

Aus dem Medizinischen Zentrum für operative Medizin der Philipps- Universität Marburg

Abteilung für Neurochirurgie

Leiter: Prof. Dr. B. Bauer

Wort- und Ideenflüssigkeit bei Patienten und Patientinnen mit frontalen Hirnschädigungen

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin
dem Fachbereich Humanmedizin der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Marcel Blesken

aus Osnabrück

Marburg 2001

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin

der Philipps-Universität am 01. Feb. 2001

gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Prof. Dr. R. Arnold

Referent: Prof. Dr. B. L. Bauer

Correferent: Prof. Dr. Dr. H.-D. Basler

Zusammenfassung:

Patienten und Patientinnen mit Hirnschädigungen weisen häufig Beeinträchtigungen beim Problemlösen und Planen auf. Besonders oft hiervon betroffen sind Patienten und Patientinnen mit Läsion im frontalen Hirnbereich (insbesondere präfrontal). In dieser Dissertation wurde untersucht, ob die Generierung von einfachen problemlöserlevanten Ideen beeinträchtigt ist. Des Weiteren wurde untersucht, inwieweit die Durchführungsbedingungen (mit oder ohne Zeitdruck) und die Art der Flüssigkeitsaufgabe (semantisch oder strukturell) einen Einfluß auf die Leistungen haben.

An dieser Untersuchung nahmen insgesamt 59 Personen teil. Davon wiesen 23 Personen Läsionen (unterschiedlicher Ätiologie) im frontalen Hirnbereich auf und weitere 14 Personen Läsionen im nicht-frontalen Bereich. Die Kontrollgruppe, bestehend aus 22 Personen ohne Hirnschädigung, setzte sich vornehmlich aus orthopädischen Patienten zusammen.

Der Ideenflüssigkeitstest bestand aus zehn Problemsituationen des Alltags, zu denen innerhalb von zwei Minuten möglichst viele Lösungsvorschläge und Ideen generiert werden sollten. Die semantische Wortflüssigkeitsaufgabe bestand darin, innerhalb einer Minute möglichst viele Gegenstände zu nennen, die in einem großen Kaufhaus zu kaufen sind. Bei der strukturellen Wortflüssigkeitsaufgabe gab es zwei verschiedenen Versionen. Bei beiden Aufgaben sollten möglichst viele Wörter mit einem bestimmten Anfangsbuchstaben generiert werden. In der ersten Version hatte die Versuchsperson hierfür eine Minute Zeit, die zweite Version hingegen erfolgte nicht unter Zeitdruck (25 Wörter sollten genannt werden). Zusätzlich nahmen die Probanden an vier Untertests des HAWIE-R, dem Modified Card Sorting Test (MCST) und dem Token-Test teil.

Bei der Ideenflüssigkeitsaufgabe konnte kein Unterschied zwischen der frontalen Gruppe und der nicht-frontalen Gruppe festgestellt werden. Lediglich zwischen der frontalen Gruppe bzw. nicht-frontalen Gruppe und der Kontrollgruppe bestand ein signifikanter Unterschied. Beim Kaufhaus-Test und bei der zweiten Version des Wortflüssigkeitstests war die frontale Gruppe gegenüber der Kontrollgruppe signifikant beeinträchtigt. Bei zwei Untertests des HAWIE-R erzielten die Gruppen mit den hirngeschädigten Patienten signifikant schlechtere Ergebnisse als die Kontrollgruppe. Auch beim MCST war die frontale Gruppe gegenüber der Kontrollgruppe signifikant beeinträchtigt.

Die Untersuchung läßt annehmen, daß Hirnschädigungen im allgemeinen zu einer Reduktion von problemlöserlevanten Ideen führt. Weil die Patienten und Patientinnen der frontalen

Gruppe im Gegensatz zu denen der nicht-frontalen Gruppe häufig schlechtere Ergebnisse erzielen, kann man vermuten, daß das Frontalhirn bei dieser Art von Anforderung eine übergeordnete Rolle spielt.

Abstract:

Patients with brain-damages often show deficits in planning and problem solving. Mainly patients with frontal (especially prefrontal) lesions are affected by this impairment. In this study it was investigated whether the production of simple ideas that was relevant for problem solving is impaired. In addition to that, it was examined to what extent the condition (with or without pressure of time) and the kind of fluency task (semantic or structural) influenced the performance.

Altogether 59 persons took part in this study. 23 of them showed lesions (of different aetiologies) in the frontal area of the brain. Another 14 persons had lesions in the non-frontal area. In addition, 22 persons without any brain-damages, mainly orthopaedic patients, were examined as a control-group.

The ideational fluency task consisted of ten simple every day life problem situations. The subjects were asked to generate as many solutions to these situations as possible in two minutes. In the semantic fluency task, the subjects were to name in one minute as many things as they can think of, which can be bought in a big department store. The structural fluency tasks consisted of two versions. In each of them the subjects should generate as many words as possible, which start with a given letter of the alphabet. In the first task the experimentees had only one minute to answer. The second version, however, was without pressure of time (25 words should be named). Besides those fluency tasks, the subjects were given four subtests of the WAIS, the Modified Card Sorting Test (MCST) and the Token-Test. On the ideational fluency task, no differences could be noticed between the frontal and the non-frontal group. Simply between the brain-damaged groups and the control-group there was a significant difference. On the department-store-test and on the second version of the word-fluency-task the frontal group produced significantly fewer words than the control-group. The brain-damaged patients (especially the frontal group) also come off badly in two subtests of the WAIS and in the MCST.

The results of this study suggest, that an impaired production of relevant ideas for problem solving is a consequence of brain-damage in general. Because of the fact, that the frontal group showed lower levels of performance than the non-frontal group, it is conceivable that the frontal brain plays an overriding role for these kind of tasks.

Inhaltsverzeichnis:

| | |
|--|----------|
| 1 Einleitung..... | 1 |
| 2 Theoretischer und empirischer Hintergrund..... | 3 |
| 2.1 Neuroanatomie und Architektur der Frontallappen..... | 3 |
| 2.2 Klassifizierung der Frontallappen..... | 4 |
| 2.3 Afferente und efferente Faserverbindungen..... | 5 |
| 2.3.1 Subkortikale Verbindungen..... | 5 |
| 2.3.2 Kortikale Verbindungen..... | 6 |
| 2.4 Ätiologie der Frontallappenläsionen..... | 7 |
| 2.5 Symptome nach Frontallappenläsionen..... | 8 |
| 2.5.1 Motorische Störungen..... | 8 |
| 2.5.2 Verlust des divergenten Denkens..... | 10 |
| 2.5.3 Beeinträchtigung der Strategiebildung..... | 12 |
| 2.5.4 Gestörte Reaktionsunterdrückung und inflexibles Verhalten..... | 14 |
| 2.5.5 Bereitschaft zum Regelverstoß..... | 18 |
| 2.5.6 Beeinträchtigung des Gedächtnisses..... | 19 |
| 2.5.7 Verhaltens- und Persönlichkeitsveränderungen..... | 22 |
| 2.6 Krankheiten, die das Frontalhirn betreffen..... | 25 |
| 2.7 Theorien zu frontalen Funktionen und Dysfunktionen..... | 26 |
| 2.7.1 Modell von Shallice..... | 26 |
| 2.7.2 Modell von Luria..... | 28 |
| 2.8 Komponenten des Problemlösens..... | 29 |
| 2.9 Das Konzept der „Flüssigkeit“..... | 31 |
| 2.9.1 Verarmung von spontanem Sprechen..... | 31 |
| 2.9.2 Verbale Flüssigkeitsaufgaben..... | 32 |
| 2.9.3 Nonverbale Flüssigkeitsaufgaben..... | 42 |
| 2.9.4 Ideenflüssigkeit..... | 49 |
| 2.10 Fragestellungen..... | 52 |

| | |
|--|-----------|
| 3 Methoden..... | 55 |
| 3.1 Versuchspersonen..... | 55 |
| 3.2 Auswahl der neurologischen und orthopädischen Versuchspersonen..... | 58 |
| 3.3 Untersuchungsverfahren..... | 65 |
| 3.3.1 Die Untertests des Hamburger-Wechsler Intelligenztest für Erwachsene Revision 1991 (HAWIE-R)..... | 65 |
| 3.3.2 Der Modified Card Sorting Test (MCST)..... | 66 |
| 3.3.3 Der Token-Test (TT)..... | 67 |
| 3.3.4 Die Flüssigkeitstests..... | 67 |
| 3.3.4.1 Der Kaufhaustest..... | 68 |
| 3.3.4.2 Die strukturellen Wortflüssigkeitstests..... | 68 |
| 3.3.4.3 Der Ideenflüssigkeitstest..... | 69 |
| 3.3.4.4 Die Reihenfolge der Flüssigkeitstests..... | 70 |
| 3.3.5 Allgemeine Bedingungen der Versuchsdurchführung..... | 70 |
| 3.4 Die unabhängige Variable und die abhängige Variable..... | 71 |
| 3.5 Die statistische Auswertung..... | 72 |
| | |
| 4 Ergebnisse..... | 74 |
| 4.1 Die Ergebnisse im HAWIE-R, im MCST und im Token-Test..... | 74 |
| 4.2 Die Testwerte in den Flüssigkeitstests..... | 77 |
| 4.3 Vergleich der beiden strukturellen Wortflüssigkeitstests..... | 81 |
| 4.4 Die Korrelationen zwischen dem Alter, der Zeit seit der Läsion und den einzelnen Testwerten..... | 82 |
| | |
| 5 Diskussion..... | 88 |
| | |
| 6 Literaturverzeichnis..... | 97 |

1 Einleitung

„Cogito ergo sum“- „Ich denke, also bin ich“- ist wohl einer der am häufigsten zitierten Grundsätze der theoretischen Philosophie Descartes' (1596-1650). Die durch den methodischen Zweifel an allem bisherigen Wissen gewonnene Einsicht, so Descartes, sei Ausdruck der Selbstgewißheit und Selbständigkeit des Denkens. Mit dieser Meinung versuchte der Mathematiker und Naturwissenschaftler das Phänomen des Denkens auf philosophische Weise zu erklären. Doch was ist überhaupt Denken? „Denken als die den Menschen auszeichnende psychische Fähigkeit, sich der Menge der aus Wahrnehmungen gewonnenen oder durch Sprache vermittelten Informationen über Wirklichkeiten auseinanderzusetzen, sie unter bestimmten Gesichtspunkten und zu bestimmten Zwecken zu unterscheiden, sie miteinander und mit Informationen zu vergleichen, zu werten und zu ordnen, um durch weitere analytische und synthetische Denkopoperationen (z.B. Abstraktion, Generalisation) das jeweils Wesentliche, Allgemeingültige, Zusammenhängende und Gesetzmäßige auszusondern“ (Meyer, 1992, S.117). Einige Teildisziplinen des Denkens, wie zum Beispiel Prozesse beim Bearbeiten von Denkaufgaben, die nicht nur die bloße Anwendung früherer Erfahrungen, sondern neuartige Strategien erfordern, sowie deren flüssiger Ablauf, beispielsweise beim Generieren von Worten, sind dabei besonders interessant. Wie werden diese Leistungen bewerkstelligt bzw. welche Strukturen des Gehirns spielen dabei eine übergeordnete Rolle?

Descartes' Auffassung von der Funktion des Gehirns basierte auf einfachen mechanistischen Vorstellungen, daß z.B. Sinneseindrücke in das Gehirn gelangen und von diesem daraufhin motorische Reaktionen ausgelöst werden. Heute wissen wir, daß die Leistungen des Gehirns ein komplexes Zusammenspiel unzähliger Neuronen darstellt. Dabei können umschriebenen Hirnbezirken „letztlich keine umschriebenen Funktionen zugeordnet werden, da stets eine unübersehbare Zahl anderer Neuronenverbände fördernd, hemmend oder modulierend an einer Leistung beteiligt ist. Wir können die sogenannten „Zentren“ lediglich als wichtige Relaisstationen für eine Leistung ansehen“ (Kahle, 1991, S.284). Eine solche Relaisstation für die Leistungen Strategiebildung, Problemlösung sowie deren flüssiger Ablauf vermutet man im Frontalhirnbereich. Diese Leistungen sind von der Funktionsfähigkeit bestimmter neuronaler Strukturen abhängig, denn eine Beeinträchtigung dieser Strukturen kann zu einem umfassenden Funktionsausfall psychischer Tätigkeiten führen. Von besonderer Bedeutung ist deshalb die Analyse einzelner Prozesse, die an komplexen psychischen Funktionen beteiligt sind. Die neuropsychologische Untersuchung lokaler Hirnverletzungen kann dabei als eine Grundlage zur Erforschung dieser Zusammenhänge gewertet werden.

In dieser Arbeit sollen anhand der Patienten und Patientinnen¹ mit Hirnläsionen die Thesen der frontalen Relaisstation bezüglich der Fragestellung „Ideen- und Wortflüssigkeit“ überprüft und sollen weitere Erkenntnisse aus dem Bereich der „fluency“ (Flüssigkeit) gewonnen werden. Der Schwerpunkt zur Erforschung der Funktion der Frontallappen liegt deshalb auf dem Generieren von Wörtern und Ideen. Nach einer allgemeinen Betrachtung der Frontallappen erfolgt eine Zusammenfassung über einige der bisher durchgeführten Studien über das Frontalhirn und die sich daraus ergebenden Erkenntnisse über die kognitiven Beeinträchtigungen der Patienten mit Frontalhirnläsionen. Nachfolgende Abschnitte befassen sich mit dem Konzept der „Flüssigkeit“, dem dieser Fähigkeit zugrundeliegenden Mechanismen und dem Zusammenhang mit der Problemlösefähigkeit. Neben den Beschreibungen zu den angewandten Tests und Methoden erfolgt die Darstellung der Untersuchungsergebnisse sowie abschließend eine Diskussion mit der Vorstellung einiger Erklärungsansätze.

2 Theoretischer und empirischer Hintergrund

¹ Dies ist die einzige Stelle in der hier vorliegenden Arbeit, an der zwischen den Geschlechtern explizit unterschieden wird. Um sprachliche Umständlichkeiten zu vermeiden, werden ansonsten nur die männlichen Formen benutzt, repräsentativ für beide Geschlechter.

2.1 Neuroanatomie und Architektur der Frontallappen

Die Gliederung der Großhirnhemisphären in fünf verschiedene Lappen (Lobi cerebri) erleichtert die topographische Orientierung am Gehirn und ist deshalb von besonderer Bedeutung in der Neurochirurgie. Dabei bilden diese Lappen weder morphologische noch funktionelle Einheiten.

Die Relevanz des Frontallappens (Lobus frontalis) wird daran erkennbar, daß er beim Menschen etwa ein Drittel des Großhirns einnimmt. In der Seitenansicht wird der Lobus frontalis vom Sulcus centralis und dem Sulcus lateralis begrenzt. Parallel zur Fissura longitudinalis cerebri verläuft der Sulcus frontalis superior; kaudal dazu der Sulcus frontalis inferior. Diese beiden Furchen trennen die Stirnwindungen in den Gyrus frontalis superior, medius und inferior, wobei letzterer durch den Ramus anterior und den Ramus ascendens des Sulcus lateralis nochmals eingeteilt werden kann, in die Pars orbitalis, Pars triangularis und die Pars opercularis. Als weitere Struktur des Frontallappens ist der Sulcus praecentralis erkennbar, der durch den parallelen Verlauf zum Sulcus centralis den Gyrus centralis einschließt. In der Tiefe, dicht dem Corpus callosum anliegend, befindet sich der Gyrus cinguli, der durch den gleichnamigen Sulcus vom Gyrus frontalis superior abgetrennt wird.

Die Blutversorgung der frontalen Hirngebiete wird durch die Arteria carotis interna gewährleistet. „Aus der Bifurkation der Arteria carotis interna, die unmittelbar über dem Processus clinoideus anterior liegt, gehen die Arteriae cerebri anterior² und Arteriae cerebri media³ hervor“ (Töndury et al., 1987, S.195). Die beiden Arteriae cerebri anteriores, die über die Arteria communicans anterior miteinander anastomosieren, bilden den vorderen Teil des Circulus arteriosus cerebri (Willisii) und stellen somit „die wichtigste Verbindung zwischen den Versorgungsgebieten der beiden Arteriae carotides internae dar“ (S.196). Als Äste gibt die Arteria cerebri anterior die Arteria frontobasalis medialis und die Arteria frontalis medialis anterior ab, die die mediobasale Fläche des Lobus frontalis bzw. den Gyrus frontalis superior versorgen. Die frontoparietalen Äste der Arteria cerebri media (Arteria frontobasalis lateralis und Arteria frontalis ascendens) versorgen den laterobasalen Teil des Frontallappens, den Gyrus praecentralis, sowie die Gyri frontales medius und inferior.

2.2 Klassifizierung der Frontallappen

Die Hirnrinde läßt sich in mehr oder weniger scharf abgegrenzte Rindenfelder einteilen, denen spezifische Funktionen zugeordnet werden. Eine der bekanntesten Gliederungen des Kortex gelang Korbinian Brodmann mit seiner Hirnkarte von 1909. Diese Einteilung in 52 verschiedene Felder stützt sich auf eine unterschiedliche Zytoarchitektonik der Rindenareale.

² richtig: Arteriae cerebri anteriores

³ richtig: Arteriae cerebri mediae

Die von Brodmann geschaffene Hirnkarte ist heute noch Grundlage für viele weitergehende Klassifizierungen des Hirns. Eine gebräuchliche Einteilung des Frontallappens ist die in präzentrale, prämotorische und präfrontale Hirnabschnitte.

Der präzentrale Kortex erstreckt sich um den Gyrus praecentralis und entspricht der Area 4 auf der Brodmann-Karte. Dieses Gebiet setzt sich über die mesiale Lippe des Lobus fort und endet in der Tiefe des Sulcus cinguli (Damasio und Anderson, 1993, p. 410). Aufgrund seiner zytologischen Gestalt, bei der keine deutliche innere Körnerschicht nachweisbar ist, wird dieses Areal auch als agranulärer Kortex bezeichnet. Als Besonderheit zeichnet sich dieser Kortex durch eine Vielzahl von Betz'schen Zellen aus. Der präzentrale Kortex stellt mit der Funktion als primär motorisches Feld die wichtigste Region für die Willkürmotorik des Menschen dar. Die dazu benötigten Reizweiterleitungen werden von der Pyramidenbahn (Tractus corticospinalis) bewerkstelligt, deren Fasern zu etwa einem Drittel der Area 4 entspringen. Die übrigen Fasern entstammen der Area 6, aber auch dem Gyrus postcentralis. Jede einzelne Muskelgruppe der kontralateralen Körperhälfte ist in der Area 4 durch eine unterschiedlich große Nervenpopulation repräsentiert. Die Größe der Nervenpopulation richtet sich dabei nicht nach der Größe der entsprechenden Muskelgruppe, sondern nach ihrer Präzision. Da zum Beispiel die Feinmotorik der Finger besonders ausgeprägt ist, nimmt ihre kortikale Repräsentation eine größere Fläche auf der Hirnrinde ein, als beispielsweise die des Rumpfes.

Anterior und parallel zum präzentralen Kortex liegt der prämotorische Kortex, der beim Menschen den posterioren Anteil der drei horizontalen frontalen Gyri einnimmt (ebd.). Histologisch wird dieser Bereich als eine Übergangszone zwischen dem granulären und agranulären Kortex aufgefaßt; vereinzelt findet man die Bezeichnung dysgranulärer Kortex (z.B. bei Stuss und Benson, 1986). Auf der Brodmannkarte beinhaltet der prämotorische Kortex die Area 6 und das Broca'sche Sprachzentrum, das auf den Partes opercularis und triangularis des Gyrus frontalis inferior lokalisiert ist und den Feldern 44 und 45 entspricht. In diesen beiden letztgenannten Feldern erfolgt die Koordination der für das Sprechen notwendigen Muskulatur. Ungenau in der Literatur ist die Zugehörigkeit der Area 8 (frontales Augenfeld; Regelung der konjugierten Blickbewegung) beschrieben. Während Stuss und Benson (1986) hintere Anteile dieses Areals dem prämotorischen Kortex zuordnen, gehört die Area 8 nach Auffassung von Damasio und Anderson (1993, p.410) zum präfrontalen Kortex.

Der präfrontale Kortex umschreibt das Gebiet um Area 9 bis 15 sowie die Area 46 und 47 (Stuss und Benson, 1986). Da diese Abschnitte des Gehirns „keine Pyramidenzellen enthalten, werden sie manchmal auch als granuläre Stirnrinde bezeichnet“ (Luria, 1992, S.80). Aufgrund vergleichend-anatomischen Betrachtungen (absolute und relative Vergrößerungen dieser Region in einer aufsteigenden Primatenreihe) und durch Beobachtung klinischer Fälle wird dem präfrontalen Kortex ein entscheidender Anteil an höheren geistigen und psychischen Leistungen zugesprochen. Dazu gehört die Organisation des Kurzzeitgedächtnisses sowie die

Vorbereitung von Handlungen und die dazu notwendige Unterdrückung äußerer und innerer Reize.

Einer weiteren Struktur des Frontalhirns, dem Motorischen Supplementärfeld, wird der Entwurf von Bewegungsfolgen beigegeben. „Es ist bis heute noch nicht gelungen, diesem vor allem von Neurochirurgen beschriebenen Areal einen kortikalen Bezirk mit typischer Zytoarchitektur zuzuordnen“ (Zilles, 1987, S.436). Damasio und Anderson (1993, p.410) vermuten dieses Feld in der mesialen Verlängerung der prämotorischen Zone, welches durch den Sulcus cinguli begrenzt wird.

Die derzeitigen Kenntnisse über die Funktionen des Hirns stehen im engen Zusammenhang mit Erkrankungen und Teilausfällen verschiedener Ätiologie dieses komplexen Organs. Dementsprechend findet sich eine detailliertere Darstellung der Aufgaben im 5. Kapitel "Symptome nach Frontallappenläsion".

2.3 Afferente und efferente Faserverbindungen

Die Bedeutung der Frontallappen wird anhand der vielfältigen Verbindungen, sowohl afferenten als auch efferenten, zu annähernd allen Teilen des Zentralnervensystems deutlich (Stuss und Benson, 1984).

2.3.1 Subkortikale Verbindungen

„Subkortikale **Afferenzen** kommen von der lateralen Kerngruppe des Thalamus (Nuclei ventroralis, lateropolaris, fasciculosus, dorsooralis) zur Area 4. Über diesen Weg ist das extrapyramidale System an den kortikalen Anteil des Pyramidensystems angeschlossen“ (Zilles, 1987, S. 435). Deutliche Projektionen bestehen vom Corpus amygdaloideum und dem Hippokampus zum orbitalen Kortex (Damasio und Anderson, 1993, p. 413).

Zwischen den frontalen und den subkortikalen Strukturen besteht ein reziprokes System, das heißt, das der Informationsfluß nicht nur in eine Richtung verläuft, sondern daß über efferente Verbindungen ein Austausch möglich ist. Dementsprechend unterhält der orbitale Kortex **Efferenzen** zum Corpus amygdaloideum und zum Hippokampus. Die Projektionen zum Hippokampus verlaufen jedoch indirekt über den limbischen Kortex (p. 414). Die Verbindungen zum Thalamus bestehen hauptsächlich zum Nucleus dorsomedialis und zum Pulvinar. „Weitere subkortikale Efferenzen ziehen zu Kerngebieten des Dienzephalons (Nuclei medialis, intralaminare, laterales und reticularis thalami, Zona incerta, Nucleus subthalamicus, Nucleus caudatus, Putamen) und des Mesencephalons (Substantia nigra, Nucleus ruber)“ (Zilles, 1987, S. 436). Die Projektionen zum Nucleus caudatus und dem Putamen erfolgen hauptsächlich vom Gyrus cinguli und dem motorischen Supplementärfeld (Damasio und Anderson, 1993, p. 414).

2.3.2 Kortikale Verbindungen

Über zahlreiche Assoziationsfasern steht das Frontalhirn mit praktisch allen anderen isokortikalen Arealen in Kontakt, was es letztendlich auch unmöglich macht, eine bestimmte Leistung des Gehirns einem spezifischen, isolierten Part zuzuordnen. Die kortikalen **Afferenzen** gelangen aus allen ipsilateralen Regionen zu den frontalen Kortexstrukturen, aber auch von der kontralateralen Seite über die Kommissurenfasern des Corpus callosum. Die umfangreichsten Afferenzen entstammen jedoch dem primären somatosensorischen Kortex, der im Gyrus postcentralis liegt. Dies erfolgt über den Fasciculus longitudinalis superior, der teilweise in der Literatur auch unter dem Namen Fasciculus frontooccipitalis zu finden ist. Diese Assoziationsfasern und die des Fasciculus longitudinales inferior (frontotemporalis), die das Frontalhirn mit dem Hinterhaupts- und Schläfenlappen verbindet, ergänzen sich zu einem reziproken System, was einen sensomotorischen Informationsaustausch ermöglicht. Es besteht außerdem eine Afferenz zum olfaktorischen System, so daß der präfrontale Kortex als einziges kortikales Gebiet Informationen von allen Sinnesmodalitäten erhält (Nauta, 1971).

Die kortikalen Verbindungen sind im allgemeinen reziproke Systeme, so daß diese für die **Efferenzen** ebenso gültig sind. Die bereits erwähnte Pyramidenbahn (Tractus corticospinalis) entspringt zu einem Teil dem präzentralen Rindengebiet und stellt eine der wichtigsten Leitungsbahnen für willkürliche Bewegungsimpulse dar.

Auch innerhalb des Frontallappens ist ein Informationsfluß über verschiedene Bahnen möglich. *„In general, however, the intrinsic connections of the frontal lobe are understood poorly in many species, and the basic issues such as prefrontal association input to the origin of corticospinal axons in the agranular cortex still remain poorly understood“* (Damasio und Anderson, 1993, p. 416).

Insgesamt zeichnet sich in den Frontallappen eine Konvergenz verschiedener sensorischer und limbischer Informationen ab, die somit eine ideale Basis für eine intra- oder crossmodale Integration von Sinneseindrücken darstellen können (Fuster, 1989).

2.4 Ätiologie der Frontallappenläsionen

Die häufigsten Ursachen von Frontallappenläsionen sind cerebrovaskuläre Erkrankungen, Schädel-Hirn-Traumata, Neoplasien und psychiatrisch- neurologische Erkrankungen.

Zu den cerebrovaskulären Erkrankungen zählen die Insulte, die an dritter Stelle der Todesursachenstatistik der Bundesrepublik Deutschland stehen (Ringelstein, 1992, S. 452). Ihre Ursachen sind meist embolisierende Herzerkrankungen oder arteriosklerotische

Veränderungen der Hirnarterien, die zu einer arteriellen Durchblutungsstörung führen (primär ischämischer Insult). Besonders häufig davon betroffen ist die Arteria cerebri media.

Ursachen des primär hämorrhagischen Insults sind in den meisten Fällen Rupturen von Aneurysmen, die zu Funktionsbeeinträchtigung des Gehirns führen können. Diese intracerebrale Massenblutung bricht insbesondere bei Aneurysmen der Arteria cerebri anterior und Arteria communicans anterior sowie der Karotisgabelung in den Frontallappen ein (Ferszt, 1989, S. 121).

Schädel-Hirn-Traumata entstehen durch stumpfe oder scharfe mechanische Gewalteinwirkung auf den Schädel und führen zu einer zeitlich nicht begrenzten zerebralen Funktionsstörung (Kunze, 1992, S. 732). Arbeits- oder Verkehrsunfälle stellen einen großen Anteil an dieser Hirnverletzung dar, aber auch die Schußverletzungen fallen unter diese Kategorie. Untersuchung von Kriegsoptionen mit Schußverletzungen ermöglichten große Fortschritte in der Erforschung des Gehirns in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts.

Infolge der Gewebsneubildung bei Hirntumoren kann es durch Hirndruck-steigerungen, Massenverschiebungen und Hirnödemen zu erheblichen klinischen Ausfallserscheinungen kommen. Den größten Anteil unter den Hirntumoren stellen die Gliome und die Meningiome dar. Etwa die Hälfte der Gliome sind Glioblastome; ein weiteres Drittel sind Astrozytome (Kunze, 1992, S. 480). Neben den hirneigenen Raumforderungen gibt es die sekundären Hirntumoren, die als Metastasen oder als Tumore im Rahmen von Systemerkrankungen auftreten, wie z.B. Lymphome. Ursprung für Raumforderungen können außerdem diffuse Entzündungen sein, wie zum Beispiel die eitrige Meningitis im Subarachnoidalraum.

Neurochirurgische Eingriffe wie die Resektion von Tumoren, aber auch die Behandlung von Epilepsien oder psychischen Erkrankungen wie Schizophrenie können die Ursache von Frontallappendefekten sein. Um zum Beispiel schwerste, nicht behandelbare Schmerzzustände in den Griff zu bekommen, werden bei der heute obsoleten Leukotomie sämtliche Assoziationsbahnen vom und zum rostralen Teil des Lobus frontalis beidseitig durchtrennt.

Die Beschreibung weiterer Krankheitsbilder befindet sich aus methodischen Gründen in Kapitel 2.6. Der Zusammenhang zu den dort vorgestellten Krankheiten basiert auf theoretischen Überlegungen. Im Gegensatz zu den hier erwähnten Erkrankungen, traten diese bei keinem Patienten dieser Studie auf.

2.5 Symptome nach Frontallappenläsion

Im Folgenden soll ein Überblick über die bei Frontalhirnläsionen erscheinenden Ausfälle gegeben werden, um die Funktion des Frontalhirns zu verdeutlichen. Aufgrund der Komplexität der Funktion dieses Hirnabschnitts, können für mein Thema weniger relevante Bereiche nur angerissen werden. Diese Kapitel erhebt also keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

2.5.1 Motorische Störungen

Im Zusammenhang der motorischen Störung möchte ich vorab die Funktion des motorischen Supplementärfeldes etwas näher beschreiben.

Bewegungen, die aus schnellen und jeweils getrennten Muskelkontraktionen zusammengesetzt sind, werden nach Ansicht von Roland et al. (1980) im supplementär-motorischen Areal (SMA) programmiert. Gestützt wird diese These durch Beobachtungen, wonach die Durchblutungsrate im SMA bei Bewegung von Fingern und Gliedmaßen beidseitig zunimmt. Der gleiche Effekt wurde bei Sprachvorgängen erzielt, wobei das Sprechen ebenfalls als Willkürbewegung, bestehend aus einzelnen schnellen Muskelkontraktionen, anzusehen ist. Als Folge der Entfernung des SMA wurde eine Beeinträchtigung des raschen Bewegungswechsels von Fingern oder Händen beobachtet, sowie eine vorübergehende Störung fast aller willkürlichen Bewegungen (Kolb und Wishaw, 1993, S. 256). Asanuma (1989) hingegen ist der Meinung, bei isolierten Läsionen des SMA seien keine deutlichen Bewegungseffekte zu verzeichnen, aber abnorme taktile Greifreflexe, die in verstärkten Zupack- und Nachgreifreaktionen bestünden.

Kolb und Milner (1981) kommen zu interessanten Ergebnissen bei ihrer Untersuchung von Patienten mit Lobektomien im Frontalhirnbereich. Die Patienten wurden gebeten, verschiedene Folgen von Arm- und Gesichtsbewegungen nachzuahmen. Eine der insgesamt sechs Bewegungsfolgen sah beispielsweise so aus: die Faust schließen, auf den Tisch klopfen, die Hand öffnen und anschließend flach auf den Tisch legen. Zur Abstufung der Leistungen ergaben die vier Komponenten einer jeden Bewegungsfolge bei richtiger Imitation jeweils Teilpunkte für die Gesamtbewertung. Die Gesichtsbewegungen, die imitiert werden sollten, bestanden aus einfachen Bewegungen, wie zum Beispiel Augen schließen, Mund öffnen, Zunge rausstrecken usw.. In einer weiteren Aufgabe wurden drei der insgesamt 15 Bewegungen in eine bestimmte Reihenfolge gebracht und wiederum durch den Versuchsleiter vorgeführt. Direkt nach Abschluß der Vorgabe sollten die Probanden mit dem Nachahmen beginnen.

Während bei der Nachahmung der Armbewegungen nur leichte Beeinträchtigungen erkennbar waren, bereitete die Aufgabe bei den Gesichtsbewegungen den Patienten mit Läsionen im Frontalhirnbereich⁴ offensichtlich größere Schwierigkeiten. Die Analyse der Leistungen ergab, daß Einzelbewegungen selbst zwar korrekt erinnert wurden, jedoch in der falschen Reihenfolge. Die einzelnen Komponenten der Bewegungsfolge konnten nicht in eine Gesamtfolge eingeordnet werden. Die Autoren gingen davon aus, daß hierfür nicht nur ein

⁴ Nachfolgend werden diese Patienten zur Vereinfachung „frontale Patienten“ genannt. Patienten mit Läsionen in nicht-frontalen Hirnabschnitten werden dementsprechend als „nicht-frontale Patienten“ bezeichnet usw.

gestörtes Bewegungsprogramm verantwortlich ist, sondern auch eine schlechte Gedächtnisleistung.

In einer weiteren Studie aus dem gleichen Jahr untersuchen Kolb und Milner erneut die Gesichtsmotorik, diesmal jedoch in Hinblick auf das allgemeine Bewegungsverhalten. Hierbei zeigte sich, daß frontale Patienten in ihrem spontanen mimischen Ausdruck eingeschränkt sind. In dem ethologischen Registrierungsverfahren wurden die verschiedenen Gesichtsausdrücke bzw. Bewegungen in einem bestimmten Zeitintervall gezählt. Die Patienten erhielten verschiedene Aufgaben, währenddessen jedes Lächeln, Augenschließen, Lippenbeißen, Stirnrunzeln usw. aufgezeichnet wurde. Die Spontaneität sowie die Anzahl der Gesichtsausdrücke war gegenüber der Gruppe mit parietalen bzw. temporalen Läsionen signifikant reduziert.

Luria (1992, S.181) kommt zu der Einsicht, daß Schädigungen der prämotorischen Zonen weder eine Paralyse noch eine Parese der kontralateralen Gliedmaßen hervorriefen. Der grundlegende Ausfall äußere sich vielmehr in einer Beeinträchtigung erlernter Bewegungen, die nicht mehr fließend ausgeführt würden.

Diese Ergebnisse machen deutlich, daß dem frontalen Kortex und speziell dem noch relativ unerforschten supplementär-motorischen Areal besondere Bedeutung bei der Bewegungsprogrammierung beizumessen sind.

