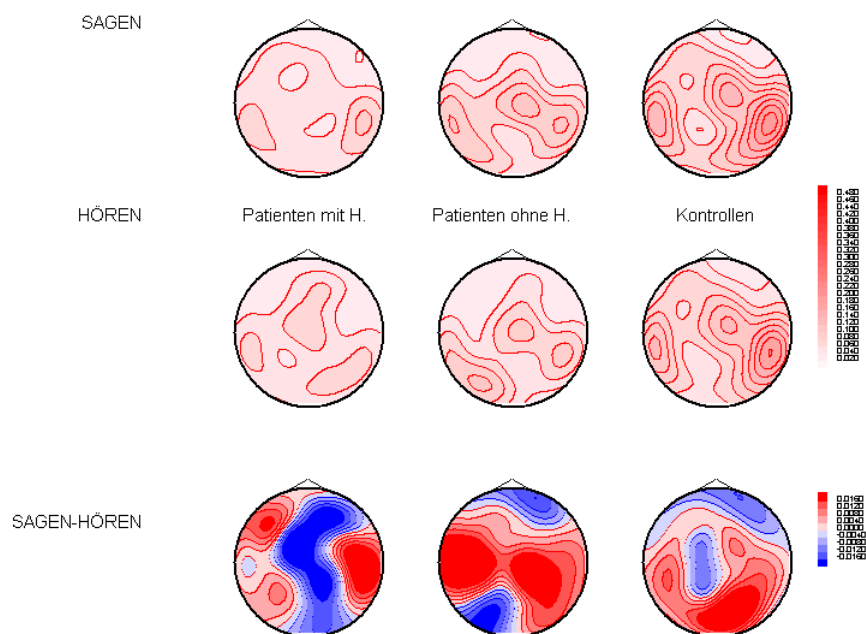


Abb. 4.32: Darstellung der Minimum Norm Lösung für das „reality monitoring“ selbst benannter Bilder (Bedingung Sagen, oben) und wahrgenommener Bilder (Bedingung Hören, mitte) sowie der Differenzen aus der Bedingung „Sagen“ minus der Bedingung „Hören“ (unten) für Kontrollen (rechts), Patienten ohne Halluzinationen (mitte) und Patienten mit Halluzinationen (links) für den Zeitbereich 800-1000 ms.

#### 4.2.6 Evozierte Potentiale der Enkodierung

In der Aufgabe „Lernen“ (siehe Abb. 3.1) wurde ein Zeitbereich erfasst, in dem die Probanden auf das Sehen eines Bildes die Bildbenennung generieren sollten. Zudem waren die Probanden instruiert sich die Bilder und die jeweilige Handlung - selbst benennen vs. zuhören – einzuprägen, da nachfolgend eine Gedächtnisaufgabe zu diesen Bildern erfolgt.

In diesem Kapitel soll der Frage nachgegangen werden, ob sich die Probanden bereits in der Enkodierung der Bilder in den beteiligten kognitiven Prozessen und in den evozierten Potentialen voneinander unterscheiden.

In der Darstellung der **Global Field Power** (GFP; siehe Abb. 4.33) zeigt sich bei den Kontrollprobanden eine Differenzierung in der Enkodierung von Bildern die selbst benannt werden müssen (Bedingung Sagen) und Bildern deren Benennung gehört wird (Bedingung Hören). Insbesondere entwickelt sich mit einer Latenz von 400 ms nach Reiz onset eine deutlich stärker ausgeprägte Gesamtaktivierung im EEG auf Bilder die selbst benannt werden müssen. Diese Unterschiede in den Aktivierungen der Bedingungen bestehen bei den beiden Patientengruppen nicht.

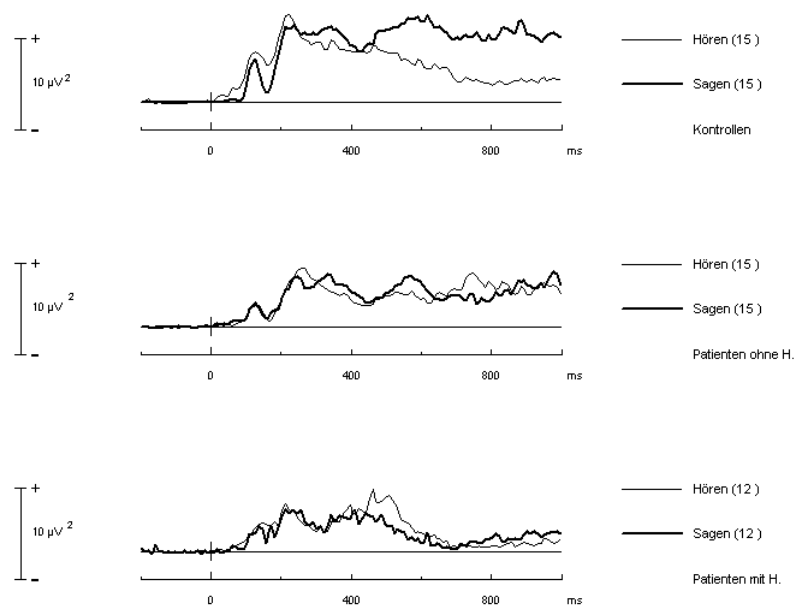


Abb 4.33.: Darstellung der Global Field Power in  $\mu\text{V}^2$  für den gesamten Zeitbereich 0-1000 ms, bei einer Baseline von 200 ms vor Stimulus onset, für die Enkodierung von Bildern die nachfolgend selbst benannt werden müssen (Sagen, dicke Linie) und Bildern bei der die Bezeichnung vorgegeben wird (Hören, dünne Linie). Getrennt für Kontrollen, Patienten ohne Halluzinationen und Patienten mit Halluzinationen (von oben nach unten).

Der **statistische Vergleich der Mittelwerte** wurde für die gleichen Areale und Zeitbereiche der Abrufbedingungen durchgeführt. Die mehrfaktorielle ANOVA mit normalisierten Daten (siehe Tab. 4.11) erbrachte für den Zeitbereich 200-400 ms nach Reiz onset lediglich einen Haupteffekt GRADIENT ( $F(2,78) = 80,64, p < 0,01$ ). Nur für den Zeitbereich 400 bis 800 ms erbrachte die ANOVA einen marginalen Interaktionseffekt GRUPPE X BEDINGUNG X LATERALITÄT ( $F(2,39) = 2,59, p < 0,1$ ), der sich aus dem Interaktionseffekt LATERALITÄT X GRADIENT ( $F(2,78) = 6,55, p < 0,01$ ) und dem Haupteffekt GRADIENT ( $F(2,78) = 38,45, p < 0,01$ ) und GRUPPE ( $F(2,39) = 5,74, p < 0,01$ ) erklärt. Die Gruppeninteraktion ist in der statistische Analyse der nichtnormalisierten Daten noch statistisch bedeutsam (siehe Tab. 4.12). Unterschiede zwischen den Bedingungen in der Enkodierung scheinen demnach wesentlich durch die größere Gesamtaktivierung der Kontrollen erklärt zu sein. Im Zeitbereich zwischen 800 und 1000 ms lassen sich in den normalisierten Daten keine signifikanten Gruppeninteraktionen mehr nachweisen. Es besteht weiterhin eine signifikante Interaktion LATERALITÄT X GRADIENT ( $F(2,78) = 9,76, p < 0,01$ ). Die jetzt signifikante Interaktion GRADIENT X BEDINGUNG ( $F(2,78) = 4,88, p < 0,05$ ) zeichnete sich im vorherigen Zeitbereich bereits als Trend ab. Die Interaktionen werden im wesentlichen durch den Haupteffekt GRADIENT ( $F(2,78) = 4,89, p < 0,05$ ) gestützt.

		200-400 ms			400-800 ms		800-1000 ms	
Effekt	DF	F-Wert	p-Wert	F-Wert	p-Wert	F-Wert	p-Wert	
GRUPPE (GRP)	2,39	1,92	0,16	<b>5,74</b>	<b>0,01 **</b>	1,18	0,32	
LATERALITÄT (LAT)	1,39	0,03	0,87	0,29	0,59	0,01	0,93	
GRADIENT (GRAD)	2,78	<b>80,64</b>	<b>0,00 **</b>	<b>38,45</b>	<b>0,01 **</b>	<b>4,89</b>	<b>0,02 *</b>	
BEDINGUNG (BED)	1,39	1,07	0,31	1,83	0,18	1,56	0,22	
LATERALITÄT x GRUPPE	2,39	1,34	0,27	0,21	0,81	0,03	0,97	
GRADIENT x GRUPPE	4,78	1,13	0,35	0,49	0,67	0,10	0,95	
BEDINGUNG x GRUPPE	2,39	0,05	0,95	1,28	0,29	0,51	0,60	
LATERALITÄT x GRADIENT	2,78	2,43	0,12	<b>6,55</b>	<b>0,01 **</b>	<b>9,76</b>	<b>0,00 **</b>	
LATERALITÄT x BEDINGUNG	1,39	0,93	0,34	2,23	0,14	1,82	0,18	
GRADIENT x BEDINGUNG	2,78	0,87	0,40	<b>2,86</b>	<b>0,08</b>	<b>4,88</b>	<b>0,02 *</b>	
LAT x GRAD x GRP	4,78	1,23	0,31	0,04	0,98	0,34	0,78	
LAT x BED x GRP	2,39	0,65	0,53	<b>2,59</b>	<b>0,09</b>	0,45	0,64	
GRAD x BED x GRP	4,78	0,51	0,68	1,29	0,29	1,56	0,21	
LAT x GRAD x BED	2,78	0,69	0,48	0,38	0,66	0,90	0,40	
LAT x GRAD x BED x GRP	4,78	0,55	0,67	0,86	0,48	0,96	0,43	

Tab. 4.11: Darstellung der Freiheitsgrade (DF), F-Werte und p-Werte der Haupteffekte und Interaktionen der ANOVA mit Messwiederholung für alle Zeitbereiche **für normalisierte Daten**. Signifikante Ergebnisse sind mit \*\* markiert, die p-Werte sind nach Greenhouse-Geisser korrigiert.

Effekt	DF	200-400 ms		400-800 ms		800-1000 ms	
		F-Wert	p-Wert	F-Wert	p-Wert	F-Wert	p-Wert
GRUPPE (GRP)	2,39	4,55	0,02 *	6,96	0,01 **	2,17	0,13
LATERALITÄT (LAT)	1,39	0,43	0,51	0,41	0,53	0,14	0,71
GRADIENT (GRAD)	2,78	65,30	0,00 **	28,62	0,01 **	4,13	0,04 *
BEDINGUNG (BED)	1,39	11,74	0,01 **	19,76	0,01 **	7,68	0,01 **
LATERALITÄT x GRUPPE	2,39	1,79	0,18	0,19	0,83	0,11	0,90
GRADIENT x GRUPPE	4,78	0,65	0,58	0,29	0,82	0,13	0,93
BEDINGUNG x GRUPPE	2,39	4,44	0,02 *	6,04	0,01 **	2,04	0,14
LATERALITÄT x GRADIENT	2,78	1,00	0,34	4,87	0,02 *	9,22	0,00 **
LATERALITÄT x BEDINGUNG	1,39	0,07	0,79	1,16	0,29	0,76	0,39
GRADIENT x BEDINGUNG	2,78	2,61	0,10	0,25	0,70	3,19	0,06 *
LAT x GRAD x GRP	4,78	0,89	0,43	0,07	0,96	0,52	0,65
LAT x BED x GRP	2,39	2,52	0,09	3,06	0,06	0,42	0,66
GRAD x BED x GRP	4,78	0,40	0,75	0,57	0,62	0,37	0,77
LAT x GRAD x BED	2,78	0,44	0,60	0,23	0,74	0,09	0,87
LAT x GRAD x BED x GRP	4,78	0,73	0,55	1,23	0,31	1,09	0,36

Tab. 4.12: Darstellung der Freiheitsgrade (DF), F-Werte und p-Werte der Haupteffekte und Interaktionen der ANOVA mit Messwiederholung für alle Zeitbereiche für die nicht normalisierten Ausgangsdaten. Signifikante Ergebnisse sind mit \*\* markiert, die p-Werte sind nach Greenhouse-Geisser korrigiert.

## **5. Diskussion**

### **5.1 Allgemeine Hinführung**

In der vorliegenden Arbeit sollte überprüft werden, ob schizophrene Patienten mit akustischen Halluzinationen in einer spezifischen Gedächtnisanforderung – dem „reality monitoring“ – Defizite zeigen, die sich bei schizophrenen Patienten ohne Erleben akustischer Halluzinationen und bei gesunden Probanden nicht nachweisen lassen. Um die Spezifität der Einbußen zu prüfen, wurde neben der „reality monitoring“-Aufgabe auch eine Rekognitionsaufgabe durchgeführt. Es wurden die Verhaltensleistungen und die evozierten ereigniskorrelierten Potentiale zu den jeweiligen Anforderungen erhoben. Um Patienten mit Erleben akustischer Halluzinationen mit Patienten ohne halluzinatorischem Erleben vergleichen zu können, wurden auch Kennwerte zur Symptomatik und Krankheitsgeschichte sowie neuropsychologische Parameter erhoben. Nachfolgend werden zuerst die Ergebnisse der Verhaltensdaten hinsichtlich der bestehenden Literatur und der Hypothesen diskutiert. Im darauffolgenden Abschnitt wird auf die Ergebnisse der EEG-Untersuchungen Bezug genommen.

#### **5.1.1 Diskussion der Ergebnisse der Verhaltensdaten**

In den Verhaltensdaten wurden im ersten experimentellen Teil die korrekten Antworten und die Fehler für die Rekognition von Bildern erfasst (siehe Abb. 3.1). Es wurden sowohl die Fehler als auch die richtigen Antworten erhoben, da dies in den bisherigen Studien uneinheitlich gehandhabt wurde. Es werden jedoch keine Unterschiede in den Ergebnissen zwischen den Fehlern und richtigen Antworten erwartet. Die fehlerhaften Antworten („false alarm“ und „miss“) sind aufgrund des „forced choice“-Paradigmas eine korrespondierende Größe zu den korrekten Antworten. Unterschiede zwischen diesen Maßen würden jedoch auf eine hohe Anzahl an Nicht-Reaktionen (sog. „omissions“) hinweisen.

Für die Rekognition von Bildern erbrachten bisherige Untersuchungen, dass Bilder die noch nicht gezeigt wurden („correct rejection“) von gesunden Kontrollprobanden und auch Patienten besser erinnert werden als bereits gezeigte Bilder („hit“). Es sollten sich somit die vorliegenden Untersuchungsergebnisse replizieren lassen (siehe Kap. 2.1.4)

Die Rekognitionsaufgabe soll zudem auch eine „Referenz“- bzw. „Kontrollbedingung“ für eher unspezifische Gedächtnisdefizite der Patientengruppen sein. Insbesondere Patienten mit halluzinatorischem Erleben sollten sich in dieser Gedächtnisaufgabe nicht von Patienten ohne

Halluzinationen unterscheiden. Andernfalls könnten Unterschiede zwischen den Patientengruppen in der „reality monitoring“-Aufgabe nicht spezifisch auf Defizite im „self-monitoring“ zurückgeführt werden. Dann könnten die Unterschiede im „reality monitoring“ auch durch ausgeprägtere Störungen im Gedächtnisabruf erklärt werden.

Bei der Rekognition der Bilder (siehe Kap. 4.1.1) zeigen gesunde Kontrollen beim Erkennen von neuen Bildern („correct rejection“) einen „ceiling-effekt“. Die Leistungen sind signifikant besser als beim korrekten Wiedererkennen bereits gesehener Bilder („hit“). Das Ergebnis bestätigt, dass beim Erinnern bereits gesehener Bilder eine größere Unsicherheit in den Erinnerungsleistungen und eine größere mentale Anstrengung im Abruf besteht. Mit diesem Ergebnis können Befunde früherer Studien zur Rekognition verbaler Inhalte (Wörter) mit gesunden Probanden repliziert werden (Johnson et al., 1998; Kayser et al., 1999; Curran, 1999; Rugg et al., 1995a, siehe auch Kap. 2.1.4). Die beiden Patientengruppen unterscheiden sich nicht von gesunden Kontrollprobanden im korrekten Erkennen neuer Bilder („correct rejection“). Insbesondere zeigen sich beim Erkennen neuer Bilder keine signifikanten Unterschiede zwischen den schizophrenen Patienten mit halluzinatorischem Erleben und den Patienten ohne Halluzinationen.

