

Neuropsychologische Diagnostik haptischer Wahrnehmungsleistungen bei Erwachsenen mit erworbenen schweren Hirnschädigungen

Dissertation

der Fakultät für Informations- und Kognitionswissenschaften
der Eberhardt-Karls-Universität Tübingen
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften
(Dr. rer. nat.)

vorgelegt von
Dipl.Psych. Volker Peschke
aus Goslar

**Tübingen
2004**

Tag der mündlichen Qualifikation: 04.02.2004

Dekan: Prof. Dr. Martin Hautzinger

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Bruno Preilowski

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Martin Hautzinger

Vorwort

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis einer klinischen Studie im Therapiezentrum Burgau, die vom Kuratorium ZNS für Unfallverletzte mit Schäden des zentralen Nervensystems e.V. unter der Zuwendung 99021 gefördert wurde. Ich danke dem Kuratorium ZNS für die großzügige Förderung und den Chefarzten des Therapiezentrums Burgau, Herrn Dr. med. Wolfgang Schlaegel und Herrn Dr. med. Berthold Lipp für ihre Unterstützung des Forschungsprojektes.

Danken möchte ich vor allem Herrn Prof. Dr. Bruno Preilowski, der das Thema und die Arbeit wohlwollend betreut und ihre Abfassung mit Anregungen, kritischen Aufforderungen und Hilfestellungen nachhaltig gefördert und geformt hat. Mein besonderer Dank gilt Frau Dr. Felicie Affolter und Herrn Dr. Walter Bischofberger, die mein Interesse an der Untersuchung haptischer Wahrnehmungsstörungen geweckt und über viele Jahre bis heute durch anregende Diskussionen begleitet und vertieft haben. Ganz herzlich danke ich für ihr Interesse am Fortgang der Arbeit und ihre freundschaftliche Unterstützung auch in kritischen Phasen dem Burgauer Affolterteam mit Karen Nielsen, Luzi Fischer, Matthias Trares, Susanne Stöhr, Walter Hoffmann, Reinhard Ott-Schindele, Stephan Linzmeier, Susanne Strathoff und Jürgen Söll.

Danken möchte ich Wolfgang Kringler, der mir in den ersten Vorauswertungen des Projektes zum Wiedereinstieg in die Anwendung statistischer Verfahren verholfen hat und meinem Studienfreund Klaus Zinn, mit dem ich in langjähriger gegenseitiger Ermutigung verbunden bin, alte Ziele nicht aufzugeben.

Meiner Familie, Korinna und Moritz, möchte ich danken für ihre Unterstützung durch Geduld wie auch fordernde Ungeduld, die für die Arbeitsplanung und das Vorankommen oft den letzten Zündfunken gaben. Sie haben trotz der Zeiten meiner Abwesenheit immer Verständnis für die Verwirklichung eines Wunschzieles gehabt.

Ganz herzlich danken möchte ich meinen Schwiegereltern Gabriele Janz und Prof. Dieter Janz, die mir in ihrem Haus in Berlin- Nikolassee über drei Jahre viele Klausurarbeitswochen ermöglicht haben und mir durch ihre geistige Anregung, ihre liebevolle Fürsorge und Ermunterung das Ambiente für kreative und konzentrierte Arbeit gaben.

Erklärung über benutzte Hilfsmittel

Hiermit versichere ich, daß ich die vorliegende Dissertation gemäß § 5 (3) Absatz 8 der Promotionsordnung vom 4. Dezember 2002 selbständig verfaßt und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und übernommene Zitate als solche gekennzeichnet habe.

Zusammenfassung

In Alltagshandlungen und exekutiven Testaufgaben enthaltene haptische Wahrnehmungsleistungen werden bisher selten Gegenstand der neuropsychologischen Untersuchung. Es fehlen geeignete haptische Tests, die über das Niveau der Stereognosieprüfung von Einzelobjekten hinausgehen. In der Studie wurden vier standardisierte haptische Aufgaben und ein Test zur Sensibilitätsprüfung 56 gesunden Versuchspersonen und 78 Patienten mit schweren erworbenen Hirnschädigungen vorgelegt. Es wurde geprüft, ob die Testaufgaben in eine hierarchische Abstufung aufgrund ihrer Komplexität und Schwierigkeit einzuordnen sind und ob sich aus der Abstufung der Testaufgaben differenzierte Störungsprofile der Patienten ergeben.

Die Tests konnten entsprechend ihres Komplexitätsindex hierarchisch geordnet werden. Zwei Schwierigkeitsstufen mit einfachen vs. komplexen Tests wurden differenziert. 69 % der Patienten wurden vier typischen Störungsprofilen zugeordnet. Schwere Leistungsstörungen wurden im Rahmen eines Modells des Leistungsabbaus nach Hirnschädigung als Rückgang auf ein niedrigeres Niveau der haptischen Wahrnehmungsorganisation interpretiert. Die Ergebnisse wurden im Hinblick auf das klassische Konzept der taktilen Agnosie mit ihrer lokalisatorischen Bedingung einer Schädigung im posterioren Parietallappen diskutiert. Es wird dafür plädiert, neuropsychologische Störungen nach Leistungsausfällen zu definieren und sie von lokalisatorisch definierten Syndromen abzugrenzen. Für die klinisch beobachtbaren und messbaren haptischen Leistungsstörungen wird die neuropsychologische Definition „haptisch- räumliche Wahrnehmungsstörungen“ vorgeschlagen.

Schlüsselwörter: Haptische Wahrnehmung - taktile Wahrnehmung -- Hirnschädigung – Hierarchie von Tests – taktile Agnosie – haptisch- räumliche Wahrnehmungsstörungen.

Abstract

Performances of haptic perception are rarely assessed in the neuropsychological investigation because of a lack of appropriate tests. A battery of haptic and somatosensory tasks had been administered to 56 healthy adults and 78 patients with acquired severe brain damage. As a result the tasks could be ordered into a hierarchy according to their index of complexity. Two levels of difficulty had been dissociated. 69 % of the patients showed typical profiles of disorder. Severe disorder had been interpreted as a regression to a lower level of haptic perceptual organization. It is proposed to substitute the model of tactile agnosia through the definition “ haptic-spatial perceptual disorder”.

Key words: Haptic perception – tactile perception – brain damage – hierarchy of tests – tactile agnosia – haptic- spatial perceptual disorders

Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG	12
Hintergrund und Annahmen der Studie	12
<i>Auftreten und Alltagsrelevanz haptischer Wahrnehmungsstörungen.</i>	12
<i>Beobachtungen von Leistungsveränderungen beim Wechsel der Aufgaben in der klinischen Untersuchung haptischer Leistungen.</i>	18
<i>Annahme eines Zusammenhangs zwischen Aufgabenkomplexität und Ausmaß des Leistungszerfalls bei haptischen Wahrnehmungsstörungen</i>	20
<i>Externe Aufgabenbedingungen und interne Hirnorganisation / Hirnschädigung sind verschiedene Aspekte von Leistungsstörungen.</i>	23
<i>Annahme eines Modells über den Aufbau (Entwicklung) und Abbau (Pathologie) von Hirnleistungen und seine Bedeutung für individuelle Störungsprofile</i>	24
Forschungsstand zu Leistungen und Aspekten des Tastsinns	29
<i>Explorationsbewegungen sind konstituierend für die Tastwahrnehmung.</i>	29
<i>Das „Stabphänomen“ als Besonderheit der haptischen Wahrnehmung kommt bei gegenständlichen Handlungen zur Wirkung.</i>	34
<i>Räumliche Verhältnisse in der Umwelt und an Gegenständen werden durch den Tastsinn erkannt.</i>	35
<i>Haptische Wahrnehmung wird nicht von abstrakten Objekteigenschaften, sondern von zielgerichteten Handlungen an und mit Objekten bestimmt.</i>	42
<i>Haptische Wahrnehmungsleistungen entwickeln sich in der Interaktion zwischen Person und Umwelt in problemlösenden Alltagsgeschehnissen.</i>	44
<i>Die Organisation der Wahrnehmungsaktivität entwickelt sich multimodal und umfasst intermodale haptisch- visuelle Leistungen</i>	45
Forschungsstand zu Störungen des Tastsinns nach erworbenen Hirnschädigungen im Erwachsenenalter	48

<i>Untersuchungsverfahren und Erklärungsmodelle für Sensibilitätsstörungen, Astereognosie und taktile Agnosie.</i>	48
<i>Gruppenstudien mit hirngeschädigten Patienten seit 1951.</i>	58
<i>Tests und Untersuchungsverfahren in den Gruppenstudien.</i>	62
<i>Thematische Fragestellungen in den Gruppenstudien.</i>	65
Spezielle Fragestellungen der Studie vor dem Hintergrund der Annahmen und des referierten Forschungsstandes	69
<i>Lassen sich taktile und haptische Tests (äußere Bedingung) in eine Hierarchie nach dem Schwierigkeitsgrad ordnen?</i>	69
<i>Wie wirken sich Handlungs- bzw. Explorationsstrategien (informationssuchende Prozesse) auf den Aufgabenerfolg aus?</i>	71
<i>Können haptische Wahrnehmungsstörungen (innere Bedingung) durch abgestufte Schwierigkeitsgrade von Tests (äußere Bedingung) und daraus folgende Störungsprofile differenziert abgebildet werden?</i>	72
<i>Wirken sich Sensibilitätsstörungen differenziert auf haptische Testaufgaben aus und finden sich Leistungsdissoziationen, die der Definition einer taktilen Agnosie entsprechen?</i>	73
METHODIK	75
Untersuchte Patienten und nicht- hirngeschädigte Versuchsteilnehmer	75
<i>Klinische Experimentalgruppe</i>	75
<i>Kontrollgruppe / Vergleichsgruppe</i>	77
Untersuchungssetting und Untersuchungsdesign	78
Kontrolle der Handbenutzung bei Patienten und Versuchsteilnehmern	79
Beschreibung der angewandten Testverfahren	80
<i>Das Taktile Formerkennen (TFE) als komplexe haptische Wahrnehmungsaufgabe.</i>	82

<i>Das visuell- haptische Formerkennen (TFE- vt) als intermodale Wiedererkennungsaufgabe.....</i>	90
<i>Der Taktile Formenvergleich (TFV) als modalitätsspezifische haptische Wiedererkennungsaufgabe.....</i>	92
<i>Der Stereognosietest für Alltagsgegenstände (STAG) als Aufgabe zum Objekterkennen</i>	96
<i>Die Zwei- Punkt- Diskrimination (2-PD) als Verfahren der Sensibilitätsprüfung.</i>	98
Komponentenanalyse der haptischen Testaufgaben und Definition eines Komplexitätsindex der Tests	101
Statistische Auswertung.....	105
<i>Prüfung auf Normalverteilung, Definition des Skalenniveaus und Überprüfung der Effekte unabhängiger Variablen.....</i>	105
<i>Definition von Leistungsstufen und Konvertierung der Testrohwerte in eine vierstufige Skala von Profilwerten.....</i>	106
<i>Formulierung statistisch überprüfbarer Hypothesen.</i>	108
<i>Angewandte statistische Verfahren zur Hypothesenprüfung</i>	110
ERGEBNISSE.....	112
Die Auswirkung unabhängiger Variablen auf taktile und haptische Leistungen	112
<i>Geschlecht und Bildung wirken sich nicht auf die haptischen Testleistungen aus... </i>	112
<i>Taktile Sensibilität (2- PD) und haptische Wahrnehmungsleistung (TFE –tt) zeigen bei gesunden Versuchsteilnehmern wie auch bei Patienten eine altersbedingte Abnahme in der Gruppe 60 – 80 Jahre.....</i>	112
<i>Aphasie und frontale Schädigung wirken sich nicht auf die haptischen Testleistungen in der Patientengruppe aus.....</i>	113
<i>Die Ätiologie der Hirnschädigung wirkt sich über den Zusammenhang zwischen Alter und Krankheitsursache auf die Testleistung im TFE aus.</i>	114

<i>Die Handbenutzung wirkt sich weder einhändig noch beidhändig auf die Testleistungen aus.....</i>	<i>115</i>
<i>Patientengruppe und Kontrollgruppe unterscheiden sich deutlich in Bezug auf haptische und taktile Wahrnehmungsleistungen.....</i>	<i>117</i>
Die Hierarchie der Testaufgaben als Ausdruck von Stimuluskomplexität, Art der verfügbaren Information und Anwendung von Handlungs-/ Explorationsstrategien.....	120
<i>Die Tests werden nach Schwierigkeitsgraden durch die Rangfolge ihres Aufgabenerfolgs geordnet.....</i>	<i>120</i>
<i>Die Untertestserien im TFE und TFV unterscheiden sich im Schwierigkeitsgrad und zeigen einen Serieneffekt.....</i>	<i>124</i>
<i>Die Aufgabenschwierigkeit ist größer im modalitätsspezifischen haptischen Modus als im intermodalen visuell- haptischen Modus der Information.</i>	<i>126</i>
<i>Die Anwendung von Handlungs- und Explorationsstrategien (Regelanwendung) für die Informationssuche wirkt sich entscheidend auf den Aufgabenerfolg aus.</i>	<i>129</i>
Leistungsprofile der Patienten und hirntraumalogische Syndrome.....	133
<i>Somatosensorische Defizite erklären nur in wenigen Fällen das Auftreten haptischer Wahrnehmungsstörungen.....</i>	<i>133</i>
<i>Die Leistungsprofile der Patienten können als 4 typische Störungsmustern definiert werden</i>	<i>135</i>
<i>Vier Patienten mit parietaler Läsion und neun Patienten ohne parietale Läsion weisen ein Leistungsprofil auf, das für die taktile Agnosie gefordert wird.</i>	<i>139</i>
DISKUSSION	142
Die Qualität nonverbaler haptischer Informationssuche relativiert die Auswirkung von Handbenutzung und Aphasie auf die Testleistung	143
Die Hierarchie der haptischen Testaufgaben führt zu ihrer Einordnung in zwei große Schwierigkeitsstufen.....	144

Die Ergebnisse bei Erwachsenen replizieren Ergebnisse einer Entwicklungsstudie mit gesunden Kindern.....	148
Zur Interpretation haptischer Wahrnehmungsstörungen im Rahmen eines Modells für den pathologischen Leistungsabbau nach erworbener Hirnschädigung.....	149
<i>Die Desorganisation der Informationssuche kann als pathologisches Merkmal gestörter haptischer Wahrnehmungsaktivität und eines Rückgangs auf ein tieferes Niveau der Wahrnehmungsorganisation interpretiert werden.</i>	<i>149</i>
<i>Störungsprofile von Patienten können Ausdruck sowohl eines gestuften wie desorganisierten Abbaus von Leistungen sein.</i>	<i>152</i>
Die Leistungsdissoziation einer taktilen Agnosie kann ohne parietale Läsion auftreten und erfordert keinen parietalen „non-tactual spatial factor“ zu ihrer Erklärung	154
<i>Neuropsychologische Syndromdefinition über Leistungsausfälle versus lokalisatorische Syndromdefinition der klassischen Hirntraumatologie.....</i>	<i>158</i>
Ausblick.....	159
LITERATURVERZEICHNIS	161
ANHANG.....	174
Anhang A: Tabellarische Übersicht der Gruppenstudien seit 1951	174
<i>Literaturverzeichnis zu den Gruppenstudien in Anhang A.....</i>	<i>193</i>
Anhang B: Leistungsprofile von 78 Patienten in den eingesetzten Tests.....	201
Anhang C: Konvertierungstabellen der Testrohwerte in Profilwerte	204
Anhang D: Tabellen zum Ergebnisteil	213
Anhang E: Formblätter / Kodierungsformulare der Tests	229

Einleitung

Hintergrund und Annahmen der Studie

Auftreten und Alltagsrelevanz haptischer Wahrnehmungsstörungen.

Der Tastsinn nimmt unter den menschlichen Sinnen eine Sonderstellung ein. Über von Geburt an blinde oder gehörlose Kinder sowie Personen mit erworbenem totalen Ausfall des Gesichts- oder Hörsinns ist viel berichtet worden. Sie sind Gegenstand umfassender Forschung und sozialer Förderung geworden. Unter den seltenen Berichten über Kinder und Erwachsene mit geburtlicher oder erworbener Schädigung des peripheren somatosensiblen Sinnessystems findet sich hingegen kein Fall eines totalen Ausfalls des Tastsinns. Läßt man hierbei noch die Berichte über Ausfälle des Schmerzempfindens außer Acht, verbleiben nur noch wenige klinische Studien über die Folgen einer nahezu totalen somatosensiblen Sinnesschädigung durch periphere Neuropathie (Cole & Paillard, 1995; Dubovsky & Groban, 1975). Patienten mit einem erworbenen Ausfall des Berührungsempfindens - in der Regel unter Aussparung des Kopfes - fallen mit geschlossenen Augen vom Stuhl, sie können nach langjähriger Rehabilitation nur unter Aufbietung höchster visueller Aufmerksamkeit sitzen, stehen oder gehen. Jede Berührung und Interaktion des Körpers mit der Umwelt muß visuell kontrolliert werden. Alltagshandlungen, die feine Manipulationen erfordern, sind trotz intakter Hand- und Fingermotorik nicht mehr zu bewältigen.

Anders als die Sinne für Sehen, Hören, Gleichgewicht, Geschmack und Geruch, die in eng umgrenzten Organen im Kopf lokalisiert sind, erstreckt sich der Spürsinn über den gesamten Körper. Er ist damit, wie Henry Head bemerkte, nicht nur für partielle periphere Verletzungen und Schädigungen besonders anfällig, sondern zeigt auch aufgrund seiner

komplexen cerebralen Organisation bei Hirnschädigungen vielfältige funktionelle Störungsmuster (Head, 1920). Nach erworbenen cerebralen Schädigungen können neben dem Erkennen der Körperposition in Bezug zur Umwelt weitere Leistungen betroffen sein, die wesentlich auf dem taktil-kinästhetischen Sinnessystem beruhen, wie Schlucken und Kauen bei der oralen Nahrungsaufnahme, Lautbildung und Sprechen sowie schließlich jede Art von Einwirkung auf die Umwelt, vor allem gegenständliche Tätigkeiten mit Einsatz der Hände.

Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf die neuropsychologische Untersuchung der haptisch- stereognostischen Leistungen der menschlichen Hände. Sie erstreckt sich damit auf einen Teilbereich taktil- kinästhetischer Wahrnehmung, der mit dem Wirken und Verändern durch manuelle Berührungen und Interaktionen in einer gegenständlichen Umwelt, mit Handeln im Alltag untrennbar verbunden ist. Allgemein geht es um das Thema, ob und wie eine schwere erworbene Hirnschädigung im Erwachsenenalter sich in Störungen von alltagsrelevanten haptischen Wahrnehmungsleistungen manifestiert und wie die durch eine Hirnschädigung verursachten Leistungsstörungen graduell zu erfassen und klinisch bewertbar zu machen sind.

In klassisch neurologischer und neuropsychologischer Sichtweise wird die „betroffene Hand“ oder „betroffene Körperseite“ mit der kontralateralen Lokalisation der Hirnschädigung in Beziehung gesetzt. In frühen Untersuchungen vor der Einführung von Gruppenstudien mit Kontrollgruppen war es ein übliches methodisches Vorgehen, wie von Head (1920) beschrieben, daß bei einem Patienten die Leistungen der „betroffenen Seite“ mit den Leistungen der nicht betroffenen Seite in Vergleich gesetzt wurden, um zur Beurteilung einer Störung zu kommen. Dieses Vorgehen war vor allem bei peripheren Schädigungen und bei leichteren, örtlich begrenzten zentralen Läsionen anwendbar. Erst in

späteren Studien wurden Befunde über ipsilaterale stereognostische Leistungsminderungen bei contralateraler Schädigung berichtet (Überblick bei Hecaen & Albert, 1978).

Während bei einseitigen peripheren Läsionen und leichten unilateralen corticalen Läsionen eine armbetonte Hemiplegie mit begleitender Sensibilitätsstörung in der Regel durch die Aktivität der nicht-betroffenen Seite und Hand kompensiert wird und keine exekutive Störung für Alltagshandlungen resultiert, ändert sich das Bild bei schweren erworbenen Hirnschädigungen. Durch die optimierte Akutversorgung und Frührehabilitation schwerer Hirnschädigungen sind wir mit Patienten konfrontiert, die neue Störungsbilder zeigen und bereits in der Planung einfacher Alltagshandlungen versagen. Neben den Auffälligkeiten im Alltag weisen sie oft erhebliche Leistungsminderungen in exekutiven Tests auf und zeigen dann in dieser Kombination das Bild einer schweren Ausprägung einer exekutiven Dysfunktion (Peschke & Kringler, 2001). Diese Patienten sind auch nach Mobilisation und ersten Fortschritten nicht in der Lage, die nicht oder weniger betroffene Seite kompensatorisch für eine gelingende Durchführung von Alltagshandlungen einzusetzen, so wie es gesunde Versuchspersonen immer noch können, wenn bei ihnen der Gebrauch von Arm und Bein auf einer Körperseite vollständig unterbunden wird. Die Desorganisation der Patienten im Alltag läßt sich auch nicht auf die „Händigkeit“ des Patienten, d.h. eine stärkere Störung bei Ausfall der bevorzugten Hand zurückführen. Bevorzugungshändigkeit und Leistungshändigkeit definieren unterschiedliche Aspekte des Handgebrauchs, wobei die Unterschiede der Leistungshändigkeit zwischen rechter und linker Hand bei einfachen Verrichtungen als gering anzusehen sind und in den ersten 18 Lebensmonaten der kindlichen Entwicklung auch noch keine eindeutige Bevorzugungshändigkeit auftritt (Preilowski, 1999). In Bezug auf die ausführende Hand kann bei primären Alltagshandlungen von vergleichbaren Fähigkeiten der linken und rechten Hand ausgegangen werden.

Goldenberg und Hagmann (1998) führen als Erklärung für die fehlende Kompensation und offensichtliche Desorganisation in vertrauten Alltagshandlungen am Beispiel apraktischer Störungen nach linkshemispherischer Schädigung an, daß vertraute Handlungen und gewohnte Routinen bei Ausführung mit nur einer Körperseite und Hand eine neue Organisation der Handhabungen und Abläufe erfordern, deren Mißlingen dann Ausdruck einer kognitiven Störung, z.B. einer Apraxie oder auch einer exekutiven Dysfunktion sein kann. Da Patienten nach schweren Hirnschädigungen neben den sensomotorischen Störungen und Behinderungen in der Regel weitere perzeptive und kognitive Störungen aufweisen, werden die Auffälligkeiten der Desorganisation in Alltagshandlungen, die über die sensomotorische Behinderung durch die betroffene Seite hinausgehen, oft vollständig den begleitenden kognitiven Störungen zugeschrieben. Diese betreffen u.a. bei linkshemisphärischen Läsionen aphasische und apraktische Störungen, bei rechtshemisphärischen Läsionen räumlich- konstruktive Störungen und Neglectphänomene.

Routinemäßig werden für den klinischen Befund visuelle Wahrnehmungsleistungen untersucht, da die Auswirkungen z.B. eines schweren visuellen Neglect auf die Ausführung von Alltagshandlungen beträchtlich sind. Selten werden taktile und haptische Wahrnehmungsleistungen im Hinblick auf exekutive Störungen im Alltag abgeklärt, obwohl der Einsatz der Hände (s. Abbildung 1) in Alltagshandlungen allgegenwärtig ist.

Abbildung 1:
Nonverbales Führen eines Patienten in
einer Alltagstätigkeit



Im Unterschied zu den einfachen somatosensiblen Prüfungen im neurologischen Befund gehört die Diagnostik alltagsrelevanter haptisch- stereognostischer Wahrnehmungsleistungen

bisher nicht zu den Untersuchungsstandards des Neuropsychologen, vermutlich auch, weil in deutschsprachigen neuropsychologischen Lehrbüchern (Cramon; Mai & Ziegler, 1993; Hartje & Poeck, 1997; Sturm, Hermann & Wallesch, 2000) Leistungsstörungen auf dem Gebiet des Tastsinns und ihre diagnostische Abklärung als eigenes Thema nicht vertreten sind. Es fehlen daher Erklärungsmodelle, die in das Verständnis von Handlungsstörungen im Alltag auch haptische Wahrnehmungsstörungen einbeziehen. Ebenso gilt dies für die Exekutivfunktionen bzw. die exekutive Dysfunktion (EDF). Unter dem neuen begrifflichen Dach der exekutiven (vormals frontalen) Funktionen bzw. einer „exekutiven Dysfunktion (EDF)“ werden mehrere kognitive Subfunktionen und Komponenten problemlösender Prozesse wie z.B. Informationsanalyse, Hypothesenbildung, Planung und Kontrolle von Handlungsabfolgen subsummiert (vgl. Cramon & Matthes -von Cramon, 1993; Karnath & Sturm, 1997; Matthes -von Cramon & Cramon, 2000). Beispielsweise sind an der Komponente der Informationsanalyse (Informationssuche) sowohl visuelle wie auch haptische Wahrnehmungsleistungen beteiligt, wenn gegenständliche Handlungen im Alltag ausgeführt werden.

Vergleichende Entwicklungsstudien mit gesunden, blinden, gehörlosen und sinnesgesunden, aber sprach- und wahrnehmungsgestörten Kindern anhand einer komplexen haptischen Wahrnehmungsaufgabe¹ sowie begleitende Verhaltensbeobachtungen im Alltag führten zu der Annahme, daß die Ausführung von nonverbalen Alltagshandlungen eine komplexe Wahrnehmungsorganisation erfordert und jede Alltagshandlung höhere haptische Wahrnehmungsleistungen umfaßt (Affolter & Stricker, 1980; Affolter & Bischofberger, 2000; Bischofberger, 1989). Während die nur sinnesgeschädigten blinden und gehörlosen Kinder in dem haptischen Test wie im Alltag, wenn auch zeitlich verzögert, zu gleichen Leistungen kamen wie die gesunden Kinder, zerfielen bei den sprach- und

wahrnehmungsgestörten Kindern aller Altersstufen die Leistungen sowohl in haptischen Testaufgaben wie auch in nonverbalen Alltagsgeschehnissen.

In zwei Pilotstudien mit hirngeschädigten Erwachsenen wurde die Leistung in den gleichen haptischen Wahrnehmungsaufgaben wie in den obigen Entwicklungsstudien ebenfalls mit nonverbalen Handlungen im Alltag verglichen. Die Mehrzahl der Patienten war sowohl im Test wie im Alltagsgeschehnis leicht auffällig bis schwerst gestört und zeigte im Test und Alltag ähnliche Leistungsausfälle (Bischofberger, Affolter & Peschke, 1995; Peschke, Fischer, Affolter & Bischofberger, 1998, 2000).

Die Befunde bei den Kindern und später die Ergebnisse bei den Erwachsenen wurden dahingehend interpretiert, daß die manuelle Ausführung von Handlungen mit Gegenständen – als Test- oder Alltagsleistung – hohe Anforderungen an die haptische Wahrnehmungsorganisation und allgemeine Organisation im Gehirn stellt und es unter der Bedingung einer kindlichen Wahrnehmungsstörung oder adulten erworbenen Hirnschädigung zu einem Zerfall von Leistungen kommt, an denen haptisch- perzeptive Funktionen beteiligt sind.

Die Klinik zeigte weiterhin in der Verhaltensbeobachtung und im Test, daß erwachsene Patienten nicht nur auf der betroffenen Seite gravierende Auffälligkeiten der taktilen Exploration und gegenständlichen Interaktion aufwiesen, sondern auch bei Ausführungen mit der nicht oder nur geringfügig betroffenen Seite. Die neuropsychologische Testung ergab dann häufig an der betroffenen Hand eine Sensibilitätsminderung oder ein schweres sensorischen Defizit (SD) mit einer Astereognosie beim Erkennen von Alltagsgegenständen, während die nicht oder nur leicht betroffene Hand in der Sensibilitätsprüfung und Stereognosie für Alltagsgegenstände unauffällig blieb. Führte man dann die Untersuchung mit einem komplexen haptischen Test (in diesem Fall dem Taktilen Formerkennungstest

¹ Taktiles Formerkennungstest (TFE) von Affolter (s. S. 78)

TFE) weiter, bei dem die nicht betroffene Hand bzw. wenn möglich beide Hände eingesetzt werden konnten, traten neue Leistungsminderungen auf, die nicht auf die Behinderung auf der betroffenen Seite zurückgeführt werden konnten. Die Wahrnehmungsprobleme schwer betroffener Patienten wurden vor allem bei komplexen Aufgaben wie dem taktilen Formerkennen deutlich.

Beobachtungen von Leistungsveränderungen beim Wechsel der Aufgaben in der klinischen Untersuchung haptischer Leistungen.

Führt man die Hände einer gesunden Versuchsperson mit den eigenen Händen zum Berühren, Umfassen, Herausnehmen, Aufnehmen, Abtasten, Einlegen oder Weglegen der hölzernen Testformen einer haptischen Formerkennungsaufgabe in einer Tastbox (s. Abbildung 2), dann sind die Hände und Finger der Versuchsperson weich und beweglich, sie „gehen mit“ und scheinen gelehrt zu



Abbildung 2

„begreifen“, was ihnen vermittelt wird. Sie passen sich sowohl den Händen und Fingerbewegungen des Versuchsleiters an als auch den Formen, die erkundet und ineinandergebracht werden. Gesunde Hände haben eine „spürbare Intelligenz“, sie „denken mit“. Die Hände vieler Patienten dagegen sind in der gegenständlichen Berührung schlaff oder steif und fest, die Finger schwer zu bewegen. Sie scheinen „wie aus Blei“, bleiben an der Unterlage oder Form „kleben“ und gehen nicht mit Leichtigkeit mit bei wechselndem Berühren, Umfassen, Loslassen, das zum Explorieren gehört. Manche Hände scheinen „begriffsstutzig“ im Wortsinne, d.h. sie „stutzen“ und stoppen beim tastenden Ergreifen und Begreifen der Formen oder bleiben kraftlos und ohne Spannung. Sie scheinen „ungelehrt“ und passen sich weder den Fingerbewegungen des Versuchsleiters an noch dem Gegenstand.

Das kann so weit gehen, daß beim Versuchsleiter Gefühle von Ungeduld und leichtem Ärger aufkeimen, die, sobald sie bewußt werden, ihn darauf aufmerksam machen, daß deutlichere Widerstandsveränderungen und spürbarere Kontraste für das Verständnis benötigt werden.

Während gesunde Versuchspersonen beim Spüren oft geradeaus ohne zu Fixieren mit einem „Blick ins Leere“ schauen, wenden sich Patienten häufiger dem Versuchsleiter zu, als könnten sie durch das Fixieren und Beobachten seiner Aktivität Information erhalten, die ihnen bei der Schwierigkeit des Spürens weiterhilft. Gesunde Versuchspersonen übernehmen in der Regel nach der zweiten oder dritten Form aktiv die Handlungen in der Tastbox und kommen schnell zur vollständigen Handlung, um das Ziel zu erreichen. Ihr Übergang zur Ausführung zeigt an, daß sie schnell Information extrahieren und für ihr Verständnis der Aufgabe auswerten konnten. Viele Patienten benötigen in der Regel zweifach den geführten Durchgang mit allen vier Instruktionsformen, um zumindest zur Reproduktion der unerlässlichen Schritte zum Ziel zu kommen. Einige Patienten kommen nur zum Verständnis von Teilaspekten der Aufgabe, aber nicht zur selbständigen Reproduktion der Handlungssequenzen, die zum Ziel führen und müssen als „nicht testbar“ beurteilt werden.

Wechselt man bei den „nicht testbaren“ Patienten die Aufgabe und legt ihnen Karten zum Anschauen auf die Tastbox (s. Abbildung 3), auf denen eben jene Formen als Umriß abgebildet sind, mit denen sie gerade ohne „Aufgabenerfolg“ hantiert haben, ändert sich wiederum ihr Verhalten. Ihre Hände werden beim Führen der neuen Aufgabe beweglicher, scheinen spürbar

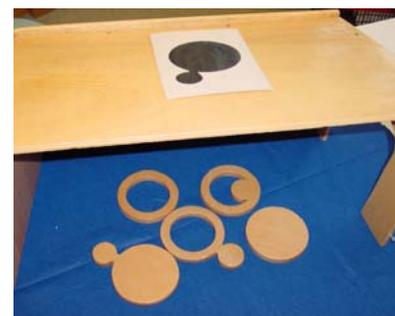


Abbildung 3

„aufzuwachen“ und eine „Idee“ zu bekommen, was sie machen können. In der Regel schon nach der zweiten Form, die herausgesucht und auf das Abbild gelegt wird, wird die gewünschte Handlung reproduziert und Aufgabenverständnis und „Testbarkeit“ sind vorhanden. Es ist immer wieder erstaunlich zu sehen und zu spüren, wie Hände und Finger

von Patienten, die unter der einen Aufgabenbedingung „wie eingefroren“ und motorisch gestört und behindert wirken, in einer anderen Aufgabensituation motorisch beweglich bis „normal“ werden. Schon aus diesen Beobachtungen kann vermutet werden, daß Motorik und taktile Wahrnehmung keine unabhängigen und festen Größen sind, sondern in der haptischen Wahrnehmungsaktivität je nach Verständnis unterschiedlich zusammenspielen können.

Dieses häufig beobachtete Verhalten legt den Gedanken nahe, ob nicht die üblichen Sensibilitätsprüfungen und Testaufgaben bis zum Niveau der Stereognosie von Einzelgegenständen bisher zu kurz gegriffen haben, um alltagsrelevante haptische Wahrnehmungsstörungen zu erfassen. Es kann weiterhin bedeuten, daß Alltagshandlungen, bei denen in der Regel mehrere Gegenstände aufeinander wirken, Anforderungen an die haptische Wahrnehmung stellen, die über das taktile Erkennen von Einzelobjekten (Stereognosie) weit hinausgehen.

Damit wird der Blick auf die Analyse bisher vorhandener Tests und insbesondere auf die in dieser Studie eingesetzten Testaufgaben gelenkt. Es soll untersucht werden, welche Komponenten zur Komplexität einer haptischen Aufgabe und ihrem Schwierigkeitsgrad beitragen, um den Aspekt der Alltagsrelevanz haptischer Wahrnehmungsleistungen angemessener zu erfassen.

Annahme eines Zusammenhangs zwischen Aufgabenkomplexität und Ausmaß des Leistungszurfalls bei haptischen Wahrnehmungsstörungen

Um die Komplexität von Testaufgaben zu untersuchen, können verschiedene Zugangswege gewählt werden:

- Unterschiedliche Testaufgaben werden Versuchspersonen vorgelegt und nach dem Erfolg ihrer Bearbeitung gewichtet. Als Maße dienen z.B. Reaktionszeiten

(RZ) oder Fehlerhäufigkeit. Der Erfolg wird dabei als Funktion des Schwierigkeitsgrades der Aufgabe verstanden.

- In Entwicklungsstudien werden Testaufgaben Kindern verschiedener Altersstufen vorgelegt. Der Aufgabenerfolg wird dabei einerseits als Funktion der sich entwickelnden psychischen Organisation oder Fähigkeit verstanden, andererseits als Funktion des Schwierigkeitsgrades der Aufgabe. Z.B. werden Aufgaben mit hohem Schwierigkeitsgrad mit gutem Erfolg von älteren Kindern bearbeitet, während jüngere Kinder zunächst nur leichte Aufgaben mit gutem Erfolg bearbeiten.

Der Schwierigkeitsgrad einer Wahrnehmungsaufgabe wird als Funktion ihrer Komplexität aufgefaßt, wobei die Komplexität von Stimulusmerkmalen im Vordergrund steht vor weiteren Aufgabenbedingungen. Hatwell, Orliaguet und Brouty (1990) berichten, daß vergleichbar mit Entwicklungsstudien zur visuellen Wahrnehmung auch bei haptischer Wahrnehmung jüngere Kinder weniger und dem Aufgabenziel unangepaßtere Wahrnehmungsaktivität (haptic exploration) zeigen als ältere Kinder. Es besteht eine Interaktion zwischen Stimuli (object properties), Aufgabenbedingungen (task requirements) und explorativer Informationssuche (haptic exploratory movements, haptic scanning strategies), die vergleichbar auch in anderen Entwicklungsstudien (Affolter & Stricker, 1980; Benton, 1949; Heydorn, 1985; Kershman, 1976) und weiteren Studien gefunden wurde (Cairns, 1978; Davidson, 1972; Freides, 1975; Lakatos & Marks, 1999; Locher & Simmons, 1978).

Benton (1949) entwickelte einen Stereognosietest mit acht Alltagsgegenständen und fand bei 3 – 6 jährigen Vorschulkindern einen Zuwachs im Aufgabenerfolg mit dem Alter. Heydorn (1985) untersuchte mit dem Stereognosietest von Benton vier anschließende Altersgruppen ab 4 bis 13 Jahre sowie eine Erwachsenengruppe und stellte im Ergebnis

ebenfalls fest, daß die stereognostische Leistung mit dem Alter zunahm. Affolter und Stricker (1980) erhielten mit einer komplexen haptischen Aufgabe (TFE) mit unterschiedlicher Stimuluskomplexität in drei Serien sowohl einen statistisch signifikanten Alterseffekt in 7 Altersgruppen (3 bis 9 Jahre) als auch einen Serieneffekt als Funktion der Stimuluskomplexität. Mit dem Ziel, Voraussetzungen (prerequisites) für das Lesen der Braille- Schrift zu definieren, untersuchte Kershman (1976) blinde Kinder aus der Vorschule und 2 Schulstufen mit fünf unterschiedlichen Aufgaben. Für die Studie wurde explizit das Ziel formuliert, die Testaufgaben in eine hierarchische Abstufung zu bringen. Für die Auswahl ihrer Testaufgaben legte Kershman zwei Befunde aus der Literatur zugrunde:

- In der kindlichen Entwicklung werden zuerst große Bewegungen vor feinen Handbewegungen zur haptische Exploration von Gegenständen ausgeführt und zuerst die ganze Hand, später gezielt Finger und Fingerspitzen eingesetzt
- haptische Exploration (active touch) wird von Kindern früher eingesetzt als passive touch (Diskrimination von Reizen an der Hautoberfläche, wie bei Braille- Punkten)

In einem „Scalogramm“ wurden die Leistungen der Kinder in den fünf Tests tabellarisch aufgetragen, wobei nur Erfolg (1) oder nicht Erfolg (0) im Test über einen cutting- score ausgewertet wurden. Aus dem Scalogramm wurde folgende Hierarchie des aufsteigenden Schwierigkeitsgrades der Tests nach dem Kriterium ihres Aufgabenerfolgs in den Alterstufen abgeleitet: Diskrimination von 1) großen festen geometrischen Formen, 2) kleineren flachen puzzleähnlichen Figuren, 3) geometrischen Figuren aus erhabenen Punkten, 4) reliefartigen Figuren aus durchgehenden Linien 5) Braille- Punktfiguren und Punktfiguren vom Optacon- Gerät.

In klinischen Studien mit Erwachsenen mit erworbenen Hirnschädigungen wurden bisher keine Untersuchungen durchgeführt, die in ähnlicher Weise die Komplexität und

Hierarchie haptischer Wahrnehmungsaufgaben zum Inhalt der Untersuchung machten. Als Thema erwähnt wurde die Aufgabenkomplexität in drei Gruppenstudien nach 1950 (s. Tabelle 3) und in der Studie von Rodel (1981) über perzeptiv- räumliche Fähigkeiten.

Externe Aufgabenbedingungen und interne Hirnorganisation / Hirnschädigung sind verschiedene Aspekte von Leistungsstörungen.

Mit der Annahme einer Interaktion zwischen der Komplexität von Testaufgaben und Wahrnehmungsstörungen ist das Problem der Konstanzannahme in klinischen Untersuchungen verbunden und das damit zusammenhängende Problem der Interpretation von Befunden, wenn „äußere“ Aufgabenbedingungen und nach einer Hirnschädigung auch „innere“ Wahrnehmungsbedingungen variieren. In der experimentellen Psychologie werden die „äußeren“ Bedingungen der Aufgaben verändert, um zu differenzierenden Aussagen über die „inneren“ psychischen Funktionen zu kommen. Dabei werden die „inneren“ Bedingungen der Organisation im Gehirn als vergleichbar konstant angenommen, da es sich um gesunde, d.h. nicht hirngeschädigte Personen handelt. Während die „äußeren“ Bedingungen der Aufgaben und Stimuli objektiv beschreibbar sind und die Leistungen von Kontrollpersonen und Patienten bei der zielgerichteten Aufgabenbewältigung ebenfalls objektiv beobachtbar und beschreibbar sowie in Form von Leistungsparametern auch meßbar sind, ist ein unmittelbarer Zugang zu den „inneren“ Bedingungen der Hirnprozesse nicht möglich. Den „inneren“ Bedingungen können wir uns nur indirekt auf dem Weg der Interpretation von Leistungen nähern.

Bei klinischen Studien mit Patienten richtet sich das Interesse vor allem auf die „inneren“ Bedingungen“ der durch die Hirnschädigung veränderten Organisation der Prozesse im Gehirn. Dabei kann bei der Interpretation von Befunden verschiedener Studien leicht übersehen werden, daß die gegenteilige Konstanzannahme nicht erfüllt ist, die „äußeren“

Bedingungen“ der Aufgaben seien nicht variiert worden, nur weil Testaufgaben äußerlich gleich erschienen oder gleich benannt wurden.

Bei der Interpretation von Befunden über taktile „form perception“ unterschiedlicher Studien ist zu beachten, ob die dargebotenen Formen z.B. Alltagsgegenstände, abstrakte dreidimensionale Körper oder tastbare Reliefs sind, ob die das Ergebnis vermittelnde Aktivität im taktilen Auffinden eines Vergleichsgegenstandes (matching) besteht, im visuellen Auswählen der gesuchten Form aus einer Reihe von gezeichneten Formen, im visuo- konstruktiven Aufzeichnen der Form oder im verbalen Benennen der Form. Es ist offensichtlich, daß die beschriebenen Möglichkeiten, die Leistung „form perception“ zu testen, zu unterschiedlichen Aufgabenbedingungen und Leistungskomponenten führen und jeweils verschiedene „Gesamtleistungen“ darstellen. Benton (1983) hat die tatsächliche Heterogenität von Testaufgaben hinter einheitlichen Benennungen als eine Erklärung für verwirrend widersprüchliche Ergebnisse von klinischen Studien zur taktilen Wahrnehmung angeführt.

Die vorliegende Untersuchung soll auch dazu beitragen, die äußeren Aufgabenbedingungen haptischer Testleistungen durch eine Komponentenanalyse und Überprüfung der Schwierigkeitshierarchie kontrollierbarer zu machen und damit eine zu fordernde deutlichen Abgrenzung der Aufgabenbedingungen von den Bedingungen der perzeptiven und kognitiven Hirnorganisation ermöglichen.

Annahme eines Modells über den Aufbau (Entwicklung) und Abbau (Pathologie) von Hirnleistungen und seine Bedeutung für individuelle Störungsprofile

Eine weitere Vorüberlegung bezog sich auf den klinisch beobachtbaren Abbau und Zerfall von Wahrnehmungsleistungen nach einer Hirnschädigung und auf die Frage, wie diese Prozesse in einem dynamischen Modell gestörter Funktionen interpretiert werden

können. Hierfür wurde folgende Modellvorstellung über den Aufbau und Abbau von Leistungen angenommen:

Die funktionelle Organisation im Gehirn ist nicht von Geburt an fertig vorhanden, sondern entwickelt sich in der Lebensspanne des Menschen von einfachen zu komplexen Strukturen. Um mit den Erfahrungen „mitzuwachsen“, muß sie dynamisch und plastisch veränderbar sein. Nach Hirnschädigungen bildet der dynamische „Umbau“ der funktionellen Organisation einen wesentlichen Aspekt der neuronalen Plastizität, auf der jede Rehabilitation beruht.

Leistungen liegen cerebrale Funktionen zugrunde, die nach dem klassischen neuropsychologischen Paradigma im Gehirn örtlich lokalisierbar sind. Die Trennung von Leistung und Funktion erfordert dabei, daß nicht unmittelbar Testleistungen mit der Lokalisation von Hirnläsionen in Beziehung gesetzt werden können, sondern nur vermittelt über die an der Testleistung beteiligten Funktionen. Den verschiedenen (modularen oder konnektionistischen) Modellen über die funktionelle Organisation von perzeptiven und kognitiven Leistungen im Gehirn (vgl. Creutzfeld, 1983; Luria, 1970; Willmes, 2000, Singer, 2002) ist gemeinsam, daß die „funktionellen Systeme“, „Units“ oder „Module“ informationsverarbeitende Prozesse ordnen und hierarchisch strukturieren. Die neuronale „Architektur“ eines funktionellen Systems, einer Unit oder eines Moduls kann dabei örtlich begrenzte Hirnareale oder weiter verteilte anatomische Strukturen des Gehirns umfassen, je nach inhaltlicher Bestimmung und Aufgabe der Funktion (Luria, 1970). Umfaßt eine örtliche Hirnläsion wesentliche Teile der Architektur bzw. des neuronalen Netzwerks einer Funktion, kommt es zu ihrem Totalausfall mit massiven Leistungsstörungen. In der Regel betrifft die Läsion aber nur Teile der funktionellen Architektur bzw. des Netzwerks und resultiert in einer Desorganisation der Funktion. Diese zeigt sich dann wiederum in einem Abbau aller Leistungen, an der die Funktion beteiligt ist.

Hughlings Jackson (1884) hatte ausgehend von klinischen Beobachtungen bei motorischen Leistungsstörungen bereits vermutet, daß nach einer Hirnschädigung die Hierarchie der Funktionen abgebaut wird. Er beobachtete, daß bereits bei leichter Schädigung die komplexen Funktionen zerfallen, während einfacher und robust organisierte Funktionen erst als Folge schwerer Hirnschädigungen Ausfälle zeigen. Der Abbau der Leistungen spiegelt dabei den Zerfall der funktionellen Organisation wider, d.h., komplexe Leistungen leiden schon bei leichter Schädigung, während einfache Leistungen erst bei schwerer Schädigung ausfallen.

Nach dem klassischen Leistungsprinzip der Hirntraumatologie kann das Ziel einer Leistung auf unterschiedlichen Wegen realisiert werden. Head (1920) führt an, daß es infolge einer Hirnschädigung spontan zu einem Umbau, einer Umorganisation in der Verwirklichung der Leistung kommen kann, um das ursprüngliche Ziel zu erreichen. Das kann bedeuten, daß die Leistung nicht mehr mit dem gleichen Erfolg wie ursprünglich ausgeführt wird und der Umbau der Leistung „symptomatische“ Züge trägt. Das ermöglicht, von einer symptomatisch veränderten Leistungsumsetzung auf Störungen der funktionellen Organisation zu schließen.

Der Leistungsabbau kann sich in einer quantitativen Minderung der Leistung, in einer qualitativen Veränderung der Leistung oder auch im Rückgang auf ein insgesamt niedrigeres Leistungsniveau zeigen. Die letztere Annahme nimmt Bezug auf entwicklungspsychologische Forschungen von Piaget (1969, 1974). Untersuchungen zur Entwicklung der perzeptiven und kognitiven Leistungen bei Säuglingen, Kleinkindern und Kindern zeigten einen Zuwachs und eine Entwicklung von Leistungen mit dem Lebensalter. Die Entwicklung der Leistungen erfolgt nach Piaget nicht kontinuierlich, linear und stetig Monat um Monat in der Zeit, sondern „in Sprüngen“, mit großen zeitlichen Abständen zwischen unterscheidbaren Leistungsniveaus. Piaget`s Stufenmodell der Entwicklung enthält

das Verständnis eines dynamischen Prozesses beim Übergang von tieferen zu höheren Entwicklungsniveaus mit dem Auftreten von Krisen und paradoxen Leistungsveränderungen, die durch die Lockerung der alten Organisationsstruktur und Reintegration einfacher Leistungen in das komplexere neue Organisationsniveau verursacht werden. Piaget nahm für die gestuften Entwicklungsniveaus entsprechende Entwicklungsniveaus der Organisation der Hirnprozesse an.

Piaget hat sich in seinen entwicklungspsychologischen Studien nicht mit abweichender, pathologischer Entwicklung befaßt. Sein Entwicklungsmodell bezieht sich auf sinnesgesunde und cerebral nicht geschädigte Kinder. Leistungsprofile sinnesgeschädigter sowie sprach- und wahrnehmungsgestörter Kinder hat die St. Gallener Gruppe um Felicie Affolter untersucht (Affolter, 1974; 1976,1987; Affolter, Brubaker & Bischofberger, 1974; Affolter & Stricker, 1980; Affolter & Bischofberger, 2000). In einer zusammenfassenden Darstellung ihrer Forschungsergebnisse interpretieren Affolter und Bischofberger (2000) die abweichenden Leistungen wahrnehmungsgestörter Kinder, die durchgängig auf allen Altersstufen vorhanden sind, als Ausdruck einer gestörten Wahrnehmungsorganisation, die nicht einfach einem niedrigeren Niveau entspricht - vergleichbar mit dem Stand jüngerer gesunder Kinder auf einer tieferen Entwicklungsstufe - sondern durch abweichende qualitative Merkmale gekennzeichnet ist. Wahrnehmungsgestörte Kinder befinden sich nicht auf einer nur tieferen Stufe der Entwicklung, sondern auf einer andersartigen. Daß bei wahrnehmungsgestörten Kindern nicht eine gestörte Stufe der Entwicklung auf tieferen „normale Stufen“ aufsetzt, sondern keine systematische Stufenfolge wie bei Piaget's gesunden Kindern aufzufinden war, hat sie zur Annahme einer gestörten „Wurzel der Entwicklung“ und eines entsprechenden Entwicklungsmodells geführt.

Im Sinne der obigen Ausführungen war ein weiteres Ziel der Untersuchung, die Annahme zu überprüfen, ob der Zerfall haptischer Wahrnehmungsleistungen nach einer

Hirnschädigung bei Erwachsenen im Hinblick auf das Modell des Abbaus von Leistungen ebenfalls regelhafte Züge trägt. Voraussetzung für diese Analyse ist die Überprüfung, ob die angewandten Testaufgaben sich in eine Hierarchie ordnen lassen entsprechend ihrer Komplexität.

Die Aspekte für die Komponentenanalyse und Definition der Komplexität der Testaufgaben mußten aus dem Forschungsstand zur ungestörten taktilen und haptischen Wahrnehmung gewonnen werden. Im folgenden Kapitel wird deshalb der Forschungsstand in seiner Entwicklung mit Bezug auf seine Bedeutung für die Testverfahren referiert.

Daran schließt sich ein Kapitel an, in dem die klinische Untersuchung gestörter taktiler und haptischer Wahrnehmung in Einzel- und Gruppenstudien im Zusammenhang mit neuropsychologischen Erklärungsmodellen dargestellt wird. Die Erklärungsmodelle von Störungen des Tastsinns der klassischen Hirntraumatologie und jüngeren Neuropsychologie nehmen Bezug auf typische Leistungsprofile bzw. Leistungsdissoziationen wie z.B. bei der taktilen Agnosie, die mit differenzierten Testaufgaben erfaßt wurden. Der referierte Forschungsstand in beiden Kapiteln diene sowohl als Grundlage für die Auswahl der Testverfahren der Studie als auch als Hintergrund für die Definition von Leistungsprofilen und ihre Konsequenzen für das Verständnis haptischer Wahrnehmungsstörungen.

Im Anschluß und mit Bezug auf den referierten Forschungsstand werden am Ende der Einleitung die speziellen Fragestellungen zusammengefaßt, die in der Studie statistisch überprüft wurden.

Forschungsstand zu Leistungen und Aspekten des Tastsinns

Explorationsbewegungen sind konstituierend für die Tastwahrnehmung.

Die Auffassung darüber, was taktile bzw. haptische Wahrnehmung umfaßt und kennzeichnet, hat sich seit der klassischen Arbeit von Weber über „Tastsinn und Gemeingefühl“ (1905, Original 1846) zum Teil recht kontrovers entwickelt.

Die erste Kontroverse betraf die Rolle der Bewegung in der taktilen Wahrnehmung, d.h. die Frage, ob auch die durch tastende Erkundungsbewegungen vermittelten Perzepte und damit die umweltbezogene Wahrnehmungsaktivität Forschungsgegenstand sein sollte oder ob mit den Untersuchungen der Sensibilitätsleistungen an der Hautoberfläche bereits alle wesentlichen Aspekte des Tastsinns untersuchbar seien.

Webers erste Beobachtungen, die sich heute ohne Weiteres in ein kognitives Informationsverarbeitungsmodell taktiler Widerstandsinformation einordnen lassen, gingen davon aus, daß zum Erkennen der Umwelt ein Wechsel von Bewegen und Wahrnehmen nötig ist:

Wo daher die eigene Bewegung oder die Bewegung der zu empfindenden Objekte keine hinreichend bemerkbare Abänderung der Empfindung hervorbringt, gelingt es uns nicht, auch bei der größten Aufmerksamkeit, die Objekte von unseren empfindlichen Teilen zu unterscheiden. (Weber, 1905, S. 18)

...so erkennen wir durch den Drucksinn der Haut, zumal wenn er durch die eigene absichtliche Bewegung unterstützt wird, unsere eigene bewegende Kraft und die uns Widerstand leistenden Kräfte der Körper. (S. 92)

In der Folgezeit wurde die experimentelle Erforschung des Tastsinns im 19. Jahrhundert hauptsächlich auf die Sensibilitätsleistungen der Hautoberfläche ausgerichtet, vor allem

durch v. Frey, wobei die Untersuchung am unbeweglichen, d.h. dem im Labor strikt motorisch passiv gehaltenen Körper durchgeführt wurde. David Katz kritisiert in der ersten Monographie über den „Aufbau der Tastwelt“ (Katz, 1969, Original 1925) diesen über lange Jahre dominierenden methodischen Ansatz als einseitig und der Natur des Tastsinns nicht angemessen und erinnert wieder an die ursprünglichen Gedanken Webers. In seinen detaillierten Beschreibungen der Arten von Tastphänomenen ordnet Katz das „Berührtwerden“ einem subjektiven Pol und das „Berühren“ einem objektiven Pol des Tastsinns zu und stellt heraus, daß Eigenbewegung immer zum objektivierenden gegenständlichen Erkennen führt. Katz beschreibt verschiedene Bewegungsarten der Hände und Finger, die notwendig sind, um verschiedene Objekteigenschaften wie Härte, Rauheit, Textur oder Form erkennen zu können, in dem Bemühen „die Bewegung grundsätzlich als einen elementaren gestaltenden Faktor der Tastphänomene herauszuheben“ (Katz, 1969, S. 58).

Aber geht die Bewegung auch gleichzeitig und gleichwertig in das Perzept und in die gespeicherte Erfahrung mit ein, aus der sie dann wieder hervorgeholt werden kann? So notwendig sie für Katz zur Erzeugung der „Tastgebilde“ ist, „...so wenig tritt subjektive Bewegung als einer ihrer Teilinhalte in Erscheinung“ (Katz, 1969, S.63). Seine Bemerkungen über die Beziehung zwischen Wahrnehmungsaktivität und haptischem Perzept thematisieren eine noch immer offene Frage:

Dem Tastsinn eignet, wie wir sehen werden, die Eigentümlichkeit, auf Reizverläufe mit Gebilden zu reagieren, denen nichts von Bewegung, und zwar in keiner Form, mehr als wesentlich anzugehören scheint. Es ist als werde die kinematische Form des Reizes in die statische der Eigenschaft eines Körpers transformiert.“ (Katz, 1969, S. 62)

Viktor von Weizsäcker beschreibt in seiner Arbeit über die Theorie der Einheit von Wahrnehmen und Bewegen (v. Weizsäcker, 1940) diese Transformationen von Bewegung in Wahrnehmung und von Wahrnehmung in Bewegung als gegenseitige Ersetzungen im biologischen Akt zwischen Lebewesen und Umwelt und macht ebenfalls auf das Problem aufmerksam, daß beide Aspekte nicht gleichzeitig wahrnehmbar werden:

Jeder Akt ist Wahrnehmen und Bewegen. Aber ich kann im Wahrnehmen die es ermöglichende Bewegung nicht wahrnehmen und kann im Bewegen die es bedingende Wahrnehmung nicht vollziehen. Insofern ist das Bewegen ein Es-nicht-Wahrnehmen und das Wahrnehmen ein Es-nicht- Bewegen. Sie stehen im Verhältnis gegenseitiger Verborgenheit.(S. 201).

James J. Gibson knüpft in seinen „Observations on Active Touch“ (Gibson, 1962) an Katz an und führt die Unterscheidung zwischen „active touch“ und „passive touch“ ein, wobei „active touch“ auf das Erkennen der Umwelt durch das aktive, informationssuchende Individuum gerichtet ist. „Active touch“ hat multimodalen Charakter, da durch Berührungskontakt und Erkundungsbewegungen taktile und kinästhetische Informationen integriert werden. In den Handbuchartikeln von Kennedy (1978) und Loomis & Lederman (1986) zur taktilen Wahrnehmung wird die Unterscheidung von Gibson aufgegriffen und „active touch“ als multimodales taktil- kinästhetisches Wahrnehmungssystem unter dem Begriff „Haptics“ zusammengefaßt, in Abgrenzung zur Hautsensibilität als „passive touch“. Die Qualitäten der sensiblen Wahrnehmung – Widerstand/Druck, Wärme und Kälte, Schmerz und Vibration – die heute relativ genau bestimmten Sensoren in der Haut und Leitungscharakteristika von Fasern zugeordnet werden können, werden nicht als eigene Sinnesmodalitäten bezeichnet.

Integriert werden beim „active touch“ taktile Reizeindrücke bzw. Informationen über die Kontaktfläche, d.h. über räumliche Anordnungen innerhalb von Umweltoberflächen

unter der Berührungsfläche wie z.B. Spitzen, Kanten, Lücken und Gitter (Johnson & Philipps, 1981; Phillips & Johnson, 1981 a, 1981b) mit Information aus Dehnungsgradienten der Haut und Informationen aus den Stellungs- und Bewegungsrezeptoren in Muskeln und Gelenken. Information über Bewegungen der Körperteile vermitteln auch die Dehnungsgradienten in der Hautschicht, vor allem im Bereich um die Gelenke. Für die Hände gilt dabei als Besonderheit, daß nicht alle Fingergelenke über Gelenksensoren verfügen und der Anteil der Mechanosensoren in der Haut für die Kinästhesie, d.h. die Bewegungsinformation, hier höher ist als in anderen Körperbereichen. Dies führt zur verstärkten Abhängigkeit der Finger- und Handbewegungen von taktiler sensorischer Information, wobei taktile Sensibilitätsstörungen dann massive Bewegungsstörungen zur Folge haben können (Rothwell; Traub, Day, Obeso, Thomas & Marsden, 1982).

In der vorliegenden Arbeit wird haptische Wahrnehmung synonym für „active touch“ und „taktil- kinästhetische Wahrnehmung“ gebraucht. Die Unterscheidung zwischen „active touch“ und „passive touch“ wird auch für eine pragmatische Unterteilung und Zuordnung der Testverfahren (s.u.) aufgegriffen.

Gibson führt in seiner Monographie über die Sinne als Wahrnehmungssysteme (Gibson, 1973, Original 1966) eine weitere Besonderheit des Tastsinns gegenüber den anderen Sinnen an, die mit der Veränderung der Umwelt durch Handeln zusammenhängt, d.h. mit der sowohl informationssuchenden wie ausführenden Funktion der Hand:

Wir sind nicht gewohnt, die Hand als Sinnesorgan zu betrachten, da wir sie meistens nicht als Erkundungs-, sondern als Ausführungsorgan brauchen..(...). Wir bemerken die Wahrnehmungskapazität der Hand nur deshalb nicht, weil wir gewöhnlich auf ihre motorische Leistung eingestellt sind, und auch, weil im Bewußtsein der visuelle Eingang über den haptischen dominiert. (S. 160)

Susan Lederman und Roberta Klatzky kommen im Verlauf ihrer zahlreichen experimentellen Studien über haptisches Objekterkennen, die in den siebziger Jahren begannen, zu einer Unterscheidung von „exploratory procedures“ gegenüber „manipulatory procedures“ (Klatzky, Lederman, Pellegrino, Doherty & McCloskey, 1990; Lederman & Klatzky, 1990). Während die „manipulatory procedures“ auf den funktionellen Gebrauch von Objekten ausgerichtet sind, dienen die „exploratory procedures EP“ der Informationsgewinnung und dem Erkennen. Lederman und Klatzky ordnen acht Explorationsprozeduren - u.a. seitliche Bewegung, Umfassen, Drücken, nichtunterstütztes Halten, Testen von Objektfunktion und Testen der Beweglichkeit von Objektteilen - acht elementaren Objekteigenschaften zu, wie u.a. Textur, Form, Volumen, Härte, Gewicht, spezifische Funktion und bewegliches Teil.