Als weitere Einheit motorischer Leistungen des Frontalhirns ist das frontale Blickfeld genauer zu betrachten. Luria (1992) analysierte bei Patienten mit Stirnlappenläsionen Aufzeichnungen von Augenbewegungen, als diese komplexe, thematische Bilder betrachteten. Auf die Frage nach dem Alter der abgebildeten Person richteten die Versuchspersonen ihren Blick auf den Kopf; ein frontaler Patient hingegen "fixierte einen beliebigen Punkt, beantwortete jede Frage unvermittelt mit der ersten Vermutung, die ihm in den Sinn kam und unternahm nicht den geringsten Versuch, die Antwort aus der Analyse des Bildes zu entnehmen" (S. 220).

Die von Teuber (1964) durchgeführten Untersuchungen anhand des visuellen Suchtests (nach Poppelreuter) ergaben ebenfalls eine Änderung der Blickbewegungen. Die Probanden waren aufgefordert, ein Duplikat einer Abbildung unter 48 anderen Abbildungen, die sich in Form, Farbe oder beidem unterschieden, wiederzufinden. Patienten mit Läsionen im Frontalhirnbereich waren dazu nicht fähig.

Schwerwiegende Läsionen der Brodmann-Areale 44 und 45, insbesondere bei Verletzungen des dorsal gelegenen Marklagers, können zur Broca-Aphasie führen. Es handelt sich hierbei um eine Sprachstörung mit verlangsamter, mühsamer Sprachproduktion und einem hierfür charakteristischen Agrammatismus. „Er ist gekennzeichnet durch kurze, aus ein bis drei Wörtern bestehenden, telegrammstilartigen Äußerungen mit extrem vereinfachtem, aber nicht

ganz willkürlichem Satzbau. Die Ordnung der Wörter erfolgt oft nach ihrer thematischen Wichtigkeit, ohne daß die Relationen von Subjekt und Objekt oder Haupt- und Nebensatz beachtet werden“ (Hartje, 1992, S. 803).

2.5.2 Verlust des divergenten Denkens

Guilford (1961) unterscheidet zwei unterschiedliche Arten des Denkens, nämlich das konvergente und das divergente Denken. Diese Unterteilung gewinnt besondere Bedeutung bei genauerer Betrachtung der Lokalisation einer Läsion. Posteriore Läsionen gehen häufig mit einer Einschränkung des konvergenten Denkens einher. Bei dieser Art des Denkens gibt es auf jede gestellte Frage nur eine konkrete Antwort. Auf diesem Schema sind auch viele der traditionellen Intelligenztests aufgebaut, die dementsprechend bei Patienten mit Läsionen im parietalen oder temporalen Bereich schlechter ausfallen und als Intelligenzminderung gewertet werden. Zangwill (1966) stellt die These auf, daß diese Art des Denkens bei Patienten mit Läsionen im frontalen Bereich jedoch häufig gar nicht beeinträchtigt ist, sondern es vielmehr das divergente Denken ist, das Probleme bereitet. Diese Form des Denkens unterscheidet sich dadurch, daß es eine weitgefächerte Anzahl von Lösungen gibt, die vorher nicht eindeutig definiert sind.

Ein Test, der abweichendes Denken prüft, ist der von Wang (1987, p. 192) entwickelte „Modified Vygotsky Concept Formation Test“ (MVCFT). Das Testmaterial besteht aus 22 hölzernen Bausteinen, die in Farbe, Form, Höhe und Größe variieren. Der Testleiter wählt vorab einen Baustein aus, z.B. das kleine blaue Dreieck. Die Versuchsperson soll nun die anderen Bausteine, die dieser Gruppe angehören zuordnen. Das jeweilige Zuordnungskriterium, beispielsweise die Farbe, wird vorab durch den Testleiter festgelegt. „Durch Protokollierung der Wahlentscheidung können Fehlertypen wie Zufallswahl, die Unfähigkeit, das Konzept zu generalisieren oder Perseveration bei einem spezifischen Merkmal der Bausteine quantifiziert werden“ (Koch, 1994, S.87). „*This divergent thinking task provides a tool to examine the subject's creative thinking ability and „fluency of ideas“*“ (Wang, 1987, p.194). Frontale Patienten schnitten gegenüber nicht-frontalen Patienten signifikant schlechter ab. Eine Differenzierung der Läsion innerhalb des Frontallappens ergab eine Tendenz zu schlechteren Ergebnissen unter den rechts-frontalen Patienten gegenüber den Links-frontalen.

Weitere Tests, die diese Leistungen des Hirns erfassen, sind die Fluency-Tests, die auch in dieser Studie verwandt wurden. Genaueres über diese Tests ist im Kapitel 3.3.4 nachzulesen.

2.5.3 Beeinträchtigung der Strategiebildung

Shallice und Evans (1978) entwickelten einen Test, um abzuschätzen, inwieweit das Frontalhirn an kognitiven Leistungen beteiligt ist. Dazu konfrontierten sie 96 hirngeschädigte Patienten mit verschiedenen Fragen, die ein Nachdenken auf der Grundlage von Allgemeinwissen erforderlich machten. Zur Lösung dieser Fragen war kein Spezialwissen erforderlich, lediglich ein wenig rechnerisches Geschick. Als Beispiel: „Wie lang ist eine durchschnittliche Krawatte?“, „Wie alt ist die älteste Person Englands?“ oder „Wie lang ist im Durchschnitt ein menschliches Rückgrat?“ Die letzte Frage beispielsweise kann gelöst werden, indem man sich vorstellt, wie groß ein normaler Mensch ist (Gebrauch von Allgemeinwissen), abzüglich der Länge des Kopfes und der Beine. Es könnte aber auch eine Lösung erzielt werden, durch das Vergegenwärtigen der Länge einer Jacke (ebd.). Allen Fragen ist gemeinsam, daß sie zu ihrer Lösung die Entwicklung eines geeigneten kognitiven Plans erforderten. Eine angemessene Schätzung konnte nur dann erfolgen, wenn zunächst eine adäquate Fehlerkontrolle („error-checking“) der möglichen Antworten stattfand.

Frontalhirnpatienten waren in dieser Studie signifikant beeinträchtigt. Dementsprechend hoch war der Anteil bizarrer Antworten. Auf das Beispiel bezogen, ergab sich unter anderem der Lösungsvorschlag von vier bis fünf Fuß (etwa 120 bis 150 cm) für die Länge eines durchschnittlichen Rückgrats.

Der von Smith und Milner (1984) entwickelte Test befaßte sich ebenfalls mit der Fragestellung nach der Beteiligung des Frontalhirns an kognitiven Funktionen. Hierzu erhielten die Probanden 16 kleine Spielzeuge, die reale Objekte repräsentierten. Die Aufgabe war nun, den Preis des realen Objekts, beispielsweise einer Schreibmaschine, zu schätzen. Da je nach Qualität und Ausstattung der Preis stark variieren kann, sollte ein Durchschnittswert angegeben werden. Im Gegensatz zu dem Ergebnis von Shallice und Evans, die bei ihrer Untersuchung Defizite bei Patienten mit sowohl rechts- als auch links-frontalen Läsionen entdeckten, ergab dieser Test nur eine Beeinträchtigung in der Gruppe der Patienten mit rechts- frontalen Läsionen.

Das Ergebnis ist nach Meinung von Smith und Milner nicht auf mangelnde Aufmerksamkeit oder Desinteresse an der Aufgabe zurückzuführen, sondern ist vielmehr Zeichen der Beeinflussung der Bildung und des Gebrauchs kognitiver Pläne beziehungsweise Strategien. Die Schätzung des durchschnittlichen Preises eines bestimmten Objekts (z.B. eine Nähmaschine) erfordert die Entwicklung einer Strategie. Diese beinhaltet zum Beispiel die Frage nach dem typischen Aussehen einer Nähmaschine, die Entscheidung in welchem möglichen Preisrahmen dieses Objekt rangiert und letztlich den Entschluß zur Festlegung eines Preises für ein Gerät mit normaler Qualität.

Der Ansatz, dieses Ergebnis als eine reine Gedächtnisstörung zu deuten, scheidet schon deswegen aus, weil Probanden mit Temporallappenläsionen, die bei anderen Tests erhebliche Gedächtnisprobleme zeigten, bei dieser Aufgabe ähnliche Resultate erzielten, wie die Kontrollpersonen.

Shallice (1982) ging mit seinem „Tower of London“-Test noch einen Schritt weiter: die modifizierte Form des „Turm von Hanoi“-Tests verlangt im Gegensatz zu dem Preisschätzen ein Vorausdenken des Probanden. Der „Turm von Hanoi“ besteht aus drei Holzstäben und vielen unterschiedlich großen Holzscheiben, die in ihrer Mitte ein Loch haben. Zunächst sind alle Scheiben der Größe nach auf einen der Stäbe gesetzt, und zwar so, daß sich die größte Scheibe ganz unten befindet und die kleinste oben. In dieser Anordnung ergibt sich folglich ein Turm. Die Aufgabe besteht darin, die Holzscheiben auf einen Zielstab zu übertragen, so daß der ursprüngliche Aufbau des Turmes wiederhergestellt wird. Dabei müssen die folgenden zwei Regeln eingehalten werden: pro Zug darf jeweils nur eine Scheibe bewegt werden und eine größere Scheibe darf niemals auf einer kleineren liegen. Zur Bewältigung der Aufgabe müssen die Scheiben zunächst auf die noch zur Verfügung stehenden Stäbe verteilt werden. Das Problem wird also in kleinere Teilschritte zerlegt.

Der „Tower of London“ erlaubt eine Abstufung des Schwierigkeitsgrades des ansonsten recht komplexen Problems. Die Versuchsperson erhält ein Modell eines Turmes bestehend aus Scheiben, die ebenfalls in einem bestimmten Arrangement auf Stäben aufgesteckt sind. Anhand dieser Vorlage soll nun der Proband mit möglichst wenigen Zügen aus einer davon abweichenden bestimmten Ausgangsposition den Turm nachbauen. Auch hierbei ist der Patient zum Vorausdenken gezwungen, da durch eine Planung Versuch und Irrtum und die daraus resultierenden überflüssigen Züge vermieden werden. „Vorausdenken erfordert bei dieser Aufgabe, daß die verschiedenen Bewegungen im Kopf vollzogen werden und daß man

sich das Resultat vorstellen kann, wie beim Schachspiel“ (Canavan, 1990, S. 110). Das schien jedoch in der Untersuchung von Shallice (1982) gerade Patienten mit links anterioren Hirnschädigungen (über die Hälfte des Läsionsvolumens lag anterior des Sulcus centralis) Probleme zu bereiten. Von den 61 Teilnehmern mit Hirnschädigungen war gerade diese Gruppe signifikant beeinträchtigt.

2.5.4 Gestörte Reaktionsunterdrückung und inflexibles Verhalten

Eine Studie von Perret (1973) bestätigt die These, daß Patienten mit Läsionen im Frontalhirnbereich in bestimmten Testsituationen zu einem starren Antwortverhalten neigen, wobei gleichzeitig die Antwortunterdrückung mitbeeinträchtigt ist.

Die Untersuchung erfolgte anhand einer modifizierten Form des Farb-Wort-Tests nach Stroop, in welchem der Patient aufgefordert ist, die Farbe bestimmter Stimuli zu nennen. Im ersten Teil der insgesamt drei Phasen besteht dieser Stimulus aus 24 farbigen Punkten, die in den Farben blau, grün, gelb oder rot gedruckt sind. Die Aufgabe des Patienten ist es, die Farbe dieser Punkte so schnell wie möglich nacheinander zu nennen. In der zweiten Phase wurden die Punkte durch einfache Wörter ersetzt, die ebenfalls farbig abgebildet waren und im letzten Teil handelte es sich um geschriebene Farbbennamen, die aber eine andere Farbe bezeichneten, als die, in der sie gedruckt waren (zum Beispiel „rot“ blau geschrieben). „Die zwei ersten Phasen dienen dazu, auffällige Farbbennennungs- oder Leseschwierigkeiten zu bestimmen, so daß eine Leistungsabnahme in der dritten Phase, verglichen mit der ersten, spezifisch der Schwierigkeit zugeschrieben werden kann, die zwei kombinierten Kategorien der gedruckten Farbe und des geschriebenen Farbnamens voneinander zu trennen, um nur die erste zu berücksichtigen“ (Perret, 1973, S. 49). Das Ergebnis war eine deutliche Leistungsminderung im dritten Teil der Aufgabe bei Patienten mit Läsionen im links-frontalen Bereich. Der „categorical factor“ dieser Aufgabe, sprich das Trennen von zwei Kategorien innerhalb eines einzelnen Stimulus und das gleichzeitige Unterdrücken der gewohnteren Komponente, nämlich das Lesen, bereitete keiner anderen Gruppe solche Probleme.

Miller (1992) entwickelte mit ihrer „cognitive risk-taking task“ einen Test zur Unterscheidung von impulsivem und risikofreudigem Verhalten. Als weiteres Ziel dieser Studie galt es festzustellen, ob ein Unterschied besteht, zwischen der Fähigkeit, eine gesprochene Antwort

bzw. eine Handbewegung zu unterdrücken. Gleichzeitig sollten die Probanden noch ihren eigenen Erfolg abschätzen.

Das Testmaterial bestand sowohl aus visuellen als auch aus verbalen Stimuli. Bei dem visuellen Material handelte es sich um vier verschiedene Karten, auf denen jeweils ein Teil einer repräsentativen Gesamtzeichnung abgebildet war. Beispiel: als Gesamtbild soll ein Geschenkkarton erkannt werden. Auf der ersten Karte ist dazu die vordere Kante der Schachtel zu sehen, auf der zweiten die hintere, auf der dritten nur die Geschenkschleife usw.. Um nun zu der endgültigen Abbildung zu gelangen, müssen die bereits gesichteten Karten im Geiste übereinander gelegt werden, ähnlich wie Folien bei Overheadprojektionen. Mit jeder weiteren Abbildung und deren Verarbeitung mit den schon gesehenen Karten wird das Gesamtbild folglich komplexer.

In dem verbalen Teil sollten Homographen erraten werden, also Worte, die identisch geschrieben werden, aber unterschiedliche Bedeutung haben können, wie das englische Wort „tip“. Jeder Hinweis auf das fehlende Wort bestand aus einem Satz, in dem das gesuchte Wort durch eine Leerstelle ersetzt wurde. Insgesamt vier verschiedene Sätze unterschiedlichen Inhalts stehen zum Erraten des Zielwortes zur Verfügung. Auf jeder der vier Karten ist jeweils nur ein Satz abgedruckt.

Vor der Durchführung mußte die Versuchsperson abschätzen, wieviele Hinweise sie benötigen würde, um eine Antwort geben zu können. Mit jeder der zusätzlichen Karten sank jedoch auch der Punktwert, der dabei zu erzielen war. Das heißt, ein richtiges Schätzen nach nur einem Hinweis erbrachte den höchsten Punktwert, barg aber auch das Risiko durch eine falsche Vermutung erzielbare Punkte zu verlieren. Die Durchführung des Tests erfolgte auf zwei verschiedene Arten. Bei beiden Arten liegen die Karten zunächst mit der Rückseite nach oben auf dem Tisch und werden erst dann umgedreht, wenn eine Schätzung erfolgen soll. Unter der ersten Bedingung („add-clues condition“) wurden die Karten in Zehn-Sekunden-Abständen nacheinander präsentiert, bis der Proband eine Schätzung abgeben wollte. Unter dieser Testbedingung erhöht sich folglich die Anzahl der zur Verfügung stehenden Hinweise nach einer gewissen Zeit und erleichtern somit die Beantwortung der Fragestellung. Bei der zweiten Bedingung („take-away condition“) lagen zunächst alle vier Karten auf dem Tisch und wurden nacheinander im gleichen Zeitintervall entfernt. Hierdurch erschwert sich die Testsituation mit zunehmender Dauer.

Es gab für die Versuchsperson zusätzlich zwei verschiedene Arten, deutlich zu machen, daß sie eine Schätzung abgeben wollen. Dies mußte in dem einem Fall verbal erfolgen mit dem

Wort „Stopp“; in dem anderen Fall sollte der Versuchsleiter durch eine Handbewegung informiert werden.

Miller nahm an, daß die Personen, die zu einem impulsiven Verhalten neigen, unter beiden Bedingungen, sowohl der „add-clues condition“ als auch der „take-away clues condition“ schnell antworten würden. Das hätte zur Folge, daß sie bei der ersten Bedingung ein großes Risiko eingehen würden, unter der zweiten aber ein eher geringes. Die wirklich Risikofreudigen hingegen würden unter der „take-away“-Bedingung ihre Antwort so lange unterdrücken, bis nur noch wenige Karten übrigblieben.

Das Ergebnis zeigte bei den verschiedenen Versuchspersonengruppen keine besondere Risikobereitschaft. Auffällig war eine Asymmetrie zwischen rechts- und links-frontalen Patienten. Die links-frontale Gruppe war beim Erraten der Wörter bzw. der Bilder signifikant beeinträchtigt. Allgemein tendierten die Patienten mit Frontalhirnläsionen zu einem impulsiven Verhalten, speziell als sie ihre Vermutungen durch Handzeichen signalisieren sollten. Offensichtlich gibt es eine Differenz zwischen der Möglichkeit, verbale Äußerungen zu unterdrücken und der Vermeidung willkürlicher Handbewegungen. Es kann davon ausgegangen werden, daß die frontalen Patienten bei dieser Aufgabe nicht deshalb so schlecht abgeschnitten haben, weil sie ihre Erfolgchancen nicht einschätzen konnten, sondern weil es ihnen schwer fiel, ihre eigenen Handlungen angesichts der Informationen zu kontrollieren.

Ein weiteres Beispiel für das Phänomen der beeinträchtigten Reaktionsunterdrückung bei frontalen Patienten ist der Wisconsin-Card-Sorting-Test (WCST). In diesem Test erhält der Proband 128 verschiedene Karten, die sich in Farbe, Anzahl und Form der darauf abgebildeten Symbole unterscheiden. Auf jeder Karte wird nur eine Figurenart (Dreieck, Stern, Kreis und Kreuz) verwandt, das heißt also entweder nur Dreiecke oder nur Sterne usw.. Diese Karten sollen jeweils vier verschiedenen Stimuluskarten zugeordnet werden, die sich nach den gleichen Kriterien unterscheiden. Der Proband muß also als erstes ein Sortierungsprinzip erkennen und dementsprechend eine Wahl der Zuordnung treffen. Welches Kriterium jedoch gerade gültig ist, also entweder Farbe, Form oder Elementenanzahl muß die Versuchsperson selbst erkennen anhand der Rückmeldung über ihre Wahl durch den Testleiter. Dieser antwortet dann mit „richtig“ oder „falsch“. Als erstes wird das Zuordnungsprinzip „Farbe“ stillschweigend angenommen, anschließend „Form“ und dann „Anzahl“. Ein Prinzip gilt als erkannt und nicht als Zufallsprodukt, wenn es über zehn Karten

richtig beibehalten wird. Der Wechsel des Sortierprinzips erfolgt ohne Ankündigung. Der Test ist beendet, wenn alle Karten verteilt sind.

Milner (1964) untersuchte mit dem WCST 71 Patienten mit Hirnläsionen. 18 Probanden zeigten Läsionen im dorsolateral-frontalen Bereich, die restlichen 53 Probanden der Kontrollgruppe wiesen Läsionen im orbito-frontalen, temporalen oder posterioren Kortex auf. Es zeigte sich, daß die Patienten der dorsolateral-frontalen Gruppe signifikant mehr Fehler machten und signifikant weniger Kategorien erzielten als die Patienten in den anderen Gruppen. Diese Fehler waren hauptsächlich perseverativer Art, das heißt, der in diesem Test wichtigste Faktor, nämlich das Wechseln von einer Kategorie zu einer anderen, gelang diesen Patienten nicht. Ihre Reaktionen waren vielmehr durch ein Hängenbleiben innerhalb eines Sortierungsprinzips gekennzeichnet, das bis dahin richtig war, anschließend jedoch falsch. Dabei ist dieses Ergebnis nicht auf ein mangelndes Abstraktionsvermögen zurückzuführen, denn einige Probanden waren durchaus in der Lage, das Problem zu verbalisieren. Offensichtlich sind sie nicht fähig, das richtig Erkante in die Tat umzusetzen. Milner erkannte, daß das Verbalisieren der Testanforderungen nicht mehr das Handeln bestimmte, sondern davon getrennt zu sein schien. Dies hängt wiederum mit den Problemen frontaler Patienten zusammen, aktiv Reaktionen zu unterdrücken und flexibel zu handeln wie das Überwinden des vorherigen Klassifikationsschemas.

Der Test zeigt außerdem deutlich die Neigung frontaler Patienten, gegen Regeln zu verstoßen- eine Verhaltensweise, die im Folgenden erläutert werden soll.

2.5.5 Bereitschaft zum Regelverstoß

In Kapitel 2.5.4 wurde unter anderem deutlich, daß frontale Patienten dazu tendieren, Regeln in bestimmten Testsituationen zu brechen, obwohl sie teilweise die geltenden Regeln durchaus beschreiben können.

Diese Beobachtung des Regelverstoßes konnte noch durch weitere Tests bestätigt werden, wie zum Beispiel durch den Labyrinth-Test, den Milner 1964 mit sechs Patienten nach einer frontalen Lobotomie durchführte. Die Versuchspersonen sollten dabei den korrekten Weg von einem Anfangspunkt bis zum Zielpunkt innerhalb eines Labyrinths herausfinden. Dieses Labyrinth bestand aus 100 Nägeln, die in einem Quadrat angeordnet waren. Die Nägel stellten sichtbare Punkte für die Versuchspersonen dar, die einen vorher bestimmten Weg von Nagel zu Nagel zu einem festgelegten Ziel finden sollten. Dieser Weg mußte praktisch nach dem

„try and error“- Prinzip erlernt werden. „*Every time he [the subject] departs from the correct path, an error counter clicks noisily, thus informing him that he has made an error*“ (Milner, 1964). In dem Fall mußte im Labyrinth zurückgegangen werden zu dem letzten noch richtigen Nagel und eine neue Route eingeschlagen werden. Perret (1973, S. 44) ist der Meinung, daß dieser Test eine Kombination von zwei grundsätzlich verschiedenen Verhaltensfunktionen verlange, nämlich der Lernfähigkeit an sich und der räumlichen Orientierung.

Bei den sechs Patienten nach frontaler Lobotomie zeigte sich neben dem schlechten Abschneiden im Test, daß diese die Instruktionen nicht befolgten, indem sie sich beispielsweise diagonal durch das Labyrinth bewegten. Sie hatten ebenfalls, wie schon in Kapitel 2.5.4 beschrieben, Probleme unangemessene Reaktionen zu unterdrücken. So wollte zum Beispiel ein Patient das Problem vereinfachen, indem er versuchte, vom Start zum Ziel so schnell wie möglich zu gelangen, ungeachtet der erlaubten Route (Milner, 1964).

Canavan (1983) unternahm ebenfalls Untersuchungen an frontallhirngeschädigten Personen mit Hilfe des Labyrinth-Tests. Er beobachtete einen linearen Rückgang der Fehleranzahl sowie der Regelverstöße im Laufe des Versuchs. Canavan kam deshalb zu dem Entschluß, daß die Tendenz frontaler Patienten zum Regelbrechen als ein vorübergehendes Phänomen zu betrachten sei. Dies zeige sich besonders im Umgang mit neuartigen Regeln, verschwinde aber nach einer gewissen Zeit.

2.5.6 Beeinträchtigung des Gedächtnisses

Zur Sondierung der Gedächtnisleistung führte Milner (1964) mit einer Abwandlung der Konorski-Technique folgenden Test durch.

Mit dem sogenannten „delayed paired comparison“ wurden zehn Patienten nach frontaler Lobotomie untersucht, verglichen mit weiteren 22 Patienten, die der nicht-frontalen Gruppe zuzuordnen sind. In dieser Aufgabe wurden dem Probanden zwei Stimuli derselben Sinnesmodalität in einem Zeitintervall von einer Minute aufeinanderfolgend dargeboten. Diese Stimuli waren entweder optischer oder akustischer Qualität, beispielsweise Farben, Blitzlichter oder reine Töne. Die Versuchsperson sollte nun entscheiden, ob sich der zweite Stimulus von dem ersten unterscheidet. Das setzt voraus, daß der zuerst angebotene Reiz während des Zeitintervalls behalten wird. Dieses Wiedererkennen kann zusätzlich noch erschwert werden, indem die Patienten während des Zeitintervalls durch weitere Aufgaben abgelenkt werden. Obwohl es Unterschiede im Ergebnis gab, bezüglich der Art des Stimulus,

so zeigt sich eine Tendenz in der frontalen Gruppe zu einer höheren Fehlerzahl. Milner erklärt dieses Ergebnis mit der mangelnden Fähigkeit frontaler Patienten, bestimmte Reaktionen zu unterdrücken, wie es schon im Kapitel 2.5.4 angesprochen wurde. Um nämlich ein gutes Ergebnis zu erzielen, muß sich die Versuchsperson auf den vorhergehenden Stimulus konzentrieren und die Erinnerung an vorherige Durchgänge unterdrücken. Für diesen Erklärungsansatz spricht, daß dieselben Personen in anderen üblichen Gedächtnistests keine Beeinträchtigungen zeigten.

Eine Untersuchung bezüglich des Gedächtnisses frontaler Patienten von Corsi (zitiert nach Milner und Petrides, 1984) brachte im Gegensatz dazu andere Ergebnisse.

Es wurde festgestellt, daß Patienten mit Läsionen im Frontallappen Schwierigkeiten haben, Ereignisse zeitlich zu ordnen. Mit der „recency-discrimination-task“ kann die Leistung des Kurzzeitgedächtnisses erfaßt werden. Dazu werden der Versuchsperson Reihen von Karten mit jeweils zwei abgebildeten Stimuli vorgelegt. Dieser Reiz kann in Form eines Bildes oder eines Wortes erscheinen. Auf einigen Karten ist zwischen den beiden Items zusätzlich noch ein Fragezeichen zu sehen. Der Proband soll nun entscheiden, welches der beiden Items früher als das andere schon einmal gesehen wurde. Um die Aufgabe zu bewältigen, muß also die Reihenfolge der Reizdarbietung in Erinnerung gerufen werden. Der Test ist so gestaltet, daß es annähernd unmöglich ist, das Testmaterial zu organisieren oder durch ständiges Wiederholen in Erinnerung zu behalten. In manchen Versuchsdurchgängen wurde auf den Karten mit den Fragezeichen jeweils ein Item neu angeboten, während das andere bereits zuvor schon einmal präsentiert wurde. In dieser Testvariante ist also die temporäre Komponente nicht entscheidend; es handelt sich lediglich um ein Wiedererkennungstest.

Im Gegensatz zu Patienten mit Temporallappenläsionen, die leichte Defizite bei der Wiedererkennungsaufgabe aufwiesen, schien die Gruppe der frontalen Läsionen darin unbeeinträchtigt. Sie konnte zwischen altem und neuem Material unterscheiden, jedoch nur schwer beurteilen, welches von zwei zuvor gesehenen Items das relativ neuere war. Diese Aufgabe zeigt darüber hinaus eine Asymmetrie der Frontallappen. Während Patienten mit links-frontalen Läsionen mäßige Schwächen bei der verbalen Aufgabe zeigten, war die rechts-frontale Gruppe bei den repräsentativen Zeichnungen deutlich beeinträchtigt (Milner und Petrides, 1984).

Eine Aufgabe, die nicht nur die Gedächtnisleistung, sondern gleichzeitig die Selbstorganisation und das Entwickeln von Lösungsstrategien prüft, beschreiben Petrides und Milner in ihrer Studie von 1982.

Bei der „subject-ordered-task“ (oder auch „self-ordered-pointing-task“) erhält die Versuchsperson einen Stapel von zwölf Karten, die jeweils zwölf verschieden angeordnete Stimuli zeigten. Auf jeder Karte sind die gleichen Reize abgebildet, aber deren jeweilige Position variierte zufällig. Während sich die Abbildung einer Eisenbahn im Raster der zwölf Abbildungen bei der ersten Karte des Stapels beispielsweise im oberen rechten Feld befand, wechselte ihre Position mit den nächsten Karten innerhalb der zwölf Felder auf jeder Karte. Diese Stimuli bestanden aus abstrakten und gegenständlichen Zeichnungen oder aus bildlichen bzw. weniger bildlichen Worten. Innerhalb eines Durchgangs wurde die Kategorie des Stimulus nicht verändert.

Die Versuchspersonen hatten nun die Aufgabe, den Kartenstapel durchzugehen und alle Stimuli in beliebiger Reihenfolge zu berühren. Dabei sollte pro Karte jeweils nur ein Reiz berührt werden und im Laufe eines Durchgangs kein Item mehr als ein Mal. Als Beispiel: auf der ersten Karte wird die Abbildung einer Eisenbahn berührt, auf der zweiten ein Bus, auf der dritten ein Koffer usw. bis schließlich alle Karten durchgegangen sind und auf alle zwölf Symbole gedeutet wurde. Mit zunehmender Anzahl der bereits durchgegangenen Karten und damit der bereits berührten Abbildungen wächst die Anforderung an den Probanden, denn er muß eine stetig steigende Zahl von Symbolen behalten, da schließlich keine Abbildung mehrfach berührt werden soll. Aufgrund der variierenden Positionen der Abbildungen macht es also keinen Sinn, auf der ersten Karte das erste Feld zu berühren, auf der zweiten das zweite Feld usw. ungeachtet der darauf abgebildeten Symbole. Das Risiko, dadurch Fehler zu provozieren, ist folglich nicht unbeträchtlich.

Um diese Aufgabe zu bewältigen, muß die Versuchsperson eine aktivere Rolle einnehmen als bei der „recency-discrimination-task“. Mit dem Beginn der Bearbeitung der Aufgabe muß die Versuchsperson die bereits gemachten Antworten mit den noch Verbleibenden vergleichen. Dies wiederum verlangt ein aktives, funktionsfähiges Gedächtnis (Petrides und Milner, 1982). In diesem Test stellte sich heraus, daß wiederum die Frontalhirnpatienten im Gegensatz zu den Patienten mit Läsionen im temporalem Bereich beeinträchtigt sind. Innerhalb der Frontalhirngruppe ergaben sich relativ größere Defizite bei den links-frontalen Patienten, verglichen mit Probanden, deren Läsion sich in der gegenüberliegenden Hemisphäre befand. Entgegen den Erwartungen von Petrides und Milner zeigte sich, daß die Beeinträchtigung der

links-frontalen Gruppe nicht nur in den beiden verbalen Aufgaben bestand, sondern zusätzlich auch in den beiden nicht-verbalen Untertests. Im Kontrast dazu steht jedoch, daß die rechts-frontalen Patienten nur bei den nicht-verbalen Tests beeinträchtigt waren. Der auffällige materialspezifische Effekt bezüglich der Hemisphäre, wie er sich bei der „recency-discrimination-task“ zeigte, scheint hier aufgehoben zu sein.

Petrides und Milner erklärten das allgemein schlechtere Abschneiden der frontalen Patienten mit einer unzureichenden Organisation und Strategiebildung bzw. durch die mangelnde Kontrolle der Reaktionen. Wurden diese Patienten beispielsweise nach dem Gebrauch einer Strategie befragt, stellte sich heraus, daß diese entweder gar nicht entwickelt oder aber nicht konsequent angewandt wurden und damit unbrauchbar waren.

2.5.7 Verhaltens- und Persönlichkeitsveränderungen

Eine der ersten Studien über die Persönlichkeitsveränderungen frontaler Patienten bot Harlow schon im Jahre 1868. Er beschrieb den Fall des Arbeiters Phineas Gage, dessen Schädel im linken Stirnbereich von einer Eisenstange durchbohrt wurde, nachdem diese durch eine Explosion beschleunigt wurde. Kimble (1963, zitiert nach Canavan, 1990, S.117) faßt die Folgen dieses Unfalls folgendermaßen zusammen: Gage wurde „unzuverlässlich, ehrfurchtslos, erging sich in vulgären Profanitäten (welches er vorher nicht getan hatte), er zeigte wenig Achtung gegenüber seinen Kollegen und wurde ungeduldig, wenn er aufgehalten wurde oder ihm Rat erteilt wurde, der seinen Wünschen nicht entsprach. Manchmal war er starrsinnig, aber auch kapriziös und wankelmütig, er faßte Pläne für zukünftige Tätigkeiten, die er, sobald sie in die Wege geleitet waren, wieder aufgab und sich anderen zuwandte, die ihm leichter durchführbar erschienen.“

Der Begriff der „frontal lobe personality“ zur Beschreibung der Persönlichkeitsveränderungen wurde unter anderem von Stuss und Benson (1984) geprägt. Sie verstanden darunter ein ungehaltenes und taktloses Benehmen, Launenhaftigkeit, Witzelsucht, abgestumpfte Gefühle, gefühllose Gleichgültigkeit, Prahlerei und starrsinniges, kindlich-egozentrisches Verhalten.

Blumer und Benson (1975) unternahmen den Versuch, die Verhaltensänderungen zu klassifizieren. Sie teilten ein in den „pseudodepressiven“ und den „pseudo-psychopathischen“ Typen, wobei Mischformen aus beidem häufiger sind, als „reine“ Formen. Der erste Typ wird beschrieben als apathisch und gleichgültig mit wenig Eigeninitiative und verringertem

sexuellem Interesse. Langsame Reaktionen prägen diesen Charakter, der trotz annähernd normaler Intelligenz häufig nicht in der Lage ist, sein tägliches Leben eigenständig zu führen. „Pseudo-psychopathischen“ Personen hingegen fehlt es eher an Zurückhaltung. Dieser Typ fällt durch Taktlosigkeit, Derbheit, Reizbarkeit oder paranoides bzw. größenwahnsinniges Denken auf. Diese Patienten können impulsiv, spöttisch, witzelnd, hyperaktiv, promiskuitiv oder sozial unangepaßt sein. In manchen Fällen wurde auch eine Inkontinenz beobachtet. Die Autoren gingen sogar so weit, daß sie die beiden unterschiedlichen Typen bestimmte Lokalisationen der Hirnläsion zuordneten. Ihrer Meinung nach gab es Relationen zwischen dem „pseudo-psychopathischen“ Typen und einer Läsion in dem orbitalen Areal sowie zwischen dem „pseudodepressiven“ Typen und einer Läsion der „convexity“ („*lesions of the upper portions of the frontal lobes*“).