Deutlich schlechtere Erinnerungsleistungen bestehen jedoch bei den schizophrenen Patienten beim korrekten Wiedererkennen bereits gezeigter Bilder („hit“) im Vergleich zu den gesunden Kontrollen. Die Interaktion verfehlt in der statistischen Analyse die Signifikanz. So dass sich die beiden Patientengruppen beim Erkennen alter Bilder nicht bedeutsam voneinander unterscheiden; Patienten mit halluzinatorischem Erleben weichen demnach nicht in ihren Verhaltensleistungen von den Patienten ohne Halluzinationen ab. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen jedoch Unterschiede zwischen der gesamten Patientenstichprobe und den Kontrollen.

Die genaue Betrachtung der Verhaltensdaten weist diesbezüglich auch auf ein Problem im Zusammenhang mit der Stichprobengröße hin, welches in den bisherigen Studien wenig Beachtung fand.

Bei einer Stichprobengröße von etwa 15 Probanden pro Gruppe und der durch die Untersuchung bedingten Variabilität in den Gedächtnisleistungen können Ergebnisse nicht unwesentlich durch die Stichprobenzusammensetzung sowie durch die gewählte statistische Testmethode beeinflusst werden. In der vorliegenden Arbeit beispielsweise ergibt die statistische Berechnungen unter Ausschluss von Kontrollproband MO in der varianzanalytischen Testung der korrekten Antworten einen signifikanten Haupteffekt Gruppe. Auch die non-parametrische Testung, die das Ausmaß der Abweichung weniger stark gewichtet als die varianzanalytische Berechnung, bestätigt den Haupteffekt Gruppe für die gesamte Stichprobe (incl. MO) in den korrekten Antworten. Durch eine veränderte Stichprobenzusammensetzung sowie durch die non-parametrische Testung erhärtet sich demnach die Tendenz, dass Kontrollprobanden bessere Rekognitionsleistungen erbringen als

die schizophrenen Patienten. Bei der nachfolgenden Interpretation der Ergebnisse soll diesem Befund Rechnung getragen werden. Bei der Interpretation der EEG-Daten, deren Analyse mit der Gesamtstichprobe erfolgte, soll entsprechend berücksichtigt werden, dass Kontrollen die Aufgabe in der Tendenz besser bewältigenden konnten. Was auch auf einen effizienteren Einsatz von Abrufstrategien hinweisen könnte.

Bei den fehlerhaften Antworten resultiert aus der hohen Anzahl korrekt erkannter neuer Items eine geringe „false alarm“-Rate und entsprechend, aufgrund der geringeren Anzahl korrekt erinnerter bereits gezeigter Bilder, eine höhere Anzahl an „miss“-Fehlern. Dieses Ergebnis zeigt zum einen, dass es den Probanden gelang innerhalb des vorgesehenen Zeitintervalls (siehe Abb. 3.1) die Antworten durch Tastendruck abzugeben, so dass nur wenige Auslassungsfehler (sog. „omissions“) produziert wurden. Zum anderen stehen diese Ergebnisse im Einklang mit den beschriebenen geringen „false alarm“-Fehlern bei gesunden Probanden (Allan & Rugg, 1997) sowie bei schizophrenen Patienten (Brebion et al., 1997). Entsprechend zeigen sich bei den beiden Patientengruppen erhöhte Fehlerraten beim Erkennen bereits gezeigter Bilder („miss“-Fehler), wobei die Interaktion ebenfalls nicht signifikant wurde. So dass die Fehlerraten das Reaktionsmuster für die korrekten Antworten bestätigen.

Nach den vorliegenden Ergebnissen zeigen demnach Kontrollprobanden eine bessere Erinnerungsleistung in der Rekognition von Bildern im Vergleich zu schizophrenen Patienten. Die Bedingungsunterschiede im Abruf zwischen „neuen“ und „alten“ Bildern finden sich bei Kontrollprobanden und schizophrenen Patienten gleichermaßen, so dass keine signifikante Interaktion bestand. Auffallend ist jedoch, dass schizophrene Patienten insbesondere beim Abruf bereits gesehener Bilder Einbußen aufweisen im Vergleich zu den guten Leistungen beim Erkennen „neuer“ Bilder, auch im Vergleich zu den Leistungen gesunder Kontrollprobanden.

Die schlechteren Gedächtnisleistungen schizophrener Patienten beim Wiedererkennen „alter“ Bilder stehen im Einklang mit Untersuchungen von Saykin und Mitarbeitern, die bei schizophrenen Patienten Defizite im verbalen Lernen und Gedächtnis nachweisen konnten (Saykin et al., 1991; Saykin et al., 1994; Rushe et al., 1999). Nach dem Zwei-Prozess-Modell ist bei der Rekognition von Gedächtnisinhalten neben dem bloßen Gefühl von Vertrautheit auch der Gedächtnisprozess „recollection“ beteiligt (Mandler, 1980; siehe auch Kap. 2.2.1). Nur anhand der Verhaltensdaten kann nicht entschieden werden, ob dieses Ergebnis bereits auf Defizite im „recollection“-Prozess schizophrener Patienten hinweist. Wenn jedoch davon ausgegangen wird, dass das korrekte Erkennen „neuer“ Items auch mit hoher Zuverlässigkeit auf der Basis von Vertraut bzw. nicht Vertraut entschieden werden kann. Somit für diese Anforderung der mit „familiarity“ bezeichneten Gedächtnisprozess ausreichend wäre, dann

könnten die vorliegenden Unterschiede in den Abrufleistungen schizophrener Patienten auf Defizite im „recollection“-Prozess hinweisen.

Schizophrene Patienten zeigen nach den vorliegenden Daten jedoch keine „globalen“ Gedächtniseinbußen. Insbesondere scheint das Erleben akustischer Halluzinationen nicht grundsätzlich zu einer Leistungsver schlechterung zu führen, z.B. durch eine erhöhte interne Ablenkbarkeit beim Abruf oder bei der Enkodierung von Gedächtnisinhalten. Dies bestätigen auch die zusätzlich erhobenen neuropsychologischen Testverfahren zum Gedächtnis und zu den Frontalhirnfunktionen (Kap. 3.2.2 sowie Tab. 3.3). Teilweise liegen die schizophrenen Patienten in den hier erfassten Maßen zum Gedächtnis im Normbereich gesunder Probanden. Insbesondere bestehen auch hier keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Patientengruppen. Dieses Ergebnis ist insofern auch von Bedeutung, da sich bei Patienten mit akutem halluzinatorischem Erleben in einigen Maßen der Psychopathologie eine stärkere Störung in der Symptomatik andeutet. So weisen Patienten mit halluzinatorischem Erleben mit im Mittel  $54,4 \pm 9,2$  einen höheren BPRS-Gesamtscore auf, als Patienten ohne halluzinatorisches Erleben mit durchschnittlich  $43,5 \pm 5,7$  Punkten. Der Unterschied bleibt auch erhalten wenn man den höheren Score für halluzinatorisches Erleben ( $4,1 \pm 1,1$ ) der Patienten mit Halluzinationen in Abzug stellt. Insbesondere für die Patienten mit akuten Halluzinationen besteht eine stärkere symptomatische Ausprägung im Vergleich zu den von Kayser untersuchten Patienten (BPRS-Score  $35,9 \pm 9,6$ , Kayser, et al. 1999, S. 251), aber auch zu den Untersuchungen von Rößner et al. (BPRS-Score  $42,9 \pm 11,9$ ; Rößner et al., 1999, S. 201) und von Baving und Mitarbeitern mit einem BPRS-Score von  $40,7 \pm 8,4$  (Baving et al., 2000, S. 89). In den psychopathologischen Maßen SANS und PANSS zeigen Patienten mit akustischen Halluzinationen jedoch nur einen geringfügig höheren Score (siehe Kap.3.2.2 sowie Tab. 3.2). Das Maß der psychosozialen Anpassung (GAF-Score) weist auf ernste Symptome oder ernste Beeinträchtigungen der sozialen, beruflichen oder schulischen Leistungsfähigkeit hin. Bei Patienten mit Halluzinationen bestehen hier im GAF Hinweise für eine stärkere Beeinträchtigung (niedrigerer Score im Mittel und größere Streuung), was in Übereinstimmung mit dem Verlust der Realitätskontrolle durch das aktuell bestehende halluzinatorische Erleben steht (APA, 1994). Auch scheinen Patienten mit Halluzinationen frühzeitiger an der Untersuchung teilgenommen zu haben, als Patienten ohne Halluzinationen, ersichtlich aus der etwa doppelt so langen durchschnittlichen aktuellen Behandlungsdauer für Patienten ohne halluzinatorisches Erleben.

Bei statistischer Betrachtung der erhobenen Maße zu Beschreibung der Psychopathologie ergeben sich entsprechend leichte, jedoch statistisch nicht bedeutsame, Hinweise für eine insgesamt akutere bzw. stärker ausgeprägte Positiv- oder Negativsymptomatik der Patienten mit halluzinatorischem Erleben. Insofern ist es bedeutsam, dass trotz dieser geringen Unterschiede in den Stichprobensamensetzungen keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Patientengruppen in den Verhaltensleistungen bei der Rekognitionsaufgabe sowie den neuropsychologischen Maßen nachweisbar waren.



Im zweiten Teil der experimentellen Umsetzung wurde eine „reality monitoring“-Aufgabe durchgeführt (siehe Abb. 3.1, sowie Kap. 4.1.2). Hierbei müssen die Probanden den Kontext der Lernbedingung erinnern, so dass dieser Gedächtnisabruf auf dem mit „recollection“ bezeichneten Gedächtnisprozess basiert. Die Probanden müssen bei dieser Aufgabe erinnern, welche Bilder von ihnen selbst benannt wurden und bei welchen Bildern die Bildbenennung von ihnen gehört wurde. So dass bei dieser Aufgabe zwischen selbstgenerierten Gedächtnisinhalten und wahrgenommenen bzw. fremdgenerierten Inhalten unterschieden werden muss.

Diese Gedächtnisleistung erfordert ein höheres Maß an mentaler Anstrengung und auch strategische Abrufprozesse (Johnson et al., 1993; Nolde et al., 1998b). Entsprechend wurden in dieser Art von Aufgabe schlechtere Erinnerungsleistungen beschrieben im Vergleich zur Rekognition von Gedächtnisinhalten (Bornstein & LeCompte, 1995; Wilding, 1999; Wilding, 2000; siehe auch Kap. 2.1.4). Auch für die vorliegende Untersuchung wird eine schlechtere Erinnerungsleistung für diese Aufgabe im Vergleich zur Rekognition bei den gesunden Kontrollen und den Patientengruppen erwartet.

Beim „reality monitoring“ wurden Bedingungsunterschiede beim Abruf selbstgenerierter und fremdgenerierter Inhalte beschrieben. Gesunde Probanden zeigten eine geringfügig bessere Erinnerung des Kontextes bei fremdgenerierten, z.B. gehörten Worten im Gegensatz zu selbstgenerierten Worten (Wilding & Rugg, 1997; Henkel et al., 1995; siehe auch Kap. 2.1.4). Schizophrene Patienten sollten ebenfalls eine schlechtere Zuordnung des selbstgenerierten Kontextes zeigen. Allerdings wurden hier spezifisch für Patienten mit akustischen Halluzinationen im Erinnern des selbstgenerierten Kontextes auffallend niedrigere Gedächtnisleistungen beschrieben (Bentall, 1991; Morrison & Haddock, 1997; Brébion et al., 2000; Franck et al., 2000; siehe auch Kap. 2.2.4). Aufgrund der Komplementarität von richtigen Antworten und Fehlern gaben diese Patienten entsprechend häufiger an selbstgenerierte Inhalte gehört zu haben, was in der vorliegenden Arbeit mit „Externaler Zuordnung“ bezeichnet wurde (siehe Abb. 4.6). Diese Neigung schizophrener Patienten mit Halluzinationen selbstgenerierte Inhalte schlechter zu erinnern und fehlerhaft als wahrgenommen zu erinnern führt Bentall auf eine fehlerhafte Attribution zurück (Bentall et al., 1991; siehe Kap. 2.2.4). Tatsächlich „ähnel“ der „Fehler“, selbst genannte bzw. gedachte Inhalte als gehört zu erinnern, phänomenologisch dem Erleben akustischer Halluzinationen.

Die Annahme, dass beim „reality monitoring“ höhere Anforderungen an den Gedächtnisabruf gestellt werden, kann mit den vorliegenden Untersuchungsergebnissen bestätigt werden. Der statistische Vergleich der beiden Aufgabentypen erbrachte einen signifikanten Haupteffekt BEDINGUNG ( $(F_{1,39}) = 9,24, p < 0,01$ ; siehe Kap. 4.1.2). Unabhängig von den Bedingungen und den Gruppen ist die Anzahl korrekter Erinnerungen bzw. Zuordnungen beim „reality monitoring“ geringer als bei der Rekognition von Gedächtnisinhalten. Aufgrund

des nicht signifikanten Haupteffektes GRUPPE und der nicht signifikanten Interaktion von GRUPPE und BEDINGUNG kann zudem angenommen werden, dass die Patienten mit Halluzinationen nicht grundsätzlich schlechtere Erinnerungsleistungen im Sinne einer umfassenden Gedächtnisstörung aufweisen.

Auch lassen sich mit den vorliegenden Ergebnissen die beschriebenen Unterschiede in der Erinnerungsleistung zwischen selbstbenannten (Bedingung „Sagen“) und gehörten Bildbenennungen (Bedingung „Hören“) durch den signifikanten Haupteffekt BEDINGUNG ( $F(1,39) = 30,49, p < 0,01$ ) bestätigen. Entsprechend der Hypothese zeigt sich zudem, dass allen Probandengruppen die Zuordnung gehörter Bildbenennungen und damit die Zuordnung von Wahrnehmungen besser gelingt, als das Erinnern selbstbenannter Bildbenennungen. So dass sich der von Slamecka & Graf postulierte „generation effect“ mit den vorliegenden Ergebnissen der „reality monitoring“-Aufgabe nicht bestätigen lässt (Slamecka & Graf, 1978, siehe auch Kap. 2.1.4).

Erstaunlicherweise sind die Erinnerungsleistungen für wahrgenommene Inhalte (Bedingung „Hören“) vergleichbar den Erinnerungsleistungen beim Erkennen „neuer“ Bilder in der Rekognitionsaufgabe (vgl. Abb. 4.2 und Abb. 4.5). Die hohe Anzahl korrekter Zuordnungen der Bedingung „Hören“ findet sich insbesondere auch bei den Patienten mit aktuellem halluzinatorischen Erleben. Da die Erinnerung der Quelle einer Information den Gedächtnisprozess „recollection“ erfordert, erscheinen die guten Erinnerungsleistungen in dieser Bedingung insbesondere bei den Patientengruppen bemerkenswert. Dieses Ergebnis widerspricht den Annahmen, dass schizophrene Patienten bei Gedächtnisanforderungen mit hoher mentaler Anforderung und bei Anforderungen an den „recollection Prozess“ schlechtere Leistungen erbringen.

Die Diskrepanz in den korrekten Zuordnungen der gehörten Gedächtnisinhalte und den selbstgenerierten Gedächtnisinhalten ist bei den Patienten mit akustischen Halluzinationen am stärksten ausgeprägt, was sich statistisch in der signifikanten Interaktion BEDINGUNG X GRUPPE ( $F(2,39) = 3,39, p < 0,05$ ) ausdrückt (siehe Tab. 4.3). In den Post Hoc-Tests bestätigen sich die signifikanten Unterschiede zwischen Kontrollen und Patienten mit Halluzinationen für den Abruf selbstgenerierter Inhalte (Bedingung „Sagen“).

Die Ergebnisse in den korrekten Antworten der „reality monitoring“-Aufgabe stehen mit der Hypothese im Einklang, dass Patienten mit halluzinatorischem Erleben im Erinnern selbstgenerierter Inhalte ausgeprägtere Defizite aufweisen als gesunde Probanden und auch Patienten ohne Halluzinationen. Auch in den Fehlerraten bildet sich dies durch eine höhere Anzahl externaler Zuordnungen bei den Patienten mit Halluzinationen ab (siehe Abb. 4.6). Auch für die Fehlerrate im „reality monitoring“ zeichnet sich ein Trend in der Interaktion BEDINGUNG X GRUPPE ( $F(2,39) = 2,89, p < 0,1$ ) ab. Nach den vorliegenden Daten haben

schizophrene Patienten mit Halluzinationen keine grundsätzlichen Schwierigkeiten, eine korrekte Zuordnung der Quelle beim Gedächtnisabruf vorzunehmen. Vielmehr weisen diese Patienten signifikant schlechtere Gedächtnisleistungen für selbstgenerierte Gedächtnisinhalte auf. Sie unterscheiden sich hier insbesondere von den Kontrollprobanden signifikant und erbringen auch schlechtere Leistungen als Patienten ohne Halluzinationen. Entspricht demgemäss das Ergebnis in den Fehlerraten der Annahme von Bentall, dass schizophrene Patienten mit akustischen Halluzinationen selbstgenerierte Inhalte auf externe Quellen attribuieren (Bentall et al., 1991) ?