Es zeigte sich, daß die Selektion der explorativen Prozeduren vom Aufgabenziel (z.B. Form oder Gewicht erkennen) und von der Art des Objekts abhängig ist. Lederman und Klatzky differenzieren zwei Stadien, die sequentiell bei der manuellen Exploration von Objekten aufeinander folgen: Im ersten Stadium werden die Gegenstände von der Unterlage aufgenommen und umfaßt („enclosure and unsupported holding“), während im zweiten Stadium die abhängig vom Aufgabenziel optimalen Explorationsprozeduren eingesetzt werden. Darüber hinaus dient gespeicherte haptische Information aus vorausgegangenen Objektexplorationen der antizipatorischen Planung und Anpassung von gegenstandsbezogenen Bewegungen (action) und hat die Funktion eines „interface“ zwischen sensorischen und motorischen Systemen (Lederman & Klatzky, 1987). Entwicklungspsychologische Studien zur Motorik (dynamic systems approach) bestätigen die Bedeutung des taktilen „input“ und gespeicherter taktiler Berührungserfahrungen für die Ausformung motorischer Bewegungsprogramme (Thelen, 1994).

Für die Diskussion von klinischen Befunden ist die Kontroverse um die Rolle der Bewegung im haptischen Erkennen nach wie vor aktuell, je nachdem, ob reduzierte oder auffällige Explorationsbewegungen als ein Aspekt haptischer Wahrnehmungsstörungen selbst angesehen oder ob sie als motorische Störung, z.B. als „tactile apraxia“ (Valenza et al., 2001) interpretiert und außerhalb der haptischen Wahrnehmungsprozesse angesiedelt werden.

Hinsichtlich der Beurteilung und Auswahl von Tests ist festzuhalten, daß Tastbewegungen und explorative Strategien als Aspekte der Wahrnehmungsaktivität und Wahrnehmungsorganisation anzusehen sind und bei der klinischen Untersuchung des Tastsinns nicht reduziert oder ausgeblendet werden sollten.

Das „Stabphänomen“ als Besonderheit der haptischen Wahrnehmung kommt bei gegenständlichen Handlungen zur Wirkung.

Die Bedingungen der haptischen Wahrnehmung ändern sich, wenn man von der Exploration einzelner Objekte mit der Hand, wie in den Forschungen von Klatzky und Lederman, zur haptischen Exploration der Umwelt mit Hilfe von Gegenständen übergeht. James J. Gibson (1973) hat mit dem Begriff des „Stabphänomens“ eine weitere Besonderheit benannt, die nur dem haptischen Sinnessystem zukommt. Weber beschrieb und untersuchte 1846 als Erster das „Stabphänomen“, d.h. die doppelte Empfindung des Druckes, die wir z.B. bei der Berührung eines Tisches mit einem Stäbchen erhalten. Nicht nur an das obere Ende wo unsere Finger das Stäbchen berühren

versetzen wir den Ort des empfundenen Druckes, sondern auch an das Ende eines Stäbchens, das wir zwischen unsere Fingerspitze und einen widerstandsleistenden Körper, z.B. die Tischplatte, stemmen. (Weber 1905, S. 6)

Diese eigentümliche Leistung des haptischen Sinnessystems spielt nicht nur bei jedem Werkzeuggebrauch im Alltag eine Rolle (z.B. Schraube mit Schraubenzieher in Holz drehen), sondern auch überall dort, wo in Alltagshandlungen Teile vom Gegenstand getrennt oder zusammengebracht werden (z.B. Flasche mit Verschuß auf- oder zuschrauben, Brotscheibe mit dem Messer abschneiden), Gegenstände andere Gegenstände oder die Unterlage berühren. (z.B. Kaffeebehälter in Kaffeemaschine setzen, Kochtopf auf Herd stellen, Teller auf Tisch aufdecken) oder in andere Gegenstände ein- oder ausgepackt werden.

In die klinische Untersuchung des Tastsinns sollten daher Tests einbezogen werden, die Wahrnehmungsaufgaben mit Beteiligung des Stabphänomens enthalten. Bisher ist dies nur bei Einlegeaufgaben (formboards) der Fall oder wenn beim Formenvergleich für die Kontrollinformation zwei Gegenstände aneinandergbracht und auf Übereinstimmung exploriert werden.

Räumliche Verhältnisse in der Umwelt und an Gegenständen werden durch den Tastsinn erkannt.

Die zweite Kontroverse betraf die Rolle des Raumes in der taktilen Wahrnehmung, d.h. die Frage, ob es zu den Leistungen des Tastsinns gehört, einen eigenen Tastraum mit taktilen Raumvorstellungen zu konstituieren, mithin räumliche Beziehungen und Verhältnisse in der Umwelt und räumliche Eigenschaften von Gegenständen erkennen zu können, oder ob nur die visuelle Wahrnehmung Zugang zu räumlichem Umwelteigenschaften und die Fähigkeit der kognitiven Repräsentation des Raumes in Form von Raumvorstellungen hat. Die Kontroverse, die im ersten Viertel des 20. Jahrhunderts von Wahrnehmungspsychologen und Blindenpädagogen geführt wurde und Auswirkung auf die klinische Hirntraumatologie hatte, war nicht so trivial, wie sie uns heute auf den ersten Blick erscheinen mag. Die oben bereits

erwähnten Aspekte haptischer Wahrnehmung und die Rolle der sukzessiven Explorationsbewegungen spielten in dieser Kontroverse eine entscheidende Rolle.

Exemplarisch soll hier der Fall *Schn.* von Goldstein und Gelb (1920) angeführt werden, bei dem ein 24-jähriger Mann im Krieg 1915 durch einen Minensplitter am Hinterkopf verwundet wurde. Die Lokalisation der Verletzung ließ „eine Schädigung der seitlichen und mittleren Partien des äußeren Abschnitts des linken Hinterhauptlappens, wahrscheinlich auch des linken Kleinhirns, vermuten.“ (S. 7). Es resultierte bei dem Patienten eine Seelenblindheit (Objektagnosie) und Alexie, die bei einer früheren Untersuchung diagnostiziert wurde (Goldstein & Gelb, 1918). Bei weiteren wiederholten Untersuchungen über eineinhalb Jahre zeigten sich frappierende Störungen des Tastsinns und der Ausführung willkürlicher Bewegungen.

Der Fall ist in mehrfacher Hinsicht bemerkenswert. Nicht nur, weil die Untersuchung Hirnverletzter und Fallberichte historisch gesehen der Entwicklung der Neuropsychologie entscheidende Impulse gaben (Preilowski, 2000), Kurt Goldstein und Adhemar Gelb bedeutende Forscher und Kliniker waren oder der Patient *Schn.* später von weiteren Psychologen und Neurologen untersucht und auch noch nach 27 Jahren nachuntersucht und reinterpretiert wurde (Bay, 1949; Jung 1949). In erster Linie ist der Fallbericht bedeutend, weil Gelb und Goldstein die Untersuchungen detailliert beschreiben und das Problem der taktilen Raumwahrnehmung in allen Nuancen dann theoretisch in Beziehung zu Leistungsausfall, Leistungsveränderung und den Leistungen Blindgeborener diskutieren.

In der Untersuchung von Gelb und Goldstein konnte *Schn.* bei geschlossenen Augen keine Willkürbewegungen ausführen, mit Hinschauen initiierte er geforderte Bewegung zuerst durch unspezifische Bewegungen des gesamten Körpers, die dann in an die erforderlichen Körperteile übergehende gezieltere Bewegungen einmündeten. Bei leicht geminderter Berührungssensibilität konnte *Schn.* im Liegen bei motorisch unbeweglichem

Körper und offenen Augen keine, auch nicht starke, Berührungsreize an der Körperoberfläche lokalisieren, d.h. mit dem Finger hinzeigen oder den Ort berühren. Ebenso wenig war er in unbewegter Lage zur Zweipunkt- Diskrimination fähig. Durfte er Eigenbewegungen ausführen, wobei er wieder das oben beschriebene Bewegungsverhalten zeigte, war er zu diesen Leistungen in der Lage. Bei der Stereognosie von Alltagsgegenständen erkannte, d.h. benannte er nur ca. 50 Prozent der Objekte; die nicht erkannten vermochte er aber mit erstaunlicher Begabung aufzuzeichnen. Es kam aber nicht zum visuellen Erkennen des Gezeichneten. Nicht benannte Gegenstände erkannte er taktil als schon einmal gespürte wieder. Bei Alltagshandlungen mit Gegenständen waren seine Ausführungen unauffällig und erfolgreich, beruflich arbeitete er nach einer Umschulung als Portefeuille (Geldbörsenmacher).

Goldstein und Gelb (1920) kommen nach allen Untersuchungen, die hier äußerst verkürzt referiert wurden, zu dem Schluß:

1. Räumliche Eigenschaften kommen den durch den Tastsinn vermittelten Qualitäten an sich nicht zu. Wir gelangen überhaupt nicht durch den Tastsinn allein zu Raumvorstellungen.
2. Nur durch Gesichtsvorstellungen kommt Räumlichkeit in die Tasterfahrungen hinein, d.h. es gibt eigentlich nur einen Gesichtsraum.(S. 73)

Auch wenn diese apodiktischen Formulierungen von ihnen später zurückgenommen wurden, bleibt die Frage nach ihrer Begründung. Gelb und Goldstein gehen davon aus, daß bei der Punkt-Lokalisation (Ortssinn) wie auch der Zweipunkt- Diskrimination (Raumsinn) zwischen örtlicher Berührungsempfindung einerseits und motorisch zielgerichteter oder verbaler Antwort andererseits assoziativ verknüpfte innere Prozesse ablaufen: Hautempfindungen werden mit kinästhetischen Bewegungsempfindungen und den gleichzeitigen visuellen Eindrücken verknüpft. Diese Verknüpfungen werden bei normalen Personen in der Entwicklung aus zunächst spontanen Assoziationen zu willkürlich

abrufbaren inneren Prozessen. Die visuellen Eindrücke werden nach Gelb und Goldstein als Raumvorstellungen verinnerlicht und gespeichert, die Bewegungen als „kinästhetische Residuen“. Die Raumvorstellungen bilden dabei als innere Bilder die entscheidende Schnittstelle, da die Willkürbewegungen über das Agens der optischen Bewegungsvorstellung reproduziert werden oder das Urteil über die Zweipunkt-Diskrimination auf der optischen Raumvorstellung der Punktabstände auf der Haut beruht.

Da bei *Schn.* aufgrund der zuvor diagnostizierten apperzeptiven Seelenblindheit ein Ausfall der visuellen Raumvorstellungen und Bewegungsvorstellungen angenommen wurde, erfolgte die Interpretation der taktilen Störungen nach dem klassischen Leistungsprinzip. Sein eigentümliches Bewegungsverhalten bei den Versuchen, das Aufgabenziel zu erreichen, wurde als Umorganisation der Leistung aufgrund des Ausfalls der Funktion der Raumvorstellung gewertet. Gelb und Goldstein sahen hier eine Parallele zwischen den (übersteigerten) Berührungs- und Explorationsbewegungen des Patienten und den tastenden Erkundungsbewegungen Blindgeborener, die ebenfalls keine visuellen Raumvorstellungen besitzen. Sie halten dem Argument, daß Blindgeborene zu gleichen taktilen und haptischen Leistungen in der Lage sind wie Sehende, entgegen, daß es unzulässig sei „aus den effektiven Leistungen der Blinden auf die Art der den Leistungen zugrunde liegenden Vorgänge, auf das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein *wirklicher* (Hervorhebung vom Verfasser) Raumvorstellungen zu schließen.“ (S. 79). Die „wirklichen“ Raumvorstellungen können nach Gelb und Goldstein nur visuellen Ursprungs sein, weil die der Raumvorstellung zugrunde liegende Raumwahrnehmung als *simultaner* Akt gesetzt wird, als gestalthafte unmittelbare Erfassung des Raumes. Die Raumvorstellung wird entsprechend der Theorie aus Simultanbildern gebildet. Dem Tastsinn eigentümlich sind aber wiederholte Berührungen und Tastbewegungen, die *sukzessiv* und in der Zeit erstreckt erfolgen. Räumliche Verhältnisse in der Umwelt und an Gegenständen werden taktil über sukzessive

Reihenfolgen von Tastungen wahrgenommen, wobei jeder Tastakt nur einen Teilaspekt des Ganzen erfaßt.

Gelb und Goldstein sehen in den Leistungen von *Schn.* bei verbalen Beschreibungen von Alltagsgegenständen, beim Wiedererkennen von Objekten, bei der zeichnerischen Wiedergabe von Gegenständen und geometrischen Beziehungen daher keine „wirklichen“ Nachbildungen aufgrund von „adäquaten Objektvorstellungen“, sondern pathologisch veränderte Leistungen, die nur noch aus einem additiven Aneinanderreihen von gedächtnismäßig eingprägten Merkmalen bestehen. Ähnlich, wenn auch nicht als pathologisch gefärbte Leistung, sehen sie das Zustandekommen der haptischen Leistungen Blindgeborener, auch bei künstlerischen Plastiken:

Könnte es nicht auch bei den Blinden nur so aussehen, als wenn sie ein vorgelegtes Objekt plastisch „nach“bilden würden, und modellieren sie nicht in Wirklichkeit spontan auf Grund bestimmter gedächtnismäßig eingprägter Merkmale? (S. 83)

Die Schlußfolgerung, daß aufgrund des summativen und sukzessiven, mit der zeitlichen Dimension von Explorationsbewegungen behafteten Charakters der Tastwahrnehmung der Tastsinn nicht zur Raumwahrnehmung fähig sei, ist natürlich nicht unwidersprochen geblieben. Verzichtet man auf das gestaltheoretische Apriori, daß Raumeigenschaften nur simultan und ganzheitlich wahrnehmbar seien, können die geistreichen Interpretationen der Verhaltensweisen von *Schn.* durch Gelb und Goldsteins geradezu als „Beitrag zur Psychologie der taktilen Raumwahrnehmung“ gewertet werden, wie es im Untertitel ihrer Arbeit treffend heißt.

Geza Revesz hat in seiner Monographie über „Die Formenwelt des Tastsinnes“ (Revesz, 1938) generell Theorien in der Geschichte der Raumwahrnehmung kritisiert, die exklusiv nur einem Sinn unmittelbare Räumlichkeit zuerkennen, den anderen nur mittelbare, quasi-räumliche Fähigkeiten. Den Fall *Schn.* von Gelb und Goldstein interpretiert Revesz als

„Störung des Gestalterfassens im Optischen wie im Haptischen“ und kommt damit der Reinterpretation ihres eigenen Falles durch Gelb und Goldstein recht nahe. Er widmet sich dann intensiv den Merkmalen eines haptischen Raumes und entwickelt eine Klassifikation der Tastarten, deren Aspekte simultan und sukzessiv, synthetisch und analytisch, statisch und dynamisch, im engeren und erweiterten Tastraum auf einen unmittelbaren oder mittelbaren Gesamteindruck der Teile bzw. Einzelmerkmale gerichtet sein können. Auch Revesz betont die Rolle der Bewegung im „kinematisch-greifenden Charakter“ des Tastvorgangs:

Und wenn der Satz richtig ist, daß bereits die elementaren Tastphänomene nur durch Bewegung entstehen können und ihre Existenz der kinematischen Form des Reizes oder des Tastens verdanken, so gilt dieser Satz in noch viel höherem Maße für die Entstehung der räumlichen Erscheinungsweise der Tastdinge. (S. 121)

Jean Piaget beginnt seine Darstellung über „Die Entwicklung des räumlichen Denkens beim Kinde“ (Piaget & Inhelder, 1975, Original 1948) mit den haptisch- stereognostischen Leistungen und bezeichnet die Untersuchung der Explorations- und Erkundungsprozesse von Kindern bei der Stereognosie von Holzformen als „lehrreich“ für die Untersuchung von Wahrnehmung und Wahrnehmungsaktivität, weil in der Stereognosie simultane und sukzessive Aspekte der Wahrnehmung gut beobachtbar sind:

Da das Kind nicht das Ganze der Figur in einer einzigen taktilen ‚Zentrierung‘ umfassen kann, muß es seine Hände oder den Gegenstand selbst verschieben, damit es über mehrere aufeinanderfolgende Zentrierungen verfügt; das Erkennen der Figur durch die Wahrnehmung ist dann das Ergebnis der Koordinierung aller aufeinanderfolgenden Zentrierungen. Hier greifen also deutlich zwei verschiedene Prozesse ein: a) die Wahrnehmung als solche; sie ist im wesentlichen rezeptiv (was nicht völlig passiv bedeutet) und resultiert aus jeder Zentrierung der Hand auf den Gegenstand oder einen Teil des Gegenstandes; b) die sensomotorische oder

Wahrnehmungsaktivität ; sie besteht einerseits aus einer Dezentrierung, d.h. einer Verschiebung der Zentrierungen, andererseits aus ‚Übertragungen‘ der Ergebnisse einer Zentrierung auf eine andere...; diese Wahrnehmungsaktivität läuft also darauf hinaus, die Zentrierungen oder Wahrnehmungen im eigentlichen Sinne untereinander zu koordinieren.(S. 63)

Explorationsbewegung zur haptischen Informationssuche können nach dem bisher Gesagten als ein konstituierender und notwendiger Bestandteil nicht nur der haptischen Wahrnehmung von Objektmerkmalen, sondern auch von räumlichen Beziehungen an und zwischen Objekten sowie in der Umwelt angesehen werden.

Piaget hat der Untersuchung der haptischen Raumwahrnehmung durch die Einbeziehung topologischer Raumeigenschaften in Gegenüberstellung zu euklidischen Raumeigenschaften neue Aspekte hinzugewonnen. Die räumlichen Beziehungen der Nachbarschaft werden als topologisch-räumliche Beziehungen bezeichnet - nach der topologischen Mathematik des Schweizer Leonhard Euler (1707-1783) - und auf ein topologisches Raumkonzept bezogen.

Zur experimentellen Untersuchung der stereognostischen Leistungen von Kindern verschiedenen Alters hatte Piaget Holzformen entworfen, die topologische Stimulusmerkmale oder einfache bis komplexe euklidische Stimulusmerkmale besitzen². Auf einem noch niedrigen Handlungsniveau (Säuglinge und Kleinkinder) werden elementare topologisch- räumliche Beziehungen (Benachbartsein, Trennung, Aufeinanderfolge, Umschlossensein und Kontinuität von Linien und Flächen) wahrgenommen und exploriert, aber noch keine geometrischen euklidisch- räumlichen Beziehungen. Auf einem höheren Handlungsniveau können Informationen über geometrisch-räumliche Beziehungen und

Verhältnisse wie Längen, Winkel, Symmetrie oder Proportionen exploriert und extrahiert werden, die dem euklidischen Raummodell zuzuordnen sind.

Für die Diskussion von klinischen Befunden ist die Kontroverse um die Fähigkeit zur Raumwahrnehmung im haptischen Erkennen nach wie vor aktuell. Je nachdem, ob die Raumwahrnehmung als Leistung des haptischen Wahrnehmungsprozesses selbst angesehen wird oder ob räumliche Leistungen als ein „non- tactual factor in astereognosis“ (Semmes, 1965) neben die Interpretation haptischer Leistungsstörungen gestellt werden, wendet sich das Interesse des Untersuchers der Analyse haptisch- räumlicher Testaufgaben zu oder von ihr ab.

Klatzky, Lederman und Reed (1987) diskutieren kritisch Leistungsvergleiche zwischen visuell- räumlicher und haptisch- räumlicher Wahrnehmung, bei denen zweidimensionale Konturen oder Reliefs zu erkennen waren und bei denen im Ergebnis immer ein deutlicher Vorteil der visuellen Modalität resultierte: „However, most materials of this type are not ecological valid...(…).Accordingly, these studies have failed to test the full capabilities of haptic encoding“ (S. 357). Sie sehen das Erkennen dreidimensionaler Körper bzw. Gegenstände als die eigentliche Domäne haptisch- räumlichen Erkennens an. Testaufgaben zum Formerkennen sollten deshalb mit dreidimensionalen Gegenständen ohne Beschränkung der Art und Weise haptischer Exploration durchgeführt werden.

Haptische Wahrnehmung wird nicht von abstrakten Objekteigenschaften, sondern von zielgerichteten Handlungen an und mit Objekten bestimmt.

Die bisher dargestellten Theorien zum Verständnis der haptischen Wahrnehmung und der Explorationsprozesse gehen vom Standpunkt des Objekts und seinen Eigenschaften aus,

² Diese bzw. ähnliche Formen sind, geordnet in drei Serien, in den taktilen Formerkennungstest (TFE) von Affolter (s.u.) eingegangen.

um zu analysieren, wie Textur und Oberflächenmerkmale, Ausdehnung und Gewicht, struktureller Aufbau und Form von Objekten in der Wahrnehmung erfasst werden. Piaget (1975, Original 1948) führt als neuen Gesichtspunkt für das Verständnis der stereognostischen (haptischen) Wahrnehmung ein, daß diese nicht vom Gegenstand und den Objekteigenschaften her bestimmt wird, sondern von den Handlungen, die an und mit dem Gegenstand vollzogen werden. Die Handlungen an und mit dem Gegenstand entwickeln sich vom Säugling zum Kind mit fortschreitendem Alter und machen den Inhalt der Wahrnehmung und Wahrnehmungsorganisation aus. Die Fragestellung, *wie* Objekteigenschaften haptisch erkannt werden, erweitert Piaget um die Untersuchung der Frage, *welche* der Eigenschaften eines Gegenstandes auf einem bestimmten Entwicklungsniveau der Handlungen Kinder erkennen können. Das Entwicklungsniveau gegenständlicher Handlungen wird dabei nicht nur von Wahrnehmungsprozessen bestimmt, sondern ebenso von höheren kognitiven Prozessen und von Wissen im Sinne gespeicherter Erfahrung. Er stellt mit dieser Sichtweise die haptischen Wahrnehmungsprozesse in einen größeren Kontext und damit in Abhängigkeit von kognitiven Entwicklungsprozessen.

Piaget unterschied in seinen Experimenten weiterhin die Aufnahme und Entnahme haptischer Information in der Wahrnehmungsaktivität von den reproduzierenden Handlungen, wie verbale Beschreibungen der ertasteten Formen, Auswahl aus Strichzeichnungen von Formen und vor allem Aufmalen der gespürten Form. Es stellte sich heraus, daß die Rekonstruktion der erspürten Formen in Zeichnungen für die Kinder immer schwieriger und lückenhafter war als die rein stereognostische Diskrimination der Formen. Die Entwicklung der Zeichnungen als darstellende Handlungen verlief, wenn man als Kriterium die Übereinstimmung der gezeichneten Form mit der gespürten Form nimmt, mit einem Abstand von Monaten bis Jahren hinter der Entwicklung der Stereognosie. Piaget schloss u.a. daraus, daß die darstellende Handlung komplexer ist, eine eigene Entwicklung

durchläuft und kein unmittelbarer Ausdruck der stereognostischen Leistung ist, sondern eine eigene Leistung darstellt. Dieser entwicklungspsychologische Forschungsbefund bedeutet in Bezug auf die Analyse der Komplexität von Testaufgaben, daß der reproduzierende oder darstellende Teil einer haptischen Wahrnehmungsaufgabe gesondert zu betrachten ist und in die Komplexität der Gesamtaufgabe mit eingeht.

Das „Hineinstellen“ der haptischen Wahrnehmungsaktivität in den Kontext von entwicklungsbedingten Organisationsniveaus der Handlungen durch Piaget ermöglicht, daß Interpretationen über hirnorganisch bedingte Funktionsstörungen, die sich in einem Zerfall oder in Veränderungen von haptischen Leistungen äußern, auf diesen Handlungskontext Bezug nehmen können. Für die vorliegende Untersuchung wird dieser Weg beschritten, indem angenommen wird, daß sich bei Patienten und Gesunden unterschiedliche kognitive Handlungsniveaus differenzieren lassen. Damit kann auch über das *Wie* hinausgehend interpretiert werden, *welche* Informationen vermutlich für die Aufgabenbewältigung extrahiert werden. Diese Vorgehen bietet u.E. nach auch Vorteile beim Verständnis von klinischen Störungsbildern und Leistungsdissoziationen, da nicht ein bisher unbekannter Faktor, eine neu zu definierende kognitive Funktion oder die mögliche Einwirkung allgemeiner kognitiver Funktionen als „externer Faktor“ zur Erklärung von Forschungsbefunden eingeführt werden muß, wie Bay (1950) kritisch zur Diskussion der Studien zur taktilen Agnosie anmerkt.

Haptische Wahrnehmungsleistungen entwickeln sich in der Interaktion zwischen Person und Umwelt in problemlösenden Alltagsgeschehnissen.

Mit der Veränderung des Fokus der Untersuchung haptischer Wahrnehmungsprozesse von den Objekteigenschaften hin zu problemlösenden Alltagshandlungen, die den Gebrauch von Gegenständen (Objekten) im Handlungskontext einschließen, hat Affolter (1987) das

Gebiet der Untersuchung haptischer Wahrnehmungsprozesse auf die Wahrnehmung der Beziehung zwischen Gegenständen und zwischen Gegenstand und Unterlage/Seite ausgeweitet.

Ausgehend von Piaget, daß haptische Wahrnehmung in zielgerichteten Handlungen an und mit Gegenständen stattfindet, erweiterte sie den experimentellen Rahmen der stereognostischen Untersuchungen von Piaget um die Untersuchung und Beobachtung der Entwicklung von Leistungen im Alltag bei gesunden Säuglingen und Kindern und analysierte den Abbau und Zerfalls von Entwicklungsleistungen sowie Alltagsleistungen bei wahrnehmungsgestörten Kindern und hirngeschädigten Erwachsenen (Affolter 1987; Affolter & Stricker, 1980; Affolter & Bischofberger, 2000; Affolter, Bischofberger & Calabretti- Erni, 1996).

Auch das bereits beschriebene Stabphänomen wird in problemlösenden Alltagsgeschehnissen komplexer. Affolter definiert die Beziehung zwischen Gegenständen als topologisch-räumliche Beziehungen, Alltagshandlungen als Reihenfolgen von Veränderungen topologisch-räumlicher Beziehungen zwischen Gegenständen bzw. zwischen Gegenständen und Unterlage/Seite, die durch die handelnde, mit ihrer Umwelt interagierende Person verursacht werden. Das haptische Wahrnehmungssystem muß diese Veränderungen bzw. Reihenfolgen topologisch-räumlicher Beziehungen, aus denen die Alltagshandlung in ihrem Fortgang bis zum Ziel besteht, in einem andauernden Prozeß verarbeiten und organisieren.

Die Organisation der Wahrnehmungsaktivität entwickelt sich multimodal und umfasst intermodale haptisch- visuelle Leistungen

Affolter geht mit Gibson (s.o.) davon aus, daß Wahrnehmung ein aktiver Prozess der Informationssuche und zielorientierten Extraktion von strukturierter Information aus der

Umwelt ist und multimodalen Charakter trägt. Sie folgt aber nicht dem ökologischen Modell von Gibson über die direkte Informationsauswertung, sondern geht wie die kognitive Psychologie (Neisser, 1979) davon aus, daß die aufgenommene Information vom Gehirn *organisiert* wird und die Wahrnehmungsorganisation sich von einfachen zu komplexen Strukturen entwickelt. Dabei unterliegt auch die Koordination und Integration der visuellen, taktilen und auditiven Information einer sich entwickelnden intermodalen Organisation, die infolge einer Hirnschädigung zerfallen kann.

Visuelle Information über die Umwelt, die in der kindlichen Entwicklung ab ca. 4 Monaten für gegenständliche Interaktionen „dominant“ und aktivitätsauslösend wird, kann bei schwer hirngeschädigten Erwachsenen ihren Aufforderungscharakter einbüßen und wirkt dann nicht mehr initial für den Einstieg in Alltagshandlungen. Diese als „Antriebsstörung“ bezeichnete Verhaltensauffälligkeit von Patienten im Alltag wie auch eine Reihe von visuo-konstruktiven Störungen können als Zerfall der intermodaler visuell- haptischen Wahrnehmungsorganisation interpretiert werden. Andererseits kann bei ungestörter intermodaler Wahrnehmungsorganisation das Hinzukommen visueller Information haptische Explorations- und Erkennensleistungen in visuell- haptischen Matchingaufgaben erleichtern (Affolter & Stricker, 1980).

In Alltagshandlungen sehender Personen verdeckt und dominiert die visuelle Wahrnehmung die gleichzeitig immer mitlaufenden haptischen Wahrnehmungsprozesse bzw. blendet sie aus der bewußten Aufmerksamkeit für die exekutive Handlungssteuerung aus. In der klinischen Testung eignen sich daher visuo- konstruktive Aufgaben nicht zur Abklärung visueller Wahrnehmungsleistungen, wie andererseits haptische Wahrnehmungsleistungen nur unter Ausschluß visueller Information zu erfassen sind. Kurt Goldstein (s.o.) hat auf das Problem aufmerksam gemacht, daß bei gesunden sehenden Personen auch visuelle Vorstellungen (intermodale Speicherungen) in taktile Leistungen mit

hineinspielen. Ebenso spielt der Entwicklungsstand haptischer Vorstellungen in visuo-konstruktive Aufgaben hinein, wie Piaget (s.o) anhand von Kinderzeichnungen analysierte. Mit dem Einfluß intermodaler Erfahrungen auf modalitätsspezifische Wahrnehmungsleistungen stoßen wir an ein noch weitgehend unbekanntes Gebiet, das auch in der klinisch-neuropsychologischen Forschung bisher praktisch nicht berücksichtigt wurde.

Forschungsstand zu Störungen des Tastsinns nach erworbenen

Hirnschädigungen im Erwachsenenalter

Die Vielfalt der Leistungen, an denen das taktil- kinästhetische Sinnessystem beteiligt ist, stellt bis heute ein Problem für seine testdiagnostische Erfassung dar. Am historischen Beginn der klinischen Diagnostik im Anschluß an Weber`s experimentelle Untersuchungen (s.o.) standen die gut zugänglichen Sensibilitätsprüfungen an der Hautoberfläche, Aufgaben zum Erkennen dreidimensionaler Körper (Stereognosie) und die Wahrnehmung von Winkelstellungen an den Gelenken (kinästhetischer Positionssinn). Verfahren für die orale Stereognosie in Anlehnung an die manuelle Stereognosie sind neueren Datums (Bosma, 1967). Für die taktil- kinästhetische Wahrnehmung beim Erkennen der eigenen Körperposition im Körper-Umwelt-Bezug z.B. beim Liegen, Sitzen, Stehen und Gehen und bei den Bewegungsübergängen von einer Position in eine andere (z.B. vom Liegen zum Sitzen) fehlen bis heute messende Verfahren (ausgenommen die Erfassung verschobener Körperhauptachsen im Stehen bei taktilen Neglectphänomenen mit Pusher-Symptomatik). Die Diagnostik der taktil- propriozeptiven Leistungen bei Handlungsausführungen, d.h. die Erfassung der taktil-kinästhetischen Wahrnehmungsleistungen für Körperposition und Körpertonus simultan mit der manuellen Ausführung gegenständlicher Alltagshandlungen, ist bisher auf systematische Verhaltensbeobachtungen angewiesen (Nielsen & Fischer, 2000).

Untersuchungsverfahren und Erklärungsmodelle für Sensibilitätsstörungen,

Astereognosie und taktile Agnosie.

Die klinischen Untersuchungsverfahren bei Hirngeschädigten haben sich seit den ersten systematischen Beschreibungen von Testaufgaben und der Definition von Störungsgraden in

den Studien von Hoffmann (1884; 1885), Head & Holmes (1912) und Head (1920) bis zum Beginn der kontrollierten Gruppenstudien in den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts nicht wesentlich verändert. Sensibilitätsleistungen wurden erfaßt durch die Wahrnehmungsschwelle bei punktueller Berührung, durch die Lokalisation von Berührungspunkten und die Wahrnehmungsschwelle für zwei Berührungspunkte (2- Punkt-Diskrimination), weiterhin durch die Wahrnehmung von Vibration, Temperatur, Schmerz und Gewichtsdruck. Explorative Aktivität des Patienten war bei der Untersuchung der Diskrimination von Rauheit, Textur, Länge und 2- dimensionaler Kontur (shape) als Eigenschaften von Oberflächen gefordert. Stereognostische Untersuchungen betrafen Gewicht und Form von einzelnen geometrischen Körpern und das Erkennen von Alltagsgegenständen. Die kinästhetisch- propriozeptive Wahrnehmung wurde aktiv oder passiv durch das Nachstellen oder Diskriminieren von Positionen der Finger, Arme oder Beine geprüft. Als Referenz für normale Wahrnehmungsleistungen diente bei allen Untersuchungen die „nicht-betroffene“ Körperseite. Ein neuer Aspekt von Leistungsstörungen kam 1939 durch v. Weizsäcker hinzu, der Leistungsstörungen eines Sinnesorgans unter Beanspruchung als pathologischen Funktionswandel zusammenfassend beschrieb (v. Weizsäcker, 1939, 1940). Die Ermüdung als Leistungsveränderung bei häufig wiederholter Reizung zur Bestimmung der Wahrnehmungsschwelle, interpretiert durch die unbestimmt und unsicher werdenden Antworten der Patienten, hatte schon Head erwähnt und festgestellt: „The fatigue is local and not general“ (Head & Holmes, 1912, S. 153). Cohen (1926) und Bay (1944) interpretierten ihre Fälle von stereognostischen Störungen als Folge des pathologischen Funktionswandels.

Die zunächst von Puchelt (1844) als „partielle Empfindungs- oder Tastlähmung“ bei Patienten mit vermuteter cerebraler Läsion beschriebene Störung des Gegenstandserkennens wurde von Hoffmann (1884) als „Astereognosie“, als Störung des Erkennens

dreidimensionaler Körper durch den Tastsinn, bezeichnet, und von den Störungen sensibler Einzelleistungen an der Hautoberfläche unterschieden.

Hoffmann untersuchte an 16 Fällen mit peripheren oder zentralen Läsionen, welche Bedeutung *die Erhaltung* einzelner Sensibilitätsleistungen³ für die Stereognosie geometrischer Körper⁴ hat, wobei die Körper vorher gezeigt und erklärt wurden und wiedererkannt werden mußten. Die Leistung wurde als intakt gewertet, wenn der Körper mit einmaligem Umschließen sofort verbal benannt wurde, als herabgesetzt, wenn der Patient längere Zeit den Körper aktiv explorierte oder nur Teilmerkmale beschreiben konnte. Hoffmann kam zu dem Ergebnis, daß die einfache Wahrnehmung (Sensibilität) für Temperatur, Schmerz, punktförmige Berührung, Gewicht und Berührungslokalisation einzeln oder umfassend erhalten sein kann, „obwohl die stereognostische Perception vernichtet ist“ (S. 416). Diese genannten Sensibilitätsleistungen trugen nach Hoffmann nicht wesentlich zum Erhalt des stereognostischen Formerkennens bei. Dagegen kam es zu keinem Ausfall der stereognostische Leistung sondern nur zu Leistungsminderungen, wenn wenigstens eine der folgenden Leistungen *intakt* war: Druckunterschiedschwelle, 2- Punkt-Diskrimination (2- PD), passive Bewegungswahrnehmung und Längendiskrimination. Alle Leistungen konnten zugleich in hohem Grad herabgesetzt sein, und trotzdem war die stereognostische Erkennungsleistung noch graduell, wenn auch stark reduziert, erhalten. Hoffmann fand keine linearen Beziehungen zwischen einzelnen sensiblen Leistungsminderungen und stereognostischer Leistungsminderung.

Wernicke (1895) führte zehn Jahre später, ohne Bezug auf die methodisch exakte Arbeit von Hoffmann zu nehmen, anhand von 2 Fällen mit linkshemisphärischer Läsion „im mittleren Drittel der beiden, und zwar überwiegend der hinteren Centralwindung“ den

³ 10 Leistungen mit je vier definierten Leistungsstufen

⁴ Kugel, Halbkugel, Kegel, Würfel, Prisma, Octaeder, Dodekaeder

Befund einer „reinen Tastlähmung“ (reine Astereognosie) ohne Sensibilitätsstörung ein. Wernicke's erster Patient hatte eine transiente Aphasie, der andere eine persistierende Aphasie. Die rechte Hand war bei beiden Patienten im Alltagsgebrauch stark eingeschränkt, die Explorationsbewegungen auffällig gestört. Der Befund des Patienten H. J. ergab:

Den Defect, welchen er von der Verletzung zurückbehalten habe, bezeichnet Patient als Gefühllosigkeit der rechten Hand, und zwar gibt er als Sitz des mangelnden Gefühls die Volarflächen und Dorsalflächen der Finger und des Daumens mit scharfer Abgrenzung von Handrücken und Palma manus an.(...) Stiche werden rechts gleich schmerzhaft empfunden wie links, sind aber von einem subjektiven tauben Gefühl begleitet; die Temperaturempfindung beiderseits gleich.

Die Gebrauchsfähigkeit der rechten Hand ist noch außerordentlich reduciert. (...) Bei allem ist die Führung der Augen unumgänglich. Patient kann dann einen Gegenstand ergreifen...(...). Die Opposition des Daumens gegen jeden einzelnen Finger ist möglich, gegen den kleinen Finger am ungeschicktesten. Bei Ausschluß der Augen ist sie unmöglich, weil die Finger sich nicht begegnen. Aus der rechten Rocktasche kann der Patient nichts mit der rechten Hand herausnehmen, „weil er nicht fühlt, was darin ist“, er muß sich dazu der linken Hand bedienen.(S. 41)

Da die Prüfung der Hautsensibilität für Schmerz, Temperatur und einfache Berührungswahrnehmung nur eine „relativ geringe Störung“ aufwies, wurde von Wernicke eine „reine Tastlähmung“ der rechten Hand diagnostiziert und mit den stereognostischen Benennungsstörungen in Verbindung gebracht. Der Patient H. J. konnte Alltagsgegenstände, die er mit der linken Hand problemlos benannte, mit der rechten Hand zu ca. 80 Prozent nicht benennen, sondern nur Eigenschaften der unbeholfen betasteten Gegenstände umschreiben (er zerdrückte eine Birne die er „kalter Gegenstand, ganz rund“ nannte). Vom

Patienten N., der visuell dargebotene Gegenstände nicht benennen konnte, werden keine stereognostischen Prüfungen berichtet. Wernicke interpretierte die Astereognosie bei beiden Patienten aufgrund der Gleichheit der Läsion als Verlust der erworbenen „Tastbestandtheile der Vorstellungen“ von den Gegenständen, insofern, „daß die Vorstellungen durch den Vorgang des Tastens nicht mehr hervorgerufen werden“ (S. 48). Aufgrund der Läsionsorte seiner Patienten nahm Wernicke an, daß die „Tastvorstellungen der Hand“ in derjenigen Rindengegend lokalisiert seien, die bei beiden Patienten zerstört war.

Blieben Sensibilitätsprüfungen ohne nennenswerten pathologischen Befund und waren höhere stereognostische Leistungen dennoch gestört, wurde nun im Anschluß an Wernicke die Störung einer im Wahrnehmungsprozess später wirksamen gnostischen Funktion angenommen und die Störung als „reine Astereognosie“ bezeichnet. Einem Vorschlag Freud's in seiner Abhandlung über die Aphasien folgend (Freud, 1891) wurden Störungen des Erkennens, des gnostischen Aktes, als „Agnosie“ bezeichnet. Die „reine Astereognosie“ wird seither üblicherweise „taktile Agnosie“ genannt.

Mit den Untersuchungen von Verger (1902) und Dejerine (1907) konnten zentral bedingte Sensibilitätsstörungen einer Hand oder Körperseite kontralateralen, begrenzten Schädigungsorten im postrolandischen somatosensiblen Cortex lokalisatorisch zugeordnet werden. Bei Schädigung in den primären cortikalen Projektionsarealen resultierte je nach Ausmaß mit gleitenden Übergängen entweder eine leichte Sensibilitätsstörung ohne bemerkenswerte Auffälligkeiten in der Wahrnehmung von Objekteigenschaften und im Objekterkennen oder ein schwereres sensibles Defizit mit Störungen der Objektwahrnehmung. Die cortikalen Sensibilitätsstörungen wurden eine zeitlang als „Verger- Dejerine- Syndrom“ beschrieben. Es umfasste sowohl einfache Wahrnehmungsleistungen wie auch höhere Wahrnehmungsleistungen und konnte sich als Bezeichnung nicht durchsetzen (vgl. Hecaen & Albert, 1978).

Head (1920) kommt in der Auswertung seiner umfangreichen Sammlung von Einzelfällen zu einer mit Hoffmann weitgehend übereinstimmenden Differenzierung von einfachen gegenüber komplexen Sensibilitätsleistungen im Hinblick auf ihre Bedeutung für das stereognostische Erkennen. Head verglich periphere und zentral bedingte Taststörungen und bemerkte, daß der Übergang zur „Zweiheit“ (two-ness), d.h. zur Beurteilung von Relationen zwischen Reizen, zugleich den Übergang auf das kortikale Organisationsniveau der Sensibilität repräsentiert. Die Bestimmung von Unterschiedsschwellen rechnete er zu den Leistungen, die Relationen messen. Sensible Ausfälle bei Einzelreizen für Schmerz, Temperatur, Vibration und einfache Berührung (vorhanden / nicht vorhanden) treten nach Head bei cortikalen Läsionen sehr selten auf und sind in der Regel ein Zeichen für periphere Störungen. Stereognostisches Erkennen beruht nach Head auf der Wahrnehmung von Relationen sukzessiv wahrgenommener Reize und ist „epikritisch“ für cortikale Tastfunktionen.

Für Head war das Symptom, d.h. das Muster von sensiblen bis stereognostischen Leistungsstörungen Ausdruck sowohl des Zerfalls der Funktion als auch ihrer Reorganisation auf tieferem Niveau, ganz entsprechend der neurologischen Denkweise in der Tradition von Hughlings Jackson. Head spürte dem „Schicksal der Funktion“ nach und versuchte, aus den klinischen Zeichen der pathologisch veränderten Funktion auf den vermutlichen Läsionsort zu schließen.

Im Anschluß an Befunde von Evans (1935) wurde die Lokalisation der höheren gnostisch - haptischen Erkennensleistung, d.h. der „stereo-gnostischen“ Funktion, im posterioren parietalen Assoziationskortex angenommen (vgl. Review bei Critchley, 1953). Diese Zuordnung ist für die taktile Agnosie bis heute allgemein gültig geblieben und lokalimatorisch nur verfeinert worden (DeRenzi, 1999). Dem theoretischen Konstrukt der

taktilen Agnosie als Dissoziation primärer sensibler Leistungen von sekundären gnostischen Leistungen hat der Ortswechsel der zugeordneten Läsion keinen Abbruch getan.

Delay (1935) konnte 40 Jahre nach Wernicke's Definition 78 Fälle aus der Weltliteratur zusammenstellen, die „in recht weitherziger Begriffsbestimmung“, wie Bay (1950) nach einer kritischen Durchsicht der Originalliteratur bemerkte, der reinen Astereognosie bzw. taktilen Agnosie zugeordnet wurden. Delay hat auf der Grundlage dieser Fallübersicht weitere Differenzierungen der „Astereognosie“ vorgeschlagen:

- die „Ahylognosie“ als Störung des haptischen Erkennens von Objekteigenschaften (Rauheit, Textur, Länge, Gewicht),
- die „Amorphognosie“ als Störung des haptischen Erkennens zweidimensionaler oder dreidimensionaler Formen,
- die „taktile Asymbolie“ als Störungen der semantischen Identifikation (Synonyma: taktile Aphasie, taktile Anomie),
- sowie die „reine Astereognosie“ (Synonym: taktile Agnosie).

Die begrifflichen Differenzierungen von Delay haben sich in der klinischen Diagnostik nicht durchgesetzt, beschreiben aber spezifische Aspekte haptischer Wahrnehmungsstörungen, deren Abgrenzbarkeit bzw. Dissoziation voneinander in späteren Arbeiten diskutiert wurde, wie eine distinkte Störung der Formwahrnehmung bei Semmes (1965), taktile Benennungsstörungen ohne Aphasie (taktile Anomie / taktile Aphasie) oder die fragliche Abgrenzbarkeit der Ahylognosie von Sensibilitätsstörungen (vgl. DeRenzi, 1999).

Seit der Definition der „taktilen Agnosie“ im Sinne der klassischen Hirntraumatologie war das Konstrukt einer Dissoziation zwischen erhaltenen sensiblen und gestörten

agnostischen Funktionen umstritten. Auf einer Fachtagung deutscher Neurologen⁵ im Jahr 1950 wurde das Konzept der taktilen Agnosie ausführlich diskutiert. Die wesentliche Kritik an den bisher veröffentlichten Fällen wurde von Bay vorgetragen, der das Fehlen und die Definition von „relevanten“ Sensibilitätsstörungen in Zweifel zog. Bei Prüfung auf pathologischen Funktionswandel hätten einzelne Nachuntersuchungen Sensibilitätsstörungen ergeben (Bay, 1951a, 1951b). Vogel kritisierte in der Diskussion die Trennung von elementaren Sinnesleistungen auf der einen Seite und gnostischen Leistungen auf der anderen Seite im Konzept der klassischen Hirnpathologie, da jede Untersuchung elementarer sensorischer Leistungen bereits auf einem (agnostischen) Wahrnehmungsurteil des Patienten beruhe (Vogel, 1951).

Vogel nimmt Bezug auf Weizsäcker(1940), der für die klinischen Prüfungen einfacher Sensibilitätsleistungen zur Abklärung z.B. einer taktilen Agnosie darauf aufmerksam gemacht hat, daß mit den Aussagen des Patienten wie „ja“, „hier“, „jetzt“, „warm“, „spitz“, oder „Würfel“, „Bleistift“ usw. weitere Leistungen zur geprüften „elementaren“ hinzukommen und daß die Wahrnehmung in eine Erkenntnis mündet:

Was wir von den Kranken bei der Untersuchung verlangen, ist das ‚Erkennen‘ des Wahrgenommenen. Es war wohl der einzige bedenkliche Fehler der älteren Untersuchungen, daß man bei der Prüfung auf elementare Funktionen glaubte, man beanspruche die gnostische Funktion nicht“. (v.Weizsäcker, S. 76)

⁵ Die Tagungen von Neurologen und Psychiatern aus dem südwestdeutschen Raum wurden jährlich als Wanderversammlungen mit einem Themenschwerpunkt durchgeführt. 1950 fand im Juni die 66. Wanderversammlung in Badenweiler statt. Zum Thema „Agnosie“ diskutierten Fachleute wie C. Faust, H. Scheller, P. Vogel, K. Conrad, R. Jung, R. Hassler und H. Jacob die Agnosiekritik von E. Bay aus Heidelberg, der kurz vorher seine Monographie über „Agnosie und Funktionswandel“ veröffentlicht hatte und die Ergebnisse in einem Referat vorstellte. Die Beiträge wurden in „Der Nervenarzt“, 22 (5), 1951 veröffentlicht (persönliche Mitteilung von Prof. D. Janz, Berlin, März 2002)

Die 1950 geführte „Agnosiediskussion“ kann als ein Meilenstein in der Auseinandersetzung um die taktile Agnosie angesehen werden. Mit ihr endet für einen längeren Zeitraum die Ära der Einzelfallstudien. Obwohl der pathologische Funktionswandel von den damaligen Autoren für relevant im Hinblick auf stereognostische Störungen gehalten wurde, fand dieser Aspekt bis auf vier Studien⁶ [6, 7, 11, 26] keinen Eingang in die Untersuchungsdesigns der nun folgenden Gruppenstudien in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. In den genannten Studien zeigten sich keine statistisch signifikanten Effekte des Funktionswandels, die in der Diskussion der Ergebnisse herangezogen werden konnten.

DeRenzi (1999) formuliert in seinem Reviewartikel zur taktilen Agnosie rückblickend die Ansicht, daß der Funktionswandel nur zu leichten sensiblen Defiziten führt und die Frage offen lässt, ob eine leichte Sensibilitätsstörung im Einzelfall ursächlich die stereognostische Erkennensstörung erklären kann:

Even granted that a sensory impairment is often or always detectable in agnosics, a causal relationship can hardly be entertained if a deficit of a similar or greater degree is also present in patients who are not agnosic.” (S. 404)

Bei der zweiten „Agnosiediskussion“ 1964 anlässlich des Internationalen Neuropsychologischen Symposiums in San Gimignano⁷ diskutierten Vertreter der New Yorker Forschungsgruppe um H. L. Teuber mit Vertretern der Montreal-Gruppe (B. Milner

⁶ Im Folgenden werden alle Literaturverweise auf die empirischen Gruppenstudien ab 1951, die in Anhang A in einer tabellarischen Übersicht beschrieben sind, durch Angabe der Studien- Nr. in eckiger Klammer [] zitiert. Die 67 Studien sind geordnet nach Erscheinungsjahr in einem gesonderten Literaturverzeichnis im Anhang A nachgewiesen. Die Studien werden in Tabelle 1 unter dem Aspekt Patientenpopulation, in Tabelle 2 unter dem Aspekt der jeweils durchgeführten Untersuchungsverfahren und Tests und in Tabelle 3 unter dem Aspekt der thematischen Fragestellung aufgezählt.

⁷ Die Agnosiediskussion von San Gimignano wurde 1965 in Artikeln von Teuber, Semmes, Milner und Corkin in der Zeitschrift *Neuropsychologia*, Vol. 3, mit Vor- und Nachwort von Hans-Lukas Teuber veröffentlicht.

und S. Corkin) das Agnosiekonzept im Licht neuer Erkenntnisse der Neuroanatomie und der Forschungsergebnisse aus ersten kontrollierten Gruppenstudien. Teuber (1965) richtete seine Kritik auf die im klassischen Konzept angenommene Zuordnung der Sensorik zu den als funktionell abgegrenzt gedachten anatomischen Strukturen in der postzentralen somatosensiblen Rinde einerseits und der Wahrnehmung zu den Assoziationsarealen im posterior- parietalen Cortex andererseits. Zum einen seien die genannten Gebiete nach neuen Erkenntnissen funktionell nicht scharf abgegrenzt, sondern viel komplexer mit anderen Hirnstrukturen vernetzt als bisher angenommen. Zum anderen sei die Vorstellung von zwei unabhängigen und strikt aufeinanderfolgenden Stufen der Reizverarbeitung – einer rein sensorischen und einer gnostischen Stufe - in der (Neuro)psychologie bereits aufgegeben worden zugunsten einer Vorstellung von mehreren Ebenen der Informationsverarbeitung, die aber zirkulär und interaktiv miteinander verbunden seien. Teuber hielt es für wünschenswert, „to declare a moratorium on the use of the term agnosia“ (Teuber, 1965, S. 293).

Es vergingen danach immerhin 25 Jahre, bis in Einzelfallstudien das Thema der taktilen Agnosie in der Literatur wieder aufgegriffen wurde.

Ebenfalls 1964 hatten Corkin, Milner & Rasmussen (1964) die Ergebnisse ihrer Arbeit bei dem Jahrestreffen der American Neurological Association vorgetragen und diskutiert.

Gruppenstudien mit hirngeschädigten Patienten seit 1951.

Mit den Forschungen am Psychophysikalischen Labor in New York unter Leitung von Hans Lukas Teuber an 232 Kriegsveteranen des II. Weltkriegs und einer kleinen Zahl von Veteranen des Koreakrieges begann die Ära der kontrollierten Gruppenstudien. Im Anhang A sind 67 Gruppenstudien in einer tabellarischen Übersicht mit Beschreibungen der Patientenstichproben, der durchgeführten Untersuchungsverfahren und der Hauptfragestellung nach Erscheinungsjahr geordnet aufgeführt. Sie umfassen weitestgehend vollständig die seit 1951 in der internationalen Literatur veröffentlichten Studien über taktile und haptische Wahrnehmungsleistungen bei erwachsenen Patienten mit erworbenen Hirnschädigungen. Die in Reviews und Zusammenfassungen zum Thema (Bauer & Rubens, 1979; Corkin, 1978; Dannenbaum & Jones, 1993; Hecaen & Albert, 1978; DeRenzi, 1999; Srinivas & Ogas, 1999) besprochenen Gruppenstudien sind in dieser Literaturtabelle im Anhang A enthalten.

In der New Yorker Arbeitsgruppe mit Hans Lukas Teuber, Josephine Semmes, Sidney Weinstein und Lila Ghent wurden erstmals taktile Leistungen von Patientengruppen mit den Leistungen von Kontrollgruppen, gebildet aus 118 Kriegsveteranen ohne Hirnverletzungen, verglichen und statistisch überprüft. In den Experimentalgruppen wurden Patienten mit Zustand nach offenen Schädel-Hirn-Verletzungen durch Geschoßeinwirkungen untersucht, deren Hirnschädigung bereits 7 und mehr Jahre (II. Weltkrieg- Veteranen) bzw. 5 und mehr Monate (Korea-Kriegs-Veteranen) zurücklag. (s. Tabelle 1, Gruppe A). Alle Patienten waren im Alltag selbständig oder gingen wieder einer Arbeit nach. Das Programm war 1960 im wesentlichen abgeschlossen.

Mit neuropsychologischen Untersuchungen bei lobektomierten Patienten, denen wegen einer schweren, medikamentös unbehandelbaren Epilepsie größere Teile des Cortex

Tabelle 1: Gruppenstudien 1951- 2000 nach Art der Patientenpopulationen

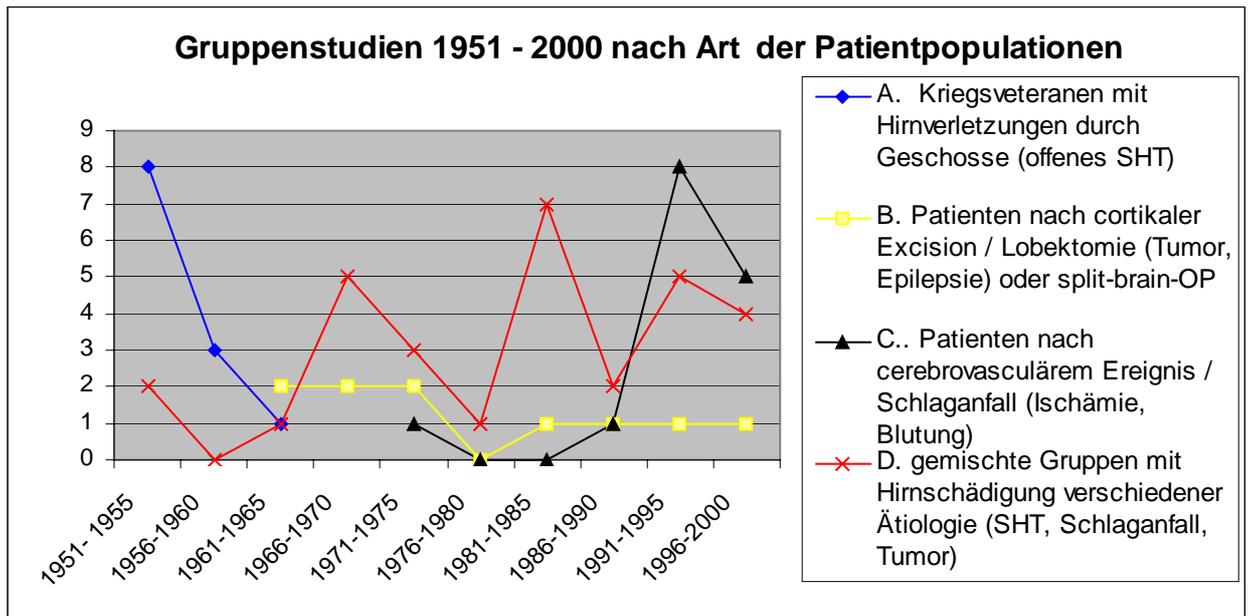
Patientengruppen (A –D)	Anzahl der Studien im Zeitraum										gesamt	Studie Nr. ¹
	1951- 1955	1956- 1960	1961- 1965	1966- 1970	1971- 1975	1976- 1980	1981- 1985	1986- 1990	1991- 1995	1996- 2001		
A. Kriegsveteranen mit Hirnverletzungen durch Geschosse (offenes SHT)	8	3	1								12	2/3/4/6/7/8/9/10/ 11/12/13/17
B. Patienten nach cortikaler Excision / Lobektomie (wg. Epilepsie, Tumor) oder split- brain- OP			2	2	3		1	1	1	1	10	15/16/22/26/27/ 28/31/39/40/52/ 63
C. Patienten nach Schlaganfall					1			1	8	6	15	29/41/44/45/50/ 51/53/54/56/57/ 58/60/62/64/65/ 66
D. gemischte Gruppen mit Hirnschädigung verschiedener Ätiologie (SHT, CVA, Tumor usw.)	2		1	5	2	1	7	2	5	3	30	1/5/14/18/19/20/ 21/23/24/25/30/ 32/33/34/35/36/ 37/38/42/43/46/ 47/48/49/55/59/ 61/67
gesamt	10	3	4	7	6	1	8	4	14	10	67	

1) Studie Nr. siehe Anhang A

operativ entfernt wurden (s. Tabelle 1, Gruppe B), befaßte sich eine Arbeitsgruppe vom Montreal Neurological Institute mit Brenda Milner, Theodore Rasmussen, Suzanne Corkin, Laughlin Taylor und Wilder Penfield. Die Montreal– Gruppe griff die standardisierten Untersuchungsdesigns der New Yorker Gruppe für sensible taktile Leistungen auf und untersuchte damit in den 60er und 70er Jahren Patientengruppen aus ihrer Patientenpopulation, die sie bereits mit visuellen Lern- und Gedächtnisaufgaben untersucht hatten [Studie 15, 16, 22, 27, 28, 52].

Systematische Studien an Patienten nach operativem Eingriff und Entfernung von Hirngewebe ohne sekundäre postoperative Komplikationen, die nicht wegen Epilepsie, sondern wegen cerebraler Fehl- und Neubildungen operiert wurden, hat Per E. Roland in Kopenhagen [Studie 26,31,40] und später in Stockholm (Karolinska Institut) durchgeführt. Die Stockholmer Gruppe um P. E. Roland hat darüber hinaus funktionelle

Abbildung 4: Gruppenstudien 1951-2000 nach Patientenpopulationen



PET/ rCBF- Studien mit gesunden Erwachsenen bei stereognostischen und sensiblen Aufgaben durchgeführt.

Der Patientenpopulation B wurden auch Patienten in einer Studie [39] zugeordnet, denen zur Behandlung ihrer Epilepsie operativ die Commissuren zwischen den Hemisphären durchtrennt wurden (Split- Brain- Patienten).

Eine dritte abgrenzbare Patientenpopulation bilden Patienten nach Schlaganfall (s. Tabelle 1, Gruppe C). Die Entwicklung von Gruppenstudien beginnt hier erst spät Ende der 80er und Anfang der 90er Jahre und ist in Zusammenhang mit internationalen Forschungsprogrammen und der Datensammlung in regionalen „stroke- registries“ (Bogousslavsky, Van Melle & Regli, 1988) zu sehen. Neben der Erfassung von Störungsmustern somatosensibler Leistungen in der akuten und postakuten Phase nach Schlaganfall [Studie 45, 48, 50, 51, 55, 56, 58,] werden spezielle Neglectphänomene wie die taktile Extinktion untersucht [Studie 53, 62, 64, 65].

In der vierten Patientenpopulation sind Studien gruppiert, in denen gemischte Patientenstichproben hinsichtlich der Verursachung der Hirnläsion zusammengefaßt wurden, darunter Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma. Unter speziellen Fragestellungen (s.u. Tabelle

3) wurden für diese Studien Untergruppen mit unilateraler Läsion „rechtshemisphärisch“ oder „linkshemisphärisch“ selektiert und miteinander verglichen [Studie 5, 14, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 30, 34, 36, 41, 44, 47]. In weiteren Studien wurde die Selektion von Untergruppen noch genauer für Lokalisationsstudien bei parietalen Läsionen durchgeführt [Studie 23, 42, 43, 49, 59, 61.]