Diese drei ausgewählten Beispiele von den unzähligen Fallbeschreibungen und Studien, die über die Verhaltens- und Persönlichkeitsveränderungen frontaler Patienten bereits veröffentlicht wurden, machen deutlich, daß durchaus ähnliche Beobachtungen gemacht wurden und die Ergebnisse mit einem synonymen Vokabular belegt wurden. Trotzdem sind die Auswirkungen auf den Charakter sehr variabel und längst nicht alle aufgezählten Eigenschaften müssen auf Frontalhirngeschädigte zutreffen. „Als Fazit kann aus neuroanatomischer Sicht gezogen werden, daß es große Schwierigkeiten bereitet, emotionale Störungen und Persönlichkeitsveränderungen, die ausschließlich oder überwiegend an frontale Schädigung gebunden sind, zu beschreiben, weil eine größere Anzahl von Regionen an Emotionen beteiligt ist“ (Koch, 1994, S. 32). Canavan (1990, S. 118) kommt zu dem Entschluß, daß es nicht sinnvoll erscheint, von einem „Frontallappensyndrom“ zu sprechen, da sich die Symptome dramatisch zwischen Patienten unterscheiden bzw. sich mit der Zeit verändern. Blumer und Benson (1975) geben zu bedenken, daß eine frontale Läsion möglicherweise bilateral vorhanden sein müsse, bevor daraus Veränderungen der Persönlichkeit resultierten. Läsionen der frontalen „convexity“ riefen andere Persönlichkeitsveränderungen hervor, als Läsionen der orbitalen Area; und bestimmte subkortikalen Läsionen wiederum könnten zu recht ähnlichen Veränderungen führen. Deshalb raten sie zu einem zurückhaltenden Gebrauch des Begriffs „frontal lobe personality“.

Tabelle 1: Übersicht über die beschriebenen Studien und Tests.

| Autoren | Erscheinungs- jahr | Thema der Studie |
|--|-----------------------|---|
| 2.5.1 Motorische Störungen | | |
| Roland et al. | 1980 | Rolle des supplementär-motorischen Areals (SMA) |
| Kolb und Milner | 1981 | Nachahmung von Gesichts- und Armbewegungen |
| Kolb und Milner | 1981 | Spontanes mimisches Ausdrucksverhalten |
| Luria | 1992 | Augenbewegungen bei Betrachtung komplexer Bilder |
| Teuber | 1964 | Suchtest nach Poppelreuter |
| 2.5.2 Divergentes Denken | | |
| Wang | 1987 | Modified Vygotsky Concept Formation Test (MVCFT) |
| 2.5.3 Beeinträchtigung der Strategiebildung | | |
| Shallice und Evans | 1978 | Strategiebildungs-Test |
| Smith und Milner | 1984 | Preisschätzen |
| Shallice | 1982 | „Tower of London“ |
| 2.5.4 Gestörte Reaktionsunterdrückung und inflexibles Verhalten | | |
| Perret | 1973 | Farb-Wort-Test nach Stroop |
| Miller | 1982 | „cognitive risk-taking task“ |
| Milner | 1964 | Wisconsin Card Sorting Test (WCST) |
| 2.5.5 Bereitschaft zum Regelverstoß | | |
| Milner | 1964 | Labyrinth- Test |
| 2.5.6 Beeinträchtigung des Gedächtnisses | | |
| Milner | 1964 | „delayed paired comparison“ |
| Milner und Petrides | 1984 | „recency-discrimination-task“ |
| Petrides und Milner | 1982 | „subject-ordered-task“ / „self-ordered-pointing-task“ |
| 2.5.7 Verhaltens- und Persönlichkeitsveränderungen | | |
| Harlow | 1868 | Studie über Phineas Gage |
| Stuss und Benson | 1984 | „frontal lobe personality“ |
| Blumer und Benson | 1975 | Klassifizierung der Persönlichkeitsveränderungen |

2.6 Krankheiten, die das Frontalhirn betreffen

Viele der in Kapitel 2.5 beschriebenen Symptome nach Läsionen des Frontallappens sind auch für Personen mit psychiatrischen oder neurologischen Störungen charakteristisch. Als Beispiele seien hier Schizophrenie, Morbus Parkinson und das Korsakoff-Syndrom genannt.

Als Ursache für die Schizophrenie werden soziale, aber auch biochemische Faktoren, v.a. Störungen des Neurotransmitterstoffwechsels von Dopamin, diskutiert. Dopamin gelangt dabei durch zwei unterschiedliche Projektionssysteme zum Frontalhirn (nigrostriatal und mesokortical). Beim letzteren System liegen die Neurone im Tegmentum und die Axone projizieren zum limbischen System und zum Frontalhirn. Man nimmt an, daß die Zellen schizophrener Patienten anormal agieren. Ein weiterer Hinweis für diese These ist, daß bei Untersuchungen schizophrener Patienten der frontale Kortex einige Unregelmäßigkeiten zeigte. „Untersuchungen zur regionalen Durchblutungsrate und zur Glucoseaufnahme haben ergeben, daß die frontotemporalen Regionen abnorm arbeiten. Besonders interessant ist der Befund eines zu geringen Glucoseverbrauchs im frontalen Bereich. Daraus läßt sich auf eine reduzierte Aktivität der Frontallappen schließen“ (Kolb und Whishaw, 1993, S. 381). Trotz einer ganz unterschiedlichen Ätiologie, verglichen mit den Frontalhirnpatienten, zeigen sich Parallelitäten bei den Ergebnissen neuropsychologischer Tests: „Schizophrene Patienten schneiden bei allen Testaufgaben schlecht ab, die Funktionen des Frontallappens messen, und sie zeigen auch ein abnormes Muster bei der Kontrolle der Augenbewegungen. Bei Tests zur Erfassung der Funktionen des Parietallappens schneiden sie im Normbereich ab“ (S. 276).

Beim Morbus Parkinson handelt es sich um eine Degeneration dopaminergener Neurone in der Substantia nigra. Im Gegensatz zur Schizophrenie steht die Veränderung des nigrostriatalen Projektionssystems im Verdacht, Ursache der Erkrankung zu sein.

Ein typisches Leitsymptom des Morbus Parkinson ist die fehlende Gesichtsmimik (Akinese), ein leises und monotones Sprachbild bzw. eine Verlangsamung fast aller Bewegungen (Bradykinese). Eine ähnliche Symptomatik ist auch im Zusammenhang mit Frontalhirnerkrankungen beschrieben worden. Auffälliger als diese vergleichsweise diskreten Gemeinsamkeiten ist jedoch das ebenfalls schlechte Abschneiden beim Wisconsin-Card-Sorting-Test und bei verzögerten Antwortaufgaben (ebd.).

Ein gleichartiges Bild der Beeinträchtigung beim WCST zeigen Patienten mit dem Korsakoff-Syndrom. Canavan (1990, S.76,77) beschreibt die Unfähigkeit, neue verbale und nicht-verbale Informationen zu erlernen und einen deutlichen Effekt bei der „recency-discrimination-task“. Canavan kommt zu dem Schluß, daß die Befunde auf eine Beeinträchtigung der Frontallappen

hindeuten. Im allgemeinen äußert sich das Krankheitsbild noch durch Gedächtnisstörungen, wie es sie auch bei Frontalhirnpatienten gibt, die aber deutlicher ausgeprägt sind. Trotzdem können Korsakoff-Patienten durchaus mit normaler Intelligenz ausgestattet sein (ebd.). Der Ursprung dieser Krankheit ist in einem übermäßigen Alkoholkonsum zu suchen, der einen Thiamin- (Vitamin-B1-) Mangel zur Folge hat. Man geht davon aus, daß daraus eine Schädigung des Thalamus und des Hypothalamus bzw. eine allgemeine cerebrale Atrophie resultiert.

2.7 Theorien zu frontalen Funktionen und Dysfunktionen

Im Folgenden sollen zu diesem Thema zwei verschiedene Erklärungsmodelle vorgestellt werden:

2.7.1 Modell von Shallice

Zur Erklärung der Funktionsweise des Frontalhirns entwickelte Shallice (1982) ein kognitionspsychologisches Modell. Er ging davon aus, daß Handlung und Kognition von spezialisierten routinierten Programmen abhängig sind. Die Grundeinheit hierfür ist das „Schema“, das eine spezifische gelernte Handlung oder Fertigkeit z.B. Lösen von langen Divisionsaufgaben kontrolliert. Ein Schema kann auf verschiedene Weise aktiviert werden, beispielsweise durch wahrgenommene Auslösereize, auch „Trigger“ genannt. Die Schemata können vollkommen unabhängig voneinander gestartet werden („*by different aspects of the situation*“) und es können mehrere Schemata zur gleichen Zeit aktiviert sein. Die Steuerung von Verhalten erfolgt durch die Selektion der Schemata innerhalb von zwei qualitativ verschiedenen Prozessen: durch das „contention scheduling“ und das „Supervisory Attentional System“. Die Probleme werden zuerst in „routine“ und „non-routine“ unterschieden, was entscheidend für die Auswahl des Verarbeitungsprozesses ist. Bei bekannten Routinesituationen, wie zum Beispiel der Fahrt von der Arbeit nach Hause, erfolgt die Auswahl eines Schemas durch das contention scheduling. Als Grundlage für diese Auswahl kann das Kriterium des stärksten Triggers zählen, aber auch das „Output“ anderer Schemata. Das contention scheduling ist ferner in der Lage zwischen Verfahren, die ein Problem lösen können und solchen, bei denen eine mögliche Lösungsstrategie unbekannt ist, zu unterscheiden. In diesem Falle, oder aber wenn das contention scheduling fehlschlägt, tritt

eine übergeordnete Instanz in Kraft: das „Supervisory Attentional System“ (SAS). Dieses Programm enthält eine allgemeine planerische Komponente, die es möglich macht, jedes Problem anzugehen. Die Planungssysteme des SAS können auf Schemata in jedem Bereich einwirken.

Shallice geht davon aus, daß bei Patienten mit einem Frontalhirnsyndrom das SAS nicht mehr funktionsfähig ist. Folglich unterliegt die Steuerung des Organismus' dem contention scheduling allein. Das hat zur Folge, daß gewohnte Aufgaben nach wie vor unbeeinträchtigt bleiben, jedoch die Aktivierung neuer Handlungen und die Modulierung automatisierter Aktivitäten unmöglich erscheint. Auf diese Weise wird auch das schlechte Abschneiden frontaler Patienten im Wisconsin Card Sorting Test (siehe Kapitel 2.5.4 und 3.3.2) erklärbar. Das habituelle Zuordnungsprinzip stellt einen starken Trigger dar, der ein bestimmtes Schema auslöst. Der Trigger ist so stark, daß das Schema nicht verlassen werden kann, obwohl das Zuordnungsprinzip und damit der Weg zum Erfolg sich geändert hat. Da das SAS nicht funktionsfähig ist, erfolgt keine Modulation der Denk- und Handlungsschemata, so daß eine neue nicht-routinierte Handlung ausbleibt. Dies äußert sich in dem Phänomen der Perseveration.

2.7.2 Modell von Luria:

Luria (1992, S. 39) teilt das Gehirn in „drei fundamentale Einheiten“ ein, wobei die erste für die „Steuerung von Tonus und Wachheit“, die zweite für die „Aufnahme, Verarbeitung und Speicherung der von der Außenwelt eintreffenden Informationen“ und die dritte für die „Programmierung, Steuerung und Kontrolle psychischer Tätigkeiten“ zuständig ist. „Die psychischen Prozesse des Menschen im allgemeinen und die bewußte Tätigkeit im besonderen beruhen stets auf der Mitwirkung dieser drei Einheiten, wobei jede ihre besondere Rolle in diesen Prozessen spielt und so ihren Beitrag zu deren Verwirklichung leistet“ (ebd.). Die dritte Einheit befindet sich nach Ansicht des Autors „in den vorderen Regionen der Hemisphären vor dem Gyrus praecentralis“ (S.76). „Die alles überragenden Teile dieser dritten

funktionellen Einheit des Gehirns sind allerdings [...] die präfrontalen Abschnitte des Gehirns“ (S. 80). Diese präfrontalen Abschnitte unterhalten „einerseits gegenseitige Verbindungen mit den unteren Teilen der Formatio reticularis, die den kortikalen Tonus steuert, [erste Einheit (Anm. d. Verf.)] andererseits mit den Formationen der zweiten Gehirneinheit. Dadurch ist es den präfrontalen Zonen möglich, den allgemeinen Zustand der Hirnrinde wie auch den Gang der gesamten psychischen Tätigkeit des Menschen zu kontrollieren“ (S.190). Die dritte Einheit ist „bei der Entstehung von Absichten und Programmen wie auch bei der Steuerung und Kontrolle der komplexen Formen menschlichen Verhaltens entscheidend beteiligt“ (S.80). Sie wirkt bei der Verarbeitung allgemeiner kognitiver Prozesse mit, zu denen Luria „die Aufnahme, Kodierung und Speicherung von Information“, aber auch „die Organisation bewußter Tätigkeiten“ (S.76) zählt. Damit bewußte Tätigkeiten oder Absichten umgesetzt werden können, entwickelt der Mensch „Pläne und Programme seines Handelns, beobachtet die Ausführung von Handlungen und steuert sein Verhalten, so daß mit diesen Absichten und Programmen Übereinstimmung erzielt wird; schließlich kontrolliert er seine bewußte Tätigkeit, indem er die Wirkung seines Handelns mit den ursprünglichen Absichten vergleicht und entstandene Fehler berichtigt“ (S.76).

Luria versucht, die unterschiedlichen Symptome des Stirnhirnsyndroms bestimmten Lokalisationen der Läsion zuzuordnen. Eine Läsion im Bereich der Thalamuskern oder der Formatio reticularis (Sitz der ersten Einheit) bewirkt seiner Meinung nach einen Abfall des kortikalen Tonus und erklärt somit die Störung des Wachheitszustands bzw. damit einhergehend die verminderte Kritikfähigkeit. Der kortikale Tonus ist jedoch unbedingte Voraussetzung für die Aufrechterhaltung aller Arten bewußter Aktivität. „Ohne diesen Tonus lassen sich weder Absichten oder Pläne bilden, die derart stabil sind, daß sie allen ablenkenden oder irrelevanten Einflüssen widerstehen“ (S.198). Bei Verletzungen der präfrontalen Zone (dritte Einheit) kann es zu deutlichen Störungen von Handlungsplänen kommen, so daß die Ausführung bestimmter Programme unmöglich wird. Funktionsstörungen im Frontalhirn können somit „zum Zerfall komplexer Tätigkeitsprogramme und zur Kompensation derselben durch verwandte elementare Verhaltensformen oder zu stereotyp wiederholten Verhaltensweisen führen, die weder situationsrelevant noch logisch sind“ (S.199). Auf diese Weise erklärt Luria das perseverative Verhalten der Frontalhirnpatienten. Pathologische Veränderungen der prämotorischen Region führen hingegen zu

Beeinträchtigungen der ausführenden Komponenten einer Handlung, wobei die Ausführung des Programms insgesamt nicht gestört ist.

2.8 Komponenten des Problemlösens

Wie schon in den vorherigen Kapiteln dargestellt wurde, kann man davon ausgehen, daß Patienten mit Frontalhirnläsionen beim Lösen von Problemen beeinträchtigt sind. Um nun genauer analysieren zu können, woraus diese Beeinträchtigung besteht, wurde versucht, das Problemlösen in verschiedene Komponenten zu zerlegen. Daraus ergibt sich die Frage, ob bei diesen Patienten das Problemlösen als Ganzes oder nur einzelne Komponenten dieses komplexen Denkprozesses als defizitär einzuschätzen ist.

Luria (1992, S. 341) beschreibt die einzelnen Komponenten folgendermaßen: Am Anfang steht die Analyse der Bedingungen, aus der sich ein Plan für die Lösung ergibt, oder ersatzweise eine Strategie, die die Lösung ermöglicht. Hierauf folgt das Suchen nach Operationen, die zur Erreichung des Ziels verwendet werden können. Eingeleitet wird dieser Vorgang durch die zuvor entwickelte Strategie, die sich sprachlich als Hypothese formulieren läßt. „Der Vorgang des Problemlösens endet mit dem Vergleich zwischen dem verwendeten Verfahren und dem Ergebnis auf der einen und der Frage und den Aufgabenbedingungen auf der anderen Seite“. Anschließend „wird je nach Übereinstimmung zwischen der Lösung und den Aufgabenbedingungen die intellektuelle Handlung abgebrochen oder für zusätzliche Durchläufe aufrechterhalten“ (ebd.).

McCarthy und Warrington (1990) kommen bei ihren Überlegungen zu ähnlichen Ergebnissen. Sie teilen das Problemlösen in folgende fünf Stufen ein: 1) focused attention, 2) higher-order interferences, 3) formulation of strategies, 4) flexibility und 5) evaluation of the outcome.

Der erste Aspekt meint, daß ein Problem als solches zuerst erkannt werden muß. Dies bedeutet auch, daß verschiedene Ereignisse wahrgenommen werden und daß sich die Aufmerksamkeit speziell auf die für die Aufgabe notwendigen Stimuli richtet. Es besteht ein fließender Übergang zum nächsten Aspekt, der „higher-order interference.“ In dieser Stufe werden die für die Lösung notwendigen Informationen herausgefiltert. Das beinhaltet zusätzlich eine Abstraktion, die es zum Beispiel möglich macht, die Gemeinsamkeit zweier Dinge zu erkennen. Während der nächsten Stufe, der „formulation of strategies“, erfolgt das Entwickeln eines geeigneten Handlungsplanes, der zur Lösung des Problems beiträgt. Dabei

kann die Generierung des Plans entweder relativ simpel sein, zum Beispiel die „subject-ordered-task“ von Petrides und Milner (siehe Kapitel 2.5.6) oder aber ein komplexes vorausschauendes Denken erfordern. Hierbei müssen einzelne Teilergebnisse und Zwischenschritte sowie die Konsequenzen aus Handlungen vorab einkalkuliert werden. Charakteristisch für solche „multicomponent problems“ sind nach Meinung von McCarthy und Warrington Alltagsproblemsituationen, wie zum Beispiel das Zubereiten eines Essens oder aus der Testpsychologie der „Tower of London“ von Shallice (siehe Kapitel 2.5.3). Die „flexibility“ impliziert die Möglichkeit, die entworfenen Pläne zu vergleichen. Dabei werden die verschiedenen Konzepte aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet und nach Erfordernissen modifiziert. In der letzten Stufe wird das Resultat den Regeln des Problems entsprechend ausgewertet. Als Indikator für eine Beeinträchtigung der letzten beiden Stufen sehen die Autoren ein defizitäres Ergebnis im Wisconsin Card Sorting Test (siehe Kapitel 2.5.4 und 3.3.2) an. Eine eingeschränkte Flexibilität und das Ignorieren der Rückmeldung durch den Versuchsleiter bzw. der ausbleibende Vergleich zwischen den Ergebnissen und den Ausgangsbedingungen sind Ursachen für das perseverative Verhalten. Es stellt sich allerdings auch die Frage, ob nicht eine vorhergehende Exekutivfunktion des Problemlösens mitbeeinträchtigt sein kann. Wenn nämlich bei der Generierung problemlöserrelevanter Ideen nur eine geringe Anzahl von Plänen produziert würden, könnte auf der Ebene der „flexibility“ die Modifikation und der Vergleich nicht oder nur in geringem Maße stattfinden.

2.9 Das Konzept der „Flüssigkeit“

2.9.1 Verarmung von spontanem Sprechen

Eine häufige klinische Beobachtung bei Patienten mit Läsionen im Frontalhirnbereich ist die Reduktion des spontanen Sprechens, selbst wenn die Patienten keine Dysphasie oder Dysarthrie aufwiesen (Jason, 1985; Milner 1964). Die Geschwindigkeit sowie die Leichtigkeit („ease“) der verbalen Produktion kann beeinträchtigt sein, insbesondere wenn der linke Frontallappen anterior des Broca’schen Areals in Mitleidenschaft gezogen wurde (Lezak, 1983, p.329). Das Defizit in der Wortflüssigkeit kann sich im Sprechen, Lesen und Schreiben bemerkbar machen; im allgemeinen sind jedoch alle drei dieser Aktivitäten betroffen (ebd).

Ähnliche Entdeckungen machten Feuchtwanger und Kleist (1934) schon viele Jahre zuvor. Sie faßten ihre Untersuchungsergebnisse über die Beeinträchtigung der Patienten mit

Läsionen des linken präfrontalen Gebiets folgendermaßen zusammen (zitiert nach Zangwill, 1966, p.396):

- * Verlust der Spontaneität der Sprache, einhergehend mit „*articulatory disorders*“
- * Schwierigkeiten beim Abrufen geeigneter Wörter oder Phrasen bis hin zu Agrammatismus
- * Beeinträchtigung der verbalen Gedankenprozesse

Diese Beeinträchtigungen können jedoch nicht als voneinander unabhängig angesehen werden. Läsionen des frontalen Hirns zeigen meist ein komplexes Bild von Ausfallserscheinungen. Die Schwierigkeiten beim Abrufen von geeigneten Wörtern oder Sätzen ist besonders interessant, und war u.a. Hauptbestandteil meiner Untersuchung anhand der verbalen Flüssigkeitstests. Die angewandten Flüssigkeits-tests, die im Kapitel 3.3 noch genauer beschrieben werden, sind eine Modifikation der im folgenden Kapitel beschriebenen Tests.

2.9.2 Verbale Flüssigkeitstests

Grundsätzlich sollen Flüssigkeitstests die Bereitschaft zur Produktion von bestimmten Verhalten messen (Parker und Crawford, 1992, p. 274). Das Abrufen und Generieren von geeigneten Wörtern kann mit Wortflüssigkeitstests erfaßt werden.

Der zuerst entwickelte Test dieser Art war der „Thurstone’s Word Fluency Test“ (TWFT), mit dem u.a. Milner (1964) Untersuchungen an hirngeschädigten Patienten unternahm. Zu den Probanden gehörten sieben Patienten mit einer links-frontalen (wobei das Broca-Zentrum nicht betroffen war) und vier Patienten mit einer rechts-frontalen Lobotomie sowie weitere sieben Patienten mit links-temporalen Läsionen. In diesem Test sollten die Probanden innerhalb einer bestimmten Zeitspanne möglichst viele Wörter mit dem Anfangsbuchstaben S und anschließend Wörter, bestehend aus vier Buchstaben mit dem Anfangsbuchstaben C aufschreiben. Der Durchschnitt einer 18-jährigen Person lag bei 65 Wörtern; als Grenze zur Erkennung von Flüssigkeitsproblemen wurde von Milner ein Wert von 45 angenommen. Des weiteren unterzogen sich die Patienten einem verbalen Gedächtnistest, bei dem Paraassoziationen und sachliche Textabschnitte verzögert abgerufen wurden.

Das Ergebnis des Thurstone’s Word Fluency Tests zeigte, trotz gleicher IQ-Werte in der frontalen und temporalen Gruppe, eine signifikante Beeinträchtigung in der links-frontalen Gruppe. Beim verbalen Gedächtnistest stellte sich hingegen im Unterschied zur frontalen

Gruppe eine Beeinträchtigung der temporalen Gruppe heraus. Die Gruppe der rechts-frontalen Patienten zeigte als einzige keine Defizite. Eine Generalisierung dieser Ergebnisse ist aber aufgrund der niedrigen Fallzahl und der Art der Läsion fraglich (Pendleton, Heaton, Lehman und Hulihan, 1982).

Perret konnte mit seiner Studie von 1974 die Ergebnisse von Milner bestätigen. Er untersuchte 118 Patienten mit umschriebenen unilateralen Hirnläsionen und weitere 26 Patienten als Kontrollgruppe mit dem TWFT. Der einzige Unterschied bestand darin, daß die Patienten die Worte sagen sollten, anstelle sie aufzuschreiben. Damit sollte die Benachteiligung bei Lähmungserscheinungen oder motorischen Störungen wettgemacht werden. Voraussetzung für die Teilnahme an der Untersuchung war ein verbaler Intelligenzquotient von über 70 im „Hamburger-Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene Revision.“ Die Patienten wurden in sechs Gruppen entsprechend der Seite der Läsion und der intrahemisphärischen Lokalisation in Frontallappen, Temporallappen oder in posteriore Läsion eingeteilt. Die temporale Gruppe unterschied sich im Ergebnis nicht von der posterioren Gruppe, währenddessen die frontale Gruppe eine signifikante Beeinträchtigung aufwies (ohne Berücksichtigung der Lateralisation). Des weiteren zeigt sich, daß Patienten mit Läsionen der linken Hemisphäre gegenüber der rechten signifikant schlechtere Ergebnisse in dem Flüssigkeitstest erzielten. Analog zu den anderen Studien zeigten auch hier die links-frontalen Patienten die stärkste Beeinträchtigung.

Pendleton, Heaton, Lehmann und Hulihan (1982) untersuchten den diagnostischen Nutzen des „Thurstone Word Fluency Tests“ beim Erkennen und Lokalisieren von cerebralen Läsionen. Vier Hypothesen wurden vorab aufgestellt und sollten kontrolliert werden: a) Patienten mit Hirnschädigungen, ungeachtet der Lokalisation der Läsion, zeigen Beeinträchtigungen bei diesem Test; b) frontale Patienten, ungeachtet der Seite der Läsion, sind stärker beeinträchtigt als nicht-frontale Patienten; c) Patienten mit links-hemisphärischen Läsionen sind stärker beeinträchtigt als rechts-hemisphärische Patienten und d) links-frontale Patienten sind stärker beeinträchtigt als Patienten mit rechts-frontalen Läsionen. Im weiteren sollte die Frage geklärt werden, ob in besonderen Fällen der Einsatz der „Halstead-Reitan-Battery“, eine umfassende Testreihe, die u.a. auch den TWFT enthält, zur genaueren Diagnostik sinnvoll erscheint. Hierzu wurden 203 Personen mit Hirnschädigungen und weitere 134 Kontrollpersonen untersucht. Die erkrankten Patienten wurden in die Gruppen „frontal“, „frontal plus nicht-

frontal“ und „nicht-frontal“ eingeteilt, wobei diese Gruppen noch nach der Lateralisation differenziert wurden. Patienten mit unspezifischen degenerativen Erkrankungen oder mit Hirnschädigungen als Folge von Kopfverletzungen wurden der Gruppe „diffus“ zugeordnet.

Als Ergebnis konnte die These a) bestätigt werden. Tatsächlich unterschieden sich die Werte der hirngeschädigten Patienten signifikant von denen der Kontrollgruppe. Auch die zweite These wurde bekräftigt, denn frontale Patienten schnitten signifikant schlechter ab, als Patienten der nicht-frontalen Gruppe. Außerdem konnte ein signifikanter Effekt für die Lateralisation der Läsion gefunden werden. Damit wäre auch die dritte These bestätigt; die Autoren vermuteten jedoch, daß dies allein auf den Einfluß der links-frontalen Untergruppe zurückzuführen sei. Es bewahrheitete sich auch die vierte Vermutung, da auch hier ein signifikanter Unterschied zwischen der links-frontalen und rechts-frontalen Gruppe bestand. Bei den anderen Gruppen hingegen, konnte kein nennenswerter Unterschied bezüglich der Lateralisation gefunden werden. Der Gebrauch der „Halstead-Reitan Battery“ konnte in 73% der Fälle korrekt frontale von nicht-frontalen Patienten differenzieren. Beim Gebrauch des TWFT alleine lag der Wert bei 60-65%. Diese Trefferquote ist nicht besonders hoch, rechtfertigt aber die Anwendung des TWFT als ein Hinweis zur Erkennung von Beeinträchtigungen der Frontallappen (ebd.). Die Autoren geben zu bedenken, daß ein möglicher Einfluß von Alter und Bildung auf das Ergebnis und die Interpretation des TWFT bisher nicht geklärt ist. In der Studie konnten regelmäßig geringe, aber statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen Alter und „fluency“ bzw. Bildung und „fluency“ bei den hirngeschädigten Patienten hergestellt werden.

Zusammenfassend kann man sagen, daß der Thurstone Wortflüssigkeitstest nicht nur sensitiv für allgemeine cerebrale Dysfunktionen ist, sondern auch für die Differenzierung fokaler Frontallappenläsionen von Läsionen des nicht-frontalen Bereichs. Die Ergebnisse von Perret (1974) können somit als bestätigt angesehen werden.

Auf dem gleichen Prinzip basiert auch der Test von Borkowski, Benton und Spreen (1967). Sechshundsechzig erwachsene Versuchspersonen erhielten die Aufgabe, so viele Worte wie möglich zu finden, die mit einem bestimmten Buchstaben des Alphabets beginnen. „Die Zahl der Worte, die innerhalb von 60 Sekunden produziert werden konnte, korrelierte hoch mit einem von den Lorge-Thorndike Normen abgeleiteten Erscheinungsfrequenzwert und mit einem aus Wörterbüchern abgeleiteten Schätzwert der Häufigkeit des Auftretens von Worten mit jedem einzelnen Buchstaben in der englischen Sprache“ (ebd.). Die bei den gesunden

Versuchspersonen gewonnenen Werte erlaubten eine Einteilung der Buchstaben in drei Schwierigkeitsgrade. Ein Buchstabenpaar eines jeden Schwierigkeitsgrades wurden in einem zweiten Experiment 30 hirngeschädigten Patienten und ebenfalls 30 Kontrollpersonen (nicht-hirngeschädigten Krankenhauspatienten) präsentiert. Die Ergebnisse bezüglich der verbalen Produktivität zeigten, daß sich die einfachen Buchstabenpaare wie zum Beispiel P und T oder F und S besser eignen, um zwischen Hirngeschädigten und Kontrollpersonen mit niedrigerer Intelligenz zu differenzieren. Die schwierigen Buchstaben hingegen, wie zum Beispiel J und U, ermöglichten eine Unterscheidung zwischen den Patienten mit überdurchschnittlicher Intelligenz. Die links-hemisphärische Gruppe war im Gegensatz zu der rechts-hemisphärischen und bilateral-diffusen Gruppe gerade bei dem schwierigen Buchstabenpaar signifikant beeinträchtigt. „Eine Analyse der Reihenfolge der Buchstaben zeigte, daß Übungs- und Ermüdungseffekte keinen Einfluß auf die verbale Produktivität haben, wenn bis zu acht Buchstaben in einer Sitzung angeboten werden“ (ebd.).

Ein recht ähnlicher Test ist der „Controlled Oral Word Association Test“ (COWAT) nach Benton (1968), den der Autor selbst als das verbale Pendant zum Thurstone Test bezeichnet. In diesem Test sollte die Versuchsperson jeweils innerhalb einer Minute wiederum möglichst viele Worte mit einem bestimmten Anfangsbuchstaben nennen. Eigennamen, Zahlen oder Wörter, die sich nur in ihrer Endsilbe unterschieden, waren von der Wertung ausgeschlossen. Die verwandten Buchstaben F, A und S unterscheiden sich in ihrer Häufigkeit im englischen Sprachgebrauch und erlaubten somit eine Abstufung des Schwierigkeitsgrades. Der Buchstabe mit der höchsten Frequenz „S“ eignete sich daher zum „warm-up“ und zur Kontrolle, ob die Versuchsperson die Aufgabenstellung richtig verstanden hat. Die Gesamtzahl der akzeptablen Wörter, die während des dreiminütigen Durchgangs produziert wurden, konnten anschließend nach Geschlecht, Schulbildung und Alter angepaßt und in Prozentränge verrechnet werden. Benton fand in seiner Studie an insgesamt 25 Patienten (acht rechts-frontale, zehn links-frontale und sieben bilateral-frontale Patienten) heraus, daß dieser Test eine besonders hohe Sensitivität zur Erfassung von Frontallappenschädigungen aufwies. Links-frontale Patienten generierten ebenso wie die bilateral-frontalen Patienten im Durchschnitt 30% weniger Wörter als Rechts-frontale. Zwischen der bilateral geschädigten Gruppe und der links-frontalen Gruppe zeigten sich nur geringfügige Unterschiede. Perret (1974) wunderte, daß Patienten mit bilateral-frontalen Läsionen nicht stärker beeinträchtigt sind, als die mit unilateral-frontalen Läsionen, zumal bei diesen mehr Hirnmasse zerstört ist.

Die Ergebnisse stimmen somit mit denen von Milners (1964) „paper-and-pencil test of word fluency“ überein (ebd). Die Tatsache, daß die Unfähigkeit der links-frontal geschädigten Patienten nicht von der Art der Sprachäußerung abhängig ist, stützt die Vermutung, daß es sich hierbei um eine generalisierte, höchstgradige Beeinträchtigung der Sprache handelt, die sich auf vielfältige Weise äußern kann (Benton, 1968).

Der COWAT wurde 1976 von Benton und Hamsher durch die beiden Buchstabensätze „CFL“ und „PRW“ erweitert. Auch diese Buchstaben ermöglichten aufgrund ihres Vorkommens im englischen Sprachgebrauch eine Differenzierung des Schwierigkeitsgrades. Die Reihenfolge der Präsentation der Buchstaben erfolgte mit abnehmender Frequenz und zunehmender Anforderung an die Versuchsperson.

Ramier und Hécaen (1970) benutzten in ihrer Studie den gleichen Wortflüssigkeitstest wie Benton (1968). Sie verglichen die Leistungen von 29 frontallhirngeschädigten Patienten mit denen von 47 nicht-frontalen Patienten. In der frontalen Gruppe wiesen 17 Patienten links-frontale Läsionen auf, die anderen zwölf Patienten hatten Läsionen in der rechten Hemisphäre. Von allen Gruppen zeigte sich die links-frontale Gruppe am meisten beeinträchtigt. Auch die rechts-frontale Gruppe erzielte gegenüber den nicht-frontalen Patienten signifikant schlechtere Ergebnisse.

Aus den Ergebnissen schlußfolgerten Ramier und Hécaen, daß Wortflüssigkeit von mindestens zwei Faktoren determiniert wird. Bei dem ersten Faktor handelt es sich ihrer Ansicht nach um einen verbalen Faktor, der von der Funktionsfähigkeit der linken Hemisphäre abhängig ist. Der zweite Faktor sei zuständig für den Antrieb, sprich die Initiierung von Handlungen. Dieser Faktor ist nach Meinung der Autoren von der Funktion der Frontallappen abhängig.