Bentall fokussierte in seiner Studie lediglich die Fehlerraten der Patienten. Wie bereits für die Rekognitionsaufgabe beschrieben, verhalten sich die Fehlerraten jedoch komplementär zu den richtigen Reaktionen, da es sich um ein „forced choiced“-Paradigma handelt. Entsprechend lassen sich die höheren externalen Zuordnungen der Patienten mit halluzinatorischem Erleben auch lediglich durch die schlechteren Erinnerungsleistungen für selbst benannte Bilder erklären. So dass nach den vorliegenden Ergebnissen strenggenommen lediglich Hinweise bestehen, dass Patienten mit halluzinatorischem Erleben ein signifikant schlechteres Erinnerungsvermögen zeigen für Inhalte die selbst produziert, gedacht bzw. innerlich gesprochen wurden. Hinweise für einen Attributionsfehler als Erklärung für Halluzinationen ergeben sich daher aus den Fehlerraten nicht.

Dieses Ergebnis steht jedoch im Einklang mit den Überlegungen von Frith, dass insbesondere schizophrene Patienten mit akustischen Halluzinationen Beeinträchtigungen im „self-monitoring“ aufweisen (Frith, 1993; siehe Kap. 2.2.3). Diese Modellvorstellung würde vorhersagen, dass diese Patienten beim Abruf selbstgenerierter Inhalte eine höhere Unsicherheit zeigen aufgrund der fehlerhaften Verarbeitung bzw. der fehlenden Assoziation der selbstgenerierten Handlung. Nach den Modellvorstellungen von Marcia Johnson erfolgt auf der Basis dieser assoziierten Gedächtnismerkmale die Zuordnung des Kontextes (Johnson et al., 1993; siehe Kap. 2.1.2). Wenn diese assoziierten Gedächtnisinhalte nicht abgerufen werden können, führt dies zu einer geringeren Anzahl korrekter Antworten in der Bedingung „Sagen“ und entsprechend zu einer höheren Anzahl an Fehlern in der Bedingung „Externale Zuordnung“.

Die Zusammensetzung der Patientenstichproben erlaubt es zudem, dieses Reaktionsmuster spezifisch auf das Erleben akustischer Halluzinationen zurückzuführen. Die Patientenstichproben wurde gezielt so zusammengesetzt, dass sie sich nur in diesem Merkmal unterscheiden (siehe Kap. 3.2.2). Grundlage für die Unterteilung der Stichproben war die Fremdbeurteilung halluzinatorischen Erlebens (siehe Kap. 3.2) durch den behandelnden Therapeuten, der seine Beurteilung auf Einzelgespräche als auch auf Beobachtungen im stationären Alltag stützt. Die Unterschiede zwischen den Patientengruppen waren in den hier ausschlaggebenden Items (BPRS, Item 9 und PANSS, Item 3) signifikant (siehe Tab. 3.2). Zudem wurde die Selbstbeurteilung der Patienten zum halluzinatorischen Erleben durch einen

Fragebogen erfasst. Die hohe Übereinstimmungen zwischen Selbst- und Fremdeinschätzung bei Patienten ohne Halluzinationen lässt auf eine gute Validität in der Beurteilung der Symptomatik schließen. Dies gilt auch für die Einschätzung der Patienten mit halluzinatorischem Erleben, denn auch hier ist die Übereinstimmung mit 73 % als hoch zu bewerten. Bei diesem Wert ist zu beachten, dass gerade halluzinatorisches Erleben von Patienten oft, aus unterschiedlichen Gründen, nicht mitgeteilt wird. Hier wäre eine 100 % Übereinstimmung demnach nicht zu erwarten gewesen.

### Zusammenfassung:

In den vorliegenden Gedächtnisaufgaben – Rekognition und „reality monitoring“ – zeigen Kontrollen bessere Erinnerungsleistungen als schizophrene Patienten. Schizophrene Patienten sind im Wiedererkennen bereits gesehener Bilder und im Abruf selbstbenannter Gedächtnisinhalte stärker beeinträchtigt als Kontrollen. Insbesondere die guten Leistungen schizophrener Patienten im Abruf gehörter Gedächtnisinhalte stehen jedoch im Widerspruch zu der Annahme, dass schizophrene Patienten beim Abruf von Kontextmerkmalen (Gedächtnisprozess „recollection“) und bei Gedächtnisaufgaben mit hoher mentaler Anstrengung Defizite aufweisen. Die Schwierigkeiten im Gedächtnisabruf zeigen sich in spezifischen Bedingungen. Hier ergaben sich vor allem für schizophrene Patienten mit Halluzinationen erwartungsgemäß eine signifikant größere Unsicherheit beim Abruf selbstgenerierter Inhalte, was sich in weniger korrekten Zuordnungen und höheren sog. externalen Fehlern nachweisen lässt. Patienten mit Halluzinationen erinnern häufiger selbstbenannte Benennungen von Bildern gehört zu haben. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit Erklärungsansätzen zum halluzinatorischen Erleben, die diese Symptomatik in Zusammenhang mit einer Störung im „self-monitoring“ setzen.

### 5.1.2 Diskussion des „old-new effects“ in der Rekognitionsaufgabe

Für EEG-Untersuchungen zur Rekognition von Gedächtnisinhalten wurde der „old-new effect“ als hirnpfysiologisches Korrelat zum Gedächtnisprozess „recollection“ beschrieben (Rugg & Coles, 1995; Allan et al., 1998; Paller & Kutas, 1992; Johnson et al., 1998; siehe auch Kap. 2.3.2). Bei gesunden Probanden lässt sich der „old-new effect“ als eine stärker ausgeprägte Positivierung für die Rekognition bereits gesehener Wörter über linksparietalen Hirnregionen mit einer Latenz von 400 ms nachweisen (Wilding et al., 2000; Allan et al., 1998).

Für schizophrene Patienten hingegen sind die Befunde uneinheitlich (Kayser et al., 1999; Baving et al., 2000). Sollte jedoch für schizophrene Patienten ein „old new-effect“ nachweisbar sein, so würde dies für einen Gedächtnisabruf auf der Basis des „recollection“-Prozesses sprechen (Kayser et al., 1999).

Mit der vorliegenden Untersuchung konnte für Kontrollen die stärkere Positivierung beim Abruf bereits gesehener Bilder im Vergleich zu „neuen“ Bildern bestätigt werden. Kontrollen zeigen demnach bei der Rekognition von Bildern einen „old-new effect“. Die Differenzierung der Bedingungen zeichnet sich jedoch bereits mit einer Latenz von 200 ms ab (siehe Abb. 4.9-1 bis 4.9-3) und ist entsprechend früher nachweisbar als in den angeführten EEG-Untersuchungen zum „old-new effect“. Mit einer Latenz von 400 ms wird der „old-new effect“ signifikant nachweisbar (siehe Abb. 4.11-1 bis 4.11-3), vor allem über rechtsanterioren und rechtsmedialen Hirnregionen, was sich mit der signifikanten Dreifachinteraktion GRUPPE X BEDINGUNG X GRADIENT ( $F(4,78) = 3,24, p < 0,05$ ) nachweisen lässt.

Der „old-new effect“ ist bei der Rekognition meist über linkstemporo-parietalen Hirnregionen nachweisbar und spiegelt die Aktivierung der Temporallappenregion beim Abruf von Gedächtnisinhalten wieder (Allan et al., 1998; Schloerscheidt & Rugg, 1997; Kayser et al., 1999). Ein rechtslateralisierter „old-new effect“, wie in der vorliegenden Arbeit nachweisbar, wurde in den bisherigen Studien nicht beschrieben (siehe Kap. 2.3.2). Diese Studien wurden jedoch mit verbalem Stimulusmaterial (Wörtern) durchgeführt. Es gibt neuropsychologische Hinweise, dass der rechte und der linke Temporallappen in unterschiedlichem Ausmaß bei der Rekognition von Wörtern und Bildern beteiligt sind (Smith, 1989; Kolb & Wishaw, 1993). Schädigungen des linken Temporallappens führen zu stärkeren Beeinträchtigungen des verbalen Gedächtnisses, rechtstemporale Hirnschädigungen hingegen zu stärkeren Beeinträchtigungen im bildhaften Gedächtnis. Der rechtslateralisierte „old-new effect“ bei den gesunden Kontrollprobanden könnte entsprechend mit dem bildhaften Stimulusmaterial der vorliegenden Arbeit in Zusammenhang gebracht werden.

Ähnliche Überlegungen veranlassten Schloerscheidt & Rugg eine Rekognitionsaufgabe mit Wörtern und Bildern durchzuführen (Schloerscheidt & Rugg, 1997). Ziel der EEG-Studie war es, die Lateralität des parietalen „old-new effects“ in Abhängigkeit von dem dargebotenen Stimulusmaterial – verbal, bildhaft - zu untersuchen. Schloerscheidt & Rugg konnten deutliche Unterschiede im „old-new effect“ von verbalem und bildhaftem Material nachweisen. Auch wenn sich statistisch entgegen ihren Erwartungen bei der Rekognition von Bildern eine stärkere Linkslateralisierung ergab, so zeichnete sich doch für das bildhafte Material ein langanhaltender „old-new effect“ auch an rechtshemisphärischen Elektroden ab. Vor allem bestand ein „old-new effect“ über rechtsanterioren Regionen mit einer Latenz von 600 ms. Schloerscheidt & Rugg erklären den rechtsfrontalen „old-new effect“ als spezifisch für den Abruf von bildhaftem Material. Sie sehen diese Aktivierungsunterschiede als Ausdruck der höheren Komplexität von bildhaftem Material und der Beteiligung von Abrufprozessen („recollection“) die eigentlich in „source monitoring“-Aufgaben zu erwarten wären (Schloerscheidt & Rugg, 1997, S. 3285).

Die Ergebnisse bei den gesunden Kontrollen der vorliegenden Arbeit stehen daher recht gut mit den Ergebnissen von Schloerscheidt & Rugg im Einklang. Entsprechend lässt sich vermuten, dass gesunde Probanden die Rekognition von „alten“ und „neuen“ Bildern auf der Basis bildhafter Information ausführen.

Auch für die beiden Patientengruppen lässt sich ein „old-new effect“ nachweisen. Patienten ohne Halluzinationen zeigen mit einer etwas größeren Latenz eine rechtslateralisierte stärkere Positivierung bei der Rekognition bereits gesehener Bilder. Insbesondere der rechts anteriore Bedingungsunterschied lässt sich für diese Patientengruppe signifikant nachweisen. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit den Befunden von Kayser und Mitarbeitern (Kayser et al., 1999). Dieser fand ebenfalls in einer Rekognitionsaufgabe einen „old-new effect“ bei schizophrenen Patienten. Patienten ohne Halluzinationen scheinen demnach vergleichbar zu den Kontrollen auch den Gedächtnisprozess „recollection“ bei der Rekognition von Bildern durchzuführen. Zudem lässt sich aufgrund der Rechtslateralität des „old-new effects“ schließen, dass diese Patienten die Gedächtnisinhalte bildhaft abrufen, wie dies gesunde Probanden tun.

Patienten mit halluzinatorischem Erleben hingegen zeigen eine deutlich höhere Latenz für die Entwicklung des „old new effects“, wie sich vor allem in der GFP nachweisen lässt (siehe Abb. 4.7).

Eine größere Latenz in der Entwicklung von ERP-Komponenten bei schizophrenen Patienten wurde häufig (Mathalon et al., 2000; Laurent, et al., 1999), jedoch nicht immer (Winterer et al., 2001) berichtet. Eine erhöhte Latenz in den ERP-Komponenten wurde bei schizophrenen Patienten mit degenerativen Prozessen in Verbindung gebracht. So wiesen Mathalon, Ford und Mitarbeiter nach, dass die P300-Latenz bei Patienten größer ist als bei Kontrollen

(Mathalon, et al., 2000). Zudem war in dieser Studie eine größere Latenz in der P300 mit dem Alter der Patienten sowie der Erkrankungsdauer positiv korreliert. Die größere Latenz in der Entwicklung des „old-new effects“ kann in der vorliegenden Arbeit entsprechend als Hinweis für einen verzögerten, möglicherweise erschwerten „recollection“-Prozess bei Patienten mit akustischen Halluzinationen gewertet werden.

Zudem zeigen Patienten mit Halluzinationen im Vergleich zu Kontrollen und auch Patienten ohne Halluzinationen Unterschiede in der Lokalisation des „old-new effects“. Mit einer Latenz von 400 ms lässt sich der „old-new effect“ bei den Patienten mit Halluzinationen an links medialen und posterioren Elektrodenpositionen signifikant nachweisen (siehe Abb. 4.11-1 bis 4.11-3). Die Rekognition der Bilder erfolgt bei diesen Patienten demnach nicht aufgrund eines „bloßen“ Gefühls von Vertrautheit oder „familiarity“ sondern ebenfalls durch einen aktiven Gedächtnisabruf („recollection“). Patienten mit Halluzinationen zeigen den „old-new effect“ jedoch über Hirnregionen, in denen bisher der „old-new effect“ für verbales Material beschrieben wurde (Rugg & Coles, 1995; Allan et al., 1998; Wilding, 2000; Smith, 1993; siehe auch Kap. 2.3.2). Patienten mit Halluzinationen scheinen demnach den Gedächtnisinhalt nicht umfassend, insbesondere nicht bildhaft, abzurufen.

Zudem zeigen diese Patienten, im Gegensatz zu gesunden Probanden und auch den schizophrenen Patienten ohne Halluzinationen, in linksanterioren Regionen einen umgekehrten „old-new effect“ - sozusagen einen „new-old effect“. Diese stärkere Positivierung bei der Rekognition „neuer“ Bilder wird ab 800 ms signifikant (siehe Abb. 4.13-1 bis 4.13-3). Dies zeichnet sich jedoch bereits ab etwa 400 ms ab, wie sich in der Skulptopographie des Oberflächenpotentials darstellen lässt (siehe Abb. 4.10 und 4.12). Patienten mit akustischen Halluzinationen zeigen demnach an anterioren Regionen linkshemisphärische Unterschiede in der Verarbeitung der Bedingungen im Gegensatz zu Kontrollprobanden sowie Patienten ohne Halluzinationen.

Frontale ERP-Effekte wurden in vielen Studien beim Abruf von assoziierten Inhalten wie z.B. beim Abruf von formalen Merkmalen (Wörter versus Bilder; Johnson et al., 1996), der Stimme des Sprechers (Wilding & Rugg, 1996; 1997; Wilding, 1999), der Reihenfolge oder der zeitlichen Anordnung („temporal order“; Trott et al., 1999) nachgewiesen und entsprechend mit dem „source monitoring“ in Verbindung gebracht (siehe auch Kap. 2.3.3). Diese frontalen Effekte sind rechtshemisphärisch stärker ausgeprägt und weisen einen positiveren Potentialverlauf beim Abruf von „alten“ im Vergleich zu „neuen“ Stimuli auf (Übersichtsarbeit: Allan et al., 1998). Nur in wenigen Studien wurde auch bei Rekognitionsaufgaben ein frontaler „old-new effect“ gefunden (Allan & Rugg, 1997; Curran et al., 2001; Curran, 2000). In der Arbeit von Allan war dieser Effekt erst nach 1200 ms nachweisbar und zudem geringer ausgeprägt als in der ebenfalls durchgeführten „cued recall“-Aufgabe, die eine höhere Anforderung an „recollection“-Prozesse stellt (Allan & Rugg, 1997). Der frontale „old-new effect“ wird von Allan, Rugg und Mitarbeitern mit Prozessen,

nach dem eigentlichen Abruf des Gedächtnisinhalts in Verbindung gebracht, sog. „post-retrieval operations“ (Allan et al., 1998, S. 247). Allan versteht darunter nicht nur strategische Prozesse, sondern vor allem auch kontrollierende Prozesse im Sinne von Verhaltenskontrolle, die je nach Aufgabenart in unterschiedlichem Maße gefordert sein können<sup>14</sup>. Nolde und Mitarbeiter vertreten die Annahme, dass rechtsanteriore Regionen bei strategischen Abrufprozessen und Evaluationsprozessen, die noch keine erhöhte Komplexität oder mentale Anstrengung erfordern, beteiligt sind (Nolde, et al., 1998b; siehe Kap. 2.1.4).