Die Unterscheidung von Patientenpopulationen nach dem Kriterium der Ursache der Hirnläsion („innere“ Bedingungen) kann Bedeutung für die Interpretation von Ergebnissen aus den Studien haben, vor allem dann, wenn bei der Durchführung vergleichbarer Untersuchungsverfahren („äußere Bedingungen“) unterschiedliche Ergebnisse in den Studien vorhanden sind. So hat Teuber (1965) das Fehlen einer Hemisphärenasymmetrie bei Sensibilitätsleistungen (ipsilaterale Störungen deutlicher bei linkshemisphärischen Läsionen) in den Studien der Montreal-Gruppe im Unterschied zu Befunden der New York Gruppe vor dem Hintergrund der Verschiedenartigkeit der Populationen diskutiert.

Unterschiede zwischen den Patientenpopulationen (A-D) können sich ergeben durch Variablen wie

- Lokalisation: kortikal begrenzte Läsionen (B) versus kortikale gemischt mit subkortikalen Läsionen (A, C, D)
- Zeit seit Ereignis und allgemeine Leistungsfähigkeit der Patienten: langer Zeitraum bei ambulanten Kriegsveteranen (A) – Akutphase nach Schlaganfall (C,) oder postakute Phase stationär nach Operation (B)
- Vorschädigung: keine bei Kriegsverletzungen (A) – schwere Epilepsie in der Regel seit Kindheit (B)
- Alter: jüngere Soldaten (A) und lobektomierte Patienten mit Epilepsie (B) – ältere Schlaganfallpatienten (C)

Ein weiterer Unterschied zwischen den Populationen ergibt sich bei Betrachtung der Methoden, wie die Lokalisation bestimmt wurde. Während die Schlaganfallstudien (C) nicht älter als 15 Jahre sind und bei ihnen moderne bildgebende Verfahren wie CT und MRI zur Lokalisation der Schädigung herangezogen wurden, beziehen sich ältere gemischte Studien (D) auf klinische Befunde, EEG und radiologische Untersuchungen bei der Bestimmung der Läsionsorte. Obwohl die Meßmethoden bei Schlaganfallpatienten genauer geworden sind, sind Schädigungen z.B. nach intracerebraler Blutung diffuser lokalisiert als z.B. eine Schußwunde mit vermeßbarem Durchschußkanal (A). Die größte Genauigkeit der Bestimmung der Läsionsorte bieten die Studien mit operativer Entfernung von Hirngewebe (B), da hier nach dem Operationsprotokoll die Grenzen der Excision beschrieben werden. Unterschiede können sich aber auch hier durch Operationsmethoden ergeben.

Tests und Untersuchungsverfahren in den Gruppenstudien.

Vergleicht man die in Tabelle 2 aufgelisteten 28 Untersuchungsverfahren aus allen Gruppenstudien mit der Liste der 15 Untersuchungsverfahren, die Head & Holmes bei ihren Patienten durchführten (s. Tabelle 2, Tests Nr.1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14,15, 18,20, 21, 24), so wird deutlich, daß die Aufgaben von Head immer noch zu den heute gebräuchlichsten Verfahren zählen. Bedenkt man, daß Head zwischen 5 – 10 Stunden für eine komplette taktile Untersuchung eines Patienten benötigte, so war es naheliegend, den Aufwand durch eine Auswahl aussagekräftiger Tests zu beschränken. Semmes, Weinstein, Ghent & Teuber haben 1960 in ihrer klassischen Veröffentlichung [13] vier Verfahren für Sensibilitätsleistungen mit Durchführungsstandards und Normen beschrieben, die in den folgenden Studien in der Regel aufgegriffen wurden: Berührungsschwelle mit Nylon-

Tabelle 2: Untersuchungsverfahren in Gruppenstudien von 1951 - 2000

Nr.	Test / Untersuchungsverfahren	in Studien (Anzahl)	[Nr.] der Studie (s. Anhang A und Literaturverzeichnis Teil 2)
Kinästhesie Bewegung / Position			
1	Gelenk/Finger- Positions- Diskrimination	12	26/27/28/37/40/42/43/45/52/55/58/59
2	Bewegungssinn (Richtungs- Diskrimination)	9	4/6/7/8/ 9/11/13/17/22
3	Finger tapping	1	13
„passive touch“ Sensibilitätsprüfungen			
4	Berührungs-Schwelle /Berührungssinn	27	4/6/7/8/9/11/13/14/15/17/22/25/26/27/37/42/43/45 46/47/48/49/50/51/54/55/59
5	2-Punkt- Diskrimination	25	9/11/13/14/15/17/22/25/26/27/28/36/37/42/43/46/ 47/48/49/50/51/52/55/58/59
6	Vibrationssinn /- Diskrimination	11	37/42/43/45/46/47/48/49/54/55/59
7	taktile Extinktion /Bilat. simult. Stimulation	11	26/34/37/46/47/49/53/61/62/64/65
8	Punkt-Lokalisation	10	9/11/13/15/17/22/26/28/55/59
9	Temperatur- Diskrimination.	9	26/37/46/47/49/50/54/55/59
10	Schmerz- Diskrimination.	9	37/45/46/47/49/50/54/55/59
11	Graphästhesie (Zahl, Buchstabe, Zeichen)	8	30/34/35/37/38/50/55/59
12	Gewichts (druck) -Diskrimination	7	4/ 7/25/46/47/49/59
13	Finger-Lokalisation /Wiedererkennen	4	30/34/38/39
14	Größen – Diskrimination (Kanten, Flächen)	2	6/ 8
15	Kontur- Diskrimination	2	9/17
16	Funktionswandel	2	7/8/11/26
17	Bewegungsrichtung (directional cutan. sens.)	1	35
18	Muster (räumliche Anordnung Punkte)	1	20
„active touch“ Objekteigenschaften			
19	2-D Formerkennen (Kontur / Relief- Diskrim. aus Flächen, Punkten, Kantenlinien, Wegen) - Benton Tactile Form Perception TFP	17	5/9/10/11/16/17/19/21/23/24/27/29/36/39/41/42/43 1 24
20	Textur- Diskrimination (Alltagstexturen)	11	17/42/43/46/47/49/50/56/58/59/60
21	Rauheits- Diskrimination	7	12/17/40/46/47/49/59
22	Größen (Längen)- Diskrimination	5	31/32/40/46/47
23	2-D Positions- Schätzen (Punkte)	1	52
„active touch“ Stereognosie (3-D Objekterkennen)			
24	Stereognosie für Alltagsgegenstände	23	1/5/22/29/36/37/42/43/44/45/46/47/48/49/50/51/52/ 55/57/58/59/66/67
25	3- D Formerkennen (Stereognosie geometrischer Formen /Körper)	14	15/17/19/23/26/30/31/34/42/43/44/46/47/49/57/63
26	Stereogn. Kategorisieren von Gegenständen	2	2/36
27	Stereogn. Sortieraufgaben (Regel finden)	1	2
„active touch“ – Stereognosie plus topologische Beziehungen zwischen Gegenständen			
28	3-D Formerkennen – (mit Einlegeaufgabe)	6	3/18/33/34/38/67
	- Reitan Tactual Performance Test (TPT)	3	33/34/38
	- Seguin-Goddard Formboard	2	3/18
	- Affolter Taktiles Formerkennen (TFE)	1	67

Filamenten, 2- Punkt- Diskrimination mit Ästhesiometer, Punkt- Lokalisation mit Meßschablone und Positionssinn für Gelenkstellungen.

Obwohl diese Verfahren bis heute in den Studien gebräuchlich sind, sind sie nicht als Tests oder Testbatterie für die neuropsychologische Diagnostik erhältlich (zumindest nicht im deutschsprachigen Raum). Dies gilt ebenso für die meisten anderen aufgelisteten Verfahren in Tabelle 2.

Der Einsatz moderner elektronischer und computergestützter Technik beschränkt sich auf Einzelfälle (z.B. kontrollierte Luftstöße als Stimuli), auch die Wahrnehmung von Vibration wird in den Studien noch mit der Stimmgabel des Neurologen durchgeführt, nicht mit PC-gestützten vibrotaktilen Impulsgebern. Für die Rauheit- Diskrimination, üblicherweise mit graduiertem Sandpapier durchgeführt, haben Carey et al. [Studie 56] ein neues Verfahren mit fein geriffelten Platten entwickelt und normiert (Tactile Discrimination Test), das im Matching-Verfahren die Bestimmung der Unterschiedsschwelle ermöglicht.

Die Einteilung der Untersuchungsverfahren in Tabelle 2 greift auf die Klassifikation taktiler Modi nach Loomis & Lederman (1986) zurück. Dem entsprechend wird in Tabelle 2 als somatosensible Wahrnehmungsaufgabe (Sensibilitätsprüfung) die Reaktion auf gespürte Einzelreize, simultane Doppelreize oder sukzessive Einzelreizfolgen an der Hautoberfläche unter Ausschluß visueller und auditiver Information definiert, die ohne verursachende Erkundungsbewegungen durch den Probanden gespürt (passive touch) und mit einem Urteil beantwortet werden. Als haptische Wahrnehmungsaufgabe werden manuelle Aktivitäten unter Ausschluß visueller und auditiver Information definiert, bei denen die taktilen Reizeindrücke durch eigene Erkundungsbewegungen verursacht werden (active touch) und

die somit taktile und kinästhetische Sinneseindrücke umfassen⁸. Die Interaktionen sind dabei gerichtet

- auf die gespürte Erkundung von Eigenschaften eines zwei- oder dreidimensionalen Objektes (Oberflächen, Material, Form, Gewicht und räumliche Verhältnisse),
- auf die gespürte Exploration topologisch- räumlicher Beziehungen zwischen Gegenständen und/oder Gegenstand und Unterlage unter Einschluß des Stabphänomens,
- auf die gespürte Exploration von Reihenfolgen von Veränderungen topologisch- räumlicher Beziehungen zwischen Gegenständen und Gegenstand und Unterlage unter Einbeziehung des Stabphänomens

und schließen dabei immer Sensibilitätsleistungen ein.

Thematische Fragestellungen in den Gruppenstudien.

Am Beginn des Forschungsprogramms der New York Gruppe standen interessanterweise nicht Untersuchungen der Sensibilität, sondern sehr komplexe Leistungen wie Kategorisieren und Sortieren über den Tastsinn (Studie [2]) und haptische Einlegeaufgaben mit dem Seguin- Goddard Formboard (Studie [3]).

⁸ Haptische Wahrnehmung wird in den Gruppenstudien ausschließlich als Wahrnehmungsleistung der Hände untersucht, obwohl haptische Wahrnehmung im weiteren Sinne als taktil- kinästhetische Wahrnehmung alle

Tabelle 3: Thematische Fragestellungen in Gruppenstudien 1951 – 2000

Fragestellung	Studie Nr. (s. Anhang A)	Σ
Zusammenhang zwischen Läsionsort und taktilen / haptischen Leistungen (Lokalisationsstudien)	1/28/33/34/38/40/41/48/54/56/60	11
Dissoziation von Sensibilitätsleistungen und haptischen Leistungen (taktile Agnosie)	7/9/13/17/22/26/46/49	8
Ipsilaterale Leistungsstörungen, Hemisphärenasymmetrie	20/24/25/27/28/30/39/47	8
Taktile Extinktion	53/61/62/64/65	5
Vorhandensein eines (supramodalen) räumlichen Faktors bei Amorphognosie	10/18/19/21	4
Somatosensorisch evozierte Potentiale und Sensibilitätsleistungen	37/45/55/59	4
Apperzeptive versus assoziative taktile Agnosie	44/57/63	3
Aufgabenkomplexität und Testleistung	2/5/26	3
Motorisch- explorative Störungen und taktile Leistung (Tastlähmung, taktile Apraxie)	42/43/51	3
Cross-modale Leistungen, Hemisphärenasymmetrie	23/29/36	3
Gedächtnisstörung und taktile Leistung	16/27/52	3
Haptische Testleistungen und Alltagshandlungen	67	1
Agraphästhesie	35	1
Sonstige		10

In der New Yorker Gruppe ging es neben der Entwicklung und Erprobung standardisierter Sensibilitätsprüfungen [13] vor allem um das Problem der Leistungsdissoziationen zwischen Sensibilität und höherer Stereognosie und um die Zuordnung von Leistungsdefiziten zur Lokalisation der Hirnverletzungen (s. Tabelle 3). Ihre Ergebnisse, Methoden und Verfahren wurden von der bereits erwähnten Montreal-Gruppe

Körperteile umfasst, mit denen eine Person durch aktive Bewegung gesteuert ihre Umwelt berührt. So hat z.B. Hoffmann (1884) auch das stereognostische Erkennen mit den Füßen untersucht.

um Corkin, Milner und Rasmussen aufgegriffen und hinsichtlich der Auswirkung der Lokalisation der Hirnschädigung auf taktile und haptische Leistungen überprüft.

Zu einer ausführlichen Diskussion der Ergebnisse beider Forschergruppen kam es 1964 bei dem bereits erwähnten Internationalen Neuropsychologischen Symposium in San Gimignano. Übereinstimmende Ergebnisse betrafen den kortikalen Schädigungsort bei Sensibilitätsstörungen für Berührungsdruk, Punktlokalisierung und 2- Punkt- Diskrimination und die Lokalisation bei komplexen haptischen Störungen:

- Sensibilitätsstörungen sind an Läsionen des postzentralen somatosensiblen Gyrus (S I und S II) gebunden;
- Läsionen im posterioren Parietallappen unter Aussparung der postzentralen Windung verursachen keine Sensibilitätsstörungen;
- Bei unilateralen Läsionen können Sensibilitätsstörungen ipsilateral zum Schädigungsort auftreten, wobei die kontralateralen Defizite immer größer sind als die ipsilateralen Leistungsstörungen;
- Bei ausgeprägten Sensibilitätsstörungen (mindestens 2 Standardabweichungen unter dem Mittelwert) treten auch an der betroffenen Hand Störungen bei komplexen haptischen Aufgaben auf und können durch das sensorische Defizit erklärt werden;
- Läsionen im posterioren Parietallappen verursachen Störungen komplexer haptischer Wahrnehmungsleistungen auch bei Fehlen von Sensibilitätsstörungen.

Unterschiedliche Befunde der beiden Gruppen betrafen die Ausprägung von haptischen Störungen bei links- bzw. rechtshemisphärischer Läsion und die Ausprägung von Störungen ipsilateral zur Läsion. Die New York- Bostoner Gruppe berichtete auch Ergebnisse, daß

haptische Wahrnehmungsstörungen beim Formerkennen (shape discrimination) nicht an Läsionen des Parietallappens gebunden sind, sondern auch bei Läsionen andernorts auftreten. Bei der Analyse von Leistungen der Patientengruppe ohne sensorisches Defizit, aber mit haptischen Formerkennungsdefiziten; fand sich eine Korrelation mit unterdurchschnittlichen Leistungen in einer visuell-räumlichen Orientierungsaufgabe. Dieser „Nebenbefund“ der Untersuchungen von Semmes (1967 und Studie [17]) führte eine neue Sichtweise in die Agnosiediskussion ein: Es wurde nun ein „räumlicher Faktor“ bzw. eine supramodale Störung der Raumwahrnehmung als ursächlich für die haptische Wahrnehmungsstörung in Erwägung gezogen. Dieser „räumliche Faktor“ bei haptischer Wahrnehmung wurde von Semmes als „not specific to somesthesia“ angesehen.

In den siebziger Jahren wurde die Hypothese des supramodalen „räumlichen Faktors“ in haptischen Leistungen von der Mailänder Forschungsgruppe um De Renzi aufgegriffen und mit ähnlichen Wahrnehmungsaufgaben überprüft. In drei Studien [18, 19, 21] verglichen sie gemischte Patientenpopulationen mit unilateralen links- bzw. rechts- hemisphärischen Läsionen, die einen Gesichtsfelddefekte aufwiesen, darunter auch Neglectphänomene. Die Kombination von rechtshemisphärischer Läsion und Gesichtsfelddefekt führte zu deutlich schlechteren Leistungen im haptischen Test im Vergleich mit anderen Störungskombinationen. In den Gruppenstudien nach 1970 wurde die Fragestellung einer supramodalen räumlichen Orientierungsstörung als notwendig hinzutretender Bedingung zur Amorphognosie ohne parietale Läsion nicht mehr aufgegriffen.

Obwohl viele Antworten offen blieben, wurde die gerade erst in Gang gekommene Untersuchung der Störung höherer stereognostischer Wahrnehmungs- und Erkennungsleistungen, die das tastende Explorieren räumlicher Beziehungen und Objekte umfassen, in den Studien ab Beginn der achtziger Jahre nicht weiter vertieft. Das Interesse wandte sich den neuen elektrophysiologischen Untersuchungsmethoden zu (SEP, PET,

rBF)⁹, deren technisch - methodische Erfordernisse nur einfachste somatosensible Reizvorgaben ermöglichten und den Fokus wieder weg von den haptischen Leistungen auf die Messung taktiler Sensibilitätsleistungen verschoben [Studie 37, 45, 55, 59].

Ähnliches gilt für Schlaganfall- Studien [44, 50, 51, 54, 56, 58, 60, 62, 66] ab Ende der 80er Jahre wie auch in jüngerer Zeit für Neglect- Studien zur taktilen Extinktion [53, 62, 64, 65], bei denen nur Sensibilitätsleistungen und einfache haptische Leistungen bis zum Niveau der Stereognosie von Alltagsgegenständen untersucht wurden.

Spezielle Fragestellungen der Studie vor dem Hintergrund der Annahmen und des referierten Forschungsstandes

Lassen sich taktile und haptische Tests (äußere Bedingung) in eine Hierarchie nach dem Schwierigkeitsgrad ordnen?

Ein erstes Ziel der Untersuchung war es, Patienten und gesunde Versuchspersonen mit einer Batterie taktiler und haptischer Testaufgaben zu untersuchen, die neben Sensibilitätsleistungen und Leistungen wie z.B. des Erkennens von Einzelobjekten auch komplexere haptische Leistungen des Formerkennens mit unterschiedlichen Aufgabenarten prüfen. Dieses Ziel ergab sich aus den in der Literaturübersicht zur haptischen Wahrnehmung referierten Eigenschaften des Tastsinns, die in ihrer Komplexität in Alltagshandlungen gefordert werden, in der üblichen neuropsychologischen Diagnostik und in den referierten Forschungsstudien (s. Tabelle 2) aber nicht in ihrer ganzen Komplexität Gegenstand der Untersuchung wurden.

⁹ SEP Somatosensorische Evozierte Potentiale; PET Positron- Emissions- Tomographie; rBF regional Blood Flow

Mit der Testbatterie sollte der Frage nachgegangen werden, ob die unterschiedlichen Aufgaben und Unteraufgaben sich anhand der Leistungen einer Kontrollgruppe und der Patientengruppe in eine hierarchische Rangfolge ordnen lassen. Dabei wurde davon ausgegangen, daß der Aufgabenerfolg als Kriterium der Hierarchie vom Schwierigkeitsgrad der Testaufgaben abhängt. Der Schwierigkeitsgrad einer Aufgabe wiederum sollte sich aus der Komplexität des Stimulusmaterials und der Handlungsprozeduren zur Ausführung der Aufgabe annähernd bestimmen lassen. Die durch eine Komponentenanalyse der Testaufgaben definierte Komplexität sollte dann mit den gemessenen Leistungen auf Übereinstimmung geprüft werden. Es wurde angenommen, daß eine Hierarchie der Testaufgaben über den Schwierigkeitsgrad sich in der Kontrollgruppe und in der Patientengruppe in vergleichbarer Weise auswirkt und abbildet.

Neben dem Kriterium „Aufgabenerfolg“ für den Gesamttest und – soweit vorhanden – für die Untertestserien sollte als weiteres Kriterium des Schwierigkeitsgrades der Modus der Information für die Ausgabenausführung einbezogen werden. Eine Reihe von haptischen Tests in den in Tabelle 3 aufgelisteten Studien [23, 29, 36] wurden als intermodale bzw. crossmodale Wiedererkennungsaufgaben konzipiert. Eigene Beobachtungen bei einer visuell- haptischen Aufgabe (s.o), bei der die Stimulusinformation haptisch und die Kontrollinformation visuell aufgenommen wird, zeigten, daß Patienten im intermodalen Durchführungsmodus leichter zum Verständnis und zum Aufgabenerfolg kamen. Die Auswirkung der Art der Information bei modalitätsspezifischem oder intermodalem Aufgabendesign sollte daher in die Überprüfung des Schwierigkeitsgrades der Testaufgaben einbezogen werden.

Folgende Fragen ergaben sich zum Schwierigkeitsgrad bzw. der Komplexität der Testaufgaben:

- Werden einfach strukturierte Aufgaben wie Zweipunktdiskrimination und Stereognosie von Alltagsgegenständen besser bewältigt als komplexe Aufgaben wie das Formerkennen, die hohe Anforderungen an die Wahrnehmungsaktivität (Informationssuche) stellen?
- Werden Untertests von Formerkennungsaufgaben, die Formen mit einfachen Stimuluseigenschaften enthalten, besser bewältigt als Untertests, die Formen mit komplexen Stimuluseigenschaften enthalten?
- Werden Wiedererkennungsaufgaben mit Zugriff auf das taktile Altgedächtnis wie bei der Stereognosie für vertraute Alltagsgegenstände leichter bewältigt als das Wiedererkennen von unvertrauten abstrakten Formen, bei denen die relevanten Merkmale nicht gespeichert sind, sondern erst haptisch extrahiert werden müssen?
- Besteht ein Unterschied im Aufgabenerfolg zwischen intermodalen visuell-haptischen Wiedererkennungsaufgaben und modalitätsspezifischen haptischen Matchingaufgaben, bei denen Stimulus- und Kontrollinformationen ausschließlich haptisch exploriert und extrahiert werden müssen?

Wie wirken sich Handlungs- bzw. Explorationsstrategien (informationssuchende Prozesse) auf den Aufgabenerfolg aus?

Aus den referierten eigenen Beobachtungen während der Instruktion einer Formerkennungsaufgabe wurde deutlich, daß die Leistung der Instruktionsphase darin besteht, über die Aufnahme relevanter Information zum Verständnis und zur Ausführung der Aufgabe zu kommen. Die informationssuchenden Prozesse sind dabei wechselseitig auf Stimulusinformationen, Kontroll- bzw. Feedbackinformationen und Informationen zur

Handlungssteuerung ausgerichtet. Die Art und Weise, wie Information gesucht wird, bestimmt darüber mit, ob die aufgenommene Information dem Aufgabenziel angemessen ist und für die geforderte Leistung effektiv genutzt werden kann. Da die informationssuchenden Prozesse der Entwicklung unterliegen (s.o. Piaget), kommen in ihnen „innere“ Bedingungen der Organisation der Wahrnehmungsaktivität zum Ausdruck. Gleichzeitig müssen die informationssuchenden Prozesse sich an die „äußeren“ Bedingungen (der Tastobjekte und topologischen Beziehungen zwischen ihnen) in der gegenständlichen Interaktion anpassen. In der Informationssuche treffen so „innere“ und „äußere“ Aspekte der Wahrnehmung zusammen. Daher sollte eine weitere Frage der Auswirkung informationssuchender Strategien gelten:

- Ist der Aufgabenerfolg abhängig von den eingesetzten Handlungs- bzw. Explorationsstrategien, deren Ziel die Suche nach Information ist, um das Aufgabenziel zu erreichen ?

Können haptische Wahrnehmungsstörungen (innere Bedingung) durch abgestufte Schwierigkeitsgrade von Tests (äußere Bedingung) und daraus folgende Störungsprofile differenziert abgebildet werden?

Im klinischen Eindruck bei der Auswertung unterschiedlicher taktiler und haptischer Aufgaben, die Patienten bei der Durchführung der neuropsychologischen Diagnostik vorgelegt worden waren, zeigten sich Leistungs- bzw. Störungsmuster, die Ähnlichkeiten zwischen Patientengruppen vermuten ließen. Auch wiesen leichte vs. schwere Leistungsstörungen deutlich Zusammenhänge mit den Fähigkeiten der Patienten bei der Ausführung von Alltagsgeschehnissen auf. Es wurde angenommen, daß sich die taktilen und

haptischen Wahrnehmungsleistungen der Patienten durch eine differenzierte und abgestufte Testbatterie graduell besser abbilden lassen.

Für die Definition von Syndromen der klassischen Hirntraumatologie wurden auch bei Störungen des Tastsinns Störungsmuster und Leistungsdissoziationen herangezogen. Um zu vergleichbaren Diagnosen und Interpretationen von Forschungsbefunden zu kommen (s.o. die Kritik von Benton), ist neben der Beschreibung der Art und Lokalisation der Hirnschädigung auch eine eindeutige Zuordnung von Testaufgaben zu Leistungsstufen und Leistungs- /Störungsprofilen erforderlich.

Daraus ergaben sich folgende Fragen an die vorliegende Studie:

- Kann die Abstufung von Testaufgaben nach ihrem Schwierigkeitsgrad (Komplexität) dazu beitragen, qualitativ unterscheidbare Leistungsprofile zu definieren?
- Können Leistungsprofile (äußere Bedingungen) bzw. Störungsprofile bei Patienten haptische Wahrnehmungsstörungen bzw. unterschiedliche Niveaus haptischer Wahrnehmungsorganisation (innere Bedingungen) nach Hirnschädigung abbilden?

Wirken sich Sensibilitätsstörungen differenziert auf haptische Testaufgaben aus und finden sich Leistungsdissoziationen, die der Definition einer taktilen Agnosie entsprechen?

Der klinische Eindruck bei der Auswertung der Leistung von Patienten in unterschiedlichen haptischen Aufgaben zeigte, daß bei hemiplegischen Patienten die Stereognosie von Alltagsgegenständen mit der stark betroffenen Hand oftmals schwer gestört bis ausgefallen war, während mit der Hand ipsilateral zur Läsion die Gegenstände gut erkannt wurden. An der stark betroffene Hand zeigte sich dann ein sensorisches Defizit,

während die Sensibilitätsprüfung an der Leistungshand bei wenigen Patienten ebenfalls auffällig war, in der Regel aber kein Defizit erbrachte.

Bei einer Reihe von Patienten waren die mit der Leistungshand weiter untersuchten komplexeren Formerkennungsleistungen dann aber gestört - bei unauffälliger Sensibilität eine Dissoziation, wie sie für das Störungsbild der taktilen Agnosie gefordert wird.

Weiterhin fanden sich in der klinischen Untersuchung Patienten, die entweder nur im komplexen Formerkennen auffällig waren oder kombiniert in der Stereognosie von Alltagsgegenständen und im komplexen Formerkennen.

Daraus ergaben sich folgende Fragen an die vorliegende Untersuchung:

- Wirkt sich ein sensorisches Defizit (eine Sensibilitätsminderung) gleich oder unterschiedlich auf die Leistung in stereognostischen und haptischen Wahrnehmungsaufgaben aus und hängt die Auswirkung mit dem Schwierigkeitsgrad bzw. der Komplexität der Aufgabe zusammen?
- Ist ein Leistungs- bzw. Störungsprofil in der untersuchten Patientengruppe auffindbar, das der taktilen Agnosie entspricht, d.h. mit gestörten Leistungen in komplexen haptischen Tests bei nicht geminderter Sensibilität?

Methodik

Untersuchte Patienten und nicht- hirngeschädigte Versuchsteilnehmer

Klinische Experimentalgruppe

In die Studie wurden Patienten der weiterführenden Station (Rehabilitationsphase B und C) des Therapiezentrums Burgau, Klinik für neurologische Rehabilitation einbezogen, die

- nach klinischen Kriterien eine schwere Hirnschädigung erlitten hatten (Komadauer > 24 Stunden, Schädel-Hirn-Trauma (SHT) Grad III oder Subarachnoidalblutung (SAB) Grad III/IV nach Hunt u.Hess oder schwere körperliche und/ oder kognitive Störungen mit langfristig erforderlicher Rehabilitation);
- nach Fortschritten in der Frührehabilitation auf die weiterführende Station verlegt wurden;
- nach Verlegung zusätzlich zur neuropsychologischen Standardtestung auch hinsichtlich ihrer haptischen Wahrnehmungsleistungen untersucht wurden, d.h. mindestens mit dem Taktilen Formerkennungstest (TFE) und dem Stereognosietest für Alltagsgegenstände (STAG);
- in den Aktivitäten des täglichen Lebens (ATL) noch hilfsbedürftig waren gemessen an der Fremdrating- Skala „Functional Independence Measure (FIM)“ nach Granger (1990).

Der FIM- Punktwert der Patienten streute in der Stichprobe zwischen einem Minimalwert von 48 Punkten (starke Hilfsbedürftigkeit) und einem Maximalwert von 125 Punkten (nur noch

supervisorische Unterstützung nötig) mit einem Stichprobenmittelwert von 98 Punkten und lag damit bei allen Patienten unterhalb des erreichbaren Höchstwertes von 126 Punkten.

Die Aufnahme der Patienten in die Studie erfolgte zufällig im Rahmen der Zuteilung zu der Patientengruppe, die der Autor zu betreuen hatte. Die Patienten der Hauptstichprobe (= Patienten 1, s. Tabelle 4) wurden im Zeitraum Februar 1997 bis November 1999 untersucht, die Patienten einer Ergänzungsstichprobe von 18 Patienten im Zeitraum Juli bis Dezember 1999. Die Hauptstichprobe wurde um diese 18 Patienten ergänzt, um die Fallzahlen in den Verfahren Taktiler Formen- Vergleich (TFV) und Zweipunkt- Diskrimination (2-PD) zu erhöhen, da mit Patienten aus der Anfangszeit der Erhebung diese Tests nicht durchgeführt worden waren. Die Gesamtstichprobe der Patienten wurde aus der Hauptstichprobe und der Ergänzungsstichprobe gebildet und umfaßte N= 78 Patienten.

Tabelle 4: Demographische und klinische Daten der Probanden

		Demographische und klinische Daten der Untersuchungsteilnehmer					
		Kontrollgruppe N=56		Stichprobe		Patienten gesamt N= 78	
				Patienten 1 N=60			
		Anzahl	% ^a	Anzahl	%	Anzahl	%
Geschlecht	m	25	44,6%	36	60,0%	48	61,5%
	w	31	55,4%	24	40,0%	30	38,5%
Altersgruppe	20-39	20	35,7%	24	40,0%	33	42,3%
	40-59	18	32,1%	17	28,3%	24	30,8%
	60-80	18	32,1%	19	31,7%	21	26,9%
Bildung	Hauptschule	36	64,3%	44	73,3%	57	73,1%
	Mittlere Reife	11	19,6%	13	21,7%	16	20,5%
	Abitur	9	16,1%	3	5,0%	5	6,4%
Diagnosen	SHT			26	43,3%	35	44,9%
	Ischämie			10	16,7%	11	14,1%
	Blutung			18	30,0%	22	28,2%
	Hypoxie			4	6,7%	6	7,7%
	Encephalitis			2	3,3%	3	3,8%
	Tumor maligne					1	1,3%
Aphasie	mit Aphasie			21	35,0%	28	35,9%
	ohne Aphasie			39	65,0%	50	64,1%
Frontale Schädigung	mit fr.Schäd.			21	35,0%	29	37,2%
	ohne fr.Schäd.			39	65,0%	49	62,8%
Gültige Fälle gesamt		56	100,0%	60	100,0%	78	100,0%

a. Prozentangaben je Merkmal (Spalten%)

b. Patientengruppe 1 (N=60) aufgefüllt um weitere 18 Patienten auf insgesamt N= 78 Patienten

Bei 50 Prozent der Patienten waren mehr als 3,5 Monate seit dem hirnschädigenden Ereignis vergangen, bei 30 Prozent zwischen 2 und 3,5 Monaten und bei 20 Prozent der Patienten zwischen 5 Wochen (Minimum) und 2 Monaten. Damit befand sich kein Patienten mehr in der akuten (weniger als 2 Wochen) bzw. subakuten (zwei bis vier Wochen) Periode nach der Hirnschädigung. In Tabelle 5 sind die Läsionsorte der Patienten aus der Hauptstichprobe dargestellt, entsprechend dem medizinischen Bericht mit Beschreibung des ersten Notfall- CT's.

Tabelle 5: Übersicht über Läsionsorte in der Patientenstichprobe (N= 60)

Schädigungsorte	gesamt (Mehrfachnennungen)	unter Beteiligung			
		frontal	parietal	temporal	okzipital
linkshemisphärisch	29	19	8	10	6
rechtshemisphärisch	33	17	11	9	2
bilateral	17				
kortikal + sukkortikal	17				
diffus	2				
nur subkortikal	2				

Kontrollgruppe / Vergleichsgruppe

Da für die Tests der Untersuchung noch keine Normdaten von erwachsenen Versuchspersonen vorlagen, wurden die Tests einer Kontrollgruppe nicht- hirngeschädigter Versuchspersonen vorgelegt. Ausschlußkriterium waren neben einer Hirnschädigung Polyneuropathien z.B. durch Diabetes oder Lähmungen an den Händen. Die Kontrollgruppe wurde aus Mitarbeitern der Klinik, vor allem aus der Verwaltung und dem technischen Dienst, Praktikanten, Zivildienstleistenden und Angehörigen von Patienten nach zufälliger Verfügbarkeit und Bereitschaft zusammengestellt. Die über 60-jährigen Versuchsteilnehmer rekrutieren sich vor allem aus Personen, die im Schwimmbad der Klinik an Gruppen für Wassergymnastik und Gesundheitsschwimmen teilnahmen.

Die Kontrollgruppe wurde unter dem Gesichtspunkt einer ausgewogenen Verteilung der Probanden auf 3 Altersgruppen zwischen 20 und 80 Jahren, sowie nach Geschlecht und Bildungsgrad zusammengestellt (s. Tabelle 4). Alle Probanden lebten im eigenen Haushalt und

waren nach Befragung uneingeschränkt selbständig in allen Aktivitäten des täglichen Lebens (ATL). Dies wurde als Kriterium dafür genommen, daß alle Kontrollpersonen bei Einstufung den Höchstgesamtwert in der FIM- Skala erhalten hätten.

Untersuchungssetting und Untersuchungsdesign

Die Untersuchung der Patienten wurde nach Verlegung auf die weiterführende Station zusammen mit der neuropsychologischen Standardtestung im Verlauf von 2- 3 Wochen durchgeführt. Die Testung erfolgte vormittags an mehreren Terminen und dauerte jeweils 45 Minuten bis eine Stunde inklusive Wegezeiten. Zur Standardtestung gehören neben den - auf den allgemeinen Level der Patienten abgestimmten - Aufmerksamkeits- und Gedächtnistests weitere Verfahren zur Beurteilung der exekutiven Leistungen (Turm von Hanoi, Modified Card Sorting Test, Geteilte Aufmerksamkeit der Testbatterie für Aufmerksamkeitsprüfung (TAP) und ein verbaler Planungstest). Diese Tests wurden auch in der Kontrollgruppe miterhoben, um Normbereiche und Leistungsstufen definieren zu können (vgl. Peschke, 2000c). Der aus den exekutiven Leistungstests errechnete Gesamtscore für eine Exekutive Dysfunktion (EDF- score) sollte ebenso wie die routinemäßig zum Testzeitraum erhobenen FIM- Werte und der Barthel- Index (BI) als Außenkriterium für die Beurteilung der ökologische Validität der taktilen Tests dienen. Weiterhin wurde das Vorhandensein einer Aphasie und einer im ersten Notfall- CT beschriebenen frontalen Schädigung kodiert. Weitere, im Notfall- CT grob beschriebene Lokalisationen der Hirnschädigung (s. Tabelle 5) wurden in die Patientendatenbank aufgenommen, aber in die statistische Auswertung der Studie nicht einbezogen, da diese Angaben als für eine Lokalisationsstudie nicht ausreichend valide angesehen wurden.

Die Kontrollpersonen wurden innerhalb einer ca. 2,5 stündigen Testung - unterbrochen durch eine 15 minütige Pause - im gleichen Raum wie die Patienten mit allen Tests untersucht. In der Gruppe der 60-80 jährigen Probanden wurden zwei 15 minütige Pausen und in Einzelfällen ein zweiter Termin anberaumt. Die Kontrollpersonen wurden ebenfalls zusätzlich zu den taktilen

Tests mit 2 Gedächtnistests (Wortliste und Kurzgeschichte) und den 4 exekutiven Tests (s.o.) der Burgauer Standardtestbatterie untersucht.

Alle Testleistungen wurden auf standardisierten Testformularen (s. Anhang E) unmittelbar und detailliert erfaßt, gleichzeitig wurden alle Untersuchungen auf Video mit Einwilligung des Probanden aufgenommen. Die Testrohdaten wurden in eine eigens für die Studie entwickelte Access- Datenbank (PSYDAT) eingegeben. Die Access- Tabelle wurde in SPSS für Windows 9.0 eingelesen und dort für die statistischen Analysen weiterbearbeitet.

Im Überblick zeigt Tabelle 6 die durchgeführten taktilen und haptischen Tests in der Kontrollgruppe und Patientenstichprobe. In der Kontrollgruppe wurden alle Tests mit allen Versuchsteilnehmern durchgeführt mit Ausnahme des TFV in der Untergruppe der 60- 80 Jährigen. Die Durchführung des TFV in dieser Untergruppe hätte die durchgängig längere Testausführung und höhere Gesamtbelastung bei allen Verfahren noch verstärkt. In der Patientengruppe ist hinter den durchgeführten Tests die Fallzahl in den Stichproben aufgeführt.

Tabelle 6: Durchgeführte taktile und haptische Tests in den Stichproben.

Kontrollgruppe			Patientengruppe			
(N=56)			Hauptstichprobe (N=60)		Ergänzungsstichprobe (N=18)	
20-39 J.	40-59 J.	60-80 J.	Test	(Fallzahl)	Test	(Fallzahl)
TFE	TFE	TFE	TFE	(60)	TFE	(18)
TFV	TFV	./.	TFV	(10)	TFV	(18)
STAG	STAG	STAG	STAG	(60)	STAG	(18)
2-PD	2-PD	2-PD	2-PD	(10)	2-PD	(18)

Anmerkungen:

TFE= Taktiles Formenerkennen, TFV= taktiler Formen-Vergleich, STAG= Stereognosietest für Alltagsgegenstände, 2 PD= 2-Punkt- Diskrimination

Kontrolle der Handbenutzung bei Patienten und Versuchsteilnehmern

Da nicht wenige Patienten (ca. 27 % in der Gesamtstichprobe) aufgrund einer Hemiplegie die Testaufgaben nur mit einer Hand ausführen konnten, sollte die Ausführung mit einer Hand (links oder rechts) oder mit beiden Händen auf die Testleistung in der Kontrollgruppe kontrolliert

erfaßt werden. Dazu wurden vorab alle Kontrollen randomisiert einer von drei Händigkeitsgruppen zugeordnet (s. Tabelle 7). Drei Bedingungen wurden gleichmäßig über die drei Altersgruppen verteilt und im Taktilen Formerkennen (TFE) und im Taktilen Formenvergleich (TFV) angewandt. Bei den Patienten wurde ebenfalls kodiert, unter welcher der drei Bedingungen sie die Tests ausführten (Gruppe A – C).

Tabelle 7: Ausführende Hand und Testserien in der Kontrollgruppe

Ausführungshand im TFE und TFV			
	Serie 1	Serie 2	Serie 3
Gruppe			
A	rechte Hand	linke Hand	beide Hände
B	linke Hand	beide Hände	rechte Hand
C	beide Hände	rechte Hand	linke Hand

Beschreibung der angewandten Testverfahren

Für die Beantwortung der Fragestellungen der Studie konnte bei der Auswahl taktiler und haptischer Testverfahren nicht auf bereits bei hirngeschädigten Erwachsenen eingeführte und normierte Untersuchungsverfahren im deutschsprachigen Raum zurückgegriffen werden. Hermsdörfer, Mai, Rudroff & Münßinger (1994) haben eine halbstandardisierte Untersuchungsreihe zur Diagnostik von Handfunktionsstörungen veröffentlicht, die Unteraufgaben zur screeningmäßigen Prüfungen taktiler Leistungen aber nur bis zum Niveau der Stereognosie von Alltagsgegenständen enthält. Die beiden in Testhandbüchern (Lezak, 1995; Spreen & Strauss, 1998) beschriebenen normierten haptischen Tests für Erwachsene, der „Tactual Performance Test (TPT)“ aus der Halstaedt- Reitan Neuropsychological Test Battery (Reitan & Wolfson, 1993) als Variante des Seguin- Goddard Form Board und der Test „Tactile

Form Perception (TFP)“ von Benton (1983) sowie Unteraufgaben des „Southern California Sensory Integration Test“ für Kinder (Ayres, 1972) liegen in deutscher Fassung nicht vor und sind in Deutschland weder verbreitet noch einzeln verfügbar¹⁰. In den internationalen Testkompendien werden überhaupt nur äußerst wenige taktile und haptische Untersuchungsverfahren beschrieben, verglichen mit der Fülle von Test z.B. im visuellen Bereich. Das Fehlen komplexer haptischer Tests bzw. ihre Entwicklung wird daher von Lezak (s.o.) ausdrücklich angemahnt.

Für die vorliegende Untersuchung wurde der bereits erwähnte Taktile Formerkennungstest (TFE) von Affolter als komplexes haptisches Testverfahren ausgewählt, weil er sich für die Fragestellung der Untersuchung besser als die Formerkennungstests von Reitan und Benton eignete. Als Nachteil des TPT von Reitan wurde angesehen, daß die Leistungsbeurteilung durch Zeitmessung und nicht qualitativ erfolgt und ein Rechts- Links- Quotient gebildet wird, wodurch Patienten mit schwerer Hemiplegie herausfallen.

Der TFP von Benton ist ein visuell- haptischer, d.h. intermodaler Test, bei dem eine getastete zweidimensionale Form aus einer Auswahl aufgezeichneter Formen wiedererkannt werden muß. Aufgrund des Stimulusmaterials – flächenhafte konturierte Formen aus Sandpapier, die auf Pappe geklebt sind – ist der Test nicht als wirklich stereognostisches Verfahren mit Gegenständen anzusehen und damit auch nicht ökologisch valide für Alltagshandlungen.

Für die Stereognosie von Alltagsgegenständen wurde vom Autor in Anlehnung an eine Studie von Klatzky, Lederman & Metzger (1985) ein Verfahren mit 12 Gegenständen erprobt und standardisiert. Weiterhin wurde eigens für diese Studie eine neuer haptische Testaufgabe - der Taktile Formenvergleich (TFV) – entwickelt. Er sollte die visuell- haptische Version des taktilen Formerkennens um eine vergleichbare, aber rein haptische Matchingaufgabe erweitern und eine Lücke in der Testbatterie schließen.

¹⁰ Der „Göttinger Entwicklungstest der Taktil- Kinaesthetischen Wahrnehmung“ (TAKIWA) von Wilke und Kiese-Himmel (1999) wurde nach Abschluß unserer Untersuchungen veröffentlicht. Er enthält sieben Untertest bis zum

Das Taktile Formerkennen (TFE) als komplexe haptische Wahrnehmungsaufgabe.

Das Taktile Formerkennen (Affolter & Stricker, 1980) besteht aus einem Haupttest mit einem rein haptischen Durchführungsmodus in der Tastbox und aus einem intermodalen Untertest mit visuell- haptischen Matchingaufgaben, bei dem die gleichen Formen benutzt werden. Der Haupttest besteht aus drei Serien zu je fünf Formen und vier Instruktionsformen.

Abbildung 5:

In der obersten Reihe sind die vier Instruktionsformen abgebildet, darunter in drei Reihen die Formen der Serien 1- 2 -3.



Jedes Formset besteht aus drei Teilen: Einer Stimulusform (SF), einer Vergleichsform (VF) und einer Kontrollform (KF).

Abbildung 6: Einzelne Formen des Formset



KF

SF

VF

Abbildung 7: eingelegte Formen



SF und VF in der KF

Beschreibung der Stimuluseigenschaften der Formen

Instruktionsformen: groß vs. klein; Kanten (eckig) vs. Kurven (gebogen); offen vs. geschlossen.

Serie 1: topologische Merkmale a) Kreis innen offen vs. innen geschlossen; b) Nachbarschaft kleiner und großer Kreis: umschlossen (innen) vs. nicht umschlossen (außen); c) Kombination von a und b.

Serie 2: einfach euklidische Merkmale: a) wenige Winkel und Ecken; b) eine Kantenlänge (z.B. Dreieck) oder 2 verschiedenen Kantenlängen mit großem Kontrast (z.B. Rechteck); c) einfache Symmetrie halbseitig.

Serie 3: komplex euklidische Merkmale: a) viele Winkel und Ecken; b) drei verschiedene Kantenlängen pro Form; c) symmetrische und asymmetrische Formen

In Abbildung 8 exploriert eine Patientin eine Vergleichsform in der Tastbox, unterhalb ihrer linken Hand liegt die Kontrollform mit einer Vertiefung, in der sich bereits die Stimulusform befindet.

Abbildung 8:

Formen der Serie 3 des TFE liegen in der Tastbox. Im der rechten Seitenteil vom Untersucher aus gesehen hat die Tastbox eine große Öffnung zum Hindurchgreifen für den Untersucher. Das linke Seitenteil ist geschlossen.



Für das Situationsverständnis und zum Bereitmachen für die beginnende Arbeit wird einleitend gesagt: „Hier in der Box, in der sie Ihre Hände/ Hand liegen haben, sollen sie etwas

tun. Ich zeige Ihnen jetzt ohne Worte, was sie in der Aufgabe machen sollen. Dazu führe ich Ihre Hände und löse mit Ihnen die Aufgabe. Sie brauchen am Anfang nur aufzupassen, was wir machen. Sobald Sie verstehen, was Sie machen sollen, können Sie aktiv werden und weitermachen. Ich greife dann nur noch ein, wenn etwas nicht stimmt.“

Bei Aphasikern mit Störungen des Sprachverständnisses werden die einleitenden Sätze mit hindeutenden Gesten begleitet, um sie - aufbauend auf ihrem Situationsverständnis – ebenfalls dafür bereit zu machen, daß nun die Arbeit beginnt.

Es wird keine verbale Information zum Aufgabenverständnis selbst gegeben, auf Fragen des Probanden wird noch einmal das Führen der Hände erklärt. Anschließend wird ohne weitere sprachliche Bemerkungen oder Hilfen die nonverbale Instruktion durchgeführt.

Nonverbale Instruktion:

Zu Beginn ist die Stimulusform in die Kontrollform eingelegt, die Vergleichsformen liegen neben der Kontrollform in der Tastbox (s. Abbildung 9). Der Proband wird nonverbal an den Händen dabei geführt, die Stimulusform aus der Kontrollform herauszunehmen, sie abzutasten und wieder einzulegen.



Abbildung 9

Danach wird er zum Abtasten und zum Einlegeversuch einer nichtpassenden Form geführt, anschließend zur Auswahl und zum Einlegen der passenden Form (s. Abbildung 10).



Abbildung 10

Die vier Instruktionsformen werden maximal in zwei Durchgängen geführt bearbeitet. In der Instruktionsphase wird der Proband mit der Aufgabe vertraut gemacht und kann die Schritte der Handlungsdurchführung (Sequenzen bzw. Reihenfolgen) erlernen.

Durchführungsprozedur als Ausführen von Handlungssequenzen (Reihenfolgen) zum

Ziel:

1) *Kontrollform berühren*: berühren / abtasten der Kontrollform mit eingelegter Stimulusform; 2) *Kontrollform drehen/ ausleeren*: aus der Kontrollform wird die Stimulusform herausgenommen; 3) *Stimulusform abtasten*: die Stimulusform wird auf ihre Form hin abgetastet; 4) *Stimulusform einlegen*: die Stimulusform wird in die Vertiefung der Kontrollform eingelegt; 5) *Vergleichsform auswählen*: unter den 5 Vergleichsformen wird eine ausgewählt und zur Exploration abgetastet; 6) *Vergleichsform einlegen*: es wird versucht, die ausgewählte Vergleichsform in die Kontrollform einzulegen; 7) *Kontrollform füllen*: es wird kontrolliert, ob die eingelegte Form die Vertiefung der Kontrollform wirklich voll und passend ausfüllt - (bei nicht passender Form muß die KF wieder geleert und mit passender VF gefüllt werden).

Zwingende und nicht zwingende Reihenfolgen:

a) *Zwingend*: Sequenzen die nicht ausgelassen werden können, wenn der Zielzustand erreicht werden soll (= Handlungssequenzen 1 und 5 - 7); b) *nicht zwingend (Umweg)*: Sequenzen, die ausgelassen werden können, ohne das Erreichen des Ziels unmöglich zu machen (= Handlungssequenzen 2 - 4).

Ziel:

Ziel der Aufgabe ist es, eine Vergleichsform (VF) in die Vertiefung der Kontrollform (KF) auf die darin befindliche Stimulusform (SF) einzulegen und dabei das Kriterium „passend“ zu erfüllen (= Aufgabenerfolg).

Haptische Feedback- Information über den Zielzustand:

Der Zielzustand ist erreicht, wenn nach Einlegen einer Vergleichsform in die Kontrollform das Kriterium „passend“ erfüllt ist. Auf der Oberfläche der Kontrollform sind dann keine Vertiefungen / Lücken mehr spürbar / tastbar und die Oberfläche ist glatt und geschlossen.

Abbildung 11: passende Form eingelegt



Abbildung 12: nichtpassende Form eingelegt



Alle 7 Sequenzen werden nonverbal immer in der gleichen Reihenfolge geführt, mit Kontrolle des Zielzustandes durch geführtes vermitteln der Feedback-Information am Schluß. Nach dem ersten Durchgang der 4 Instruktionsformen wird im zweiten Durchgang auf dem Formblatt vermerkt, welche Sequenz geführt wurden und bei welchen Sequenzen der Proband spontan die Ausführung übernommen hat. Im zweiten Durchgang wird durch minimales Zurücknehmen des Führens - d.h. kurz abwarten, ohne dabei die Hände des Probanden loszulassen – geprüft, ob der Proband die Sequenz aktiv weiterführt. Die Instruktion wird beendet, wenn der Proband bei zwei aufeinanderfolgenden Formen alle notwendigen Reihenfolgen bis zum Ziel ohne Hilfen ausgeführt hat. Werden nur die zwingenden Reihenfolgen spontan ausgeführt und eine Reihenfolge übersprungen, wird sofort wieder mit dem Führen eingesetzt und die übersprungene Reihenfolge geführt nachgeholt. Werden nach der 6. Form auch die zwingenden Reihenfolgen nicht spontan übernommen, wird dem Proband verstärkt signalisiert / bedeutet oder auch gesagt, daß er aktiv werden darf. Nach Beendigung des 2. Durchgangs der Instruktionsformen wird das Aufgabenverständnis und die Testbarkeit beurteilt.

Aufgabenverständnis:

Aufgabenverständnis wird als vorhanden gewertet, wenn bei mindestens einer Instruktionsform im Wiederholungsdurchgang der Instruktionsphase ohne geführte Hilfe aktiv mit den Formen manipuliert wird.

Das interaktive manipulieren mit Formen wird als Vorhandensein von Basisroutine auf dem Formblatt vermerkt. Die Fähigkeit zur Ausführung aller Basisroutinen ist Voraussetzung zur Durchführung der Aufgabe:

Basisroutinen der Interaktion:

- a) *Berühren*: Finger/Hände sind im Kontakt mit dem Gegenstand; b) *Umfassen*: Finger greifen <<um>> einen Gegenstand; c) *Trennen*: Gegenstand von seiner Unterlage ;Gegenstand 1 von Gegenstand 2 ;Teile vom Gegenstand; d) *Zusammenbringen*: Gegenstand zu Unterlage; Gegenstand 1 zu Gegenstand 2; Teile zum Gegenstand; e) *Hinein*: ein Gegenstand wird in die Vertiefung / Öffnung eines anderen hinein gegeben; f) *Ortswechsel*: Wegnehmen eines Gegenstandes an einem Ort 1 und Loslassen an einem Ort 2 mit Bezug auf das Ziel eines Geschehnis (Person bleibt im <<Test>> an Ort 1).

Testbarkeit:

Wird zusätzlich zum Aufgabenverständnis in der Instruktionsphase bei mindestens einer Form auch das Ziel erreicht, d.h. die passende Form (VF) in die Kontrollform eingelegt, ist die Testbarkeit gegeben und es wird die 1. Serie zur Bearbeitung vorgelegt.

Der Untersucher kodiert auf dem Formblatt (s. Anhang E) während der Testung, mit welcher Form der Proband Einlegeversuche durchführt und in welcher Reihenfolge Einlegeversuche stattfinden.

Einlegeversuch:

Als Einlegeversuch zählt jedes gezielte Auflegen einer Vergleichsform auf die Kontrollform, auch wenn es nicht gelingt, die Form in die Vertiefung hineinzubringen.

Das Hochnehmen, Drehen, kurz Weglegen und dann sofort wieder Aufnehmen der gleichen Form wird nicht als neuer Einlegeversuch gezählt. Wird aber nach einem Einlegeversuch mit einer anderen Form eine bereits vorher benutzte Form wieder aufgegriffen und auf die Kontrollform gelegt, zählt dies als neuer Einlegeversuch.

Befindet sich bereits eine nichtpassende Vergleichsform in der Kontrollform oder auf der Kontrollform und wird dann eine weitere Form zum Einlegen daraufgelegt, zählt dies als Einlegeversuch.

Die Kodierung des Aufgabenerfolgs und der Regelnwendungen ergibt sich aus der Kodierung der Einlegeversuche und der ausgeführten Sequenzen (s. Testformblätter in Anhang E) und kann gesondert von der Testdurchführung erfolgen.

Bewertung des Aufgabenerfolgs je Form (= Ziel erreicht):

5 Punkte= Lösung mit 1 Einlegeversuch; 3 Punkte= Lösung mit 2 Einlegeversuchen; 1 Punkt= Lösung mit 3 Einlegeversuchen; 0 Punkte= Lösung ab 4 Einlegeversuche (ab hier ist aus Zeitgründen Hilfe erlaubt, um zum Ziel zu kommen.)

Definition der Kontrollregel:

Die Kontrollregel wertet die haptische Feedback- Information (s.o.) in der Sequenz 7 (Kontrollform füllen) aus. Sie lautet:

Wenn mit der eingelegten Form in der Kontrollform keine offenen Vertiefungen/ Lücken mehr tastbar sind und die Oberfläche „glatt“ ist, dann ist das das Kriterium „passend“ erfüllt.

Definition der Fittingregel:

Bei der Fittingregel wird ein Urteil als Bedingung mit dem Erreichen des Ziels „Einlegen“ verknüpft. Im Urteil wird festgestellt, ob die selektierte Vergleichsform (VF) in die Kontrollform (KF) eingelegt ist. Die Fittingregel lautet :

Wenn die VF in Vertiefung der KF eingelegt ist, dann ist das Ziel „Einlegen“ erreicht.

Um die Bedingung zu prüfen, müssen nur die Sequenzen 1 und 5 - 7 ausgeführt werden. Werden ausschließlich diese Sequenzen ausgeführt, gilt die Fittingregel als angewandt, unabhängig davon ob die passenden Formen eingelegt worden sind. Die Fittingregel enthält implizit die Kontrollregel, in der das Kriterium für den Aufgabenerfolg definiert ist. In voller Länge für den Aufgabenerfolg lautet die Fittingregel:

Wenn die Bedingung „VF in KF“ und die Kontrollregel erfüllt ist, dann ist das Ziel mit Erfolg erreicht.

Definition der Explorationsregel:

Bei der Explorationsregel wird die Stimulusform (SF) und die Vergleichsform (VF) untersucht und auf Übereinstimmung bewertet. Es werden dabei beobachtbare informationssuchende Tastaktivitäten ausgeführt. Um die Gleichheit von Stimulusform (SF) und Vergleichsform (VF) prüfen zu können, müssen zuerst die Sequenzen 2 - 4 ausgeführt werden, um dann in Sequenz 5 die Vergleichsformen zu explorieren und möglichst die übereinstimmende Form zu selektieren. Die Explorationsregel lautet:

Wenn die Merkmale der VF mit den Merkmalen der SF übereinstimmen, dann ist das Kriterium „Gleichheit“ erfüllt.

Ist die Regel erfüllt, kann der Schluß gezogen werden, dass die VF auf die gleiche SF in die Kontrollform passend eingelegt werden kann (= Anwendung der Fittingregel).

Da die Anwendung der Explorationsregel die Anwendung der Fittingregel nach sich zieht, sind bei Anwendung der Explorationsstrategie 2 Bedingungen (mit der Kontrollregel sogar 3 Bedingungen) in einer Reihenfolge zu prüfen sind, um zum Urteil über den erfolgreichen Zielzustand zu kommen:

Wenn die Bedingung „VF = SF“ erfüllt ist und anschließend die Bedingung „VF in KF“ (Fittingregel) mit dem Kriterium „passend“ (Kontrollregel) erfüllt wurde, dann ist das Ziel mit Erfolg erreicht.

Die Explorationsstrategie umfaßt die Explorationsregel und zwingend auch die Fittingregel mit der Kontrollregel und ist daher komplexer als die Fittingstrategie. Im Folgenden werden „Anwendung der Explorationsstrategie bzw. Fittingstrategie“ und „Anwendung der Explorationsregel bzw. Fittingregel synonym gebraucht.

Kodierung der Explorationsstrategie/ -regel bzw. der Fittingstrategie/ -regel:

Die Explorationsregel wird je bearbeiteter Form als vorhanden kodiert, wenn für den Lösungsweg die Handlungssequenzen 2 – 4 und 5 mit Herausnehmen und Explorieren der Stimulusform und Vergleich mit einer Vergleichsform ausgeführt werden. Da anschließend die Fittingregel zwingend ausgeführt werden muß, wird die Explorationsregel/ -strategie bei vollständigen 7 Sequenzen mit 1 Reihenfolgenpunkt für die Form kodiert. Fehlt die Exploration der Stimulusform (Reihenfolgen 2-4) und wird sofort ein Einlegeversuch mit einer Vergleichsform ausgeführt, gilt die Fittingregel als angewandt und es werden unter „Reihenfolgen“ für die Form 0 Punkte kodiert.

Das visuell- haptische Formerkennen (TFE- vt) als intermodale Wiedererkennungsaufgabe.

Nach Ausführung des Haupttests im rein haptischen Durchführungsmodus werden die Vergleichsformen der 3 Serien des Haupttests in einem visuell- haptischen Modus bearbeitet. Zu Beginn wird eine Karte mit dem aufgeklebten zweidimensionalen Abbild (Schattenriss) als

visuelle Stimulusform auf die Tastbox gelegt (s. Abbildung 13) und dem Probanden bedeutet, die schwarze Form auf der weißen Karte aufmerksam zu betrachten. Danach wird er wieder nonverbal an den Händen dazu geführt, nacheinander zwei nichtgleiche Holzformen aus den 5 Vergleichsformen zu explorieren,

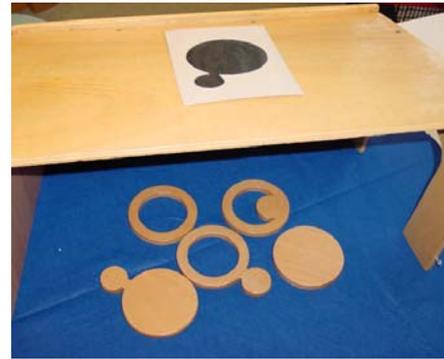


Abbildung 13

die in der Tastbox liegen. Dann wird die gleiche Holzform wie die visuelle Stimulusform auf der Karte ergriffen, exploriert, aus der Box genommen und passend auf die Karte mit der Stimulusform gelegt, um die Übereinstimmung (s. Abbildung 14 und 15) visuell zu beurteilen.

Abbildung 14:
Beispiele für
Visuelle
Stimulusformen
(Karten) und
hölzerne
Vergleichsformen

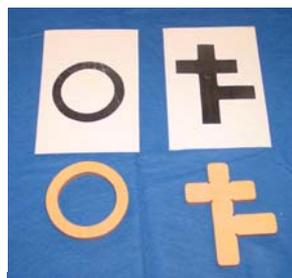


Abbildung 15:
Eine hölzerne
Vergleichsform
auf visueller
Stimulusform
(Karte) aufgelegt



Innerhalb von maximal 8 geführten Instruktionsformen gilt der Proband als testbar, sobald er spontan eine Form zum Vergleich aus der Box genommen und auf die Stimulusform gelegt hat.