Miceli, Caltagirone, Gainotti, Masullo und Silveri (1981) verwendeten in ihrer Reihe von neuropsychologischen Tests die italienische Version des COWAT an 149 Patienten. Des weiteren wurde in der verbalen Kategorie „Rey's 15 Word Memory Test“ und die „Phrase Construction“-Aufgabe durchgeführt. In dem Memory Test liest der Versuchsleiter eine Liste von 15 Wörtern vor, die anschließend durch den Probanden möglichst vollständig wiederholt werden soll. Zur Kontrolle des Kurzzeitgedächtnisses erfolgte die Wiederholung im direkten Anschluß, bei der Langzeitgedächtnis-Aufgabe nach einer Verzögerung von 15 Minuten. Bei der „Phrase Construction“-Aufgabe werden dem Patienten zwei bis drei Wörter vorgegeben,

aus denen dieser einen möglichst sinnvollen und grammatikalisch korrekten Satz bilden soll. Bei der Bewertung ist zusätzlich der Zeitfaktor ausschlaggebend, denn ein schnelles Handeln (in weniger als zehn oder zwanzig Sekunden) wird durch Zusatzpunkte belohnt. Für die Gesamtauswertung der Testreihen wurden die Patienten nach dem Ort der Läsion differenziert und anschließend der frontalen, temporalen, parietalen oder okzipitalen Gruppe zugeordnet. Die Autoren benutzten zwei unterschiedliche Analysen: Zum einen verglichen sie die erhaltenen Werte der Patienten, deren Läsion sich auf ein bestimmtes Hirngebiet beschränkte (d.h. sie verglichen z.B. die 37 frontalen Patienten mit den 34 parietalen Patienten usw.), zum anderen verglichen sie die Effekte von Läsionen, die eine bestimmte Hirnregion einschlossen, mit solchen Läsionen, die nicht diese Hirnregion betrafen. In dieser Analyse sind Mischformen wie z.B. frontoparietal, frontotemporal usw. zusätzlich in die Auswertung genommen worden und mit Ergebnissen der Patienten mit parietalen, temporo-okzipitalen usw. Läsionen verglichen worden. In beiden Analysen stellte sich heraus, daß Patienten mit Schädigungen der linken Hemisphäre schlechtere Ergebnisse erzielten. Nur bei der zweiten Analyse ergab sich ein signifikanter Unterschied bezüglich des Ergebnisses im COWAT. Der Flüssigkeitstest bereitete insbesondere den Patienten, deren Schädigung auch im frontalen Bereich des Gehirns lokalisiert wurde, große Probleme. Eine selektive Beeinträchtigung der Ergebnisse bei Läsion des links-frontalen Bereichs, wie beispielsweise in der Untersuchung von Benton, konnte hier nicht festgestellt werden. Sowohl die links-frontalen als auch die rechts-frontalen Patienten lieferten bei dem Wortflüssigkeitstest annähernd gleiche Ergebnisse. Bei dem Vergleich der Werte von Patienten, deren Läsion einerseits die Frontallappen einschließen, andererseits ausschließen, zeigte sich bei den Patienten mit einer Schädigung in der rechten Hemisphäre ein signifikanter Unterschied, nicht jedoch bei den Patienten mit einer Schädigung der linken Hemisphäre. In „Rey's 15 Word Memory Test“ zeigte sich eine Beeinträchtigung wiederum bei den Patienten mit Schädigungen in der linken Hemisphäre. Dies galt für das Kurzzeitgedächtnis ebenso wie für das Langzeitgedächtnis. Bei der „Phrase Construction“-Aufgabe konnte überraschender-weise kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden.

Eine sehr frühe und einfache Form der Wortflüssigkeitstests ist das „Word-Naming“ von Stanford-Binet. Die Aufgabe besteht darin, innerhalb einer Minute möglichst viele Wörter zu generieren, mit Ausnahme von ganzen Sätzen und Zahlenreihen (Lezak, 1983, p. 330). Als Standard wurde ein Minimum von 28 Wörtern festgelegt. Diese Art von Tests wurde häufig

variiert, indem ein bestimmtes Thema vorgegeben wurde, beispielsweise: „Nennen Sie so viele unterschiedliche Tiere, wie Ihnen einfallen“ oder „Nennen Sie so viele unterschiedliche Dinge, die normalerweise auf der Straße zu sehen sind.“

Auf dieser Grundlage basiert auch der „Set-Test“, bei dem Wörter aus den vier Kategorien „Farben, Tiere, Früchte“ und „Städte“ produziert werden sollen (Lezak, 1983, p. 332). Es erfolgt ein Wechsel zur nächsten Kategorie, nachdem jeweils zehn Items zu einem Oberbegriff genannt wurden, bzw. der Versuchsperson keine Begriffe mehr einfallen. Der höchste erzielbare Wert ist dementsprechend 40. Nach einer Untersuchung an 189 Personen im Alter von 65 Jahren oder älter ergab sich bei den gesunden Personen ein Durchschnitt von 31,2 Wörtern. Alle 22 Testpersonen, die einen Wert von weniger als 15 Wörtern erzielten, wiesen Symptome von Hirnschädigungen auf (ebd.).

Newcombe (1969) benutzte zur Untersuchung eine Variante des Tests, bei dem die Probanden aufgefordert waren, innerhalb jeweils einer Minute, zuerst Objekte, anschließend Tiere und dann im Wechsel Vögel und Farben zu nennen. Bei den ersten beiden Aufgaben wurde jede richtige Nennung mit jeweils einem Punkt bewertet, bei den letzten Aufgaben jede richtige Alternation (Vogel-Farbe-Vogel = 2 Punkte). Es zeigte sich, daß Patienten mit Läsionen der linken Hemisphäre schlechter abschnitten, als Patienten mit Schädigungen der rechten, aber es fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen der frontalen und nicht-frontalen Gruppe. Miller (1984) versuchte diese von den anderen Studien abweichenden Ergebnisse folgendermaßen zu erklären. Er war der Meinung, daß der Unterschied auf verschiedenen Faktoren beruhen könne, wie zum Beispiel der Anwendung eines anderen Wortflüssigkeitsverfahrens, der Art der Läsion (diese waren zudem in der frontalen Gruppe gering) und der Aufnahme von dysphasischen Patienten in die Studie.

Gauggel (1992) untersuchte mit einem verbalen Wortflüssigkeitstest 16 frontale, 15 nicht-frontale und weitere 26 nicht-hirngeschädigte Kontrollpersonen. Mit den verwandten Buchstaben dieses Tests F, K und R ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen feststellen. Es zeichnete sich lediglich eine Tendenz zu geringfügig schlechteren Ergebnissen der frontalen Gruppe gegenüber den anderen Gruppen ab.

Dieser Überblick über die verschiedenen Experimente zeigt, daß die Ergebnisse der einzelnen Studien, in denen die Wortflüssigkeit bei frontalen Patienten untersucht worden ist, nicht einheitlich sind. Ein allgemeiner Konsens scheint jedoch darüber zu bestehen, daß eine

verminderte verbale Flüssigkeit („*verbal fluency*“) eher mit anterioren als mit posterioren Läsionen einhergeht und innerhalb des Frontallappens eher mit Veränderungen in der linken als in der rechten Hemisphäre (Miller, 1984). Miller gibt außerdem zu bedenken, daß durch die große Anzahl verschiedener Versionen von Flüssigkeitstests und der damit verbundenen Spannweite der Rahmenbedingungen keine systematischen und normativen Datensätze erhoben werden können. Dadurch sei es schwierig einzuschätzen, wie nützlich die Ergebnisse aus den Studien sind, wenn sie auf andere Rahmenbedingungen übertragen werden sollen. Zudem könne das Ergebnis bei den Wortflüssigkeitstests durch zusätzliche Variablen, wie zum Beispiel dem verbalen Intelligenzquotienten, beeinflusst sein. Dadurch würde erklärbar, warum Patienten mit diffusen Hirnschädigungen in der Wortflüssigkeit genauso beeinträchtigt sind wie Patienten mit frontalen Läsionen. Die Ursache für die Defizite könnte also verschieden begründet sein.

Auf der Grundlage dieser Überlegungen untersuchte Miller den Zusammenhang zwischen der Wortflüssigkeit und dem verbalen Intelligenzquotienten (IQ) an insgesamt 110 Versuchspersonen. Die Patienten wurden in Kontrollgruppe (30 Personen ohne Hirnschädigung), vier Gruppen mit fokalen Läsionen (zu je 15 Personen) und einer Gruppe mit Demenz (20 Personen mit Demenz vermutlich vom Alzheimer Typ) eingeteilt. Der verbale IQ wurde mit drei Untertests des WAIS (englische Version des HAWIE) geschätzt; die verbale Produktivität wurde mit den drei Buchstaben FAS des COWAT eingestuft. In der Auswertung zeigten die Patienten der frontalen Gruppe (ungeachtet der Seite der Läsion) beträchtliche Defizite. Die Gruppe mit Demenz erzielte die geringsten Punktwerte, was Rosens (1980) Ergebnisse über die Bedeutung der Demenz für die Wortflüssigkeit stützt. Durch eine Regressionsgerade, basierend auf den Daten der Kontrollpersonen, wurde das Abschneiden in dem Wortflüssigkeitstest durch einen Index, der mit dem verbalen Intelligenzquotienten verbunden war, vorhergesagt. Nur in der frontalen Gruppe kam es zu einer Abweichung zwischen dem vorausgesagten und dem tatsächlich erhaltenen Wert, das bedeutet, daß nur in dieser Gruppe das schlechte Abschneiden in dem COWAT nicht durch eine verminderte verbale Intelligenz erklärt werden kann. Die Diskrepanz zwischen Vorhersage und Realität war bei der links-frontalen Gruppe größer als bei der rechts-frontalen. Dies erklärte Miller mit der Verknüpfung von verbalen Funktionen mit der linken Hemisphäre. Kein Patient mit einer links-frontalen Läsion erzielte einen Flüssigkeitswert, der gleich oder größer war als der vorhergesagte. Aus diesem Grunde ist es wahrscheinlich, daß wenn diese Regel gebrochen werden sollte, der Patient eine Läsion von geringem Ausmaße

oder in einem sehr frühen Stadium besitzt. Aufgrund dieser Ergebnisse kam Miller zu dem Entschluß, daß Wortflüssigkeitstests dieser Art aussagekräftig sind und zwischen den Gruppen unterscheiden können („*discriminatory power*“), jedoch die beträchtlichen Überschneidungen zwischen den Gruppen nicht zu unterschätzen sind.

Allen diesen Tests ist gemeinsam, daß sie die Quantität der produzierten Wörter zu einer vorgegebenen Kategorie oder einem vorgegebenen Stimulus in einem definierten Zeitlimit messen. Das erfolgreiche Abschneiden des Probanden ist laut Estes (1974) abhängig von der Fähigkeit „*to organize his output in terms of clusters of meaningfully related words.*“ Er gibt außerdem zu bedenken, daß auch das Kurzzeitgedächtnis zur Lösung dieser Art von Aufgaben beiträgt, da erinnert werden muß, welche Wörter bereits genannt wurden. Der Autor ist der Meinung, daß Wortflüssigkeitstests einen guten Eindruck vermitteln können, auf welche Weise die Versuchspersonen ihr Denken organisieren. Für die Suche nach geeigneten Wörtern ist die Entwicklung einer Strategie notwendig. Eine effektive Strategie kann zum Beispiel der Gebrauch der gleichen Anfangsilbe sein („e.g. content, contain, contend, etc.“), die Variation eines Wortes („shoe, shoelace, shoemaker“) oder die Variation des Themas („sew, stitch, seam“). Bei Flüssigkeitstests, die das Nennen von bestimmten Items einer Kategorie (beispielsweise Tiere) verlangen, eignet sich die gedankliche Bildung von Subkategorien, zum Beispiel eine Einteilung in Haustiere, Zuchttiere, wilde Tiere oder in Vögel, Fische, Säugetiere usw. (ebd).

Lezak (1983, p. 329) fand heraus, daß das Ergebnis der Wortflüssigkeitstests vom Alter, der Bildung und dem Geschlecht abhängig ist. Frauen schneiden im allgemeinen besser ab als Männer, insbesondere wenn die Teilnehmer ein höheres Lebensalter erreicht haben.

Tabelle 2: Übersicht über die verschiedenen Studien zur Wortflüssigkeit.

| Autoren | Erscheinungsjahr | Aufgabe | beeinträchtigte Gruppe |
|-------------------|------------------|---------------------------------|--|
| Milner | 1964 | TWFT | links-frontal |
| Perret | 1974 | TWFT (verbal) | linke Hemisphäre, frontal, besonders links-frontal |
| Pendleton et al. | 1982 | TWFT | linke Hemisphäre, frontal, besonders links-frontal |
| Borkowski et al. | 1967 | WFT | linke Hemisphäre |
| Benton | 1968 | COWAT | links-frontal, bilateral-frontal |
| Ramier und Hècaen | 1970 | COWAT | frontal, besonders links-frontal |
| Miceli et al. | 1981 | COWAT | linke Hemisphäre, frontal |
| | | Rey's 15 Word Association Test | linke Hemisphäre |
| | | Phrase Construction | keine |
| Miller | 1984 | COWAT | frontal, besonders links-frontal |
| Newcombe | 1969 | WFT mit semantischen Kategorien | linke Hemisphäre |
| Gauggel | 1992 | WFT (verbal) | keine |

Anmerkung: TWFT: Thurstone Word Fluency Test
 COWAT: Controlled Oral Word Association Test
 WFT: Wortflüssigkeitstest

2.9.3 Nonverbale Flüssigkeitsaufgaben

Ein gutes Abschneiden bei den verbalen Flüssigkeitstests ist, wie im vorherigen Kapitel beschrieben, abhängig von der Funktionsfähigkeit der linken Hemisphäre. Jones-Gotman und Milner (1977) versuchten einen Test zu entwickeln, der analog zu Thurstone's Word Fluency Test die flüssige Produktivität erfassen kann, dabei jedoch den sprachlichen Faktor ausklammert. Dieser nonverbale Test, den sie „Design Fluency“ nannten, erforderte hauptsächlich die Verarbeitung visueller Reize, und würde damit voraussichtlich eher von der rechten, nicht-dominanten Hemisphäre abhängig sein.

In ihrer Studie untersuchten Jones-Gotman und Milner 100 Patienten mit Hirnschädigungen (fast alle Patienten unterzogen sich einer unilateralen Hirnoperation aufgrund von Epilepsie) und weitere 34 Patienten (ohne Hirnschädigungen) als Kontrollpersonen. Unter ihnen waren 13 linkshändige Personen mit linkshemisphärischer Sprachrepräsentation. Patienten, deren Sprachzentrum teilweise oder ganz in der rechten Gehirnhälfte repräsentiert ist, wurden von der Untersuchung ausgeschlossen. Der Nachweis erfolgte über den „Sodium-Amytal-Test“.

Es wurde die Fähigkeit überprüft, in einem vorgegebenen Zeitlimit möglichst viele abstrakte (bedeutungslose) Muster („designs“) zu produzieren. In der ersten Aufgabe (free condition) konnten die Versuchspersonen innerhalb von fünf Minuten alles zeichnen, was ihnen einfiel. Voraussetzung war, daß die Zeichnungen weder reale Objekte oder Abwandlungen davon darstellten, noch durften sie in irgendeiner Form benennbar sein, wie zum Beispiel einzelne Kreise oder andere geometrische Figuren. Gekritzelt („scribble“) war ebenfalls von der Bewertung ausgeschlossen. Bei der zweiten Aufgabe (fixed four-line condition) durfte die Zeichnung nur aus genau vier Linien bestehen. Ein Kreis wurde als eine Linie gewertet, ebenso wie ein Bogen; ein Winkel wurde hingegen als zwei Striche eingeschätzt. Bei dieser Aufgabe standen dem Probanden nur vier Minuten zur Verfügung. Die Einschätzung von Perseverationen gestaltete sich bei der Auswertung etwas schwierig. Folgende Richtlinien wurden vorher festgelegt: a) Zeichnungen, die durch einfache Rotation aus einer anderen entstehen, gelten als Perseveration; b) Zeichnungen, die sich nur in einem Detail von einer anderen unterscheiden, gelten als Perseveration; c) offensichtliches Gekritzelt wird als Perseveration bewertet.

Als Ergebnis stellte sich heraus, daß Patienten mit rechts-frontalen oder rechts-fronto-zentralen Läsionen bei beiden Aufgaben dieses Tests am meisten beeinträchtigt waren. Es folgte die Gruppe mit rechts-temporalen oder links-frontalen Schädigungen. Die Gruppe der Patienten mit links-posterioren Schädigungen war die einzige, die in dieser Studie keine Defizite aufwies. Ein Grund dafür könnten jedoch die vergleichsweise geringgradigen Läsionen sein. Große Probleme bereitete der Gruppe mit rechts-hemisphärischen Läsionen die Bedingung, daß die Zeichnungen nicht benennbar sein durften. Die Autoren erklärten dies mit dem sprachlichen Einfluß der dominanten Hemisphäre, über den sich diese Patienten schlechter hinwegsetzen konnten. Diese Patienten tendierten dazu, erst an eine Sache zu denken, bevor sie etwas aufzeichneten. Perseverationen traten gerade bei der Gruppe der rechts-frontalen und rechts-fronto-zentralen Patienten besonders häufig auf. Unter der fixed condition stieg auch der Anteil der Perseverationen bei der links-frontalen Gruppe an. Die

Neigung dieser Versuchspersonen zu stereotypen Wiederholungen kann darin begründet liegen, daß sie nicht in der Lage sind, Rückmeldungen von vorherigen Aktionen zu nutzen. Die Produktion neuer Antworten bereitet offensichtlich besondere Schwierigkeiten. Jones-Gotman und Milner waren der Meinung, ein Analogon zu den Untersuchungen von Ramier und Hécaen (1970) gefunden zu haben. Während in deren Studie über verbale Flüssigkeit die links-frontalen Patienten stärker beeinträchtigt sind, als die rechts-frontalen, ist es bei diesem visuellen Flüssigkeitstest genau umgekehrt.

Einfacher und objektiver in der Auswertung als die design-fluency-task ist der Test von Ruff (1987). Bei dem „Ruff Figural Fluency Test“ (RFFT) sollen die Versuchspersonen in einer vorgegebenen Anordnung von Fixpunkten verschiedene Figuren zeichnen, indem sie die Punkte durch Linien verbinden. Dadurch wird die Auswertung unabhängig von der variierenden Größe und Komplexität der Zeichnungen zwischen den einzelnen Versuchspersonen.

In einer Studie von Ruff, Allen, Farrow, Niemann und Wylie (1994) sollte die Validität dieses Tests bezüglich der Differenzierung in rechts-frontale und nicht-rechts-frontale Patienten bestimmt werden. Zudem sollte die These überprüft werden, daß Patienten mit umschriebenen rechts-frontalen Läsionen bei dem RFFT stärker beeinträchtigt sind als Patienten mit links-frontalen Läsionen. Würde sich diese These bestätigen, so könnte aufgrund der Erfahrungen mit den verbalen Flüssigkeitstests angenommen werden, daß Patienten mit bilateral-frontalen Hirnschädigungen in beiden Formen von Flüssigkeitstests signifikant schlechtere Ergebnisse erzielen. In dem ersten Abschnitt der zweiteiligen Untersuchung wurden sechs Patienten (je zwei aus den Gruppen links-frontal, rechts-frontal, bifrontal) u.a. mit dem Controlled Oral Word Association Test (COWAT) (siehe Kap. 2.9.2) der design-fluency-task von Jones-Gotman und Milner und dem RFFT untersucht. Als Ergebnis zeigte sich, daß die Patienten mit rechts-frontalen Läsionen sowohl bei der design-fluency-task, als auch bei dem RFFT beeinträchtigt waren. Bei dem RFFT produzierten diese Patienten 40% weniger Figuren gegenüber den links-frontalen Versuchspersonen. Auch die bifrontalen Patienten erzielten Werte, die in den Bereich der signifikanten Beeinträchtigung fielen. Dies zeigte sich bei dem RFFT, und wie schon vorher prognostiziert, bei dem COWAT. Damit sahen Ruff et al. die Hypothesen dieses Tests als bestätigt, gaben aber gleichzeitig zu bedenken, daß die geringe Anzahl der untersuchten Patienten die Aussagekraft der Ergebnisse einschränken. Bei der zweiten Untersuchung wurde deshalb die Fallzahl auf 29 Patienten erhöht (acht rechts-frontal,

acht links-frontal, fünf rechts-posterior, acht links-posterior). Auch hierbei zeigte sich, daß die rechts-frontalen Patienten signifikant weniger Zeichnungen produzierten als Patienten mit links-frontalen, links-posterioren oder rechts-posterioren Läsionen. Die Patienten der links-frontalen Gruppe erzielten gegenüber den posterioren Versuchspersonen schlechtere Ergebnisse, jedoch war dieser Unterschied nicht statistisch signifikant. Beim COWAT kamen die meisten Patienten, die nach den Normen von Benton (1968) als beeinträchtigt gelten, aus der links-frontalen Gruppe.

Die Ergebnisse der beiden Studien bringen Ruff et al. bezüglich der Testgüte des RFFT zu folgendem Schluß: „*The findings also suggest concurrent validity with the Design Fluency Measure by Jones-Gotman and Milner*“. Die Trefferquote zur Differenzierung von rechts-frontalen und nicht-rechts-frontalen Patienten belief sich auf 85%. Die Sensitivität erreichte einen Wert von 60%, die Spezifität gar einen von 96%. Aufgrund dieser Zahlen hielten die Autoren diesen Test für ein geeignetes Meßinstrument zur Erfassung von motorischer Koordinationsfähigkeit, flüssigem und flexiblem Denken, der Fähigkeit zwischen verschiedenen Lösungsstrategien zu wechseln und der Fähigkeit Perseverationen zu vermeiden.

Jason (1985) entwickelte einen Test, der ebenfalls die nonverbale Flüssigkeit bei Patienten mit Hirnläsionen erfassen sollte. Bei der „gesture-fluency“ sollen die Patienten innerhalb von zwei Minuten möglichst viele Gesten produzieren. Die in zwei Abschnitte gegliederte Aufgabe basiert auf folgender Überlegung:

Jason versuchte Parallelen zu den Wortflüssigkeitstests herzustellen, die er in zwei Kategorien unterschied. Zum einen gibt es Tests mit struktureller Bedingung (Wörter die mit einem bestimmtem Buchstaben beginnen), zum anderen Tests, die eine bestimmte semantische Kategorie verlangen (Items einer bestimmten semantischen Kategorie, z.B. Tiere). Patienten mit links-frontalen Läsionen sind nach Meinung des Autors nur in Tests der ersten Kategorie beeinträchtigt, nicht aber in Tests der letzteren Kategorie, obwohl ein genereller Effekt bei den semantischen Aufgaben in der links-frontalen Gruppe nicht ausgeschlossen werden konnte (der Autor bezieht sich dabei auf die Ergebnisse von Newcombe, siehe Kap. 2.9.2). Im Gegensatz dazu seien Parkinson-Patienten nur bei Aufgaben mit semantischer Kategorie beeinträchtigt und bei den strukturellen Aufgaben weitestgehend unbeeinträchtigt. Aufgrund dieser Annahme wurden zwei verschiedene gesture-fluency-tasks erforderlich. Eine, die eine strukturelle Limitation beinhaltet (bei der „finger-position-task“ mußte der rechte Ellenbogen

den Tisch berühren, der Unterarm stand vertikal, es waren keine Bewegungen, sondern nur einzelne Fingerpositionen erlaubt) und eine andere, ohne diese Begrenzung, jedoch mit der Bedingung, daß die Gesten bedeutungsvoll sein sollten (meaningfull-gesture-task). Bei dieser zweiten Aufgabe durften beide Hände benutzt werden, um zum Beispiel pantomimisch zu grüßen oder aber den Daumen auszustrecken wie beim Auto-Stopp. Die Aufgabe mit den bedeutungsvollen Gesten wurde von Jason den semantischen Wortflüssigkeitstests gleichgesetzt.

Von den 100 verwertbaren Datensätzen entfielen zehn auf die links-frontale Gruppe, 17 auf die rechts-frontale Gruppe, weitere 58 auf andere Hirnareale und 15 auf die Kontrollgruppe. Bei einem Teil der Patienten wurde der Test unmittelbar nach ihrer Operation durchgeführt (postoperativ: zwei Wochen bis zu einem Monat), bei den anderen lag die Operation schon etwas länger zurück (follow-up: zwei Monate bis zu 28,5 Jahren; Durchschnitt: 4,8 Jahre). Diese Einteilung ist gerade bei der zweiten Aufgabe besonders entscheidend. Patienten, deren Operation schon eine längere Zeit zurücklag, generierten mehr bedeutungsvolle Gesten. Ein anderer Unterschied ergab sich bei der erlaubten Form von Perseverationen. In der zweiten Aufgabe durften die Gesten innerhalb eines Themas variiert werden, ohne als Wiederholung gewertet zu werden. Diese Möglichkeit wurde von den follow-up-Patienten ebenso wie von den nicht-hirngeschädigten Kontrollpersonen signifikant häufiger genutzt als von den postoperativen links-frontalen Patienten.

Ergebnisse der **strukturellen** Aufgabe:

Insgesamt konnte zwischen den fünf verschiedenen Gruppen kein Unterschied in der quantitativen Produktion von Gesten festgestellt werden. Differenzen wurden bei der Gruppe der links-frontalen Patienten deutlich, die eine stärkere Neigung zu perseverativem Verhalten zeigten, als die anderen Gruppen. Der Anteil der Perseverationen gemessen an der Gesamtzahl der produzierten Gesten ist hierbei signifikant erhöht. Der Autor verglich dies mit dem umgekehrten Fall von Jones-Gotman und Milner, deren rechts-frontale Patienten bei der „design-fluency-task“ mit einer abnehmenden Zahl von richtigen Antworten auch weniger Perseverationen produzierten.

Ergebnisse der **semantischen** Aufgabe:

Ebenso wie im ersten Teil der Aufgabe konnte auch hier kein quantitativer Unterschied in der Produktion festgestellt werden. Im Gegensatz zu den anderen semantischen Wortflüssigkeitstests, bei denen die links-frontalen Patienten unbeeinträchtigt scheinen, zeigten sie hier in der semantischen Kategorie der gesture-fluency verminderte Leistungen.

Dies wurde hauptsächlich wiederum durch perseveratives Verhalten deutlich, indem die Patienten die Gesten mit der jeweils anderen Hand wiederholten. Hierin wird deutlich, daß die links-frontalen Patienten nicht nur bei Aufgaben struktureller Art beeinträchtigt sein können, sondern durchaus auch in den semantischen Kategorien. Damit kann die zuvor genannte These von Jason als widerlegt angesehen werden.

Auch die rechts-frontale Gruppe erzielte im zweiten Teil schlechtere Ergebnisse. Diese Erscheinung wurde hauptsächlich durch die verminderte Produktion von „novel gestures“ deutlich. Unter diesem Begriff sind alle Gesten zusammengefaßt, die weder der erlaubten Form von Perseverationen entsprachen, noch Kopien der Beispiele des Versuchsleiters waren. Jason nimmt an, daß die semantischen Wortflüssigkeitsaufgaben den frontallhirngeschädigten Patienten den Gebrauch von semantischen Assoziationen zur Produktion von Worten erlaubt und somit die Schwierigkeiten mit diesen Aufgaben kompensiert werden können. Demzufolge müßte die Verwendung der Assoziativ-Strategie zu einer Erhöhung der Anzahl der Gesten innerhalb eines gemeinsamen Themas führen (erlaubte Form der Perseveration). Dies kam, wie schon erwähnt, in der Kontrollgruppe häufig vor, so daß der Verdacht nahe liegt, daß diese Patienten eine solche Strategie verwandt hatten. Auch bei den links-frontalen Patienten, deren Operation schon eine längere Zeit zurück lag, zeigte sich ein verstärktes Aufkommen dieses Antworttyps, was zur Annahme führt, daß sie diese Strategie benutzt hatten, um Flüssigkeitsdefizite wettzumachen. Weitere Analysen machten deutlich, daß die rechts-frontale Gruppe diese Strategie scheinbar nicht benutzt hatte. Jason erklärt dies damit, daß diese Patienten nicht bei der Wortflüssigkeit beeinträchtigt sind, aus diesem Grunde keine Strategie im Alltag zu verwenden brauchten und deshalb auch nicht eine solche Strategie auf diese Art von Flüssigkeitsaufgaben übertragen können.

Insgesamt konnten die Defizite in der frontalen Gruppe nicht einfach als eine verminderte Möglichkeit zur Antwortproduktion angesehen werden, da es keine Gruppenunterschiede in der Gesamtzahl der Antworten gab. Das Problem ist eher in der Produktion von sinnvollen Variationen der gegebenen Antworten zu suchen. Bezüglich der Alters- oder Geschlechtsunterschiede konnten keine nennenswerten Abweichungen festgestellt werden.

Tabelle 3: Übersicht über die verschiedenen Studien zur nonverbalen Flüssigkeit.

| Autoren | Erscheinungs-jahr | Aufgabe | beeinträchtigte Gruppe |
|-------------------------|-------------------|--|--|
| Jones-Gotman und Milner | 1977 | Design-Fluency: a) free condition b) fixed four-line condition | rechts-frontal, rechts-fronto-zentral, rechte Hemisphäre rechts-frontal, rechts-fronto-zentral, rechte Hemisphäre, bei Perseverationen: links-frontal |
| Ruff et al. | 1994 | Design-Fluency RFFT | rechts-frontal rechts-frontal, bifrontal |
| Jason | 1985 | Gesture-Fluency: a) strukturell b) semantisch | keine, bei Perseverationen: links-frontal keine, bei Perseverationen: links-frontal bei „novel gesture“: rechts-frontal |

Anmerkung: RFFT: Ruff Figural Fluency Test
strukturelle Gesture-fluency: finger-position-task
semantische Gesture-fluency: meaningfull-gesture-task

2.9.4 Ideenflüssigkeit

Butler, Rorsman, Hill und Tuma (1993) waren der Ansicht, daß komplexe Flüssigkeitsaufgaben das Vorhandensein von Frontalhirntumoren genauer erfassen würden als einfache. Aus diesem Grunde untersuchten sie 34 Patienten (17 mit Frontalhirntumoren und 17 Kontrollpersonen ohne neurologischen Erkrankungen) mit einer verkürzten Form des COWAT und mit der Design-Fluency-Task als einfache Flüssigkeitsaufgaben. Anschließend folgten komplexe Aufgaben, die unter dem Begriff der „ideational fluency“ zusammengefaßt werden. Diese von Guilford in vielen Jahren entwickelten Tests (1980, zitiert nach Butler et al.) prüfen hauptsächlich die Fähigkeit des Patienten zu divergentem Denken. Diese Form des Denkens besteht darin, daß als Lösung eine große Anzahl von Antworten möglich ist, die sich weniger in der logischen Richtigkeit als in ihrer Originalität unterscheiden (Zangwill, 1966; siehe auch Kap. 2.5.2). Im Folgenden sollen einige Beispiele für die Ideenflüssigkeitsaufgaben vorgestellt werden:

„Possible Jobs“: Der Versuchsperson werden verschiedene Bilder von Gegenständen wie z.B. eine Sicherheitsnadel vorgelegt. Innerhalb einer Minute sollen so viele Berufe wie möglich genannt werden, die durch den Stimulus repräsentiert werden.

„Alternate Uses“: Der Versuchsperson werden verschiedene Begriffe alltäglicher Gegenstände genannt, wie z.B. Schuh oder Bleistift. Innerhalb einer Minute sollen dann möglichst viele verschiedene ungewöhnliche Anwendungsmöglichkeiten genannt werden.

„Consequences“: Die Versuchspersonen sollen innerhalb eines Zeitlimits möglichst viele denkbare Folgen fiktiver Situationen aufzeigen, z.B. „Was wäre, wenn man keine Nahrung mehr aufnehmen müßte, um am Leben zu bleiben?“

Als Ergebnis zeigte sich bei der Design-Fluency-Task ein signifikantes Defizit in der Tumorgruppe unter der „fixed-four-line-condition“. Unter der „free condition“ zeichnete sich eine ähnliche Tendenz in der frontalen Gruppe ab, jedoch war diese nicht statistisch signifikant. Auch die Unterschiede beim COWAT, bei dem ebenfalls die Tumorgruppe schlechter abschnitt, reichten nicht aus, um statistische Aussagekraft zu erlangen. Starke Beeinträchtigungen der Frontalhirnpatienten wurden hingegen bei den Ideenflüssigkeitsaufgaben deutlich. So erreichten die Ergebnisse aller drei Beispielaufgaben (Possible Jobs, Alternate Uses, Consequences) u.a. statistische Signifikanz. Eine deutliche Relation zwischen der Größe der Läsion und dem Grad der Beeinträchtigung, wie zum Beispiel bei den einfachen verbalen Flüssigkeitsaufgaben, konnte nicht festgestellt werden.

Die komplexen „ideational fluency tasks“ sind aber trotz allem sensibel für die Anwesenheit von Frontalhirnläsionen, auch wenn sie relativ ungenau sind, bei der Frage nach dem Volumen oder dem Ausmaß der Schädigung (ebd.). Die Autoren sahen somit ihre Thesen als bestätigt an.

Das erfolgreiche Lösen der „ideational fluency tasks“ erfordert neben Originalität auch Flüssigkeit („fluency“) und Flexibilität und kann als Maßstab der Kreativität gewertet werden (Butler et al., 1993). Dabei werden tiefere und komplexere Assoziationshierarchien bzw. höhere Ebenen der kognitiven Verarbeitung beansprucht als bei einfachen Flüssigkeitsaufgaben (ebd.). Dieser kognitive Prozeß, der während der Bearbeitung einer Flüssigkeitsaufgabe aktiviert wird, bedeutet eine Gedächtnissuche („memory search“), die den Gebrauch oder die Restriktion von Assoziationen beinhaltet (ebd.). Die Ergebnisse stützen die Annahme der Autoren, die davon ausgingen, daß für diese Leistungen des Gehirns die Frontallappen eine übergeordnete Rolle spielen. Bezugnehmend auf Stuss und Benson (1986) ordneten sie den Frontallappen eine multimodale Kontrollfunktion zu, deren Hauptleistung die Kontrolle von ungewöhnlichen Situationen („nonroutine control“) ist. Die Guilford-Aufgaben verlangten die Produktion von eben diesen „nonroutine“ (nicht-alltäglichen) Ideen und Konzepten.

Eslinger und Grattan (1993) untersuchten die kognitive Flexibilität an 30 Patienten mit Hirnschädigungen und weiteren zehn Patienten in der Kontrollgruppe. Bei jeweils zehn Patienten befand sich die Hirnläsion entweder im Frontalhirn, in den Basalganglien oder im posteriorem Kortex. Die Autoren unterschieden bei der kognitiven Flexibilität zwei verschiedene Formen: Zum einen die „spontane Flexibilität“, die die Produktion und den schnellen Fluß von verschiedenen Ideen und Antworten beinhaltet. Diese sollte mit Hilfe des „Alternate Uses Test“ von Guilford erfaßt werden. Zum anderen gibt es die „reaktive Flexibilität“, die eine Bereitschaft zu einem freien Wechsel („freely shift“) zwischen Kognition bzw. Verhalten und den speziellen Ansprüchen einer Situation erfordert (ebd.). Diese Anpassungsfähigkeit an wechselnde Anforderungen soll mit dem Wisconsin Card Sorting Test festgehalten werden (siehe Kap. 2.5.4 und 3.3.2). Bei diesem Test produzierten die Patienten mit Frontalhirn- bzw. Basalganglien-Schaden signifikant mehr perseverative Fehler als die andere Gruppe. Bei der Aufgabe zur spontanen Flexibilität war wiederum die Frontalhirngruppe signifikant beeinträchtigt. Diese Versuchspersonen generierten genau wie in den Studien von Jones-Gotman und Milner (1977) und Jason (1985) nicht weniger

Antworten in der Gesamtzahl, sondern weniger akzeptable Lösungsalternativen, als die anderen. Genauere Analysen machten deutlich, daß 90% der Frontalhirnpatienten nach festgelegten Maßstäben als wenig flexibel einzustufen sind (wenige Antworten, viele Perseverationen), während 90% der Patienten mit posterioren Läsionen als stark flexibel gewertet werden können.