Der rechtsanteriore „old-new effect“ bei gesunden Kontrollen und auch Patienten ohne Halluzinationen weist nach diesen Überlegungen darauf hin, dass diese Probanden bereits in der Rekognitionsaufgabe Kontextinformationen abgerufen haben, insbesondere bei der Rekognition „alter“ Bilder. Erst bei höherer mentaler Anforderung wäre nach Nolde eine zusätzliche linksanteriore Beteiligung zu erwarten (Nolde, et al., 1998b; siehe Kap. 2.1.4). Entsprechen den Überlegungen von Schloerscheidt & Rugg lässt sich dieser umfassende Gedächtnisabruf durch das komplexere bildhafte Stimulusmaterial erklären (Schloerscheidt & Rugg, 1997). In einer Untersuchung zum Arbeitsgedächtnis („working memory“) konnte ebenfalls eine Lateralisierung in frontalen Funktionen nachgewiesen werden (Wagner, 1999). Bei visuell-räumlichen Anforderungen war eine stärkere rechtsanteriore Aktivierung, bei semantisch-phonologischen Anforderungen eine linksanteriore Beteiligung in dieser Studie nachgewiesen worden. Kontrollen weisen demnach aufgrund der bildhaften Verarbeitung rechtsmediale und rechtsanteriore Bedingungsunterschiede auf, die sich auch bei Patienten ohne Halluzinationen mit verzögerter Latenz nachweisen lassen.

Patienten mit akustischen Halluzinationen zeigen diese erhöhte rechtsanteriore und auch rechtsmediale Aktivierung beim Wiedererkennen „alter“ Bilder nicht. Hingegen weisen diese Patienten bei der Rekognition mit zunehmender Latenz eher einen linksanterioren Bedingungsunterschied auf. Dieser Bedingungsunterschied ist zudem, entgegen dem Potentialverlauf der gesunden Kontrollen und der Patienten ohne Halluzinationen, durch eine stärkere Positivierung beim Erkennen „neuer“ Reize gekennzeichnet. Unterschiede zwischen gesunden Kontrollprobanden und schizophrenen Patienten in der linksfrontalen Aktivierung bei Gedächtnisanforderungen wurden in einigen Studien berichtet (Ragland et al., 2001; Heckers, et al., 2000; Nohara, et al., 2000; Heckers, et al., 1999; Crespo-Facorro, et al., 1999). Heckers fand bei gesunden Probanden, wie in der vorliegenden Arbeit, bei der Rekognition von bereits gezeigten, „alten“ Objekten eine rechtsfrontale Aktivierung (Heckers, et al., 2000). Die von ihm untersuchten schizophrenen Patienten zeigten hingegen eine größere linksfrontale Aktivierung bei der Rekognition „alter“ Objekte. Heckers interpretiert dieses Ergebnis dahingehend, dass sich schizophrene Patienten in den Abrufstrategien von gesunden

---

<sup>14</sup> „the retrieval of episodic information does not of itself constitute recollection; the process governing the control of behavior must gain access to, and make use of this information. Our ERP findings suggest that whereas equivalent retrieval operations may be engaged in each task (as indexed by the left parietal effect), the nature and level of engagement of post-retrieval operations is more variable.“ (Allan, et al., 1998, S. 247)



Probanden unterscheiden und Defizite in der Aktivierung rechtsfrontaler Hirnregionen aufweisen. Heckers zieht zur Erklärung auch eine fehlende Inhibition linksfrontaler Hirnregionen in Betracht (Heckers, et al., 2000, S. 656). In der vorliegenden Arbeit können diese Auffälligkeiten in der frontalen Aktivierung beim Gedächtnisabruf nur für Patienten mit Halluzinationen bestätigt werden. Die vorliegenden Aktivierungsmuster schizophrener Patienten mit Halluzinationen deuten darauf hin, dass diese beim Abruf bildhafte Informationen weniger assoziierte visuell-räumliche Merkmale der Objekte aktivieren, möglicherweise den Abruf auf der Basis semantischer Inhalte versuchen. Die Patienten mit Halluzinationen unterscheiden sich demnach in den Abrufstrategien von gesunden Kontrollen und Patienten ohne Halluzinationen. Zudem zeigen diese Patienten eine fehlende frontale Aktivierung beim Abruf „alter“ Bilder. Vielmehr zeigen diese Patienten eine stärkere frontale Positivierung beim Erkennen „neuer“ Objekte. Gemäß den Erklärungsansätzen zum „old-new effect“ würde dies bedeuten, dass diese Patienten aktive Abrufprozesse bei der Identifikation „neuer“ Inhalte einsetzen. Eine Strategie, die dysfunktional wäre und von Kontrollen und Patienten ohne Halluzinationen nicht eingesetzt wird.

Andererseits kann von den anterioren Bedingungsunterschieden in den evozierten Potentialen nicht zwangsläufig auch auf Generatoren der Aktivität in frontalen Hirnregionen geschlossen werden. Die Minimum Norm Lösung der Grand Means liefert hier einen Anhalt (siehe Kap. 4.2.5), auch wenn die Darstellung aufgrund der fehlenden statistischen Absicherung nur einen deskriptiven und heuristischen Hinweis bieten kann.

Kontrollen zeigen hier bei der Rekognition lokal begrenzte Generatoren der Aktivität. Diese Generatoren sind in beiden Bedingungen zunächst in posterioren Regionen zu verzeichnen und verlagern sich mit zunehmender Latenz nach rechtsmedialen bis hin zu frontozentralen Regionen (siehe Abb. 4.27 bis 4.29). Bei der Darstellung der Differenz der Generatoren (in den Abbildungen die jeweils untere Reihe) für den Abruf von „alten“ und „neuen“ Bildern kristallisieren sich die Unterschiede in der Generatorenstärke zwischen den Bedingungen deutlicher heraus. In dieser Darstellung bestätigen sich rechtsfrontale Bedingungsunterschiede in den Generatoren zwischen den Bedingungen „alt und „neu“, jedoch nur bei den gesunden Probanden. Patienten ohne Halluzinationen zeigen in den Einzellösungen ebenfalls posteriore und mit zunehmender Latenz rechtsmediale Quellen der Aktivität. In den Differenzdarstellungen finden sich jedoch keine frontalen Bedingungsunterschiede wie bei den gesunden Kontrollprobanden. Bei den Patienten mit Halluzinationen bestätigt die Minimum Norm-Darstellung die bereits beschriebene Auffälligkeit in linksanterioren Aktivierungsmustern. Patienten mit Halluzinationen zeigen in den Einzellösungen zum einen geringere Generatorenstärken. In den Differenzen ergeben sich zudem Hinweise auf linksanteriore Bedingungsunterschiede in den Generatorenstärken.

Aus den Differenzdarstellungen kann noch nicht gefolgert werden, dass die Quelle der Aktivität in frontalen Regionen zu vermuten ist. Die Einzeldarstellungen weisen vielmehr auf rechtshemisphärische Generatoren in medialen bis zentralen Strukturen hin. Aber die

Unterschiede zwischen gesunden Probanden (mit rechtsanterioren Bedingungsunterschieden in der Aktivität) und den Patienten mit Halluzinationen (mit linksanterioren Bedingungsunterschieden) lassen sich demnach nicht nur im Oberflächenpotential, sondern auch bei der Quellenanalyse nachweisen.

### Zusammenfassung:

Nach den vorliegenden Ergebnissen kann man daher zusammenfassend schlussfolgern, dass Kontrollen und Patienten ohne Halluzinationen nicht nur im Potentialverlauf sondern auch im Aktivierungsmuster bei der Rekognition von Bildern eine größere Ähnlichkeit zueinander aufweisen als Patienten mit halluzinatorischem Erleben. Kontrollen und Patienten ohne Halluzinationen zeigen, entgegen den Erwartungen, bereits bei der Rekognition von Bildern einen Rekolektionsprozess mit stärkerer Beteiligung anteriorer Regionen. Diese Regionen werden mit Such- und Evaluationsprozessen in Verbindung gebracht die üblicherweise eher bei „source-monitoring“-Aufgaben gefordert sind. Auch ist der „old-new effect“ über der rechten Hemisphäre stärker ausgeprägt. Dieser rechtsmediale und rechtsanteriore „old-new effect“ wurde für die Kontrollen und Patienten ohne Halluzinationen auf den Abruf bildhafter Gedächtnisinhalte zurückgeführt.

Patienten mit Halluzinationen zeigen in der vorliegenden Untersuchung eine linksmediale und linksposteriore Ausprägung des „old-new effects“. Für Patienten mit Halluzinationen kann daher ebenfalls das hirnhysiologische Korrelat für den Gedächtnisprozesses „recollection“ bei der Rekognition von Bildern nachgewiesen werden. Der Abruf erfolgt jedoch weniger umfassend bzw. nicht auf der Basis bildhafter Information. Insbesondere lässt sich für diese Patienten die anteriore Positivierung beim Abruf „alter“ Gedächtnisinhalte nicht nachweisen. Vielmehr findet sich mit verzögerter Latenz eine stärkere Positivierung linksanteriorer Hirnregionen beim Erkennen „neuer“ Objekte, was gemäß den vorliegenden Untersuchungen auf dysfunktionale Abrufstrategien zurückgeführt wird.

Die genannten Unterschiede in den Oberflächenpotentialen werden zudem durch die Quellenanalyse bestätigt. Während Kontrollen deutlich begrenzte Generatoren zeigen, die mit zunehmender Latenz nach rechts anterior verlagert erscheinen, insbesondere beim Wiedererkennen „alter“ Bilder. So weisen insbesondere Patienten mit Halluzinationen eher geringer ausgeprägte und diffusere posteriore Quellen der Aktivität auf. Da die Generatoren großflächig posterior bis medial ausgeprägt sind, ließen sich dieses Generatoren mit Aktivitäten in der Temporallappenregion und im Hippokampus in Verbindung bringen. In der Quellenanalyse bestehen bei diesen Patienten zudem Hinweise für linksanteriore Bedingungsunterschiede.

### 5.1.3 „reality monitoring“ bei gesunden Probanden

Es liegen nur wenige EEG-Studien zum „reality monitoring“ vor (siehe Kap. 2.3.4). Orientierend an den Ergebnissen von Wilding & Rugg werden bei gesunden Probanden im „reality monitoring“ Bedingungsunterschiede zwischen selbstgenerierten Gedächtnisinhalten (Bedingung „Sagen“) und fremdgenerierten Gedächtnisinhalten (Bedingung „Hören“) erwartet (Wilding & Rugg, 1997). Beim Abruf selbstbenannter Bilder wird eine stärkere Positivierung erwartet als bei Bildern deren Benennung gehört wurde. Diese Bedingungsunterschiede sollten sich mit einer Latenz von 400 ms linksparietal und mit etwas größerer Latenz rechtslateralisiert über frontalen Elektrodenpositionen nachweisen lassen.

Auch wenn in der GFP nur eine geringe Differenzierung der Bedingungen bei Kontrollen ersichtlich ist (siehe Kap. 4.2.3; Abb. 4.17), so lässt sich in den Oberflächenpotentialen bereits mit einer Latenz von 200 ms eine stärkere Positivierung der Bedingung „Sagen“ bei gesunden Kontrollen nachweisen (siehe Abb. 4.19-1 bis 4.19-3). Dieser Bedingungsunterschied ist zunächst bilateral anterior ausgeprägt und verlagert sich mit zunehmender Latenz nach rechtsanterior und rechtsmedial. Auch linksmedial ist mit einer Latenz von etwa 500 ms durchaus bei Kontrollprobanden eine stärkere Positivierung beim Abruf selbst benannter Bilder erkennbar. Dieser Bedingungsunterschied erweist sich jedoch im statistischen Vergleich als nicht bedeutsam (siehe Abb. 4.21-1 bis 4.21-3). Die zuerst bilateral anterior ausgeprägte stärkere Positivierung der Bedingung „Sagen“ und die zunehmend rechtslateralisierte Verteilung zeigt sich auch in der topographischen Darstellung der Oberflächenpotentiale (siehe Abb. 4.18 und Abb. 4.20).

So dass sich mit der vorliegenden Untersuchung die Ergebnisse von Wilding & Rugg (1997) bestätigen lassen. Bei den Kontrollen konnte für den Abruf selbstbenannter Gedächtnisinhalte eine stärkere Positivierung in den ERPs nachgewiesen werden. Im Gegensatz zu Wilding & Rugg besteht in der vorliegenden Untersuchung die stärkere Positivierung bereits im Zeitbereich der P300 (200-400 ms) über anterioren Regionen, somit etwa 200 ms früher als bei Wilding & Rugg. Vergleichbar ist jedoch der zuerst bilateral anterior ausgeprägte Bedingungsunterschied „Sagen“ > „Hören“ und die zunehmende Rechtslateralisierung. Ähnlich wie für die Rekognitionsdaten beschrieben (siehe S. 110 ff) kann der Effekt in den vorliegenden Daten nicht über linksparietalen Hirnregionen nachgewiesen werden. Dies wurde für die Ergebnisse der Rekognitionsaufgabe mit dem Stimulusmaterial (bildhaft versus verbal) in Verbindung gebracht. Die Untersuchung von Wilding & Rugg erfolgte mit verbalem Material (Wörtern). So dass auch für die „reality monitoring“-Aufgabe die rechtslateralisierten Bedingungsunterschiede als Ausdruck für den bildhaften Gedächtnisabruf verstanden werden können.

Im Unterschied zur Rekognitionsaufgabe zeigen sich in der „reality monitoring“-Aufgabe bei den Kontrollen signifikante bilateral-anteriore Bedingungsunterschiede (auch zwischen den Probandengruppen) wie sich in der Dreifachinteraktion GRUPPE X BEDINGUNG X LATERALITÄT ( $F(2,39) = 4,06, p < 0,05$ ) und nachfolgenden Post Hoc-Tests im Zeitbereich 200-400 ms nachweisen ließ (siehe Tab. 4.8). In der Rekognitionsaufgabe zeichnen sich in diesem Zeitbereich ebenfalls bilaterale Unterschiede ab (siehe Abb. 4.9-1 bis 4.9-3), die jedoch statistisch nicht bedeutsam waren. In beiden Aufgaben bestehen dann jedoch mit zunehmender Latenz rechtslateralisierte anteriore Bedingungsunterschiede.

Die Minimum Norm Berechnung aus den Grand Means (Abb. 4.30 bis 4.32) weist bei Kontrollen darauf hin, dass die Quellen der Aktivität zunächst posterior und mit zunehmender Latenz rechts medial verlagert bestehen. Es findet sich somit in den Einzellösungen kein Hinweis für eine „frontale Quelle“ der Aktivität. Bei Betrachtung der Differenzen der Minimum Norm Lösungen aus den einzelnen Bedingungen lassen sich jedoch Unterschiede über zentralen Hirnregionen und im Zeitbereich 400-800 ms über rechtsanterioren Regionen nachweisen. Die Minimum Norm Lösungen bestätigen demnach die Bedingungsunterschiede des Oberflächenpotentials.

Eine rechtsanteriore Aktivierung wäre nach dem „HERA-Modell“ von Tulving (Tulving et al., 1994; siehe Kap. 2.1.4) mit Abrufprozessen vereinbar. Im Gegensatz zu linksfrontalen Aktivierungen die Tulving mit der Enkodierung von Gedächtnisinhalten in Verbindung bringt.

Die vorliegenden Ergebnisse lassen sich jedoch recht gut mit den Überlegungen von Nolde in Verbindung bringen (Nolde et al., 1998b; siehe Kap. 2.1.4). Demnach sind rechtshemisphärische anteriore Aktivierungen bei weniger ausgeprägten Such- und Evaluationsprozessen, wie dies bei der Rekognition von Gedächtnisinhalten angenommen wird, ausreichend um die Anforderung zu bewältigen. Eine höhere Anforderung an den Gedächtnisabruf führt, nach Nolde, zu einer zusätzlichen Aktivierung linksfrontaler Hirnstrukturen. Bei „reality monitoring“-Aufgaben ist in höherem Maße der Gedächtnisprozess „recollection“ beteiligt (Johnson et al., 1993), da bei dieser Anforderung assoziierte Kontextmerkmale abgerufen werden müssen. Entsprechend wurden bei diesen Aufgaben bilaterale anteriore Aktivierungen nachgewiesen (Nolde et al., 1998; Van Petten et al., 2000). So dass nach den vorliegenden Daten bei gesunden Probanden beim „reality monitoring“ insbesondere beim Abruf der Bedingung „Sagen“ in einem stärkeren Ausmaß Evaluationsprozesse beim Gedächtnisabruf aktiviert werden. Was sich entsprechend den Überlegungen von Nolde in einem bilateralen Bedingungsunterschied nachweisen lässt.