Auf dem Testformular werden die vom Patienten im Test ausgeführten Vergleiche für jede Form vermerkt. Der Aufgabenerfolg wird wie im Haupttest mit 5 ; 3 ; 1 oder 0 Punkten kodiert, entsprechend ein bis vier zum visuellen Vergleich herausgenommener Formen. Das Aufgabenziel ist erreicht, wenn eine Holzform deckungsgleich mit der Stimulusform ist.

In vereinfachter Form sind auch im visuell- haptischen Modus eine Explorations- und eine Fittingregel vorhanden. Die Fittingregel - oder zur Unterscheidung hier besser Matchingregel genannt – wird angewandt, wenn eine hölzerne Vergleichsform ohne sie beobachtbar zu explorieren in der Tastbox umfasst, herausgenommen und auf die Stimulusform aufgelegt wird. Die Explorationsregel wird angewandt, wenn nach Betrachten der Stimulusform die

Vergleichsformen exploriert werden, bevor sie auf die Stimulusform aufgelegt werden. Zur Kontrollregel gehört in diesem Fall, daß die Holzform „passend“ auf die schwarze Kontur der Stimulusform aufgelegt wird und alle Teile in Deckung sind.

Der Taktile Formenvergleich (TFV) als modalitätsspezifische haptische

Wiedererkennungsaufgabe

Der Taktile Formenvergleich wurde als standardisierter haptischer Wahrnehmungstest für diese Studie entwickelt, um neben dem visuell- haptischen Durchführungsmodus des TFE eine rein haptische Matching- Aufgabe mit vergleichbarer Struktur der Handlungssequenzen zu prüfen. Im Unterschied zum TFE- vt ist beim TFV auch die Stimulusform aus Holz und muß haptisch exploriert werden.

Der taktile Formenvergleich besteht wie der taktile Formerkennungstest aus 4 Instruktionsformen und drei Testserien zu je fünf Formensets.

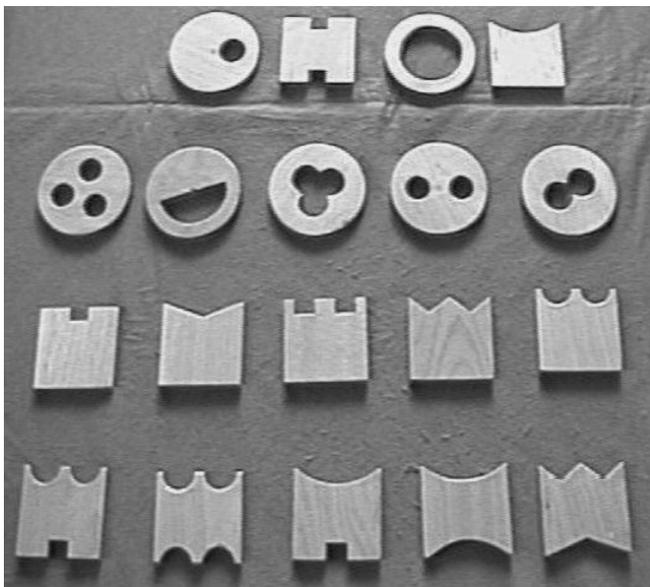


Abbildung 16: In der oberen Reihe sind die vier Instruktionsformen abgebildet, darunter die Serien 1 – 3 mit je fünf Formen. Serie 1 hat topologische Formmerkmale, Serie 2 geometrische Formmerkmale an einer Seite, Serie 3 Formmerkmale an zwei Seiten, drei davon asymmetrisch.

Stimulusmerkmale:

Instruktionsformen: a) eckig vs. rund; b) innen offen vs. innen geschlossen; c) zwei Kanten vs. eine Kante unterbrochen.

Serie 1: a) eine Öffnung vs. 1- 3 Öffnungen innen; b) kreisrund vs. unterbrochen gerundet mit Spitzen vs. halbrund mit gerader Innenkante.

Serie 2: a) drei gerade, nicht unterbrochene Seiten vs. eine mit Kanten und Spitzen unterbrochene Seite; b) Winkel vs. Rundung; c) eine vs. zwei Unterbrechungen in einer Seite (z.B. zwei Rundungen)

Serie 3: a) zwei gegenüberliegende gerade, nicht unterbrochene Seiten vs. zwei gegenüberliegende mit Kanten und Spitzen unterbrochene Seiten; b) Winkel vs. Rundung; c) eine vs. zwei Unterbrechungen in der Seite (z. B. zwei Winkel).

Jedes Formenset besteht aus 2 Teilen: einer Stimulusform (SF) und einer Vergleichsform (VF).

Abbildung 17:
Stimulusform und
Vergleichsform



SF

VF

Die Instruktion wird wie beim TFE ebenfalls nonverbal vermittelt, indem die Hände des Probanden bei der Ausführung der Handlungssequenzen bzw. Reihenfolgen geführt werden.

Nonverbale Instruktion:

Zu Beginn der Instruktion wird die Stimulusform mit dem Patienten ergriffen und exploriert. Die Stimulusform ist über eine Kette (s. Abbildung 17) links an der Tastbox fixiert, damit sie von den fünf Vergleichsformen unterschieden werden kann. Zwei nichtpassende Vergleichsformen werden ausgewählt, exploriert und wieder weggelegt, bevor die zur Stimulusform passende Vergleichsform ausgewählt, exploriert und mit der Stimulusform zusammengelegt / aneinandergesetzt wird (Matching). Die beiden Formen werden abschließend so gegeneinander gedreht, daß gleiche Seiten bzw. Segmente aneinander liegen und Stimulusform und Vergleichsform zusammen eine

übereinstimmende Doppelform bilden. Die Gleichheit wird durch Exploration kontrolliert.

Testbarkeit ist gegeben, wenn spontan ein Matchingversuch in der Instruktion ausgeführt wurde, d.h. die zwingenden Reihenfolgen für den Vergleich von SF und VF ausgeführt wurden (s. Abbildung 20).

Abbildung 20:

In der linken Hand hält die Versuchsperson die Stimulusform, mit der rechten Hand hat sie eine aus fünf Vergleichsformen ausgewählt, um sie an die Stimulusform anzulegen.



Handlungssequenzen (Reihenfolgen) zum Ziel:

Die Handlungssequenzen werden definiert als: 1) Berühren und Ergreifen der Stimulusform; 2) Explorieren der Stimulusform (SF); 3) Berühren und Ergreifen der Vergleichsform (VF); 4) Explorieren der VF; 5) Aneinanderlegen und Vergleichen beider Formen.

Zwingende Reihenfolgen zum Ziel sind die Sequenzen 1, 3 und 5, nicht zwingend ist die Ausführung der Sequenzen 2 und 4.

Für die anschließende Testdurchführung wird dem Probanden die Stimulusform in die Hand gegeben. Die Zusammengehörigkeit von 2 Formen wird vom Patienten abschließend verbal benannt oder nonverbal z.B. durch Hochheben oder Übergeben beider Formen an den Testleiter signalisiert. Sind die Formen nicht gleich, wird dies vom Testleiter zurückgemeldet und die falsche VF zurückgelegt. Der Proband führt danach die Aufgabe mit neuen Vergleichen fort. Die Abbildungen 18 und 19 zeigen Beispiele für übereinstimmende und ungleiche Formen:

Abbildung 18: SF und VF gleich



Abbildung 19: SF und VF nicht gleich



Die Matchingversuche je Form und die Ausführung der Sequenzen wird auf dem Testformblatt (s. Anhang E) kodiert. Die Kodierung der Explorationsregel und Matchingregel erfolgt anhand dieser Aufzeichnungen.

Bewertung für den Aufgabenerfolg (= Ziel erreicht):

Jedes Aneinanderfügen der Stimulusform an eine Vergleichsform wird als Matchingversuch im Formblatt vermerkt. Die Kodierung von Punkten wird nach der Häufigkeit der Matchingversuche vorgenommen, bis zwei gleiche Formen als Antwort ausgewählt werden (Urteil „gleich“). Die Punktbewertung wird vergleichbar mit dem TFE- vt vorgenommen (5; 3; 1; 0 Punkte für 1 – 4 Matchingversuche).

Beschreibung der Explorationsregel und Matchingregel:

Von den Handlungssequenzen (Reihenfolgen) dienen zwei der Exploration der Stimulusform und Vergleichsform (Sequenzen 2 und 4). Die Exploration wird vom Ergreifen/Aufnehmen einer Form (Sequenzen 1 und 3) unterschieden und dann als vorhanden bewertet, wenn über das einmalige Umfassen hinausgehend Finger- bzw. Handbewegungen mit informationssuchendem tastenden Erkunden von Formmerkmalen beobachtet werden können. Sequenz 5 dient der Kontrolle, ob beide Formen in ihren Merkmalen übereinstimmen.

Fehlt die Exploration der Formen (Sequenzen 2 und 4 werden nicht ausgeführt) und werden Vergleichsform und Stimulusform nur aufgenommen und sofort

aneinandergelegt, um die Übereinstimmung zu überprüfen, gilt die Matchingregel (als Variante der Fittingregel) als angewandt. Die Kontrollregel (Formulierung der Bedingung für die Gleichheit von SF und VF) ist implizit in der Matchingregel enthalten. Die Feedback bzw. Kontrollinformation wird im TFV ausschließlich haptisch gewonnen. Werden zusätzlich die Sequenzen 2 und 4 ausgeführt, gilt die Explorationsregel als angewandt. Die Explorationsregel (alle Sequenzen ausgeführt) wird mit 1 (Punkt) für Reihenfolgen kodiert, die Ausführung der Matchingregel mit 0 (Punkten) für Reihenfolgen.

Die Anwendung der Explorationsstrategie/ -regel ist komplexer, weil sie die Fittingstrategie/ -regel mit einschließt.

Der Stereognosietest für Alltagsgegenstände (STAG) als Aufgabe zum Objekterkennen

Der Stereognosietest für Alltagsgegenstände (STAG) wurde vom Autor als standardisiertes Verfahren entwickelt. In einer Vorstudie wurden 40 vertraute Alltagsgegenstände 12 gesunden Versuchspersonen zum Benennen vorgegeben. Die Vorstudie bestätigte die Ergebnisse einer Studie von Klatzky, Lederman und Metzger (1985) mit 100 vertrauten Objekten, die von gesunden Probanden im Durchschnitt innerhalb von zwei bis fünf Sekunden benannt werden konnten. Die ausführende Händigkeit der Probanden hatte keinen Einfluß auf die Wiedererkennensleistung.

Aus den 40 Burgauer Gegenständen wurden 12 Gegenstände ausgewählt und zu 2 vergleichbaren Sets mit jeweils sechs Gegenständen für die linke bzw. rechte Hand zusammengestellt (s. Abbildung 21):

Abbildung 21:

Gegenstände in den Sets:
Serie A (oben) und Serie B
(unten)



Jedes Set enthält kleine und größere Gegenstände aus verschiedenen Materialien mit Formmerkmalen, die „mit einem Griff“ (z.B. Tennisball, Schlüssel) oder nur durch sukzessive Exploration (z.B. kleiner Blumentopf mit Loch, Pinsel mit Holzgriff) erfaßt werden können.

Gegenstände in den Sets des Tests:

Set A: 1) Metallring 2) Zimmertürschlüssel aus Metall 3) Pinsel mit Holzgriff
4) Glühbirne 5) Blumentopf aus Ton mit Loch 6) Schwamm aus Schaumstoff

Set B: 1) Bleistiftspitzer aus Metall 2) Flaschenöffner aus Metall 3) Armbanduhr 4) Teesieb aus Metall mit Griff 5) Tennisball 6) Toilettenpapierrolle.

Die Gegenstände werden nacheinander in der Tastbox in die rechte (Set A) oder linke Hand (Set B) gegeben. Wird der Gegenstand nicht benannt, werden 4 Abbildungen von Gegenständen (darunter der gesuchte Gegenstand) auf einem Blatt vorgelegt mit der Frage, ob der gespürte Gegenstand dabei ist (s. Abbildungen 22 und 23).

Abbildungen 22 und 23:

Ein aphasischer Patient exploriert ein Objekt in der Tastbox, links unten (Abb.22) sind die 4 Fotos zu sehen, die ihm in Abb 23 auf der Tastbox gezeigt werden.



Bei Patienten ohne Aphasie werden bei Benennen 2 Punkte, bei Wiedererkennen auf der Abbildung 1 Punkt kodiert. Patienten mit Aphasie erhalten auch beim Wiedererkennen 2 Punkte, wenn sie den Gegenstand nicht benennen können. Wird der Gegenstand von Aphasikern verbal umschrieben als „was zum aufmachen..beim Trinken“ (= Flaschenöffner) oder wird mit einer Geste der Gebrauch richtig dargestellt und der Gegenstand dadurch identifiziert, werden ebenfalls 2 Punkte kodiert.

Die Gegenstände wurden so ausgewählt, daß sie keine Geräusche beim Explorieren verursachen (wie z.B. ein Kamm). Ein dicker Filz in der Tastbox filtert Geräusche, wenn ein Gegenstand die Unterlage berührt. In der Kontrollgruppe wurde zusätzlich ein schallschluckender Ohrenschutz aufgesetzt. Bei den Patienten wurde auf den Ohrenschutz wegen der Kopfverletzungen überwiegend verzichtet.

Die Zwei- Punkt- Diskrimination (2-PD) als Verfahren der Sensibilitätsprüfung.

Messungen der Unterscheidungsschwelle für zwei dicht nebeneinander liegende Reizpunkte an der Hautoberfläche als Schwellenbestimmung der gerade noch beurteilbaren Wahrnehmung zweier örtlicher Reizeindrücke, bevor sie zu einem einzigen örtlichen Reizeindruck verschmelzen, werden üblicherweise als 2-Punkt-Diskrimination bezeichnet. Die Reizeindrücke werden in der Sensibilitätsprüfung durch eine einzelne Metallspitze bzw. durch zwei Spitzen gleichzeitig verursacht (s. Abbildung 23):

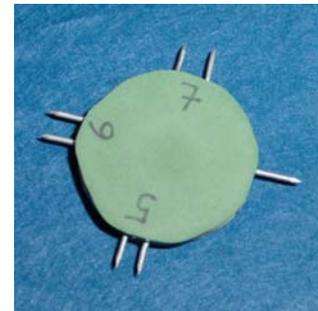


Abbildung 23: Messinstrument mit Metallspitzen im Abstand 5-7 mm

Die Variabilität und Schwankungsbreite der 2-Punkt Diskriminationsschwelle und damit das Problem objektiver und reproduzierbarer Messungen und Studienvergleiche ist wiederholt diskutiert worden, wobei der hohe kognitive Anteil der geforderten Beurteilungsleistung durch Aufmerksamkeits- und Entscheidungsprozesse nicht nur bei hirngeschädigten Patienten, sondern auch bei gesunden Kontrollpersonen mit für große Streuungen verantwortlich gemacht wird (Lundborg & Rosen, 1994). Johnson, Van Bowen & Hsiao (1994) haben kritisch angemerkt, daß die Eindellungen der Haut durch eine Spitze oder durch zwei nebeneinanderliegende Spitzen zwei unterschiedliche neuronale Entladungsraten und Aktivationssummen erzeugen. Die 2-Punkt Diskrimination messe dann an der Wahrnehmungsschwelle nicht das räumliche Auflösungsvermögens der Hautoberfläche (spatial resolution threshold), sondern die Wahrnehmung (Signalentdeckung) zweier unterschiedlicher Druckreize.

Daher haben wir ein Vorgehen gewählt, das nicht die Wahrnehmungsschwelle mißt, sondern das überschwellige Diskriminieren von 2 Reizen, die entweder durch eine Spitze (R1) oder zwei Spitzen (R2) verursacht werden. Für R2 wurden eine Abstufung des Reizes durch den Abstand zwischen den Spitzen von 5 mm und 6 mm vorgenommen. Der kleinere Spitzenabstand von 5 mm liegt oberhalb der Unterscheidungsschwelle, die an den Fingern bei gesunden Versuchspersonen sicher unter 6 mm liegt (Callahan, 1990) und um ein Mittel von ca. 4 mm je nach Finger variiert (Weinstein, 1968).

Bei dem kleineren Spitzenabstand von 5mm ist der Kontrast zwischen R1: R2 kleiner als der Kontrast zwischen R1: R2 bei größerem Spitzenabstand von 6 mm. Wir nehmen an, daß eine verminderte Sensibilitätsleistung sich darin äußert, daß bei kleineren überschwelligen Reizkontrasten (R1:R2) mehr Fehler auftreten als bei größeren Reizkontrasten. Mit der Annahme, daß gesunde Versuchspersonen beide überschwelligen Reize R1 und R2 demnach sicher diskriminieren können, sollte diese Methode der Zweipunkt- Diskrimination ein ökonomisches Verfahren sein, mit dem ein für die Stereognosie relevanter Aspekt (s.o. Hoffmann) der taktilen Sensibilität bzw. ein sensorisches Defizit (SD) diagnostiziert werden kann.

Als Instrument wurde eine kleine Scheibe benutzt (s. Abbildung 23 und 24), aus der eine einzelne Spitze sowie 2 Paare von Spitzen mit dem Abstand 5mm bzw. 6 und 7 mm ca.1,5 cm herausragen. Die Spitzen bestanden aus nicht biegbaren ca. 0,5 mm dünnen, spitz zulaufenden Nägeln, die fest an der Scheibe verlötet waren und deren Abstand zueinander konstant blieb. Die Nagelspitzen verursachten nach simultanem Aufsetzen auf die Hautoberfläche (s. Abbildung 24) an den Fingerkuppen zwei sichtbare

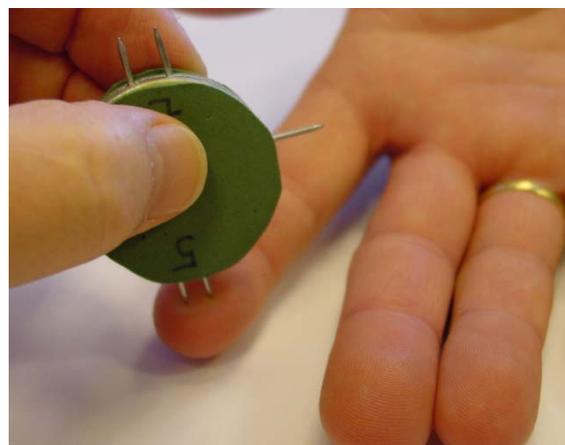


Abbildung 24:

Eindellungen, die Spitze konnte aber nicht in die Haut eindringen und einen Schmerz verursachen, wie z.B. eine feine Stecknadel.

In der Untersuchung wurde zweimal an jeder Fingerkuppe im obersten Segment ein Reiz mit einer oder zwei Spitzen in unsystematischer Abfolge gesetzt. Die Reihenfolge für die linke und rechte Hand war gleich. (s. Tabelle 8).

Tabelle 8: Reizdarbietung bei der Zweipunkt- Diskrimination

Finger ReH / LiH	3	5	2	4	1	5	2	3	1	4
Anzahl Spitzen	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2

Anmerkung: 1= Daumen; 2 =Zeigefinger; 3 = Mittelfinger; 4= Ringfinger, 5= kleiner Finger

Zur Instruktion wurde eine Zeichnung von einem Fingern mit eingezeichnetem Punktepaar und einem Finger mit einem einzelnen Punkt sichtbar auf die Tastbox gelegt und an einem Finger des Testleiters demonstriert, daß zwei Spitzen *zwei* sichtbare (nicht schmerzhaft) und eine Spitze *eine* Eindellung in der Haut verursachen. Dies wurde unter visueller Kontrolle an einem Finger des Probanden wiederholt und nachgefragt, ob er die Reize unterscheiden kann. Mit nicht- aphasischen Patienten wurde vereinbart, daß sie „eins“ oder „zwei“ sagen, je nachdem, welchen Reiz mit den entsprechenden Spitzen / Punkten sie spüren. Bei aphasischen Patienten wurde demonstriert, daß sie bei Reiz 1 auf den Finger mit einem eingezeichneten Punkt, bei Reiz 2 auf den anderen Finger mit 2 Punkten zeigen sollen. Konnten die Patienten unter Sichtkontrolle und einmal ohne Sicht die gespürten Punkte richtig anzeigen, wurde Aufgabenverständnis und Testbarkeit angenommen und der Patient gebeten, die rechte Hand in die Tastbox zu legen und jede folgende Berührung zu beurteilen. Anschließend wurde die linke Hand geprüft.

Wurden im ersten Durchgang (5mm) alle Proben richtig beurteilt, wurden auch für 6 mm alle Antworten als richtig Antworten kodiert, ohne den Test weiterzuführen. Bei 2 Fehlantworten wurden nur die betreffenden Finger mit überprüft, bei 3 und mehr Fehlern (5mm) wurde die

ganze Hand mit 10 Proben (6mm) untersucht. Der Maximalscore betrug 20 Punkte für 20 richtige Urteile.

Komponentenanalyse der haptischen Testaufgaben und Definition eines Komplexitätsindex der Tests

Bei der Definition der Komponenten der Tests wird auf die Beschreibungen und Definitionen der Testverfahren Bezug genommen.

Gemeinsame Komponenten, die aus der Analyse der Tests extrahiert werden konnten, sind 1) die Informationssuche, 2) die Art der Kontroll- bzw. Feedbackinformation, 3) die Anzahl der Gegenstände, 4) die Handlungssequenzen, 5) die Struktur der Reihenfolgen, 6) die Basisroutinen der Interaktion 7) die Strategien bzw. Handlungsregeln und 8) die Art der Antwort(reaktion).

Kritisch für Wahrnehmungsaufgaben sind die informationssuchenden und informationsverarbeitenden Prozesse. Bei den vorliegenden Aufgaben (TFE und TFV) erfordert nicht nur die Exploration der Stimulusformen sondern auch die Evaluation des Zielzustandes eine Suche nach Information. Im haptischen Modus beruht die Evaluation auf der Suche und Verarbeitung haptischer, in visuell- haptischen Aufgaben auf visueller Feedback- Information. Art und Ausmaß der haptischen Informationssuche sind abhängig von den Stimulusmerkmalen der stereognostischen Objekte und von den topologischen Beziehungen, in die sie zueinander gebracht werden (an- oder aufeinander, eine Form in eine andere). Bei der Stereognosie von Alltagsgegenständen spielen Form, Textur, Gewicht und Material eine Rolle. Die hölzernen Formen des TFE und TFV differieren dagegen nicht in Material, Textur und (unterscheidbarem) Gewicht, sondern nur in der Form. Längen- und Größenunterschiede werden hier zur Dimension der Form gezählt. Die Komplexität von Formen ist eine Funktion der Häufigkeit von Veränderungen an ihren Flächen und Kantenlinien, d.h. der Ausdehnung und Anzahl von Flächen und der Richtungsänderungen von Linien mit der Anzahl von Winkeln, Spitzen, Kanten und Krümmungen. Weiterhin spielen Kontraste bei den Veränderungen eine Rolle (z.B. Größe

eines Winkels, Ausmaß der Krümmung einer Linie) und symmetrisch oder asymmetrische Anordnungen der Merkmale. Bei den verwendeten Holzformen sind alle Flächen plan und nicht in sich gewölbt. Im TFE und TFV werden die Formen der Serien 3 mit häufigeren Veränderungen der Formmerkmale und sowohl symmetrischen wie asymmetrischen Anordnungen als komplexer definiert gegenüber den Formen der Serien 1 und 2.

Neben dem Aspekt der Information sind strukturelle Aspekte der Aufgabe herauszuheben. Dazu zählen die Handlungssequenzen und die Art, wie sie als Reihenfolgen auf das Ziel hin geordnet sind. Nicht-zwingende Folgen sind weniger komplex als zwingende Reihenfolgen und Einschachtelungen (Umwege), weil ihr Beginn und ihre Abfolge nicht in eine hierarchische Ordnung gebracht werden muß.

Ein dritter Aspekt betrifft die erforderlichen Basisroutinen der Interaktion und die Strategien (Handlungs- und Explorationsstrategien), um die Aufgabe effektiv lösen zu können. Mit dem Kriterium der „Testbarkeit“ ist festgelegt, welche Basisroutinen und Strategien mindestens ausgeführt werden müssen. So müssen z.B. die 4 Basisroutinen „berühren /umfassen“, „trennen / wegnehmen“, gezielt „loslassen“ an anderem Ort und „hineinbringen / loslassen“ im TFE alle ausgeführt werden, während bei der Stereognosie von Alltagsgegenständen „berühren / umfassen“ und „loslassen“ ausreichend ist. Die Strategien enthalten neben der Kombination von Basisroutinen (z.B. explorieren einer Form mit beiden Händen als wiederholtes wechselseitige „berühren- umfassen- loslassen“) vor allem die Anwendung von Regeln bei der Durchführung der Operationen bzw. Handlungssequenzen wie z.B. die Kontrollregel, Fittingregel (Matchingregel) und Explorationsregel. Ein Test wie z.B. der TFE enthält als Möglichkeit die Anwendung der drei Strategien, die in der Instruktion alle geführt mehrfach wiederholt dargeboten werden. Es gehört zur Aufgabe, dass sie vom Probanden während der Instruktion spontan extrahiert und im Test anschließend umgesetzt werden.

Ein letzter Aspekt bei der Analyse der Komponenten betrifft die Art und Weise der Antwortreaktion. Die Antwort basiert auf dem von Weizsäcker (s.o) so genannten

Tabelle 9 Definition und Gewichtung von Komponenten der haptischen Tests

Komponenten	Gewichtung (Wert)
Informationssuche	
<i>Vertraute Alltagsgegenstände</i>	1
<i>Einfache topologische oder geometrische Formen (Serie 1 + 2)</i>	3
<i>Komplexe Formen, asymmetrisch (Serie 3)</i>	5
Art der Kontrollinformation	
<i>Visuell</i>	1
<i>haptisch</i>	3
Gegenstände	
<i>Einzelobjekt</i>	1
<i>2 Gegenstände in einfacher topologischer Beziehung (an, auf)</i>	3
<i>2 Gegenstände in komplexer topolog. Beziehung (ineinander)</i>	5
Struktur Handlungssequenzen	
<i>Anzahl der Handlungssequenzen zum Ziel</i>	1 -7
Struktur Reihenfolgen zum Ziel	
<i>Interaktion ohne Reihenfolgen</i>	1
<i>Reihenfolgen ohne Umweg</i>	3
<i>Reihenfolgen mit Umweg</i>	5
Interaktion	
<i>Basisroutinen der Interaktion</i>	1 - 4
Strategien (Handlungsregeln)	
<i>Kontrollregel</i>	1
<i>Matching- Fittingregel und Explorationsregel</i>	3
<i>Fittingregel und Explorationsregel plus Fittingregel</i>	5
Antwortreaktion	
<i>Benennen</i>	1
<i>Herstellen</i>	3

„gnostischen Akt“, mit dem das Urteil über das Wahrgenommene, z.B. einen „Schlüssel“ oder „gleich“ bei zwei Formen mitgeteilt wird. Die Antwort in den vorliegenden Tests kann verbal durch „Benennen“ erfolgen oder nonverbal durch „Herstellen“ des Ergebnisses, z.B. beim

Einlegen einer Form in die Kontrollform. Herstellen unter aktueller haptischer Kontrolle wird als komplexer definiert als Benennen mit Zugriff auf das Altgedächtnis.

In Tabelle 9 ist die Definition und Gewichtung der Komponenten aufgelistet, in Tabelle 10 sind die zusammengefassten Komponentengruppen mit den Testaufgaben dargestellt. Jeder Komponente wurde ein gewichteter Wert (1 – 3 – 5) zugeordnet. Die Gewichtung stellt eine abgestufte Einschätzung im Sinne einer Ordinalskala dar, wobei höhere Werte eine größere Komplexität bedeuten. Angewandt auf die einzelnen Test ergibt sich je Test eine Wertsumme als „Index“ seiner Komplexität.

Tabelle 10: Index der Komplexität der als Summe der Komponentenwerte der Tests

Test	STAG	TFE vh	TFV	TFE
Komponente				
Informationssuche	1	5	5	5
Art der Kontrollinformation	1	1	3	3
Gegenstände	1	3	3	5
Struktur Handlungssequenzen	1	5	5	7
Struktur Reihenfolgen	1	3	3	5
Interaktion Basisroutinen	2	3	3	4
Strategien (Regelanwendung)	1	3	3	5
Antwortreaktion	1	3	3	3
Wertsumme	9	26	28	37
„Komplexitätsindex“				

Anmerkungen: STAG = Stereognosietest für Alltagsgegenstände ; TFE vh = Taktiler Formerkennen im visuell- haptischen Modus; TFV = Taktile Formenvergleich; TFE = Taktile Formerkennungstest

Statistische Auswertung

Prüfung auf Normalverteilung, Definition des Skalenniveaus und Überprüfung der Effekte unabhängiger Variablen.

Für alle Variablen, die Rohwerte von Testleistungen repräsentieren, wurde durchgängig das Ordinalskalenniveau angenommen, obwohl bei einer Reihe von Variablen auch Intervallskalierung vertretbar gewesen wäre. Die Profilwerte wurden aufgrund der Art der Konvertierung aus den Rohwerten (s.u.) als intervallskaliert definiert, da die Werte gleich große Abstände zwischen den Stufen darstellen.

Die Prüfung der Variablen auf Normalverteilung ergab erwartungsgemäß, daß die Variablen in der Kontrollstichprobe wegen der Tendenz zu Deckeneffekten nicht normalverteilt waren. Deshalb wurden für Mittelwertvergleiche nonparametrische Verfahren mit dem Vergleich von Rangplätzen durchgeführt. Die Prüfung von Effekten der unabhängigen Variablen „Geschlecht“, „Alter/ Altersgruppenzugehörigkeit“, „Schulbildung“ und ausführende „Händigkeit“ auf die abhängigen Variablen „Testleistung“ wurde in der Kontrollgruppe zunächst mit dem Mann-Whitney- U Test und Kruskal-Wallis Test durchgeführt und mit einer mehrfaktoriellen univariaten Varianzanalyse nach dem Allgemeinen Linearen Modell (ALM) kontrolliert. Neben der gleichen Prüfung (ALM) für die Patientenstichprobe wurden zusätzlich bei den Patienten die Effekte der unabhängigen Variablen „Diagnose“, „Aphasie“ und „frontale Schädigung“ auf die abhängigen Variablen „Testleistung“ geprüft (mehrfaktorielle univariate Varianzanalyse). Mit Kreuztabellen (Chi- Quadrat nach Pearson und Spearman Rangkorrelationen) wurden die einzelne Ergebnisse über eine Profilwert-Skala (1-4, s.u.) detailliert analysiert.

Es wurde bei TFE taktil und 2- PD ein Alterseffekt für die Altersgruppe der 60-80 jährigen gegenüber den jüngeren Altersgruppen gefunden und bei der Bewertung der Leistungsstufen (Profilwerte) berücksichtigt (s. Anhang C).

Definition von Leistungsstufen und Konvertierung der Testrohwerte in eine vierstufige Skala von Profilwerten

Stichprobenvergleiche auf Mittelwertsunterschiede zwischen der Kontrollgruppe und Patientengruppe erlauben zunächst noch keine Aussage darüber, welche Probanden bzw. Patienten einer Stichprobe im Durchschnittsbereich liegen und welche Probanden und Patienten vom durchschnittlichen Bereich abweichende Leistungen zeigen. Daher wurden in Anlehnung an international gebräuchliche Bezeichnungen von Leistungs- und Störungsgraden (normal - mild, moderate, severe disturbed) vier Leistungsstufen definiert und ihnen Profilwerte auf einer Skala von 4 bis 1 zugeordnet. Die Profilwert-Skala hat ihr Maximum bei 4, was einer durchschnittlichen Leistung entspricht. Skalenwerte von 3 bis 1 bilden unterdurchschnittliche Leistungen ab. Tabelle 11 zeigt, welche Leistungsstufen der vierstufigen Skala (Profilwerte) zugeordnet werden.

Tabelle 11: Zuordnung der Profilwert- Skala zu Leistungsstufen bzw. Störungsgraden

Profilwert PW	Leistungsstufen gesunde Versuchspersonen	Mittelwerte und Standardabweichungen SD (Kontrollgruppe)	Störungsgrade Patienten
4	durchschnittliche Leistung	Median + 1 SD + Fehler = cutting-score nach unten	durchschnittlich normal, keine Störung (normal)
3	unterdurchschnittliche Leistung	cutting-score + 1 SD	leicht gestört (mild)
2	deutlich unterdurchschnittliche Leistung	cutting-score + 2 SD	deutlich gestört (moderate)
1	stark unterdurchschnittliche Leistung	cutting-score + 3 SD	schwer gestört (severe)

Für die Zuordnung zur obersten Stufe mit unauffälliger „durchschnittlicher Leistung“ und dem Skalenwert „PW 4“ wurden alle Testrohwerte selektiert, die oberhalb eines definierten „cutting- scores“ lagen. Zur Bestimmung des cutting- score wurde vom Median als repräsentativem Wert bei Rangkorrelationen eine Standardabweichung plus Fehler (aufgerundet) abgezogen. Die Störungsstufen für unterdurchschnittliche Leistungen wurden durch Abzug der

(aufgerundeten) Standardabweichung vom cutting-core bestimmt: Skalenwert „PW 3“ entspricht Testrohwerten im Bereich einer Standardabweichung unterhalb des cutting-score (= 2 SD unterhalb Median), Skalenwert „PW 2“ entspricht Testrohwerten mit zwei und Skalenwert „PW 1“ solchen mit drei Standardabweichungen unterhalb des cutting-scores. Die Konvertierungstabellen der Rohwerte in Profilwerte anhand der Testrohwerte der Kontrollgruppe sind in Anhang C aufgeführt.

Zur Überprüfung der Trennschärfe der Profilwertskala wurden Teilstichproben durch die Zuordnung zu Profilwerten gebildet und anschließend über die Testrohwerte mit t-Tests verglichen. Alle so paarweise verglichenen Leistungsgruppen unterschieden sich bei Überprüfung mit dem Mann-Whitney-U Test auf dem 5% Signifikanz-Niveau voneinander. Damit kann von einer annehmbaren Trennschärfe der Profilwertskala ausgegangen werden.

Da die einzelnen Profilwerte bei TFE und TFV sich auf verschiedene Aspekte der Gesamtestleistung (Aufgabenerfolg und Regelanwendung) oder auf Untertests (Serien) beziehen können, stellen einzelne Profilwerte noch keine gültige Zuordnung zu einem für die klinische Beurteilung verallgemeinerbaren Störungsbild dar. Berücksichtigt man weiterhin, daß die haptische Wahrnehmung ein komplexer Leistungsbereich ist, der mit verschiedenen Tests erfaßt wird, sollten im klinischen Gesamtbefund immer mehrere Profilwerte berücksichtigt und nach klinischem Urteil gewichtet einbezogen werden.

Für die vorliegende Studie ergibt sich durch die Definition von Leistungsgruppen die Möglichkeit, Patienten und Probanden deutlich unterscheidbaren Extremgruppen zuordnen zu können und dadurch die Datenanalyse zu verfeinern. Die Konvertierung von Rohwerten in intervallskalierte Profilwerte ermöglicht weiterhin das Erstellen von Störungsprofilen über alle Tests und eine statistisch objektiviertere Interpretation von typischen Störungsprofilen wie z.B. für die taktile Agnosie, für die bisher ein Bezug zu normierten Leistungsprofilen aussteht.

Formulierung statistisch überprüfbarer Hypothesen.

Entsprechend den in der Einleitung formulierten Zielen und speziellen Fragestellung orientierte sich die Datenanalyse neben einem allgemeinen Vergleich zwischen Patienten und Kontrollpersonen auf insgesamt 4 Hauptaspekte, für die folgende Hypothesen gebildet werden:

1) Kontrollgruppe und Patientengruppe unterscheiden sich in Bezug auf haptische und taktile Wahrnehmungsleistungen:

(a) Patienten mit Hirnschädigung weisen starke Leistungsminderungen in haptischen Wahrnehmungsaufgaben (TFE und TFV) im Vergleich mit gesunden Kontrollpersonen auf. Die Leistungsminderungen zeigen sich 1.) im Aufgabenerfolg, z.B. in der Anzahl von Einlegeversuchen, bis das Ziel erreicht oder aber nicht erreicht wird (Variable: Punkte gesamt) und 2.) in der Auswahl von Handlungsstrategien, d.h. Anwendung von Regeln, um das Ziel zu erreichen (Variable: Punkte für Reihenfolgen). Die Leistungsunterschiede werden differenziert durch die Verteilung auf Extremgruppen: 1.) mehr Kontrollpersonen als Patienten gehören zur Leistungsgruppe „durchschnittliche Leistung“ (Variable: PW 4 /Punkte gesamt) 2.) mehr Patienten als Kontrollpersonen gehören zu den Leistungsgruppen „starke und sehr starke Leistungsminderung“ (Variablen PW 1 oder 2: Punkte gesamt)

(b) Patienten mit Hirnschädigung weisen schwache Leistungsminderungen in taktilen Sensibilitätsprüfungen der Hautoberfläche (2-PD) und in stereognostischen Wiedererkennungsaufgaben (STAG) im Vergleich mit gesunden Kontrollpersonen auf. Die Leistungsminderung zeigt sich im Aufgabenerfolg, d.h. in der geringeren Anzahl von richtigen Antworten (Variable: Punkte gesamt). Die Leistungsunterschiede werden differenziert durch die Verteilung auf Extremgruppen: 1.) Kontrollpersonen wie Patienten verteilen sich mit hohem Anteil auf die Gruppe „durchschnittliche Leistung“ und unterscheiden sich auf dieser Stufe nicht (Variable: PW 4: Punkte gesamt). 2.) Nur

Patienten verteilen sich auf die Leistungsgruppen „starke und sehr starke Leistungsminderung“ (Variable: PW 1 und 2)

2) Die Komplexität der Aufgaben und der Stimulusmerkmale wirkt sich auf die Testleistungen aus:

(a) Bei der Bearbeitung der verschiedenen Tests weisen Patienten und Kontrollpersonen die gleichgerichtete Tendenz auf, Tests mit einfacheren Anforderungen besser zu bewältigen (Aufgabenerfolg) als Tests mit komplexeren Anforderungen. Diese Tendenz zeigt sich in Unterschieden zwischen den Tests: 1.) Der Aufgabenerfolg in TFE und TFV ist geringer als in STAG und 2-PD (Variable: Punkte gesamt) 2.) Der Aufgabenerfolg im TFE ist geringer als im TFV (Variable: Punkte gesamt) 3.) Der Aufgabenerfolg in STAG und in der 2-PD unterscheidet sich nicht (Variable: Punkte gesamt)

(b) Bei der Bearbeitung der Serien in TFE und TFV zeigen Kontrollpersonen und Patienten die gleichgerichtete Tendenz, Serien mit einfachen Stimulusmerkmalen besser zu bewältigen (Aufgabenerfolg) als Serien mit komplexen Stimulusmerkmalen. Diese Tendenz zeigt sich in Unterschieden zwischen den Serien: a) der Aufgabenerfolg ist in Serie 2 größer als in Serie 3 bzw. 1 (Variable: Serie Punkte gesamt), b) der Aufgabenerfolg ist in Serie 1 größer als in Serie 3 (Variable: Serie Punkte gesamt)

3) Die Art der verfügbaren Information (Sinnesmodalität) wirkt sich auf die Testleistungen aus:

Das haptische Wiedererkennen einer visuell explorierten Stimulusform mit der Auswertung visueller Feedbackinformation für die Beurteilung des Zielzustandes (TFE Modus visuell-haptisch) ist leichter als das Wiedererkennen einer haptischen Stimulusform mit der Auswertung haptischer Feedbackinformation für die Beurteilung des Zielzustandes (TFE rein haptischer Durchführungsmodus). Dies äußert sich

gleichermaßen bei Patienten wie bei Kontrollpersonen in Unterschieden zwischen den Modi des TFE und in Unterschieden zwischen den Tests (TFE vs. TFV): 1.) der Aufgabenerfolg im TFE Modus visuell- haptisch ist größer als im TFE Modus haptisch- haptisch (Variablen Punkte gesamt) 2.) der Aufgabenerfolg im TFE Modus visuell- haptisch ist größer als im TFV (Variablen Punkte gesamt).

4) Die Anwendung einfacher oder komplexer Handlungs- und Explorationsstrategien

(Regelanwendung) wirkt sich auf die Testleistungen aus:

(a) Die Anwendung der Explorationsregel (TFE und TFV) ermöglicht einen besseren Aufgabenerfolg als die Anwendung der Fittingregel (TFE) oder Matchingregel (TFV). Dies äußert sich in der Zuordnung zu Untergruppen im Aufgabenerfolg : 1.) Patienten und Kontrollpersonen, welche die Explorationsregel anwenden, haben einen höheren Aufgabenerfolg und sind überwiegend den oberen Leistungsstufen zuzuordnen (PW 4 und 3: Variable Punkte gesamt). Personen, die nur die Fittingregel (TFE) oder Matchingregel (TFV) anwenden, haben einen niedrigeren Aufgabenerfolg und sind überwiegend den unteren Leistungsstufen zuzuordnen (PW 1 und 2: Variable Punkte gesamt)

(b) Die Anwendung von Handlungsregeln (Strategien) steht bei Patienten im Zusammenhang mit der Komplexität der Testaufgaben. Dies äußert sich in Unterschieden zwischen den Tests: 1.) im TFV wird häufiger die Explorationsregel angewandt als im TFE 2.) im TFE wird häufiger die Fitting-Regel angewandt als (die Matchingregel) im TFV. 3) Im visuell- haptischen Durchführungsmodus wird häufiger die Explorationsregel angewandt als im haptisch- haptischen Modus

Angewandte statistische Verfahren zur Hypothesenprüfung

Die Unterschiede zwischen Patienten- und Kontrollgruppe wurden nonparametrisch mit dem Mann- Whitney- U Test für unabhängige Stichproben geprüft.

Zur Prüfung der Verteilungen auf Leistungsextremgruppen wurden Kreuztabellen mit Chi-Quadrat nach Pearson und Spearman Rangkorrelationen ausgewertet.

Für die Prüfungen der Hypothesen über die Aufgabenkomplexität und Informationsmodi wurden Varianzanalysen nach dem Allgemeinen Linearen Modell (ALM) mit Meßwiederholung und Post- Hoc Paarvergleichen sowie ergänzend für Einzelvergleiche der Wilcoxon Test für verbundene Stichproben durchgeführt. Für die Berechnung einer Abstufung der Schwierigkeitsgrade der Tests wurden die Mittelwerte der Testrohwerte in Prozentwerte der jeweilig erreichbaren Höchstwerte umgewandelt.

Die Hypothese über den Zusammenhang zwischen Regelanwendung und Aufgabenerfolg wurde mit Kreuztabellen, Chi- Quadrat nach Pearson und Spearman Rangkorrelationen sowie für den TFE mit univariater Varianzanalyse geprüft.

Ergebnisse

Die Auswirkung unabhängiger Variablen auf taktile und haptische Leistungen

Geschlecht und Bildung wirken sich nicht auf die haptischen Testleistungen aus.

Für die Kontrollgruppe und Patientengruppe zeigte eine univariate Varianzanalyse (ANOVA) keine Effekte der unabhängigen Variablen Geschlecht und Bildung (Hauptschule, Mittlere Reife, Abitur) auf die Rohwerte der Haupttestvariablen.

Taktile Sensibilität (2- PD) und haptische Wahrnehmungsleistung (TFE –tt) zeigen bei gesunden Versuchsteilnehmern wie auch bei Patienten eine altersbedingte Abnahme in der Gruppe 60 – 80 Jahre.

Ein Alterseffekt in der Kontrollgruppe und Patientengruppe wurde für das Taktile Formerkennen in der haptischen Modalität gefunden, nicht jedoch für die visuell- haptische Modalität. Die Gruppe der 60- 80 jährigen wies geringere Punktzahlen auf als die 20- 59 jährigen. Für die Analyse der Verteilung der Leistungen auf Extremgruppen über die Profilwerte wurden daraufhin getrennte Normtabellen für die Altersgruppe der 20- 59 Jährigen und der 60- 80 jährigen zugrunde gelegt und so der Alterseffekt korrigiert. Es zeigte sich weiterhin ein Altersgruppeneffekt (60-80 Jahre) bei der Kontrollgruppe und der Patientengruppe für die Variable 2- Punkt- Diskrimination linke Hand. Nach Konvertierung der Rohwerte in Profilwerte war der Alterseffekt bei Kontrollen und Patienten nicht mehr signifikant (Chi- Quadrat- Test).

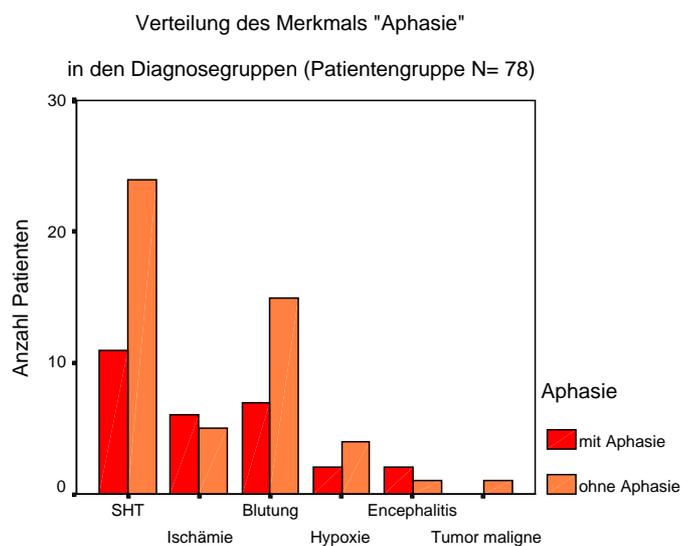
Ein Alterseffekt für TFV Reihenfolgen in der Patientengruppe, der nach Kreuztabellenanalyse durch zwei über 60- jährige Patienten (mit Ischämie) aufklärbar war, konnte über Profilwerte für diese Altersgruppe nicht korrigiert werden, da in der Kontrollgruppe der Taktile Formenvergleich nur mit 20- 59 jährigen durchgeführt wurde und keine

Vergleichsdaten für die über 60-jährigen Patienten (nur 5 Personen in der Patientengesamtfallzahl 28 für TFV) vorhanden waren.

Aphasie und frontale Schädigung wirken sich nicht auf die haptischen Testleistungen in der Patientengruppe aus.

Keine signifikanten Effekte erbrachte die univariate Varianzanalyse (ANOVA) der unabhängigen Variablen Aphasie (vorhanden/ nicht vorhanden) und frontale Schädigung (vorhanden / nicht vorhanden) auf die abhängigen Hauptvariablen, die den Aufgabenerfolg der Tests repräsentieren. Damit haben zwei (grob kodierte) Merkmale, die u.a. eine Hirnschädigung näher qualifizieren, zum einen symptomatisch (Aphasie), zum anderen lokalisatorisch (frontale Schädigung), in der Studie keine spezifische Wirkung auf die taktile und haptische Wahrnehmung ausgeübt. Die nonverbale Instruktion und der nonverbale Charakter der Testaufgaben sowie die hoch strukturierte Testsituation könnten das Fehlen spezifischer Wirkungen erklären. Abbildung 7 zeigt die Verteilung der Patienten mit und ohne Aphasie nach der Krankheitsursache (Ätiologie, hier kodiert als Variable „Diagnose“):

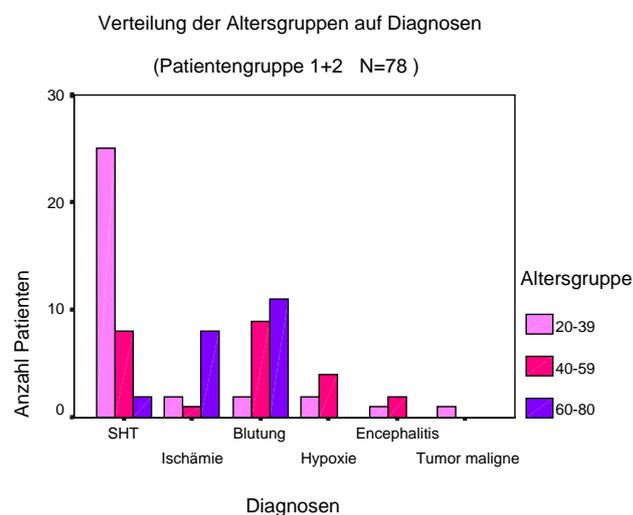
Abbildung 7:



Die Ätiologie der Hirnschädigung wirkt sich über den Zusammenhang zwischen Alter und Krankheitsursache auf die Testleistung im TFE aus.

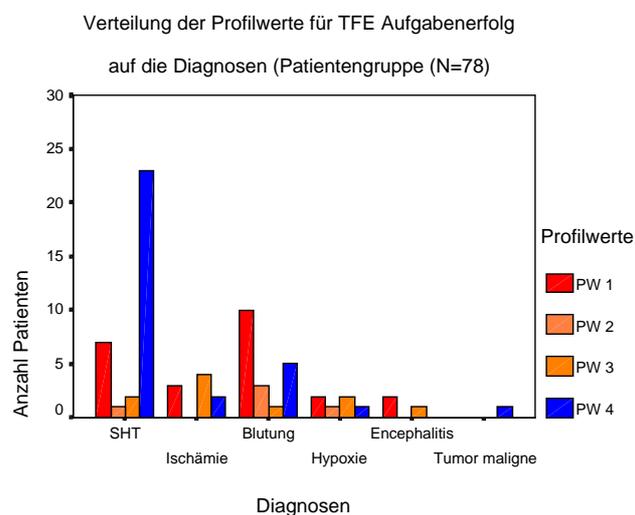
Schwieriger war die Analyse möglicher Effekte der Krankheitsursache, da auch in unserem Patientengut die bekannte Konfundierung von Diagnose (Ätiologie) und Altersgruppe anzutreffen war. Die Verteilung der Altersgruppen auf die Ätiologien (Diagnosen) ist höchst signifikant (Chi- Quadrat nach Pearson $p < .001$; Spearman $r = .403$, $p < .001$). Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma sind im Durchschnitt jünger mit Häufung in der Altersgruppe 20-39 Jahre, während Patienten mit cerebrovaskulären Erkrankungen (Ischämie / Hirnblutung) gehäuft in der Altersgruppe über 60 Jahre anzutreffen sind (s. Abbildung 8).

Abbildung 8:



Die anschließende Überprüfung eines Zusammenhangs der Leistungen in den Tests mit der Krankheitsursache (Diagnose) anhand der Profilwerte (s. Abbildung 9) ergab nur für TFE

Abbildung 9:



„Gesamtpunkte“ ein signifikantes Ergebnis (Chi- Quadrat nach Pearson $p < .05$; Spearman $r = .382$). Das Ergebnis wurde durch eine univariate Varianzanalyse für den Haupteffekt Diagnosen bestätigt ($p < .05$). Die anschließende zweifaktorielle Varianzanalyse (Diagnose x Altersgruppe) ergab dann, daß in diesem Test (TFE) die Altersgruppe den signifikanten Haupteffekt ausübte ($p < .01$), nicht jedoch die Diagnose (Ätiologie). Der Alterseffekt bezog sich dabei auf die Altersgruppe der 60-80 Jährigen gegenüber den beiden jüngeren Altersgruppen. Die Wechselwirkung zwischen den Haupteffekten blieb knapp unterhalb der Signifikanz.

Damit zeigte sich in der Auswirkung der Krankheitsursachen auf die Testleistung in kaschierter Form der bereits oben dargestellte Alterseffekt. Es ist zu vermuten, daß hier vor allem Alter und Krankheitsursache „SHT“ bei den guten Leistungen konfundieren. Ähnliche Effekte der Ätiologie waren im visuell- haptischen Modus des TFE und in den anderen Tests nicht zu beobachten. Für die Analyse der Leistungsverteilung in Extremgruppen wurde der Alterseffekt bei Konvertierung der Rohwerte in Profilwerte korrigiert.

Die Handbenutzung wirkt sich weder einhändig noch beidhändig auf die Testleistungen aus.

Die Auswertung der Händigkeitsebene beim TFE und TFV in der Kontrollgruppe ergab keinen signifikanten Effekt auf die Testleistung (einfaktorielle ANOVA). Bei ausgewogener systematischer Verteilung der Handbenutzung in den Serien in der Kontrollgruppe zeigt das Ergebnis, daß auch für die Bedingung „zweihändige Ausführung versus einhändige Ausführung“ durchgängig kein Unterschied auszumachen

ist (Post- hoc- Paarvergleiche). Die Abbildungen 10 und 11 zeigen die geringen Schwankungen beim Wechsel der Händigkeitsebenen in der Kontrollgruppe innerhalb einer Serie.

Abbildung 10

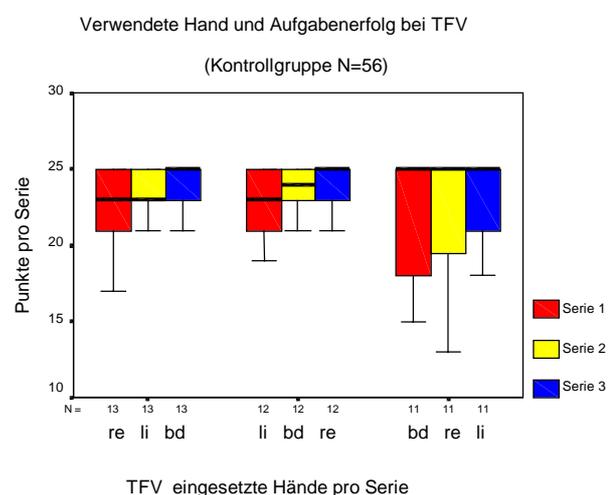
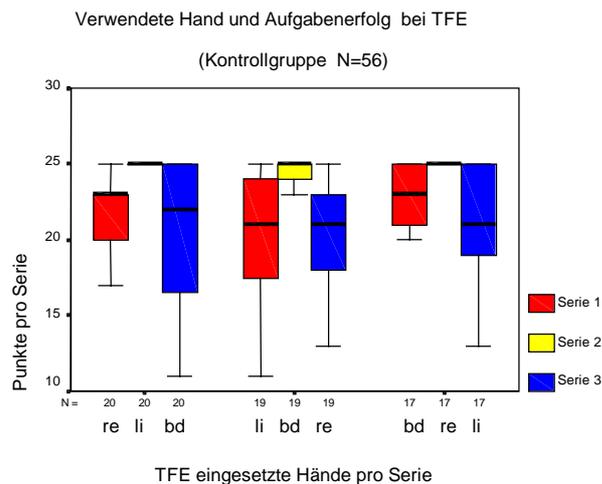


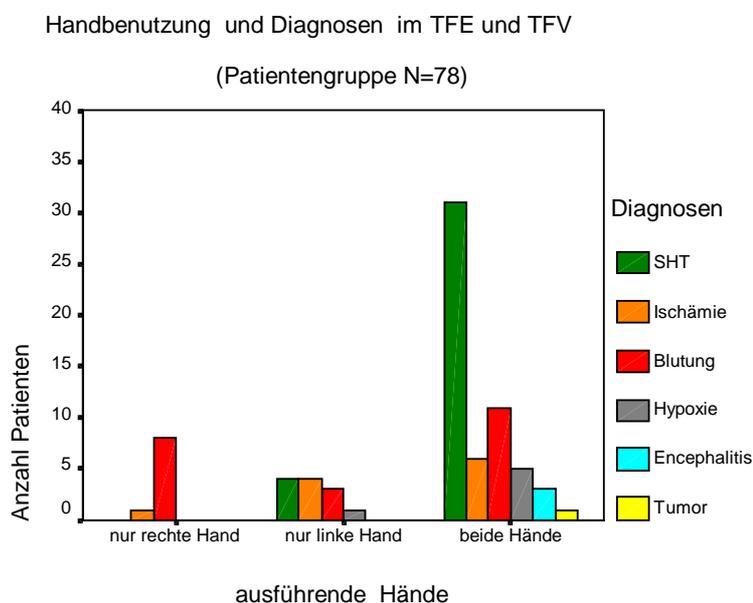
Abbildung 11:



Anmerkungen: Boxplots mit Medianlinie, Interquartilbereich 25-75 farbig

Bei den Patienten haben 27 Prozent nur eine Hand zur Ausführung der Tests einsetzen können (s. Tabelle D-1¹¹). Die Verteilung der ausführenden Handbenutzung auf die Diagnosen ist sehr signifikant (Chi- Quadrat nach Pearson $p = .005$, Spearman $r = -.234$), wobei die Signifikanz sich in der Kreuztabellenanalyse durch den erhöhten Anteil nur rechtshändiger Ausführung bei Patienten mit Blutung aufklären lässt (s. Abbildung 12)

Abbildung 12:



Mit einer univariaten Varianzanalyse wurde der Effekt der ausführenden Hand bzw. Hände auf die haptischen Testleistungen bei den Patienten überprüft. Es ergaben sich auch hier keine

¹¹ Die Tabelle und alle weiteren Tabellen, denen der Großbuchstabe D vorangestellt ist, befinden sich in Anhang D.

signifikanten Effekte beim TFE- tt¹² (df= 2, F= 1,658, p= .198), beim TFE- vt (df= 2, F= 2,485, p= .090) und beim TFV (df= 2, F= 0,361, p= .701). Auch bei einer zweifaktoriellen Varianzanalyse (Hände * Diagnose) ergaben sich in der Patientenstichprobe keine signifikanten Haupteffekte der Bedingung „Handbenutzung“ und auch keine Wechselwirkungen zwischen Handbenutzung und Diagnosen beim TFE- tt (df = 4, F= 0,588; p= .673), beim TFE- vt (df = 4, F= 0,250; p= .909) und beim TFV (df = 3, F= 0,980; p= .424). Auch die paarweisen Vergleiche blieben ohne Signifikanz.

Während bei der 2- Punkt- Diskrimination und im Stereognosietest für Alltagsgegenstände die Leistungen der rechten und linken Hand getrennt erfaßt werden, konnten Patienten bei den komplexen stereognostischen Aufgaben (TFE und TFV) wenn möglich beide Hände einsetzen. Eine Zuordnung der Testleistung zur Leistung der jeweiligen Hand war bei den Patienten in diesem Fall dann nicht möglich. Die Überprüfung der ausführenden Hände zeigte entgegen der spontanen Vermutung (s. Mittelwerte in Tabelle D-2), daß die zweihändige Ausführung keinen statistisch relevanten Vorteil für die Testleistung darstellt.

Patientengruppe und Kontrollgruppe unterscheiden sich deutlich in Bezug auf haptische und taktile Wahrnehmungsleistungen.

Tabelle D- 3 mit den Haupttestvariablen zeigt, daß sich die Patientengruppe höchst signifikant ($P \leq .001$) von der Kontrollgruppe in den komplexen haptischen Tests (TFE und TFV) unterscheidet. Die Hypothese wird für die Testgesamtleistungen bestätigt. Bei der Anwendung der Handlungsstrategien (Reihenfolgen Gesamtpunkte) unterscheiden sich Patienten und Kontrollpersonen im TFE sehr signifikant, im TFV dagegen nicht (p= .371) Bei dieser Testvariablen wird die Hypothese nur für den TFE bestätigt.

¹² Im folgenden werden beim TFE die zur Testbezeichnung gehörenden Abkürzungen „vt“ (visuell- taktil) und „tt“ (taktil- taktil) synonym gebraucht für visuell- haptisch und haptisch- haptisch.

Für die folgenden Analysen auf Extremgruppen wurden die Rohwerte den 4 Leistungsstufen zugeordnet, d.h. in Profilwerte 1-4 konvertiert. Tabelle D-4 zeigt die Verteilung der Haupttestvariablen auf die Leistungsstufen in den beiden Stichproben. Auf der Grundlage der Skalenwerte (PW 1-4) wurde anschließend mit Kreuztabellen, Chi-Quadrat nach Pearson und Korrelationen nach Spearman überprüft, ob sich signifikante Unterschiede bei der Verteilung der Patienten und Kontrollpersonen auf bestimmte Leistungsstufen (PW 1, 2 und 4) entsprechend der Hypothese ergeben. Tabelle D-5 zeigt, daß sich die signifikanten Unterschiede bei Analyse der standardisierten Residuen (≥ 2 oder nächst niedriger Wert) mit Berücksichtigung der Vorzeichen bis auf eine Ausnahme (TFE vt Aufgabenerfolg) auf Unterschiede in der niedrigsten Leistungsstufe beziehen (PW 1), d.h., daß die Patienten hier signifikante Häufungen aufweisen bzw. Kontrollpersonen hier fehlen.