Eslinger und Grattan kommen zu einem ähnlichen Schluß wie Butler et al. (1993): Die „spontaneous flexibility tasks“ [von Butler et al. als „ideational fluency tasks“ bezeichnet] sind genauer in der Erfassung von Frontalhirnschädigungen als einfache Flüssigkeitstests. Dies liegt nach Meinung der Autoren darin begründet, daß die speziellen Anforderungen an die Versuchsperson bei dieser Art von Tests insbesondere von den kortikalen Strukturen des Frontalhirns bewerkstelligt werden. Zu den Anforderungen gehört, daß Objekte eher als Ideen statt als konkrete Stimuli repräsentiert sein müssen und Strategien den Wissensstand in der Form transformieren müssen, daß die üblichen semantischen Verbindungen durchbrochen und die möglichen Funktionen eines Objekts neu definiert werden (ebd.). Die Anwendung von effektiven Suchstrategien mit unkonventionellen Mitteln, das Generieren einer Vielzahl von Ideen, das Erwägen von Antwortalternativen und die Modifikation von Plänen bereitete den frontallhirngeschädigten Patienten die meisten Probleme.

10. Fragestellungen

In den verschiedenen Tests von Guilford müssen sich die Versuchsteilnehmer, wie schon erwähnt, mit nicht alltäglichen Situationen und Fragestellungen auseinandersetzen und ungewöhnliche Strategien entwickeln, um zu einer Lösung zu gelangen. Fraglich ist, ob diese konstruierten und abstrakten Aufgaben Aussagen darüber geben können, wie Patienten mit Frontalhirnschädigungen in verschiedenen Problemsituationen des Alltags reagieren. Sind sie in der Lage die täglichen Probleme zu bewältigen oder gibt es Situationen in den sie überfordert sind oder gar unangemessen reagieren? Gibt es Kompensationsmechanismen, die es ihnen ermöglichen, wie nicht hirngeschädigte Personen zu reagieren und den Alltag selbstständig zu bewältigen? Läßt sich anhand der verschiedenen Tests eine generelle Aussage über die Realität ableiten? Die Untersuchung dieser Fragestellung ist ein Hauptanliegen dieser Studie. Die Patienten wurden aus diesem Grunde mit zehn unterschiedlichen Alltagsproblemen konfrontiert, zu denen sie innerhalb eines Zeitlimits möglichst viele und differenzierte Lösungsvorschläge anbieten sollten. Auch bei dieser Form von Ideenflüssigkeit

ist die Entwicklung neuer Strategien ein wichtiger Aspekt. Diese steht jedoch nicht so im Vordergrund wie bei den Guilford-Aufgaben, denn es besteht für den Probanden die Möglichkeit, nach semantischen Assoziationen vorzugehen. Nach der Definition von Jason (1985) würde dieses Vorgehen eventuell ein Ableiten aus bereits erlebten oder ähnlichen Situationen erlauben. Ein weiterer Vorteil dieser Ideenflüssigkeitsaufgabe besteht darin, daß ein „beeinträchtigt Abstraktionsvermögen“ oder Schwierigkeiten frontaler Patienten, „habituelle Reaktionen zu unterdrücken“, wie es von Perret (1974) beschrieben wurde, von geringgradiger Bedeutung sein dürften. Die habituellen Reaktionen sollen bei dieser Aufgabe eher gefördert als unterdrückt werden, es handelt sich ja schließlich um alltägliche Situationen. Der Proband wird insofern also auch nicht zum Abstrahieren aufgefordert. Diese Beeinträchtigungen dürften sich also nur wenig auf die Ergebnisse auswirken und könnten sich möglicherweise als ein Vorteil herausstellen.

Die allgemeinen Defizite frontallhirngeschädigter Patienten beim Problemlöseverhalten wurde schon mehrfach erwähnt. McCarthy und Warrington (1990) nannten in diesem Zusammenhang die Notwendigkeit, Konsequenzen aus einer Handlung deuten zu können und im Gedächtnis zu behalten. Der Prozeß des „Dahintersehens“ („*lookahead*“), bestehend aus der Fähigkeit Einzelschritte zu organisieren, um das Gesamtziel zu erreichen, spielt dabei eine übergeordnete Rolle (Shallice, 1982). Es stellt sich die Frage, ob die Beeinträchtigung dieser Patienten und das damit verbundene schlechte Abschneiden bei den Flüssigkeitstests auf einen generellen Mangel an Ideen zurückzuführen ist, oder ob sich die Defizite mit anderen Faktoren wie zum Beispiel Veränderungen in den Mechanismen des Problemlöseverhaltens erklären lassen.

Die Versuchspersonen wurden des weiteren mit einem strukturellen und einem semantischen Wortflüssigkeitstest untersucht. Dabei soll überprüft werden, inwieweit sich das Ergebnis von Newcombe (1969) bestätigen läßt, nämlich daß frontale Patienten in semantischen Wortflüssigkeitstests keine Beeinträchtigungen zeigen.

Bezüglich der strukturellen Wortflüssigkeitstests soll zusätzlich der Frage nachgegangen werden, welchen Einfluß der Zeitdruck bei den üblichen Versuchsbedingungen auf das Ergebnis der frontalen Patienten hat. Erzielen diese Patienten nur deshalb schlechtere Werte, weil sie für die Generierung mehr Zeit benötigen, oder sind sie grundsätzlich nicht in der Lage, viele Worte zu produzieren, obwohl ihnen ausreichend Zeit zur Verfügung steht? Um dieser Frage nachzugehen wurden zwei verschiedene Versionen von Wortflüssigkeitstests

angewandt, von denen nur einer zeitlich begrenzt war. Ziel des anderen Tests war es, eine bestimmte Anzahl von Worten zu generieren, unabhängig von der Zeit.

Des weiteren wäre die Frage zu klären, ob und inwieweit sich Patienten mit Frontalhirnläsionen von Patienten unterscheiden, deren Läsion gerade nicht im frontalen Bereich liegt. Diese Form der Gegenüberstellung wurde in der Studie von Butler et al. (1993) versäumt und schränkt meiner Meinung nach die Aussagekraft dieser Untersuchung deutlich ein. Es erscheint mir nicht verwunderlich, daß hirngeschädigte Patienten bei derart komplexen Fragestellungen gegenüber der Kontrollgruppe mit hirnorganisch gesunden Probanden schlechter abschnitten.

3 Methode

3.1 Versuchspersonen

Ursprünglich nahmen an der Untersuchung 73 Personen teil. Davon mußten drei Personen nachträglich (Versuchsperson 03, 05, 114) und weitere sechs hirngeschädigte Personen schon im Vorfeld ausgeschlossen werden, da sich die Läsionen als diffus erwiesen und sich nicht

eindeutig in frontale und nicht-frontale Gebiete einteilen ließen. Weitere zwei Patienten mußten ausgeschlossen werden, da aufgrund einer Sprachstörung die Untersuchung nicht zu Ende durchführbar war. Drei Patienten wiesen derart gravierende intellektuelle Defizite auf, so daß auch diese Daten nicht vollständig erhoben werden konnten. Anschließend verblieben insgesamt 59 Versuchsteilnehmer. Davon entfielen 23 Patienten auf die Gruppe mit frontalen Hirnschädigungen (16 Männer, sieben Frauen), 14 auf die Gruppe mit Hirnläsionen im nicht-frontalen Bereich (sechs Männer, acht Frauen) und weitere 22 auf die nicht-hirngeschädigten Patienten (16 Männer, sechs Frauen) als Kontrollgruppe. Die Kontrollgruppe setzte sich aus 18 orthopädischen Patienten und vier gesunden Personen zusammen. In zwei der drei Gruppen überwiegt der Anteil der Männer.

Das Durchschnittsalter in den drei Gruppen unterscheidet sich nur gering voneinander und wurde aus diesem Grunde auch nicht signifikant ($F(2,56) = 1,71, p = .19$). In der frontalen Gruppe liegt das Durchschnittsalter bei 42 (zwischen 19 und 59 Jahren), in der nicht-frontalen Gruppe bei 48,2 (zwischen 33 und 67 Jahren) und in der Kontrollgruppe bei 41,7 Jahren (zwischen 19 und 61 Jahren). Die oberste Altersgrenze wurde bei 65 Jahren festgelegt. Bei einer Person in der nicht-frontalen Gruppe wurde jedoch aufgrund der guten Testwerte beim Allgemeinwissen eine Ausnahme gemacht, um die Fallzahl zu erhöhen. Die Patientenrekrutierung gestaltete sich nämlich wegen der vielen Ausschlußkriterien als schwierig.

Der überwiegende Teil der untersuchten Patienten sind Rechtshänder (55 Rechts-, zwei Linkshänder). Die Linkshänder entstammen beide der Gruppe mit frontalen Hirnschädigungen. Drei Versuchsteilnehmer gaben an, mit beiden Händen gleichermaßen umgehen zu können (zwei in der frontalen Gruppe, einer in der Kontrollgruppe).

Die verstrichene Zeit seit der Erkrankung bzw. der Operation wurde zum Zeitpunkt der Untersuchung in der frontalen Gruppe mit 101,2 Tagen (von sieben bis 485 Tagen) ermittelt, in der nicht-frontalen Gruppe mit 214 Tagen (von sieben bis 1335 Tagen). In der Kontrollgruppe beträgt die durchschnittliche verstrichene Zeit 187,7 Tage (von sieben bis 1540 Tagen). Somit ergeben sich innerhalb der Gruppen erhebliche Schwankungen von einer Woche bis zu über vier Jahren. Dies führte u.a. zu den hohen Standardabweichungen (siehe Tabelle 4). Zur Prüfung eventuell bestehender Gruppenunterschiede in Hinblick auf die Zeit seit der Läsion wurde der T-Test für unabhängige Stichproben verwandt. Die Differenz zwischen den Gruppen wurde jedoch nicht signifikant ($t(34) = -1,29, p < .205$). Bei den Werten in der Kontrollgruppe wurden nur die Daten von 17 orthopädischen Patienten zur

Berechnung herangezogen. Bei einem Patienten mit einem chronischem Schmerzleiden konnte die genaue Zeit der Erkrankung nicht bestimmt werden.

Von den Patienten mit einer Hirnschädigung weisen sechs ein Schädel-Hirn-Trauma (SHT) auf. Diese befinden sich alle in der frontalen Gruppe. Zehn Probanden leiden unter einer cerebrovaskulären Erkrankung (zwei in der frontalen Gruppe, acht in der nicht-frontalen Gruppe); weitere 21 unterzogen sich vor der Untersuchung einer Tumoroperation. Von diesen Personen entfielen 15 auf die frontale Gruppe und die anderen sechs auf die nicht-frontale Gruppe.

Fast die Hälfte der Tumoren waren Astrocytome (10), weitere drei Neoplasien stellten sich als Meningeome heraus. Jeweils zwei der Tumorpatienten wiesen ein Glioblastom, ein Oligodendrogliom oder eine Metastase nach einer vergangenen Karzinomresektion auf. Ein Patient litt unter einem Osteosarkom der Schädelkalotte, das in das Gehirn einbrach und an dieser Stelle Druck ausübte. Bei einem anderen war zum Zeitpunkt der Untersuchung die Raumforderung noch nicht weiter differenziert worden.

Medikamente nahmen 18 der insgesamt 23 Personen in der frontalen Gruppe regelmäßig ein. Von den 14 Personen in der nicht-frontalen Gruppe wurden zehn Personen Medikamente verabreicht. Dies waren zumeist Antiepileptika und/ oder Analgetika.

Von den Patienten in der frontalen Gruppe hatte eine Person den Sonderschulabschluß und zehn den Hauptschulabschluß. Die Realschule wurde von sieben Personen besucht und das Gymnasium von fünf. Der überwiegende Teil in der nicht-frontalen Gruppe verließ die Schule mit einem Hauptschulabschluß (neun Personen), einer erreichte die Mittlere Reife und weitere vier das Abitur. Auch in der Kontrollgruppe erhielt ein Großteil den Hauptschulabschluß (13 Probanden). Vier Probanden beendeten die Schule mit dem Realschulabschluß, die restlichen fünf besuchten das Gymnasium.

Insgesamt elf Personen waren ohne Berufsausbildung (sieben FG⁵, zwei NFG und zwei KG). Die meisten Versuchsteilnehmer begannen im Anschluß an die Schule eine Lehre (31). Zehn von ihnen waren aus der frontalen Gruppe, neun aus der nicht-frontalen Gruppe und weitere zwölf aus der Kontrollgruppe. Eine Fachschule wurde von sieben Teilnehmern besucht (drei FG, vier KG) und eine Fachhochschule von zwei Personen aus der Kontrollgruppe. Weitere acht Personen schlossen ein Universitätsstudium ab (drei FG, drei NFG und zwei KG).

⁵ FG = Patienten der Frontalen Gruppe
NFG = Patienten der Nicht-frontalen Gruppe
KG = Patienten der Kontrollgruppe

In der frontalen Gruppe befinden sich drei Personen noch in der Ausbildung, zwei Patientinnen sind Hausfrauen und drei Personen sind Arbeiter. Als Facharbeiter sind elf Personen dieser Gruppe tätig und drei Personen haben eine Position als leitender Angestellter bzw. als Beamter. In der nicht-frontalen Gruppe ist eine Patientin Hausfrau, ein Proband Arbeiter und die meisten Facharbeiter (zehn Personen). Eine Person ist Beamter und eine weitere leitende Angestellte. Insgesamt vier Personen in der Kontrollgruppe befanden sich noch in der Ausbildung oder waren bereits in Rente. Zwei Patientinnen waren Hausfrauen und zwei Personen verdienten ihren Lebensunterhalt als Arbeiter. Auch hier waren wie schon in den anderen beiden Gruppen die meisten Teilnehmer als Facharbeiter tätig (12), einer war Angestellter und ein weiterer war Beamter. Bei einer Person wurde der Beruf nicht dokumentiert.

Aufgrund der relativ homogenen Berufsausbildung und des ausgeübten Berufs zwischen den Gruppen kann man annehmen, daß es diesbezüglich keine Auswirkungen auf die Ergebnisse gibt.

Tabelle 4: Demographische Kennwerte der Versuchsteilnehmer.

| | | Gruppen | | |
|--------------------------------|------------|---------|---------------|-----------|
| | | frontal | nicht-frontal | Kontrolle |
| Alter | Mittelwert | 42 | 48,2 | 41,7 |
| | SD | (11,3) | (9,5) | (12,1) |
| Geschlecht | weiblich | 7 | 8 | 6 |
| | männlich | 16 | 6 | 16 |
| Zeit seit Läsion (in Tagen) | Mittelwert | 101,2 | 214 | 187,7 |
| | SD | (151,5) | (365,5) | (420,3) |
| Händigkeit | rechts | 19 | 14 | 21 |
| | links | 2 | - | - |
| | beidhändig | 2 | - | - |
| Läsionsort | rechts | 10 | 12 | - |
| | links | 7 | 1 | - |
| | bilateral | 5 | 1 | - |

Anmerkung: SD = Standardabweichung

3.2 Auswahl der neurologischen und orthopädischen Patienten

Als „frontale“ Patienten wurden die Patienten angesehen, deren Läsion anterior des Sulcus centralis und superior des Sulcus lateralis (Fissura Sylvii) lagen. Die „nicht-frontalen“ Patienten wiesen Läsionen im Bereich posterior des Sulcus centralis und inferior des Sulcus lateralis auf. Diese Gruppe setzt sich also aus Patienten mit Schädigungen des Temporal-, Parietal- und /oder des Okzipitallappens zusammen. Bei zwei Patienten liegt die Läsion zerebellär bzw. im Bereich der Stammganglien.

In den Abbildungen 1 und 2 sind die Lokalisationen der Läsionsorte der beiden Gruppen mit Hirnschädigungen zusammengestellt. Es handelt sich hierbei um Auswertungen der Computertomographien und Magnetresonanztomographien. Diese wurden in die Hirnkarten von Damasio und Damasio (1989) übertragen. Es wurde versucht, dabei möglichst die Karte auszuwählen, die der Originalaufnahme bezüglich der Schnittlage und des Winkels am nächsten kam. Diese Darstellung konnte leider nicht von allen Patienten angefertigt werden, da nicht immer Tomogramme vorlagen. Das lag zum einen daran, daß die Aufnahmen aus auswärtigen Krankenhäusern stammten und zum anderen daran, daß die Patienten sich häufig kurz nach der Untersuchung samt Bilder in Rehabilitation begaben. Die verschiedenen Ätiologien der Hirnschädigungen können der Tabelle 5 entnommen werden.

Von der Untersuchung ausgeschlossen wurden Patienten, deren Schädigung nicht eindeutig dem frontalen bzw. dem nicht-frontalen Bereich zugeordnet werden konnte. Weitere Kriterien für die Teilnahme an der Untersuchung waren:

Die Hirnschädigung sollte nicht diffus sein, die Versuchsteilnehmer durften nicht unter einer Aphasie leiden und durften nicht älter als 65 Jahre sein (mit der schon erwähnten Ausnahme). Eine weitere Voraussetzung war, daß die Patienten deutsch als Muttersprache hatten. Dadurch sollten verzerrte Ergebnisse aufgrund von Sprachschwierigkeiten vermieden werden. Auch sollten die durch die Hirnschädigungen verursachten Beeinträchtigungen, wie z.B. Paresen oder Hemianopsien, nicht so gravierend sein, daß sie Auswirkungen auf die Versuchsdurchführung und die Testergebnisse haben.

Tabelle 5: Ätiologie bei den Patienten mit Hirnschädigungen.

Frontal:

Nicht-frontal:

| Vp.Nr. | Ätiologie |
|--------|---|
| 01 | Schädel-Hirn-Trauma |
| 02 | Subarachnoidalblutung |
| 04 | Schädel-Hirn-Trauma |
| 06 | Schädel-Hirn-Trauma |
| 07 | Tumoroperation |
| 08 | Tumoroperation |
| 09 | Tumoroperation |
| 10 | Schädel-Hirn-Trauma |
| 11 | Schädel-Hirn-Trauma, Subarachnoidalblutung |
| 12 | Tumoroperation |
| 13 | Tumoroperation |
| 14 | Tumoroperation |
| 15 | Tumoroperation |
| 16 | Tumoroperation |
| 17 | Tumoroperation |
| 18 | Tumoroperation |
| 19 | Tumoroperation |
| 20 | Tumoroperation |
| 21 | Tumoroperation |
| 22 | Tumoroperation |
| 23 | Tumoroperation |

| Vp.Nr. | Ätiologie |
|--------|-----------------------|
| 100 | Subarachnoidalblutung |
| 101 | Subarachnoidalblutung |
| 102 | Tumoroperation |
| 103 | Tumoroperation |
| 104 | Aneurysmablutung |
| 105 | Insult |
| 106 | Insult |
| 107 | AV-Angiom |
| 108 | Tumoroperation |
| 109 | Tumoroperation |
| 110 | AV-Angiom |
| 111 | Angiom |
| 112 | Tumoroperation |
| 113 | Tumoroperation |
| 114 | Tumoroperation |

Anmerkung: Vp.Nr. = Versuchspersonen-Nummer

Die Versuchspersonen 03, 05 und 114 mußte nachträglich aufgrund der Art der Läsion ausgeschlossen werden.

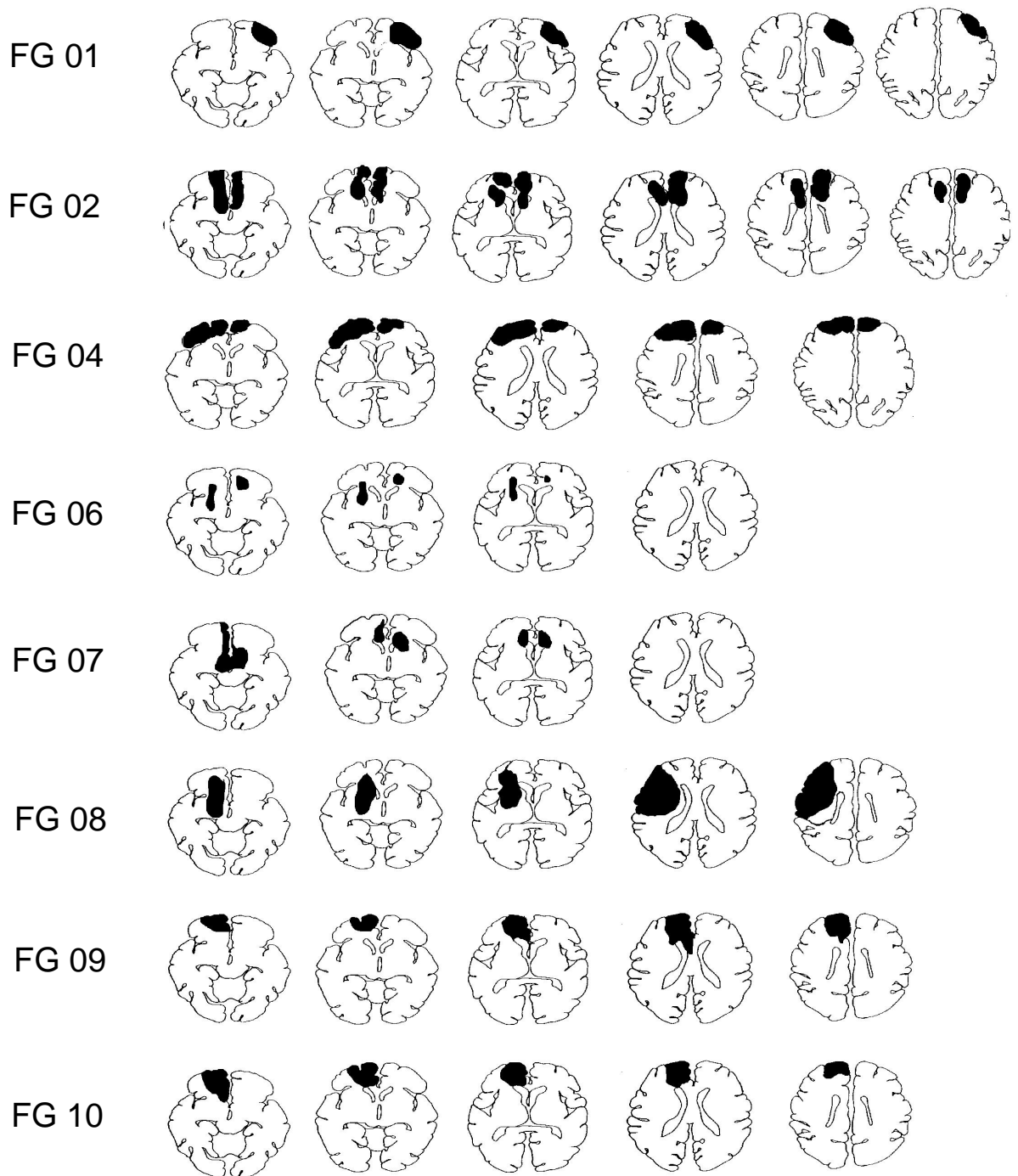
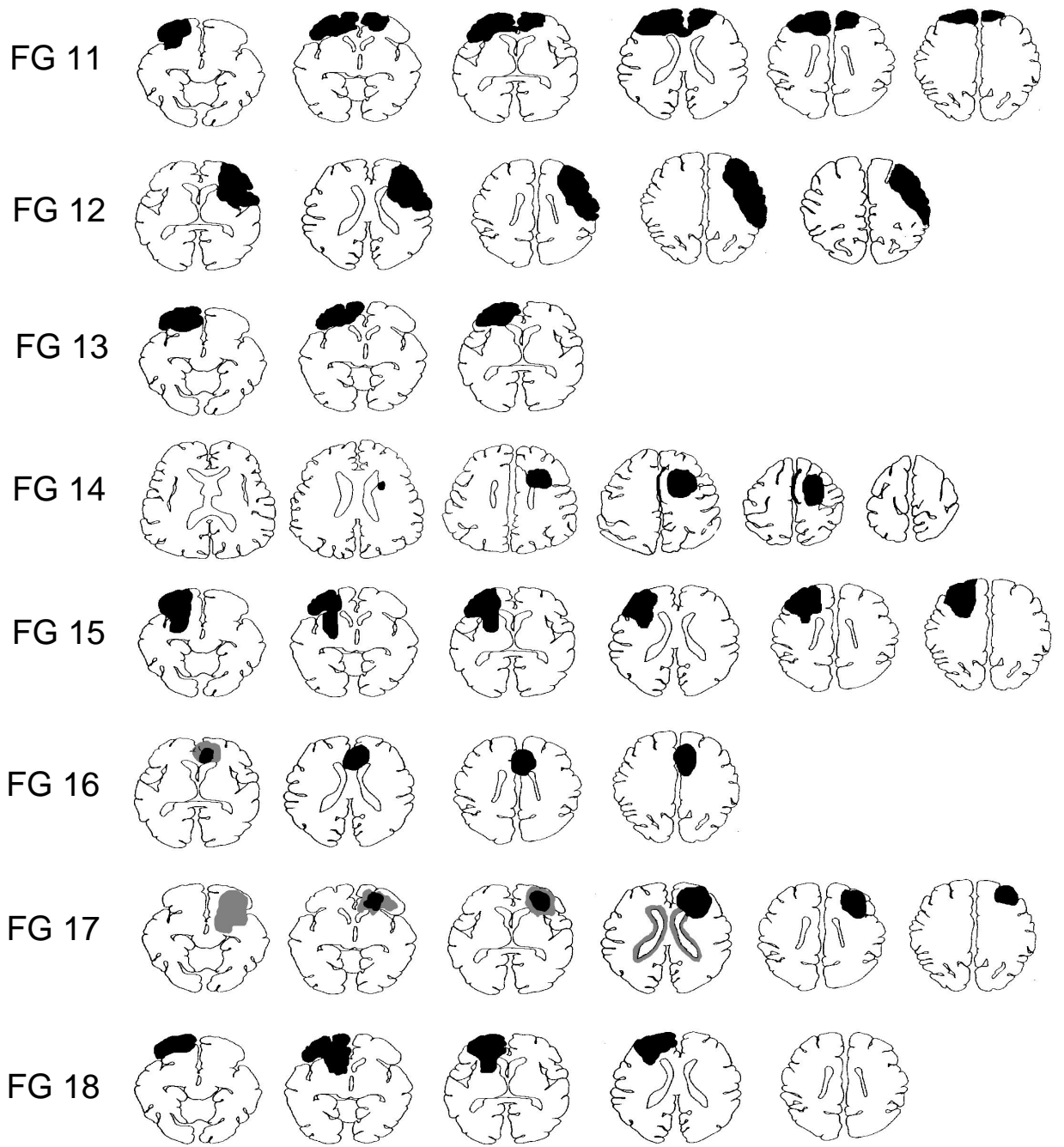
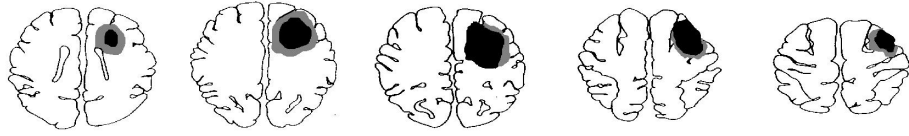


Abbildung 1: Lokalisation der Läsionen in der frontalen Gruppe (FG)

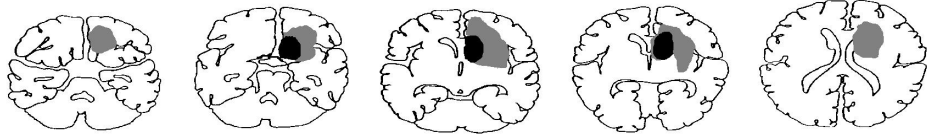
Die primären Läsionsorte sind schwarz abgebildet; bei den grauen Markierungen handelt es sich um Ödeme oder Atrophien. Bei FG 17 stellt die graue Umrandung eine Erweiterung des Ventrikelsystems dar. Der Patient mit der Nummer FG 14 weist eine leichte Mittellinienverlagerung auf.



FG 19



FG 20



FG 21



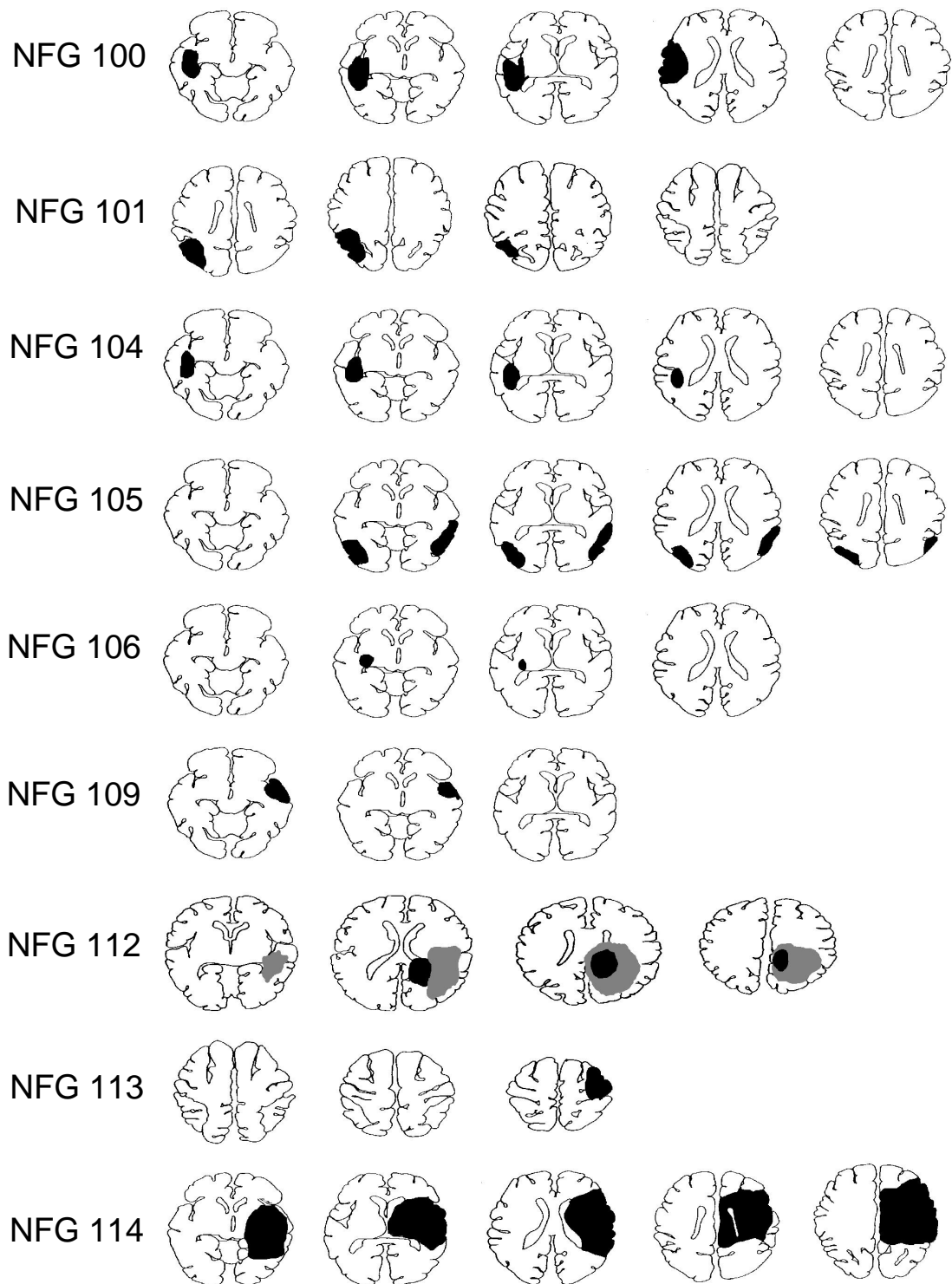


Abbildung 2: Lokalisation der Läsionen in der nicht-frontalen Gruppe (NFG)

Die primären Läsionsorte sind schwarz abgebildet; bei den grauen Markierungen handelt es sich um Ödeme oder Atrophien.

3.3 Untersuchungsverfahren

Zur Abschätzung der Schwere der kognitiven Beeinträchtigung wurden folgende psychologische und neuropsychologische Testverfahren durchgeführt:

- * Vier Untertests aus dem Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Erwachsene Revision 1991 (HAWIE-R): Allgemeines Wissen, Gemeinsamkeiten finden, Bilder ergänzen und Mosaik-Test
- * Modified Card Sorting Test (Nelson, 1976)
- * Token-Test (De Renzi und Vignolo, 1962)
- * Kaufhaus-Test (semantischer Wortflüssigkeitstest) (Mattis, 1976)
- * Zwei unterschiedliche strukturelle Wortflüssigkeitstests (Borkowski et al., 1967)
- * Ideenflüssigkeitstest (Gauggel)

3.3.1 Die Untertests des Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Erwachsene Revision 1991

Die Untertests des HAWIE-R sollen die verbal theoretischen und die praktisch- räumlichen Fähigkeiten der untersuchten Personen erfassen. Für die erstgenannte Leistung sollen die Untertests "Allgemeines Wissen" (AW) und "Gemeinsamkeiten finden" (GF) verwendet werden, für letztere das "Bilder ergänzen" (BE) und der "Mosaik-Test" (MT).

Der Untertest "Allgemeines Wissen" besteht aus 24 Fragen, die nacheinander gestellt werden und im Schwierigkeitsgrad zunehmen. Begonnen wird mit der Frage: "Wieviele Monate hat ein Jahr?" bis schließlich "Wieviele Planeten hat das Sonnensystem?" Weitere Fragen des Tests sind dem Anhang zu entnehmen.

Beim "Gemeinsamkeiten finden" müssen zu vorgegebenen Wortpaaren Gemeinsamkeiten bzw. Oberbegriffe gefunden werden, wie z.B. "Früchte" als Oberbegriff des Wortpaares "Apfelsine- Banane."

Die Aufgabe des Probanden beim "Bilder ergänzen" ist es, zu 17 Bildvorlagen das jeweilige fehlende bedeutsame Detail zu benennen. So fehlt beispielsweise bei der Abbildung eines Froschs eines der Beine.

Der "Mosaik-Test" prüft die Fähigkeit, zweidimensionale Muster in Einzelteile zu zergliedern und wiederum zusammenzustellen (Perret, 1973, S. 48).