Nicht nur die frontale Aktivierung sondern auch die stärkere Positivierung in den evozierten Potentialen wird mit dem „recollection“-Prozess in Verbindung gebracht.

Die stärker ausgeprägte Positivierung beim Abruf „alter“ Inhalte im Vergleich zu „neuen“ Inhalten, der sogenannte „old-new effect“, findet sich nur für korrekte Antworten („hit“) nicht für inkorrekte Antworten („miss“)(Allan et al., 1998, S. 223). Zudem ist die Positivierung ausgeprägter, wenn nicht nur der Stimulus (z.B. Wörter) sondern zudem auch der Kontext korrekt abgerufen wurde (Wilding, 2000). Diese Ergebnisse veranlassten Wilding zu der Annahme, dass die Positivierung im „old-new effect“ graduell das Ausmaß des Gedächtnisabrufs widerspiegelt (siehe auch Kap. 2.3.2). Diesen korrelativen Zusammenhang zwischen Positivierung und Gedächtnisanforderung nimmt Wilding nicht nur für den parietalen „old-new effect“ sondern auch für den frontalen „old-new effect“ an. Ein Zusammenhang zwischen Positivierung und Gedächtnisabruf wurde in ähnlicher Weise bereits für die P300 angenommen (Donchin et al., 1981; Donchin & Coles, 1988; Otten & Donchin, 2000). Bei ausgeprägter P300 sollte die Wahrscheinlichkeit für einen korrekten Gedächtnisabruf höher sein.

Bei der hier diskutierten Positivierung, z.B. im „old-new effect“ oder auch bei der Bedingung „Sagen“ in der „reality monitoring“-Aufgabe, besteht gerade dieser Zusammenhang so nicht. Die Positivierung ist gerade bei den Bedingungen („Alt“ und „Sagen“) stärker ausgeprägt, die schlechter erinnert werden bzw. bei denen schlechtere Erinnerungsleistungen in den Verhaltensdaten bestehen (siehe Kap. 4.1.1). Es kann jedoch angenommen werden, dass beim Abruf selbstgenerierter Inhalte (Bedingung „Sagen“) in einem stärkeren Maße „recollection“-Prozesse gefordert sind als beim Abruf von wahrgenommenen Inhalten (Bedingung „Hören“). Die Positivierung in den vorliegenden Aufgaben könnte entsprechend die höhere mentale Anstrengung beim Abruf dieser Inhalte widerspiegeln. Diese Überlegungen werden bedeutsam bei der Betrachtung der evozierten Potentiale der Patientengruppen beim „reality monitoring“.

#### 5.1.4 „reality monitoring“ bei schizophrenen Patienten

Die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit ist es, bei Patienten mit halluzinatorischem Erleben die Verarbeitung von selbstgenerierten und wahrgenommenen Inhalten zu untersuchen. Zum „reality monitoring“ liegen keine elektrophysiologischen Arbeiten mit schizophrenen Patienten vor. Ausgehend von den bisherigen Untersuchungen wurde jedoch angenommen, dass Patienten mit Halluzinationen eine schlechtere Differenzierung von selbstbenannten Inhalten (Bedingung „Sagen“) und wahrgenommenen Inhalten (Bedingung „Hören“) zeigen. Patienten ohne Halluzinationen sollten daher in ihrem Aktivierungsmuster den gesunden Kontrollen vergleichbar sein, gegebenenfalls eine geringere Positivierung der Bedingung „Sagen“ aufweisen (siehe Kap. 2.4.5). Patienten mit Halluzinationen hingegen sollten aufgrund der Defizite im „self-monitoring“ keine Differenzierung in den Bedingungen zeigen.

Für die Patienten ohne Halluzinationen kann die Hypothese bestätigt werden. Diese Patienten zeigen mit einer Latenz von 400 ms eine stärkere Positivierung der Bedingung „Sagen“, insbesondere über rechtsmedialen und rechtsanterioren Elektrodenpositionen (siehe Abb. 4.21-1 bis 4.21-3). Die Patienten zeigen eine größere Latenz in der Entwicklung der Bedingungsunterschiede im Vergleich zu den gesunden Kontrollen. Auch sind die Bedingungsunterschiede geringer ausgeprägt und werden bei den Post Hoc-Tests zu der Dreifachinteraktion LATERALITÄT X BEDINGUNG X GRUPPE ( $F(2,39) = 6,09, p < 0,01$ ) nicht signifikant (siehe Tab. 4.9). Die Bedingungsunterschiede sind jedoch auch in der GFP nachweisbar (siehe Abb. 4.17) und auch in der topographischen Darstellung der Oberflächenpotentiale zeigen sich die Bedingungsunterschiede mit rechtslateralisierter medial bis anteriorer Ausprägung bei dieser Patientengruppe (siehe Abb. 4.20).

Patienten mit Halluzinationen hingegen zeigen ein von den Patienten ohne Halluzinationen und den gesunden Kontrollen deutlich abweichendes Aktivierungsmuster. Mit einer Latenz von 200 ms zeigen diese Patienten rechtsmedial eine signifikant stärkere Positivierung beim Abruf wahrgenommener Inhalte (Bedingung „Hören“) (siehe Abb. 4.19-1 bis 4.19-3). Dieser Bedingungsunterschied „Hören“ > „Sagen“ ist im nachfolgenden Zeitbereich über rechtsanterioren Elektrodenpositionen signifikant nachweisbar (siehe Abb. 4.21-1 bis 4.21-3). Während somit Kontrollen und auch geringer ausgeprägt Patienten ohne Halluzinationen rechtsmedial bis rechtsanterior den Bedingungsunterschied „Sagen“ > „Hören“ ausbilden, zeigen Patienten mit Halluzinationen entgegengesetzte Aktivierungen mit dem Bedingungsunterschied „Hören“ > „Sagen“ über diesen Hirnregionen. Im Einklang mit diesem Ergebnis lässt sich auch in der GFP eine stärkere Gesamtaktivierung der Bedingung „Hören“ nachweisen (siehe Abb. 4.17) und auch in der topographischen Darstellung der evozierten Potentiale ist vor allem in den Differenzmaps dieser Unterschied über rechtslateralisierten Regionen zu sehen (siehe Abb. 4.18 und Abb. 4.20).

Dieses Ergebnis bestätigt somit die Annahme, dass spezifisch Patienten mit Halluzinationen beim „reality monitoring“ in ihrer Verarbeitung von Patienten ohne Halluzinationen und auch von gesunden Probanden abweichen. Statistisch signifikant lässt sich dies für den Zeitbereich der P300 (200-400 ms) mit der Dreifachinteraktion LATERALITÄT X BEDINGUNG X GRUPPE ( $F(2,39) = 4,06$ ,  $p < 0,05$ ) und für den Zeitbereich der Slow Wave (400-800 ms) mit der Interaktion LATERALITÄT X BEDINGUNG X GRUPPE ( $F(2,39) = 6,06$ ,  $p < 0,01$ ) nachweisen.

Entgegen den Erwartungen besteht keine geringere Differenzierung der Bedingungen bei den Patienten mit Halluzinationen (d.h. keine Bedingungsunterschiede) sondern insgesamt eine geringere Aktivierung im EEG (siehe GFP Abb., 4.17), eine geringere Positivierung in den untersuchten Zeitbereichen und insbesondere eine geringere Positivierung der Bedingung „Sagen“.

Entsprechend den Untersuchungen zum „old-new effect“ wurde angenommen, dass die Positivierung als Korrelat für das Ausmaß des beteiligten „recollection“ Prozesses verstanden werden kann (siehe Wilding et al, 1996; Wilding, 2000). So kann für Patienten mit Halluzinationen gefolgert werden, dass der Abruf selbstgenerierter Inhalte (Bedingung „Sagen“) in einem geringeren Ausmaß über den „recollection“-Prozess erfolgt. In den Verhaltensdaten ist entsprechend nachweisbar, dass diese Patienten spezifisch beim Abruf selbstbenannter Inhalte schlechtere Erinnerungsleistungen zeigen (siehe Kap. 4.1.2). In dieser Bedingung nehmen Patienten mit Halluzinationen häufiger fälschlicherweise an selbstgenerierte Inhalte gehört zu haben, wie dies bereits in Verhaltensexperimenten zum „reality monitoring“ vielfach beschrieben wurde (siehe Kap. 2.2.4).

Andererseits zeigen gerade Patienten ohne Halluzinationen und auch gesunde Kontrollen schlechtere Erinnerungsleistungen für die Bedingungen in denen im EEG eine größere Positivierung nachweisbar ist. Für diese Probanden besteht in der Rekognition von Inhalten ein „old-new“-effect und damit eine stärkere Positivierung beim Abruf „alter“ Items, sowie eine stärkere Positivierung der Bedingung „Sagen“ im „reality monitoring“. Diese Bedingungen werden entsprechend den Ergebnissen der Verhaltensdaten schlechter erinnert als „neue“ Items und die Bedingung „Hören“. Gesunde Kontrollprobanden und Patienten ohne Halluzination scheinen in stärkerem Maße bewusste und aktive Suchprozesse einzusetzen bei Bedingungen deren Abruf oder Zuordnung schwieriger und unsicherer ist. So dass möglicherweise die stärkere Positivierung im EEG auch das Ausmaß der mentalen Anstrengung bei der Bewältigung der Anforderung widerspiegelt.

Nach diesen Überlegungen würden Patienten mit Halluzinationen eine geringere mentale Anstrengung bei Bedingungen aufbringen die gerade ein höheres Maß dieser Anstrengung erfordern. Patienten mit Halluzinationen scheinen sich dementsprechend zumindest in ihren Abrufstrategien von Patienten ohne Halluzinationen und von Kontrollen zu unterscheiden. Eine Beeinträchtigung schizophrener Patienten geeignete Strategien im Gedächtnisabruf einzusetzen wurde für schizophrene Patienten bereits nachgewiesen und u.a. mit Dysfunktionen in Frontalhirnregionen in Verbindung gebracht (Iddon et al., 1998)

Stehen die Unterschiede in den evozierten Potentialen beim „reality monitoring“ schizophrener Patienten mit Halluzinationen im Einklang mit den Theorien zur Erklärung halluzinatorischen Erlebens (siehe Kap. 2.2.2 und 2.2.3) ?

Nach Damasio (1989) erfolgt beim Gedächtnisabruf eine Aktivierung der Modalitäten der eingespeicherten Information. Gedächtnisinhalte sind nicht in spezifischen, umschriebenen Regionen gespeichert. Vielmehr erfolgt beim Abruf, in Übereinstimmung mit den Annahmen von Johnson zum SMF (Johnson et al., 1993; siehe Kap. 2.1.2), eine „Reaktivierung“ der Inhalte und der entsprechenden Hirnregionen die bei der Wahrnehmung und Enkodierung des Ereignisses beteiligt waren. Durch diese Aktivierung erfolgt der Gedächtnisabruf - Inhalte werden nach dieser Vorstellung beim Abruf sozusagen in allen beteiligten Modalitäten wiedererlebt. Diese Überlegungen wurden von Rösler und Mitarbeitern in einer ERP-Studie untersucht (Rösler et al., 1995). Sie konnte eine spezifische, in diesem Fall späte anhaltende Negativierung über frontalen Regionen beim Abruf von verbalem Material, über parietalen Regionen beim Abruf von räumlichen Material und über temporalen und occipitalen Regionen beim Abruf von Farben nachweisen.

Gesunde Kontrollprobanden und auch Patienten ohne Halluzinationen weisen in der vorliegenden Arbeit über anterioren Hirnregionen Bedingungsunterschiede auf, mit einer stärkeren Positivierung beim Abruf selbstbenannter Gedächtnisinhalte. Dies könnte, entsprechend den beschriebenen Überlegungen, mit der „Reaktivierung“ der kognitiven Prozesse bei der Verbalisierung der Bildbenennung in Verbindung gebracht werden. Entsprechend findet bei Patienten mit akustischen Halluzinationen - durch die geringe Positivierung der Bedingung „Sagen“ über anterioren Regionen – kein Abruf dieser assoziierten Gedächtnismerkmale statt. Diese Überlegung steht auch im Einklang mit der Theorie von Frith zur Erklärung akustischer Halluzinationen schizophrener Patienten (Frith, 1993; siehe Kap. 2.2.3). Wonach den Patienten mit akustischen Halluzinationen aufgrund einer Störung im internen „monitoring“ selbstgenerierte, willentlich-intendierte Handlungen nicht bewusst werden. In Folge eigene Gedanken nicht als selbstgeneriert wahrgenommen werden. Beim Abruf selbstgenerierter Inhalte entsprechend auch nicht die assoziierten Handlungen abgerufen werden.

In bildgebenden Untersuchungen zur Verarbeitung innerer Denkvorgänge bzw. Vorstellungen und zur Verarbeitung von innerem Sprechen konnten bei Patienten mit akustischen



Halluzinationen zudem Unterschiede in der Aktivierung temporaler Regionen nachgewiesen werden (McGuire et al., 1996; Sukhwinder et al., 2000; siehe Kap. 2.2.2). In den rechtsmedialen Hirnregionen der vorliegenden Untersuchung zeigen Patienten mit Halluzinationen eine signifikant stärkere Positivierung beim Abruf wahrgenommener Inhalte und weichen damit in ihrem Aktivierungsmuster von den gesunden Kontrollen und den Patienten ohne Halluzinationen ab.

Die Unterschiede zwischen den Probandengruppen im Aktivierungsmuster in der Rekognitionsaufgabe und auch im „reality monitoring“ können nach den vorliegenden Daten nicht auf Unterschiede in der Enkodierung zurückgeführt werden. Kontrollprobanden weisen in der Enkodierung zwar Bedingungsunterschiede auf, die beiden Patientengruppen unterschieden sich in der Verarbeitung der Bedingungen jedoch nicht, wie in der GFP der Enkodierung ersichtlich wird (siehe Abb. 4.33). Auch ergab die statistische Analyse nur schwache Hinweise für Gruppenunterschiede.

Patienten mit Halluzinationen gelingt es nach den vorliegenden Daten daher nicht in den entsprechenden Hirnregionen, die mit dem verbalen „self-monitoring“ in Verbindung gebracht werden, eine vergleichbare Positivierung beim Abruf selbstbenannter Gedächtnisinhalte zu entwickeln. Die Unterschiede zwischen Patienten mit Halluzinationen und Patienten ohne Halluzinationen sowie gesunden Probanden finden sich in der vorliegenden Arbeit in medialen und anterioren Regionen. Nach den Überlegungen von Frith (siehe Kap. 2.2.3) aber auch nach Ford und Mitarbeitern besteht bei schizophrenen Patienten eine Diskonnektivität in eben diesen Hirnregionen (Ford et al., 2002). So dass die vorliegenden Untersuchungsergebnisse durchaus die Hypothese stützen, dass spezifisch Patienten mit Halluzinationen Beeinträchtigungen im „self-monitoring“ und dadurch auch bei Gedächtnisanforderungen im „reality monitoring“ Beeinträchtigungen aufweisen. Inwieweit die Defizite im „reality monitoring“ auch das Erleben akustischer Halluzinationen erklären könnten kann mit den Ergebnissen nicht geklärt werden. Hierzu sind noch weitere Studien zu dieser Thematik notwendig. Insbesondere muss in diese Studien die Frage geklärt werden, ob die Unterschiede im Aktivierungsmuster bei „reality monitoring“ nicht auf spezifische, dysfunktionale Abrufstrategien der Patienten mit Halluzinationen zurückgeführt werden kann.

## 6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde der Versuch unternommen, die Annahme zu prüfen ob schizophrene Patienten mit akustischen Halluzinationen im Abruf selbstgenerierter Inhalte stärker beeinträchtigt sind als schizophrene Patienten ohne Halluzinationen und gesunde Kontrollprobanden. Die Fragestellung leitet sich aus den vielfältigen Befunden ab, die das halluzinatorische Erleben schizophrener Patienten mit Defiziten im „self-monitoring“ in Verbindung bringen (siehe Kap. 2.2.3, siehe auch Stirling et al., 2001). Schizophrene Patienten mit Halluzinationen sind nach diesen Untersuchungen und Theorien beeinträchtigt in der Wahrnehmung bzw. im „monitoring“ willentlich intendierter Handlungen (Frith, 1993) - und entsprechend beeinträchtigt beim Abruf selbstgenerierter Inhalte den assoziierten Lernkontext abzurufen und die Quelle der Information korrekt zuzuordnen (SMF; siehe Johnson et al., 1993). So dass schizophrene Patienten mit akustischen Halluzinationen fälschlicherweise selbstgenerierte Inhalte als gehört wahrnehmen bzw. erinnern.