Bezogen auf die höchste Leistungsstufe „PW 4“ erzielen im TFE und im TFV signifikant weniger Patienten als Kontrollpersonen eine durchschnittliche Leistung. Damit wird die Hypothese bestätigt, daß Patienten und Kontrollpersonen sich unterschiedlich in den Leistungsextremgruppen häufen. Diese Unterschiede in den Extremgruppen werden in den Abbildungen 12 und 13 sichtbar. Die Korrelation der Verteilung bei TFE und TFV ist signifikant, aber mit $r = .442$ und $r = .344$ gering ausgeprägt.

Abbildung 13:

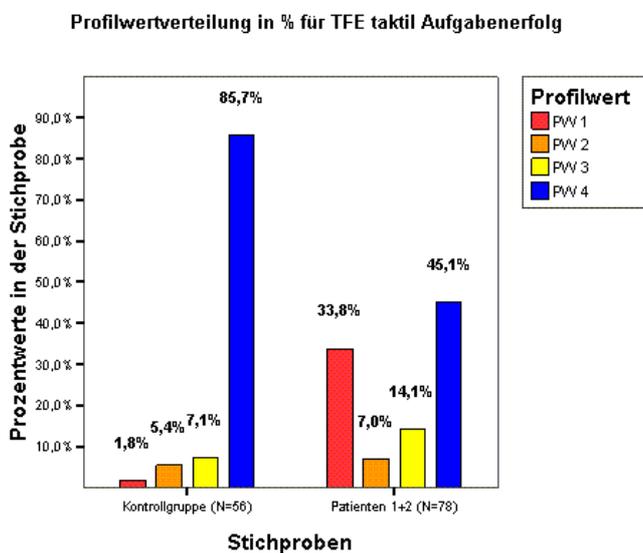
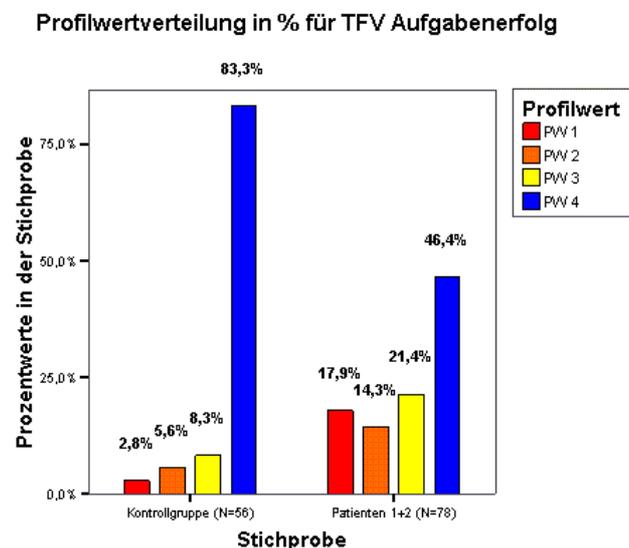


Abbildung 14:



Bei der Stereognosie für Alltagsgegenstände wurden nur schwache Unterschiede zwischen Kontrollgruppe und Patienten erwartet, es ergab sich jedoch bei der Stereognosie (STAG) ein höchst signifikanter Unterschied ($p < .001$, s. Tabelle D-3). Da die Mittelwerte und Mediane aber sehr dicht beieinander und nahe am Höchstwert lagen und nur die Streuungen bei den Patienten größer waren, konnten die Unterschiede nur über die Verteilung auf Extremgruppen aufgeklärt werden. Nach Analyse der standardisierten Residuen im Chi-Quadrat-Test (Tabelle D-5) war der signifikante Unterschied auf die Häufung von 6 Patienten in der untersten Leistungsstufe (PW 1) zurückzuführen. Keine Unterschiede ergaben sich wie erwartet in der Verteilung auf die höchste Leistungsstufe (PW 4). Der formulierten Erwartung entspricht, daß ca. 80 Prozent der Patienten und ca. 98 Prozent der Kontrollpersonen normale Leistungen in der Stereognosie für Alltagsgegenstände aufwiesen (s. Abbildungen 15 und 16)

Abbildung 15:

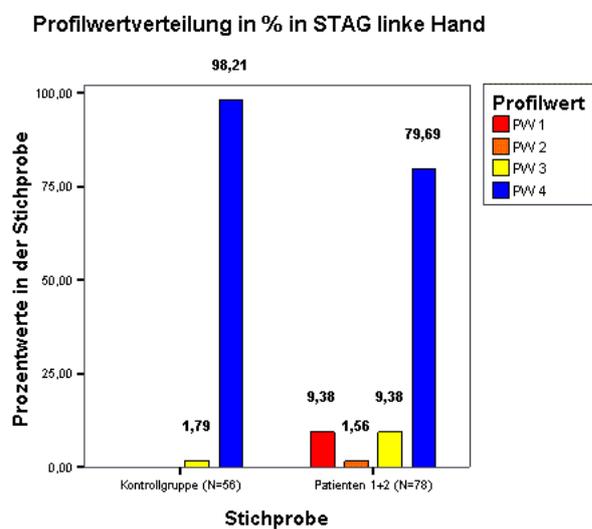
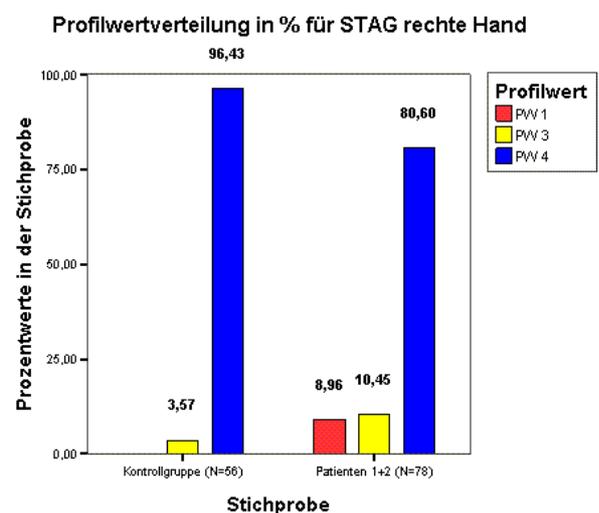


Abbildung 16:



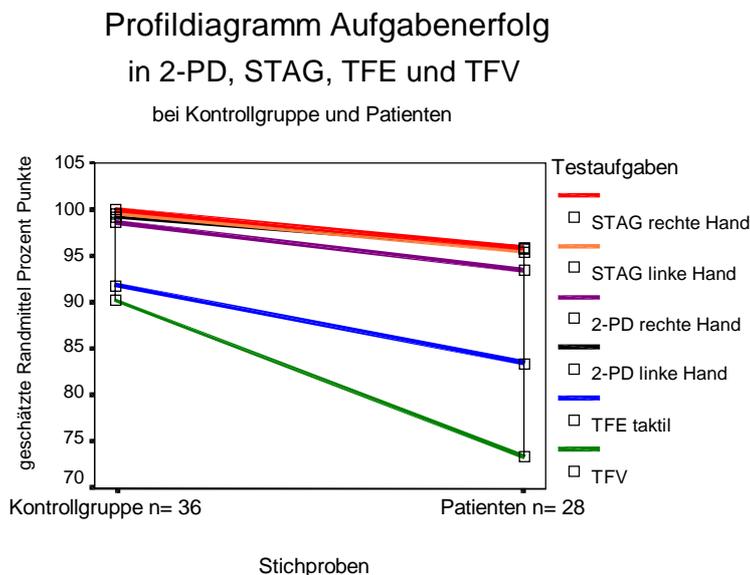
Die Hierarchie der Testaufgaben als Ausdruck von Stimuluskomplexität, Art der verfügbaren Information und Anwendung von Handlungs-/ Explorationsstrategien

Die Tests werden nach Schwierigkeitsgraden durch die Rangfolge ihres Aufgabenerfolgs geordnet.

Um mit dem Kriterium „Aufgabenerfolg“ verschiedene Test vergleichen zu können, wurden zunächst repräsentative Testrohwerte (erreichte Punkte) in Prozent der Maximalwerte umgerechnet. Mit den auf Prozentwerte umgerechneten Variablen wurden einfaktorielle Varianzanalysen mit Meßwiederholung durchgeführt, wobei der Faktor mit Messwiederholung als „Aufgabenkomplexität“ benannt wurde und die Tests als Faktorstufen eingesetzt wurden. Als Zwischensubjektfaktor wurden die Stichproben eingesetzt. Durch den Innersubjektfaktor wurde die Komplexität als Funktion der Schwierigkeit, ausgedrückt im durchschnittlich erreichten Prozentwert, definiert. Tabelle D-6 zeigt die Mittelwerte und Streuungen der umgerechneten Prozentwerte in den beiden Stichproben mit den Fallzahlen für jeden Test. In den Varianzanalysen ergaben sich je nach Kombination von Tests geringere Fallzahlen für die direkten Vergleiche. Tabelle D-7 listet das Ergebnis der varianzanalytischen Prüfung für die Gesamttests und die Untertestserien auf. Für die detaillierte Analyse von signifikanten Haupteffekten bei 3 und 4 Stufen (Serien oder Tests) wurden die Post- hoc paarweisen Vergleiche auf Signifikanz herangezogen (s. Tabelle D- 8). Sowohl der Haupteffekt „Aufgabenkomplexität“ als auch die paarweisen Vergleiche (Tabelle D-8) zwischen TFE und STAG bzw. TFE und 2-PD einerseits und TFV und STAG bzw. TFV und 2-PD andererseits sind jeweils bei Patienten und Kontrollpersonen höchst signifikant ($p < .001$). Damit wird für beide Stichproben die Annahme bestätigt, daß die Tests sich im Schwierigkeitsgrad unterscheiden.

Das Profildiagramm¹³ für Prozent der Gesamtpunkte (Abbildung 17) zeigt, daß Zweipunkt-Diskrimination und Stereognosie für Alltagsgegenstände nahe beieinander liegen und sich vom Formerkennen (TFE- tt) und Formenvergleich (TFV) abheben, ohne daß eine Wechselwirkung mit dem Faktor Stichprobe vorliegt.

Abbildung 17:



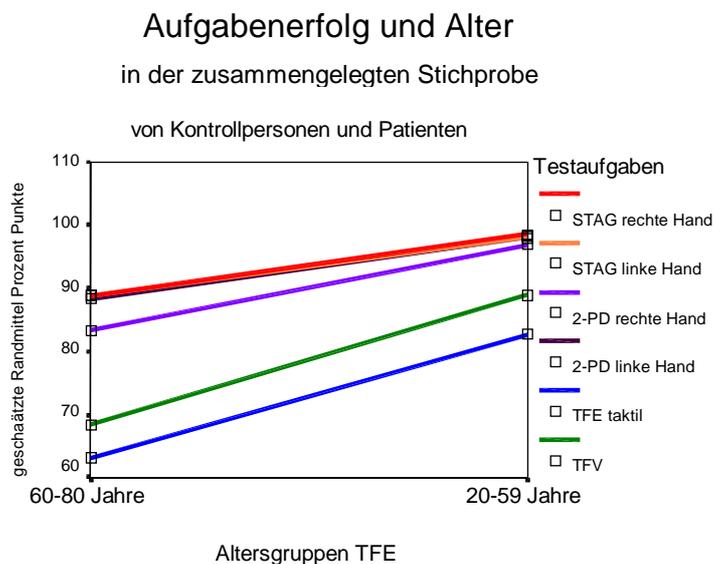
(Die Stichprobengrößen fallen hier geringer aus, weil 2-PD und TFV nicht für alle Probanden vorliegen)

Abbildung 17 verdeutlicht die gleichartige Reihenfolge der Tests, wobei der Faktor „Hirnschädigung“ als Unterscheidung der Stichproben hier keine Wechselwirkung mit den Tests ausübt, was als zweifache Bestätigung ihrer Hierarchie angesehen werden kann. Der Faktor „Hirnschädigung“ führt allerdings entsprechend der Annahme in der Patientengruppe zu sichtbar größeren Abständen zwischen den Tests. Dies kann dahingehend interpretiert werden, daß der Schwierigkeitsgrad eines Tests sich stärker unter der Bedingung einer Hirnschädigung auswirkt als unter normalen Bedingungen bei hirngesunden Personen. Die Tests gewinnen durch diesen Effekt an Trennschärfe bei Patienten.

¹³ Für die Abbildung der Hierarchie der Tests wurden Profildiagramme ausgewählt, weil sie als Wechselwirkungsdiagramme bei Varianzanalysen anhand der gewichteten Randmittel die Interaktion von zwei Faktoren abbilden. Bei parallelen Linien besteht hier keine Wechselwirkung zwischen Schwierigkeitsgrad der Tests und der Bedingung „Hirnschädigung vorhanden/ nicht vorhanden“, d.h. die Hierarchie wird für beide Stichproben bestätigt. Signifikante Unterschiede zwischen Tests sind aus den Profildiagrammen nicht ersichtlich.

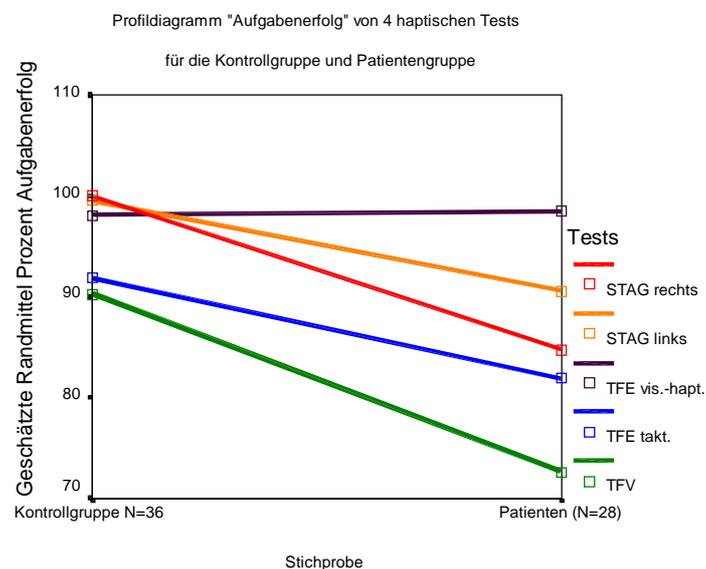
Werden Patienten und gesunde Versuchspersonen zu einer Stichprobe zusammengefaßt und in zwei Altergruppen aufgeteilt, reproduziert sich die Stufenfolge der Aufgabenkomplexität bei höchst signifikantem Haupteffekt „Komplexität“ ($p < .001$) unverändert auch unter diesen beiden Faktoren. Das deutet darauf hin, daß sich die Hierarchie robust unter verschiedenen Aspekten (Faktoren) durchsetzt. Der Alterseffekt wird hier deutlich, weil die Berechnung auf den Rohwerten basiert und nicht auf den alterskorrigierten Profilwerten (Abbildung 18).

Abbildung 18:



Auch wenn nur die haptischen Tests einschließlich des TFE im Modus visuell- haptisch einbezogen werden, wird der Stufeneffekt im Profildiagramm sichtbar (s. Abbildung 19).

Abbildung 19:



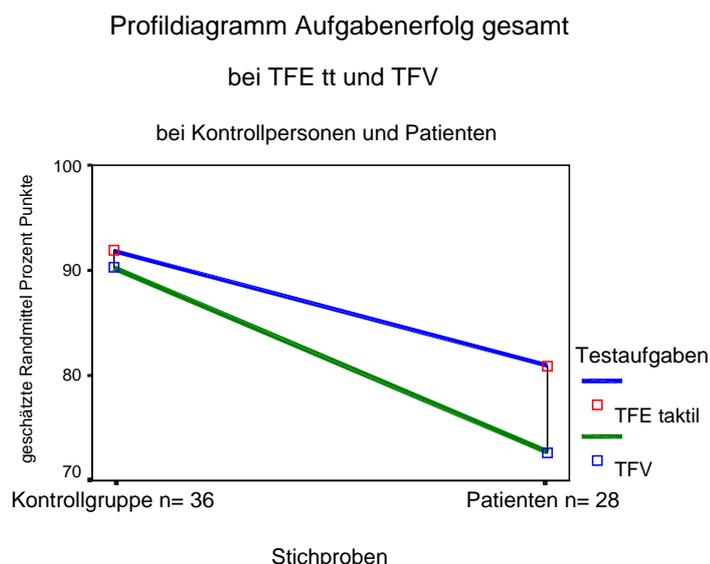
(Die Stichprobengrößen fallen hier geringer aus, weil TFV nicht für alle Probanden vorliegt.)

Das Profildiagramm zeigt, daß das visuell- haptische Formerkennen von den Patienten besser als die Stereognosie bewältigt wird, zusätzlich ist eine leichte Wechselwirkung mit der Kontrollgruppe sichtbar. Die Wechselwirkung (gekreuzte Linien) gibt an, ob sich die Abfolge der Tests bei Patienten und Kontrollpersonen in veränderter Reihenfolge ergibt. Von einer hierarchischen Abstufung sollte aber erst dann gesprochen werden, wenn die Abstände zwischen den Tests auf statistisch signifikanten Unterschieden beruhen. Der Unterschied im Aufgabenerfolg zwischen STAG und TFE- vt ist bei den Patienten statistisch nicht signifikant (s. Tabelle D-8).

Die Tabellen D-7 und D-8 zeigen, daß nicht alle varianzanalytischen Testvergleiche und alle paarweisen Vergleiche signifikante Unterschiede aufweisen.

Der angenommene Unterschied zwischen den beiden komplexen stereognostischen Tests (TFE und TFV) bestätigt sich für die Kontrollgruppe nicht, für die Patientengruppe ist der Haupteffekt signifikant (s. Tabelle 7: $p < .003$). Dies spricht wiederum für die Interpretation, daß sich bei den Patienten Unterschiede in der Aufgabenkomplexität stärker auswirken als bei den Kontrollpersonen (s. Abbildung 20).

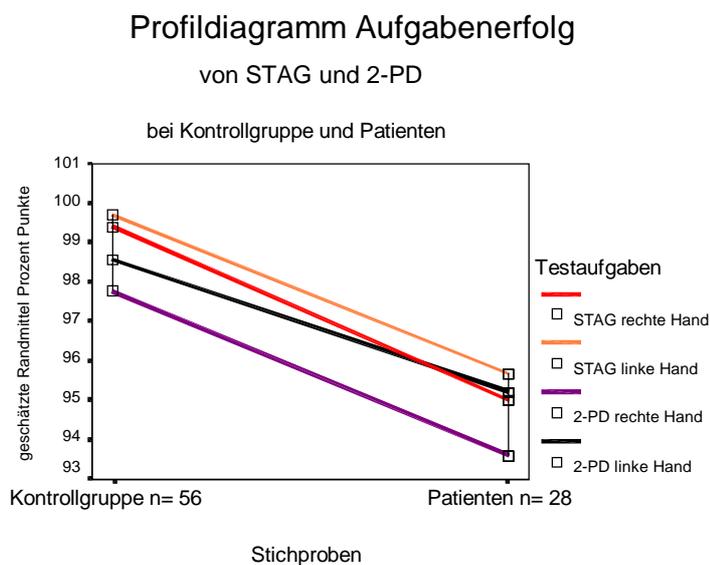
Abbildung 20:



(Die Stichprobengrößen fallen hier geringer aus, weil TFV nicht für alle Probanden vorliegt)

Für den Unterschied zwischen den beiden einfachen Tests STAG und 2-PD (s. Abbildung 21) ergeben sich weder in der Kontrollgruppe noch in der Patientengruppe signifikante Haupteffekte oder signifikante paarweise Vergleiche (Tabellen D-7 und D-8). Damit wird die Annahme bestätigt, daß beide Aufgaben im Schwierigkeitsgrad ähnlich sind und Leistungen auf einer gemeinsamen Stufe beschreiben können.

Abbildung 21:



(Die Stichprobengrößen fallen hier geringer aus, weil 2-PD nicht für alle Probanden vorliegt)

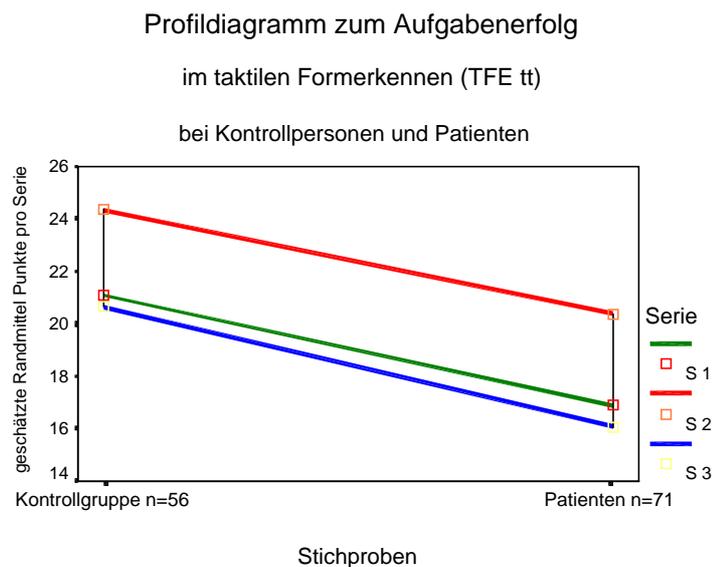
Die Untertestserien im TFE und TFV unterscheiden sich im Schwierigkeitsgrad und zeigen einen Serieneffekt

Die Ergebnisse für die Überprüfung des Serieneffektes im TFE tt, TFE vt und im TFV sind in Tabelle D-9 für die Mittelwerte und Streuungen und in Tabelle D-10 für den post- hoc paarweisen Vergleich aus der Varianzanalyse mit Meßwiederholung dargestellt. Tabelle D-7 zeigt die Ergebnisse der Varianzanalyse für die Serien der drei Tests.

Im taktilen Formerkennen (TFE) ist der Serieneffekt in beiden Stichproben sowohl für den Modus taktil (tt) als auch für den Modus visuell- taktil (vt) höchst signifikant ($p < .001$, s. Tabelle D-7). Bei näherer Analyse mit Post- hoc paarweisen Vergleichen läßt sich die Signifikanz durch den Unterschied zwischen Serie 2 und Serie 1 einerseits und zwischen Serie 2 und Serie 3

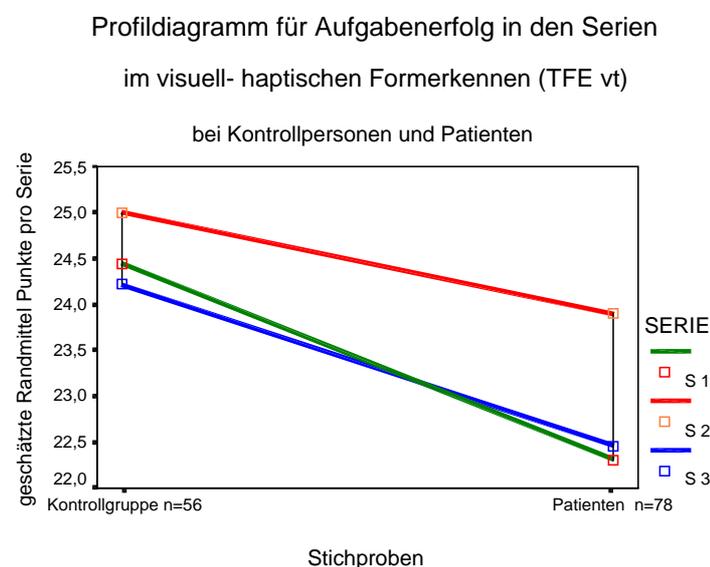
andererseits aufklären (Tabelle D-10). Serie 2 ist entsprechen der Annahme in beiden Durchführungsmodi für Patienten wie Kontrollpersonen leichter zu bewältigen als die Serien 1 und 3. Entgegen der Annahme unterscheiden sich Serie 1 und Serie 3 nicht signifikant im Aufgabenerfolg in beiden Stichproben. Die Differenz zwischen den Mittelwerten von S1 und S2 ist bei Patienten nicht größer als bei den Kontrollpersonen, d.h., daß hier auch keine Wechselwirkung mit der Bedingung „Hirnschädigung“ auftritt (s. Abbildung 22).

Abbildung 22:



In der visuell- haptischen Modalität (TFE vt) des taktilen Formerkennens sind die Ergebnisse vergleichbar mit dem Serieneffekt in der taktilen Modalität (s. Tabellen D-7, D-9 und D-10). Es kommt zu einer leichten Wechselwirkung (s. Abbildung 23) zwischen den Stichproben bei Serie 1 und 3, die aber aufgrund der geringen Mittelwertsunterschiede unerheblich ist.

Abbildung 23:



Im taktilen Formenvergleich (TFV) ist bei Kontrollpersonen und Patienten entgegen der Annahme kein signifikanter Serieneffekt vorhanden (s. Tabelle D-7). Damit muß zunächst angenommen werden, daß die Aufgaben in den Serien einen annähernd gleichen Schwierigkeitsgrad haben. Beim TFV sehen wir eine veränderte Reihenfolge in den Serien bei den Patienten im Vergleich mit der Kontrollgruppe mit einer Wechselwirkung bei Serie 1 und 3, die aber aufgrund fehlender Signifikanz nicht interpretiert wird (s. Abbildung 24).

Abbildung 24:

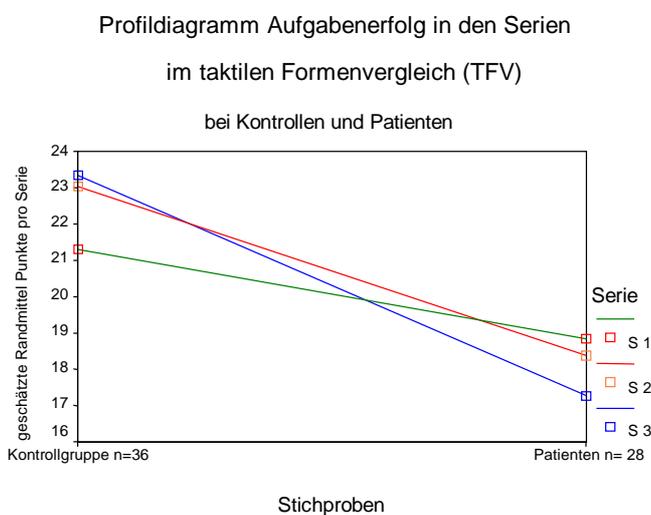
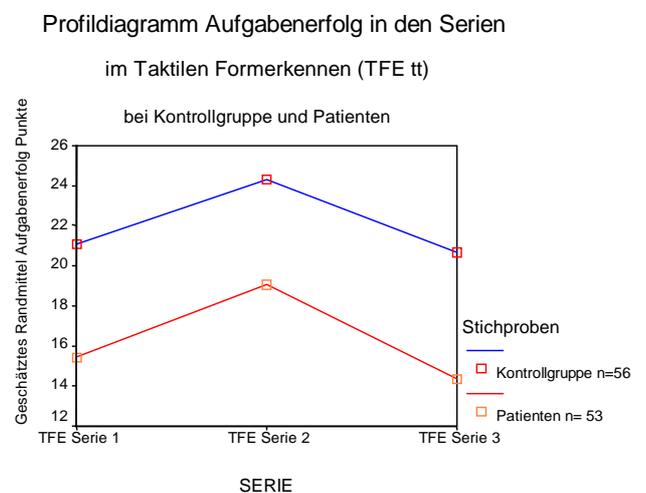


Abbildung 25:



(Die Stichprobengrößen fallen hier geringer aus, weil TFV nicht für alle Probanden vorliegt.)

Abbildung 25 zeigt noch einmal eindrücklich die Parallelität der Leistungen in den Serien des taktilen Formerkennens bei Kontrollpersonen und Patienten mit der Leistungsspitze der Serie 2 mit den einfachen euklidischen Formen.

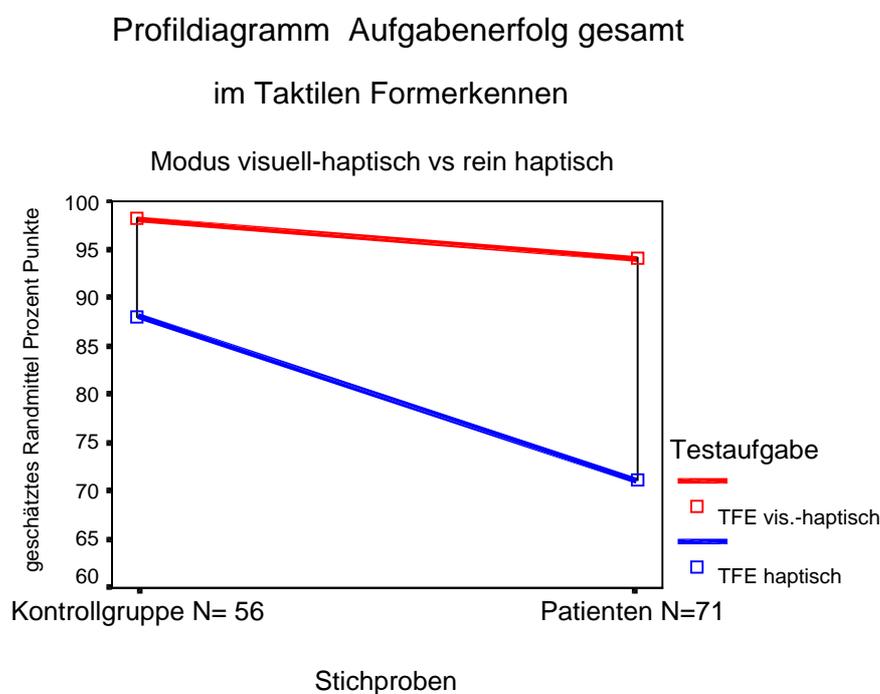
Die Aufgabenschwierigkeit ist größer im modalitätsspezifischen haptischen Modus als im intermodalen visuell- haptischen Modus der Information.

Die Unterschiede zwischen dem visuell- haptischen Modus und dem rein haptischen Modus des TFE sind in der einfaktorielle Varianzanalyse mit Meßwiederholung (s. Tabelle D-7) statistisch höchst signifikant sowohl für die Patientengruppe ($F=69,002$; $df = 1$; $p < .001$) als auch für die Kontrollgruppe ($F= 52,243$; $df = 1$; $p < .001$). Auch bei den paarweisen Vergleichen

Tabelle D-8) sind die Unterschiede im Wilcoxon- Test jeweils höchst signifikant ($p < .001$). In beiden Stichproben ist die Tendenz gleichgerichtet, d.h. bei gleichen erreichbaren Gesamtpunkten sind die Mittelwerte beim Modus visuell- haptisch höher als die Mittelwerte im rein haptischen Modus (Tabelle D-11).

Das Profildiagramm in Abbildung 26 veranschaulicht die für Kontrollgruppe und Patienten gleichsinnige Abstufung im Aufgabenerfolg. Die Abbildung zeigt auch den bekannten Effekt, daß die Patienten einen größeren Leistungsunterschied zwischen beiden Untertestformen zeigen als die Kontrollgruppe.

Abbildung 26:

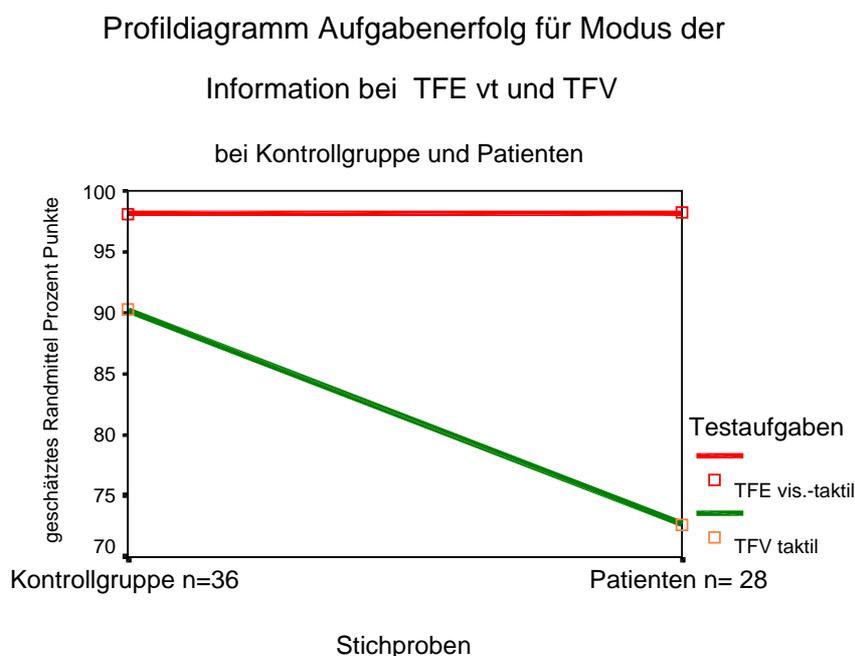


Auch die Unterschiede zwischen dem visuell- haptischen Modus des TFE-vt und dem rein haptischen Modus des TFV sind in der einfaktorielle Varianzanalyse mit Meßwiederholung (s. Tabelle D-7) statistisch höchst signifikant sowohl für die Patientengruppe ($F = 41,764$, $df = 1$; $p < .001$) als auch für die Kontrollgruppe ($F = 19,493$; $df = 1$; $p < .001$). Auch im paarweisen Vergleich (s. Tabelle D-8) mit dem Wilcoxon- Test sind die Unterschiede zwischen den Aufgabenarten jeweils höchst signifikant ($p < .001$). In beiden Stichproben ist die Tendenz

gleichgerichtet, d.h. bei gleichen erreichbaren Gesamtpunkten (=25) sind die Mittelwerte beim visuell- haptischen Modus des TFE höher als die Mittelwerte im rein haptischen Modus des TFV (s. Tabelle D-9). Damit bestätigt sich wie angenommen, daß das Hinzukommen von visueller Stimulus- und Feed- back- Information die Testleistung verbessert. Bei einer vergleichbaren Durchführungsprozedur schlägt sich die rein haptische Suche für die Stimulus- und Feed-back Information in geringeren Punktwerten nieder.

Abbildung 27 veranschaulicht die für Kontrollgruppe und Patienten gleichsinnige Abstufung der beiden Tests ohne Wechselwirkung und zeigt wiederum, daß der Unterschied zwischen beiden Tests bei den Patienten noch stärker ausgeprägt ist als in der Kontrollgruppe.

Abbildung 27:



(Die Stichprobengrößen fallen hier geringer aus, weil TFV nicht für alle Probanden vorliegt.)

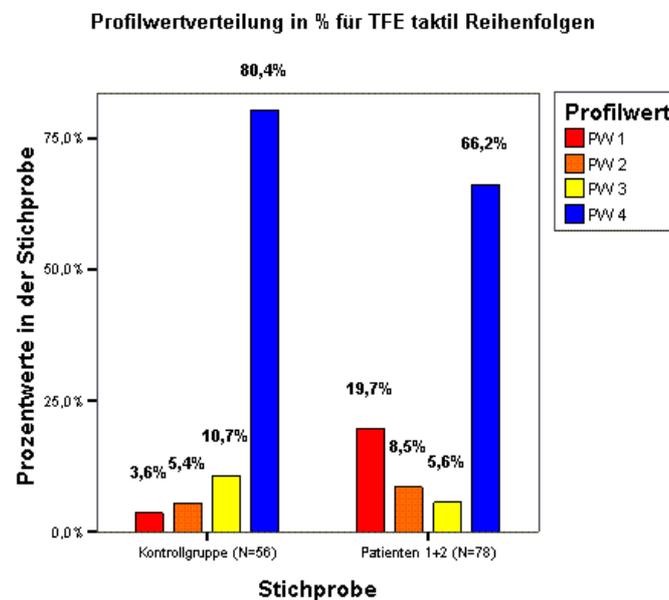
Die Anwendung von Handlungs- und Explorationsstrategien (Regelanwendung) für die Informationssuche wirkt sich entscheidend auf den Aufgabenerfolg aus.

Die Überprüfung der Annahme, daß die Anwendung der Explorationsregel zum besseren Aufgabenerfolg führt als die einfachere Fittingregel, wurde auf der Grundlage der aus Rohwerten konvertierten Profilwerte für den Aufgabenerfolg und die Reihenfolgen (s. Tabelle D-11 und D-12) mit Kreuztabellen (Tabellen D-13 und D-14) und einfaktorieller Varianzanalyse beim TFE (Tabelle D-15) überprüft.

Die Explorationsstrategie gilt im TFE als angewandt bei PW 4 und 3, nicht mehr angewandt bei PW 2 und nie angewandt bei PW 1. Die Anwendung der Fittingstrategie liegt dementsprechend bei PW 1 und 2 vor. Im TFV gilt die Explorationsstrategie als angewandt bei PW 4 bis 2, die Matchingstrategie bei PW 1.

In der Patientengruppe wenden 71,8 Prozent die Explorationsstrategie bei mehr als 50 % der Formen des TFE an (s. Abbildung 28), in der Kontrollgruppe sind es 91,1 Prozent.

Abbildung 28:



Die Fittingstrategie wenden 28,2 Prozent der Patienten an gegenüber 9 Prozent der Kontrollpersonen. Bei den Patienten wenden 19,7 Prozent ausschließlich die Fittingregel an, in der Kontrollgruppe nur 3,6 Prozent, d.h. nur 2 von 56 Personen.

Der Aufgabenerfolg im taktilen Formerkennen (TFE) hängt bei den Patienten höchst signifikant (Korrelation nach Pearson $p < .001$; Spearman $r=0,646$; $p < .001$) und in der Kontrollgruppe sehr signifikant (Korrelation nach Pearson $p < .01$; Spearman- $r=$ n.s.) mit den Strategien bzw. der Regelanwendung zusammen (Tabellen D-13 und 14). Die Varianzanalyse (Tabelle D-15) ist für die Patientengruppe höchst signifikant ($df= 3$, $F= 16,835$, $p= .001$), für die Kontrollgruppe noch sehr signifikant ($df= 3$, $F= 4,140$, $p= .01$). Das bestätigt insgesamt die Annahme, daß die Anwendung der Explorationsstrategie beim taktilen Formerkennen zu besserem Aufgabenerfolg führt als die Anwendung der Fittingstrategie.

Die Tabellen D-16 und D-18 und die Abbildungen 29 und 30 zeigen, wie sich die Personen entsprechend der Regelanwendung auf die Stufen des Aufgabenerfolgs verteilen. Kontrollpersonen (Abbildung 30) kommen auch bei PW 3 der Regelanwendung noch zu vollem Aufgabenerfolg. Beobachtungen während der Testausführung lassen hier die Interpretation zu, daß vor allem in Serie 2 das Abtasten der Kontrollform ausreichte und die Stimulusform nicht exploriert wurde (0 Punkte), um trotzdem im ersten Einlegeversuch erfolgreich zu sein und die höchste Punktzahl für den Aufgabenerfolg zu erhalten.

Abbildung 29:

Verteilung der Patienten (% von 71) entsprechend dem Aufgabenerfolg (PW Gesamtpunkte) auf die Leistungsstufen der Regelanwendungen (Reihenfolgen) im TFE

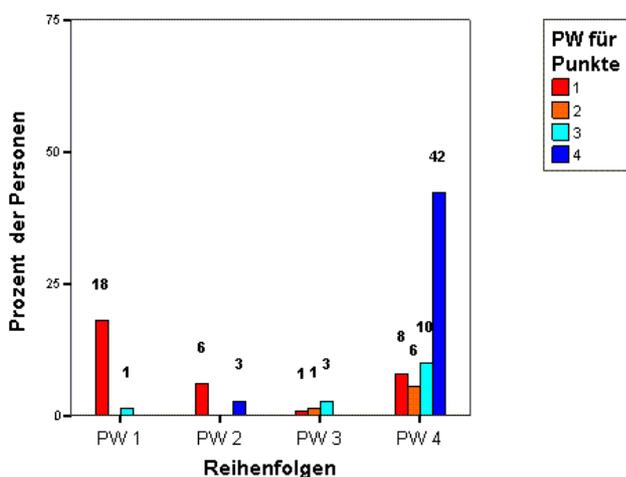
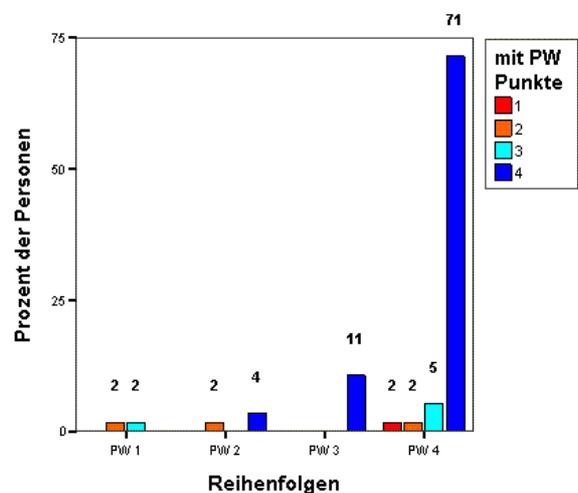


Abbildung 30:

Verteilung der Kontrollpersonen (% von 56) entsprechend dem Aufgabenerfolg (PW Gesamtpunkte) auf die Leistungsstufen (PW) der Reihenfolgen (Regelanwendung) im TFE



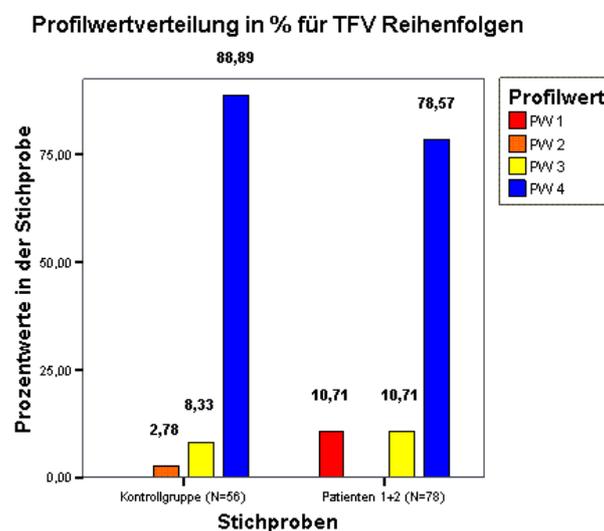
(Anwendung Explorationsregel = PW 3 + 4; Anwendung Fittingregel

Tabelle D-18 zeigt, daß die Mehrzahl Patienten (17 von 25), die das schlechteste Testergebnis (PW 1) erzielt haben, sich in den Leistungsstufen befinden, die überwiegend, d.h. bei mehr als 50 % der fünfzehn Formen (4 Patienten) oder ausschließlich (13 Patienten) die Fittingregel anwenden. In der Kontrollgruppe (s. Abbildung 30) erzielt nur 1 Personen schlechteste Leistungen, allerdings bei voller Anwendung der Explorationsregel. Von den 8 (14,4 %) Kontrollpersonen mit unterdurchschnittlicher Leistung (PW 3 bis 1) wenden nur 3 überwiegend die Fittingregel an, während 5 Personen trotz überwiegender Anwendung der Explorationsregel unterdurchschnittlichen Aufgabenerfolg haben. Von 38 (54,9 %) Patienten mit unterdurchschnittlicher Leistung wenden 18 überwiegend die Fittingregel an. Die Analyse der standardisierten Residuen im Chi- Quadrat- Test bestätigt, daß die signifikante Verteilung durch die Häufung der Patienten in den unteren Leistungsstufen zustande kommt (Tabelle D-17 und D-19).

Beim Taktilen Formenvergleich (TFV) ist der Zusammenhang im (s. Tabelle D-14) zwischen Regelanwendung und Aufgabenerfolg in der Kontrollgruppe nicht signifikant, in der Patientengruppe sehr signifikant (Chi- Quadrat- nach Pearson $p < .01$) bei geringem Zusammenhangsmaß (Spearman- $r = .393$).

In der Kontrollgruppe wenden 97 Prozent der Personen die Explorationsregel des TFV überwiegend, 88,9 Prozent ausschließlich an, während in der Patientengruppe 89,3 Prozent die Explorationsregel überwiegend und 78,5 Prozent ausschließlich anwenden (s. Abbildung 31).

Abbildung 31:



Nur in der Patientengruppe wird von einem kleinen Anteil der Patienten (10,7 Prozent) überwiegend die Matchingregel im TFV angewandt.

Die Abbildungen 32 und 33 zeigen die Prozentuale Verteilung der Personen auf die Leistungsgruppen im taktilen Formenvergleich. Von 5 Kontrollpersonen (16,6 %) mit unterdurchschnittlichen Leistungen (PW 3-1) im taktilen Formenvergleich wenden alle überwiegend bis ausschließlich die Explorationsregel an (Tabelle D-20). In der Patientengruppe wenden von 15 Personen (53,9 %) mit unterdurchschnittlicher Leistung 13 Personen die Explorationsstrategie an, 2 Personen (7, 1%) nur die Matchingstrategie (Tabelle D-21). Die Signifikanz im Chi-Quadrat- Test erklärt sich nach Analyse der standardisierten Residuen durch diese abweichenden Leistungen der Patienten.

Abbildung 32:

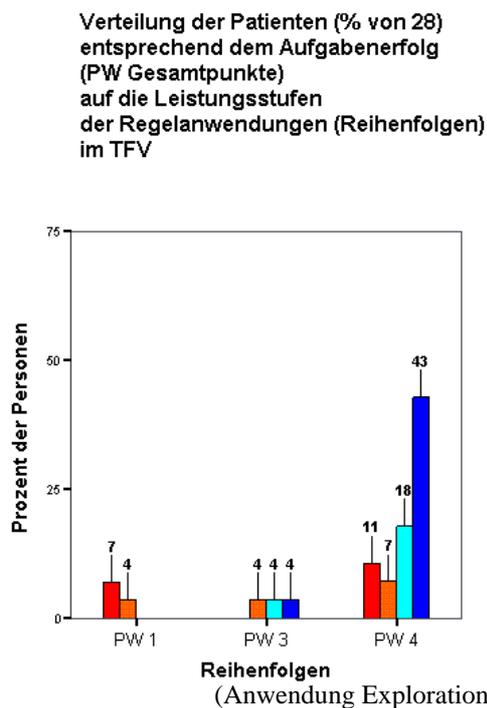
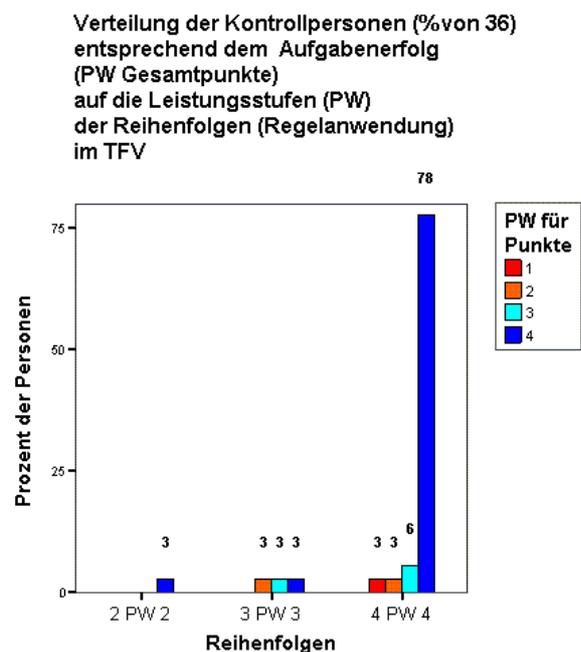


Abbildung 33:



Bei den Patienten und Kontrollpersonen werden beim taktilen Formenvergleich häufiger Mischformen der Regeln angewandt als im taktilen Formerkennen. Nach Exploration der Stimulusform kann sofort zum Matching übergegangen werden. Dabei kann das Ergreifen der Vergleichsform bereits ausreichende Information über die Formmerkmale vermitteln und zum

Erfolg führen, obwohl explorative Fingerbewegungen fehlen und die Anwendung der Explorationsregel insgesamt nicht kodiert wird. Hier wird das Problem der Unterscheidung von haptischen Greif- und Explorationsmustern im Hinblick auf die taktile Informationsgewinnung bei dieser Aufgabenart deutlich und das damit zusammenhängende Problem einer eindeutigen Operationalisierung der Regelnwendungen.

Leistungsprofile der Patienten und hirntraumatologische Syndrome

Somatosensorische Defizite erklären nur in wenigen Fällen das Auftreten haptischer Wahrnehmungsstörungen

Nur schwache Unterschiede wurden zwischen Kontrollgruppe und Patienten bei der Sensibilitätsprüfung erwartet. Nicht signifikant war die Verteilung auf die Leistungsstufen (PW) bei der Zweipunkt-Diskrimination (2-PD) der rechten Hand (s. Tabelle D- 5). Eine knapp signifikante Verteilung (Chi- Quadrat nach Pearson $p = .051$) bei nicht signifikanter Korrelation nach Spearman ergab sich für die 2-PD der linken Hand. Nach Analyse der standardisierten Residuen im Chi- Quadrat-Test (Tabelle D- 5) war der signifikante Unterschied auf die Häufung von 4 Patienten in der untersten Leistungsstufe (PW 1) zurückzuführen. Keine Unterschiede ergaben sich wie erwartet in der Verteilung auf die höchste Leistungsstufe (PW 4). Von den Patienten wiesen ca. 80 Prozent und von den Kontrollpersonen ca. 92 Prozent normale Leistungen in der Sensibilitätsprüfung auf (s. Abbildungen 34 und 35).

Abbildung 34:

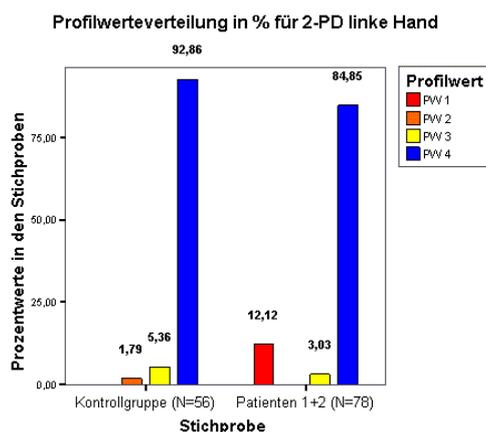
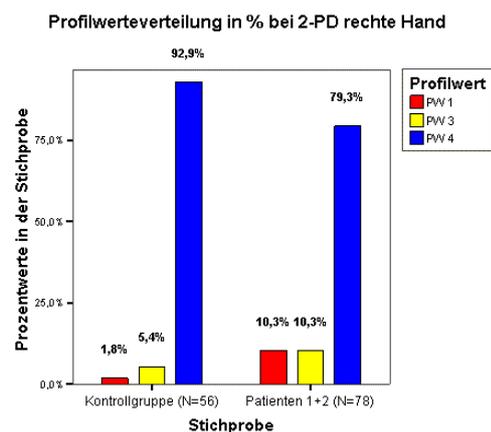
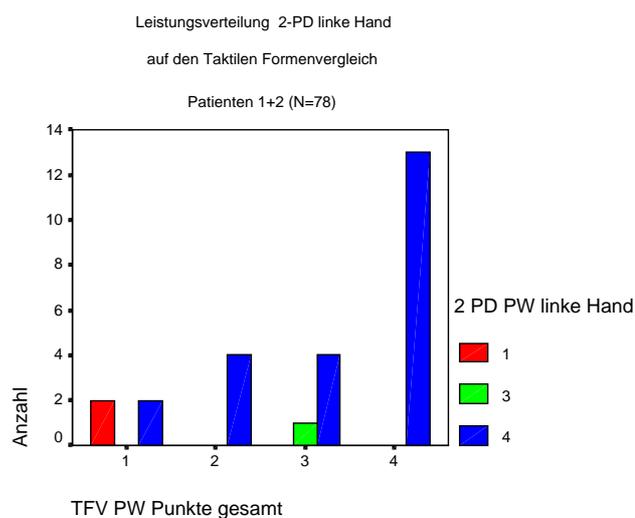


Abbildung 35:



Der Zusammenhang zwischen Sensibilität (2-PD) und Leistungen in den haptischen Tests wurde über die Profilwerte (PW) paarweise mit Kreuztabellen, Chi- Quadrat nach Pearson und Spearman Rangkorrelationen geprüft. In der Kontrollgruppe zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen Sensibilität (2-PD) und haptischen Leistungen (Tabelle D-22). In der Patientengruppe ergab sich nur beim taktilen Formenvergleich (TFV) ein sehr signifikanter Zusammenhang ($p= .013$) mit der Sensibilität (2- PD) der linken Hand und ein signifikanter Zusammenhang ($p= .038$) mit der Sensibilität der rechten Hand. Über die standardisierten Residuen konnte die Signifikanz jeweils durch schlechte Sensibilitätsleistungen (PW 1) von 2 Patienten aufgeklärt werden. Abbildung 36 veranschaulicht die Verteilung beim taktilen Formenvergleich (TFV).

Abbildung 36:



Die statistischen Ergebnisse der Studie lassen nicht den Schluß zu, Störungen der haptischen Leistungen könnten in der Regel auf Sensibilitätsminderungen zurückgeführt werden. Auch die Analyse von Leistungsprofilen ergab dafür keine neuen Gesichtspunkte. Von 8 Befunden in der Kontrollgruppe mit auffälliger Sensibilität weisen 6 eine nur leichtgradige Sensibilitätsminderung (PW 3) auf, bei 2 Befunden liegt ein sensorisches Defizit in der Definition von Semmes et al. (1960) mit 2 Standardabweichungen unter dem Mittelwert vor (s. Tabelle D-4). Bezogen auf Personen zeigte sich aber nur bei einer Person daraufhin eine

verminderte Leistung im taktilen Formerkennen (TFE) bei sonst durchschnittlichen Leistungen in den anderen haptischen Tests. Man kann daraus interpretieren, daß bei gesunden Personen leichte Sensibilitätsstörungen höhere haptische Leistungen nicht verschlechtern und ein sensorisches Defizit nicht durchgängig zu Verschlechterungen in allen Aufgabenarten führt.

Bei den Patienten ergibt sich ein etwas verändertes Bild. Hier haben von 7 Patienten mit diagnostizierter auffälliger Sensibilität fünf ein sensorisches Defizit (PW 2) an mindestens einer Hand (s. Anhang B). Davon weist nur ein Patient durchgängig in allen haptischen Tests Leistungsminderungen auf, bei den verbleibenden vier Patienten sind einzelne haptische Leistungen gestört bei ungestörter Leistung in anderen Tests. Die Störungsprofile sind in Tabelle 13 unter „Astereognosie“ aufgelistet.

Insgesamt unterstützen die Ergebnisse die Annahme, daß Sensibilitätsminderungen bzw. ein sensorisches Defizit die Bearbeitung haptischer Aufgaben in unterschiedlicher Weise und Ausmaß stören kann. Aus den Leistungsausfällen kann entgegen der Annahme nicht interpretiert werden, daß vor allem Aufgaben mit dem höchsten Schwierigkeitsgrad betroffen sind, während leichte Aufgaben unauffällig bleiben. Offenbar sind haptische Leistungen keine lineare Funktion taktiler Leistungen, sondern von mehreren Aspekten abhängig wie z.B. der Qualität explorativer Informationssuche, wobei Sensibilitätsminderungen bis zu einem gewissen Grade kompensiert werden können.

Die Leistungsprofile der Patienten können als 4 typische Störungsmustern definiert werden

In Anhang B sind die Leistungsprofile aller Patienten der Stichprobe in einer Tabelle mit fortlaufender Numerierung aufgelistet. Die Leistungsprofile basieren auf den Profilwerten der Tests. Patientenuntergruppen, die über Profilwerte in einem Test gebildet werden, unterscheiden sich beim Vergleich (t-Test) auf dem 5%- Niveau signifikant voneinander. Das bedeutet, daß die Profilwert- Skala eine signifikante Leistungsabstufung schon innerhalb eines Tests abbildet.

Die folgenden vier typischen Leistungsprofile wurden aus der Analyse der Testleistungen der Patienten (s. Anhang B) gewonnen und werden im folgenden jeweils anhand eines

exemplarischen Fallbeispiels definiert. Da nicht alle Patienten den TFV durchführten, fehlt dieser Test in vielen Profilen.

▪ Profil 1: „schwerer allgemeiner Leistungsabbau“

Patienten zeigen bereits in einfachen haptischen Tests unterdurchschnittliche Leistungen und sind in komplexen haptischen Tests instruierbar, aber nicht testbar.

Beispiel: Patient Nr. 24

	durchschnittl. normal PW 4	unter- durchschnittl. PW3	deutlich gestört PW 2	stark gestört PW 1	nicht testbar PW 0
STAG ReH	■				
STAG LiH		■			
TFE vt			■		
TFE tt					n.t.
TFV					n.t.

▪ Profil 2: „gradueller zunehmender Leistungsabbau“

Patienten, die in der Stereognosie für Alltagsgegenstände (STAG) unauffällig sind, zeigen im Formerkennen (TFE vt und TFE tt) unterdurchschnittliche Leistungen.

Beispiel: Patient Nr. 44

	durchschnittl. normal PW 4	unter- durchschnittl. PW3	deutlich gestört PW 2	stark gestört PW 1
STAG ReH	■			
STAG LiH	■			
TFE vt			■	
TFE tt				■
TFV				

▪ Profil 3: „desorganisierter Leistungsabbau“

Patienten zeigen unterdurchschnittliche Leistungen in mehreren Tests, wobei einfache Tests stärker gestört sein können als komplexere Tests.

Beispiel: Patient Nr. 62

	durchschnittl. normal PW 4	unter- durchschnittl. PW3	deutlich gestört PW 2	stark gestört PW 1
STAG ReH				n.t.
STAG LiH				■
TFE vt	■			
TFE tt		■		
TFV				■

- Profil 4: „selektiver Abbau höchster Leistungen“

Patienten, deren Leistungen im STAG und TFE vt unauffällig sind, zeigen in den beiden komplexen Tests (TFE tt und TFV) unterdurchschnittliche Leistungen.

Beispiel: Patient Nr. 49

	durchschnittl. normal PW 4	unter- durchschnittl. PW3	deutlich gestört PW 2	stark gestört PW 1
STAG ReH	■			
STAG LiH	■			
TFE vt	■			
TFE tt			■	
TFV			■	

Ein weiteres Leistungsprofil ist das Profil für unauffällige Leistungen, das nicht in die Definition von Störungsmustern gehört. 33 von 78 Patienten wiesen ein solches unauffälliges Leistungsmuster auf:

- Leistungsprofil mit durchschnittlich normalem Aufgabenerfolg

Beispiel: Patient Nr 61

	durchschnittl. normal PW 4	unter- durchschnittl. PW3	deutlich gestört PW 2	stark gestört PW 1
2- PD ReH	■			
2- PD LiH	■			
STAG ReH	■			
STAG LiH	■			
TFE vt	■			
TFE tt	■			
TFV	■			

In Tabelle 12 sind die individuellen Profile der Patienten den vier Leistungsmustern zugeordnet. 45 von 47 Patienten mit unterdurchschnittlicher Leistung in mindestens einem Test konnten in eine dieser vier Gruppen eingeordnet werden. Zwei Patienten (Pat Nr. 41 und 75 aus Anhang B) bilden eine Ausnahme und wurden nicht zugeordnet. Sie zeigten eine „ausgestanzte“ deutliche Störung in der Stereognosie für Alltagsgegenstände (mit und ohne Aphasie) bei unauffälligen Leistungen in allen Formerkennungsaufgaben. Für dieses „Muster“ fehlt eine Interpretation. Bei 24 Patienten (31 %) ergab sich keine Leistungsminderung in einem Test.

Tabelle 12: Störungsprofile von 45 Patienten¹⁴ der Patientengruppe (N=78)

Haptische Wahrnehmungs- und Erkennensleistungen						
active touch						
Störung des haptischen Erkennens von Alltagsgegenständen (Stereognosie)		Störung des haptischen Formerkennens bei Einzelobjekten		Störung des haptischen Formerkennens und des Erkennens topologischer Beziehungen zwischen Gegenständen		n= 45
STAG		TFE vt vis.-hapt.	TFV	TFE tt		Pat. lfd. Nr. Anhang B
RH	LH					
Profil 1: „schwerer allgemeiner Leistungsabbau“						
1	1	1			0	2
4	3	4			0	19
4	3	2			0	24
3	4	1			0	25
1	4	1			0	39
4	4	1			0	17
4	4	1			0	23
Profil 2 „gradueller zunehmender Leistungsabbau“						
-	4	2			1	9
4	4	3			3	12
4	4	1			1	20
4	4	2			3	29
-	4	2			1	27
4	-	1			1	31
4	-	1			1	33
4	-	1			1	34
4	-	1			1	36
4	4	2			1	42
4	4	2			1	44
-	4	3			1	52
4	-	1			2	54
Profil 3 „desorganisierter Leistungsabbau“						
3	4	2			1	26
3	1	3			1	3
4	3	3			1	15
3	4	4			1	40
3	4	4			1	43
-	1	4	2		1	55
-	1	4	1		1	56
4	2	3	1		1	59
-	1	4	1		3	62
3	4	4	3		4	71
1	1	4	1		1	72
1	4	2			1	78
Profil 4 „selektiver Abbau höchster Leistungen“						
4	4	4			3	6
4	4	4			1	8
4	4	4			2	28
4	-	4			2	48
4	4	4	2		2	49
4	-	4	3		3	51
4	4	4	4		3	53
4	4	4	2		1	58
4	4	4	2		4	60
4	4	4	1		3	63
4	4	4	3		3	65
4	4	4	3		4	73
4	4	4	3		4	76

¹⁴ Weitere 7 Patienten zeigen nur eine leichtergradige Störung in einem Test und wurden nicht zugeordnet. 2 Patienten fallen aus der Definition heraus, 24 weisen keine Störungen auf (= insgesamt 78 Patienten).