Hierzu erhält die Testperson farbige Würfel, die einer Vorlage entsprechend zu geometrischen Mustern zusammengesetzt werden sollen. „Weil die Würfel mit verschiedenen Farben gestrichen sind, wovon nur das Rot und das Weiß benötigt werden, ist eine grobe Prüfung des Farbsehens mitgegeben, wenn sie auch nicht in die Messung der Leistungen einbezogen wird“ (ebd.).

Die bei den Untertests erzielten Rohwerte werden in altersspezifische Wertpunkäquivalente umgerechnet, um eine größere Vergleichbarkeit der Daten zu erhalten.

3.3.2 Der Modified Card Sorting Test (MCST)

Bei dem Modified Card Sorting Test (Nelson, 1976) handelt es sich um eine Sortieraufgabe, bei der 48 Karten vier Stimuluskarten zugeordnet werden sollen. Die Stimuluskarten unterscheiden sich ebenso wie die Karten die zugeordnet werden sollen, in Farbe, Form und Anzahl der darauf zu sehenden Symbole. Dabei ist auf jeder Karte jeweils nur ein Symbol abgebildet (z.B. Dreieck, Kreis usw.). Die Versuchsperson muß also ein Sortierungsprinzip erkennen und dementsprechend eine Wahl treffen. Als erstes Sortierungsprinzip nimmt der Untersucher stillschweigend die Farbe an. Die Aufgabe des Patienten ist es nun, mit so wenigen Karten wie möglich dieses Prinzip zu finden. Die einzige Hilfe sind die "richtig"- oder "falsch"-Antworten des Untersuchers. Nach zehn richtigen Zuordnungen wird die Regel geändert (in der Reihenfolge Farbe, Form, Anzahl und anschließend wieder Farbe), so daß der Proband erneut nach dem "try and error"-Prinzip handeln muß, bis letztendlich alle Karten zugeordnet sind. Man geht davon aus, daß nach zehn richtigen Zuordnungen das Prinzip erkannt wurde und es sich nicht um ein Zufallsprodukt handelt. Sollte die Versuchsperson trotzdem die Karten nach dem alten Prinzip den Stimuluskarten zuordnen, so wird dies als perseverativer Fehler gewertet. Wird eine Karte hingegen nach keinem erkennbaren Prinzip zugeordnet (z.B. die drei gelben Sterne zu dem roten Dreieck), handelt es sich um eine unklare Zuordnung. Neben den perseverativen Fehlern und den unklaren Zuordnungen wird die Gesamtfehlerzahl, die Anzahl der nicht-perseverativen Fehler sowie die Anzahl der richtigen Zuordnungen und die Anzahl der erreichten Kategorien bestimmt.

Dieser Test, eine von Nelson (1976) modifizierte Version des Wisconsin Card Sorting Test, gilt als klassischer Test bei frontalen Hirnschädigungen. Er zeigt die Neigung der Patienten zu perseverativem Verhalten und ihre Fähigkeit zur Abstraktion (siehe auch Kap. 2.5.4).

3.3.3 Der Token-Test

Der Token-Test (De Renzi und Vignolo, 1962) wurde konzipiert, um rezeptive Sprachstörungen zu erfassen (Canavan, 1990, S.30). „Dieser Test eignet sich insbesondere zur „Selektion“ von Aphasie-Kranken von anderen Patientengruppen mit hirnorganischer Schädigung, jedoch ohne Aphasie“ (Remschmidt und Niebergall, 1981, S. 274). Er ist ein Untertest des Aachener Aphasie-Tests und dient in dieser Untersuchung als ein Ausschlußkriterium. Die Probanden erhalten dabei Tafeln, die sich in Größe, Farbe und Form unterscheiden. Deren Aufgabe ist es, die verschiedenen Anweisungen des Leiters zu befolgen, beispielsweise: „Zeigen Sie den kleinen gelben Kreis“ oder „Legen Sie das grüne Viereck neben den roten Kreis.“ Mehr als fünf Fehler, von den insgesamt 50 Anweisungen, führen zum Ausschluß. Bei den Patienten ohne Hirnschädigung wurde auf die Durchführung dieses Tests verzichtet.

3.3.4 Die Flüssigkeitstests

Die Flüssigkeitstests, zu denen der Kaufhaus-Test, der strukturelle Wort-flüssigkeitstest und der Ideenflüssigkeitstest gehören, wurden mündlich durchgeführt. Um die Antworten besser auswerten zu können, wurden diese mit einem Tonband aufgezeichnet und anschließend transkribiert. Die einzelnen Instruktionen zu den Flüssigkeitstests können im Anhang nachgelesen werden.

3.3.4.1 Der Kaufhaus-Test

Dieser Test ist dem „Supermarket-Test“ von Mattis (1976) nachempfunden worden. Die Versuchsperson ist aufgefordert, innerhalb einer Minute möglichst viele Gegenstände zu benennen, die in einem Supermarkt gekauft werden können. Hierbei kann das hierarchische Vorgehen in Gruppen (Kleidung, Nahrung), Untergruppen (Früchte, Fleischprodukte) und weiteren Kategorien (Salami, Schinken) analysiert werden (Bandera et al., 1991). Der einzige Unterschied zu diesem semantischen Wortflüssigkeitstest, bei dem außer nach Kategorien

auch nach Assoziationen vorgegangen werden kann, ist, daß die genannten Gegenstände nicht einem Supermarkt entstammen sollten, sondern, wie der Name schon sagt, einem Kaufhaus.

3.3.4.2 Die strukturellen Wortflüssigkeitstests

Der erste Teil⁶ dieses zweiteiligen Tests wurde von Borkowski, Benton und Spreen (1967) entwickelt (siehe auch Kap. 2.9.2). Die Versuchspersonen erhielten die Aufgabe, so viele Worte wie möglich zu finden, die mit einem bestimmten Buchstaben des Alphabets beginnen. Borkowski und seine Mitarbeiter fanden heraus, daß Buchstaben mit einer niedrigen Auftretenswahrscheinlichkeit lediglich bei Patienten mit hoher Intelligenz eine Gruppenunterscheidung in eine gute und schlechtere Wortflüssigkeit ergaben. Bei Personen mit einer nicht so hohen Intelligenz ergaben demnach einfache Buchstaben eine bessere Trennung von Hirngeschädigten und Kontrollpatienten.

Aus diesem Grunde wurden bei dieser Untersuchung Buchstaben verwendet, die sich, anhand einschlägiger Lexika, durch eine mittlere Auftretenshäufigkeit im deutschen Sprachraum als geeignet erwiesen. Die Buchstaben für diesen Test waren R, D und K; die zweite Version des Tests wurde mit den Buchstaben L, F und P ausgeführt.

Bei der zweiten Version⁷ des Wortflüssigkeitstests sollten die Probanden jeweils 25 Wörter zu den drei schon erwähnten Anfangsbuchstaben generieren. Dazu standen dem Versuchsteilnehmer maximal fünf Minuten pro Buchstaben zur Verfügung. Wichtiger als die zeitliche Komponente bei diesem Test war, daß der Proband überhaupt 25 Wörter nennen konnte. Häufig konnte auch durch Zuspruch nicht verhindert werden, daß schlechter abscheidende Personen den Test schnell beenden wollten, bevor die fünf Minuten abgelaufen waren.

Bei beiden Untertests wurde vorab die Instruktion gegeben, daß die Wörter sowohl groß- als auch klein geschrieben werden können, sowie daß die Wortlänge nicht relevant sei. Vornamen hingegen sollten nicht genannt werden.

3.3.4.3 Der Ideenflüssigkeitstest

⁶ Dieser Teil des strukturellen Wortflüssigkeitstests wird im Folgenden Version I genannt.

⁷ Dieser Teil des strukturellen Wortflüssigkeitstests wird im Folgenden Version II genannt.

Bei diesem Test wurden den Versuchspersonen nacheinander zehn unterschiedliche Problemsituationen, wie sie einem im Alltag begegnen können, vorgestellt. Die Aufgabe war es nun, sich möglichst gut in die jeweilige Situation hineinzusetzen und innerhalb von zwei Minuten möglichst viele Lösungsalternativen anzubieten. Eine der Alltagsproblemsituationen lautete zum Beispiel: "Sie befinden sich in einer fremden Stadt und bemerken plötzlich, daß Sie Ihren Geldbeutel verloren haben. Was kann man jetzt tun?"

Die Probanden wurden darauf hingewiesen, alles zu nennen, was generell in einer solchen Situation machbar ist, gleichgültig, ob sie dies jemals tun würden. Auf diese Weise wurde versucht, die soziale Erwünschtheit der Antworten, die eventuell größere Unterschiede zwischen den Teilnehmern hätte ausmachen können, zu reduzieren.

Auch bei diesem Test wurden einige Personen schon vor Ablauf der gegebenen Zeitspanne so ungeduldig, daß zu den weiteren Aufgabenstellungen übergegangen werden mußte. Die zehn Problemsituationen, die sich auch im Anhang befinden, wurden jedem Patienten in einer anderen Reihenfolge dargeboten.

Gauggel und seine Mitarbeiter entwickelten ursprünglich 21 Alltagsproblem-situationen für diese Untersuchung. In einem Vorversuch wurden diese Aufgaben 21 Studenten (13 weiblichen, acht männlichen) vorgelegt. Das Durchschnittsalter der Studenten lag bei 22,9 Jahren. Wie auch in der Hauptuntersuchung, hatten die Probanden für jede Situation zwei Minuten Zeit. Es zeigte sich, daß fünf Situationen mißverständlich formuliert waren und unterschiedlich aufgefaßt wurden. Neben diesen fünf Situationen wurden weitere sechs Aufgaben aus den Ideenflüssigkeitstests herausgenommen. Die sechs Situationen waren in der Analyse der Daten als die schwierigsten der 20 Situationen identifiziert worden. Dies geschah deshalb, weil die Studenten sowohl von ihrem Leistungsniveau als auch von ihrem Alter eine sehr homogene Stichprobe darstellen und damit zu rechnen ist, daß hirngeschädigte Patienten mehr Probleme bei der Generierung von Lösungsmöglichkeiten haben. Im Durchschnitt konnten die Studenten 11,3 Lösungsmöglichkeiten (SD: 5,01) pro Situation produzieren. Allerdings sind in diesem Wert sowohl Perseverationen als auch bizarre Antworten enthalten.

3.3.4.4 Die Reihenfolge der Flüssigkeitstests

Es ist nicht auszuschließen, daß die Leistungen der Patienten durch Transfereffekte positiv beeinflußt werden. Um jedoch diese weitestgehend auszuschließen, wurde mit dem Kaufhaus-Test, als einer einfachen semantischen Wortflüssigkeitsaufgabe begonnen, bevor die

schwierigeren strukturellen Wortflüssigkeitsaufgaben durchgeführt wurden. Bei diesen wurde darauf geachtet, daß etwa die Hälfte der Personen mit der ersten Version, die andere Hälfte mit der zweiten Version des Tests begannen.

Die Ideenflüssigkeitsaufgabe wurde immer als letzte Flüssigkeitsaufgabe durchgeführt. Die zehn Problemsituationen wurden in unterschiedlichen Reihenfolgen angeboten.

3.3.5 Allgemeine Bedingungen der Versuchsdurchführung

Die Teilnahme an dieser Untersuchung war freiwillig und unentgeltlich. Die Probanden wurden vorab, anhand eines Informationsblattes, über Bedingungen und Ablauf der Untersuchung in Kenntnis gesetzt und unterzeichneten anschließend eine Einverständniserklärung. Die Dauer der Tests betrug zwischen 90 und 120 Minuten, je nach der Belastbarkeit des Patienten. Dabei stand es ihnen jederzeit frei, Pausen zu machen oder aber auch ganz aufzuhören, wenn die Belastung zu gravierend sein sollte.

Alle Daten wurden unter Wahrung der Anonymität ausgewertet. Das Informationsblatt, die Einverständniserklärung, der Protokollbogen der demographischen und klinischen Daten, sowie die Protokollbögen der einzelnen Tests befinden sich im Anhang.

3.4 Die unabhängige Variable und die abhängige Variable

Die unabhängige Variable in dieser Untersuchung ist die Zugehörigkeit zu einer Versuchspersonengruppe. Als abhängige Variable wurde bei den Flüssigkeitstests neben der Gesamtzahl der Nennungen sowohl die Anzahl der falschen als auch der perseverativen Nennungen ermittelt.

Zu den falschen Nennungen gehörten bei dem Kaufhaus-Test solche Gegenstände, die nicht in einem großen Kaufhaus erhältlich sind. Dazu gehörte zum Beispiel die Aussage „blaue Paprika.“ Bei den strukturellen Wortflüssigkeitstests wurden Worte, die nicht existieren oder nicht mit dem gewünschten Buchstaben beginnen, als falsch gewertet. Letztere waren häufig Worte, deren Anfangsbuchstaben ähnlich klingen. So wurden zum Beispiel des öfteren bei dem Anfangsbuchstaben „F“ Worte wie „verkaufen“, „verwerfen“, „Pfau“ oder ähnliches angeboten. Auch das Erwähnen von Vornamen wurde als falsche Nennung betrachtet. Markennamen hingegen, wie zum Beispiel „Lacoste“ waren gültig, ebenso wie

umgangssprachliche oder gebräuchliche Worte aus dem Englischen wie zum Beispiel „Power“. Solche Worte wurden aber nur sehr selten genannt.

Als Perseverationen wurden Worte angesehen, die schon einmal genannt wurden. Dazu gehörten auch Substantive, die vom Singular ins Plural gesetzt wurden. Die Konjugation von Verben hingegen, wurde nicht als perseverative Nennung angesehen. Auch die Nennung von Homophonen, zum Beispiel „Lärche“ und „Lerche“ oder Homonymen (zum Beispiel „Pflaster“ zur Wundversorgung bzw. als Straßenbelag) wurde bei expliziter Erklärung doppelt gewertet. Diese Art von Worten wurden jedoch nur sehr vereinzelt angeboten.

Bei den beiden strukturellen Wortflüssigkeitstests wurden alle Werte über die jeweils drei Durchgänge summiert, wobei in dem Wortflüssigkeitstest II noch die Zeit als zusätzliche abhängige Variable berücksichtigt wurde. Diese wurde wiederum summiert und konnte als Höchstwert 900 Sekunden betragen, da jeweils nach maximal fünf Minuten pro Durchgang die Untersuchung abgebrochen wurde.

In dem Ideenflüssigkeitstest wurde neben der Anzahl von Lösungsmöglichkeiten, die Zahl der perseverativen Nennungen sowie die bizarren Lösungsvorschläge erfaßt.

Zu den perseverativen Nennungen zählten solche, die schon einmal erwähnt wurden oder denen zumindest dem Sinn nach ähnliche Bedeutung beizumessen war. Durch die getrennte Auflistung der bizarren Lösungsvorschläge wurde versucht, Absurdes von Vernünftigem zu trennen. Das Kriterium für eine als bizarr gewertete Antwort war, daß die Lösungsmöglichkeit entweder nicht ausführbar ist, oder in keinem ethisch-moralischem oder ökonomischen Verhältnis zu der banalen Alltagsproblem-situation steht. Auf die Problemsituation: „Sie befinden sich in einer fremden Stadt und bemerken plötzlich, daß Sie Ihren Geldbeutel verloren haben. Was kann man jetzt tun?“ wurde die Antwort „Ich raube eine Bank aus“ beispielsweise als bizarr gewertet. Bei einigen Fällen war die Abgrenzung, ob eine Äußerung als bizarr, Perseveration oder normal gültig zu bewerten ist, nicht ganz eindeutig. Es wurde nach dem Prinzip „in dubio pro reo“ gehandelt, daß heißt, eine Antwort wurde eher nicht als bizarr gewertet, da unter dieser Kategorie nur Extrembeispiele fallen sollten.

Ähnliche Schwierigkeiten gab es bei der Beurteilung, was tatsächlich eine Lösungsmöglichkeit ausmacht. Vielfache Antworten stellten lediglich eine Reaktion auf die jeweilige Alltagsproblemsituation dar, nicht aber eine Lösungsalternative. Dazu gehörten Äußerungen wie „ich werde wütend“, die aber trotzdem in die Bewertung mit einfließen. Aufzählungen wie zum Beispiel „ich rufe Nachbarn, Freunde oder Verwandte an“ wurden als mehrfache Nennung angesehen. In diesem Fall als drei Nennungen.

3.5 Die statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Auswertungsprogramm „SPSS“. Mit Hilfe einer einfaktoriellen Varianzanalyse wurde geprüft, ob sich die Versuchspersonengruppen hinsichtlich Alter, Zeit seit Läsion und den erreichten Werten der verwandten Testverfahren signifikant voneinander unterscheiden. Als Faktor wurde dabei die Variabel „Gruppe“ mit den Ausprägungen „frontal“, „nicht-frontal“ und „Kontrollgruppe“ angenommen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 4 dargestellt und werden gemeinsam mit der deskriptiven Statistik im Text (Kap.3.1) nochmals erläutert. Die Ergebnisse der Interferenzstatistik und die dazugehörigen Tabellen finden sich im Kapitel 4.

Mit der einfaktoriellen Varianzanalyse wurde geprüft, ob es Gruppenunterschiede im Kaufhaus-, Wort- oder Ideenflüssigkeitstest gab. Außerdem wurde mit diesem Verfahren überprüft, ob die von den Versuchspersonen für die Generierung eines Wortes benötigte Zeit sich in den beiden strukturellen Wortflüssigkeitstests signifikant voneinander unterscheidet. Dazu wurde die Anzahl der genannten Wörter durch die Zeit in Sekunden dividiert. Da bei der ersten Version des Wortflüssigkeitstests die Zeit festgelegt war und bei der zweiten Version die Anzahl der zu nennenden Wörter, unterscheiden sich die Werte aus inhaltlicher Sicht. Mit Hilfe der Varianzanalyse sollte lediglich die Frage beantwortet werden, ob sich diese Werte in den beiden Versionen überhaupt voneinander unterscheiden. Beide Werte wurden ebenfalls auf einen signifikanten Unterschied überprüft.

Das Signifikanzniveau wurde a priori auf 5% festgesetzt. Als post-hoc wurde der Tukey HSD-Test verwandt. Hierbei ist die Wahrscheinlichkeit einer richtigen Zurückweisung der Null-Hypothese größer.

Zudem wurde die Korrelation zwischen dem Alter, der Zeit seit der Läsion und in den Testverfahren erzielten Ergebnissen über das Pearson-Produkt-Moment berechnet.

4. Ergebnisse

Zunächst werden die Ergebnisse der drei Versuchspersonengruppen in den Untertests des Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Erwachsene Revision (HAWIE-R), in dem Modified Card Sorting Test (MCST) und im Token-Test (TT) dargestellt. Anschließend werden die Leistungen in den Wortflüssigkeitstests und den Ideenflüssigkeitstests beschrieben.

Über Zusammenhänge zwischen dem Alter, der Zeit seit der Läsion und den verschiedenen Testergebnissen wird zum Abschluß berichtet.

4.1. Die Ergebnisse im HAWIE-R, im MCST und im Token-Test

Die Ergebnisse in diesen Testverfahren sind in der Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Die Testleistungen der drei Versuchsteilnehmergruppen im Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Erwachsene Revision (HAWIE-R), in dem Modified Card Sorting Test (MCST) und im Token-Test.

| | Gruppe | | | | | |
|------------------------------------|---------|--------|---------------|--------|-----------|--------|
| | frontal | | nicht-frontal | | Kontrolle | |
| | M | SD | M | SD | M | SD |
| HAWIE-R | | | | | | |
| Allg. Wissen | 9,7 | (2,8) | 9,2 | (3,5) | 11,5 | (2,5) |
| Gemeinsamk. finden | 8,4 | (3,5) | 9,7 | (4,2) | 10,7 | (3,4) |
| Bilder ergänzen * ¹ | 9,7 | (3,4) | 9,5 | (3,0) | 12,7 | (2,8) |
| Mosaik-Test * ² | 8,0 | (2,8) | 6,6 | (3,3) | 10,4 | (2,3) |
| MCST | | | | | | |
| Gesamtfehler * ³ | 18,0 | (14,4) | 10,9 | (8,8) | 9,1 | (6,9) |
| richtige Zuordnungen* | 30,0 | (14,4) | 37,1 | (8,8) | 38,9 | (6,9) |
| Persev. Fehler | 2,0 | (3,0) | 0,6 | (0,9) | 0,9 | (1,4) |
| Nicht-persev. Fehler* ⁴ | 16,0 | (14,0) | 10,2 | (9,1) | 8,2 | (6,9) |
| Anzahl der Kategorien | 2,4 | (1,4) | 2,7 | (1,4) | 3,1 | (1,1) |
| Unklare Zuordnungen | 1,0 | (1,6) | 0,6 | (1,0) | 0,8 | (1,5) |
| Perseverationen in % | 11,9 | (13,0) | 9,6 | (12,8) | 13,0 | (18,2) |
| Token-Test | | | | | | |
| Fehler | 1,2 | (2,6) | 1,6 | (1,2) | - | - |

Anmerkung: M = Mittelwert
SD = Standardabweichung

Perseverationen in % bedeutet den prozentualen Anteil der Perseverationen an den Gesamtfehlern. Bei den hier dargestellten Werten des HAWIE-R handelt es sich um die altersspezifischen Wertpunkäquivalente.

1 FG und NFG unterscheiden sich signifikant von KG ($F(2,56)= 6,99, p= .002$)

2 FG und NFG unterscheiden sich signifikant von KG ($F(2,56)= 8,55, p= .001$)

3 FG unterscheidet sich signifikant von KG ($F(2,56)= 4,18, p= .02$)

4 FG unterscheidet sich signifikant von KG ($F(2,56)= 3,2, p= .048$)

In den ersten beiden Untertests des HAWIE-R (Allgemeines Wissen, Gemeinsamkeiten finden) unterscheidet sich die frontale Gruppe nicht signifikant von der nicht-frontalen Gruppe und der Kontrollgruppe. Lediglich geringfügige Unterschiede der altersspezifischen Wertpunkäquivalente sind hier zu verzeichnen. Beim „Allgemeinen Wissen“ ist in den

beiden Gruppen mit hirngeschädigten Patienten eine Tendenz zu schlechteren Leistungen gegenüber der Kontrollgruppe erkennbar. Bei den Untertests „Bilder ergänzen“ und dem „Mosaik-Test“ erreichten die unterschiedlichen Ergebnisse der Gruppen Signifikanz. So waren die Ergebnisse der beiden Gruppen mit hirngeschädigten Patienten beim „Bilder ergänzen“ gegenüber der Kontrollgruppe signifikant ($F(2,56)= 6,99, p= .002$). Auch beim „Mosaik-Test“ wurde das schlechtere Abschneiden der frontalen bzw. nicht-frontalen Gruppe gegenüber der Kontrollgruppe signifikant ($F(2,56)= 8,55, p= .001$). Im Gegensatz zu den beiden anderen Untertests des HAWIE-R, erfordern diese beiden Tests die Reaktion auf einen visuellen Stimulus. Das setzt eine korrekte Verarbeitung visueller Reize voraus. Möglicherweise waren Teile dieses komplexen Systems bei diesen Patienten in Mitleidenschaft gezogen worden und für dieses Resultat verantwortlich. Auffällig beim „Mosaik-Test“ war außerdem der relativ deutliche Unterschied zwischen der frontalen und der nicht-frontalen Gruppe. Letztere erzielte bei diesem Test einen durchschnittlichen Wert von 6,6 (SD 3,3) Punkten, während die frontale Gruppe mit durchschnittlich 8,0 (SD 2,8) Punkten einen besseren Wert erzielte.

Im MCST gibt es einige Mittelwertsunterschiede, die bei drei Meßvariablen signifikant wurden. Dies war u.a. bei der Gesamtfehlerzahl und bei den richtigen Zuordnungen der Fall. Allerdings bedingen sich diese Werte, da die Zuordnung der 48 Karten dieses Tests durch den Probanden mit jeweils einem Punkt bewertet werden, egal ob die Zuordnung korrekt oder falsch war. Die Summe der Gesamtfehlerzahl und der richtigen Zuordnungen ergibt immer 48, daß heißt, ist die Fehlerzahl sehr hoch, muß die Anzahl der richtigen Zuordnungen automatisch sehr gering sein. Bei der Gesamtfehlerzahl war die frontale Gruppe gegenüber der Kontrollgruppe signifikant beeinträchtigt ($F(2,56)= 4,18, p= .02$). Bei der Anzahl der richtigen Zuordnungen betrug die Signifikanz folglich den gleichen Wert. Da der überwiegende Teil der Fehler von der nicht-perseverativen Art waren, wurde auch dieses Ergebnis signifikant ($F(2,56)= 3,2, p= .048$). Tendenziell erkennbar wird auch die Neigung der frontalen Patienten zu perseverativem Verhalten. Mit 2,0 Fehlern dieser Art (SD 3,0) liegt der Wert mehr als doppelt so hoch, wie in den anderen beiden Gruppen. Bei dem prozentualen Anteil der perseverativen Fehler an der Gesamtfehlerzahl weist die Kontrollgruppe den höchsten Anteil auf. Dieses Ergebnis kann damit begründet werden, daß diese Patienten weniger Gesamtfehler gemacht und mehr Kategorien erzielt haben. Um nämlich überhaupt einen perseverativen Fehler begehen zu können, muß zunächst einmal eine Kategorie erkannt werden.

Da es sich bei dem Token-Test um ein Ausschlußkriterium für die Teilnahme an dieser Studie handelte, sind die durchschnittlichen Fehlerzahlen gering. Die Kontrollgruppe nahm an diesem Test nicht teil.

4.2. Die Testwerte in den Flüssigkeitstests

In der Tabelle 7 sind die Ergebnisse (Mittelwerte und Standardabweichung) in den einzelnen Flüssigkeitstests dargestellt.

Tabelle 7: Die Testleistungen der drei Versuchsteilnehmergruppen in dem Kaufhaus-Test, in den beiden Versionen des strukturellen Wort-flüssigkeitstests und in dem Ideenflüssigkeitstests.

| | Gruppe | | | | | |
|--------------------------------------|---------|---------|---------------|---------|-----------|---------|
| | frontal | | nicht-frontal | | Kontrolle | |
| | M | SD | M | SD | M | SD |
| Kaufhaus-Test | | | | | | |
| Wörter* ¹ | 15,2 | (7,1) | 20,5 | (6,6) | 22,5 | (6,4) |
| Perseverationen | 0,4 | (0,7) | 0,4 | (0,6) | 0,2 | (0,5) |
| Wortflüssigkeits- test I | | | | | | |
| Wörter | 29,4 | (18,6) | 36,4 | (17,2) | 39,7 | (9,4) |
| Perseverationen | 0,7 | (1,4) | 0,7 | (0,7) | 0,4 | (0,6) |
| Falsche Nennungen | 0,6 | (0,9) | 0,1 | (0,3) | 0,2 | (0,9) |
| Wortflüssigkeits- test II | | | | | | |
| Wörter* ² | 52,0 | (21,9) | 63,1 | (19,2) | 69,9 | (9,0) |
| Zeit (in Sek.)* ³ | 770,5 | (186,9) | 644,4 | (191,6) | 569,4 | (213,7) |
| Perseverationen | 1,7 | (2,7) | 1,9 | (2,9) | 2,0 | (2,2) |
| Falsche Nennungen | 1,4 | (1,9) | 0,9 | (2,4) | 0,7 | (1,3) |
| Ideenflüssigkeits- Test | | | | | | |
| Ideen* ⁴ | 5,4 | (2,3) | 6,0 | (2,4) | 7,8 | (2,3) |
| Perseverationen | 0,1 | (0,2) | 0,2 | (0,2) | 0,2 | (0,3) |

Anmerkung: M = Mittelwert

SD = Standardabweichung

1 FG unterscheidet sich signifikant von KG ($F(2,56)= 6,99, p= .002$)

2 FG unterscheidet sich signifikant von KG ($F(2,56)= 5,97, p= .005$)

3 FG unterscheidet sich signifikant von KG ($F(2,56)= 5,88, p= .005$)

4 FG unterscheidet sich signifikant von KG ($F(2,56)= 5,88, p= .005$)

Die Anzahl der falschen Nennungen bei dem Kaufhaus-Test wurde nicht extra aufgelistet, da diese nur sehr vereinzelt genannt wurden. Ebenso verhält es sich mit den bizarren Nennungen bei dem Ideenflüssigkeitstest.

Die Anzahl der genannten Gegenstände beim Kaufhaus-Test war in der frontalen Gruppe gegenüber der Kontrollgruppe signifikant vermindert ($F(2,56)= 6,99, p= .002$). Offensichtlich bereitete es den Patienten mit frontalen Hirnschädigungen mehr Probleme Gegenständen, die in einem Kaufhaus erworben werden können, zu nennen. Während der Untersuchung schien es, als ob die Patienten eine Vielzahl von Gegenständen vor dem „geistigen Auge“ haben, jedoch nicht in der Lage waren diese zu nennen. Diese wurden scheinbar erst nach ihrer Bedeutung geprüft. Dazu würde auch das häufige Nachfragen „Welche meinen Sie jetzt?“ passen. Die frontalen Patienten neigten häufiger dazu,

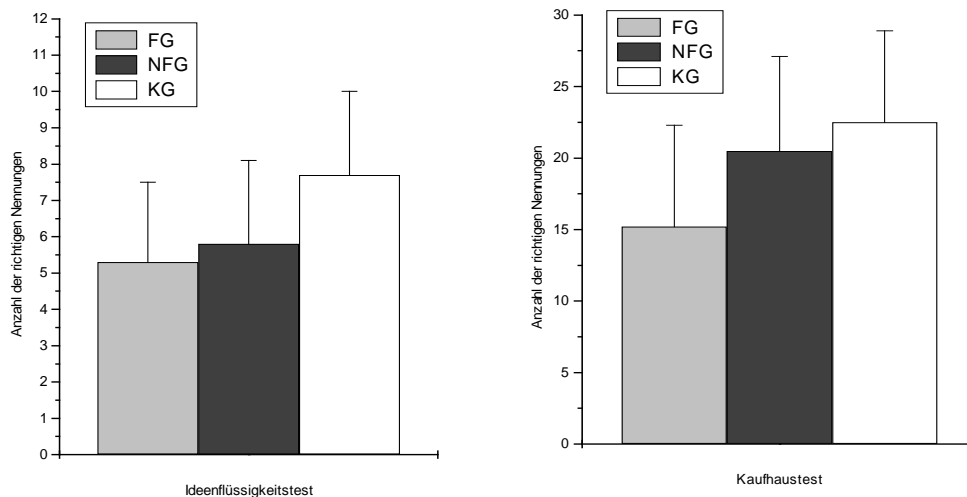
Oberbegriffe (z.B. Bekleidung) oder ganze Abteilungen (z.B. Kurzwaren) zu nennen. Dies ist allerdings ein rein subjektiver Eindruck, der für die Deutung der Ergebnisse nicht relevant ist. In der ersten Version des Wortflüssigkeitstests ist ein Trend hinsichtlich einer geringeren Produktion von Wörtern in der frontalen Gruppe im Vergleich zu der Kontrollgruppe erkennbar. Dieser Trend wurde jedoch nicht signifikant ($F(2,56)= 2,57, p= .09$)

Bei der zweiten Version des Wortflüssigkeitstests hingegen wurde die verminderte Produktion von Wörtern der frontalen Patienten verglichen mit den Patienten der Kontrollgruppe signifikant ($F(2,56)= 5,97, p= .005$). Ein ebenfalls signifikanter Effekt zwischen diesen Gruppen wurde bezüglich der benötigten Zeit für die Wortproduktion deutlich ($F(2,56)= 5,88, p= .005$).

Die nicht-frontale Gruppe produzierte in dieser Aufgabe deutlich mehr Wörter in kürzerer Zeit als die frontale Gruppe, jedoch waren diese Ergebnisse schlechter als die der Kontrollgruppe.

Bei der Ideenflüssigkeitsaufgabe wurde die Anzahl der angebotenen Lösungsvorschläge für die Alltagsproblemsituationen in der frontalen und der nicht-frontalen Gruppe gegenüber der Kontrollgruppe signifikant ($F(2,56)= 5,88, p= .005$). Die hirngeschädigten Versuchspersonen erbrachten deutlich weniger Lösungsvorschläge als die Personen der Kontrollgruppe.

Perseverationen in den drei Flüssigkeitsaufgaben kamen nur selten vor. Unterschiede in der Auftretenshäufigkeit in den drei Gruppen gab es nicht. Zur Verdeutlichung der Ergebnisse sind in der Abbildung 3 die Ergebnisse in den Flüssigkeitstests nocheinmal graphisch dargestellt.



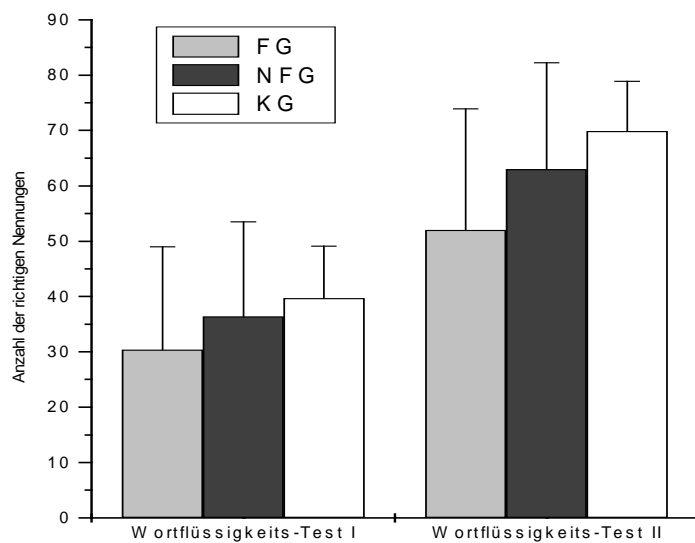


Abbildung 3: Die Testleistungen der drei Versuchsteilnehmergruppen in dem Kaufaus-Test, in den beiden Versionen

des strukturellen Wortflüssigkeitstests und in dem Ideenflüssigkeitstests.

Anmerkung: FG= frontale Gruppe
 NFG= nicht-frontale Gruppe
 KG= Kontrollgruppe

4.3 Vergleich der beiden strukturellen Wortflüssigkeitstests

Für den Vergleich der beiden strukturellen Wortflüssigkeitstests wurde die Anzahl der pro Sekunde produzierten Wörter in den beiden Versionen berechnet. Dazu wurde die Anzahl der Wörter durch die benötigte Zeit dividiert. Bei der ersten Version des Tests war die Zeit auf drei Minuten festgelegt, so daß sich ein konstanter Divisor von 180 ergab. Bei der zweiten Version konnte der Divisor maximal 900 betragen, da nach Ablauf von maximal jeweils fünf Minuten pro Buchstabe abgebrochen wurde. Bei der zweiten Version wurde zusätzlich die benötigte Zeit für die Produktion eines Wortes berechnet. Hierfür wurde die benötigte Zeit durch die Anzahl der Wörter dividiert. Beim letzten dieser drei Quotienten konnte ein signifikanter Unterschied zwischen der frontalen Gruppe und der Kontrollgruppe gefunden werden ($F(2,56)= 4,1, p= .022$).