Tatsächlich konnte dies in einigen Untersuchungen zum sogenannten „reality monitoring“ für schizophrene Patienten mit Halluzinationen nachgewiesen werden (siehe Kap. 2.2.4). In diesen Untersuchungen mussten die Probanden meist erinnern ob zuvor gesehene Wörter vom Versuchsleiter vorgegeben wurden oder zuvor selbst genannt werden mussten. In diesen Untersuchungen zeigte sich, dass Patienten mit Halluzinationen häufiger selbstgenerierte Wörter als gehört erinnern. Orientierend an diesen Untersuchungen wurde auch in der vorliegenden Arbeit eine Aufgabe konstruiert, in der die Probanden erinnern mussten ob sie zu einem Bild die Benennung des Bildes selbst genannt bzw. gehört hatten. Zudem wurde eine Rekognitionsaufgabe zu diesen Bildern durchgeführt.

Die vorliegenden Ergebnisse der Verhaltensdaten bestätigen die größere Beeinträchtigung schizophrener Patienten beim Abruf selbstgenerierter Inhalte. Diese Patienten zeigen spezifisch im Abruf von Bildern die selbstbenannt wurden eine geringe Anzahl korrekter Zuordnungen und eine höhere Fehlerrate. Damit nehmen diese Patienten in einem höherem Maße als Patienten ohne Halluzinationen und gesunde Probanden an, selbstbenannte Inhalte gehört zu haben.

Um die beteiligten hirnpfysiologischen Prozesse des Abrufs zu erfassen, wurden gleichzeitig die evozierten Potentiale erhoben. Für die evozierten Potentiale bei Gedächtnisaufgaben wurde in einigen Untersuchungen eine spezifische Positivierung nachgewiesen die mit dem bewussten Gedächtnisabruf („recollection“) in Verbindung gebracht wird (siehe Kap. 2.3.2 und 2.3.3). Diese Positivierung, bzw. der sog. „old-new effect“, findet sich beim verbalen Abruf vor allem über links parietalen Hirnregionen und mit zunehmender Anforderung an den

Gedächtnisabruf stärker rechtslateralisiert über frontalen Hirnregionen. Hirnregionen die nach den Annahmen von Frith beim „self-monitoring“ beteiligt sind (Frith, 1993), Hirnregionen die jedoch auch bei schizophrenen Patienten und insbesondere beim Erleben akustischer Halluzinationen in ihrer Aktivierung Auffälligkeiten aufweisen (siehe Kap. 2.2.2).

Auch in der vorliegenden Arbeit fanden sich in diesen Hirnregionen in den ereigniskorrelierten Potentialen beim „reality monitoring“ schizophrener Patienten mit Halluzinationen ein abweichendes Aktivierungsmuster im Vergleich zu schizophrenen Patienten ohne Halluzinationen und gesunden Kontrollprobanden. Die Patienten mit akustischen Halluzinationen zeigen eine stärkere Positivierung beim Abruf wahrgenommener Gedächtnisinhalte während die Patienten ohne Halluzinationen und die gesunden Probanden eine stärkere Positivierung beim Abruf selbstgenerierter Gedächtnisinhalte aufweisen. Dieser Unterschied ist vor allem über rechtsmedialen und rechtsanterioren Hirnregionen nachweisbar.

Schizophrene Patienten mit Halluzinationen zeigen jedoch auch bei der Rekognition von bereits gesehenen bzw. „neuen“ Bildern eine stärkere Positivierung beim Erkennen „neuer“ Bilder, im Gegensatz zu Kontrollen und Patienten ohne Halluzinationen die eine stärkere Positivierung beim Wiedererkennen „alter“ Bilder, den sog. „old-new effect“, zeigen. So dass schizophrene Patienten mit Halluzinationen nicht nur bei „reality monitoring“-Aufgaben sondern auch bei der Rekognition von Gedächtnisinhalten Unterschiede im Aktivierungsmuster aufweisen, im Vergleich zu schizophrenen Patienten ohne Halluzinationen und gesunden Kontrollen.

So dass dies Ergebnisse einerseits die Annahme einer Beeinträchtigung schizophrener Patienten im „reality monitoring“ stützen. Andererseits kann nach diesen Ergebnissen auch angenommen werden, dass Patienten mit Halluzinationen beim Abruf von Bedingungen die eine höhere mentale Anstrengung und in stärkerem Maße den Gedächtnisprozess „recollection“ erfordern diese Prozesse nicht ausreichend aktivieren können. Entsprechend weisen diese Patienten auch eine geringere Gesamtaktivierung im EEG bei der Bewältigung beider Gedächtnisaufgaben auf. Auch zeichnet sich ab, dass diese Patienten den Gedächtnisabruf in einem geringeren Ausmaß auf der Basis der bildhaften Information durchführen, was sich in der geringeren Rechtslateralität der Bedingungsunterschiede beim Abruf im Vergleich zu den Kontrollen und den Patienten ohne Halluzinationen nachweisen lässt. So dass nach diesen Ergebnissen auch angenommen werden kann, dass Patienten mit Halluzinationen dysfunktionale Strategien beim Gedächtnisabruf einsetzen und sich hier von den Patienten ohne Halluzinationen und den gesunden Probanden unterscheiden.

Insgesamt wurde in den ereigniskorrelierten EEG-Daten eine größere Ähnlichkeit zwischen den Kontrollen und den Patienten ohne Halluzinationen deutlich. Patienten ohne Halluzinationen zeigen rechtsmedial und anterior ähnliche Bedingungsunterschiede wie gesunde Kontrollen mit jedoch verzögerter Latenz und geringerer Ausprägung. So dass nach diesen Ergebnissen, wie von einigen Wissenschaftlern oft gefordert, eine stärkere Beachtung der Symptomatik bei der Untersuchung schizophrener Patienten notwendig erscheint.

## 7. Literaturverzeichnis

Al-Issa, I. (1995). The illusion of reality or the reality of illusion. Hallucination and culture. *British Journal of Psychiatry*, 166, 368-373.

Allan, K. & Rugg, M.D. (1997). An event-related potential study of explicit memory on tests of cued recall and recognition. *Neuropsychologia*, 35, 387-397.

Allan, K., Wilding, E.L. & Rugg, M.D. (1998). Electrophysiological evidence for dissociable processes contributing to recollection. *Acta Psychologica*, 98, 231-252.

American Psychiatric Association. (1980). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (3<sup>th</sup> ed.). Washington, D.C: American Psychiatric Association

American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4<sup>th</sup> ed.). Washington, D.C: American Psychiatric Association (deutsch. (1998) *Diagnostisches und Statistisches Manual Psychischer Störungen DSM IV*. Hogrefe: Göttingen)

Andreasen, N.C. (1987). The diagnosis of schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 13, 9-22.

Bachelder, B.L. & Denny, M.R. (1977a). A theory of intelligence: I. Span and the complexity of stimulus control. *Intelligence*, 1, 127-150.

Bachelder, B.L. & Denny, M.R. (1977b). A theory of intelligence: II. The role of span in a variety of intellectual tasks. *Intelligence*, 1, 237-256.

Baddeley, A. (1986). *Working Memory*. Oxford: Clarendon Press

Baddeley, A. (1990). *Human memory: theory and praxis*. London: LEA.

Baker, C.A. & Morrison, A.P. (1998). Cognitive processes in auditory hallucinations: attributional biases and metacognition. *Psychological Medicine*, 28, 1199-1208.

Baving, L., Rockstroh, B., Rößner, P., Cohen, R., Elbert, T & Roth, W.T. (2000). Event related potential correlates of acquisition and retrieval of verbal associations in schizophrenics and controls. *Journal of Psychophysiology*, 14, 87-96.

Benkert, O. & Hippus, H. (1998). *Kompendium der Psychiatrischen Pharmakotherapie*. Springer: Berlin, Heidelberg.

Bentall, R.P. (1990). The illusion of reality: A review and integration of psychological research on hallucination. *Psychological Bulletin*, 107, 82-95.

Bentall, R.P., Baker, G.B. & Havers, S. (1991). Reality monitoring and psychotic hallucinations. *British Journal of Clinical Psychology*, 30, 213-222.

Bornstein, B.H. & LeCompte, D.C. (1995). A comparison of item and source forgetting. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2, 254-259.

- Brébion, G., Amador, X., Smith, M.J. & Gorman, J.M. (1997). Mechanisms underlying memory impairment in schizophrenia. *Psychological Medicine*, 27, 383-393.
- Brébion, G., Amador, X., David, A., Malaspina, D., Sharif, Z. & Gorman, J.M. (2000). Positive symptomatology and source-monitoring failure in schizophrenia – an analysis of symptom-specific effects. *Psychiatry Research*, 95, 119-131.
- Bredenkamp, J. & Erdenfelder, E. (1996). Methoden der Gedächtnispsychologie. In: D. Albert & K.-H. Stapf (Eds.). *Enzyklopädie der Psychologie, Theorie und Forschung, Serie II: Kognition, Band 4*, S.1-94. Göttingen: Hogrefe.
- Cleghorn, J.M., Franco, S., Szechtman, B., Kaplan, R.D., Szechtman, H., Brown, G.M., Nahmias, C. & Garnett, S.E. (1992). Towards a brain map of auditory hallucinations. *American Journal of Psychiatry*, 149, 1062-1069.
- Comer, N.L., Madow, L. & Dixon, J.J. (1967). Observation of sensory deprivation in a life-threatening situation. *American Journal of Psychiatry*, 124, 164-169.
- Crespo-Facorro, B., Paradiso, S., Andreasen, N.C., O’Leary, D.S., Watkins, G.L., Boles Ponto, L.L. & Hichwa, R.D. (1999). Recalling word lists reveals „cognitive dysmetria“ in schizophrenia: a positron emission tomography study. *American Journal of Psychiatry*, 156, 386-392.
- Curran, T. (1999). The electrophysiology of incidental and intentional retrieval: ERP old/new effects in lexical decision and recognition memory. *Neuropsychologia*, 37, 771-785.
- Curran, T. (2000). Brain potentials of recollection and familiarity. *Memory & Cognition*, 28, 923-938.
- Curran, T., Schacter, D.L., Johnson, M.K. & Spinks, R. (2001). Brain potentials reflect behavioral differences in true and false recognition. *Journal of cognitive neuroscience*, 13, 201-216.
- Damasio, A.R. (1989). Time-locked multiregional retroactivation: A system-level proposal for the neuronal substrates of recall and recognition. *Cognition*, 33, 25-62.
- David, A.S. & Cutting, J.C. (Eds.). (1994). *The neuropsychology of schizophrenia*. New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- David, A.S., Woodruff, P.W.R., Howard, R., Mellers, J.D.C., Brammer, M., Bullmore, E., Wright, I., Andrew, C. & Williams, S.C.R. (1996). Auditory hallucinations inhibit exogenous activation of auditory associate cortex. *NeuroReport*, 7, 932-936.
- David, A.S. (1999). Auditory hallucinations: phenomenology, neuropsychology and neuroimaging update. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 99 (Suppl. 395), 95-104.
- Delis, D.C., Kramer, J.H., Kaplan, E. & Ober, B.A. (1987). *California Verbal Learning Test. Manual*. Psychological Cooperation: New York.
- Dierks, T., Linden, D.E.J., Jandl, M., Formisano, E., Goebel, R., Lanfermann, H. & Singe, W. (1999). Activation of Heschl’s Gyrus during auditory hallucinations. *Neuron*, 22, 615-621.

- Dieterle, D., Albus, M., Eben, E., Ackenheil, M. & Rockstroh, W. (1986). Preliminary experiences and results with the Munich version of the Andreasen Scale. *Pharmacopsychiatry*, 19, 96-100.
- Düzel, E., Yonelinas, A.P., Mangun, G.R., Heinze, H.-J. & Tulving, E. (1997). Event-related brain potential correlates of two states of conscious awareness in memory. *Proceedings of the Natural academy of Sciences*, 94, 5973-5978.
- Evans, C.L., McGuire, P.K. & David, A.S. (2000). Is auditory imagery defective in patients with auditory hallucinations?. *Psychological Medicine*, 30, 137-48.
- Fletcher, P.C., Shallice, T. & Dolan, R.J. (1998). The functional roles of prefrontal cortex in episodic memory: I.Encoding. *Brain*, 121, 1239-48.
- Ford, J.M. (1999). Schizophrenia: the broken P300 and beyond. *Psychophysiology*, 36, 667-682.
- Ford, J.M., Mathalon D.H., Whitfield, S., Faustman, W.O. & Roth, W.T. (2002). Reduced communication between frontal and temporal lobes during talking in schizophrenia. *Biological Psychiatry*, 51, 485-492.
- Franck, N., Rouby, P., Daprati, E., Daléry, J., Marie-Cardine, M. & Georgieff, N. (2000). Confusion between silent and overt reading in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 41, 357-364.
- Frith, C.D. (1993). *The cognitive neuropsychology of schizophrenia*. Hove (UK), Hillsdale (USA): Lawrence Erlbaum Associates.
- Gillund, G. & Shiffrin, R.M. (1984). A retrieval model for both recognition and recall. *Psychological Review*, 91, 1-67.
- Gold, J.M., Carpenter, C., Randolph, C., Goldberg, T.E. & Weinberger, D.R. (1997). Auditory working memory and Wisconsin Card Sorting test performance in schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, 54, 159-165.
- Gottesmann, J.J. (1993). *Schizophrenie. Ursachen, Diagnose und Verlaufsformen*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Gould, L.N. (1949). Auditory hallucinations and subvocal speech. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 109, 418-27.
- Guillem, F., Bicu, M., Hooper, R., Bloom, D., Wolf, M.A., Messier, J., Desautels, R. & Debruille, J.B. (2001). Memory impairment in schizophrenia: a study using event-related potentials in implicit and explicit tasks. *Psychiatry Research*, 104, 157-73.
- Hager, W. & Hasselhorn, M. (1994). *Handbuch deutschsprachiger Wortnormen*. Göttingen: Hogrefe.
- Hämäläinen, M.S. & Ilmoniemi, R.J. (1994). Interpreting magnetic fields of the brain: M.N. estimates. *Medical and Biological Engineering*, 32, 35-42.

- Halliday, G.M. (2001). A review of the neuropathology of schizophrenia. *Clinical Experimental Pharmacological Physiology*, 28, 64-5.
- Hashtroudi, S., Johnson, M. & Chrosniak, L.D. (1998). Aging and source monitoring. *Psychology and Aging*, 4, 106-112.
- Hauk, O., Berg, P., Wienbruch, C., Rockstroh, B. & Elbert, T. (in press). The MN method as an effective mapping tool for MEG analysis. *Proceedings of the Biomag 98, Sendai, Japan*.
- Heaton, R.K., Chelune, G.J., Talley, J.L., Kay, G.G. & Curtiss, G. (1993). *Wisconsin Card Sorting Test manual*. Revised and expanded. Psychological Assessment Resources, Inc.: Florida.
- Heckers, S., Goff, D., Schacter, D.L., Savage, C.R., Fischman, A.J., Alpert, M.N. & Rauch, S.L. (1999). Functional imaging of memory retrieval in deficit vs nondéficit schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, 56, 1117-1123.
- Heckers, S., Curran, T., Goff, D., Rauch, S.L., Fischman, A.J., Alpert, N.M. & Schacter, D.L. (2000). Abnormalities in the Thalamus and prefrontal cortex during episodic object recognition in schizophrenia. *Biological Psychiatry*, 48, 641-650.
- Heilbrun, A.B. (1980). Impaired recognition of self-expressed thought in patients with auditory hallucinations. *Journal of Abnormal Psychology*, 89, 728-736.
- Helmholtz, H. (1966). *Handbuch der physiologischen Optik*. Voss: Leipzig.
- Henkel, L.A., Johnson, M.K. & De Leonardis, D.M. (1998). Aging and source monitoring: cognitive processes and neuropsychological correlates. *Journal of Experimental Psychology: General*, 127, 251-268.
- Iddon, J.L., McKenna, P.J., Sahakian, B.J. & Robbins, T.W. (1998). Impaired generation and use of strategy in schizophrenia: evidence from visuospatial and verbal tasks. *Psychological Medicine*, 28, 1049 – 1062.
- Ilmberger, J. (1988). *Deutsche Version des California Verbal Learning Test*. Institut für Medizinische Psychologie der Universität München.
- Jablensky, A., Satorius, N., Ernberg, G., Anker, M., Korten, A., Cooper, J.E., Day, R. & Bertelsen, A. (1992). Schizophrenia: Manifestations, incidence and course in different cultures. *Psychological Medicine*, Suppl. 20.
- Jacoby, L.L. & Dallas, M. (1981). On the relationship between autobiographical memory and perceptual learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 110, 306-340.
- Jacoby, L.L. & Kelley, C.M. (1992). Unconscious influences of memory: Dissociations and automaticity. In: D. Milner & M. Rugg (Eds.). *The neuropsychology of consciousness*, 201-233. San Diego, CA: Academic Press.
- Jahn, T. & Mussgay, L. (1989). Die statistische Kontrolle möglicher Medikamenteneinflüsse in experimentalphysiologischen Schizophreniestudien: Ein Vorschlag zur Berechnung von Chlorpromazinäquivalenten. *Zeitschrift für Klinische Psychologie*, XVIII, 257-267.