Vier Patienten mit parietaler Läsion und neun Patienten ohne parietale Läsion weisen ein

Leistungsprofil auf, das für die taktile Agnosie gefordert wird.

Tabelle 13: Leistungsprofile von 35 aus der Patientenstichprobe (N=78) selektierten Patienten mit Messung der 2-PD

Sensibilitätsleistungen		Haptische Wahrnehmungs- und Erkennensleistungen					Patienten mit 2-PD, STAG, TFE und TFV	Störungsbezeichnung
passive touch		active touch						
Sensibilitätsstörungen / Sensorisches Defizit	Störung des haptischen Erkennens von Zweidimensionalen Objekteigenschaften	Störung des haptischen Erkennens von Alltagsgegenständen (Stereognosie)	Störung des haptischen Erkennens bei Einzelobjekten	Störung des haptischen Formerkennens und des haptischen Erkennens topologischer Beziehungen zwischen Gegenständen	TFV	TFE	TFE	keine Störung
2-PD	STAG	TFV	TFE	TFE	TFE	TFE	TFE	
LH	RH	--	LH	RH	TFE-vt	taktil	Pat -Nr. Anhang B	keine Störung
							Vierzehn Patienten	
	x						73	Sensibilitätsstörung Sensor.Defizit (SD)
x	x			x			43	Astereognosie I
x	x			x	x		71	
x	x		x	x	x		72	
	x					x	42	Astereognosie II
x						x	48	
x	x				x	x	63	
				x		x	22	Amorphognosie I (taktile Agnosie)
			x		x	x	55	
			x		x	x	56	
			x		x	x	59	
					x	x	9	Amorphognosie II (taktile Agnosie)
					x	x	12	
					x	x	13	
					x	x	49	
					x	x	51	
					x	x	52	
					x	x	54	
					x	x	58	
					x	x	65	
			x	x			75	ohne Bezeichnung
			xx				--	taktile Aphasie, taktile Anomie
xx							--	Agraphästhesie
			xx				--	Ahylognosie
Berührungswiderstand	Erkennen von Oberflächen- und Materialeigenschaften wie	Identifizieren durch Benennen / Beschreiben oder nonverbal durch Wiedererkennen von vertrauten Alltagsgegenständen	Erkennen räumlicher Beziehungen / Verhältnisse am einzelnen Gegenstand bei 3-dim. Formen / geometrischen Körpern oder Transformation von Konturen / Reliefs in 2-dimensionale Formen	Erkennen räumlicher Beziehungen am einzelnen Gegenstand plus Erkennen und Ausführen von Reihenfolgen von Veränderungen topolog.-räuml. Beziehungen zwischen Gegenständen / Teilen von Gegenständen / Unterlage/ Seite				Leistungsbeschreibung

Anmerkungen: Leere Zelle = Leistung ohne testbaren Störungsbefund (PW 1 – 3)

x = Störung vorhanden xx = Störung entsprechend der Definition, aber ohne Erhebung in der Studie

In Tabelle 13 werden Profile von Leistungsstörungen den klassischen hiratraumatologischen Syndromen zugeordnet. Selektiert wurden nur diejenigen Patienten aus der Stichprobe, bei denen die Sensibilitätsleistungen durch Testung der Zweipunkt- Diskrimination (N= 35) geprüft wurden. Vierzehn Patienten aus dieser selektierten Untergruppe wiesen keine Leistungsminderungen in einem der Tests auf. In der Gesamtstichprobe sind es 24 Patienten (= 31 %), die alle vorgelegten Tests unauffällig bewältigten, d.h. mit durchschnittlichen Leistungen verglichen mit der Kontrollgruppe.

Bei der Zuordnung der leistungsgestörten 21 Patienten zu den Syndromen in Tabelle 13 wurde das Kriterium der Lokalisation der Schädigung nicht berücksichtigt, das in der hiratraumatologischen Definition der Syndrome neben den Leistungsausfällen eine wesentliche Rolle spielt. Insgesamt 13 Patienten (= 37 %) wiesen ein Leistungsprofil auf, das für die Definition einer taktilen Agnosie zutreffend wäre. Vier Patienten mit Störung bereits auf der Stufe der Stereognosie für vertraute Einzelgegenstände wurden der Untergruppe „Amorphognosie (taktile Agnosie) I“ zugeordnet, 9 Patienten mit unauffälliger Stereognosie aber Störungen im taktilen Formerkennen (TFE und TFV) der Untergruppe „Amorphognosie (taktile Agnosie) II“. Höchstwahrscheinlich könnten weitere 13 Patienten [Pat.Nr.6, 8, 17, 20, 21, 23, 27, 28, 29, 31, 33, 34, 36 aus Anhang B] der Gesamtstichprobe der Gruppe „taktile Agnosie II“ zugeordnet werden, wenn die Sensibilitätsleistung mit der Zweipunktdiskrimination überprüft worden wäre. Die Wahrscheinlichkeit, hier unauffällige Leistungen erhalten und damit das Kriterium der Dissoziation von unauffälliger Sensibilität und gestörten höheren Leistungen zu erfüllen, ist groß, da diese Patienten in der Stereognosie von Alltagsgegenständen normale Leistungen zeigten. Unauffällige Leistungen in der Stereognosie sind in der Regel ein Zeichen für eine ungestörte Sensibilität. Mit dann insgesamt 26 Patienten hätte die Testbatterie bei ca. 33 % der Gesamtstichprobe ein Leistungsprofil erbracht, das einer taktilen Agnosie entspräche.

In Tabelle 14 sind die Schädigungsorte der 21 Patienten gekennzeichnet, die zur Teilstichprobe mit Sensibilitätsprüfung gehören. Von den 13 Patienten mit Störungen erfüllen unter Hinzunahme des Kriteriums der Schädigungslokalisation im Parietallappen 4 Patienten die Bedingungen, um das Syndrom einer taktile Agnosie nach dem hiratraumatologischen Modell zu diagnostizieren. Neun Patienten zeigen die geforderte Leistungsdissoziation, nicht jedoch die geforderte Lokalisation der Hirnschädigung im Parietallappen. Diese Befunde müssen unter dem schon erwähnten Vorbehalt gesehen werden, dass der Nachweis der Lokalisation der Schädigung nicht den strengen Kriterien einer Lokalisationsstudie genügt.

Tabelle 14: Lokalisation der Schädigung und Zuordnung zu Syndromen von 35 aus der Patientenstichprobe (N=78) selektierten Patienten mit Messung der 2-PD

Lokalisation der Hirnschädigung (Mehrfachnennung möglich)					Patienten mit 2-PD, STAG,TFE und TFV N = 35	Störungs- bezeichnung
links- hemisphärisch parietal	rechts- hemisphärisch parietal	links- hemisphärisch nicht parietal	rechts- hemisphärisch nicht parietal	andernorts lokalisiert	Pat. lfd Nr. Anhang B	
--	--	--	--	--	vierzehn Patienten	keine Störung
		X			73	Sensibilitäts-störung Sensor.Defizit SD)
		X	X		43	Astereognosie I
			X		71	
		X			72	
	X	X			42	Astereognosie II
				X	48	
					63	
		X			22	Amorphognosie I
		X			55	(taktile Agnosie)
X		X			56	
		X			59	
		X			9	Amorphognosie II
			X	X	12	(taktile Agnosie)
		X		X	13	
X		X			49	
				X	51	
				X	52	
	X		X		54	
			X		58	
X		X	X		65	
	X			X	75	ohne Bezeichnung

X= Schädigung im neurologischen Befund oder Notfall- CCT benannt

Diskussion

Das Fehlen geeigneter haptischer Tests wurde als ein Grund dafür genannt, daß haptische Wahrnehmungsleistungen bisher selten in die neuropsychologische Untersuchung nach erworbenen Hirnschädigungen im Erwachsenenalter einbezogen werden. Ein für die Rehabilitation vermutlich relevanter Zusammenhang zwischen schweren exekutiven Störungen in Alltagshandlungen und haptischen Wahrnehmungsstörungen blieb damit diagnostisch nicht aufklärbar. Auch wenn Sensibilitätsprüfungen an den Händen durchgeführt wurden, blieben die in Alltagshandlungen enthaltenen Anforderungen an die Suche und Extraktion haptischer Information diagnostisch unberücksichtigt.

Für die vorliegende Untersuchung wurden daher zusätzlich zur Sensibilitätsprüfung und zur Prüfung der Stereognosie von Alltagsgegenständen zwei komplexe haptische Tests, die in den Leistungsanforderungen an das Niveau von einfachen Alltagshandlungen heranreichen, einbezogen und einer Patientengruppe sowie einer Kontrollgruppe vorgelegt.

Als Ziel der Untersuchung wurde formuliert, Erkenntnisse über die „äußeren“ Aufgabenbedingungen der Tests zu gewinnen, die unterschiedliche Komplexitätsgrade durch Stimulusmerkmale, Art der verfügbaren Information, Struktur von Reihenfolgen und Handlungs- bzw. Explorationsstrategien repräsentieren. Es wurde die Frage gestellt, ob die Tests in eine hierarchische Abstufung aufgrund ihrer Komplexität und Schwierigkeit einzuordnen sind. Aus der Abstufung der Testaufgaben sollte sich eine differenzierte Abbildung haptischer Wahrnehmungsstörungen nach schweren erworbenen Hirnschädigungen (innere Bedingungen) in individuellen Leistungsprofilen ergeben. Anhand der Leistungsprofile der Patienten ergab sich als Frage, ob typische Störungsmuster im Hinblick auf ein Modell des pathologischen Abbaus von Leistungen interpretierbar sind. Abschließend sollte anhand der Störungsprofile das Problem der Dissoziation von erhaltener Sensibilität und gestörten haptischen Leistungen und die

Kontroverse um die taktile Aphasie im Modell der klassischen Hirnpathologie aufgegriffen und diskutiert werden.

Die Qualität nonverbaler haptischer Informationssuche relativiert die Auswirkung von Handbenutzung und Aphasie auf die Testleistung

Zusammenfassung der zugehörigen statistisch bedeutsamen Ergebnisse:

- Eine einhändige Ausführung haptischer Wahrnehmungsaufgaben vermindert nicht den Aufgabenerfolg gegenüber beidhändiger Ausführung. Es ist auch keine Dominanz der in der Regel bevorzugten rechten gegenüber der linken Leistungshand erkennbar.
- Aphasie und frontale Schädigung wirken sich nicht auf die haptischen Testleistungen aus

Ein Ergebnis der Studie, daß eine einhändige gegenüber einer beidhändigen Ausführung der Testaufgaben keinen nachweisbaren Einfluß auf den Aufgabenerfolg ausübt, war zunächst überraschend. Das Ergebnis kann einmal darauf zurückzuführen sein, daß keine Zeitbegrenzung und keine zeitkritische Auswertung erfolgte und daher ein erhöhter Zeitbedarf bei einhändiger Ausführung nicht ins Gewicht fiel. Darüber hinaus kann interpretiert werden, daß Qualität und Ausmaß der Information für den Aufgabenerfolg kritischer sind als die Händigkeitsbedingung bei der manuellen Aktivität, mit der die Informationen extrahiert werden. Alle Patienten verfügten zumindest mit einer Hand über die motorischen Fähigkeiten und selektiven Finger- und Handbewegungen, die vorhanden sein müssen, um zum Ziel und Aufgabenerfolg zu kommen. Gut ein Viertel der Patienten konnte nur eine Hand einsetzen, drei Viertel der Patienten führte die komplexen Tests mit beiden Händen aus. Die haptische Exploration von Formen mit einer Hand ist aufwändiger als mit zwei Händen, entscheidend dabei ist aber, ob überhaupt und wie ausführlich exploriert und relevante Information extrahiert wird.

Neben der Handbenutzung hat sich auch das Vorhandensein einer Aphasie unterschiedlichen Schweregrads nicht signifikant auf den Aufgabenerfolg ausgewirkt. Durch die Methode der

nonverbal geführten Instruktion kamen alle Aphasiker (bis auf eine Patientin mit zusätzlicher ideomotorischer Apraxie) zum Aufgabenverständnis und zur Testbarkeit. Für die komplexen stereognostischen Leistungen besteht bei Testbarkeit offenbar kein direkter Zusammenhang zu aphasischen Störungen wie im Falle der ideomotorischen Apraxie (Hartje & Poeck, 1997).

Die Hierarchie der haptischen Testaufgaben führt zu ihrer Einordnung in zwei große Schwierigkeitsstufen

Zusammenfassung der zugehörigen statistisch bedeutsamen Ergebnisse:

- Haptische Tests lassen sich mit dem Kriterium „Schwierigkeitsgrad“ in eine hierarchische Abfolge ordnen.
- Die statistische Rangfolge stimmt mit der Rangfolge der definierten Komplexitätsindices weitestgehend überein.
- Die Rangfolge ist bei Patienten und gesunden Versuchspersonen nicht völlig deckungsgleich.
- Übereinstimmend bei Patienten und gesunden Versuchspersonen ordnen sich die Tests in zwei große Stufen, wobei die Tests mit den höchsten Komplexitätsindices in der oberen Stufe zu finden sind.
- Bei den Formerkennungstest TFE und TFV ist ein Serieneffekt mit zwei Schwierigkeitsstufen vorhanden.
- Das Taktile Formerkennen im haptischen Modus der Information ist schwieriger als das Formerkennen im visuell- haptischen Modus der Information
- Die intermodale Matchingaufgabe mit visuell- haptischer Information (TFE vt) ist leichter zu bewältigen als die modalitätsspezifische rein haptische Matchingaufgabe (TFV).

- Der Aufgabenerfolg in komplexen haptischen Tests ist bei Patienten und gesunden Versuchspersonen abhängig von der Anwendung von Strategien (Regelanwendungen).
- Die Anwendung der Explorationsstrategie führt im TFE zu besserem Aufgabenerfolg als die Anwendung der Fittingstrategie, im TFV zu besserem Aufgabenerfolg als die Matchingstrategie.
- .Gesunde Kontrollpersonen wenden im TFE überwiegend die Explorationsstrategie an, Patienten häufiger die Fittingstrategie als die Explorationsstrategie.

Die Ergebnisse der Studie ermöglichen es, die Tests und Untertests nach dem Schwierigkeitsgrad in eine statistisch objektiviertere Hierarchie zu ordnen. Dies gilt sowohl für die gesunden Versuchspersonen wie auch für die Patienten. Die Tests wurden unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden nur dann zugeordnet, wenn sie sich im Aufgabenerfolg statistisch signifikant unterscheiden haben. Daß sich die Hierarchie der Tests unter verschiedenen Gruppenaspekten und Bedingungen (mit und ohne Hirnschädigung, nur nach Altersgruppen) reproduziert, kann als zusätzliches Argument dafür genommen werden, daß ihr Schwierigkeitsgrad objektiv unterscheidbar ist.

Die Hierarchie ist für die Patienten und gesunden Versuchspersonen allerdings nicht deckungsgleich. Daher werden die Hierarchien in Tabelle 15 getrennt dargestellt.

Es lassen sich zwei große Stufen differenzieren, die in sich jeweils noch einmal eine Differenzierung in zwei unterscheidbare Schwierigkeitsgrade enthalten. Jeder Test bzw. Untertest der zweiten Stufe ist signifikant schwieriger als jeder Test der ersten Stufe. Innerhalb jeder Stufe führt der Serieneffekt zu einer weiteren signifikanten Unterteilung. Der Modalitätseffekt ordnet die Testvarianten der Formerkennens (TFE tt und TFE vt) jeweils einer anderen Stufe zu, wobei die visuell- haptische Durchführungsart der unteren, leichteren Stufe zugeordnet ist.

Tabelle 15: Hierarchie der Tests nach Schwierigkeitsgraden in der Patientengruppe und der Kontrollgruppe und Zuordnung in zwei Stufen

Kontrollgruppe		Patientengruppe		Komplexitäts- Index	Schwierigkeits- grade und Stufen
TFV Serie 2 und 3	TFE tt Serie 1 + 3	TFE tt Serie 1 u. 3		TFE tt 37	2 b
		TFV		TFV 28	STUFE 2
TFV Serie 1	TFE Serie 2	TFE Serie 2			2 a
	TFE vt Serie 1 + 3	STAG	TFE vt Serie 1 + 3	TFE vt 26	1 b
STAG	vt Serie 2		vt Serie 2	STAG 9	STUFE 1
					1 a

Die statistische Überprüfung stimmt im wesentlichen mit den aus der Komponentenanalyse gewonnenen Komplexitätsindices überein. Beim taktilen Formerkennen (TFE- tt) wäre aufgrund des höchsten Komplexitätsindex die Einordnung in eine eigene Schwierigkeitsstufe bei Patienten und Kontrollgruppe zu erwarten gewesen, was aber statistisch für die Kontrollgruppe nicht verifiziert werden konnte. Die Mittelwerte (s. Tabelle D-3) weisen den TFE- tt in beiden Gruppen als schwierigsten Test mit dem geringsten Aufgabenerfolg aus, wobei nur bei den Patienten eine große Streuung vorhanden ist. Es sind offenbar die Extremgruppen bei den Patienten (mit ihrer U- förmigen Verteilung), d.h. die Patienten mit haptischen Wahrnehmungsstörungen, die aufgrund dieser Störung im TFE noch größere Schwierigkeiten haben als im TFV. Ein Grund dafür, daß die Unterschiede zwischen dem TFE und TFV trotz deutlich unterschiedlicher Komplexitätsindices nicht statistisch eindeutiger ausgefallen sind, könnte an der geringen Fallzahl liegen, da nur 28 Patienten, hier vor allem aus der

Ergänzungsstichprobe, den TFV durchführten und in der Kontrollengruppe nur die Altersgruppen bis 60 Jahre.

Das Fehlen eines signifikanten statistischen Unterschieds bei den gesunden Kontrollpersonen kann auch dahingehend interpretiert werden, daß der taktile Formenvergleich (TFV) in der Komponente der „Informationssuche“ eine zusätzliche Schwierigkeit gegenüber dem TFE enthält, die durch die Stimuluseigenschaften der Formen des TFV zustande kommt. Die Formen des TFV bieten geringere Wahrnehmungskontraste bei den Flächen und Linienlängen als die Formen des TFE (s. Abbildungen 3 und 5). Die Information über die Formunterschiede ist beim Formenvergleich auf eine oder zwei Seiten der Form fokussiert und bietet weniger Stimuluskontraste als im TFE z.B. zwischen Dreieck und Kreis oder Stern und Kreuz. Bei den Patienten fehlt hier auch der Serieneffekt, d.h. daß für sie alle Formen vergleichbar schwierig zu explorieren waren.

Die beiden Tests stellen an die Informationssuche unterschiedliche Anforderungen, die sie im Schwierigkeitsgrad annähern. Während beim TFE die Stimuluseigenschaften stärker kontrastieren als im TFV und der TFV die größere Schwierigkeit bei der Extraktion der Stimulusmerkmale besitzt, liegt beim TFE die größere Schwierigkeit bei den Anforderungen an die informationssuchenden Strategien (Regelanwendung). Um hier eine eindeutigere Differenzierung im Interesse der Hierarchie zu erhalten, müßten entsprechend dieser Interpretation die Formen des TFE mit größeren Stimuluskontrasten ausgestattet werden.

Das taktile Formerkennen im visuell- haptischen Modus wird trotz eines relativ hohen Komplexitätsindex noch in die Stufe 1 (s. Tabelle 15) eingeordnet. Der geringere Schwierigkeitsgrad und Unterschied gegenüber den Tests der Stufe 2 kann hier auf die intermodale Information, d.h. die visuelle Stimulus- und Kontrollinformation zurückgeführt werden. In Tabelle 10 wird die Komponente „Art der Kontrollinformation“ mit nur zwei Punkten Unterschied zwischen den Informationsmodi haptisch versus visuell- haptisch gewichtet. Dadurch ergeben sich im Komplexitätsindex zwischen dem TFE vt und dem TFV nur zwei

Punkte Unterschied, was im Hinblick auf die statistische Differenz im Nachhinein als zu gering bewertet erscheint.

Die Ergebnisse bei Erwachsenen replizieren Ergebnisse einer Entwicklungsstudie mit gesunden Kindern

Ein weiteres Ergebnis dieser Studie betrifft die Replikation von Befunden zur haptischen Wahrnehmung, die in Studien mit gesunden Kindern analysiert wurden. Unsere Ergebnisse bestätigen den Serieneffekt im TFE tt und den Modalitätseffekt im TFE vt bei erwachsenen Versuchspersonen und Patienten, der von Affolter und Bischofberger bereits in den Entwicklungsstudien mit Kinder und Jugendlichen gefunden wurde. Diese Übereinstimmung ist bedeutsam für die Diskussion der Ergebnisse unserer Studie im Rahmen eines Modells des Aufbaus bzw. pathologischen Abbaus von Leistungen.

Affolter et al. (1980) untersuchten den Zuwachs an Leistungen mit dem Lebensalter im TFE bei sinnesgesunden, gehörlosen und blinden Kindern bis 9 Jahre, während Bischofberger (1989) sinnesgesunde und blinde Jugendliche zwischen 10 und 16 Jahren verglich. In der Studie von Affolter wurden normale Kinder (N=140) in Altersstufen von 3 bis 9 Jahren getestet. Neben dem Alterseffekt war ein Serieneffekt für Vorschulkinder (Serie 1 vs. 2 vs. 3) und für Schulkinder (Serie 2 vs. 1 vs. 3) signifikant, ebenso ein Modalitätseffekt (visuell vs. visuell- haptisch vs. haptisch). Ab dem 10 Lebensjahr erreichten die Leistungen bei gesunden Kindern ein Deckenniveau. Bischofberger fand im Ergebnis ebenfalls einen signifikanten Serieneffekt, der in der Reihenfolge mit unseren Ergebnissen vergleichbar ist (Serie 2 vs. 1 und 3). Er fand allerdings keinen Alterseffekt mehr. In unserer Studie zeigte sich zusätzlich zum erwarteten Serien- und Modalitätseffekt ein Alterseffekt für die 60-80 jährigen, der entwicklungspsychologisch als „Leistungsknick“ im hohen Alter interpretiert werden kann.

Zur Interpretation haptischer Wahrnehmungsstörungen im Rahmen eines Modells für den pathologischen Leistungsabbau nach erworbener Hirnschädigung

Die Desorganisation der Informationssuche kann als pathologisches Merkmal gestörter haptischer Wahrnehmungsaktivität und eines Rückgangs auf ein tieferes Niveau der Wahrnehmungsorganisation interpretiert werden.

Affolter hat in ihre vergleichenden Studien mit dem TFE auch wahrnehmungsgestörte Kinder mit Sprach- und Entwicklungsstörungen einbezogen und die Art ihrer Ausführungsleistungen in den Testaufgaben analysiert. Sie fand, daß wahrnehmungsgestörte Kinder die Testaufgaben mit andersartigen Strategien ausführen als altersentsprechende gesunde Kinder.

Wahrnehmungsgestörte Kinder wandten im taktilen Formerkennen häufig Handlungs- bzw. Explorationsstrategien an, die einfacher waren und komplexe Merkmale nicht berücksichtigten und kamen dadurch zu geringerem oder gar keinem Aufgabenerfolg. Für den TFE definierte Affolter daraufhin zwei Strategien, die unterschiedliche Regelanwendungen darstellen (Explorationsregel und Fittingregel). Sie formulierten aufgrund ihrer Befunde die Annahme, daß sich in den Strategien (Regelanwendungen) unterschiedliche Organisationsniveaus der Informationssuche bzw. Wahrnehmungsorganisation ausdrücken. Während gesunde Kinder im Alter von 3-9 Jahren die Explorationsstrategie anwandten und die Formen vor einem Einlegeversuch betasteten, fehlte bei wahrnehmungsgestörten Kinder diese Informationssuche. Sie ergriffen eine Form und versuchten sofort, sie einzulegen (Fittingstrategie). Eine statistische Prüfung dieser Beobachtung in den Studien von Affolter erfolgte jedoch nicht.

Wir haben in unserer Studie die Anwendung der Explorationsstrategie und der Fittingstrategie statistisch bei gesunden Erwachsenen und bei erwachsenen Patienten überprüft und in Beziehung zum Aufgabenerfolg analysiert. Unsere Ergebnisse bestätigen die Annahmen, die Affolter für wahrnehmungsgestörte und gesunde Kindern aufgestellt hat. Die Anwendung der Fittingstrategie vermindert den Aufgabenerfolg und ist gleichbedeutend mit einer weitgehend

fehlenden Informationssuche, d.h. der für einen Wahrnehmungstest kritischen Bedingung und damit Zeichen für eine haptische Wahrnehmungsstörung.

Gesunde Erwachsene wenden auch Mischformen der Strategien im TFE an. Dabei beginnen sie mit der Explorationsregel und wechseln bei Formen mit einfachen Stimulusmerkmalen (vor allem bei Serie 2 des TFE) zu einer Mischform über, indem sie das Herausnehmen und Explorieren der Stimulusform auslassen und nur die Vertiefung der Kontrollform untersuchen. Dann wählen sie unter Anwendung informationssuchender Exploration die Vergleichform aus und legen sie ein. In der Kodierung erhalten sie für den Aufgabenerfolg die volle Punktzahl, bei den Strategien wird aber nur die Fittingregel kodiert. Gesunde Versuchspersonen können bei den hochvertrauten Formen offenbar auch bei reduzierter Informationssuche noch ausreichend Information extrahieren, um zum maximalen Aufgabenerfolg zu kommen. Bei komplexeren Formen oder bei Fehlversuchen wechseln sie sofort wieder zur Anwendung der vollen Explorationsregel. Ihre Regelanwendung kann als zielorientiert und ökonomisch bezeichnet werden, d.h., sie wählen die Regel aus, die noch maximalen Erfolg verspricht.

Bei den Patienten sind Mischformen in den Strategien selten. Bei ihrer reduzierten Informationssuche lassen sich angedeutete Explorationsbewegungen oft nur schwer von Greifbewegungen unterscheiden, wie sie von Klatzky und Lederman (s.o.) beschrieben werden. Manche Patienten berühren nur die Kontrollform ohne die Vertiefung zu untersuchen, explorieren dann aber die Vergleichsformen, ohne wissen zu können, welche Form sie nun auswählen sollten. Oder sie leeren die Kontrollform aus und legen die Stimulusform sofort wieder ein, ohne sie exploriert zu haben. Bei den Patienten, die überwiegend die Fittingregel anwenden, kann häufig eine derartig *desorganisierte Suchen nach Information* beobachtet werden. Bei den Kontrollpersonen, die bei einzelnen Formen zur Fittingregel wechseln, ist diese Desorganisation der Informationssuche nicht beobachtbar. Im Gegenteil ist ihre Informationssuche systematisch und effektiv, es erfolgt sofort ein Wechsel zur vollen Explorationsstrategie, wenn bei komplexen Formen die Fittingstrategie nicht das notwendige

Ausmaß an Information liefert. Keine Kontrollperson wendete im Test ausschließlich die Fittingregel an, während dies bei Patienten häufig vorkam. Ein flexibler zielorientierter Wechsel der Regeln war bei Patienten nicht zu beobachten. Die ausschließliche Anwendung der Fittingregel ist häufig auch mit einer Desorganisation in der Ausführung der Reihenfolgen bei der Informationssuche verbunden.

Die Ergebnisse der Studie und die geschilderten Beobachtungen bei erwachsenen Patienten lassen zusammenfassend die Interpretation zu, daß sich in der Anwendung der Strategien bzw. Handlungsregeln zwei unterschiedliche Niveaus der Informationssuche und Wahrnehmungsorganisation ausdrücken. Patienten mit unterdurchschnittlichen Leistungen im TFE (PW 1 und 2) handeln demnach auf einem tieferen Niveau der haptischen Wahrnehmungsorganisation, das aufgrund ihrer Hirnschädigung als Ausdruck des pathologischen Abbaus und Zerfalls von vormals „gesunder“ gewachsener Organisation angesehen werden kann.

Der Rückgang auf ein niedrigeres Organisationsniveau haptischer Wahrnehmung infolge einer Hirnschädigung kann mit folgenden Merkmalen bei der Durchführung des Formerkennens (TFE) charakterisiert werden:

- mangelnde oder fehlende Informationssuche; Desorganisation in der Informationssuche und der Reihenfolge der informationssuchenden Sequenzen,
- überwiegend Anwendung der Fittingregel,
- kein flexibler und zielorientierter Wechsel zwischen Explorationsregel und Fittingregel,
- mangelnde oder fehlende Anwendung der Kontrollregel zur Überprüfung des paßgenauen Einlegens,
- Schwierigkeiten der Entnahme von Information bei topologischen Veränderungen zwischen zwei Gegenständen, wenn das „Stabphänomen“ der haptischen Wahrnehmung beteiligt ist (Schwierigkeiten beim Einlegen).

Störungsprofile von Patienten können Ausdruck sowohl eines gestuften wie desorganisierten Abbaus von Leistungen sein.

Die in Tabelle 12 dargestellten individuellen Leistungsprofile von Patienten in vier typischen Profilgruppen sollen nun im Hinblick auf das in der Einleitung referierte Modell zum pathologischen Leistungsabbau interpretiert werden. Dort wurde angenommen, daß der Abbau haptischen Leistungen nach Hirnschädigung sich nicht nur als graduelle Leistungsminderung zeigt, sondern auch qualitativ durch den Zerfall der Leistungshierarchie.

Profil 1 und 4 bilden zwei deutlich unterscheidbare Störungsmuster. Dem Profil 1 sind Patienten zugeordnet, die bereits Schwierigkeiten in den Tests der Stufe 1 (entsprechend Tabelle 15) zeigen und bei den komplexen Tests der Stufe 2 zwar instruierbar, aber nicht testbar (PW 0) sind. Dem stehen Patienten gegenüber, die in den Tests der Stufe 1 unauffällig sind und nur in den komplexen Tests der Stufe 2 unterdurchschnittliche Leistungen zeigen. Hier können unter Bezug auf die im vorigen Abschnitt diskutierten zwei Komplexitätsniveaus bzw. Stufen der Tests zwei Leistungsniveaus deutlich differenziert werden.

Patienten, die dem Profil 2 zugeordnet werden, zeigen Leistungsminderungen sowohl in den Tests der Stufe 1 wie auch in denen der Stufe 2, wobei der Leistungsabbau graduell von der niedrigeren zur höheren Stufe zunimmt. Bei diesen Patienten führt die Hierarchie im Schwierigkeitsgrad der Tests zu einer graduellen Abbildung ihrer haptischen Wahrnehmungsstörung. Das Profil 3 entspricht mit den Profilen 1 und 2 dem von Jackson (s.o) vorgeschlagenen Modell des Abbaus von Leistungen in Umkehrung der Hierarchie ihrer normalen Organisation.

Die Patienten, die dem Profil 3 zugeordnet werden, zeigen keinen gestuften oder graduellen Abbau der Leistungen, sondern einen *desorganisierten* „regellosen“ Zerfall haptischer Leistungen in den Tests. Die Leistungen zerfallen nicht regelhaft entsprechend den Schwierigkeitsstufen der Tests.

Leistungsminderungen in einem einfacheren Test stehen bessere Leistungen in einem komplexeren Test gegenüber und umgekehrt. Schwierigkeitsgrade der Tests und Leistung entsprechen sich nicht, der Abbau von Leistungen erscheint unsystematisch und desorganisiert, die Testhierarchie ist zerfallen. Das Profil 3 läßt sich nicht in das beschriebene Modell des Abbaus von Leistungen einordnen.

Das Vorhandensein von Patienten mit einem unsystematischen Leistungsabbau und einer desorganisierten Hierarchie der Tests hat Konsequenzen für das formulierte Modell des Leistungsabbaus. Der Abbau von Leistungen nach einer Hirnschädigung wäre demnach nicht ausnahmslos eine inverse Abbildung des Aufbaus der Leistungen in der Entwicklung.

Affolter (1980) fand in ihren Studien mit sprach- und wahrnehmungsgestörten Kindern, daß deren Profile von Entwicklungsleistungen keine durchgängige Regelmäßigkeit im hierarchischen Aufbau aufwiesen, wie sie bei gesunden Kindern zu finden war. Es zeigten sich Unregelmäßigkeiten der Reihenfolge bei einigen Leistungen (z.B. der Nachahmung), die nicht mit dem Stufenmodell der Entwicklung von Piaget übereinstimmten. Diese Befunde wurden als Ausdruck einer *abweichenden Entwicklung* bei wahrnehmungsgestörten Kindern angesehen und im Rahmen eines „Wurzelmodells der Entwicklung“ (Affolter & Bischofberger, 2000) reinterpretiert.

Unsere Ergebnisse bei hirngeschädigten Erwachsenen (Profil 3) können in Anlehnung an den Begriff der „abweichenden Entwicklung“ von Affolter als Ausdruck eines *abweichenden Abbaus* der Leistungen interpretiert werden, der nicht ausnahmslos die Regelmäßigkeit des Aufbaus widerspiegelt, sondern einen pathologischen Zerfall. Gleichzeitig bestätigt aber auch der Vergleich der Profilgruppen 1 und 4 einen gestuften Abbau und Profil 2 einen zunehmenden Rückgang invers zur Leistungshierarchie, wie ihn Jackson beschrieben hat. Insofern wird die Ansicht von Jackson bestätigt, daß zuerst die komplexeren Leistungen zerfallen, später die einfachen. Vor dem Hintergrund einiger Ergebnisse dieser Studie sollte aber das Modell des Abbaus von Leistungen nach Hirnschädigung im Erwachsenenalter dahingehend erweitert

werden, daß sowohl ein Rückgang in der Hierarchie in großen Stufen erfolgen kann in Umkehrung des früheren Leistungsaufbaus als auch ein abweichender und desorganisierter Zerfall, der keine direkte Inversion des organisierten Aufbaus der Leistungen abbildet. Es ist vermutlich ein Merkmal pathologisch gestörter Organisation von Leistungen in der Entwicklung wie auch im Abbau, daß die Hierarchie ihrer der gesunden Entwicklung hier zerfallen kann.

Die Leistungsdissoziation einer taktilen Agnosie kann ohne parietale Läsion auftreten und erfordert keinen parietalen „non-tactual spatial factor“ zu ihrer Erklärung

Eine taktile Agnosie kann nach dem Paradigma der klassischen Hirnpathologie nur diagnostiziert werden, wenn im Leistungsprofil eine Dissoziation von erhaltenen Sensibilitätsleistungen und gestörten höheren haptischen Leistungen vorliegt und gleichzeitig kontralateral zur benutzten Hand eine Läsion im posterior- inferioren Parietallappen identifiziert werden kann. Der Nachweis erfolgt in Einzelfallstudien. Bei Gruppenuntersuchungen kann eine taktile Agnosie nur über die Analyse individueller Leistungsprofile diskutiert werden. Die Übersicht von DeRenzi (1999) zeigt, daß seit der kritischen Agnosiediskussion von Bay (1950) nur wenige neue Fälle in der Literatur berichtet wurden. DeRenzi nennt 7 Fälle von Caselli (1991) aus einer Gruppe von 88 Patienten, sowie drei gut dokumentierte Einzelfälle von Endo, Miyasaka, Makishita, Yanagisawa & Sugishita (1992), Reed & Caselli (1994), Reed, Caselli & Farah (1996) und Platz (1996).

Die in den Studien eingesetzten Aufgabenbatterien umfaßten von der Stereognosie von Alltagsgegenständen über zweidimensionale Reliefaufgaben bis hin zu komplexen dreidimensional-geometrischen Figuren sowohl unterschiedlich komplexes Stimulusmaterial als auch verschiedene Arten der Antwortreaktion von Benennen über visuell- haptische Vergleiche bis hin zum rein haptischen „matching- to- sample“. Aus den referierten Ergebnissen läßt sich kein hierarchisch geordneter Abbau der Leistungen interpretieren, der für alle drei Fälle mit

taktiler Agnosie aus den letztgenannten Publikationen typisch wäre. Taktile Agnosie scheint sich für die höheren haptischen Leistungen nicht auf ein besonderes Profil entsprechend den in Tabelle 12 definierten Profile eingrenzen zu lassen.

In Tabelle 13 wurden ausgewählte Leistungsprofile von Patienten (aus Anhang B) zu Störungsmustern bzw. klinischen Diagnosen wie Astereognosie und Amorphognosie zugeordnet. Die Leistungsprofile unserer Patienten, die in Tabelle 13 der „Amorphognosie I und II“ zugeordnet wurden, entsprechen der geforderten Leistungsdissoziation bei taktiler Agnosie. Da die geforderte Zuordnung der Leistungsstörung zu einer genau definierten und abgegrenzten Läsion im posterior- inferioren Parietallappen in der vorliegenden Studie aber nicht exact erfüllt wird, können unsere 4 Patienten mit parietaler Läsion nicht vergleichbar fundiert wie die 10 bei deRenzi diskutierten Patienten als „taktil- agnostisch“ bezeichnet werden.

Für alle 13 Patienten der Gruppen „Amorphognosie I und II“ trifft zu, was Semmes (s.o.) dem Befund einer abgrenzbaren Störung der „shape discrimination“ zurechnet. Semmes untersuchte 65 Patienten und eine Kontrollgruppe mit einer Testbatterie, die Sensibilitätsprüfungen und komplexe haptische Aufgaben umfaßte. Von den 65 Patienten wiesen 22 neben Läsionen andernorts auch eine unilaterale oder bilaterale Läsion im Gebiet des posterior- parietalen Cortex auf. Nach Selektion aller Fälle ohne Sensibilitätsstörung wurden zwei Patientengruppen mit und ohne posterior- parietaler Läsion miteinander verglichen. Bei beiden Patientengruppen waren die Leistungen in den komplexen haptischen Tests (Diskrimination dreidimensionaler geometrischer Formen und zweidimensionaler Linienreliefmuster) signifikant vermindert gegenüber der Kontrollgruppe. Da auch in der Patientengruppe ohne posterior- parietaler Läsion ein Störungsmuster auffindbar war, wie es für eine taktile Agnosie gefordert wird, ohne daß auch die lokalisatorische Bedingung der zugehörigen Läsion für eine taktile Störung erfüllt war, analysierte Semmes weitergehend, ob „non- tactual factors“ wie allgemeine Intelligenz, Handpräferenz, Problemlösefähigkeit oder Aphasie die Leistungsminderung erklären konnten. Die mit begleitenden Tests überprüften

Faktoren übten jedoch keinen signifikanten Einfluß auf die Testleistung aus. Bei unseren Ergebnissen übten ebenfalls die Bildung, Handbenutzung, Aphasie und frontale Schädigung statistisch keinen Einfluß aus.

In der von uns untersuchten Patientenstichprobe verbleibt unter Berücksichtigung der grob erhobenen Lokalisation (siehe Tabelle 5) eine Gruppe von 9 Patienten, die keine Läsion im Parietallappen aufweisen, aber trotzdem im Formerkennen (shape discrimination) gestört sind. Wir fanden daher auch ein mit Semmes vergleichbares Ergebnis, daß auf Patienten zwar die Bedingung der Leistungsdissoziation zutrifft, aber nicht die Bedingung der Lokalisation.

In der Lokalisationslehre der klassischen Hirnpathologie sind taktile Leistungen an den anterioren und haptische Leistungen an den posterioren Parietallappen gebunden. Haptische Leistungsstörungen ohne Läsionen in diesem Hirngebiet fallen aus diesem Modell heraus und müssen dann durch andere „non- tactual factors“ erklärt werden. Semmes suchte daher weiter und fand bei der post- hoc- Suche eine bedeutsame Beziehung zwischen einem visuellen Test zur Raumorientierung und der haptischen Formdiskrimination (Studien [10] und [11]). Die Patientenuntergruppe ohne Leistungsminderung in der visuellen Raumorientierung zeigte nun Leistungen in der Formdiskrimination vergleichbar mit der Kontrollgruppe, während die Patientengruppe mit Störung der visuellen Raumorientierung auch Störungen in der haptischen Formdiskrimination aufwies. Semmes zog daraus den Schluß, daß „ although tactual shape perception may be impaired in the absence of somatosensory defect, such impairment is related to a spatial factor which is not specific to somesthesia“ (Semmes, 1965, S.295). Neben das klassische Konzept der taktilen Agnosie mit einer Dissoziation von sensorischen und haptischen Leistungen, die in Verbindung mit Läsionen im posterioren Parietallappen stehen, trat damit noch eine Variante der Amorphognosie *ohne* Bezug zu einer parietalen Läsion, aber mit der Beteiligung eines „räumlichen Faktors“, der supramodal interpretiert wurde. Abgesehen von den referierten Studien der Mailänder Gruppe um DeRenzi (s.o) wurde die Untersuchung eines nicht-

taktilen räumlichen Faktors bei Störung des haptischen Formerkennens in den Gruppenstudien nach 1970 nicht mehr aufgegriffen.

Wir halten ein Erklärungsmodell haptischer Wahrnehmungsstörungen, das auf einen als „nicht- haptisch“ definierten räumlichen Faktor zurückgreifen muß, für nicht schlüssig. In der Einleitung haben wir mit Bezug auf die Kontroverse um die Berechtigung einer modalitätsspezifischen haptischen Raumauffassung (Fall Schn.) die Erfassung einfacher bis komplexer topologisch-räumlicher und geometrisch-räumlicher Beziehungen in der Umwelt als eigenständige Leistung des Tastsinns herausgestellt.

Ohne Rückgriff auf einen supramodalen räumlichen Faktor können die haptischen Leistungsstörungen im Sinne der referierten Erweiterung der Definition des Tastsinns auch als „haptisch- räumliche Wahrnehmungsstörungen“ verstanden werden.

Diese Bezeichnung, die hier als Vorschlag in die neuropsychologische Diagnostik eingeführt werden soll, kann neben die gut untersuchten „visuell-räumlichen Wahrnehmungsstörungen“ treten.

Die ähnliche Bezeichnung „taktil- räumliche Störungen“ wird im Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie (Sturm, Hermann & Wallesch, 2000) in einem Beitrag von Kerkhoff als Untergliederung von „räumlich- perzeptiven Störungen“ neben visuell-räumlichen und akustisch-räumlichen Störungen in einer Übersicht verwandt und ohne weitere Ausführungen als „Beeinträchtigung elementarer sensorischer Leistungen der Raumwahrnehmung in der taktilen Modalität“ definiert (Kerkhoff, 2000, S. 412). Dem wäre zuzustimmen, wenn in Abgrenzung zu „haptisch- räumlichen Störungen“ unter dieser Bezeichnung Diskriminationsleistungen verstanden werden, die auf räumliche Beziehungen innerhalb der Berührungsfläche der Haut bzw. der Fläche zwischen Haut und Objekt eingegrenzt werden.

Neuropsychologische Syndromdefinition über Leistungsausfälle versus lokalisatorische Syndromdefinition der klassischen Hirntraumatologie.

Der „non tactual“ räumliche Faktor von Semmes und seine Lokalisation im posterioren Parietalgebiet ist noch ein letzter Tribut an das Modell der klassischen Hirntraumatologie. Mit dem Konzept des „Frontalhirnsyndroms“ bestand über lange Zeit ein ähnliches Modell der klassischen Hirnpathologie, das gestörte Leistungen in Problemlösetests mit der Bedingung einer frontalen Läsion verknüpfte. Das Konzept des Frontalhirnsyndroms wurde neuerdings aufgegeben (eine kritische Übersicht findet sich bei Reitan & Wolfson, 1994) zugunsten eines „dysexekutiven Syndroms“ bzw einer „Exekutiven Dysfunktion (EDF)“ als Störungsmodells exekutiver Leistungen, das nicht mehr an die scharfe Begrenzung einer anatomisch nachweisbaren frontalen Läsion gebunden ist (Matthes – von Cramon & Cramon, 2000).

Zumindest unter klinisch- rehabilitativen Gesichtspunkten wäre es hilfreich, auch bei den haptischen Wahrnehmungsstörungen die enge Bindung an nachweisbarer Läsionen im posterior- parietalen Cortex aufzugeben. Es bliebe dabei gültig, daß somatosensible Leistungen eng mit Funktionen im postzentral- anterioren Gebiet (S I und S II) verbunden sind und höhere haptische Leistungen vor allem den posterioren und posterior- inferioren Parietallappen funktionell stärker als andere Gebiete beanspruchen, wie neue MRI und PET- Studien eindrücklich zeigen (Bodegard, Geyer, Grefkes, Zilles & Roland, 2001; Ostry & Rome, 2001; Servor, Lederman, Wilson & Gati, 2001).

Die Loslösung von einer engen anatomisch- lokalisatorischen Bedingung für den Befund einer „haptisch- räumlichen Wahrnehmungsstörung“ bedeutet, das klassische Konzept der taktilen Agnosie aufzugeben zugunsten einer neuropsychologischen Definition von haptisch- räumlichen Leistungsstörungen, die auch eine Dissoziation von sensiblen und haptischen Leistungen umfassen. Eine solche Definition stünde nicht im Widerspruch zu Befunden, daß Läsionen im hinteren Parietallappen bevorzugt zu haptisch- räumlichen Wahrnehmungsstörungen führen. Es wäre aber auch nicht mehr unzulässig, eine haptisch-

räumliche Wahrnehmungsstörung zu diagnostizieren, wenn die Hirnschädigung nicht anatomisch nachweisbar den Parietallappen betrifft.

Angesichts der - durch die moderne Hirnforschung angeregten- neuen Modelle eines hoch vernetzten Gehirns (vergl. Singer, 2002; Dörner, 2003) kann generell dafür plädiert werden, auf die Bedingung einer abgrenzbaren Schädigungslokalisation bei der Definition von neuropsychologischen Syndromen zu verzichten.

Ausblick

Zwei Aspekte der neuropsychologischen Diagnostik haptischer Wahrnehmungsleistungen und ihre Interpretation in Störungsprofilen sollten für den klinischen Untersuchungsalltag noch weiter differenziert werden. Der erste Aspekt betrifft die Erfassung von Sensibilitätsleistungen. Hier fehlen nach wie vor ökonomische Screenings und Tests unter Einbeziehung neuer Erkenntnisse über taktil- räumliche Wahrnehmungsleistungen. Die Differenzierung von Kanten, Ecken, Lücken, Vibration und Bewegungswahrnehmung bei punktuellen Reizfolgen unter der Hautoberfläche spricht eher Basisleistungen der taktilen Wahrnehmung (Sensibilität) an als die klassischen Messungen der Berührungsschwelle, Punkt-Lokalisation und Zweipunkt-Diskrimination. Hier wäre die Entwicklung einer standardisierten Batterie kurzer Sensibilitätstest wünschenswert.

Der zweite Aspekt betrifft die möglichst frühe Erfassung von haptisch- räumlichen Wahrnehmungsstörungen in der Diagnostik für die Rehabilitation nach schweren Hirnverletzungen. Eine schwere exekutive Dysfunktion mit dem Zerfall der Ausführung von Alltagsgeschehnissen ist in der Regel schon beobachtbar, bevor die formale Testbarkeit in der neuropsychologischen Diagnostik gegeben ist. Patienten, die nonverbal geführt im taktilen Formerkennen (TFE) ihre Aufmerksamkeit den Testformen in der Tastbox zuwenden, Verständnis zeigen, aber nicht selbständig zu gezielten Reihenfolgen kommen, bleiben im Ergebnis „nicht testbar“, obwohl sie in begrenztem Ausmaß haptische Information verarbeiten

können. Testbarkeit selbst stellt eine höhere „produktive“ Stufe dar als Instruierbarkeit auf der Verständnisstufe.

Die nicht- testbaren Patienten führen u.U. bereits haptische geleitete Interaktionen aus und wenden einfache Regeln des Berührens und topologischer Veränderungen zwischen Gegenstand und Unterlage an (trennen, wegnehmen), die in der frühkindlichen Entwicklung in den ersten Lebensmonaten erworben werden. Ihr Leistungsprofil der taktilen und haptischen Tests ist aber aufgrund des „Ausfalls“ von produktiven Leistungen nicht interpretierbar.

Es stellt sich daher als Aufgabe für die neuropsychologische Frühdiagnostik schwer hirngeschädigter Patienten im Rahmen der Frührehabilitation, ihre auf einem niedrigen Organisationsniveau schwer gestörten Leistungen bei der Aufnahme und Verarbeitung haptischer Informationen objektivierbar und interpretierbar zu machen, um so diagnostische Unterstützung für ihre interdisziplinäre Therapie im Alltag geben zu können.

Literaturverzeichnis

- Affolter, F. (1974). Leistungsprofile wahrnehmungsgestörter Kinder. *Pädiatrische FortbildK. Praxis*, 40, 169-185.
- Affolter, F. (1976). Wahrnehmungsstörungen im Kindesalter. *Bulletin der Schweizer Akademie der Medizinischen Wissenschaften*, 32, 129-140.
- Affolter, F. (1987). *Wahrnehmung, Wirklichkeit und Sprache*. Villingen- Schwenningen: Neckar Verlag.
- Affolter, F. & Bischofberger, W. (2000). *Nonverbal perceptual and cognitive processes in children with language disorders. Toward a framework for clinical intervention*. London: Lawrence Earlbaum Associates.
- Affolter, F.; Brubaker, R. & Bischofberger, W. (1974). Comparative studies between normal and language disturbed children. *Acta Oto- laryngologica*. Suppl. 323. Uppsala: Almquist & Wiksell.
- Affolter, F. & Stricker, E. (1980). *Perceptual processes as prerequisites for complex human behavior: A theoretical model and its application to therapy*. Bern: Huber.
- Affolter, F., Bischofberger, W. & Calabretti-Erni, V. (1996, September). Nonverbal interaction in babies and brain- damaged patients. Poster presented at the symposium: The growing mind – La pensée en évolutuion, Geneva, Switzerland.
- Ayres, A. J. (1972). *Southern California Sensory Integration Test*. Western Psychological Services. Los Angeles. (revised 1980).
- Bauer, R. M. & Rubens, A. B. (1985). Agnosia. In K. M. Heilman & E. Valenstein, *Clinical Neuropsychology* (2nd ed.)(pp 187-241). New York: Oxford University Press.

- Bay, E. (1944). Zum Problem der taktilen Agnosie. *Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde*, 156, 64-96.
- Bay, E. (1950). *Agnosie und Funktionswandel*. Heidelberg: Springer:
- Bay, E. (1951a). Über den Begriff der Agnosie. *Der Nervenarzt*, 22, (5), 179- 187.
- Bay, E. (1951b). Schlußbemerkung zur Agnosiediskussion. *Der Nervenarzt*, 22, (8), 309-310
- Bischofberger, W. (1989). *Aspekte der Entwicklung taktil- kinaesthetischer Wahrnehmung: Eine Vergleichsuntersuchung zwischen einer Gruppe sehender und blinder Kinder im Alter von 10 bis 16 Jahren im Taktilen Formerkennen und Vibrotaktilen Sukzessiven Mustererkennen*. Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag.
- Bischofberger, W., Affolter, F. & Peschke, V. (1995, Oktober). *Neuropsychologische Testleistungen und alltägliches Interaktionsgeschehen – eine Leitstudie*. Poster präsentiert am Schweizerischen Kongress der Sozialwissenschaften in Bern, Schweiz.
- Benton, A. L. (1949). Observations on tactual form perception (stereognosis) in preschool children. *Journal of clinical psychology*, 5, 359-364.
- Benton, A.L. (1983). Tactile form perception. In A. L. Benton, K.S. Hamsher, N.R.Varney & O. Spreen (Eds.), *Contributions to neuropsychological assessment. A clinical manual*. New York: Oxford University Press.
- Bodegard, A., Geyer, S., Grefkes, C., Zilles, K. & Roland, P. (2001). Hierarchical processing of tactile shape in the human brain. *Neuron*, 31, 317-328.
- Bogousslavsky, J., Van Melle, G. & Regli, F. (1988). The Lausanne stroke registry: Analysis of 1.000 consecutive patients with first stroke. *Stroke*, 19 (9), 1083-1092.
- Bosma, J. F. (1967). *Symposium on Oral Sensation and Perception; Part I and II*. Springfield (Ill.): Charles C. Thomas Publisher.

- Cairns, E. (1978). Role of task strategy and stimulus processing in reflective and impulsive tactual matching performance. *Perceptual and motor skills*, 47, 523-529.
- Callahan, A. D., (1990). Sensibility testing: Clinical methods. In J.M. Hunter, L. H. Schneider, E. J. Mackin & D. A. Callahan (Eds.), *Rehabilitation of the Hand*, (pp. 594-610), St. Louis: Mosby.
- Cohen, G. (1926). Stereognostische Störungen. *Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde*, 93, 228- 244.
- Cole, J. & Paillard, J. (1995). Living without touch and peripheral Information about body position and movement with deafferented subjects. In J. L. Bermudez, A. Marcel & N. Eilan (Eds.), *The Body and the self*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Corkin, S. (1978). The role of different cerebral structures in somesthetic perception. In *Handbook of Perception* (vol. ViB). C. E. Carterette and M. P. Friedman (Eds.). New York: Academic Press.
- Cramon, D.Y. von & Matthes-von Cramon, G. (1993). Problemlösendes Denken. In D.Y. von Cramon, N. Mai & W. Ziegler (Eds.), *Neuropsychologische Diagnostik*. Weinheim: VCH.
- Cramon, D.Y. von, Mai, N. & Ziegler, W. (1993). *Neuropsychologische Diagnostik*. Weinheim: VCH.
- Creutzfeld, O. D. (1983). *Cortex Cerebri*. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag.
- Critchley, M. (1953). *The parietal lobes*. London: Arnold.
- Davidson, P.W. (1972). Haptic judgements of curvature by blind and sighted humans. *Journal of Experimental Psychology*, 93, 43-55.
- Delay, J.P. (1935). *Les Astereognosies*. Paris: Masson.

- Dannenbaum, R. M. & Jones, L.A. (1993). The assessment and treatment of patients who have sensory loss following cortical lesions. *Journal of hand therapy*, 6 (2), 130-138.
- Dejerine, J. (1907). A propos de l'agnosie tactile. *Revue Neurologique*, 15, 781-784.
- DeRenzi, E. (1999). Agnosia. In D. Gianfranco & L. Pizzamiglio (Eds.), *Handbook of clinical and experimental neuropsychology*. Psychology Press.
- DeRenzi, E. Faglioni, P. & Scotti, G. (1968). Tactile spatial impairment and unilateral cerebral damage. *The Journal of Nervous and mental Disease*, 146 (6), 468-475.
- DeRenzi, E. & Scotti, G. (1969). The influence of spatial disorders in impairing tactual discrimination of shapes. *Cortex*, 5 (1), 53-62.
- DeRenzi, E., Faglioni, P. & Scotti, G. (1970). Hemispheric contribution to exploration of space through the visual and tactile modality. *Cortex*, (6), 191-203.
- Dörner, D. (2002). *Die Mechanik des Seelenwagens: eine neuronale Theorie der Handlungsregulation*. Göttingen; Toronto; Seattle: Huber.
- Dubovsky, S.L. & Groban, S.E. (1975). Congenital absence of sensation. *Psychoanalytic Study of the Child*, 30, 49-73.
- Evans, J. P. (1935). A study of the sensory defects resulting from excision of cerebral substance in humans. *Res. Publ. Assoc. Nerv. Ment. Dis.*, 15, 331-365.
- Freides, D. (1975). Information complexity and cross-modal functions. *British Journal of Psychology*, 66, 283-287.
- Freud, S. (1891). *Zur Auffassung der Aphasien – eine kritische Studie*. Wien, Leipzig: Franz Deuticke.

- Goldstein, K. & Gelb, A. (1918). Psychologische Analysen hirnpathologischer Fälle auf Grund von Untersuchungen Hirnverletzter. I. Abhandlung: Zur Psychologie des optischen Wahrnehmungs- und Erkennungsvorgangs.. *Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie*, 41, 1-142.
- Goldstein, K. & Gelb, A. (1920). Psychologische Analysen hirnpathologischer Fälle auf Grund von Untersuchungen Hirnverletzter. II. Abhandlung: Über den Einfluß des vollständigen Verlustes des optischen Vorstellungsvermögens auf das taktile Erkennen. Zugleich ein Beitrag zur Psychologie der taktilen Raumwahrnehmung und der Bewegungsvorstellungen. *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, 83, 1-94.
- Gibson, J. J. (1962). Observations on active touch. *Psychological Review*, 69, 477-490.
- Gibson, J. J. (1973). *Die Sinne und der Prozeß der Wahrnehmung* (2. Auflage).Bern:Huber.
- Granger, C. (1990). *Functional Independence Measure*, Version 3.1., March 1990. Buffalo: Center for Functional Assessment Research Foundation, State University of N.Y.
- Goldenberg, G. & Hagmann, S. (1998). Therapy of activities of daily living in patients with apraxia. *Neuropsychological Rehabilitation*, 8, 123- 142.
- Hartje, W. & Poeck, K. (1997). *Klinische Neuropsychologie*, (3. Aufl.). Stuttgart: Thieme.
- Hatwell, Y., Orliaguet, J. P., & Brouty, G. (1990). Effects of object properties, attentional constraints and manual exploratory procedures on haptic perceptual organization: A developmental study.In H. Bloch and B. I. Bertenthal (Eds.), *Sensory-motor organizations and development in infancy and early childhood*, 315-335. Netherland: Kluwer Academic Publishers.
- Head, H. (1920). *Studies in neurology* (Vol I + II). London: Oxford University Press.

- Head, H. & Holmes, G. (1912). Sensory disturbances from cerebral lesions. *Brain. A journal of neurology*, 34, 102-254. (Reprint New York: Johnson Reprint Corporation)
- Hecaen, H. & Albert, M. L. (1978). *Human Neuropsychology*. Chapter VI: Disorders of Somesthesia and Somatognosis (pp 227-330). New York: Wiley.
- Hermisdörfer, J., Mai, N., Rudroff, G. & Münßinger, M. (1994). *Untersuchung zerebraler Handfunktionsstörungen. Ein Vorschlag zur standardisierten Durchführung*. EKN-Materialien für die Rehabilitation. Dortmund: Borgmann.
- Heydorn, B. L. (1985). A psychometric study of developmental changes in stereognostic ability. *Perceptual and motor skills*, 61, 1206-
- Hoffmann, H. (1884). Stereognostische Versuche, angestellt zur Ermittlung der Elemente des Gefühlssinns, aus denen die Vorstellungen der Körper im Raume gebildet werden. *Deutsches Archiv der Klinischen Medizin*, 35, 529-561
- Hoffmann, H. (1885). Stereognostische Versuche, angestellt zur Ermittlung der Elemente des Gefühlssinns, aus denen die Vorstellungen der Körper im Raume gebildet werden (Fortsetzung). *Deutsches Archiv der Klinischen Medizin*, 36, 130- 156.
- Jackson, H.L. (1884). Croonian lectures on evolution and dissolution of the nervous system. In *Selected Papers* (Vol. 2). New York: Basic Books.
- Johnson, K. O. & Philipps, J.R. (1981). Tactile Spatial resolution. I. Two-point discrimination, gap detection, grating resolution, and letter recognition. *Journal of Neurophysiology*, 46 (6), 1177-1191.
- Johnson, K. O., Van Boven, R. W. & Hsiao, S. S. (1994). The perception of two points is not the spatial resolution threshold. In J. Boivie, P. Hansson, & U. Lindblom (Eds.), *Touch, Temperature and Pain in Health and Disease: Mechanisms and Assessments*, Progress in Pain Research and Management, Vol.3, Seattle: IASP Press.