Tabelle 8: Die Anzahl der pro Sekunde produzierten Wörter in den beiden Versionen des strukturellen Wortflüssigkeitstests und die durchschnittliche Zeit pro produziertem Wort in dem Wortflüssigkeitstest II bei den drei Versuchsteilnehmergruppen.

| | Gruppe | | |
|--|---------|---------------|-----------|
| | frontal | Nicht-frontal | Kontrolle |
| Wortflüssigkeits- test I | | | |
| Anzahl der pro Sekunde produzierten Wörter: | | | |
| M | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| SD | (0,1) | (0,1) | (0,1) |
| Wortflüssigkeits- test II | | | |
| Anzahl der pro Sekunde produzierten Wörter: | | | |
| M | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| SD | (0,1) | (0,1) | (0,1) |
| Benötigte Zeit pro produziertem Wort (in Sek.)* ¹ : | | | |
| M | 23,4 | 13,7 | 8,7 |
| SD | (25,4) | (13,5) | (4,7) |

Anmerkung: M = Mittelwert

SD = Standardabweichung

1 FG unterscheidet sich signifikant von KG ($F(2,56)= 4,1, p= .022$)

4.4 Die Korrelationen zwischen dem Alter, der Zeit seit der Läsion und den einzelnen Testwerten

Inwieweit das Alter der Versuchsteilnehmer oder die Zeit seit der Läsion mit den verschiedenen Werten in den Flüssigkeitstests kovariiert, ist in der Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Die Korrelation der Flüssigkeitstests mit dem Alter und der Zeit seit der Läsion.

| | Alter | Zeit seit der Läsion |
|--------------------------------|--------|----------------------|
| Kaufhaus-Test | | |
| Anzahl der Wörter | - ,03 | ,13 |
| Wortflüssigkeitstest I | | |
| Anzahl der Wörter | - ,17 | ,33* |
| Wortflüssigkeitstest II | | |
| Anzahl der Wörter | - ,25 | ,22 |
| Zeit | ,13 | - ,36* |
| Ideenflüssigkeitstest | | |
| Anzahl der Ideen | - ,31* | ,17 |

Anmerkung: * $p < 0.05$

Die Korrelationen zwischen dem Alter und den Flüssigkeitstests sind im allgemeinen nicht sehr hoch. Lediglich beim Ideenflüssigkeitstest wurde der negative Zusammenhang zwischen der Anzahl der Ideen und dem Alter signifikant ($r = -,31$). Auch die Zusammenhänge zwischen der Zeit seit der Läsion und den Flüssigkeitstests wurde bis auf zwei Fälle nicht signifikant. Dies war bei der Anzahl der produzierten Wörter im Wortflüssigkeitstest I der Fall ($r = ,33$) und bei der benötigten Zeit im Wortflüssigkeitstest II ($r = -,36$). In den folgenden Abschnitten werden die Zusammenhänge der einzelnen Testverfahren untereinander beschrieben. In der Tabelle 10 sind die Korrelationen der Flüssigkeitstests mit den Untertests des HAWIE-R dargestellt.

Tabelle 10: Die Korrelationen der Flüssigkeitstests mit den Untertests „Allgemeines Wissen“, „Gemeinsamkeiten finden“, „Bilder ergänzen“ und „Mosaik-Test“ des HAWIE-R.

| | Allgemeines | Gemeinsam- | Bilder | Mosaik- |
|--|-------------|------------|--------|---------|
|--|-------------|------------|--------|---------|

| | Wissen | keiten finden | ergänzen | Test |
|--------------------------------|--------|---------------|----------|-------|
| Kaufhaus-Test | | | | |
| Anzahl der Wörter | .17 | .33* | .30* | .17 |
| Wortflüssigkeitstest I | | | | |
| Anzahl der Wörter | .37* | .53* | .45* | .37* |
| Wortflüssigkeitstest II | | | | |
| Anzahl der Wörter | .32* | .54* | .46* | .37* |
| benötigte Zeit | -.45* | -.64* | -.50* | -.37* |
| Wort/Zeit | .40* | .53* | .44* | .28* |
| Zeit/Wort | -.22 | -.45* | -.27* | -.28* |
| Ideenflüssigkeitstest | | | | |
| Anzahl der Ideen | .32* | .33* | .56* | .38* |

Anmerkung: Wort/Zeit: Anzahl der pro Sekunde produzierten Wörter Zeit/Wort:
Benötigte Zeit pro produziertem Wort
* $p < 0.05$

Aus der Tabelle 10 geht hervor, daß annähernd alle Werte der Flüssigkeitstests mit denen der Untertests aus dem HAWIE-R korrelieren. Ausnahme stellen lediglich die Anzahl der genannten Wörter beim Kaufhaus-Test mit dem „Allgemeinen Wissen“ und dem „Mosaik-Test“ dar. Außerdem besteht zwischen der Zeit pro produziertem Wort beim Wortflüssigkeitstest II und dem „Allgemeinen Wissen“ kein signifikanter Zusammenhang. Auffällig ist, daß alle Flüssigkeitstests mit dem „Gemeinsamkeiten finden“ und „Bilder ergänzen“ korrelieren. Besonders deutlich wird die Korrelation zwischen den beiden strukturellen Wortflüssigkeitstests und dem „Gemeinsamkeiten finden“ ($r = .53$ und $r = .54$), bzw. dem Ideenflüssigkeitstest und dem „Bilder ergänzen“ ($r = .56$). Am stärksten korreliert die benötigte Zeit beim Wortflüssigkeitstest II mit dem „Gemeinsamkeiten finden“ ($r = -.64$). Auch zwischen der benötigten Zeit und dem „Bilder ergänzen“ besteht ein größerer negativer Zusammenhang ($r = -.50$). Die Anzahl der pro Sekunde produzierten Wörter korreliert ebenfalls deutlich mit dem „Gemeinsamkeiten finden“ ($r = .53$).

Der größte Zusammenhang zwischen den Flüssigkeitstests und dem Untertest „Allgemeines Wissen“ wird bei der benötigten Zeit für die zweite Version des strukturellen Wortflüssigkeitstest deutlich ($r = -.45$). Alle anderen Werte in dieser Kategorie lagen darunter.

Der „Mosaik-Test“ korrelierte am höchsten mit dem Ideenflüssigkeitstest ($r = .38$), aber auch fast genauso deutlich mit den beiden Versionen des strukturellen Wortflüssigkeitstests ($r = .37$).

Der Kaufhaus-Test ist der einzige Test, der nicht mit allen vier Untertests des HAWIE-R signifikant korreliert.

Die Korrelation der fehlerhaften Zuordnungen sowie der perseverativen Fehler im MCST mit dem Alter, der Zeit seit der Läsion und den Flüssigkeitstests sind in der Tabelle 11 ersichtlich.

Tabelle 11: Die Korrelation der Zahl der Gesamtfehler und der Zahl der perseverativen Fehler im MCST mit dem Alter, der Zeit seit Läsion und den Flüssigkeitstests.

| | Gesamtfehler | Perseverative Fehler |
|--------------------------------|--------------|----------------------|
| Alter | .30* | .18 |
| Zeit seit Läsion | -.22 | -.16 |
| Kaufhaus-Test | | |
| Anzahl der Wörter | -.41* | -.18 |
| Wortflüssigkeitstest I | | |
| Anzahl der Wörter | -.48* | -.25 |
| Anteil falscher Nennungen | .23 | .55* |
| Wortflüssigkeitstest II | | |
| Anzahl der Wörter | -.50* | -.31* |
| benötigte Zeit | .47* | .17 |

| | | |
|------------------------------|-------|------|
| Wort/Zeit | -.39* | -.14 |
| Zeit/Wort | .34* | .21 |
| Anteil falscher Nennungen | .25 | .10 |
| Ideenflüssigkeitstest | | |
| Anzahl der Ideen | -.44* | -.03 |

Anmerkung: Anteil falscher Nennungen: prozentualer Anteil der falschen Nennungen an den Gesamtnennungen
Wort/Zeit: Anzahl der pro Sekunde produzierten Wörter
Zeit/Wort: Benötigte Zeit pro produziertem Wort
* $p < 0.05$

Die Zahl der Gesamtfehler im MCST korreliert signifikant mit dem Alter ($r = .30$). Zwischen der Zeit seit der Läsion und den Gesamtfehlern bzw. den perseverativen Fehlern gibt es keine signifikanten Zusammenhänge.

Alle Flüssigkeitstests korrelieren negativ mit den Gesamtfehlern des MCSTs. Am höchsten ist dieser Wert bei den strukturellen Wortflüssigkeitstests ($r = -.48$ und $r = -.50$). Für den Kaufhaus-Test beläuft sich dieser Wert auf $r = -.41$ und für den Ideenflüssigkeitstest auf $r = .44$. Bei der zweiten Version des Wortflüssigkeitstest gibt es außerdem signifikante Zusammenhänge zwischen der benötigten Zeit ($r = .47$), der Anzahl der pro Sekunde produzierten Wörter ($r = -.39$) bzw. der benötigten Zeit pro produziertem Wort ($r = .34$) und den Gesamtfehlern.

Bei den perseverativen Fehlern wurde lediglich die Korrelation mit der Anzahl der genannten Wörter im Wortflüssigkeitstest II ($r = -.31$) und dem Anteil der falschen Nennungen in der ersten Version dieses Tests signifikant. Mit $r = .55$ war dies gleichzeitig auch der höchste Wert.

Die Interkorrelationsmatrix der Flüssigkeitstests findet sich in der Tabelle 12.

Tabelle 12: Interkorrelationsmatrix der Flüssigkeitstests.

| | Wortflüssigkeitstest I | | Wortflüssigkeitstest II | | | | | Ideenfl.-Test Ideen |
|--------------------|------------------------|---------------|-------------------------|-------|-----------|-----------|---------------|------------------------|
| | Wort | falsche Nenn. | Wort | Zeit | Zeit/Wort | Wort/Zeit | falsche Nenn. | |
| Kaufh.-Test | | | | | | | | |
| Wort | .50* | -.07 | .59* | -.56* | -.53* | .50* | .07 | .56* |
| WFT I | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---------------|--|-----|------|-------|-------|-------|------|-------|
| Wort | | .01 | .71* | -.80* | -.61* | .86* | -.23 | .57* |
| falsche Nenn. | | | -.06 | -.06 | .00 | .12 | .26* | -.07 |
| WFT II | | | | | | | | |
| Wort | | | | -.69* | -.86* | .62* | -.21 | .48* |
| Zeit | | | | | .55* | -.91* | .15 | -.57* |
| Zeit/ Wort | | | | | | -.53* | .26 | -.34* |
| Wort/ Zeit | | | | | | | -.18 | .53* |
| falsche Nenn. | | | | | | | | -.05 |

Anmerkung : Wort: Anzahl der genannten Wörter

Ideen: Anzahl der genannten Ideen

falsche Nenn. : prozentualer Anteil der falschen Nennungen an den Gesamtnennungen

WFT: Wortflüssigkeitstest

Wort/Zeit: Anzahl der pro Sekunde produzierten Wörter

Zeit/Wort: Benötigte Zeit pro produziertem Wort

* $p < 0.05$

Insgesamt zeigen sich bei den Flüssigkeitstests, was die Anzahl der Nennungen betrifft, eindeutige signifikante Zusammenhänge.

Es besteht ein deutlicher Zusammenhang zwischen den beiden Versionen des strukturellen Wortflüssigkeitstests. Die Anzahl der genannten Wörter in der ersten Version korreliert hoch mit der Anzahl der Wörter in der zweiten Version ($r = .71$). Noch augenscheinlicher ist jedoch der negative Zusammenhang zwischen der Anzahl der Wörter in der ersten Version und der benötigten Zeit in der zweiten Version dieses Tests ($r = -.80$). Außerdem auffällig ist die Korrelation zwischen der Anzahl der Wörter in der ersten Version und der Anzahl der pro Sekunde produzierten Wörter im Wortflüssigkeitstest II. Mit $r = .86$ wurde auch diese Korrelation signifikant.

Eine höhere Anzahl von Ideen in dem Ideenflüssigkeitstest geht mit einer höheren Anzahl von Wörtern im Kaufhaus-Test ($r = .56$), im Wortflüssigkeitstest I ($r = .57$) und im

Wortflüssigkeitstest II ($r = .48$) einher. Auch die in der zweiten Version benötigte Zeit scheint dann kürzer zu sein ($r = -.57$).

Außerdem bestehen signifikante Korrelationen zwischen dem Kaufhaustest und der Anzahl der Wörter in beiden Versionen der strukturellen Wortflüssigkeitstests ($r = .50$ und $r = .59$), sowie ein negativer Zusammenhang der benötigten Zeit in der zweiten Version ($r = -.56$).

Der prozentuale Anteil falscher Nennungen beim Wortflüssigkeitstest I korreliert signifikant mit dem entsprechenden Wert im Wortflüssigkeitstest II ($r = .26$).

Die höheren Korrelationen innerhalb der Flüssigkeitstests ergeben sich dadurch, daß sie voneinander abgeleitet werden („part-whole“- Korrelationen).

5. Diskussion

Ziel dieser Studie war es u.a. die Frage zu klären, ob sich Patienten mit frontalen Hirnschädigungen von Patienten mit nicht-frontalen Schädigungen bezüglich der Ideenproduktion von Lösungsmöglichkeiten bei alltagsnahen Problemsituationen unterscheiden.

Den Ergebnissen dieser Studie nach, scheint dies nicht der Fall zu sein. Zwar wird ein signifikanter Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und der frontalen Gruppe deutlich, jedoch ist ein solcher Bezug zwischen der frontalen Gruppe und der nicht-frontalen Gruppe nicht herstellbar. Zwischen diesen Gruppen sind lediglich leichte, nicht-signifikante Mittelwertsunterschiede erkennbar. Demzufolge kann man sagen, daß Hirnschädigungen im allgemeinen zu einer Reduktion von Ideen führen, ohne daß dieses Phänomen genauer auf einen spezifischen Läsionsort lokalisiert werden könnte. Damit ist das Ergebnis vergleichbar

mit denen von Butler et al. (1993). Bei deren Ideenflüssigkeitstests konnte ebenfalls nur zwischen der frontalen Gruppe und der Kontrollgruppe signifikant unterschieden werden.

Ähnlich verhält es sich mit den Ergebnissen von Newcombe (1969), bei denen ebenfalls kein Unterschied zwischen der frontalen und nicht-frontalen Gruppe bezüglich der „fluency“ festgestellt werden konnte. Miller (1984) bot, wie in Kapitel 2.9.2 beschrieben, einige Erklärungsansätze für dieses Resultat an.

Kritisch zu betrachten in dieser Studie ist sicherlich, daß die Stichprobe heterogen war. Diese Heterogenität bestand sowohl innerhalb als auch zwischen den Gruppen und war u.a. Grund für eine große Streuung der Werte bei den Aufgaben. Aufgrund dessen wurde viele vorhandene Mittelwertsunterschiede nicht signifikant. Innerhalb der beiden Gruppen mit hirngeschädigten Patienten konnte eine hohe Variabilität der Leistungen beobachtet werden. Zwischen den Gruppen lag die Heterogenität in der Art der Erkrankung der Patienten begründet. So bestand zwischen den Gruppen mit Hirnschädigungen bezüglich der Ätiologie ein Unterschied in dem Anteil der Tumoren, der Schädel-Hirn-Traumata und der cerebrovaskulären Erkrankungen. Letztere hatten bei der nicht-frontalen Gruppe einen größeren Anteil (53%) gegenüber den Tumoren (47%). In der frontalen Gruppe lag der Anteil der Gefäßerkrankungen hingegen nur bei 5%, während die Tumoren mit 71% am häufigsten vertreten waren. Etwa ein Viertel der Patienten in dieser Gruppe erlitten ein Schädel-Hirn-Trauma; in der nicht-frontalen Gruppe hingegen keiner.

Auch der Zeitraum zwischen der Operation der Läsion bzw. der Manifestation der Diagnose und der Teilnahme an dieser Untersuchung wich zwischen den einzelnen Versuchsgruppen erheblich ab. Der Unterschied bezüglich der Zeit seit der Läsion wurde allerdings nicht signifikant. In zwei Fällen jedoch korrelierte die Zeit mit den Ergebnissen in den Tests. Dies war zum einen beim Wortflüssigkeitstest I der Fall und bei der benötigten Zeit für die Bearbeitung der zweiten Version dieses Tests. Das bedeutet, daß wenn ein längerer Zeitraum zwischen der Behandlung der Läsion und der Teilnahme an der Studie liegt, zumindest bei den strukturellen Wortflüssigkeitstests bessere Ergebnisse zu erwarten sind. Möglicherweise haben von der Läsion unbeeinträchtigte Areale des Hirns bestimmte Funktionen übernommen, so daß die Defizite teilweise kompensiert werden konnten. Ob allerdings die unterschiedlichen Ergebnisse zwischen der frontalen Gruppe und der nicht-frontalen Gruppe allein auf diesen Faktor zurückzuführen ist, bleibt fraglich. Im Ideenflüssigkeitstest und insbesondere im Kaufhaus-Test und im Modified Card Sorting Test (MCST) sind zum Teil

erhebliche Mittelwertsunterschiede zwischen diesen Gruppen erkennbar, ohne daß es Korrelationen zur verstrichenen Zeit seit der Läsion geben würde. Dies spricht meiner Meinung nach deutlich für eine Mitbeteiligung einer Reihe anderer Faktoren.

Weitere Faktoren könnten die Größe und die hemisphärische Lokalisation der Läsion sein, die in dieser Studie nicht berücksichtigt werden konnte, da sonst die Stichproben zu klein geworden wären. Die Verteilung zwischen den links-hemisphärischen Läsionen und den rechts-hemisphärischen war mit acht gegenüber 22 sehr ungleich. Sechs Patienten wiesen eine bilaterale Läsion auf.

Auch wenn in Hinsicht auf die Ideenflüssigkeit bei dieser Studie kein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen den beiden hirngeschädigten Gruppen deutlich wurde, bleibt die Frage, ob es bei frontalen Patienten im Gegensatz zu den nicht-frontalen einen generellen Mangel an Ideen gibt, weiterhin schwierig zu beurteilen. Die Studie von Eslinger und Grattan (1993) kommt zu gegenteiligen Ergebnissen. Bei dieser Untersuchung mit den Flüssigkeitstests von Guilford konnte zwischen der frontalen und der nicht-frontalen Gruppe signifikant unterschieden werden. Die gleiche Unterscheidung konnten die Autoren bei der Untersuchung mit dem Card Sorting Test vornehmen. Damit geht das Ergebnis mit dem von Milner (1964) einher. In ihrer Studie zeigte sich, daß Patienten mit dorsolateral-frontalen Läsionen gegenüber den anderen Versuchspersonen signifikant mehr Fehler und weniger Kategorien im MCST erzielten. Mit durchschnittlich doppelt so vielen Fehlern der frontalen Gruppe gegenüber der Kontrollgruppe wurde das Ergebnis dieser Studie signifikant. Verglichen mit den Leistungen der nicht-frontalen Gruppe sind zwar deutliche Mittelwertsunterschiede zu verzeichnen, dennoch reichten diese nicht für statistische Signifikanz aus. Bei der Anzahl der erreichten Kategorien gab es im Gegensatz zu der Untersuchung von Milner hier vergleichsweise diskrete Diskrepanzen.

Während Milner die Fehler der frontalen Gruppe hauptsächlich der perseverativen Kategorie zuordnen konnte, war der Wert in dieser Studie mit etwa 10% an den Gesamtfehlern eher gering. Im Einzelfall konnten Phänomene, wie von Milner beschrieben, ebenfalls beobachtet werden. So blieb zum Beispiel eine Patientin beim MCST in einem zuvor erkannten Sortierungsprinzip hängen, obwohl sie das Problem verbalisieren konnte. Trotzdem beeinflusste das Erkennen der Lösung ihr weiteres Handeln nicht. Insgesamt konnte jedoch trotz allem kein bedeutsamer Unterschied der frontalen Patienten zu den anderen hirngeschädigten Patienten festgestellt werden. Ein perseveratives Verhalten konnte auch bei

den vier Flüssigkeitstests nicht beobachtet werden. Das aktive Unterdrücken von gewohnten Reaktionen sowie ein flexibles Handeln auf neue Situationen und Anforderungen, stellte sich für die Versuchsteilnehmer offenbar als ein nicht so bedeutsames Problem heraus. Damit stehen die Ergebnisse dieser Studie im klaren Widerspruch zu denen von Jones-Gotman und Milner (1977) und Jason (1985). Bei ihrer Design-Fluency bzw. Gesture-Fluency gab es letztlich keinen Unterschied zwischen der frontalen Gruppe und den posterioren Gruppen bezüglich der Anzahl der Antworten insgesamt, sondern nur in der Anzahl der akzeptablen Antworten. Die frontalen Patienten zeichneten sich dabei besonders durch den Hang zu perseverativem Verhalten aus. Aus diesem Grunde wurde in dieser Untersuchung bei der Auswertung mit einer angeglichenen Zahl gerechnet. Das bedeutet, daß die Perseverationen und bizarren Lösungsvorschläge subtrahiert wurden, um einen vergleichbaren Wert zu erhalten.

Auch die von Shallice und Evans (1978) beschriebene Tendenz frontaler Patienten zu bizarren Antworten, konnte nicht bestätigt werden. Bizarre Antworten wurden nur vereinzelt genannt und schienen in der Situation auch eher als Spaß, denn als Ernst gemeint. Meiner Meinung nach, liegt der Unterschied dieser Ergebnisse darin begründet, daß der Test von Shallice und Evans durch abstrakte und ungewöhnliche Fragen charakterisiert ist („Wieviele Kamele gibt es in Holland?“), während es sich beim Ideenflüssigkeitstest um alltägliche Problemsituationen handelt.

Bei den Wortflüssigkeitstests gab es ebenfalls Abweichungen in den Ergebnissen von denen anderer Studien. Milner (1964), Pendleton et al. (1982) und Perret (1974) kommen übereinstimmend zu dem Schluß, daß die frontallhirngeschädigten Personen, insbesondere die links-frontalen, erhebliche Beeinträchtigungen beim Thurstone Word Fluency Test (TWFT) zeigen. Zu dem gleichen Ergebnis kommen auch Benton (1968), Ramier und Hècaen (1970), Miceli et al. (1981) und Miller (1984) mit dem Controlled Oral Word Association Test (COWAT), der den hier verwandten Wortflüssigkeitstests aufgrund der Testbedingungen noch etwas näher kommt.

In der ersten Version des Wortflüssigkeitstests, der wie der TWFT und der COWAT unter einer zeitlichen Limitation durchgeführt wurde, sind lediglich Mittelwerts-unterschiede zwischen der frontalen Gruppe und den anderen beiden Gruppen zu verzeichnen. Erst in der zweiten Version (insgesamt 75 Wörter sollten genannt werden) wird ein signifikanter Gruppenunterschied deutlich. Die frontalen Versuchspersonen nannten erheblich weniger

Wörter, als die der Kontrollgruppe und benötigen dafür deutlich mehr Zeit. Auch hier ist ein tendenzieller Unterschied zwischen frontal und nicht-frontal, aufgrund von Mittelwertabweichungen zu erkennen. Es kann angenommen werden, daß die Reduktion in der Wortflüssigkeit nicht nur auf einen Zeitdruck zurückzuführen ist, sondern daß frontale Patienten tatsächlich Schwierigkeiten haben, eine größere Anzahl von Wörtern zu generieren. Im Durchschnitt erreichten sie nur 52 von den insgesamt 75 geforderten Wörtern. Deutlicher zeigt sich die Beeinträchtigung der frontalen Patienten bei der Betrachtung der durchschnittlich benötigten Zeit zu Generierung eines Wortes. Diese benötigten mit 23,4 Sekunden im Mittel signifikant länger als die Kontrollgruppe (8,7 sek.). Diese deutliche Verlangsamung in den Reaktionen könnte sich möglicherweise in der Beschreibung des „pseudodepressiven“ Typs von Blumer und Benson (1975) widerspiegeln.

Vergleicht man die beiden Versionen des strukturellen Wortflüssigkeitstest untereinander, so fällt auf, daß bei der pro Sekunde produzierten Zahl von Wörtern der Wert für die erste Version doppelt so hoch lag, wie der für die zweite. Auf dieser Grundlage argumentiert, scheint die Vorgabe insgesamt 75 Wörter zu nennen, für die Versuchspersonen schwieriger zu sein, als die Aufgabe unter Zeitdruck. Trotzdem kommen die Patienten der nicht-frontalen Gruppe, fast genauso wie die Kontrollgruppe dem Ziel der 75 Wörter näher, als die frontale Gruppe. Dadurch daß die Diskrepanz zwischen den Leistungen der frontalen Gruppe und den anderen beiden Gruppen in der zweiten Version dieses Tests größer ist, wäre es überlegenswert, ob dieser veränderte Durchführungsmodus für diagnostische Zwecke nicht nützlicher ist. Außerdem stellt sich die Frage, ob bei einem semantischen Wortflüssigkeitstest, wie dem Kaufhaus-Test, unter der Bedingung eine bestimmte Anzahl von Begriffen zu generieren, ein ähnlicher Effekt zu verzeichnen ist.

Beim Kaufhaus-Test wurde ein signifikanter Unterschied zwischen der frontalen Gruppe und der Kontrollgruppe ermittelt. Damit differenzierte die semantische Wortflüssigkeitsaufgabe besser zwischen den jeweiligen Gruppen, als der Wortflüssigkeitstest I, dem man eigentlich diese Eigenschaft zuschreibt. Um so erstaunlicher wird das Ergebnis vor dem Hintergrund der Aussagen von Jason (1985). Der Autor geht davon aus, daß die semantischen Wortflüssigkeitstests den frontallhirngeschädigten Patienten die Möglichkeit der semantischen Assoziation bieten (siehe Kap. 2.9.3). Dadurch könnten defizitäre Leistungen kompensiert werden. Die Leistungen dieser Patienten scheinen unbeeinträchtigt- die Validität des Tests wäre folglich gering. In dieser Studie scheint es jedoch genau das Gegenteil zu sein. Der

klassische Test für die Erkennung frontaler Patienten, der strukturelle Test unter herkömmlichen Bedingungen, bleibt „stumm“, während sich der semantische Test als valide erweist. Damit zeigen sich vergleichbare Resultate wie in dem Test von Newcombe (1969), der von Jason ebenfalls als semantisch eingestuft wurde. Auch in dieser Studie konnte zwischen der frontalen und der nicht-frontalen Gruppe eindeutig unterschieden werden.

Insgesamt lagen die Leistungen der nicht-frontalen Gruppe in den Flüssigkeitstests immer über denen der frontalen Gruppe. Außer bei der Ideenflüssigkeitsaufgabe wurden die Mittelwertsunterschiede deutlich erkennbar. Die Ergebnisse lagen aber trotzdem immer unter denen der Kontrollgruppe, häufig jedoch nur gering. Aus diesem Grunde wurden die Unterschiede zwischen der nicht-frontalen Gruppe und der Kontrollgruppe nicht signifikant. Die Aussage von Lezak (1983), daß Wortflüssigkeitstests als empfindlicher Indikator für das allgemeine Vorliegen einer Hirnschädigung anzusehen sind, ist demnach fraglich. Trotzdem entspricht das Ergebnis der nicht-frontalen Gruppe den Erwartungen von Guilford (1961) und Zangwill (1966) (siehe Kap. 2.5.2). Die Einteilung in konvergentes und divergentes Denken und die Zuordnung der jeweils am stärksten beeinträchtigten Gruppe stimmt bezüglich des divergenten Denkens überein. Tatsächlich ist die frontale Gruppe bei den Flüssigkeitstests, als Anforderung an das divergente Denken, beeinträchtigt. Läsionen im posterioren Cortex scheinen bei diesem Denktyp keine Rolle zu spielen. Dementsprechend unauffällig stellen sich die Ergebnisse der nicht-frontalen Gruppe bei den Flüssigkeitsaufgaben dar.

Ähnlich sieht es auch bei dem HAWIE-R aus, der als klassischer Intelligenztest das konvergente Denken erfaßt. Wie prognostiziert, zeigt die Gruppe der Läsionen im nicht-frontalen Bereich hier eine deutliche Beeinträchtigung. In zwei Untertests („Bilder ergänzen“ und „Mosaik-Test“) wird das Ergebnis gegenüber der Kontrollgruppe signifikant. In den anderen beiden Tests sind zwischen diesen Gruppen leichte Mittelwertsunterschiede erkennbar. Nach den Vorstellungen von Guilford (1961) und Zangwill (1966) müßte die frontale Gruppe bei diesem Denktyp unauffällig sein. Bei drei Untertests erbrachte diese Gruppe gegenüber der nicht-frontalen Gruppe zwar bessere Ergebnisse, jedoch waren diese Unterschiede nur sehr gering. Auch hier wurden die Defizite beim Bilder ergänzen und Mosaik-Test gegenüber der Kontrollgruppe signifikant. Dies widerspricht der Aussage von Milner (1964), daß frontale Patienten in den gängigen Intelligenztests unbeeinträchtigt sind.

Außer beim Ideenflüssigkeitstest gab es keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den Flüssigkeitstests und dem Alter. Das heißt, daß das Alter im allgemeinen keinen Einfluß auf

das Testergebnis dieser Studie hatte. Ähnlich verhält es sich mit der verstrichenen Zeit seit der Läsion. Beim Kaufhaus- und Ideenflüssigkeitstest war dieser Faktor von geringer Bedeutung. Bei den beiden strukturellen Wortflüssigkeitstests hingegen wurde jeweils ein signifikanter Unterschied deutlich. Das deutet darauf hin, daß an der Läsion unbeteiligte Gebiete des Hirns nach einer längeren Zeit imstande sind, verschiedene Leistungen zu übernehmen bzw. zu kompensieren. Aus diesem Grunde wäre es sinnvoll, bei alten Läsionen eher auf die dagegen resistenten Flüssigkeitstests zurückzugreifen, bzw. die strukturellen Wortflüssigkeitstests nur unmittelbar nach einer vorliegenden Hirnschädigung zu verwenden.

Alle Flüssigkeitstests dieser Studie korrelierten mit den Untertests „Bilder ergänzen“ und „Gemeinsamkeiten finden“ des HAWIE-R. Die beiden Versionen des strukturellen Wortflüssigkeitstests zeigten deutliche Zusammenhänge zu allen Untertests, insbesondere jedoch zu dem „Gemeinsamkeiten finden“. Das für diesen Test vermutlich notwendige Erkennen logischer Strukturen und das sprachliche Abstraktionsvermögen scheint auch Voraussetzung für ein erfolgreiches Abschneiden bei den strukturellen Wortflüssigkeitstests zu sein.

Der Ideenflüssigkeitstest hingegen stand in einem engeren Zusammenhang mit dem „Bilder ergänzen“. Die Anforderung in dieser Aufgabe liegt wahrscheinlich darin, das angebotene Bild mit dem aus Erfahrungen zusammengesetzten Bild im Geiste zu vergleichen. Diese Fähigkeit des Vergegenwärtigens eines bestimmten Bildes erleichtert eventuell auch die Vorstellung einer bestimmten Situation. Außerdem scheint die Erfahrung an sich ein gutes Abschneiden bei dieser Aufgabe zu begünstigen. Die Versuchspersonen, die sich schon einmal in einer der dargestellten Situationen befunden hatten, erzielten dabei besonders hohe Werte.

Bei den Korrelationen zwischen den Flüssigkeitstests und dem MCST zeigte sich wiederum ein besonders deutlicher Zusammenhang mit den strukturellen Wortflüssigkeitstests. Diese erfassen offenbar verstärkt das Abstraktionsvermögen der Versuchspersonen. Vergleicht man die beiden Versionen dieses Tests untereinander, so zeigen sich ebenfalls sehr hohe Korrelationen. Bei beiden Versionen werden also sehr ähnliche Anforderungen an den Probanden gestellt und erfaßt.

Der Kaufhaus-Test als semantische Aufgabe korreliert mit dem Ideenflüssigkeitstests gleichermaßen, wie auch mit dem strukturellen Wortflüssigkeitstest. Diese Tatsache spricht eher für die Vermutung von Lezak (1983), die die semantischen Wortflüssigkeitstests nicht als grundsätzlich verschieden von den strukturellen ansieht, als für die Thesen von Jason (1985)

oder Perret (1974). In Anbetracht der Korrelationen des Kaufhaus-Tests mit dem „Gemeinsamkeiten finden“ und dem MCST lassen sich Lezaks Aussagen weiter bestätigen. Für ein gutes Abschneiden in den beiden letztgenannten Tests ist ein gutes Abstraktionsvermögen unverzichtbar. Folglich beschränkt sich entgegen der Meinung von Jason (1985) und Perret (1974) die Notwendigkeit eines guten Abstraktionsvermögens nicht nur auf die strukturellen Wortflüssigkeitstests, sondern auch auf die semantischen.

Auch der Ideenflüssigkeitstest kann nach der Definition von Jason als ein semantischer Test angesehen werden. Trotzdem unterscheidet sich dieser Test von dem Kaufhaus-Test bezüglich der Korrelation mit den Untertests des HAWIE-R. Während der Ideenflüssigkeitstest mit allen Untertests signifikant korreliert, gibt es deutliche Zusammenhänge beim Kaufhaus-Test nur mit dem „Bilder ergänzen“ und dem „Gemeinsamkeiten finden“. Eine Erklärung dafür könnte sein, daß die zur Lösung notwendigen Fähigkeiten möglicherweise sehr speziell sind. Die Korrelation mit den zwei Untertests deutet auf gemeinsame Anforderungen an den Probanden hin. Beim Ideenflüssigkeitstest scheinen aufgrund der multiplen Korrelationen, mehr Anforderungen an die Versuchsperson gestellt zu werden. Trotzdem fällt das Ergebnis der frontalen Gruppe gegenüber der anderen Versuchsgruppen nicht grundsätzlich schlechter aus, als der Kaufhaus-Test. Es wäre denkbar, daß Defizite im Ideenflüssigkeitstest eher kompensierbar sind als im Kaufhaus-Test. Dieser bietet nämlich aufgrund des isolierten Abrufs einzelner Items nur sehr begrenzt die Möglichkeit der Anwendung von Strategien an. Als Strategie kommt zum einen die Einteilung in Subkategorien (einzelne Abteilungen eines Kaufhauses) und das Benennen der Produkte dieser Kategorie in Frage. Zum anderen wäre das gedankliche Durchqueren eines Kaufhauses bzw. die Erinnerung an den letzten Einkauf als Strategie denkbar.