- Johnson, M.K. & Raye, C.L. (1981). Reality monitoring. *Psychological Review*, 88, 67-85.
- Johnson, M.K., Hashtroudi, S. & Lindsay, D.S. (1993). Source monitoring. *Psychological Bulletin*, 114, 3-28.
- Johnson, M.K., Kounios, J. & Nolde, S.F. (1996). Electrophysiological brain activity and memory source monitoring. *NeuroReport*, 7, 2929-2932.
- Johnson, R., Kreiter, K., Russo, B. & Zhu, J. (1998). A spatio-temporal analysis of recognition-related event-related brain potentials. *International Journal of Psychophysiology*, 29, 83-104.
- Kay, S.R., Fiszbein, A. & Opler, L.A. (1987). The positive and negative syndrome scale (PANSS) for schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 13, 261-275.
- Kayser, J., Bruder, G.E., Friedman, D., Tenke, C.E., Amador, X.F., Clark, S.C., Malaspina, D. & Gorman, J.M. (1999). Brain event-related potentials (ERPs) in schizophrenia during a word recognition memory task. *International Journal of Psychophysiology*, 34, 249-265.
- Keefe, R.S.E., Arnold, M.C., Bayen, U.J. & Harvey, P.D. (1999). Source monitoring deficits in patients with schizophrenia; a multinomial modelling analysis. *Psychological Medicine*, 29, 903-914.
- Kegeles, L.S., Shungu, D.C., Anjilvel, S., Chan, S., Ellis, S.P., Xanthopoulos, E., Malaspina, D., Gorman, J.M., Mann, J.J., Laruelle, M. & Kaufmann, C.A. (2000). Hippocampal pathology in schizophrenia: magnetic resonance imaging and spectroscopy studies. *Psychiatry Research*, 98, 163-75.
- Kolb, B. & Wishaw, I.Q. (1993). *Neuropsychologie*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Lennox, B.R., Park, S.B.G., Medley, I., Morris, P.G. & Jones, P.B. (2000). The functional anatomy of auditory hallucinations in schizophrenia. *Psychiatry Research*, 100, 13-20.
- Levin, D.N., Calvino, R. & Popovics, A. (1982). Language in the absence of inner speech. *Neuropsychologia*, 20, 391-409.
- Liddle, P.F., Friston, K.J. & Frith, C.D. (1992). Patterns of regional cerebral blood flow in schizophrenia. *British Journal of Psychiatry*, 160, 179-186.
- Lukoff, D., Nuechterlein, K. & Ventura, J. (1986). Appendix A. Manual for expanded brief psychiatric rating scale (BPRS). *Schizophrenia Bulletin*, 12, 594-602.
- Mandler, G. (1980). Recognizing: The judgement of previous occurrence. *Psychological Review*, 87, 252-271.
- Markowitsch, H.J. (1994). Zur Representation des Gedächtnisses im Gehirn. In: M.Haupts, H.F.Durwen, W.Gehlen & H.J. Markowitsch (Eds.) *Neurologie und Gedächtnis* (S. 8-18). Bern: Huber-Verlag.

- Martin-Loeches, M., Molina, V., Munoz, F., Hinojosa, J.A., Reig, S., Desco, M., Benito, C., Sanz, J., Gabiri, A., Sarramea, F., Santos, A. & Palomo, T. (2001). P300 amplitude as a possible correlation of frontal degeneration in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 49, 121-8.
- McGuigan, F.J. (1966). Covert oral behavior and auditory hallucinations. *Psychophysiology*, 3, 73-80.
- McGuire, P.K., Shah, G.M.S. & Murray, R.M. (1993). Increased blood flow in Broca's area during auditory hallucinations in schizophrenia. *The Lancet*, 342, 703-706.
- McGuire, P.K., Silbersweig, D.A., Wright, I., Murray, R.M., David, S.A., Frackowiak, R.S.J. & Frith, C.D. (1995). Abnormal monitoring of inner speech: a physiological basis for auditory hallucinations. *The Lancet*, 346, 596-600.
- McGuire, P.K., Silbersweig, D.A., Murray, R.M., Frackowiak, R.S.J. & Frith, C.D. (1996). The neuronal correlates of inner speech and auditory verbal imagery in schizophrenia: relationship to auditory verbal hallucinations. *British Journal of Psychiatry*, 169, 148-159.
- Miller, A. (1956). The magic number seven plus and minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Morrison, A.P. & Haddock, G. (1997). Cognitive factors in source monitoring and auditory hallucinations. *Psychological Medicine*, 27, 669-679.
- Moscovitch, M. (1989). Confabulation and the frontal systems: Strategic versus associative retrieval in neuropsychological theories of memory. In: H.L. Roediger III & F.I.M. Craik (Eds.). *Varieties of memory and consciousness: Essays in honour of Endel Tulving* (pp. 133-160). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Murdock, B.B. (1982). A theory for the storage and retrieval of items and associative information. *Psychological Review*, 89, 609-626.
- Nayani, T.H. & David, A.S. (1996). The auditory hallucination: a phenomenological survey. *Psychological Medicine*, 26, 177-89.
- Nohara, S., Suzuki, M., Kurachi, M., Yamashita, I., Matsui, M., Seto, H. & Saitoh, O. (2000). Neural correlates of memory organization deficits in schizophrenia. A single photon emission computed tomography study with <sup>99m</sup>Tc-ethyl-cysteinate dimer during verbal learning task. *Schizophrenia Research*, 42, 209-222.
- Nolde, S.F., Johnson, M.K. & D'Esposito, M. (1998a). Left prefrontal activity during episodic memory remembering: an event-related fMRI study. *NeuroReport*, 9, 3509-3514.
- Nolde, S.F., Johnson, M.K. & Raye, C.L. (1998b). The role of prefrontal cortex during tests of episodic memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 399-406.
- Nyberg, L., McIntosh, A.R., Cabeza, R., Habib, R., Houle, S. & Tulving, E. (1996). General and specific brain regions involved in encoding and retrieval of events: what, where, and when. *Proceedings of the Natural Academy of Science*, 93, 11280-5.

- Oldfield, R. (1971). The assesment and analysis of handedness: The Edinburgh Questionaire. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.
- Otten, L.J. & Donchin, E. (2000). Relationship between P300 Amplitude and subsequent recall for distinctive events: dependent on type of distinctiveness attribute. *Psychophysiology*, 37, 644-661.
- Overall, J.E. & Gorham, D.R. (1962). The brief psychiatric rating scale. *Psychological Reports*, 10, 419-427.
- Paller, K.A. & Kutas, M. (1992). Brain potentials during retrieval provide neurophysiological support for the distinction between conscious recollection and priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4, 375-391.
- Ragland, J.D., Gur, R.C., Raz, J., Schroeder, L., Kohler, C.G., Smith, R.J., Alavi, A. & Gur, R.E. (2001). Effect of schizophrenia on frontotemporal activity during word encoding and recognition: A PET cerebral blood flow study. *American Journal of Psychiatry*, 158, 1114-25.
- Rösler, F. (1986). P300 Complex: a manifestation of reactive or anticipatory processes of the brain ?. In: W.C.McCallum, R.Zappoli, F.Denoth (Eds.). *Cerebral Psychophysiology: Studies in Event Related Potentials*. Amsterdam: Elsevier, S. 138-142.
- Rösler, F., Heil, M. & Henninghausen, E. (1995). Distinct cortical activation patterns during long-term memory retrieval of verbal, spatial, and color information. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 7, 51-65.
- Rößner, P., Rockstroh, B., Cohen, R., Wagner, M. & Elbert, T. (1999). Event-related potential correlates of proactive interference in schizophrenic patients and controls. *Psychophysiology*, 36, 199-208.
- Rockstroh, B. (1989). *Slow cortical potentials and behaviour*. 2. Ed. Urban & Schwarzenberger: Nördlingen.
- Rugg, M.D., Roberts, R.C., Pickles, D.D. & Nagy, M.E. (1991). Event-related potentials related to recognition memory. Effects of unilateral temporal lobectomy and temporal lobe epilepsy. *Brain*, 114, 2313-2332.
- Rugg, M.D. & Coles, M.G.H. (1995). In: Rugg, M.D. & Coles, M.G.H. *Electrophysiology of mind: Event-related brain potentials and cognition*. Oxford University Press, Oxford.
- Rugg, M.D., Cox, C.J.C, Doyle, M.C. & Wells, T. (1995a). Event related potentials and the recollection of low and high frequency words. *Neuropsychologia*, 33, 471-484.
- Rushe, T.M., Woodruff, P.W.R., Muray, R.M. & Morris, R.G. (1999). Episodic memory and learning in patients with chronic schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 35, 85-96.
- Sartorius, N., Shapiro, R. & Jablensky, A. (1974). The international pilot study of schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 1, 21-35.

- Sartorius, N., Jablensky, A., Korten, A., Ernberg, G., Anker, M., Cooper, J.E. & Day, R. (1986). Early manifestations and first-contact incidence of schizophrenia in different cultures. *Psychological Medicine*, 16, 909-928.
- Saykin, A.J., Gur, R.C., Gur, R.E., Mozley, P.D., Mozley, L.H., Resnick, S.M., Kester, D.B. & Stafiniak, P. (1991). Neuropsychological function in schizophrenia. Selective impairment in memory and learning. *Archives of General Psychiatry*, 48, 618-24.
- Saykin, A.J., Shtasel, D.L., Gur, R.E., Kester, D.B., Mozley, L.H., stafiniak, P. & Gur, R.C. (1994). Neuropsychological deficits in neuroleptic naïve patients with first-episode schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, 51, 124-31.
- Schacter, D.L. (1992). Understanding implicit memory. A cognitive neuroscience approach. *American Psychologist*, 47, 559-69.
- Schloerscheidt, A.M., Rugg, M.D. (1997). Recognition memory for words and pictures: an event-related potential study. *NeuroReport*, 8, 3281-3285.
- Schmidt, K.-H. & Metzler, P. (1992). *Wortschatztest (WST)*. Beltz:Weinheim.
- Schneider, K. (1959). *Clinical psychopathology*. New York: Grune & Stratton.
- Schonauer, K., Achtergarde, D., Gotthardt, U. & Folkerts, H.W. (1998). Hallucinatory modalities in prelingually deaf schizophrenic patients: a retrospective analysis of 67 cases. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 98, 377-83.
- Schuri, U. (1988). Lernen und Gedächtnis. In: von D.C. Cramon & J. Zihl (Hg.). *Neuropsychologische Rehabilitation: Grundlagen, Diagnostik, Behandlungsverfahren* (S. 215-247). Springer Verlag: Berlin.
- Sedman, G. (1966). A comparative study of pseudohallucinations, imagery and true hallucinations. *British Journal of Psychiatry*, 112, 9-17.
- Shimamura, A.P. & Squire, L.R. (1987). A neuropsychological study of fact memory and source amnesia. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13, 464-473.
- Siegel, R.K. (1984). Hostage hallucinations: visual imagery induced by isolation and life-threatening stress. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 172, 264-272.
- Silbersweig, D.A., Stern, E., Frith, C., Cahill, C., Holmes, A., Grootenok, S., Seaward, J., McKenna, P., Chua, S.E., Schnorr, L., Jones, T. & Frackowiak, R.S.J. (1995). A functional neuroanatomy of hallucinations in schizophrenia. *Nature*, 378, 176-179.
- Slade, P.D. & Bentall, R.P. (Eds.) (1988). *Sensory deception: A scientific analysis of hallucinations*. London:Croom-Helm.
- Slamecka, N.J. & Graf, P. (1978). The generation effect: Delineation of a phenomenon. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4, 592-604.

- Smith, M.L. (1989). Memory disorders associated with temporal-lobe lesions. In: F. Bolder & J. Grafman (Eds.). *Handbook of Neuropsychology*, Vol. 3. Amsterdam: Elsevier, S. 91-106.
- Snodgrass, J.G. & Vanderwart, M. (1980). A standardized set of 260 pictures: norms for name agreement, familiarity and visual complexity. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6, 174-215.
- Squire, L.S. (Ed.). (1987). *Memory and brain*. New York: Oxford University Press.
- Squire, L.S. (1992). *Encyclopädia of learning and memory*. New York: Macmillan.
- Squire, L.S., Knowlton, B. & Musen, G. (1993). The structure and organization of memory. *Annual Review of Psychology*, 44, 453-495.
- Squire, L.S. & Knowlton, B. (1995). Memory, Hippocampus and the brain systems. In: M.S. Gazzaniga (Ed.) *The cognitive Neuroscience* (S. 825-838). Cambridge: MIT Press.
- Stirling, J.D., Hellewell, J.S.E. & Ndlovu, D. (2001). Self-monitoring dysfunction and the positive symptoms of schizophrenia. *Psychophysiology*, 34, 198-202.
- Sukhwinder, S.S., Brammer, M.J., Williams, S.C.R., Murray, R.M. & McGuire, P.K. (2000a). Mapping auditory hallucinations in schizophrenia using functional magnetic resonance imaging. *Archives of General Psychiatry*, 57, 1033-1038
- Sukhwinder, S.S., Bullmore, E., Simmons, A., Murray, R.M. & McGuire, P.K. (2000b). Functional anatomy of auditory verbal imagery in schizophrenic patients with auditory hallucinations. *American Journal of Psychiatry*, 157, 1691-1693.
- Swick, D. & Knight, R.T. (1999). Contribution of prefrontal Cortex to Recognition Memory: Electrophysiological and behavioral evidence. *Neuropsychology*, 13, 155-170.
- Trott, C.T., Friedman, D., Ritter, W., Fabiani, M. & Snodgrass, J.G. (1999). Episodic priming and memory for temporal source: Event related potentials reveal age-related differences in the prefrontal functioning. *Psychology and Aging*, 14, 390-413.
- Tulving, E. (1983). *Elements of episodic memory*. Cambridge: Oxford University Press.
- Tulving, E. (1985). How many memory systems are there ?. *American Psychologist*, 40, 385-398.
- Tulving, E., Kapur, S., Craik, F.I., Moscovitch, M. & Houle, S. (1994). Hemispheric encoding/retrieval asymmetry in episodic memory: positron emission tomography findings. *Proceedings of the National Academy of Science*, 91, 2016-2020.
- Tulving, E. (2002). Episodic memory: from mind to brain. *Annual Review of Psychology*, 53, 1-25.
- Van Petten, C., Senkfor, A.J. & Newberg, W. (2000). Memory for drawings and locations: Spatial source memory and event-related potentials. *Psychophysiology*, 37, 551-564.