- Jung, R. (1949). Über eine Nachuntersuchung des Falles Schn. von Goldstein und Gelb. *Psychiatrie, Neurologie und medizinische Psychologie*, 1 (12), 353-362.
- Karnath, H. O. & Sturm, W. (1997). Störungen von Planungs- und Kontrollfunktionen. In W. Hartje & K. Poeck (Hrsg.), *Klinische Neuropsychologie*, (S. 290–303). Stuttgart: Thieme.
- Kayahan, S., Tezcan, V., Sukyasyan, A. & Demiroglu, C. (1976). Two point discrimination and aging. *New Istanbul Contribution To Clinical Science*, 11 (3), 148-154.
- Katz, D. (1969). *Der Aufbau der Tastwelt*. Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft. Leipzig: J. Ambrosius Barth. (Original 1925)
- Kennedy, J. M. (1978). Haptics. In E. C. Carterette & M.P.Friedman (Eds.), *Handbook of perception (Vol.8)*. New York: Academic Press.
- Kerkhoff, G. (2000). Räumlich –perzeptive, räumlich-kognitive, räumlich- konstruktive und räumlich-topographische Störungen. In W. Sturm, M. Herrmann & C. W. Wallesch (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie* (411-429) .Lisse, NL: Swets & Zeitlinger Publishers.
- Kershman, S. (1976). A hierarchy of tasks in the development of tactual discrimination: Part one. *Education of the visually handicapped*, 8, 73-82.
- Klatzky, R.; Lederman, S. & Metzger, V. A. (1985). Identifying objects by touch: An „expert system”. *Perception & Psychophysics*, 37, 299- 302.
- Klatzky, R.J., Lederman, S. J. & Reed, C. (1987). There`s more to touch than meets the eye: The salience of object attributes for haptic with and without vision. *Journal of experimental Psychology: General*, 116 (4),356-369.

- Klatzky, R. L., Lederman, S. J., Pellegrina, J. W., Doherty, S. & McCloskey, B. P. (1990).
Procedures for haptic object exploration vs. manipulation. In M.A. Goodale (Ed.), *Vision and action: The control of grasping* (pp. 110-127). Norwood, N.J.: Ablex.
- Lakatos, S. & Marks, L. E. (1999). Haptic form perception: Relative salience of local and global features. *Perception & Psychophysics*, 61 (5), 895-908.
- Lederman, S. J. & Klatzky, R. L. (1990). Haptic exploration and object representation. In M. A. Goodale (Ed.), *Vision and action: The control of grasping* (pp. 98-109). Norwood, N.J.: Ablex.
- Lederman, S. J. & Klatzky, R. L. (1987). Hand movements: A window into haptic object recognition. *Cognitive Psychology*, 19, 342-368.
- Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological Assessment*. Third Edition.(pp. 423-426). New York: Oxford University Press.
- Locher, P. J. & Simmons, R. W. (1978). Influence of stimulus symmetry and complexity upon haptic scanning strategies during detection, learning, and recognition tasks. *Perception & Psychophysics*, 23 (2), 110-116.
- Loomis, J. M. & Lederman, S. J. (1986). Tactual perception. In R. K. Boff, I. Kaufmann & J. P. Thomas (Eds.), *Handbook of perception and human performance*. Vol II: Cognitive processes and performance. Section VI: Perceptual organization and cognition (pp. 31-41). New York: Wiley.
- Lundborg, G. & Rosen, B. (1994). Rationale for quantitative sensory tests in hand surgery. In J. Boivie, P. Hansson, & U. Lindblom (Eds.), *Touch, Temperature and Pain in Health and Disease: Mechanisms and Assessments, Progress in Pain Research and Management*, Vol.3, Seattle: IASP Press.

- Luria, A.R. (1970). *Die höheren kortikalen Funktionen des Menschen und ihre Störungen bei örtlichen Hirnschädigungen*. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Matthes –von Cramon, G. & Cramon, D.Y. von (2000). Störungen exekutiver Funktionen. In W. Sturm, M. Herrmann & C. W. Wallesch (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie* (S. 392- 410) .Lisse, NL: Swets & Zeitlinger Publishers.
- Neisser, U. (1979). Kognition und Wirklichkeit. Stuttgart: Klett-Cotta.(Original 1976)
- Nielsen, K. & Fischer, L. (2000). Ich mache mich auf den Weg – vom Liegen zum Sitzen, Stehen und Gehen. In B. Lipp & W. Schlaegel (Hrsg.) *Gefangen im eigenen Körper. Lösungswege, Neurorehabilitation* (S. 85- 94). Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag.
- Ostry, D.J. & Rome, R. (2001). Tactile shape processing. *Neuron*, 31, 173-174.
- Panday, S., Mandal, M.. & Mohanty,. (2000). Somatoperceptual asymmetry for cognitive stimuli: support from experimental and clinical observations. *Laterality*, 5 (1), 55-62.
- Piaget, J. (1969). *Das Erwachen der Intelligenz beim Kinde*. Stuttgart: Klett Verlag. (Original 1959)
- Piaget, J. (1974). *Psychologie der Intelligenz*. München: Kindler. (Original 1947)
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1975). *Die Entwicklung des räumlichen Denkens beim Kinde. Gesammelte Werke Bd. 6 (Studienausgabe)*. Stuttgart: Klett. (Originalarbeit erschienen 1948)
- Poeck, K. (1997). Motorische Apraxie. In W. Hartje & K. Poeck (Hrsg.), *Klinische Neuropsychologie* (191-200). Stuttgart: Thieme.
- Peschke, V., Fischer, L., Affolter, F. & Bischofberger, W. (1998, July). *Nonverbal tactual interaction in brain- damaged adults, a) in neuropsychological testing procedures, b) in*

daily life activities. Poster presented at the XVth Biennial Meetings of the International Society for the Study of Behavioural Development (ISSBD), Berne, Switzerland.

- Peschke, V. (2000). Erfassung von dysexekutiven Leistungen und taktilen Wahrnehmungsleistungen in neuropsychologischen Tests. In B. Lipp & W. Schlaegel (Hrsg.) *Gefangen im eigenen Körper. Lösungswege, Neurorehabilitation* (S.154-161). Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag.
- Peschke, V., Fischer, L., Affolter, F., & Bischofberger, W. (2000). Nonverbale Interaktionsleistungen in neuropsychologischen Tests und Alltagsgeschehnissen. In B. Lipp, W. Schlaegel (Hrsg.), *Gefangen im eigenen Körper. Lösungswege, Neurorehabilitation* (S.162-171). Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag.
- Peschke, V. & Kringler, W. (2001, abstract). Zur Erfassung exekutiver Dysfunktionen nach schweren Hirnschädigungen – läßt sich eine schwere exekutive Dysfunktion abgrenzen? Abstracts der wissenschaftlichen Beiträge zur 15. Jahrestagung der Gesellschaft für Neuropsychologie, Leipzig im Oktober 2000. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 12 (1), 79.
- Philipps, J.R. & Johnson, K. O.(1981). Tactile Spatial resolution. II. Neural representation of bars, edges, and gratings in monkey primary afferents. *Journal of Neurophysiology*, 46 (6), 1192-1203.
- Philipps, J.R. & Johnson, K. O.(1981). Tactile Spatial resolution. III. A continuum mechanics model of skin predicting mechanoreceptor responses to bars, edges and gratings. *Journal of Neurophysiology*, 46 (6), 1204-1225.
- Preilowski, B. (1999). Rechts ist da, wo im Gehirn links ist? In M. Wehr, M. Weinmann (Hrsg.), *Die Hand- Werkzeug des Geistes*. Heidelberg; Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.

- Preilowski, B. (2000). Zur Geschichte der Neuropsychologie. In W. Sturm, M. Herrmann, C.W. Wallesch (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie* (S. 3-24). Lisse, NL: Swets & Zeitlinger Publishers.
- Puchelt, F. A. (1844). Ueber partielle Empfindungslähmungen. *Medicinische Annalen*, 10 (4), 485-495.
- Revesz, G. (1938) Die Formenwelt des Tastsinns. I Grundlegung der Haptik und der Blindenpsychologie. II. Formästhetik und Plastik der Blinden. Haag, NL: Martinus Nijhoff.
- Reitan, R. M. & Wolfson, D. (1993). *The Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery: Theory and clinical Interpretation* (2nd ed.). Tucson, AZ: Neuropsychology Press.
- Reitan, R. M. & Wolfson, D. (1994). A selective and critical review of neuropsychological deficits and the frontal lobes. *Neuropsychological Review*, 4 (3), 161- 198..
- Rodel, M. (1981). *Perzeptiv- räumliche Fähigkeiten bei hirngesunden und hirngeschädigten Personen*. Unveröffentlichte Dissertation, Universität Zürich.
- Rothwell, J. C., Traub, M. M., Day, B. L., Obeso, J. A., Thomas, P. K. & Marsden, C. D. (1982). Manual motor performance in a deafferented man. *Brain*, 112, 1599-1625.
- Semmes, J. (1965). A non- tactual factor in astereognosis. *Neuropsychologia*, 3, 295-315
- Semmes, J. (1967). Manual stereognosis after brain injury. In J:F: Bosma : Symposium on Oral Sensation and Perception; Part I and II (pp 137-148). Springfield (Ill.): Charles C. Thomas Publisher.
- Semmes, J.; Weinstein, S.; Ghent, L. & Teuber, H.- L. (1955). Spatial orientation in man after cerebral injury: I. analyses by locus of lesion. *The Journal of Psychology*, 39, 227-244.
- Semmes, J.; Weinstein, S.; Ghent, L. & Teuber, H.- L. (1960). *Somatosensory changes after penetration brain wounds in man*. Cambridge Mass.:Harvard University Press.

- Servor, P., Lederman, S., Wilson, D. & Gati, J. (2001). fMRI- derived cortical maps for haptic shape, texture, and hardness. *Cognitive brain research*, 12, 307-313.
- Singer, W. (2002). *Der Beobachter im Gehirn – Essays zur Hirnforschung*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Spreen, O., & Strauss, E. (1998). *A Compendium Of Neuropsychological Tests. Administration, Norms, and Commentary*. Second Edition.(pp. 553 – 576). New York: Oxford University Press.
- Srinivas, K. & Ogas, J. (1999). Disorders of somesthetic recognition: A theoretical review. *Neurocase*, 5, 83-93.
- Stein, D.G., Brailowsky, S. & Will, B. (2000). *Brain- Repair: das Selbstheilungspotential des Gehirns*. Stuttgart; New York: Thieme.
- Sturm, W., Herrmann, M. & Wallesch, C. W. (2000). *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie*. Lisse, NL: Swets & Zeitlinger Publishers.
- Teuber., H. L. (1965). Somatosensory disorders due to cortical lesions. *Neuropsychologia*, 3, 287-294.
- Thelen, E. & Smith, L. (1994). *Dynamic systems approach to the development of cognition and action*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Valenza, N., Ptak, R., Zimine, I., Badan, M., Lezeyras, F. & Schnider, A. (2001). Dissociated active and passive tactile shape recognition: a case study of pure tactile apraxia. *Brain*, 124, 1187-2298.
- Verger, H. (1902). Sur la valeur semeiologique de la stereo-agnosie. *Revue Neurologique*, 2, 1201-1205.
- Vogel, P. (1951). Diskussion zum Thema Agnosie. *Der Nervenarzt*, 22, (5), 190-191.

- Weber, E.H. (1848). Tastsinn und Gemeingefühl. In E. Hering (Hrsg.), *Ostwald`s Klassiker der exakten Wissenschaften* Nr. 149. Leipzig: Wilhelm Engelmann.
- Weinstein, S. (1968). Intensive and extensive aspects of tactile sensitivity as a function of body part, sex, and laterality. In D. R. Kenshalo (Ed.), *The skin senses* (pp 195-222). Springfield, Ill.: Thomas.
- Weinstein, S., Semmes, J., Ghent, L. & Teuber, H. L. (1956). Spatial orientation in man after cerebral injury: II. Analysis according to concomitant defects. *The Journal of Psychology*, 42, 249- 263.
- Weizsäcker, V. von (1939). Funktionswandel der Sinne. *Ber. Phys. Med. Ges. Würzburg N.F.*, 62, 204. (Neuabdruck in P.Achilles, D. Janz, M. Schrenk, C. F. von Weizsäcker (Hrsg.), Viktor von Weizsäcker *Gesammelte Schriften*, Bd. 3 (S. 577-594). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Weizsäcker, V. von (1940). *Der Gestaltkreis*. Leipzig: G. Thieme.
- Wernicke, C. (1895). Zwei Fälle von Rindenläsion. Ein Beitrag zur Lokalisation der Vorstellungen. *Arbeiten aus der psychiatrischen Klinik Breslau*, 33 (Heft II), 35-52.
- Willmes, K. (2000). Kognitive Modelle in der Neuropsychologie. In W. Sturm, M. Herrmann, C.W. Wallesch (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie* (S. 82-95). Lisse, NL: Swets & Zeitlinger Publishers.
- Wilke, S. & Kiese- Himmel, C. (1999). Göttinger Entwicklungstest der Taktil- Kinaesthetischen Wahrnehmung (TAKIWA). *Heilpädagogische Forschung*, 25 (3), 140-148.

ANHANG

Anhang A: Tabellarische Übersicht der Gruppenstudien seit 1951

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
SLOAN, W & BENSBERG, G.J..	1951	216	ohne	gemischte Patientengruppe mit Hirngeschädigten (Little`s disease, Encephalitis, traumatische Geburtsschädigung) sowie (mehrheitlich) geistig Behinderten hereditär und ohne klare Ätiologie	-Stereognosie von Alltagsgegenständen nach A.L.Benton (1949) - einhändig mit bevorzugter Hand explorieren und dann benennen, als Kontrolle im Vortest visuell benennen	Vergleich von drei Diagnosegruppen in Bezug auf die Stereognosie von Alltagsgegenständen: Ist Astereognosie ein Zeichen für Hirnschädigung ?	1
SEMMES, J.; WEINSTEIN, S.; GHENT, L. & TEUBER, H.L.	1954	74	45	Kriegsverletzte des II. Weltkriegs mit offenem SHT durch Geschossverletzungen; Untersuchungszeitraum 7-10 Jahre nach Ereignis; zusätzlich ein geringer Anteil vergleichbarer Patienten aus dem Koreakrieg; 5 und mehr Monate nach Ereignis. Alle Patienten im Alltag selbständig und in der Regel wieder berufstätig. Die Patientenstichprobe wurde aus einem Forschungspool von 350 Veteranen entnommen, die dem Psychophysiologischen Laboratorium des New York University-Bellevue Medical Center freiwillig zur Verfügung standen	Problemlösende Sortieraufgaben - Objekte mit gleicher Eigenschaft durch Abstraktion finden: 3 Untertestserien mit Alltagsgegenständen - ein Einzelobjekt gegenüber 2 gleichen Objekten (Paar) differenzieren (Alltagsgegenstände) - ein aus drei Objekten aussortieren durch Erkennen der Sortierregel (Regeländerung bei Bedingung groß-klein, rauh- glatt) - ein aus 2 Objekten (Korken, Würfel) auswählen durch Erkennen der Sortierregel (Regelwechsel bei Änderung der Zugangsöffnung) - Objekte sortieren durch Erkennen der Sortierregel (Art, Anzahl, oder Länge), vergleichbare Durchführung wie im WCST	-Wirkt sich die Lokalisation / Seite der Hirnschädigung differenzierend auf die Testleistung aus? -Lassen sich die Aufgaben im Schwierigkeitsgrad und hinsichtlich der Leistungen differenzieren? -Sind Testaufgaben unterschiedlich sensitiv für Läsionsorte? -Gibt es einen Transfer zwischen visuellen und taktilen Aufgabenbedingungen?	2
TEUBER, H.L. & WEINSTEIN, S.	1954	35	12	Kriegsverletzte Patientenstichprobe aus dem Pool wie Studie Nr 2	- haptisches Formerkennen mit dem Seguin-Goddard Formboard; 10 euklidische Formen, Einlegen von 1 dreidimensionalen Holzform in 1 von 10 Vertiefungen des Boards. - zweiter Durchgang mit gleichen Formen, aber Formboard um 180° gedreht - zeichnerische Reproduktion der 10 getasteten Formen ohne Anordnung der Formen	-Wirkt sich die Lokalisation / Seite der Hirnschädigung differenzierend auf die Testleistung aus? -Sind Aspekte der Aufgabe unterschiedlich sensitiv für Schädigungsorte (Lobuli) ? -Sind frontale Läsionen für das Formerkennen besonders sensitiv?	3

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten Diagnosen	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
WEINSTEIN, S.	1954	45	15	Kriegsverletzte Patientenstichprobe aus dem Pool wie Studie Nr 2 Hirnverletzte mit sensorischem Defizit (15), ohne sensorisches Defizit (15); Patienten mit peripheren Nervenläsionen der Hand (15)	-Gewichts(druck)-Diskrimination / <i>Gewichtsschätzungen bei gleichbleibendem Gewicht bilateral sukzessiv rechts- linkshändig oder simultan auf unbewegter Handfläche</i> - <i>Berührungssensibilität mit Nylon Monofilamenten;</i> - <i>passive Bewegungswahrnehmung (Richtung)</i>	-Auswirkung eines sensorischen Defektes (SD) auf die Wahrnehmung/ Diskrimination von Gewichten. -Auswirkung von Lokalisation / Seite der Hirnschädigung sowie Handbenutzung auf die Testleistung. -Auswirkung der Aufgabenbedingungen	4
ROSS, A.O.	1954	24	24	gemischte Patientengruppe aus drei Arme-Krankenhäusern mit traumatischen Hirnverletzungen und operativer Entfernung von Hirngewebe	- Stereognosietest für Alltagsgegenstände (4 Objekte als screening) - taktiles Formerkennen von Konturen (11) aus Reißzweckenköpfen auf Holz (Buchstaben, Zahlen, vertraute Symbole) - vier Schwierigkeitsgrade nach Vollständigkeit der Kontur (Anzahl der Punkte für die Kontur) - a) benennen und zeichnen der Form/ Kontur - b) taktile Auswahl aus mehreren Formen aus Draht - c) visuelle Auswahl der 11 getasteten Konturen aus 29 gezeichneten Konturen - taktile Diskrimination (1:1) von einer Stimulus- und Vergleichsform (10 Paare aus Reißzwecken), simultan je 1 Form pro Hand	- Auswirkung der Aufgabenschwierigkeit auf die Testleistung - Auswirkung des Testmodus (simultan beidhändig versus unilateral) auf der Leistung - Auswirkung der Lokalisation der Schädigung (parietal versus non-parietal) auf die Leistung - Erprobung eines neuen Testverfahrens	5
WEINSTEIN, S.	1955 a	45	15	Kriegsverletzte Patientenstichprobe wie Studie Nr 4 Hirnverletzte mit sensorischem Defizit (15), ohne sensorische defizit (15); Patienten mit peripheren Nervenläsionen der Hand (15)	- <i>Größen-Diskrimination / Schätzungen (Zylinder-Durchmesser gleichbleibend) auf der unbewegten Handfläche bilateral sukzessiv rechts- linkshändig oder simultan</i> - <i>Berührungssensibilität mit Nylon Monofilamenten;</i> - <i>passive Bewegungswahrnehmung (Richtung)</i>	-Auswirkung eines sensorischen Defektes (SD) auf die Wahrnehmung/ Diskrimination von Größen; -Auswirkung von Lokalisation / Seite der Hirnschädigung sowie Handbenutzung auf die Testleistung,	6

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
WEINSTEIN, S.	1955 b	45	15	Kriegsverletzte Patientenstichprobe wie Studie Nr 4 Hirnverletzte mit sensorischem Defizit (15), ohne sensorische Defizit (15); Patienten mit peripheren Nervenläsionen der Hand (15)	- <i>Gewichts(druck)-Diskrimination / Gewichtsschätzungen bei gleichbleibendem Gewicht bilateral sukzessiv rechts- linkshändig oder simultan auf unbewegter Handfläche – Messung des Zeitfaktors (time error) und Erfassung des Funktionswandels</i> - <i>Berührungssensibilität mit Nylon Monofilamenten;</i> - <i>passive Bewegungswahrnehmung (Richtung)</i>	-Auswirkung eines sensorischen Defektes (SD) auf die Wahrnehmung/ Diskrimination von Gewichten (Zeit-Fehler) -Auswirkung von Lokalisation / Seite der Hirnschädigung sowie Handbenutzung auf die Testleistung	7
WEINSTEIN, S.	1955 c	45	15	Kriegsverletzte Patientenstichprobe wie Studie Nr 4 Hirnverletzte mit sensorischem Defizit (15), ohne sensorische Defizit (15); Patienten mit peripheren Nervenläsionen der Hand (15)	- <i>Größen-Diskrimination / Schätzungen (Zylinder-Durchmesser gleichbleibend) auf der unbewegten Handfläche bilateral sukzessiv rechts- linkshändig oder simultan - Messung des Zeitfaktors (time error) und Erfassung des Funktionswandels</i> - <i>Berührungssensibilität mit Nylon Monofilamenten;</i> - <i>passive Bewegungswahrnehmung (Richtung)</i>	-Auswirkung eines sensorischen Defektes (SD) auf die Wahrnehmung/ Diskrimination von Größen (Zeit-Fehler) -Auswirkung von Lokalisation / Seite der Hirnschädigung sowie Handbenutzung auf die Testleistung	8
GHENT, J., WEINSTEIN, S., SEMMES, J., & TEUBER, H.L.	1955	36	19	Kriegsverletzte Patientenstichprobe aus dem Pool wie Studie Nr 2 Hirnverletzte mit unilateraler Läsion rechts (18) und unilateraler Läsion links (18)	- <i>Formerkennen (Diskrimination von konturierten Formen aus Metallstreifen) -Stimuluskontur auf unbewegte Hand gedrückt (passive touch), Selektion der Vergleichsform (1 aus 6) durch aktive haptische Exploration</i> - <i>Berührungssensibilität mit Nylon Monofilamenten;</i> - <i>statische 2-Punkt-Diskrimination;</i> - <i>Punkt-Lokalisation;</i> - <i>passive Bewegungswahrnehmung (Richtung)</i>	-Auswirkung einer unilateralen Hirnschädigung auf die Testleistung an beiden Händen bei wiederholter Darbietung (Lerneffekt) -Auswirkung eines sensorischen Defektes (SD) auf den Lerneffekt und die Handbenutzung	9
SEMMES, J., WEINSTEIN, S., GHENT, L. & TEUBER, H.L.	1955	62	17	Kriegsverletzte Patientenstichprobe aus dem Pool wie Studie Nr 2	- <i>Plan-Wege-Test (map-route-following) zur räumlichen Orientierung</i> a) <i>taktil-visuelle Bedingung mit 10 taktil explorierten maps, 5 maps pro Hand, Wege abgehen unter visueller Kontrolle eines 2-D Planes am Boden</i> b) <i>visuell-visuelle Bedingung mit 5 visuell explorierten maps, Wege abgehen unter visueller Kontrolle wie oben</i>	-Auswirkung von Symptomen (visuelles oder somatosensorisches Defizit) auf die Leistung „räumliche Orientierung“ -Auswirkung von Ort /Seite der Hirnschädigung auf Aufgabenart und Testleistung (Lokalisations-Studie)	10

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
WEINSTEIN, S.; SEMMES, J., GHENT, L., & TEUBER, H.L.	1956	62	18	Kriegsverletzte Patientenstichprobe aus dem Pool wie Studie Nr 2 Stichprobe wie Studie Nr 9	- <i>Berührungssensibilität mit Nylon Monofilamenten;</i> - <i>statische 2-Punkt-Diskrimination;</i> - <i>Punkt-Lokalisation;</i> - <i>passive Bewegungswahrnehmung (Richtung)</i> - <i>Funktionswandel für Schwellen (2-PD und Berührung)</i> -Plan-Wege-Test (map-route-following) zur räumlichen Orientierung a) taktil-visuelle Bedingung mit 10 taktil explorierten maps, 5 maps pro Hand, Wege abgehen unter visueller Kontrolle eines 2-D Planes am Boden b) visuell-visuelle Bedingung mit 5 visuell explorierten maps, Wege abgehen wie oben	- Auswirkung von Symptomen (visuelles oder somatosensorisches Defizit; Aphasie, Epilepsie, Intellekt) auf die Testleistung -Auswirkung von Ort /Seite der Hirnschädigung auf Aufgabenart und Testleistung (Lokalisations-Studie)	11
WEINSTEIN,S., SEMMES,J., GHENT,L., & TEUBER,H.L.	1958	43	20	Kriegsverletzte Patientenstichprobe aus dem Pool wie Studie Nr 2 Hirnverletzte mit linkshem. Läsion (23), mit rechtshem. Läsion (20)	-Rauhheit- Diskrimination durch palpierendes Wiedererkennen von 1 aus 18 Sandpapieroberflächen jeweils sukzessiv-unilateral und sukzessiv oder simultan bilateral	- Auswirkung der Seite und Lokalisation der Hirnschädigung auf die Leistung „Rauhheit diskriminieren“ - Auswirkung der Handbenutzung und Aufgabenbedingung sukzessiv versus simultan	12
SEMMES, J.; WEINSTEIN, S.; GHENT, L. & TEUBER, H.L.	1960	124	33	Kriegsverletzte Patientenstichprobe aus dem Pool wie Studie Nr 2	- <i>Berührungssensibilität mit Nylon Monofilamenten;</i> - <i>statische 2-Punkt-Diskrimination;</i> - <i>Punkt-Lokalisation;</i> - <i>passive Bewegungswahrnehmung</i>	- Auswirkung der Lokalisation der Hirnschädigung auf die Sensibilitätsleistungen - Beziehung zwischen sensorischem Defizit und anderen Störungen - Definition eines Norm-Standards für Sensibilitätsprüfungen	13
VAUGHAN, H.G. & COSTA, L.D.	1962	35	18	gemischte Patientengruppe des Bronx Municipal Hospital Center mit linkshem.Läsion (17) ; mit rechtshem.Läsion (18)	- <i>Berührungsschwelle mit Nylon Momofilamenten,</i> - <i>statische 2-Punkt-Diskrimination (Vernier caliper),</i> mit visueller Kontrolle: -Finger-oszillation (tapping Morse-Taste), -Purdue Peg board	- Auswirkung der Lateralität der Hirnschädigung auf die Sensibilitätsleistungen und motorischen Leistungen - Beziehung zwischen Handbenutzung und Lateralität der Schädigung (ipsilaterale Störungen)	14

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
CORKIN, S., MILNER, B. & RASMUSSEN, T.	1964	74	20	Patientengruppe (aus Montreal) nach operativer unilateraler Entfernung von Hirngewebe (Lobectomy) in Bereichen des parietalen Cortex	- <i>Berührungssensibilität mit v.Frey Filamenten</i> - <i>2-Punkt Diskrimination mit dem Weinstein Aesthesiometer</i> - <i>Punkt-Lokalisation</i>	- Auswirkung der Lokalisation der Läsion auf die Sensibilitätsleistungen - Auswirkung einer anterioren versus posterioren parietalen Läsion auf die Leistung - Auftreten von Defiziten an der contralateralen und ipsilateralen Leistungshand	15
CORKIN, S.	1965	53	11	Patienten des Montreal Neurological Institute mit unilateraler Lobectomy wegen therapieresistenter Epilepsie: rechts frontal (5), links frontal (3), rechts temporal (11), links-temporal (18), parietal (11)	- Labyrinth Lernaufgabe mit 50 Trainings nur mit haptischer Information (Stift, gehalten mit der Schreibhand, durchfährt Milner-Labyrinth, auditives Fehlerfeedback) -visuelle Labyrinth-Aufgabe (untersucht in Milner, 1965)	- Überprüfung der visuellen Labyrinthaufgabe von Milner (1965) für die taktil-kinästhetische Modalität in der gleichen Patientenstichprobe - Auswirkung von Lokalisation / Lateralität der Hirnschädigung auf die Testleistung „Weg durch ein Labyrinth erlernen“	16
SEMMES, J.	1965	65	20	Kriegsverletzte Patientenstichprobe aus dem Pool wie Studie Nr 2 Stichprobe wie Studie Nr.9/10	- <i>Berührungssensibilität mit Nylon Monofilamenten;</i> - <i>statische 2-Punkt-Diskrimination;</i> - <i>Punkt-Lokalisation;</i> - <i>passive Bewegungswahrnehmung (Richtung)</i> - Rauheit- Diskrimination (s.o) - Textur-Diskrimination (s.o.) - 3-D Formdiskrimination durch Wiedererkennen von 1 aus 12 Holzformen (geometrische: Faß, Zylinder, Kugel, Würfel, Pyramide, Kegel, Keil, und freie Nonsens-Formen) - Kontur-/ Muster Diskrimination (wie oben.) - Plan-Wege-Test (route-map-following) wie oben	- Auswirkung eines somatosensorischen Defizit (SD) auf die Testleistung bei komplexen Aufgaben - Auswirkung von Lokalisation / Lateralität der Hirnschädigung auf Aufgabenart und Testleistung - Auswirkung eines „räumlichen Faktors“ auf die Testleistungen	17

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
DeRenzi, E., FAGLIONI, P. & SCOTTI, G.	1968	80	60	gemischte Patientengruppe der Universitätsklinik Mailand mit Hirnschädigung nach Tumor, vaskulären oder sonstigen Ereignissen gruppiert -nach unilateraler linkshem. Läsion (44) und rechtshem. Läsion (36) -nach Vorhandensein /Fehlen eines Gesichtsfeldausfall	- taktiles Formerkennen mit abgewandelter (vereinfachter) Version des Seguin Form-Boards – einfache euklidische Formen (Kreis, Quadrat, Dreieck, Raute, Ellipse, Rechteck, sowie Stern und Kreuz) in Vertiefung einlegen -visueller Block Arrangement Test -Token-Test (Aphasieprüfung) -visuelle Aufmerksamkeit (Reaktionszeit)	- Auswirkung der Lateralität und Lokalisation der unilateralen Hirnschädigung auf die Testleistung „Formerkennen“ - Überprüfung eines „räumlichen Faktors“ (Ergebnisse von Semmes, 1965) und Kontrolle des Gesichtsfelddefektes (Hemianopsie oder Neglect)	18
DeRenzi, E. & SCOTTI, G.	1969	121	30	gemischte Patientengruppe der Universitätsklinik Mailand mit Hirnschädigung nach Tumor, vaskulären oder sonstigen Ereignissen gruppiert -nach unilateraler linkshem. Läsionen (71), und rechtshem. Läsionen (50) - nach Vorhandensein /Fehlen eines Gesichtsfeldausfall	-taktil- visuelles Formerkennen durch visuelles Wiedererkennen von 1 aus 8 euklidischen Formen mittels Abtasten der Stimulusform (einhändig ipsilateral zur Läsion) -taktil-visuelles Konturerkennen (shape- discrimination): 2 Serien : taktile Exploration ausschließlich mittels Umfahren der Stimulusform- Ränder mit der Fingerspitze, Wiedererkennen visuell von 1 aus 6 euklidischen 3-D-Formen.	- Auswirkung der Lateralität und Lokalisation der unilateralen Hirnschädigung auf die Testleistung „taktil-visuelles Formerkennen“ - Auswirkung eines „räumlichen Faktors“ auf die Testleistungen und Überprüfung der Ergebnisse von Semmes, 1965, daß keine Hemisphärenunterschiede bei der räumlichen Leistung zu finden sind - Auswirkung von Symptomen (visueller Gesichtsfelddefekt) auf die Testleistung	19
CARMON, A. & BENTON, A.L.	1969	60	56	gemischte Patientengruppe der Universitätsklinik Iowa und des Veterans Administration Hospital mit cerebrovaskulären Erkrankungen (31) Tumor (21), sonstigen Hirnschädigungen (8) davon mit linkshem.Läsionen ohne Aphasie (30) und rechtshem. Läsionen (30),	- <i>taktil-visuelles Mustererkennen (Punkte)</i> <i>a) Anzahl der gespürten Punkte (1-3) und</i> <i>b) lineare Ausrichtung der Berührungspunkte auf der</i> <i>Innenhandoberfläche</i> <i>(elektromechischer Stimulator mit Metallstiften)</i>	- Auswirkung der Lateralität der Hirnschädigung – Auswirkung der Handbenutzung auf die Testleistung „taktil-visuelles Mustererkennen (Punkte)“	20

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
DeRenzi, E., FAGLIONI, P. & SCOTTI, G.	1970	121	30	gemischte Patientengruppe der Universitätsklinik Mailand mit Hirnschädigung nach Tumor, vaskulären oder sonstigen Ereignissen gruppiert -nach unilateralen linkshem. Läsionen (71), und rechtshem. Läsionen (50) - nach Vorhandensein /Fehlen eines Gesichtsfeldausfall Stichprobe wie in Studie Nr 17	- taktile Suchaufgabe (Kugel in Lybyrinthillen finden) - visuelle Suchaufgabe (Zahl in Zahlenfeld finden)	- Auswirkung der Lateralität der Hirnschädigung auf die Testleistung „räumliche Exploration“ im rechten und linken Suchfeld unter zwei Informationsmodi (taktil und visuell) - Überprüfung der Wirkung eines „räumlichen Faktors“ auf die Testleistungen wie von Semmes (1965) postuliert - Auswirkung / Kontrolle des Gesichtsfelddefektes	21
CORKIN, S., MILNER, B. & RASMUSSEN, T.	1970	85	20	Patientengruppe nach Lobectomie im Bereich des parietalen Cortex Patientenstichprobe aus einem Pool von 127 Patienten des Montreal Neurological Institute, die infolge fokaler Epilepsie operativ (Lobectomie) behandelt wurden	- <i>Berührungssensibilität mit Nylon Monofilamenten;</i> - <i>statische 2-Punkt-Diskrimination;</i> - <i>Punkt-Lokalisation;</i> - <i>passive Bewegungswahrnehmung (Richtung)</i> - Stereognosie von Alltagsgegenständen: simultane Exploration von 2 versch. Objekten, eines je Hand: Benennen oder Beschreiben	-Auswirkung von Lokalisation / Seite der operativen Entfernung von Kortexteilen auf die Testleistungen - Auswirkung eines sensorischen Defektes (SD) auf die Stereognosie von Alltagsgegenständen ; - Auswirkung der Aufgabenbedingung (simultan versus beidhändig) auf die Stereognosie	22
BUTTERS, N., BARTON, M., BRODY, B.A.	1970	16	9	gemischte Patientengruppe des Boston Veterans Administration Hospital mit cerebrovaskulärem Trauma (9), Tumor-OP (4), SHT (3)	-Erkennen 2-D geometrischen Konturen – gesteckt mit Reißzweckenköpfen auf Unterlage : einhändiges explorieren, dann taktiles Wiedererkennen (matching 1 aus 5) - visuell-taktiler Formerkennen der gleichen taktil explorierten Formen taktil- visuelles Formerkennen: visuelles Wiedererkennen (1 aus 6) von taktil explorierten Drahtfiguren (1 aus 6) - visuell-visuelles Wiedererkennen geometrischer Figuren - auditiv-visuelles Mustererkennen: visuelles Wiedererkennen gehörter Rhythmen - Stab-Muster rekonstruieren - Piaget Dorf- Szene-Test - Cattell Pool Reflection Test (180° Rotation)	- Auswirkung rechts-parietaler Läsionen auf intermodale Aufgaben (Lokalisations- Studie)	23

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
DEE, H.L. & BENTON, A.R.	1970	?	?	gemischte Patientengruppe mit unilateralen Hirnschädigungen	- visuell- taktiles Formerkennen mit dem Tactile Form Perception Test (10 geometrische Formen aus Sandpapier, auf Karten aufgeklebt) - taktile Exploration für 40 Sekunden einer Form und visuelles Wiedererkennen innerhalb 45 Sekunden aus 12 aufgezeichneten Formen	- Auswirkung der Lateralität der Läsion und der Handbenutzung (contralateral – ipsilateral) auf die Testleistung „taktiles Formerkennen“	24
CARMON, A.	1971	54	48	gemischte Patientengruppe der Universitätsklinik Iowa und des Veterans Administration Hospital Iowa Patienten mit cerebrovasculärem Trauma (28), Tumor (18), SHT (7) degenerativem lokalisiertem Zellverlust (1) davon mit rechtshemisphärischer Läsion (27) und mit linkshemisphärischer Läsion (27)	- <i>absolute (Druck-) Berührungsschwelle</i> - <i>Druck-Unterscheidungsschwelle</i> - <i>2-Punkt-Diskrimination</i> (Reize von elektromechanischem Stimulator)	- Auswirkung einer unilateralen Läsion auf Sensibilitätsleistungen an den untersuchten Händen - sind die Sensibilitätsstörungen einseitig contralateral oder bilateral (mit ipsilateraler Störung)	25
ROLAND, P.E.	1972	63	28	gemischte Patientengruppe aus Kopenhagener neurochirurgischen Kliniken nach traumatischer Hirnschädigung und operativem Eingriff mit unilateraler Entfernung von Hirngewebe Eingriff wegen Intracerebralem Tumor (29), Meningiom (16), SHT (9), Infarkt (1), Blutung (2), temporaler Lobektomie (1), Schußwunden (2), Sonstige (3)	<i>neurologische Proben für</i> - <i>Berührungssensibilität</i> - <i>Temperatur</i> - <i>taktile Extinktion;</i> - <i>Positionssinn;</i> - <i>2-Punkt-Diskrimination;</i> - <i>Punkt-Lokalisation;</i> - <i>Funktionswandel bei 2-PD</i> - taktil-visuelles Objekterkennen (Stereognosie) dreidimensionaler Formen (Kugel, Ei, quadratischer Würfel, länglicher Kasten) aus jeweils 4 Materialien bei gleichem Gewicht durch Wiedererkennen (1 aus 16)	- Erprobung standardisierter Untersuchungsverfahren für elementare und höhere taktile Wahrnehmungsleistungen - Überprüfung des Konzeptes der taktilen Agnosie anhand der Befunde - Auswirkung der Lokalisation und Schädigungsursache auf Vorhandensein und Ausmaß einer Astereognosie - Auswirkung von assoziierten neurologischen Störungen auf die Stereognosie	26

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
MILNER, B. & TAYLOR, L.	1972	7	10	Patientengruppe nach Split brain-Operation (commissurotomy) wegen Epilepsie ca. 3 Jahre nach OP Patienten aus einem Pool von Vogel, Sperry und Bogen	- <i>Berührungssensibilität</i> - <i>2-Punkt-Diskrimination</i> - <i>Finger Positionssinn</i> - mit der linken Hand Konturen aus Drahtfiguren auf einer Holzplatte (von Corkin) einhändig explorieren und taktil (1 aus 4) a) unmittelbar (Lernphase) b) nach 15 Sekunden-delay c) nach 30 Sekunden-delay d) nach 60 Sekunden-delay e) nach 120 Sekunden-delay f) mit gefülltem delay (Zeichnung kopieren) - Alltagsgegenstände (Gummiband, Geldstück, Schlüssel, Schere) wiedererkennen (1 aus 4) b) nach 60 Sekunden-delay - mit der rechten Hand Wiederholung der Aufgaben nach 1 Tag	- Auswirkung verbaler cues auf die Speicherung taktiler Inhalte - Auswirkung nur ipsilateraler Ausführung bei ungestörter Sensibilität auf die Wiedergabeleistung	27
CORKIN,S.; MILNER,B. & TAYLOR, L.	1973	139	--	Patientengruppe nach unilateraler Excision im Bereich des parietalen Cortex Patientenstichprobe aus einem Pool des Montreal Neurological Institute, die infolge fokaler Epilepsie operativ behandelt wurden mit - linkshemisphärischen Läsionen (36) - mit rechtshemisphärischen Läsionen (75) vgl. Kontrollgruppe wie in Studie Nr. 22	- <i>Punkt-Lokalisation</i> - <i>2-Punkt-Diskrimination</i> - <i>Positionssinn</i>	- Auswirkung der unilateralen Läsion auf contralaterale und ipsilaterale Sensibilitätsleistungen Vergleich mit der Studie von Semmes et al 1960	28
PIZZAMIGLIO, L. & CARLI, R.	1974	107	Lit.	Patientengruppe nach cerebrovaskulärer Erkrankung (CVA) und unilateraler Hirnschädigung gruppiert nach rechtshem. Läsion (50) linkshem. Läsion mit Aphasie (31) linkshem. Läsion ohne Aphasie (26)	- Stereognosie für Alltagsgegenstände (5 Objekte) - Tactile Embedded Figure Test (TEFT) in modifizierter Form nach Axelrod und Cohen (1961): mit der Hand ipsilateral zur Läsion wird das Relief einer komplexen und einer einfachen Figur getrennt unter Zeitlimit exploriert. Anschließend muß die einfache Figur im Relief der komplexen Figur identifiziert werden. Gemessen und summiert werden wird die Reaktionszeiten - visueller und auditiver Test für eingebettete Figuren	- Auswirkung der Lateralität der Läsion auf die Testleistung „ eingebettete Figuren erkennen “ in drei Sinnesmodalitäten (visuell, taktil, auditiv)	29

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
BOLL, T.J.	1974	60	ohne	gemischte Patientengruppe Cerebrovaskuläres Trauma (20), Tumore (20), SHT (20) davon mit linkshem. Läsion (30) mit rechtshem. Läsion (30)	- <i>Finger-Lokalisation</i> - <i>Graphästhesie (fingertip number writing)</i> - taktil-visuelles Formerkennen : Plastikchips (Kreis, Quadrat, Kreuz, Dreieck) wird einhändig exploriert, die Form durch visuelles Wiedererkennen (1 aus 4) identifiziert	- Auswirkung der Lateralität der Hirnschädigung auf die Ausführung der Leistungshand (contralateral und ipsilateral zur Läsion)	30
ROLAND, P. E.	1976	93	24	Patientengruppe nach unilateraler operativer Excision von Hirngewebe aus Kopenhagener neurochirurgischen Kliniken Patienten selektiert aus einer Patientenpopulation von 800 nach Craniotomie	- Größen- Diskrimination (Kugeln) - Form-Diskrimination (Würfel, Scheiben) einhändig sukzessives Explorieren (Zeitlimit 10 Sek.) einer Stimulusform und Vergleich mit einer Vergleichsform (1:1) -Auswahl jeweils der größeren Form -	-Auswirkung der Lokalisation der Hirnläsion auf Vorhandensein und Ausmaß der taktilen Diskriminationsleistung	31
CAPLAN, L.R.	1981	100	--	gemischte Patientengruppe (SHT, Schlaganfall, periphere neurologische Störungen).	- taktile Größen-Diskrimination von 3-D-Formen : Small Cork Test - Auswahl der Corks aus vier (in der Hand) nach der Reihenfolge ihrer Größe	- Evaluation eines Screening-Tests für sensorisches Defizit (SD)	32
BIGLER, E.D. & TUCKER, D. M.	1981	40	20	gemischte Patientengruppe blinder Patienten mit Hirnverletzungen - Kontrollgruppe aus Blinden ohne neurologische Störungen	- Form-Einlegeaufgabe (Tactual Performance Test) - unilaterale und bilaterale Durchführung	- Vergleich der Diagnose- / Symptomgruppen (blind mit und ohne Hirnschädigung) anhand ihrer (nicht-visuellen) Testleistung für differentialdiagnostische Fragestellung	33
HOM, J. & REITAN, R.M.	1982	150	--	gemischte Patientengruppe mit unilateraler Läsion - CVA rechtshemisphärisch (25) - CVA linkshemisphärisch (25) - SHT rechtshemisphärisch (25) - SHT linkshemisphärisch (25) - Tumor rechtshemisphärisch (25) - Tumor linkshemisphärisch (25) Keine Kontrollgruppe	- Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery-Batterie darunter u.a. - <i>Finger-Recognition</i> - <i>Graphästhesie</i> - <i>taktile Extinktion</i> - visuell- taktile Form-Diskrimination (Plastikchips unterschiedlicher geometrischer Formen) - Form-Einlegeaufgabe (Seguin Form Board in der Version des Tactual Performance Test), Zeitmessung der Ausführung -	- Auswirkung der Ursache der Hirnschädigung auf die Testleistung - Auswirkung der Lateralität der Läsion - Auswirkung der Handbenutzung (contralateral, ipsilateral zur Läsion) Auswertung der T-Werte der rechten Hand gegenüber den T-Werten der linken Hand (keine Normwerte einer Kontrollgruppe)	34

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
BENDER, M. B., STACY, C. & COHEN, J.	1982	558	--	- gemischte ambulante und stationäre Patientenpopulation mit cerebraler Hirnschädigung oder peripheren neurologischen Erkrankungen	- Graphästhesie für Zahlen (3;4 oder5) an Kopf, Rumpf, Arm, Hand, Bein und Fuß (die 3 Zahlen sind bekannt und müssen jeweils identifiziert werden (1 aus 3) - Bewegungsrichtung einer Linie auf der Hautfläche erkennen (Directional Cutaneous Kinesthesia DCK)	- Vorhandensein von Agraphesthesia nach Schädigung des zentralen oder peripheren Nervensystems - Zusammenhang der Agraphesthesie mit Störungen der Wahrnehmung der Bewegungsrichtung von Stimuli (DCK)	35
MCNALLY, C., ETTLINGER, G. & SMITH, A.M.R.	1982	52	35	gemischte Patientengruppe mit unilateraler Läsion - Tumor ohne OP (29) - Tumor mit Excision (17) - Schlaganfall (6) - mit linkshem. Läsion (28) - mit rechtshem. Läsion (25) - bilateral (1) - mit frontaler Schädigung (15) - mit temporaler Schädigung (19) - mit occipitaler Schädigung (8) - mit parietaler Schädigung (20)	- <i>2-Punkt-Diskrimination</i> - Stereognosie für Alltagsgegenstände - taktiles Formerkennen von reliefartigen Drahtformen auf einer Platte 2 sets zu je 12 Formen, 1 set als „schwer“, eines als „leicht“ eingestuft entsprechend der Komplexität der Stimuli matching a) taktil- taktiles matching (1:1) b) visuell-taktil matching c) taktil- visuelles matching d) visuell-visuelles matching transfer - Formen sortieren nach “gesuchter” Form durch Hypothesenbildung. Auswahl der gesuchten Form aus 4 a) erst visuell, dann taktil b) erst taktil, dann visuell	- Auswirkung der Lokalisation der Läsion auf die cross-modale Leistung - Auswirkung der Lateralität der Läsion auf die cross-modale Leistung - Auswirkung von Symptomen (Neglect, Sensibilitätsstörung, Aphasie) auf die cross-modale Leistung	36
MAUGUIERE, F., DESMEDT, J.E. & COURJON, J.	1983	22	--	gemischte Patientengruppe mit unilateraler Läsion nach - Schlaganfall (8) - Blutung (6) - Tumor (4) - SHT (1) - Angiom (2) - präfrontaler Leukotomie (1)	- <i>Berührungssensibilität</i> - <i>Schmerzdiskrimination</i> - <i>Temperaturdiskrimination</i> - <i>Gelenk-Positionssinn</i> - <i>Vibrationssinn</i> - <i>2-Punkt-Diskrimination</i> - <i>Graphästhesie</i> - <i>taktile Extinktion</i> - Stereognosie für Alltagsgegenstände - - parietale SEP- Komponenten N20 – P27 – P45 und prärolandische Komponenten P22 – N30 –	- Korrelation von parietalen und prärolandischen SEP-Komponenten mit klinischen Symptomen / Sensibilitätsstörungen und stereognostischen Leistungsstörungen	37

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
O'DONNEL, J.P.	1983	80	30	Patientengruppe mit Hirnschädigung nach schwerem SHT - SHT (20) - und lernbehinderte junge Erwachsene (60)	- Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery-Batterie u.a. - <i>Finger-Recognition</i> - <i>Graphästhesie</i> - Tactual Performance Test: Form-Einlegeaufgabe (Seguin Form Board in der Version des Tactual Performance Test), Zeitmessung der unilateralen Ausführung	- Auswirkung der Hirnschädigung auf die Testleistung im Vergleich mit einer Lernstörung ohne nachgewiesene Hirnschädigung - Auswirkung der Handbenutzung auf die Testleistung (rechts-links-Asymmetrie)	38
BENTIN, S., SAHAR, A. & MOSCOVITCH, M.	1984	6	3	Patientengruppe nach inkompletter callosaler Schädigung und inkompletter Split-brain –Operation	- taktiles Formerkennen bedeutungsfreier Punktmustern (räumliche Anordnungen aus je 5 Reißnägeln) explorieren des Stimulus-Musters und taktiles Wiedererkennen aus 36 Vergleichsmustern a) simultan bilateral ausführende Bedingung: explorieren und Wiedererkennen mit verschiedenen Händen b) sukzessiv unilateral ausführende Bedingung, variiert nach explorierender und wiedererkennender Hand - Reproduktion von Berührungssequenzen (3 Stimuli) an den Fingern durch Fingerbewegung in der Berührungsreihenfolge Variation der Handbenutzung nach stimulierter und reproduzierender Hand	- Auswirkung des inkompletten split-brain auf die haptischen Leistungen - Auswirkung der Bedingung simultan-sukzessiv - Auswirkung der Handbenutzung und des callosalen Transfers bei Variation der informationsaufnehmenden und der das Ergebnis reproduzierenden Leistungshand	39
ROLAND, P.E.	1987	94	--	Patientengruppe mit unilateraler Excision von Hirngewebe nach Tumor-OP aus einem Patientenpool von 800 Kopenhagener Patienten nach Craniotomie	- <i>kinästhetische Positions-Diskrimination</i> - Diskrimination von Größe und Form (Spheres, Ellipsoide, Parallelepipeda) - Rauheit /Oberflächen- Diskrimination einhändig sukzessives Explorieren einer Stimulusform und Vergleich mit einer Vergleichsform (1:1) -Auswahl jeweils der größeren Form - <i>Testmaterial wie in Studie 31</i>	- Auswirkung der Lateralität und Lokalisation der Läsion auf Aufgabenart und Testleistung (Mikrogeometrie versus Makrogeometrie)	40

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
HARTJE, W., REUL, J. & WILLMES, K.	1988	10	10	Patientengruppe nach Schlaganfall mit linkshemisphärischer Läsion und Aphasie - CVA (7) - Blutung (3)	- visuell-taktile Form-Diskrimination (Figural Unification Test – geometrische 2-D-Figuren wiedererkennen) - taktil-visuelles matching von Winkel zu Kreis (Art Circle Matching Task) - a) taktile Exploration Winkel - b) taktile Exploration Kreis	- Auswirkung der Lateralität der Läsion und Symptomatik (Aphasie) auf die Testleistung - Vergleich mit Ergebnissen von 7 split-brain Patienten	41
PAUSE, M., KUNESCH, E., BINKOFSKI, F., FREUND, H.J.	1989	9	--	gemischte Patientengruppe (Fallsammlung) mit unilateralen parietalen Läsionen - Ischämie (8), - SHT (1) - anterior parietale Läsion (2) - anterior-posterior parietale Läsion (4) - posterior parietale Läsion (3)	- <i>Berührungssensibilität v. Frey Filamente</i> - <i>statische und dynamische 2-Punkt-Diskrimination</i> , - <i>Positionssinn (Gelenke)</i> - <i>Vibrations-Diskrimination (Stimmgabel)</i> - Textur/ Oberflächen-Diskrimination - Form- Diskrimination / Relief-Figuren - Stereognosie für Alltagsgegenstände - Visuell-taktiler Erkennen von stereognostischen Objekten (matching) - optoelektronische Analyse taktiler Explorationsbewegungen (5 Patienten) Motorische Leistungen mit der „Motorischen Leistungsserie“ (Hamster, 1980) Handfunktionen (Griffstärke und –präzision)	- Evaluation motorischer Defizite bei parietalen Läsionen und Vergleich mit somatosensorischen und haptischen Leistungsstörungen	42
PAUSE, M. & FREUND, H.J.	1989	10	--	gemischte Patientengruppe (Fallsammlung) mit unilateralen parietalen Läsionen - Ischämie (8), - SHT (1) - Blutung (1) - anterior parietale Läsion (2) - anterior-posterior parietale Läsion (4) - posterior parietale Läsion (3) 9 Patienten wie in Studie 42	- <i>Berührungssensibilität v. Frey Filamente</i> - <i>statische und dynamische 2-Punkt-Diskrimination</i> , - <i>Positionssinn (Gelenke)</i> - <i>Vibrations-Diskrimination (Stimmgabel)</i> - Textur/ Oberflächen-Diskrimination - Form- Diskrimination / Relief-Figuren - Stereognosie für Alltagsgegenstände - Visuell-taktiler Erkennen von stereognostischen Objekten (matching) - optoelektronische Analyse taktiler Explorationsbewegungen (5 Patienten) Motorische Leistungen mit der „Motorischen Leistungsserie“ (Hamster, 1980) Handfunktionen (Griffstärke und –präzision)	- Evaluation motorischer Defizite bei der taktilen Exploration zur Differentialdiagnose einer „taktilen Apraxie“ nach parietaler Läsion	43

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
BOTTINI, G., CAPPA,S.F. & VIGNOLO,L.A.	1991	49	55	Patientengruppe mit unilateralen Läsionen nach Schlaganfall in der Akutphase (15-60 Tage) mit linkshemisphärischer Läsion (29) rechtshemisphärischer Läsion (20)	- taktiler visuelles stereognostisches Formerkennen als Auswahl einer unilateral haptisch explorierten Stimulusform aus 4 visuell angebotenen Vergleichsformen a) Set mit 10 bedeutungslosen freien Objekten b) Set aus Alltagsgegenständen,darunter 2 Gegenstände aus gleicher Kategorie (verschiedene Schlüssel)	- Überprüfung der Hypothese einer Unterscheidung zwischen „apperzeptiver“ versus „assoziativer „ taktiler Agnosie und ihre Zuordnung zur rechts- bzw. linkshemisphärischen Läsion	44
KUNTZER,T., DESPLAND, P.A., BOGOUSLAVSKY, J. & REGLI, F.	1991	64	--	Patientengruppe nach Schlaganfall in der Akutphase	- <i>Berührungssensibilität</i> - <i>Schmerzempfinden</i> - <i>Gelenk-Positionssinn</i> - <i>Vibrationssinn</i> - Stereognosie für Alltagsgegenstände	- Korrelation der parietalen SEP- Komponente N20 mit klinischen Symptomen / Sensibilitätsstörungen und stereognostischen Leistungsstörungen	45
CASELLI, R.J.	1991	53	31	gemischte Patientengruppe mit kortikalen oder subkortikalen Läsionen oder peripheren neurologischen Störungen -subkortikale Läsion (28) - mit kortikaler Läsion nach Ischämie (25)	- <i>Berührungssensibilität</i> - <i>Schmerzdiskrimination</i> - <i>Temperaturdiskrimination</i> - <i>Gelenk-Positionssinn</i> - <i>Vibrationssinn</i> - <i>2-Punkt-Diskrimination</i> - <i>taktile Extinktion</i> - <i>Rauhheit-Diskrimination</i> - <i>Textur-Diskrimination</i> - <i>Gewichts-Diskrimination</i> - <i>Längen-Diskrimination</i> - <i>Formerkennen (5 geometrische Formen)</i> - <i>taktiler Objekterkennen/ Stereognosie für Alltagsgegenstände (53 Objekte benennen oder verbal beschreiben)</i>	- Auswirkung elementarer Sensibilitätsstörungen auf taktiler Objekterkennen - Überprüfung, ob taktiler Objekterkennen beeinträchtigt ist ohne sensorisches Defizit und daher als „taktile Agnosie“ diagnostiziert werden kann	46
CASELLI, R.J.	1991	24	6	gemischte Patientengruppe mit kortikalen oder subkortikalen Läsionen und Hemiparese oder Hemineglect - mit linkshem. Läsion (5) - mit rechtshem.Läsion (19)	- <i>Berührungssensibilität</i> - <i>Schmerzdiskrimination</i> - <i>Temperaturdiskrimination</i> - <i>Gelenk-Positionssinn</i> - <i>Vibrationssinn</i> - <i>2-Punkt-Diskrimination</i> - <i>taktile Extinktion</i> - <i>Rauhheit-Diskrimination</i> - <i>Textur-Diskrimination</i> - <i>Gewichts-Diskrimination</i> - <i>Längen-Diskrimination</i> - <i>Formerkennen (5 geometrische Formen)</i> - <i>Taktiler Objekterkennen / Stereognosie für Alltagsgegenstände (53 Objekte benennen)</i>	- Auswirkung von Hemiparese, halbseitigen Sensibilitätsverlust und linkem Hemineglect auf taktiler Objekterkennen mit der kontralateralen (betroffenen) Hand - Auftreten von Störungen des taktiler Objekterkennens mit der Hand ipsilateral zur Läsion	47

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
OOSTERHUIS, H.J., BOUWSMA, C., VAN HALSEMA, B., HOLLANDER,R.A., KROS,C.J. & TOMBROEK, I.	1992	54	245	gemischte Patientengruppe - Multiple Sklerose (20), - Polyneuropathie (20), - Myelopathie (6), - andere (8)	- <i>Berührungssensibilität</i> - <i>2-Punkt-Diskrimination</i> - <i>vibrotaktile Wahrnehmungsschwelle</i> - Stereognosie für Alltagsgegenstände	- Evaluation der Vibrationsschwelle als klinisches Verfahren zur Untersuchung von Sensibilitätsleistungen	48
CASELLI, M.D.	1993	19	14	gemischte Patientengruppe mit Läsion im somatosensorischen Cortex	- <i>Berührungssensibilität</i> - <i>Schmerzdiskrimination</i> - <i>Temperaturdiskrimination</i> - <i>Gelenk-Positionssinn</i> - <i>Vibrationsinn</i> - <i>2-Punkt-Diskrimination</i> - <i>taktile Extinktion</i> - <i>Rauhheit-Diskrimination</i> - <i>Textur-Diskrimination</i> - <i>Gewichts-Diskrimination</i> - <i>Längen-Diskrimination</i> - <i>Formerkennen (5 geometrische Formen)</i> - <i>Taktiler Objekterkennen / Stereognosie für Alltagsgegenstände (53 Objekte benennen oder verbal beschreiben)</i>	- Auswirkung von umschriebenen Läsionen in verschiedenen Gebieten der somatosensiblen Assziationsareale auf die Testleistungen und die Diagnose einer „taktilen Agnosie“	49
BASSETTI, C., BOGOUSLAVSKY,J. & REGLI, F.	1993	20	--	Patientengruppe mit parietalem Schlaganfall in der Akutphase selektiert aus über 2000 Patienten des Lausanne Stroke Registry	- <i>Berührungssensibilität vFrex Haare</i> - <i>Gelenk-Positionssinn</i> - <i>Graphästhesie</i> - <i>Schmerzempfinden</i> - Stereognosie für Alltagsgegenstände nicht systematisch geprüft - <i>2-Punkt-Diskrimination</i> - <i>Punkt-Lokalisation</i> - <i>Temperaturdiskrimination</i>	- Definition sensorischer Syndrome (Muster von Sensibilitätsstörungen) entsprechend der Lokalisation der Läsion nach parietalem Schlaganfall	50
ROBERTSON, S.L. & JONES, L.A.	1994	10	15	Patientengruppe mit Schlaganfall und unilateraler linkshemisphärischer Läsion	- Berührungsschwelle mit Semmes monofilamenten - 2-Punkt-Diskrimination statisch und dynamisch - Textur-Diskrimination (matching 1:3) - Stereognosie für Alltagsgegenstände (11) - Zweifingergriff Stärke - Jebsen Hand Funktions Test	- Beziehung zwischen sensorischem Defizit und motorischen Handfunktionen (Kraftmodulation beim Greifen) nach linkshemisphärischen Läsionen	51