Der Ideenflüssigkeitstest bietet mehr Möglichkeiten zur Anwendung von Strategien an. Eine denkbare Strategie wäre zum Beispiel das Aufzählen einer bestimmten Handlung mit jeweils verschiedenen Personen („ich rufe Freunde, Verwandte oder Nachbarn an“) bzw. die Umsetzung der gleichen Idee mit verschiedenen Mitteln („ich benutze einen Lieferwagen, Transporter oder Lkw“). Es wäre auch möglich, über vergleichbare Situationen, die schon einmal selbst oder im Umfeld erlebt wurden, zu berichten. Viele der genannten Reaktionen sind in den unterschiedlichen Problemsituationen kompatibel, und können deshalb öfter genannt werden („ich hole Hilfe“).

Wegen dieser vielen Möglichkeiten defizitäre Leistungen zu kompensieren, ist es nicht ausgeschlossen, daß vereinzelte Patienten mit reduziertem Abstraktionsvermögen trotzdem

gute Ergebnisse erzielen. Inwieweit ein beeinträchtigt Abstraktionsvermögen der frontallhirngeschädigten Patienten in dieser Studie ausschlaggebend für die Ergebnisse in den Flüssigkeitstests war, kann deshalb nicht mit Sicherheit beantwortet werden.

Bei einer inhaltlichen Betrachtung der Nennungen in den Flüssigkeitstests konnten keine Unterschiede bei der Art der verwandten Strategien festgestellt werden. Zwar zeichneten sich diejenigen Patienten, die in den Flüssigkeitstests systematisch Strategien verwandt hatten, durch besonders gute Leistungen aus, während schlecht abschneidende Versuchsteilnehmer keine erkennbaren Strategien entwickelten. Trotzdem konnten qualitative Unterschiede zwischen den Gruppen nicht gefunden werden. Die Strategien äußerten sich zumeist in der Variation von Wörtern, Endungen usw.

Bei vereinzelten Personen konnten klare Beeinträchtigungen und Phänomene wie Perseverationen beobachtet werden, jedoch wurden diese durch Gruppenmittelwerte verschleiert. Aus diesem Grunde wäre es überlegenswert, Einzelfallstudien mit spezifischen Anforderungen an den Probanden durchzuführen. Dadurch, daß das Frontalhirn offenbar in der Lage ist, Schädigungen zu kompensieren, könnte eine Längsschnittstudie eventuell neue Erkenntnisse über diese komplexe Struktur des Hirns liefern.

Als abschließendes Resümee möchte ich mir anmaßen, das eingangs erwähnte Zitat von Descartes folgendermaßen zu erweitern: „Cogito fluenter, ergo sanus sum.“

6 Literaturverzeichnis

Asanuma, H. (1989). *The motor cortex*. New York: Raven.

Bandera, L., Della Sala, S., Laicon, S., Luzzatti, C. & Spinnler, H. (1991). Generative associative naming in dementia of Alzheimer's type. *Neuropsychologia*, 29, 291-304.

Benton, A. L. (1968). Differential behavioral effects in frontal lobe disease. *Neuropsychologia*, 6, 53-60.

Benton, A. L. & Hamsher, K. de S. (1976). *Multilingual aphasia examination*. Iowa City: University of Iowa.

Blumer, D. & Benson, D. F. (1975). Personality changes with frontal and temporal lobe lesions. In D. F. Benson & D. Blumer (Eds.), *Psychiatric aspects of neurologic disease*. New York: Grune & Stratton. 151-170.

Borkowski, J. G., Benton, A. L. & Spreen, O. (1967). Word fluency and brain damage. *Neuropsychologia*, 5, 135-140.

Butler, R. W., Hill, J. M., Rorsman, I. & Tuma, R. (1993). The effects of frontal brain impairment on fluency: simple and complex paradigms. *Neuropsychology*, 7, 519-529

Canavan, A. G. M. (1983). Stylus maze performance in patients with frontal-lobe lesions: effects of signal valency and relationship to verbal and spatial abilities. *Neuropsychologia*, 21, 375-382.

Canavan, A. G. M., Sartory, G. (1990). *Klinische Psychologie und Psychopathologie*. Stuttgart: Enke Verlag.

Damasio, A. R. & Anderson, S. W. (1993). The frontal lobes. In Heilman, K. M., & Valenstein, E. (Eds.), *Clinical Neuropsychology*, 409-460. Oxford: University Press

Damasio, H & Damasio, A. R. (1989). *Lesion analysis in neuropsychology*. New York: Oxford University Press.

De Renzi, E. & Vignolo, L. A. (1962). The Token Test: A sensitive test to detect receptive disorders of dysphasics. *Brain* 85, 665-678.

Esslinger, P. J. & Grattan, L. M. (1993). Frontal lobe and frontal-striatal substrates for different forms of human cognitive flexibility. *Neuropsychologia*, 31, 17-28.

Estes, W. K. (1974). Learning theory and intelligence. *American Psychologist*, 29, 740-749.

Ferszt, R. (1989). Kreislaufstörungen des Nervensystems. In J. Cervós-Navarro & R. Ferszt (1989). *Klinische Neuropathologie*. Stuttgart: Thieme Verlag.

Feuchtwanger, E. (1923). Die Funktionen des Stirnhirns. In O. Forster und K. Willmans (Hrsg.), *Monographien aus dem Gesamtgebiete der Neurologie und Psychiatrie*, 1-193. Berlin: Springer-Verlag. [zitiert nach Zangwill, 1966, 396]

Fuster, J. M. (1989). *The prefrontal cortex*. New York: Raven Press.

Gauggel, S. (1992). *Bewegungskontrolle bei Patienten mit frontalen und nicht-frontalen Hirnschädigungen*. Konstanz: Hartung-Gorre.

Guilford, J. P. (1961). Cited by Getzels, J. W. & Jackson, P. W.: *Creativity and Intelligence*. New York: Wiley & Sons. [zitiert nach Zangwill, 1966, 397]

- Guilford, J. P. & Guilford, J. S. (1980). *Consequences: Manual of instructions and interpretations*. Orange, CA: Sheridan Psychological Services. [zitiert nach Butler et al., 1993, 522]
- Harlow, J. M. (1868). *Recovery from the passage of an iron bar through the head*. Publication Mass Med Soc2, 329-346. [zitiert nach B. Kolb und I. Q. Wishaw, 1993, 266]
- Hartje, W. (1992). Klinische Neuropsychologie. In K. Kunze (1992). *Lehrbuch der Neurologie*. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Jason, G. W. (1985). Gesture fluency after focal cortical lesions. *Neuropsychologia*, 23, 463-481.
- Jones-Gotman, M. & Milner, B. (1977). Design fluency: the invention of nonsense drawings after focal cortical lesions. *Neuropsychologia*, 15, 653-674.
- Kahle, W. (1991). *Taschenatlas der Anatomie*. Band 3. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Kimble, D. P. (1963). *Physiological Psychology*. Massachusetts: Addison Westley. [zitiert nach Canavan, 1990].
- Kleist, K. (1934). *Gehirnpathologie*. Leipzig: Barth. [zitiert nach Zangwill, 1966, 396]
- Koch, J. (1994). *Neuropsychologie des Frontalhirnsyndroms*. Weinheim: Beltz, Psychologie Verlagsunion
- Kolb, B., Milner, B. (1981). Performance of complex arm and facial movements after focal brain lesions. *Neuropsychologia* 19. 491-503.

- Kolb, B., Milner, B. (1981). Observations spontaneous facial expression after focal cerebral excisions and after intracarotid injection of sodium Amytal. *Neuropsychologia* 19. 514-515.
- Kolb, B., Whishaw, I. Q., (1993). *Neuropsychologie*. Heidelberg: Spektrum. [Originalausgabe (1990): Fundamentals of Human Neuropsychology. New York: W. H. Freeman and Company.]
- Kunze, K. (1992). *Lehrbuch der Neurologie*. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Lezak, M. D. (1983). *Neuropsychological Assessment* (2nd ed.). New York: Oxford University Press.
- Lurija, A. R. (1992). *Das Gehirn in Aktion. Einführung in die Neuropsychologie*. Reinbek: Rowohlt. [Originalausgabe (1973): Osnovy nejrpsichologii. Moskau: Isdatelswo Moskowskogo Uniwersiteta]
- Mattis, S. (1976). Mental status examination for organic mental syndrome in the elderly patient. In L. Bellach & T. Catusu (Eds.), *Geriatric Psychiatry*, 77-121. New York: Grune & Stratton.
- McCarthy, R. A. & Warrington, E. K. (1990). *Cognitive neuropsychology*. San Diego: Academic Press. 343-364.
- Meyer (1992). *Meyers großes Taschenlexikon*. Band 5. Mannheim: F.A. Brockhaus AG
- Miceli, G., Caltagirone, S., Gainotti, G., Masullo, C. & Silveri, M. C. (1981). Neuropsychological correlates of localized cerebral lesions in non-aphasic brain-damaged patients. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 3, 53-63.

- Miller, E. (1984). Verbal fluency as a function of a measure of verbal intelligence and in relation to different types of cerebral pathology. *British Journal of Clinical Psychology*, 23, 53-57.
- Miller, L. A. (1992). Impulsivity, risk-taking, and the ability to synthesize fragmented information after frontal lobectomy. *Neuropsychologia*, 30, 69-79.
- Milner, B. (1964). Some effects of frontal lobectomy in man. In J. M. Warren & K. Akert (Eds.), *The frontal granular cortex and behavior*, 313-331. New York: McGraw-Hill.
- Milner, B. & Petrides, M. (1984). Behavioral effects of frontal lobe lesions in man. *Trends in Neurosciences* 7. 403-407.
- Nauta, W. J. H. (1971). The problem of the frontal lobe: a reinterpretation. *Journal of Psychiatric Research* 8, 167-187.
- Nelson, H. E. (1976). A modified card sorting test sensitive to frontal lobe defects. *Cortex*, 12, 313-324.
- Newcombe, F. (1969). *Missile wounds of the brain. A study of psychological deficits*. Oxford: Oxford University Press.
- Parker, D. M. & Crawford, J. R. (1992). Assessment of frontal lobe dysfunction. In Crawford, J. R., Parker, D. M. & McKinloy, W. W. (Eds.), *A handbook of neuropsychological assessment*. Hove: Lawrence Erlbaum.
- Pendleton, M. G., Heaton, R. K., Lehman, R. A. W. & Hulihan, D. (1982). Diagnostic utility of the Thurstone Word Fluency Test in neuropsychological evaluations. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 4, 307-317.
- Petrides, M. & Milner, B. (1982). Deficits on subjectordered tasks after frontal- and temporal-lobe lesions in man. *Neuropsychologia*, 20, 249-262.

- Perret, E. (1973). *Gehirn und Verhalten. Neuropsychologie des Menschen*. Bern: Verlag Hans Huber
- Perret, E. (1974). The left frontal lobe of man and the suppression of habitual responses in verbal categorical behaviour. *Neuropsychologia*, 12, 323-330.
- Ramier, A. M. & Hécaen, H. (1970). Rôle respectif des atteintes frontales et de la latéralisation lésionnelle dans déficits de la "fluence verbale". *Revue Neurologique*, 123, 17-22.
- Remshmidt, H. & Niebergall, G. (1981). Störungen des Sprechens und der Sprache. In H. Remshmidt & M. Schmidt (Hrsg.), *Neuropsychologie des Kindesalters*, 274. Stuttgart: Enke Verlag.
- Ringelstein, E. B. (1992). Krankheiten des Gehirns. In K. Kunze (1992). *Lehrbuch der Neurologie*. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Roland, P. E., Larsen, B., Lassen, N. A., Skinhoj, E. (1980). Supplementary motor area and other cortical areas in organization of voluntary movements in man. *Journal of Neuropsychology* 43, 118–136.
- Rosen, W. G. (1980). Verbal fluency in aging and dementia. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 2, 135-146.
- Ruff, R. M., Allen, C. C., Farrow, C. E., Niemann, H. & Wylie, T. (1994). Figural fluency: differential impairment in patients with left versus right frontal lobe lesions. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 9, 41-55.
- Ruff, R. M., Light, R. & Evans, R. (1987). The Ruff Figural Fluency Test: a normative study with adults. *Developmental Neuropsychology*, 3, 37-51.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 298, 199-209.

- Shallice, T. & Evans, M. E. (1978). The involvement of the frontal lobes in cognitive estimation. *Cortex* 14, 294-303.
- Smith, M. L., Milner, B. (1984). Differential effects of frontal-lobe lesions on cognitive estimation and spatial memory. *Neuropsychologia* 22, 697-705.
- Stuss, D. T. & Benson, D. F. (1984). Neuropsychological studies of the frontal lobes. *Psychological Bulletin* 95, 3-28.
- Stuss, D. T. & Benson, D. F. (1986). *The frontal lobes*. New York: Raven Press.
- Teuber, H.-L. (1964). The riddle of frontal lobe function in man. In J. M. Warren & K. Akert (Eds.), *The frontal granular cortex and behavior*. New York: McGraw-Hill.
- Töndury, G., Kubik, St., Krisch, B. (1987). Hirnhäute und Hirngefäße. In A. Rauber & F. Kopsch (1987). *Anatomie des Menschen*. Band 3. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Wang, P. L. (1987). Concept formation and frontal lobe function: The search for a clinical frontal lobe test. In E. Perecman (Eds.), *The frontal lobes revisited*. New York: IRBN Press.
- Zangwill, O. L. (1966). Psychological deficits associated with frontal-lobe lesions. *International Journal of Neurology*, 5, 395-402.
- Zilles, K. (1987). Graue und weiße Substanz des Hirnmantels. In A. Rauber & F. Kopsch (1987). *Anatomie des Menschen*. Band 3. Stuttgart: Thieme Verlag.

Anhang

- I. Informationsblatt, Einverständniserklärung, Instruktionen zu den Tests, Protokollbögen, Liste der Problemsituationen des Ideenflüssigkeitstests
- II. Tabellarischer Lebenslauf
- III. Verzeichnis der akademischen Lehrer
- IV. Danksagung
- V. Ehrenwörtliche Erklärung

I. Informationsblatt

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

in dieser Forschungsstudie möchten wir die Auswirkungen von neurologischen Erkrankungen auf das geistige Leistungsvermögen untersuchen. Besonders interessiert uns dabei, wie einfache Alltagsprobleme gedanklich bewältigt werden können.

Um diese Aspekte möglichst genau zu erfassen, ist es notwendig, Sie mit verschiedenen psychologischen Testverfahren zu untersuchen.

In einem ersten Abschnitt erfassen wir dabei das "Allgemeines Wissen", "das sprachliche Denkvermögen", "das Erkennen von Wesentlichem" und "das räumliche Vorstellungsvermögen". Nach einer kurzen Pause werden in einem zweiten Abschnitt "das abstrakte Denken" und "das Lösen von Alltagsproblemen" untersucht. Um die letzten beiden Aufgaben besser auswerten zu können, ist es notwendig Ihre Antworten auf einem Kassettenrecorder aufzuzeichnen. Die gesamten Untersuchungen dauern ungefähr 90 Minuten.

Es besteht jederzeit die Möglichkeit, eine Pause einzulegen, wenn Sie sich überanstrengt fühlen. Wenn Sie den Eindruck haben, daß Sie die Untersuchung überfordert, können Sie jederzeit die ganze Untersuchung auch abbrechen bzw. beenden.

Alle an dieser Untersuchung beteiligten Personen unterliegen der Schweigepflicht. Ihre Untersuchungsergebnisse und die medizinischen Daten werden unter Wahrung der Anonymität in die wissenschaftliche Auswertung der Studie miteinbezogen. Nach Abschluß der Studie werden alle Aufzeichnungen vernichtet bzw. gelöscht.

Marburg, den 1. März 1994

Dr. S. Gauggel

Einverständniserklärung

1. Ich bin durch Herrn/Frau _____ am _____ 19____
über den Zweck und die Art der Untersuchung informiert worden. In dem
Informationsgespräch und anhand des Informationsblattes konnte ich mich
hinreichend über die Ziele der Studie informieren.

2. Ich erkläre mich damit einverstanden, daß die für die Studie notwendigen
psychologischen Tests mit mir durchgeführt werden, wobei ich mir vorbehalte, meine
Mitwirkung an der Untersuchung jederzeit zu beenden.

3. Ich gebe diese Einverständniserklärung unter der Bedingung ab, daß alle an der
Untersuchung beteiligten Personen der Schweigepflicht unterliegen. Ich bin aber
damit einverstanden, daß alle medizinischen Daten und psychologischen Befunde
unter Wahrung der Anonymität in die wissenschaftliche Auswertung der Studie
einfließen.

Name des/der Untersuchungsteilnehmers/-in: _____ geb. am _____

Ort, Datum

Unterschrift des/der Untersuchungsteilnehmers/-in

Frau/Herr _____ wurde von mir über die oben genannte
Studie ausführlich informiert.

Ort, Datum

Unterschrift des/der Untersuchungsleiters/-in

Demographische und klinische Daten

VpNr.: _____

Datum: _____

Alter: _____

Geschlecht: _____ w(1)/m(2)

Schulbildung: _____

1 ... Sonderschule 3 ... Realschule
2 ... Hauptschule 4 ... Gymnasium

berufl. Ausbildung: _____

1 ... ohne 3 ... Meister 5 ... FH
2 ... Lehre 4 ... Fachschule 6 ... Uni

Beruf: _____

1 ... Rentner/Ausbildung 4 ... Angestellter/Beamter
2 ... Hausfrau 5 ... leit. Angest./Beamter
3 ... Arbeiter 6 ... selbständig
4 ... Facharbeiter

Diagnose: _____

Ätiologie: _____

1 ... SHT 5 ... virale/bakt. Infektion
2 ... CVE 6 ... Z.n. Tumoroperation
3 ... Hypoxie 7 ... degen. Erkrankung
4 ... MS 8

Zeit seit Läsion: _____ (Jahre/Monate/Wochen)

Lokalisation der Läsion 1: _____ 1 ... rechts / 2 ... links / 3 ... bilateral

Lokalisation der Läsion 2: _____ 1 ... front. / 2 ... temp. / 3 ... pariet. / 4 ... okzip.
5 ... frontotemp. / 6 ... frontoparietal
7 ... parietookzip. / 8 ... temporookzip.
9 ... parietotemporal / 9 ... frontotemporookzip.

Lokalisation der Läsion 3: _____ 1 ... kortikal / 2 ... subkortikal

Nachweis der Schädigung durch: () CT () MRT () PET () EEG

akutelle Medikation (incl. Dosierung): _____

(keine/Antiepileptika/Nootropika/Hypnotika/Antidepressiva/usw.)

Händigkeit: _____

1 ... rechts 2 ... links 3 ... beidhändig

Bemerkungen: (Verhaltensauffälligkeiten/begleitende Störungen/usw.)

Händigkeit

Vp. Nr. :

Datum :

Mit welcher Hand zeichnen Sie ?

| 1 | 2 | 3 |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| li. | b.s. | re. |

Mit welcher Hand schreiben Sie ?

| | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| li. | b.s. | re. |

Mit welcher Hand werfen Sie einen Ball ?

| | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| li. | b.s. | re. |

Mit welcher Hand kämmen Sie sich ?

| | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| li. | b.s. | re. |

In welcher Hand halten Sie einen

Tennis / Federballschläger ?

| | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| li. | b.s. | re. |

In welcher Hand halten Sie eine Schere

beim Schneiden ?

| | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| li. | b.s. | re. |

In welcher Hand halten Sie die Zahnbürste

beim Zähneputzen ?

| | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| li. | b.s. | re. |

In welcher Hand halten Sie ein Streichholz

beim Anzünden ?

| | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| li. | b.s. | re. |

In welcher Hand halten Sie einen Hammer

beim Nageln ?

| | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| li. | b.s. | re. |

In welcher Hand halten Sie eine Flasche

beim Einschenken ?

| | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| li. | b.s. | re. |

In welcher Hand halten Sie ein Messer, wenn Sie

es zusammen mit der Gabel benutzen ?

| | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| li. | b.s. | re. |

In welcher Hand halten Sie ein Messer ohne Gabel ?

| | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| li. | b.s. | re. |

Auswertungsblatt: WCST (Nelson-Form)

VpNr.: _____

| | | | | | | | | | |
|------------------------------|---|---|---|---|----|---|---|---|---|
| 1 | C | F | N | U | 25 | C | F | N | U |
| 2 | C | F | N | U | 26 | C | F | N | U |
| 3 | C | F | N | U | 27 | C | F | N | U |
| 4 | C | F | N | U | 28 | C | F | N | U |
| 5 | C | F | N | U | 29 | C | F | N | U |
| 6 | C | F | N | U | 30 | C | F | N | U |
| 7 | C | F | N | U | 31 | C | F | N | U |
| 8 | C | F | N | U | 32 | C | F | N | U |
| 9 | C | F | N | U | 33 | C | F | N | U |
| 10 | C | F | N | U | 34 | C | F | N | U |
| 11 | C | F | N | U | 35 | C | F | N | U |
| 12 | C | F | N | U | 36 | C | F | N | U |
| 13 | C | F | N | U | 37 | C | F | N | U |
| 14 | C | F | N | U | 38 | C | F | N | U |
| 15 | C | F | N | U | 39 | C | F | N | U |
| 16 | C | F | N | U | 40 | C | F | N | U |
| 17 | C | F | N | U | 41 | C | F | N | U |
| 18 | C | F | N | U | 42 | C | F | N | U |
| 19 | C | F | N | U | 43 | C | F | N | U |
| 20 | C | F | N | U | 44 | C | F | N | U |
| 21 | C | F | N | U | 45 | C | F | N | U |
| 22 | C | F | N | U | 46 | C | F | N | U |
| 23 | C | F | N | U | 47 | C | F | N | U |
| 24 | C | F | N | U | 48 | C | F | N | U |
| Gesamtfehler | | | | | | | | | |
| Anzahl richtiger Zuordnungen | | | | | | | | | |
| perseverative Fehler | | | | | | | | | |
| nicht-perseverative Fehler | | | | | | | | | |
| Anzahl der Kategorien | | | | | | | | | |
| unklare Zuordnungen | | | | | | | | | |

Aachener Aphasie Test (AAT)

Übungsbeispiele

durchführbar nicht durchführbar

TOKEN TEST

Alterskorrigierte
Fehlerpunkte
Teil 1 – 5

| Teil 1: | R | F | Teil 2: | R | F | Teil 3: | R | F |
|---------------------------------|---|---|--|---|---|---|---|---|
| 1. Zeigen Sie das grüne Viereck | | | 1. Zeigen Sie den großen roten Kreis | | | 1. Zeigen Sie den weißen Kreis und das rote Viereck | | |
| 2. Zeigen Sie das weiße Viereck | | | 2. Zeigen Sie den kleinen blauen Kreis | | | 2. Zeigen Sie den grünen Kreis und den blauen Kreis | | |
| 3. Zeigen Sie den blauen Kreis | | | 3. Zeigen Sie das kleine grüne Viereck | | | 3. Zeigen Sie das weiße Viereck und den gelben Kreis | | |
| 4. Zeigen Sie das rote Viereck | | | 4. Zeigen Sie den großen weißen Kreis | | | 4. Zeigen Sie den roten Kreis und das grüne Viereck | | |
| 5. Zeigen Sie den weißen Kreis | | | 5. Zeigen Sie das kleine rote Viereck | | | 5. Zeigen Sie das blaue Viereck und das gelbe Viereck | | |
| 6. Zeigen Sie den gelben Kreis | | | 6. Zeigen Sie das große blaue Viereck | | | 6. Zeigen Sie den blauen Kreis und den weißen Kreis | | |
| 7. Zeigen Sie den grünen Kreis | | | 7. Zeigen Sie den kleinen gelben Kreis | | | 7. Zeigen Sie das grüne Viereck und den roten Kreis | | |
| 8. Zeigen Sie das blaue Viereck | | | 8. Zeigen Sie das kleine weiße Viereck | | | 8. Zeigen Sie den gelben Kreis und das weiße Viereck | | |
| 9. Zeigen Sie das gelbe Viereck | | | 9. Zeigen Sie das große gelbe Viereck | | | 9. Zeigen Sie das rote Viereck und das blaue Viereck | | |
| 10. Zeigen Sie den roten Kreis | | | 10. Zeigen Sie den großen grünen Kreis | | | 10. Zeigen Sie das gelbe Viereck und den grünen Kreis | | |
| Anzahl der Fehler: | | | Anzahl der Fehler: | | | Anzahl der Fehler: | | |

| Teil 4: | R | F | Teil 5: | R | F |
|---|---|---|--|---|---|
| 1. Zeigen Sie das große grüne Viereck und den kleinen weißen Kreis | | | 1. Legen Sie das weiße Viereck auf den grünen Kreis | | |
| 2. Zeigen Sie das kleine gelbe Viereck und das kleine blaue Viereck | | | 2. Nehmen Sie den blauen Kreis oder das gelbe Viereck | | |
| 3. Zeigen Sie den großen weißen Kreis und das große gelbe Viereck | | | 3. Berühren Sie die Vierecke langsam und die Kreise schnell | | |
| 4. Zeigen Sie das kleine grüne Viereck und den großen roten Kreis | | | 4. Legen Sie das grüne Viereck neben den roten Kreis | | |
| 5. Zeigen Sie den kleinen gelben Kreis und den kleinen grünen Kreis | | | 5. Nehmen Sie alle Kreise außer dem gelben | | |
| 6. Zeigen Sie das große rote Viereck und das kleine weiße Viereck | | | 6. Legen Sie das rote Viereck weg vom blauen Viereck | | |
| 7. Zeigen Sie den großen blauen Kreis und das kleine rote Viereck | | | 7. Berühren Sie den weißen Kreis, nachdem Sie das gelbe Viereck fortgenommen haben | | |
| 8. Zeigen Sie das große weiße Viereck und den großen grünen Kreis | | | 8. Berühren Sie alle Vierecke außer dem blauen | | |
| 9. Zeigen Sie den kleinen blauen Kreis und den großen gelben Kreis | | | 9. Nehmen Sie den roten Kreis zusammen mit dem gelben Kreis | | |
| 10. Zeigen Sie den kleinen roten Kreis und das große blaue Viereck | | | 10. Bevor Sie den grünen Kreis berühren, nehmen Sie das weiße Viereck | | |
| Anzahl der Fehler: | | | Anzahl der Fehler: | | |

ALTERSKORREKTUR (nach Orgass 1976; vgl. Handweisung, Abschnitt 3.2.2)

Abzug/Alter: 0/15 – 44 – 1/45 – 49 – 2/50 – 54 – 3/55 – 60 – 4/60 – 64 – 5/65 – 69 – 6/70 und älter

Gesamt-Fehlerpunkte:

Instruktion für Wortflüssigkeit:

Version A: Bei dieser Aufgabe sollen Sie möglichst viele verschiedene Gegenstände oder Objekte nennen, die normalerweise in einem großen Kaufhaus zu finden sind. Sie haben jetzt eine Minute Zeit, um möglichst viele Gegenstände oder Objekte aufzuzählen.

Instruktion für Wortflüssigkeit:

Version C: Bei dieser Aufgabe sollen Sie möglichst viele verschiedene Wörter mit bestimmten Anfangsbuchstaben

Version B: Bei dieser Aufgabe sollen Sie möglichst viele verschiedene Wörter mit bestimmten Anfangsbuchstaben nennen. Wenn Sie zum Beispiel Wörter mit dem Anfangsbuchstaben E nennen sollen, dann könnten Sie sagen: Essen, Esel, er, es, eine, erkennen usw. Die Wörter können also groß- oder kleingeschrieben werden, und sie können auch sehr kurz sein. Vornamen sollten Sie allerdings nicht nennen.

genannt. Bei jedem Anfangsbuchstaben sollen Sie so schnell

Es werden Ihnen nun mehrere Buchstaben hintereinander genannt. Bei jedem Buchstaben sollen Sie innerhalb von einer Minute möglichst viele Wörter nennen, die mit diesem Buchstaben beginnen. Nach der einen Minute nenne ich Ihnen einen neuen Anfangsbuchstaben und wieder sollen Sie innerhalb von einer Minute möglichst viele Wörter aufzählen, die mit diesem Buchstaben beginnen.

Folgende Buchstaben werden genannt: R D K

Instruktion für Wortflüssigkeit:

Version C: Bei dieser Aufgabe sollen Sie möglichst viele verschiedene Wörter mit bestimmten Anfangsbuchstaben nennen. Wenn Sie zum Beispiel Wörter mit dem Anfangsbuchstaben E nennen sollen, dann könnten Sie sagen: Essen, Esel, er, es, eine, erkennen usw. Die Wörter können also groß- oder kleingeschrieben werden, und sie können auch sehr kurz sein. Vornamen sollten Sie allerdings nicht nennen.

Es werden Ihnen nun mehrere Buchstaben hintereinander genannt. Bei jedem Anfangsbuchstaben sollen Sie so schnell wie möglich 25 Wörter nennen. Wenn Sie 25 Wörter aufgezählt haben, werde ich Ihnen einen neuen Anfangsbuchstaben nennen. Wieder sollen Sie möglichst schnell 25 Wörter aufzählen, die mit diesem Anfangsbuchstaben beginnen.

Folgende Buchstaben werden genannt: **L F P**

Instruktion für die Ideenflüssigkeit:

Es werden Ihnen jetzt nacheinander 10 unterschiedliche Problemsituationen vorgestellt. Sie sollen sich dabei so gut es geht in die jeweiligen Situationen hineinversetzen und innerhalb von **zwei Minuten** möglichst **viele** Lösungsalternativen für jede Problemsituation nennen. Dabei sollen Sie nicht nur davon ausgehen, was Sie selbst tun würden, sondern Sie sollen versuchen, möglichst viele und unterschiedliche Lösungsalternativen zu finden.

Um Ihnen die Aufgabe zu verdeutlichen, folgt nun ein **Beispiel**:

"Ihnen ist eine Katze zugelaufen. Was kann man jetzt machen?"

Die Problemsituationen des Ideenflüssigkeitstests

Ihre Kinder sind nicht zur gewohnten Zeit nach Hause gekommen. Zwei Stunden sind vergangen, und Sie machen sich Sorgen. Was kann man alles unternehmen ?

Sie wollen in einer fremden Stadt mit dem Auto jemanden besuchen und haben sich dabei völlig verfahren. Was kann man alles tun, um den Weg zu finden ?

Ein Schlauch Ihrer Waschmaschine ist geplatzt; das Wasser fließt, und das ganze Bad steht schon unter Wasser. Was kann man jetzt tun ?

Sie haben mehrere Gegenstände in einem Möbelgeschäft gekauft. Beim Einladen ins Auto stellen Sie fest, daß nicht alle Gegenstände hineinpassen. Was kann man jetzt tun ?

Der Hund Ihres Nachbarn hinterläßt ständig Häufchen vor Ihrer Haustür. Wie kann man darauf reagieren ?

Sie befinden sich in einer fremden Stadt und bemerken plötzlich, daß Sie Ihren Geldbeutel verloren haben. Was kann man jetzt tun ?

Sie sind kurzfristig zu einer Geburtstagsparty eingeladen worden. Sie möchten ein Geschenk mitbringen, müssen aber feststellen, daß die Geschäfte bereits geschlossen haben. Was kann man jetzt machen ?

Sie geben eine größere Party. Plötzlich bemerken Sie, daß nicht genügend Gläser da sind. Was kann man tun ?

Sie wollen eine Party geben, für die Sie schon alle Dinge eingekauft und vorbereitet haben? Kurzfristig sagen fast alle eingeladenen Gäste ab. Wie kann die Situation gemeistert werden ?

Ihr Kind hat die teure Vase einer Bekannten zerbrochen, während Sie bei ihr zu Besuch sind. Was kann man in solch einer Situation tun ?

Wortflüssigkeit

Vp-Nr:

Datum:

Version A:

| Anzahl | Ges | Pers | Biz | Bemerkung |
|--------|-----|------|-----|-----------|
| | | | | |

Version B:

| | Anzahl | Ges | Pers | Fals | Bemerkung |
|---|--------|-----|------|------|-----------|
| R | | | | | |
| D | | | | | |
| K | | | | | |

Version C:

| | Zeit | Anzahl | Pers | Fals | Bemerkung |
|---|------|--------|------|------|-----------|
| L | | | | | |
| F | | | | | |
| P | | | | | |

Ideenflüssigkeit

VP-Nr. :
Datum:

| | Anzahl | Ges | Pers | Biz | Fra | Bemerkungen |
|----|--------|-----|------|-----|-----|-------------|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |

III. Verzeichnis der akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrer waren in Marburg:

Arnold
Basler
Bauer
Baum
Beato
Christiansen
Daut
Engel
Eschenbach
Feuser
Fruhstorfer
Fuhrmann
Ganz
Gauggel
Geus
Gotzen
Gressner
Griss
Habermehl
Happle
Hesse
Kälble
Kern
Klenk
Kohlmann
Krieg
Lennartz
Meyer-Breiting
Oertel
Okuda
Pohlen
Remschmidt
Röhm
Schachtschabel
Schäfer
Schulz
Seifart
Seitz
Steiniger
Stinner
Thomas

Meine akademischen Lehrer waren in Detmold/Münster:

Brückl
Egberts
Hiller
Meier

IV. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Bauer für die Kritik und die Hilfe bei der Realisation dieser Promotion bedanken. Mein Dank gilt ebenfalls meinem Anleiter Herrn Dr. Gauggel, der sich viel Zeit für mich genommen und alle meine Fragen geduldig beantwortet hat.

Bedanken möchte ich mich auch bei Marion Meyerhöfer für die Mithilfe bei der Rekrutierung der Patienten, sowie der gesamten Abteilung für Neurochirurgie des Klinikums der Philipps-Universität Marburg, dafür, daß ich die Untersuchung auf ihrer Station durchführen konnte und, daß sie mir bei der Auswahl der Patienten und Patientinnen behilflich waren. Ein großes Dankeschön auch all den Teilnehmern dieser Untersuchung, ohne die eine solche klinische Studie letztlich nicht möglich wäre. Der letzte Dank gilt allerdings meinen Eltern, die durch ihre Erziehung den Wunsch in mir geweckt haben, zu studieren und die dies durch ihren Zuspruch und nicht zuletzt durch finanzielle Mittel gefördert haben.

V. Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, daß ich die im Fachbereich Humanmedizin Marburg zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel “Wort- und Ideenflüssigkeit bei Patienten und Patientinnen mit frontalen Hirnschädigungen” im Medizinischen Zentrum für Neurochirurgie unter der Leitung von Herrn Professor Bauer mit der Unterstützung durch Herrn Doktor Gauggel ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe. Ich habe bisher an keinem in- und ausländischen Medizinischen Fachbereich ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht noch die vorliegende oder eine andere Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Marburg, den 01.02.01