- Vauth, R. & Stieglitz, R.-D. (1994). Verhaltenstherapeutische Intervention bei persistierender halluzinatorischer und wahnhafter Symptomatik schizophrener Patienten. *Verhaltenstherapie*, 4, 177-185.
- Verleger, R., Wascher, E., Arolt, V., Daase, C., Strohm, A. & Kömpf, D. (1999). Slow EEG potentials (contingent negative variation and post-imperative negative variation) in schizophrenia: their association to the present state and to Parkinsonian medication effects. *Clinical Neurophysiology*, 110, 1175-1192.
- Wagner, A.D. (1999). Working memory contribution to learning and remembering. *Neuron*, 22, 19-22.
- Wall, P.M. & Messier, C. (2001) The hippocampus formation - orbitomedial prefrontal cortex circuit in the attentional control of active memory. *Behavioral Brain Research*, 14, 99-117.
- Watzl, H. & Rist, F. (1996). Schizophrenie. In: K. Hahlweg & A. Ehlers (Hrsg.). *Enzyklopädie der Psychologie, Psychologische Störungen und ihre Behandlung* (S. 1-154). Göttingen: Hogrefe-Verlag.
- Wechsler, D. (1982). Handanweisung zum Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene (HAWIE). Huber: Bern.
- Weiss, A. & Hecker, S. (1999). Neuroimaging of hallucinations: a review of the literature. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 92, 61-74.
- Wilding, E.L. & Rugg, M.D. (1996). An event-related potential study of recognition memory with and without retrieval of source. *Brain*, 119, 889-905.
- Wilding, E.L. & Rugg, M. (1997). An event-related potential study of memory for words spoken aloud or heard. *Neuropsychologia*, 35, 1185-1195.
- Wilding, E.L. & Rugg, M.D. (1997). Event-related potentials and the recognition memory exclusion task. *Neuropsychologia*, 35, 119-128.
- Wilding, E.L. (1999). Separating retrieval strategies from retrieval success: an event-related potential study of source memory. *Neuropsychologia*, 37, 441-454.
- Wilding, E.L. (2000). In what way does the parietal ERP old/new effect index recollection ?. *International Journal of Psychophysiology*, 35, 81-87.
- Wise, R., Chouet, F., Hadar, U., Friston, K., Hoffner, E. & Frackowiak, R.S.J. (1991). Distribution of cortical neuronal networks involved in word comprehension and word retrieval. *Brain*, 114, 1803-1817.
- Woodruff, P.W.R., Wright, J.C., Bullmore, E.T., Brammer, M., Howard, R.J., Williams, S.C.R., Shapleske, J., Rossell, S., David, A.S., McGuire, P.K. & Murray, R.M. (1997). Auditory hallucinations and the temporal cortical response to speech in schizophrenia: a functional magnetic resonance imaging study. *American Journal of Psychiatry*, 154, 1676-1682.

## 8 Anhang

### Testinstruktion

Mit diesem Experiment möchten wir untersuchen, wie gut Sie sich erinnern können etwas gehört zu haben oder etwas gesagt zu haben. Das Experiment besteht aus drei verschiedenen Aufgaben. Bei der ersten Aufgabe geht es darum Bilder zu benennen. Danach erscheinen ein Teil der Bilder von der ersten Aufgabe und neue Bilder auf dem Bildschirm. Sie sollten dabei entscheiden, welche Bilder Sie schon kennen und welche Bilder Sie noch nicht kennen. Bei der letzten Aufgabe zeigen wir Ihnen alle Bilder vom Anfang nochmals und Sie sollen sich dann daran erinnern, bei welchen Bildern Sie die Benennung selbst gesprochen haben bzw. bei welchen Sie die Benennung gehört haben.

Nun werde ich Ihnen die Aufgaben anhand eines Probedurchgangs genauer erklären:

Beim ersten Teil werden Sie auf dem Bildschirm zuerst ein Wort lesen können. Dort steht dann entweder SAGEN oder HÖREN. Dann erscheint ein Bild, z.B. ein Igel (ein Objekt, das im weiteren Verlauf nicht auftauchen wird). Wenn die Instruktion SAGEN lautet, müssen Sie das Bild benennen, also 'Igel' laut aussprechen.

Wenn die Instruktion HÖREN lautet, dann müssen Sie selbst gar nichts tun, sondern Sie hören die Benennung 'Igel' über den Kopfhörer.

Hierbei gibt es noch eine Besonderheit. Wenn Sie das Bild sehen, dürfen Sie nicht sofort sprechen und das Bild benennen, sondern müssen warten, bis sich das Bild etwas verdunkelt hat bzw. verschwommen erscheint - etwa eine Sekunde später. Erst dann sollen Sie das Bild benennen oder werden Sie auch die Benennung über den Kopfhörer hören.

Der Ablauf ist also wie folgt:

Sie sehen ein Wort, SAGEN oder HÖREN, sehen dann ein Bild und wenn das Bild etwas dunkler wird, dann sagen Sie entweder die Benennung dieses Bildes laut oder hören die Benennung über den Kopfhörer.

Es könnte sein, dass Ihnen manchmal mehrere Benennungen für ein Bild einfallen, oder Sie vielleicht ein Bild nicht genau erkennen können. Es gibt keine richtigen oder falschen Benennungen. Sagen Sie dann einfach den Namen der für Sie am ehesten auf das Bild zutreffen könnte.

Sie haben nachdem das Bild dunkel geworden ist etwa drei Sekunden Zeit das Bild zu benennen. Sie sollten also nicht zu lange überlegen. Konnten Sie in der Zeit keine Benennung finden, dann antworten Sie bitte nicht mehr sondern konzentrieren sich auf das nächste Bild. Haben Sie dazu noch Fragen?“

*[Ein Probedurchgang wird durchgeführt, wobei der Versuchsleiter darauf achtet, dass der Proband die Benennung deutlich über den Kopfhörer hört. Außerdem wird u.U. nochmals darauf hingewiesen, dass eine Reaktion erst erfolgen sollte, wenn das Bild etwas verschwommen erscheint.]*

„Bei der zweiten Aufgabe werden Ihnen ein Teil der Bilder von der ersten Aufgabe gezeigt und dazu noch neue Bilder. Dabei müssen Sie sich daran erinnern, welche Bilder Sie zuvor gesehen haben und welche neu sind.

Wenn Sie denken, dass das gezeigte Bild neu ist, Sie es also zuvor nicht gesehen haben, dann drücken Sie bitte mit beiden Mittelfingern auf die Taste.

Wenn Sie denken, dass es sich um ein bereits gezeigtes Bild handelt, dann drücken Sie bitte mit beiden Zeigefingern.“

*[Die Versuchsperson wird instruiert sich mit den Reaktionstasten vertraut zu machen. Dabei wird auch überprüft, ob die Tasten unabhängig voneinander gedrückt werden können. Außerdem solle der Tastendruck erfolgen, ohne dass auf die Tasten geblickt wird.]*

„Auch hier gilt wieder die Besonderheit, dass Sie erst reagieren sollen, wenn das Bild etwas undeutlich auf dem Bildschirm erscheint. Das Bild verschwindet mit Ihrem Tastendruck.

Bevor das nächste Bild auf dem Bildschirm erscheint sehen Sie noch ein kleines Hinweissignal in Form einer kleinen Raute. Dann wissen Sie, dass gleich das nächste Bild kommt.“

*[Ein Probedurchgang wird durchgeführt. Mögliche Fehler bei der Reaktion werden nochmals korrigiert.]*

„Sie haben wenn sich das Bild verdunkelt etwa drei Sekunden Zeit mit dem Tastendruck zu reagieren. Wenn Sie es einmal nicht schaffen in der Zeit zu reagieren verschwindet das Bild



von selbst und es erscheint wieder die Raute, um das nächste Bild anzukündigen. Bitte reagieren Sie nicht mehr, wenn das Bild von alleine verschwunden ist, und konzentrieren Sie sich einfach auf das nächste Bild. Sie haben dann eben auf dieses eine Bild nicht geantwortet. Bei einem Durchgang werden Ihnen jeweils 14 neue und 14 alte Bilder gezeigt.

Haben Sie zu dieser Aufgabe noch Fragen?"

„Bei der letzten Aufgabe werden Ihnen nochmals alle Bilder von der ersten Aufgabe gezeigt. Jetzt sollten Sie bei jedem Bild angeben, ob Sie dieses zuvor selbst benannt haben oder die Benennung über Kopfhörer gehört haben. Die neuen Bilder von der vorigen Aufgabe erscheinen jetzt nicht mehr.

Bitte Drücken Sie mit beiden Mittelfingern, wenn Sie denken die Bezeichnung des Bildes gehört zu haben. Wenn Sie denken, dass Sie das Bild selbst benannt haben, drücken Sie mit beiden Zeigefingern. Wie bei den beiden anderen Aufgaben sollten Sie auch hier erst auf mit dem Tastendruck reagieren, wenn das Bild verschwommen ist. Das Bild verschwindet ebenfalls mit dem Tastendruck und ein Hinweissignal erscheint, um das nächste Bild anzukündigen.“

*[Wie bei den beiden anderen Aufgaben, wird auch hierfür ein Probedurchgang gemacht, der zeigen soll, ob die Versuchsperson die Aufgabenstellung verstanden hat.]*

„Wie im letzten Durchgang haben Sie wieder drei Sekunden Zeit, bis das Bild verschwindet und Sie nicht mehr reagieren sollten. Wenn Sie einmal zu langsam sein sollten, sollten Sie sich nach dem Erscheinen des Hinweisreizes auf das nächste Bild konzentrieren und nicht mehr reagieren.

Haben Sie dazu noch Fragen?

Das Experiment besteht aus vier Blöcken, bei denen Sie jeweils diese drei Aufgaben aufeinanderfolgend bearbeiten sollen. Ich werde vor jeder Aufgabe kurz hereinkommen und Ihnen kurz ankündigen, welche Aufgabe ansteht und nochmals sagen, wie die Reaktionstasten zu bedienen sind.

Nach dem zweiten Block haben Sie die Gelegenheit eine kurze Pause einzulegen und eine kleine Stärkung zu sich zu nehmen.

Bei allen Aufgaben sollten sie darauf achten, dass eine Reaktion immer erst nach Auftreten des undeutlicheren Bildes erwartet wird. Bei der Bedienung der Tasten sollten Sie sich bemühen, immer mit den jeweiligen Fingern beider Hände gleichzeitig zu reagieren.

Während der Untersuchung sollten Sie bitte versuchen, sich möglichst wenig zu bewegen und Ihre Augen immer auf den Bildschirm zu richten. Sie erleichtern damit die Auswertung der Daten.”

## Beschreibung des Reizmaterials

Die gezeigten Bilder wurden auf dem Monitor als weiße Zeichnung auf schwarzem Grund gezeigt, wobei der übrige Monitor schwarz blieb. Die Objekte variierten teilweise in der Größe waren aber maximal 80 mm breit und 80 mm hoch. In Abbildung 7.1 zeigt je ein Beispiel für die deutliche und für die undeutliche Darstellung der Bilder. g-axe.bmp n-axe.bmp

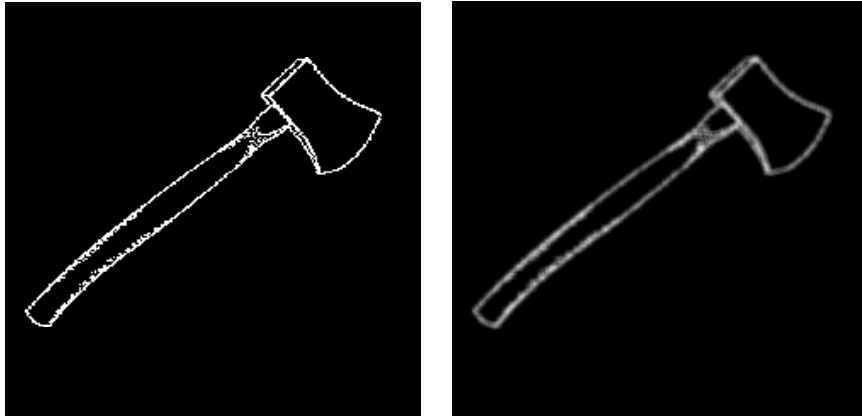


Abb. 8.1: Beispiel für das verwendete Reizmaterial. Das linke Bild entspricht der deutlichen Darstellung der Bilder. Das Bild auf der rechten Seite ist ein Beispiel für die undeutlichere Darstellung der Bilder.

Die verwendeten Bilder stammen aus der Bildersammlung von Snodgrass und Vanderwart (1980). In Tabelle 7.1 sind die in der Untersuchung verwendeten Bilder aufgeführt. Die Bilder wurden auf die Bedingungen sagen, hören und neu verteilt. Jeweils die Hälfte der selbst benannten Objekte und Objekte, deren Benennung gehört wurde, wurden bei der Rekognition als alte Bilder verwendet.

Tab. 8.1 Bilder die in der Untersuchung verwendet wurden, getrennt für die vier Durchgänge und den Probedurchgang. Bilder, die bei der Rekognition als alte Bilder gezeigt wurden, sind kursiv gedruckt.

	Sagen	Hören	Neu
Probedurchgang	<i>Beil</i> Zwiebel	<i>Fenster</i> Ball	Kamel Schneemann
1. Aufgabenblock	<i>Anker</i> <i>Ameise</i> <i>Huhn</i> <i>Nase</i> <i>Pilz</i> <i>Torte</i> <i>Vogel</i> Bett Birne Hose Kürbis Lineal Ring Zahnbürste	<i>Berg</i> <i>Esel</i> <i>Haus</i> <i>Katze</i> <i>Pinguin</i> <i>Puppe</i> <i>Trommel</i> Fingerhut Fuß Hammer Korb Mütze Pflirsich Rollschuh	Apfel Bus Harfe Hummer Kanone Leiter Löffel Säge Schachtel Schaf Tisch Toaster Tomate Raupe
2. Aufgabenblock	<i>Fliege</i> <i>Fuchs</i> <i>Melone</i> <i>Pfeil</i> <i>Pullover</i> <i>Schlange</i> <i>Tasse</i> Ampel Bär Gabel Gießkanne Kerze Pistole Tür	<i>Eule</i> <i>Frosch</i> <i>Regenschirm</i> <i>Sofa</i> <i>Sonne</i> <i>Telefon</i> <i>Vase</i> Bürste Handschuh Hubschrauber Lampe Nashorn Rad Zaun	Affe Brille Brunnen Buch Fernseher Finger Geige Handtasche Kamm Kirsche Löwe Ohr Rock Seepferdchen

Tab. 8.1

3. Aufgabenblock	<i>Adler</i> <i>Ananas</i> <i>Auto</i> <i>Drachen</i> <i>Hund</i> <i>Nadel</i> <i>Schnecke</i> Faß Flügel Krawatte Mond Paprika Pfeife Schwein	<i>Kamel</i> <i>Koffer</i> <i>Schere</i> <i>Stuhl</i> <i>Topf</i> <i>Trompete</i> <i>Weste</i> Erdbeere Gürtel Maus Schlüssel Schuh Seehund Segelboot	Auge Banane Biene Brot Flasche Känguruh Kirche Knopf Maiskolben Mantel Schloß Schwan Spinnrad Ziege
4. Aufgabenblock	<i>Baum</i> <i>Hand</i> <i>Glas</i> <i>Hase</i> <i>Hocker</i> <i>Käfer</i> <i>Motorrad</i> Erdnuß Giraffe Hut Krone Schmetterling Windmühle Zange	<i>Fahne</i> <i>Kommode</i> <i>Nagel</i> <i>Pfanne</i> <i>Pferd</i> <i>Pinsel</i> <i>Zug</i> Eichhörnchen Ente Glühbirne Hemd Herz Kette Schüssel	Besen Bleistift Blume Clown Elefant Fisch Gitarre Kreisel Krug Salzstreuer Schleife Schreibtisch Socke Uhr

## Erhebung akustischer Halluzinationen

### A) Befragung des Patienten VPN-Code Datum

---

- 1) Haben Sie mehr als einmal etwas gehört, was andere Leute nicht hören konnten, also z.B. so etwas wie sonderbare Geräusche oder Stimmen ?
- ja  nein  weiß nicht

Was haben Sie da z.B. gehört ?

→ Falls nein - Befragung abbrechen !

- 2) Haben Sie in der letzten Woche Stimmen / Geräusche gehört ?
- ja  nein  weiß nicht

→ Falls nein - Befragung abbrechen !

- 3) Wie stark fühlen Sie sich belästigt durch die Stimmen / Geräusche:
- gar nicht  manchmal ein wenig  sehr stark

- 4) Sind diese Stimmen / Geräusche die Sie hören in Ihrem Kopf oder in Ihrem Körper. Oder kommen die Stimmen / Geräusche von außen, so daß Sie diese sozusagen mit den Ohren hören können?
- internal  external

### B) Einschätzung des behandelnden Therapeuten

---

- 1) Gibt es Hinweise für akustische Halluzinationen in der Vorgeschichte?
- ja  nein  weiß nicht /nicht sicher
- 2) Erscheint der Patient in den letzten 7 Tagen durch dieses Erleben in der Konzentration /c Stimmung oderim Verhalten beeinträchtigt ?
- ja  nein  weiß nicht /nicht sicher

### C) Übertrag zu aktuellen Halluzinationen

---

- 1) BPRS: Item 9 Score Item 7 Score
- 2) PANSS: Item 3 Score Item 9 Score