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
RAINS, G.D. & MILNER, B.	1994	54	23	- Patientengruppe mit unilateraler temporaler Lobektomie des Montreal Neurological Hospital ohne sensorisches Defizit (SD), - 2-3 Wochen nach OP (13) - > 1 Jahr nach OP (41) mit - linkshem. Läsion (23) - rechtshem. Läsion (30)	- <i>Finger-Positions-Sinn</i> - <i>2-Punkt-Diskrimination</i> - Stereognosie für Alltagsgegenstände - Positions-Lokalisationsaufgabe (Stecknadelkopf in explorierte Position auf einer Scheibe bringen) - a) nach ungefüllten Intervallen (12 und 24 Sekunden) - b) nach gefülltem Intervall (rückwärts zählen)	- Überprüfung der Ergebnisse einer Studie mit visuellen Gedächtnisleistungen bei rechtshemisphärischer temporaler Läsion an einer taktilen Gedächtnisaufgabe	52
ROSE, L., BAKAL, D.A., FUNG, T.S., FARN, P. & WEAVER, L.E.	1994	26	--	Patienten nach Schlaganfall mit - rechtshem. Läsion (14) - linkshem. Läsion (5) - bilaterale Läsion (5) - Hirnstamm-Läsion (2)	- taktile Extinktion für Berührungsreize an Hand und Schulter a) Untersuchung 1 Monat nach Ereignis b) Untersuchung 3,5 Monate nach Ereignis c) Untersuchung 6 Monate nach Ereignis - weitere neuropsychologische Tests	- taktile Extinktion als Prädiktor für outcome nach Schlaganfall, verglichen mit Veränderungen im Functional Independence Measure (FIM) und anderen neuropsychologischen Tests	53
BOIVIE	1994	34		Patientengruppe mit Schlaganfall in (in der Akutphase 14) - subcortikale Läsion (30) - cortikale Läsion (4)	- Berührungsschwelle mit v.Frey Filamenten - Vibrationsschwelle - Temperatur-Diskrimination - Schmerz-Diskrimination	- Auswirkung des Läsionsortes nach Schlaganfall (subkortikal-kortikal) auf Sensibilitätsleistungen	54
MAUGUIERE, F., ISNARD, J	1995	309	--	gemischte Patientengruppe mit unilateraler Läsion unterschiedlicher Ätiologie und verifiziertem sensorischen Defizit	- <i>Berührungssensibilität</i> - <i>Punktlokalisierung</i> - <i>2-Punkt-Diskrimination</i> - <i>Schmerzdiskrimination</i> - <i>Temperaturdiskrimination</i> - <i>Gelenk-Positionssinn</i> - <i>Vibrationssinn</i> - <i>2-Punkt-Diskrimination</i> - <i>Graphästhesie</i> - Stereognosie für Alltagsgegenstände - parietale SEP- Komponenten N20 – P27	- Korrelation der parietalen SEP- Komponenten mit klinischen Symptomen / Sensibilitätsstörungen und stereognostischen Leistungsstörungen	55

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
CAREY, L.M.	1995	?	?	- Patientengruppe mit Schlaganfall in der Akutphase	- Textur Diskrimination mit dem Tactile Discrimination Test (TDT)	- Auftreten und Schweregrad von Störungen der somatosensiblen Diskrimination in der Akutphase nach Schlagabfall	56
BOTTINI	1995	40	10	-Patientengruppe mit unilateraler Läsion in der Akutphase nach Schlaganfall (CVA) - mit rechtshem. Läsion (20) - mit linkshem. Läsion (20)	- taktilen stereognostischen Formerkennen als Auswahl einer unilateralen explorierten Stimulusform aus 4 Vergleichsformen (Set) a) 5 Sets mit bedeutungslosen freien Objekten b) 5 Sets aus Alltagsgegenständen, darunter je Set 2 Gegenstände aus gleicher Kategorie (z.B. verschiedene Ringe)	- Überprüfung der Hypothese einer Unterscheidung zwischen „apperzeptiver“ versus „assoziativer“, taktiler Agnosie und ihre Zuordnung zur rechts- bzw. linkshemisphärischen Läsion	57
KIM, J.S., CHOI-KWON, S.	1996	67	32	Patientengruppe nach akutem unilateralem Schlaganfall (Infarkt oder Blutung) Läsionen: - cortico-subcortikal (14) - lenticulocapsular (24) - thalamic(thalamocapsular) (15) - brain stem (14)	- 2-Punkt-Diskrimination - Punkt-Lokalisation - Positions-Diskrimination - Textur-Diskrimination - Stereognosie für Alltagsgegenstände (12)	- Auftreten von sensorischem Defizit (SD) nach unilateralem Schlaganfall - Auswirkung der Lokalisation der Läsion auf die Testleistung	58
KNECHT, S., KUNESCH, E., SCHNITZLER, A.	1996	14		gemischte Patientengruppe mit unilateraler Läsion nach Hirninfarkt oder Tumor, selektiert aus einem Patientenpool von 80 Patienten - rechts parietale Läsion (5) - links parietale Läsion (6) - subcortikale Läsion (3)	- SEP – N 20 Komponente - Berührungssensibilität v. Frey Filamente - 2-Punkt-Diskrimination - Positions-Diskrimination (Arme) - Temperatur-Diskrimination - Schmerzwahrnehmung - Vibrations- Schwelle - 2-Punkt-Diskrimination (dynamisch) - Gewichts-Diskrimination - Rauheits-Diskrimination - Textur-Diskrimination - Graphästhesie - Stereognosie für Alltagsgegenstände - Schreiben - mot. Handfunktionen - MEP -	- Beziehung zwischen somatosensorischen evozierten Potential (SEP N20) als Indikator für serielle neuronale Prozesse und Sensibilitätsleistung bzw. haptische Leistungen - Auswirkung der Lokalisation der Läsion auf die Leistungen (anterior versus posterior parietal)	59

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
CAREY, L.M.; OKE, L.E & MATYAS, T.A.	1997	85	Lit.	- Patientengruppe mit Schlaganfall in der Akutphase (ab 2 Wochen nach Ereignis) ohne Angabe der Lokalisation der Läsione - Kontrollgruppe und Normdaten aus der Literatur	- Textur Diskrimination mit dem Tactile Discrimination Test (TDT) - linkshändig bei sensibilitätsgestörten Patienten (Reliabilitätsstudie N=35) - rechte und linke Hand (normative Studie N= 50)	- Validierung eines standardisierten Tests für die klinische Diagnostik bei Schlaganfall-Patienten	60
AGLIOTI, S., SMANIA, N., PERU, A.	1999	48	12	gemischte Patientengruppe mit linkshemisphärischer Läsion (12) mit rechtshemisphärischer Läsion (36) - ohne taktile Extinktion - mit taktile Extinktion	- Entdeckung leichter Berührungsreize - a) unilateral und simultan bilateral - b) bei 6 unterschiedlichen Handpositionen in den Halbfeldern	- Auswirkung der Lokalisation der Hirnschädigung auf die Reizentdeckung in Abhängigkeit vom Modus (unilateral- simultan bilateral) und von den Positionen der Hände im Raum -Extinktions-Studie (taktile Neglect)	61
NEPPI-MODONA, M.	1999	30	--	gemischte Patientengruppe aus einem Pool von 80 Patienten (Auswahlkriterium taktile Extinktion) mit Blutung (6), Schlaganfall (23), Tumor (1)	- leichte Berührungsreize an den Händen mit v.Frey-Haaren (0,7 mm) unilateral und bilateral mit 4 Antwortbedingungen - a) verbal (Seite) die Berührung - b) nonverbal motorisch zeigen - c) verbal die nicht-berührte Hand - d) nonverbal motorisch zeigen der nichtber. Hand - visuo-konstruktiv Linien halbieren - Milner Landmark Task	- Auswirkung der Lokalisation der Läsion auf die Signalentdeckung in Abhängigkeit vom Reizmodus (unilateral versus bilateral) und den Antwortbedingungen	62
PANDEY, S., MANDAL, M.K., MOHANTY, S.	2000	12	30	Patientengruppe mit unilateraler Hirnschädigung nach operativer Entfernung (Lobectomy) von Hirngewebe (Tumor) mit unilateraler rechtshem. Läsion (6) mit unilateraler linkshem. Läsion (6)	- taktiles Formerkennen mit 2 Serien von Buchstaben (8) und Nonsens-Formen (8) aus Holz (ca 7x 6 x 2 cm) bei Restriktion der Exploration der Stimulusformen auf Zeige- und Mittelfinger (5 Sek.) - dichaptische Darbietung von Paaren innerhalb und zwischen den Serien - taktiles Wiedererkennen der Formen (je 1 aus 8) mit nicht eingeschränkter Exploration	- Auswirkung der Lateralität der Hirnschädigung auf die Aufgabenart (verbal – visuospatial) und Handbenutzung - Überprüfung der Asymmetrie-Annahme	63
OLIVERI, M., ROSSINI, P.M., FILIPPI, M.M., TRAVERSA, R., CIGINELLI, P., PALMIERI, M.G., PASQUALETTI, P., CALTAGIRONE, C.	2000	30	--	Patientengruppe nach Schlaganfall mit unilateraler Läsion linkshemisphärisch (15) rechtshemisphärisch (15)	- <i>elektrische Stimulation (0,3 Sek.) variierend an drei Fingern einer Hand mit leicht überschwelligem Reiz – unilaterale und simultan bilaterale Stimulation bei gepaarter transcranialer Magnetstimulation (TMS) frontal und parietal</i> a) <i>verbale Antwort hinsichtlich der wahrgenommenen Reize und Lokalisation (Seite, Finger)</i>	- Auswirkung der zentralen Magnetstimulation (frontal u. parietal) auf die Reizentdeckung bei peripherer elektrischer simultaner Reizung - MRI-Studie zur taktile Extinktion (taktile Neglect)	64

Autoren	Jahr	Pat. N =	Kontr. N=	Patienten	Angewandte Testverfahren <i>kursiv = Sensibilitätstestung bei „passive touch“</i>	Fragestellung	Studie Nr
OLIVERI, M., ROSSINI, P.M., FILIPPI, M.M., TRAVERSA, R., CICINELLI, P., PALMIERI, M.G., PASQUALETTI, P., CALTAGIRONE, C.	2000	8	--	Patientengruppe nach Schlaganfall mit unilateraler rechtshemisphärischer Läsion (8) Patientenauswahl aus einem Patientenpool wie in Studie Nr. 57	- <i>elektrische Stimulation (0,3 Sek.) variierend an drei Fingern einer Hand mit leicht überschwelligem Reiz – unilaterale und simultan bilaterale Stimulation bei gepaarter transcranialer Magnetstimulation (TMS) frontal und parietal</i> <i>a) verbale Antwort hinsichtlich der wahrgenommenen Reize und Lokalisation (Seite, Finger)</i>	- Auswirkung der zentralen Magnetstimulation (frontal u. parietal) auf die Reizentdeckung bei peripherer elektrischer simultaner Reizung - MRI-Studie zur taktilen Extinktion (taktiler Neglect)	65
GAUBERT, C., MOCKETT, S.P.	2000	20	Lit.	Patientengruppe in der Akutphase nach Schlaganfall (< 3 Monate) davon mit rechtsseitiger Hemiparese (9) linksseitiger Hemiparese (7) beidseitiger Parese (4)	- Stereognosie von 10 Alltagsgegenständen jede Hand für sich, Exploration auf 15 Sek. limitiert, Antwort verbal durch Benennen / Beschreiben	- Überprüfung der Inter-Rater Reliabilität für den Nottingham Stereognosietest	66
PESCHKE, V.: FISCHER, L.; AFFOLTER, F. & BISCHOFBERGER, W.	2000	10	--	gemischte Patientengruppe nach traumatischen Hirnschädigungen unterschiedlicher Ätiologie (SHT, Schlaganfall, Blutung)	- Stereognosie-Test für Alltagsgegenstände (12) jede Hand für sich, verbal benennen oder nonverbale Auswahl aus Bildern (1 aus 4) - Taktile Formerkennungs-Test Einlegeaufgabe mit Stimulusform, Vergleichsform und Kontrollform : 3 Serien zu je 5 Formen. taktile Auswahl der einzulegenden Form (1 aus 5) - Ausführung beidhändig oder mit der nicht betroffenen Hand	- Vergleich der Leistung in einem komplexen taktilen Test mit der Ausführung einer vergleichbaren Alltagshandlung anhand gemeinsamer Analysekriterien	67

Literaturverzeichnis zu den Gruppenstudien in Anhang A

- [1] Sloan, W. & Bensberg, G. J. (1951). The stereognostic capacity of brain injured as compared with familial mental defectives. *Journal of clinical Psychology*, 52, 154-156.
- [2] Semmes, J.; Weinstein, S.; Ghent, L. & Teuber, H.- L. (1954). Performance on complex tactual tasks after brain injury in man: Analyses by locus of lesion. *American Journal of Psychology*, 67, 220-240.
- [3] Teuber, H. .L. & Weinstein, S. (1954). Performance on a formboard-task after penetrating brain injury. *The Journal of Psychology*, 38, 177-190.
- [4] Weinstein, S. (1954). Weight judgment in somethesis after penetrating injury to the brain. *Journal of comparative and physiological Psychology*, 47, 31-35.
- [5] Ross, A.O. (1954). Tactual perception of form by the brain-injured. *Journal of abnormal and Sociological Psychology*, 49, 566-572.
- [6] Weinstein, S. (1955a). Tactile size judgment after penetrating injury to the brain. *Journal of comparative and physiological Psychology*, 48, 106-109.
- [7] Weinstein, S. (1955b). Time error in weight judgment after brain injury. *Journal of comparative and physiological Psychology*, 48, 203-207.
- [8] Weinstein, S. (1955c). Time error in tactile size judgment after penetrating brain injury. *Journal of comparative and physiological Psychology*, 48, 320-323.
- [9] Ghent, L.; Weinstein, S.; Semmes, J. & Teuber, H. L. (1955). Effect of unilateral brain injury in man on learning of a tactual discrimination. *Journal of comparative and physiological Psychology*, 48, 478-481.

- [10] Semmes, J.; Weinstein, S.; Ghent, L. & Teuber, H.- L. (1955). Spatial orientation in man after cerebral injury: I. analyses by locus of lesion. *The Journal of Psychology*, 39, 227-244.
- [11] Weinstein, S., Semmes, J., Ghent, L. & Teuber, H. L. (1956). Spatial orientation in man after cerebral injury: II. Analysis according to concomitant defects. *The Journal of Psychology*, 42, 249- 263.
- [12] Weinstein, S., Semmes, J., Ghent, L. & Teuber, H. L. (1958). Roughness discrimination after penetrating brain injury in man: Analysis according to locus of lesion. *Journal of comparative and physiological Psychology*, 51, 269-275.
- [13] Semmes, J.; Weinstein, S.; Ghent, L. & Teuber, H.- L. (1960). *Somatosensory changes after penetration brain wounds in man*. Cambridge Mass.:Harvard University Press.
- [14] Vaughan, H.G. & Costa, L. D. (1962). Performance of patients with lateralized cerebral lesions. *Journal of nervous and mental disease*, 134, 237-241.
- [15] Corkin, S., Milner, B. & Rasmussen, T. (1964). Effects of Different Cortical Excisions on Sensory Thresholds in Man. *Transactions of the American Neurological Association*, 89, 112-116.
- [16] Corkin, S. (1965). Tactually-guided maze learning in man: effects of unilateral cortical excisions and bilateral hippocampal lesions. *Neuropsychologia*, Vol.3, 339-351.
- [17] Semmes, J. (1965). A non-tactual factor in astereognosis. *Neuropsychologia*, 3, 295-315
- [18] DeRenzi, E. Faglioni, P.& Scotti, G. (1968). Tactile spatial impairment and unilateral cerebral damage. *The Journal of Nervous and mental Disease*, 146 (6), 468-475.
- [19] DeRenzi, E. & Scotti, G. (1969). The influence of spatial disorders in impairing tactual discrimination of shapes. *Cortex*, 5 (1), 53-62.

- [20] Carmon, A. & Benton, A.L. (1969). Tactile perception of direction and number in patients with unilateral cerebral disease. *Neurology*, 19, 525-532.
- [21] DeRenzi, E., Faglioni, P. & Scotti, G. (1970). Hemispheric contribution to exploration of space through the visual and tactile modality. *Cortex*, (6), 191-203.
- [22] Corkin, S., Milner, B. & Rasmussen, T. (1970). Somatosensory thresholds: Contrasting effects of postcentral gyrus and posterior parietal lobe excision. *Archives of Neurology*, 23, 41- 58.
- [23] Butters, N., Barton, M. & Brody, B.A. (1970). Role of the right parietal lobe in the mediation of cross-modal associations and reversible operations in space. *Cortex*, (6), 174-190.
- [24] Dee, H. L. & Benton, A. L. (1970). A cross-modal investigation of spatial performances in patients with unilateral cerebral diseases. *Cortex*, 6, 261-272.
- [25] Carmon, A. (1971). Disturbances of tactile sensitivity in patients with unilateral cerebral lesions. *Cortex*, (7), 83-97.
- [26] Roland, P.E. (1972). Tactile manual agnosia. A quantitative analysis of brain-injured patients with special reference to its nature, the cerebral localization of the causative lesion, and to other associated sensory dysfunctions. *Danish Medical Bulletin*, 19 (1), 1-44.
- [27] Milner, B. & Taylor, L. (1972). Right-hemisphere superiority in tactile pattern-recognition after cerebral commissurotomy: Evidence for nonverbal memory. *Neuropsychologia*, 10, 1-15.
- [28] Corkin, S., Milner, B. & Taylor, L. (1973). Bilateral Sensory Loss after Unilateral Cerebral Lesion in Man. *Transitions of the American Neurological Association*, 98, 118-122.
- [29] Pizzamiglio & Carli, R. (1974). Visual, tactile and acoustic embedded figures tests in Patients with unilateral brain damage. *Cortex*, 10 (3), 238-246.

- [30] Boll, T. J. (1974). Right and left cerebral hemisphere damage and tactile perception: performance of the ipsilateral and contralateral side of the body. *Neuropsychologia*, 12 (2), 235-238
- [31] Roland, E. (1976). Astereognosis: Tactile discrimination after localized hemispheric lesions in Man. *Archives of Neurology (Chicago)* 33 (8), 543-50.
- [32] Caplan, L.R. (1981). The small cork test: A rapid sensory screening test. *JAMA*, 246 (12), 1341-1342.
- [33] Bigler, E. D. & Tucker, D.M. (1981). Comparison of verbal IQ, tactual performance, seashore rhythm and finger oscillation tests in the blind and brain-damaged. *Journal of Clinical Psychology*, 37, (4), 849-851.
- [34] Hom, J & Reitan, R. M. (1982). Effect of lateralized damage upon contralateral and ipsilateral sensorimotor performances. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 4, (3), 249-268.
- [35] Bender, M.B., Stacy, C. & Cohen, J. (1982). Agraphesthesia: A Disorder of Directional Cutaneous Kinesthesia or a Disorientation in Cutaneous Space. *Journal of the Neurological Sciences*, 53, 531-555.
- [36] McNally, C., Ettlinger, G. & Smith, A. M. R. (1982). Cross-modal performance in patients with cerebral lesions. *Cortex*, 18, 91-104.
- [37] Mauguière, F., Desmedt, J. E. & Courjon, J. (1983). Astereognosis and dissociated loss of frontal or parietal components of somatosensory evoked potentials in hemispheric lesions: Detailed correlations with clinical signs and computerized tomographic scanning. *Brain*, 106, 271-311.
- [38] O'Donnel, J. P. (1983). Lateralized sensorimotor asymmetries in normal, learning-disabled and brain-damaged young adults. *Perceptual and Motor Skills*, 57, 227-232.

- [39] Bentin, S., Sahar, A. & Moscovitch, M. (1984). Intermanual information transfer in patients with lesions in the trunk of the corpus callosum. *Neuropsychologia*, 22 (5), 601-611.
- [40] Roland, P. E. (1987). Somatosensory detection of microgeometry, macrogeometry and kinesthesia after localized lesions of the cerebral hemispheres in man. *Brain Research Reviews*, 12, 43-94.
- [41] Hartje, W., Reul, J. & Willmes, K. (1988). Left Hemispheric Interference with Nonverbal Performance in Aphasics: Comparison with Data from Split-Brain Studies. *Brain and Cognition*, 8, 137-146.
- [42] Pause, M., Kunesch, E., Binkofski, F. & Freund, H.-J. (1989). Sensorimotor Disturbances in patients with lesions of the parietal cortex. *Brain*, 112, 1599-1625.
- [43] Pause, M. & Freund, H.-J. (1989). Role of the Parietal Cortex for Sensorimotor Transformation: Evidence from Clinical Observations. *Brain Behavioral Evolution*, 33, 136-140.
- [44] Bottini, G., Cappa, S. F., & Vignolo, L. A. (1991). Somesthetic-visual matching disorders in right and left hemisphere-damaged patients. *Cortex*, 27, 223-228.
- [45] Kuntzer, T., Despland, P. A., Bogousslavsky, J. & Regli, F. (1991). Correlation between Sensory Loss, Functional Disability and Short-latency Somatosensory Evoked Potentials in Strokes. *Archives Suisses de Neurologie et Psychiatrie*, 142 (4), 293-300.
- [46] Caselli, R.J., (1991). Rediscovering Tactile Agnosia. *Mayo Clinic Proceedings*, 66, 129-142.
- [47] Caselli, R.J., (1991). Bilateral Impairment of Somesthetically Mediated Object Recognition in Humans. *Mayo Clinic Proceedings*, 66, 357-364.
- [48] Oosterhuis, R. J.G. H., Bouwsma, C., Van Halsema, B., Hollander, R.A., Kros, C. J. & Tombroek, I. (1992). Kwantificeren van gnostische sensibiliteit door het meten van de vibratiedrempel en van de vingertopsensatie. *Ned Tijdschr Geneeskd*, 136, (40), 1979-1984.

- [49] Caselli, R.J. (1993). Ventrolateral and dorsomedial somatosory association cortex damage produces distinct somesthetic syndromes in humans. *Neurology*, 43, 762-771.
- [50] Bassetti, C., Bogousslavsky, J. & Regli, F. (1993). Sensory syndromes in parietal stroke. *Neurology*, 43 (10), 1942-1949.
- [51] Robertson, S.L. & Jones, L.A. (1994) Tactile Sensory Impairments and Prehensile Function in Subjects With Left-Hemisphere Cerebral Lesions. *Archivs of Physical Medical and Rehabilitation*, 75, (10) 1108-1117.
- [52] Rains, G. D. & Milner, B. (1994). Right hippocampal contralateral-hand effect in the recall of spatial location in the tactual modality. *Neuropsychologia*, 32 (10), 1233-1242.
- [53] Rose, L., Bakal, D. A., Fung, T. S., Farn, P. & Weaver, L. E. (1994). Tactile Extinction and Functional Status After Stroke: A Preliminary Investigation. *Stroke*, 25, 1973-1978.
- [54] Boivie, J. (1994). Sensory Abnormalities in Patients with Central Nervous System Lesions as Shown by Quantitative Sensory Tests. In J. Boivie, P. Hansson and U. Lindblom (Eds.) *Mechanisms and Assessments, Progress in Pain Research and Management*, 3, 179-191. Seattle: IASP Press.
- [55] Mauguière, F. & Isnard, J. (1995) Agnosie Tactile et dysfonctionnement de l'aire somatosensitive primaire: Données de l'exploration par les Potentiels Évoqués Somesthésiques des deficts de la reconnaissance tactile des objets. *Revue Neurologique (Paris)*, 151, (8-9), 518-527.
- [56] Carey, L. M. (1995). Somatosensory loss after stroke. *Critical Review of Physiological Rehabilitation Medicine*, 7, 51-91.
- [57] Bottini, G., Cappa, S. F., Sterzi, R. & Vignolo, L. A. (1995). Intramodal somaesthetic recognition disorders following right and left hemisphere damage. *Brain*, 118, 395-399.

- [58] Kim, J. S. & Choi-Kwon, S. (1996). Discriminative Sensory Dysfunction After Unilateral Stroke. *Stroke*, 27 (4), 677-682.
- [59] Knecht, S., Kunesch, E. & Schnitzler, A. (1996). Parallel and serial processing of haptic information in man: Effects of parietal lesions on sensorimotor hand function. *Neuropsychologia*, 34 (7), 669-687.
- [60] Carey, L. M., Oke, L. E. & Matyas, T. A. (1997). Impaired Touch Discrimination After Stroke: A Quantitative Test, *Journal of Neurological Rehabilitation*, 11, 219-232.
- [61] Aglioti, S., Smania, N. & Peru, A. (1999). Frames of Reference for Mapping Tactile Stimuli in Brain-Damaged Patients. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11 (1), 67-79.
- [62] Neppi-Modona, M. (1999). Influence of response modality on awareness of contralesional tactile stimuli in right brain damaged patients. *Cortex*, 35, 687-699.
- [63] Pandey, S., Mandal, M. K. & Mohanty, S. (2000). Somatoperceptual Asymmetry for Cognitive Stimuli: Support from Experimental and Clinical Observations, *Laterality*, 5 (1), 55-62.
- [64] Oliveri, M., Rossini, P. M., Cicinelli, P., Traversa, R., Paqualetti, P., Filippi, M. M. & Caltagirone, C. (2000a). Neurophysiological evaluation of tactile space perception deficits through transcranial magnetic stimulation. *Brain Research Protocols*, 5, 25-29.
- [65] Oliveri, M., Rossini, P.M., Filippi, M.M., Traversa, R., Cicinelli, P., Palmiere, M.G., Pasqualetti, P., & Caltagirone, C. (2000b). Time-dependent activation of parieto-frontal networks for directing attention to tactile space: A study with paired transcranial magnetic stimulation pulses in right-brain-damaged patients with extinction. *Brain*, 123, 1939-1947.
- [66] Gaubert, C. S. & Mockett, S. P. (2000) Inter-rater reliability of the Nottingham method of stereognosis assessment. *Clinical Rehabilitation*, 14, 153-159.

[67] Peschke, V., Fischer, L., Affolter, F., & Bischofberger, W. (2000). Nonverbale

Interaktionsleistungen in neuropsychologischen Tests und Alltagsgeschehnissen. In B. Lipp, W. Schlaegel (Hrsg.), *Gefangen im eigenen Körper. Lösungswege, Neurorehabilitation*. Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag.

Lfd Nr	2 PD PW re. Hand			2 PD PW linke Hand			STAG PW rechte Hand			STAG PW linke Hand				TFE PW vt Punkte gesamt				TFE tt PW Punkte gesamt				TFV PW Punkte gesamt			
	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
23								1				1	1												
24								1			1			1											
25								1				1	1												
26								1						1				1							
27														1				1							
28									1								1		1						
29									1						1					1					
30									1								1						1		
31									1					1					1						
32									1								1						1		
33									1						1					1					
34									1						1					1					
35									1								1						1		
36									1						1					1					
37															1					1					
38									1								1						1		
39							1						1	1											
40								1									1	1							
41									1			1								1				1	
42	1					1									1					1					
43	1			1				1												1	1				
44									1								1			1					
45									1											1				1	
46									1											1				1	
47									1											1				1	
48			1	1					1											1					
49			1				1													1				1	
50						1	1					1											1		1
51			1						1														1		1

	2 PD PW re. Hand			2 PD PW linke Hand			STAG PW rechte Hand			STAG PW linke Hand				TFE PW vt Punkte gesamt				TFE tt PW Punkte gesamt				TFV PW Punkte gesamt			
	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
52						1						1			1		1							1	
53			1			1			1				1				1			1					1
54			1						1					1				1							
55						1				1						1	1							1	
56						1				1						1	1					1			
57			1			1			1				1				1				1				1
58			1			1			1				1			1	1						1		
59			1			1			1		1				1		1					1			
60			1			1			1				1								1		1		
61			1			1			1				1				1				1				1
62										1						1				1		1			
63	1			1					1				1							1		1			
64			1			1			1				1							1					1
65			1			1			1				1						1				1		
66			1			1			1				1							1					1
67			1			1			1				1							1					1
68			1			1							1							1					1
69			1			1			1				1							1					1
70			1			1			1				1							1					1
71	1				1			1					1							1			1		
72	1			1				1			1					1	1					1			
73		1				1			1				1							1			1		
74						1							1							1					1
75			1			1	1				1					1				1					1
76			1			1			1				1							1			1		
77			1			1			1				1							1					1
78							1						1		1			1							

Legende: 1 = markiert einen Profilwert (PW) als vorhanden

Anhang C: Konvertierungstabellen der Testrohwerte in Profilwerte

Taktiler Formerkennen (TFE) taktile Modalität – Punkte gesamt – 20 – 59 Jahre

Statistiken Kontrollgruppe (N=56) TFE taktil Punkte 20-59 J.

		22tt_PuG	22tt_S1P	22tt_S2P	22tt_S3P
N	Gültig	38	38	38	38
	Fehlend	0	0	0	0
Mittelwert		68,76	22,34	24,55	21,87
Standardfehler des Mittelwertes		,94	,54	,17	,59
Median		70,00	23,00	25,00	23,00
Standardabweichung		5,78	3,30	1,06	3,66
Varianz		33,43	10,88	1,12	13,36
Schiefe		-1,237	-1,326	-2,749	-1,315
Standardfehler der Schiefe		,383	,383	,383	,383
Spannweite		24	12	5	14
Minimum		51	13	20	11
Maximum		75	25	25	25
Perzentile	10	62,90	16,00	23,00	16,00
	20	64,00	19,80	24,60	19,00
	25	64,75	21,00	25,00	19,75
	30	66,40	21,00	25,00	21,00
	40	68,00	23,00	25,00	23,00
	50	70,00	23,00	25,00	23,00
	60	71,00	25,00	25,00	23,00
	70	73,00	25,00	25,00	25,00
	75	73,00	25,00	25,00	25,00
	80	75,00	25,00	25,00	25,00
90	75,00	25,00	25,00	25,00	
100	75,00	25,00	25,00	25,00	

a. Altersgruppen TFE Kontrollen = 20-59 Jahre

Alter 20-59 Jahre Median 70 SD 6

PW	Bewertung	TFE Punkte taktil
4	Alltagsnorm	63 - 75
3	leicht gestört	57 - 62
2	deutlich gestört	51 - 56
1	schwer gestört	<= 50
0	nicht testbar	ohne

Max: 75

Alter 20-59 Jahre Median 23 SD 4 Median 25 SD 1 Median 23 SD 4

PW	Bewertung	TFE Punkte S 1 taktil	TFE Punkte S 2 taktil	TFE Punkte S 3 taktil
4	Alltagsnorm	20 - 25	24 - 25	19 - 25
3	leicht gestört	16 - 19	23	15 - 18
2	deutlich gestört	12 - 15	22	11 - 14
1	schwer gestört	<= 14	<= 21	<= 13
0	nicht testbar	ohne	ohne	ohne

Max: 25

Max: 25

Max: 25

TFE taktile Modalität - Punkte gesamt - 60 – 80 Jahre

Statistiken Kontrollgruppe (N=56) TFE taktil Punkte 60-80 J.

		22tt_PuG	22tt_S1P	22tt_S2P	22tt_S3P
N	Gültig	18	18	18	18
	Fehlend	0	0	0	0
Mittelwert		60,44	18,44	23,89	18,11
Standardfehler des Mittelwertes		2,35	1,25	,49	1,12
Median		64,50	20,50	25,00	19,50
Standardabweichung		9,99	5,29	2,08	4,76
Varianz		99,79	28,03	4,34	22,69
Schiefe		-1,018	-1,683	-1,767	-,860
Standardfehler der Schiefe		,536	,536	,536	,536
Spannweite		35	20	6	18
Minimum		36	3	19	7
Maximum		71	23	25	25
Perzentile	10	45,90	10,20	19,00	10,60
	20	50,60	14,60	22,60	13,00
	25	51,00	15,75	23,00	13,75
	30	54,50	16,70	24,40	15,40
	40	60,00	19,00	25,00	19,00
	50	64,50	20,50	25,00	19,50
	60	66,20	21,00	25,00	20,40
	70	69,00	21,60	25,00	21,00
	75	69,00	23,00	25,00	21,00
	80	69,00	23,00	25,00	21,40
90	69,20	23,00	25,00	23,20	
100	71,00	23,00	25,00	25,00	

a. Altersgruppen TFE Kontrollen = 60-80 Jahre

Alter 60-80 Jahre Median 64 SD 10

PW	Bewertung	TFE Punkte taktil
4	Alltagsnorm	53 - 75
3	leicht gestört	43 - 52
2	deutlich gestört	33 - 42
1	schwer gestört	<= 32
0	nicht testbar	ohne

Max: 75

Alter 60-80 Jahre Median 20 SD 6 Median 25 SD 2 Median 19 SD 5

PW	Bewertung	TFE Punkte S 1 taktil	TFE Punkte S 2 taktil	TFE Punkte S 3 taktil
4	Alltagsnorm	15 - 25	23 - 25	14 - 25
3	leicht gestört	9 - 14	21 - 22	8 - 13
2	deutlich gestört	3 - 8	19 - 20	2 - 7
1	schwer gestört	<=2	<=18	<=1
0	nicht testbar	ohne	ohne	ohne

Max: 25

Max: 25

Max: 25

TFE taktil Modalität – Punkte gesamt Reihenfolgen

Statistiken Kontrollgruppe (N=56) Taktiles Formerkennen taktile Modalität Reihenfolgen
20 - 80 Jahre

		22tt_RfG	22tt_S1R	22tt_S2R	22tt_S3R
N	Gültig	56	56	56	56
	Fehlend	0	0	0	0
Mittelwert		12,45	4,38	4,16	3,91
Standardfehler des Mittelwertes		,59	,18	,24	,25
Median		15,00	5,00	5,00	5,00
Standardabweichung		4,41	1,37	1,78	1,85
Varianz		19,49	1,88	3,16	3,43
Schiefe		-1,713	-2,394	-1,786	-1,451
Standardfehler der Schiefe		,319	,319	,319	,319
Spannweite		15	5	5	5
Minimum		0	0	0	0
Maximum		15	5	5	5
Perzentile	10	4,70	2,40	,00	,00
	20	9,40	4,00	3,80	2,40
	25	12,00	4,25	5,00	4,00
	30	14,00	5,00	5,00	4,00
	40	14,00	5,00	5,00	5,00
	50	15,00	5,00	5,00	5,00
	60	15,00	5,00	5,00	5,00
	70	15,00	5,00	5,00	5,00
	75	15,00	5,00	5,00	5,00
	80	15,00	5,00	5,00	5,00
	90	15,00	5,00	5,00	5,00
	100	15,00	5,00	5,00	5,00

Alter 20-80 Jahre

Median 15 SD 5

PW	Bewertung	TFE Reihenfolgen taktil
4	Alltagsnorm	10 - 15
3	leicht gestört	5 - 9
2	deutlich gestört	1 - 4
1	schwer gestört	0
0	nicht testbar	ohne

Max: 75

Alter 20-80 Jahre

Median 5 SD 2

Median 5 SD 2

Median 5 SD 2

PW	Bewertung	TFE Punkte taktil	TFE Reihenfolgen taktil	TFE Punkte vis-takt.
4	Alltagsnorm	3 - 5	3 - 5	3 - 5
3	leicht gestört	2	2	2
2	deutlich gestört	1	1	1
1	schwer gestört	0	0	0
0	nicht testbar	ohne	ohne	ohne

Max: 5

Max: 5

Max: 5

TFE visuell- taktile Modalität – Punkte gesamt je Serie

Statistiken Kontrollgruppe (N=56) TFE visuell-taktile Modalität 20-80 Jahre

		22vt_PuG	22vt_S1P	22vt_S2P	22vt_S3P
N	Gültig	56	56	56	56
	Fehlend	0	0	0	0
Mittelwert		73,66	24,45	25,00	24,21
Standardfehler des Mittelwertes		,25	,16	,00	,17
Median		75,00	25,00	25,00	25,00
Standardabweichung		1,87	1,23	,00	1,30
Varianz		3,50	1,52	,00	1,70
Schiefe		-1,315	-2,247		-1,845
Standardfehler der Schiefe		,319	,319	,319	,319
Spannweite		6	5	0	6
Minimum		69	20	25	19
Maximum		75	25	25	25
Perzentile	10	70,70	23,00	25,00	23,00
	20	73,00	23,80	25,00	23,00
	25	73,00	25,00	25,00	23,00
	30	73,00	25,00	25,00	23,00
	40	73,00	25,00	25,00	25,00
	50	75,00	25,00	25,00	25,00
	60	75,00	25,00	25,00	25,00
	70	75,00	25,00	25,00	25,00
	75	75,00	25,00	25,00	25,00
	80	75,00	25,00	25,00	25,00
	90	75,00	25,00	25,00	25,00
	100	75,00	25,00	25,00	25,00

Alter 20-80 Jahre Median 75 SD 3

PW	Bewertung	TFE Punkte Vis-takt.
4	Alltagsnorm	71 - 75
3	leicht gestört	68 - 70
2	deutlich gestört	65 - 67
1	schwer gestört	<= 64
0	nicht testbar	ohne

Max: 75

Alter 20-80 Jahre

Median 25 SD 2

Median 25 SD 0

Median 25 SD 2

PW	Bewertung	TFE Punkte S 1 visuell- taktil	TFE Punkte S 2 visuell- taktil	TFE Punkte S 3 visuell- taktil
4	Alltagsnorm	23 - 25	24 - 25	23 - 25
3	leicht gestört	21 - 22	23	21 - 22
2	deutlich gestört	19 - 20	22	19 - 20
1	schwer gestört	<=18	<=21	<=18
0	nicht testbar	ohne	ohne	ohne

Max: 25

Max: 25

Max: 25

Taktiles Formenvergleich (TFV)

TFV Punkte gesamt und Punkte pro Serie – 20 – 59 Jahre

Statistiken Kontrollgruppe (N=56) TFV Punkte 20 - 59 Jahre

		TFV Punkte gesamt	21_S1Pu	21_S2Pu	21_S3Pu
N	Gültig	36	36	36	36
	Fehlend	0	0	0	0
Mittelwert		67,69	21,31	23,03	23,36
Standardfehler des Mittelwertes		1,44	,98	,48	,50
Median		71,00	23,00	25,00	25,00
Standardabweichung		8,62	5,86	2,86	3,03
Varianz		74,28	34,33	8,20	9,15
Schiefe		-1,770	-2,516	-1,800	-3,376
Standardfehler der Schiefe		,393	,393	,393	,393
Spannweite		35	24	12	16
Minimum		40	1	13	9
Maximum		75	25	25	25
Perzentile	10	54,70	14,70	18,00	21,00
	20	63,00	19,00	21,00	21,80
	25	65,00	21,00	21,50	23,00
	30	67,10	21,00	23,00	23,00
	40	69,00	22,60	23,00	23,00
	50	71,00	23,00	25,00	25,00
	60	71,00	25,00	25,00	25,00
	70	73,00	25,00	25,00	25,00
	75	74,50	25,00	25,00	25,00
	80	75,00	25,00	25,00	25,00
90	75,00	25,00	25,00	25,00	
100	75,00	25,00	25,00	25,00	

Alter 20-59 Jahre

Median 71 SD 9

PW	Bewertung	TFV Punkte
4	Alltagsnorm	61 – 75
3	leicht gestört	52 – 60
2	deutlich gestört	43 – 51
1	schwer gestört	<= 42
0	nicht testbar	ohne

Max: 75

Alter 20-59 Jahre

Median 23 SD 6

Median 25 SD 3

Median 25 SD 3

PW	Bewertung	TFV Serie 1 Punkte	TFV Serie 2 Punkte	TFV Serie 3 Punkte
4	Alltagsnorm	16 -25	22 – 25	21 -25
3	leicht gestört	9 -15	19 -21	18 – 20
2	deutlich gestört	3 – 8	16 - 18	14 – 17
1	schwer gestört	<= 2	<= 15	<=16
0	nicht testbar	ohne	ohne	ohne

Max: 25

Max: 25

Max: 25

(Der Test wurde mit 60-80-Jährigen nicht durchgeführt.)

TFV Reihenfolgen gesamt und Punkte pro Serie

Statistiken Kontrollgruppe (N = 56) TFV Reihenfolgen

		TFV Reihenfolgen ges.	21_S1Rf	21_S2Rf	21_S3Rf
N	Gültig	36	36	36	36
	Fehlend	0	0	0	0
Mittelwert		14,25	4,72	4,64	4,89
Standardfehler des Mittelwertes		,22	,12	,14	5,31E-02
Median		15,00	5,00	5,00	5,00
Standardabweichung		1,32	,74	,83	,32
Varianz		1,74	,55	,69	,10
Schiefe		-1,999	-3,955	-2,978	-2,584
Standardfehler der Schiefe		,393	,393	,393	,393
Spannweite		5	4	4	1
Minimum		10	1	1	4
Maximum		15	5	5	5
Perzentile	10	11,70	4,00	3,70	4,00
	20	14,00	4,40	4,00	5,00
	25	14,00	5,00	5,00	5,00
	30	14,00	5,00	5,00	5,00
	40	15,00	5,00	5,00	5,00
	50	15,00	5,00	5,00	5,00
	60	15,00	5,00	5,00	5,00
	70	15,00	5,00	5,00	5,00
	75	15,00	5,00	5,00	5,00
	80	15,00	5,00	5,00	5,00
90	15,00	5,00	5,00	5,00	
100	15,00	5,00	5,00	5,00	

Alter 20-59 Jahre Median 15 SD 2

PW	Bewertung	TFV Reihenfolgen
4	Alltagsnorm	13 -15
3	leicht gestört	11 -12
2	deutlich gestört	9 -10
1	schwer gestört	<=8
0	nicht testbar	ohne

Max: 15

Alter 20-59 Jahre Median 5 SD 1 Median 5 SD 1 Median 5 SD 1

PW	Bewertung	TFV Serie 1 Reihenf.	TFV Serie 2 Reihenf.	TFV Serie 3 Reihenf.
4	Alltagsnorm	4-5	4-5	4-5
3	leicht gestört	3	3	3
2	deutlich gestört	2	2	2
1	schwer gestört	<=1	<=1	<=1
0	nicht testbar	ohne	ohne	ohne

Max: 5

Max:5

Max: 5

Stereognosie für Alltagsgegenstände (STAG)

Statistiken Kontrollgruppe Stereognosie für Alltagsgegenstände
(STAG 20 - 80 Jahre)

		20_StagR	20_StagL
N	Gültig	56	56
	Fehlend	0	0
Mittelwert		11,93	11,96
Standardfehler des Mittelwertes		5,00E-02	3,57E-02
Median		12,00	12,00
Standardabweichung		,37	,27
Varianz		,14	7,14E-02
Schiefe		-5,142	-7,483
Standardfehler der Schiefe		,319	,319
Spannweite		2	2
Minimum		10	10
Maximum		12	12
Perzentile	10	12,00	12,00
	20	12,00	12,00
	25	12,00	12,00
	30	12,00	12,00
	40	12,00	12,00
	50	12,00	12,00
	60	12,00	12,00
	70	12,00	12,00
	75	12,00	12,00
	80	12,00	12,00
	90	12,00	12,00
	100	12,00	12,00

*Alter 20-80 Jahre**Median 12 SD 1**Median 12 SD 1*

PW	Bewertung	STAG rechte Hand	STAG linke Hand
4	Alltagsnorm	11 - 12	11 - 12
3	leicht gestört	10	10
2	deutlich gestört	9	9
1	schwer gestört	<= 8	<= 8
0	nicht testbar	ohne	ohne

Max: 12

Max: 12

2- Punkt- Diskrimination (2-PD)

2-PD Punkte gesamt – 20 – 59 Jahre

Statistiken Kontrollgruppe 20 - 59 J. 2 Punkt Diskrimination

		20_2PReH	20_2PLiH
N	Gültig	38	38
	Fehlend	0	0
Mittelwert		19,71	19,84
Standardfehler des Mittelwertes		,12	8,02E-02
Median		20,00	20,00
Standardabweichung		,73	,49
Varianz		,54	,24
Schiefe		-3,848	-3,197
Standardfehler der Schiefe		,383	,383
Spannweite		4	2
Minimum		16	18
Maximum		20	20
Perzentile	10	19,00	19,00
	20	19,00	20,00
	25	20,00	20,00
	30	20,00	20,00
	40	20,00	20,00
	50	20,00	20,00
	60	20,00	20,00
	70	20,00	20,00
	75	20,00	20,00
	80	20,00	20,00
	90	20,00	20,00
100	20,00	20,00	

a. Altersgruppen Sensibilität Kontrollen = 20-59 Jahre

(Wegen des Altereffekts werden 2 Altergruppen gebildet)

<i>Alter 20-59 Jahre</i>		<i>Median 20 SD 1</i>	
PW	Bewertung	2 - PD rechte Hand	2 - PD linke Hand
4	Alltagsnorm	19 -20	19 -20
3	leicht gestört	18	18
2	deutlich gestört	17	17
1	schwer gestört	<= 16	<= 16
0	nicht testbar	ohne	ohne

Max: 20

Max: 20

2-PD Punkte gesamt - 60 – 80 Jahre

Statistiken Kontrollgruppe 60-80 J. 2 Punkt Diskrimination

		20_2PReH	20_2PLiH
N	Gültig	18	18
	Fehlend	0	0
Mittelwert		19,22	19,44
Standardfehler des Mittelwertes		,31	,20
Median		20,00	20,00
Standardabweichung		1,31	,86
Varianz		1,71	,73
Schiefe		-1,524	-1,709
Standardfehler der Schiefe		,536	,536
Spannweite		4	3
Minimum		16	17
Maximum		20	20
Perzentile	10	16,90	17,90
	20	17,80	19,00
	25	18,75	19,00
	30	19,00	19,00
	40	20,00	19,60
	50	20,00	20,00
	60	20,00	20,00
	70	20,00	20,00
	75	20,00	20,00
	80	20,00	20,00
	90	20,00	20,00
	100	20,00	20,00

a. Altersgruppen Sensibilität Kontrollen = 60-80 Jahre

<i>Alter 60-80 Jahre</i>		<i>Median 20 SD 2</i>	<i>Median 20 SD 1</i>
PW	Bewertung	2 - PD rechte Hand	2 - PD linke Hand
4	Alltagsnorm	18 – 20	19 -20
3	leicht gestört	16 – 17	18
2	deutlich gestört	14 – 15	17
1	schwer gestört	<=13	<= 16
0	nicht testbar	ohne	ohne
		Max: 20	Max: 2

Anhang D: Tabellen zum Ergebnisteil

Tabelle D-1

Händigkeit bei Patienten (N=78)

Ausführung	Häufigkeit	Prozent
nur rechte Hand	9	11,5
nur linke Hand	12	15,4
beide Hände	57	73,1
Gesamt	78	100,0

Tabelle D-2

Händigkeit und Testleistung im TFE tt bei Patienten (N=71)

Abhängige Variable: TFE tt Punkte gesamt

TFE Hände	Mittelwert	Standardabweichung	N
rechte Hand	45,44	15,80	9
linke Hand	46,33	19,71	9
beide Hände	55,87	20,76	53
Gesamt	53,34	20,30	71

Tabelle D-3

Vergleich Kontrollgruppe - Patientengruppe in den Hauptvariablen von 4 Tests

Testvariable	Stichprobe						Signifikanz ^a	(n=) ^b
	Kontrollgruppe			Patientengruppe				
	M	MD	SD	M	MD	SD		
TFE taktil Punkte gesamt	66,09	68,50	8,29	53,34	61,00	20,30	p= .001 ***	N=71
TFE taktil Reihenfolgen gesamt	12,45	15,00	4,41	9,87	13,00	6,10	p= .004 **	N=71
TFE visuell-taktil Punkte gesamt	73,66	75,00	1,87	68,67	73,00	11,02	p< .001 ***	N=78
TFV Punkte gesamt	67,69	71,00	8,62	54,54	58,50	16,39	p< .001 ***	N=28
TFV Reihenfolgen gesamt	14,25	15,00	1,32	13,14	15,00	3,67	.371 n.s.	N=28
STAG rechte Hand	11,93	12,00	,37	10,91	12,00	2,39	p< .001 ***	N=67
STAG linke Hand	11,96	12,00	,27	11,05	12,00	2,15	p< .001 ***	N=64
2-PD rechte Hand	19,55	20,00	,97	18,75	19,50	2,01	p= .016 *	N=29
2-PD linke Hand	19,71	20,00	,65	19,00	20,00	1,87	p= .019 *	N=33

Legende: M= Mittelwert; MD= Median; SD= Standardabweichung

a. Mann-Whitney-U Test

b. Anzahl Fälle untersuchter Patienten

Tabelle D-4

Verteilung der Leistungsstufen (Profilwerte) in den Stichproben bei den Haupttestvariablen

Testvariable	Profilwert	Stichprobe			
		Kontrollgruppe		Patienten	
		Anzahl	Spalten%	Anzahl	Spalten%
TFE taktil	1	1	1,8%	24	33,8%
Punkte gesamt	2	3	5,4%	5	7,0%
	3	4	7,1%	10	14,1%
	4	48	85,7%	32	45,1%
	Gültige Fälle	56	100,0%	71	100,0%
TFE taktil	1	2	3,6%	14	19,7%
Reihenfolgen gesamt	2	3	5,4%	6	8,5%
	3	6	10,7%	4	5,6%
	4	45	80,4%	47	66,2%
	Gültige Fälle	56	100,0%	71	100,0%
TFE visuell-taktil	1			13	16,7%
Punkte gesamt	2			9	11,5%
	3	5	8,9%	7	9,0%
	4	51	91,1%	49	62,8%
	Gültige Fälle	56	100,0%	78	100,0%
TFV	1	1	2,8%	5	17,9%
Punkte gesamt	2	2	5,6%	4	14,3%
	3	3	8,3%	6	21,4%
	4	30	83,3%	13	46,4%
	Gültige Fälle	36	100,0%	28	100,0%
TFV PW	1			3	10,7%
Reihenf.gesamt	2	1	2,8%		
	3	3	8,3%	3	10,7%
	4	32	88,9%	22	78,6%
	Gültige Fälle	36	100,0%	28	100,0%
STAG	1			6	9,0%
rechte Hand	3	2	3,6%	7	10,4%
	4	54	96,4%	54	80,6%
	Gültige Fälle	56	100,0%	67	100,0%
STAG	1			6	9,4%
linke Hand	2			1	1,6%
	3	1	1,8%	6	9,4%
	4	55	98,2%	51	79,7%
	Gültige Fälle	56	100,0%	64	100,0%
2 PD	1	1	1,8%	3	10,3%
rechte Hand	3	3	5,4%	3	10,3%
	4	52	92,9%	23	79,3%
	Gültige Fälle	56	100,0%	29	100,0%
2 PD PW linke	1			4	12,1%
Hand	2	1	1,8%		
	3	3	5,4%	1	3,0%
	4	52	92,9%	28	84,8%
	Gültige Fälle	56	100,0%	33	100,0%

Tabelle D-5

**Überprüfung der Häufung von Kontrollpersonen bzw. Patienten in Leistungsstufen
(Profilwerten) auf Signifikanz**

Test- variable	Stich- probe	Standardisierte Residuen der Kreuztabelle in den Stufen				Chi- Quadrat nach Pearson			Korrelation nach Spearman	
		PW 1	PW 2	Pw 3	Pw4	F	df	Sign.	Korr	Sign.
TFE tt Aufgabenerfolg	Kon	- 3,0			+ 2,7	26,023	3	p< .001	-. 442	p< .001
	Pat	+ 2,7			- 1,9					
TFE tt Reihenfolgen	Kon	- 1,9				8,795	3	p= .032	-. 191	p= .032
	Pat	+1,7								
TFE vt Aufgabenerfolg	Kon	- 2,3	- 1,9			19,281	3	p< .001	-. 344	p< .001
	Pat	+ 2,0								
TFV Aufgabenerfolg	Kon	- 1,3			+ 1,2	10,214	3	p= .017	-. 396	p= .001
	Pat	+ 1,5			- 1,3					
TFV Reihenfolgen	Kon							n.s.		n.s.
	Pat									
STAG rechte Hand	Kon	- 1,7				7,857	2	p= .020	- 245	p= .006
	Pat	+ 1,5								
STAG linke Hand	Kon	- 1,7				10,235	3	p= .017	- 290	P= .001
	Pat	+ 1,6								
2- PD rechte Hand	Kon							n.s		n.s.
	Pat									
2- PD linke Hand	Kon	- 1,6				7,775	3	p= .051		n.s.
	Pat	+ 2,1								

Legende: Kon = Kontrollgruppe (N=56) , Pat = Patientengruppe (N=78)

^a Kreuztabellen mit Chi-Quadrat -Test nach Pearson und Rangkorrelationen nach Spearman

Tabelle D-6

Mittelwerte und Standardabweichungen (Prozent Gesamtpunkte) der Hauptvariablen in der Kontrollgruppe und Patientengruppe

	Kontrollgruppe			Patienten		
	Fälle	M	SD	Fälle	M	SD
TFV Punkte %	36	90,26	11,49	28	72,71	21,84
TFE tt Punkte %	56	88,12	11,05	71	71,11	27,07
STAG ReH %	56	99,40	3,12	69	90,94	19,89
STAG LiH %	56	99,70	2,23	65	92,05	17,94
2-PD ReH %	56	97,77	4,85	28	93,75	10,05
2-PD LiH %	56	98,57	3,26	33	95,00	9,35
TFE vt Punkte %	56	98,21	2,49	78	91,55	14,69

M= Mittelwert ; SD= Standardabweichung

a. Wilcoxon-Test

b. Testrohre in Prozentwerte umgerechnet

Tabelle D- 7

Varianzanalyse auf Unterschiede in der Komplexität von Testaufgaben und Untertestserien

Quelle der Varianz	Stichprobe							
	Kontrollgruppe				Patientengruppe			
	N	df	F	Signifikanz	N	df	F	Signifikanz
TFE tt * TFV * STAG * 2-PD	36	5	8,195	p< .001 ***	20	5	8,097	p= .001 ***
TFE tt * TFV	36	1	,997	n.s.	28	1	10,537	p= .003 *
STAG * 2-PD	56	3	2,570	n.s.	25	3	,559	n.s.
TFE tt S1 * S2 * S3	56	2	26,422	p< .001 ***	71	2	36,698	p< .001 ***
TFE vt S1 * S2 * S3	56	2	14,341	p< .001 ***	78	2	14,569	p< .001 ***
TFV S1 * S2 * S3	36	2	2,023	n.s.	28	2	,728	n.s.
TFE tt * TFE vt	56	1	52,243	p< .001 ***	71	1	69,002	p< .001 ***
TFV * TFE vt	36	1	19,493	p< .001 ***	28	1	41,764	p< .001 ***

a.

Varianzanalyse mit Meßwiederholung - Faktorstufen " Aufgabenkomplexität" sind Testaufgaben

b. Multivariate Tests Pillai-Spur

Tabelle D- 8

**Paarweise Prüfung auf Unterschiede (Prozent
Aufgabenerfolg) zwischen Tests innerhalb der
Kontrollgruppe und der Patientengruppe**

Test - Paare (Hauptvariablen)	Kontrollgruppe (N=56) Signifikanz (2-seitig) ^a	Patienten (N=78) Signifikanz (2-seitig) ^b
TFE tt - TFV	n.s.	p= .002 **
TFE vt - TFV	p< .001***	p< .001***
TFE vt - TFE tt	p< .001***	p< .001***
TFE tt - STAG ReH	p< .001***	p< .000***
TFE tt - STAG LiH	p< .001***	p< .001***
TFE vt - STAG ReH	p= .001***	n.s.
TFE vt - STAG LiH	p< .001***	n.s.
TFV - STAG ReH	p< .001***	p= .045 *
TFV - STAG LiH	p< .001***	p< .001***
TFE tt - 2-PD ReH	p< .001***	p< .001***
TFE tt - 2-PD LiH	p< .001***	p< .001***
TFE vt - 2-PD ReH	n.s.	n.s.
TFE vt - 2-PD LiH	n.s.	n.s.
TFV - 2-PD ReH	p< .001***	p< .001***
TFV - 2-PD LiH	p< .001***	p< .001***
STAG ReH - 2-PD ReH	p= .030 *	n.s.
STAG LiH - 2-PD LiH	p= .030 *	n.s.
STAG LiH - STAG ReH	n.s.	n.s.
2-PD LiH - 2-PD ReH	n.s.	n.s.

a. abweichende Fälle bei TFV n=36

b. abweichende Fälle bei TFV n= 28; TFE tt n=71; STAG reH
n= 69; STAG liH n= 65; 2-PD reH n= 28; 2-PD liH n=33

c. Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben

Tabelle D-9

Mittelwerte und Standardabweichung in den Serien von TFE und TFV

	Stichprobe	MW	StA	N
TFE tt S1 Punkte	Kontrollgruppe	22,44	3,18	56
	Patienten 1+2	19,32	6,78	71
TFE tt S2 Punkte	Kontrollgruppe	24,53	1,08	56
	Patienten 1+2	23,29	3,08	71
TFE tt S3 Punkte	Kontrollgruppe	21,92	3,72	56
	Patienten 1+2	18,07	6,47	71
TFE vt S1 Punkte	Kontrollgruppe	24,36	1,42	56
	Patienten 1+2	24,43	,92	78
TFE vt S2 Punkte	Kontrollgruppe	25,00	,00	56
	Patienten 1+2	24,93	,38	78
TFE vt S3 Punkte	Kontrollgruppe	24,22	1,20	56
	Patienten 1+2	24,29	1,36	78
TFV S1 Punkte	Kontrollgruppe	21,31	5,86	36
	Patienten 1+2	18,86	6,44	28
TFV S2 Punkte	Kontrollgruppe	23,03	2,86	36
	Patienten 1+2	18,39	5,99	28
TFV S3 Punkte	Kontrollgruppe	23,36	3,03	36
	Patienten 1+2	17,29	7,15	28

Tabelle D-10

**Paarweise Prüfung auf Unterschiede zwischen Serien bei TFE
und TFV^a**

Paarweise Vergleiche Serien	Kontrollgruppe (N=56) ^b	Patienten 1+2 (N=78) ^c
TFE tt S1 - TFE S2	p< .001***	p< .001***
TFE tt S2 - TFE S3	p< .001***	p< .001***
TFE tt S1 - TFE S3	n.s.	n.s.
		,
TFE vt S1 - S2	p< .001***	p= .001***
TFE vt S2 - S3	p< .001***	p< .001***
TFE vt S1 - S3	n.s.	n.s.
		,
TFV S1 - S2	n.s.	n.s.
TFV S2 - S3	n.s.	n.s.
TFV S1 - S3	n.s.	n.s.

a. Post-hoc paarweiser Vergleich aus Varianzanalyse mit Meßwiederholung

b. abweichende Fallzahl bei TFV N= 36

c. abweichende Fallzahl bei TFE tt N=71 und TFV N= 28

Tabelle D-11

Mittelwerte und Standardabweichungen für die haptischen Tests mit Reihenfolgen

	Stichprobe	n ^c	M ^a	SD ^b
TFE tt Punkte gesamt	Kontrollgruppe	56	66,09	8,29
	Patienten1	53	53,34	20,30
TFE tt Reihenfolgen gesamt	Kontrollgruppe	56	12,45	4,41
	Patienten1	53	9,87	6,10
TFE vt Punkte gesamt	Kontrollgruppe	56	73,66	1,87
	Patienten1	60	68,67	11,02
TFV Punkte gesamt	Kontrollgruppe	36	67,69	8,82
	Patienten1	10	54,54	16,39
TFV Reihenfolgen ges.	Kontrollgruppe	36	14,24	1,32
	Patienten1	10	13,14	3,67

a. M= Mittelwert
b. SD= Standardabweichung
c. n= Fälle aus der Stichprobe

Tabelle D-12

Reihenfolgen (PW) und Gesamtpunkte (Rohwerte) im TFE und TFV

Reihenfolgen Profilwerte		Gesamtpunkte (Aufgabenerfolg)					
		Kontrollgruppe			Patientengruppe		
		MW ^a	SD ^b	Anzahl	MW	StA	Anzahl
TFE taktil	PW 1	50,0	4,2	2	25,3	15,0	14
	PW 2	56,0	17,3	3	49,0	15,6	6
	PW 3	70,0	4,5	6	47,5	15,7	4
	PW 4	67,0	6,9	45	62,7	13,6	47
TFV taktil	PW 1	,	,		28,3	14,0	3
	PW 2	63,0	,	1	,	,	
	PW 3	57,0	9,2	3	54,3	8,0	3
	PW 4	68,8	8,1	32	58,1	14,4	22

a. MW = Mittelwert
b. SD = Standardabweichung

Tabelle D-13

Chi- Quadrat- Test				
TFE PW Reihenfolgen x TFE PW Punkte gesamt				
	Kontrollgruppe (n=56)		Patientengruppe (n= 71)	
	Pearson- R	Spearman- r	Pearson- R	Spearman- r
Wert	.342	.236	.652	.646
Signifikanz	p< .01	n.s.	p< .001	p< .001

Tabelle D-14

Chi- Quadrat- Test				
TFV PW Reihenfolgen x TFV PW Punkte gesamt				
	Kontrollgruppe (n=56)		Patientengruppe (n= 71)	
	Pearson- R	Spearman- r	Pearson- R	Spearman- r
Wert	.155	.236	.481	.393
Signifikanz	n.s.	n.s.	p< .01	n. s.

Tabelle D-15

Varianzanalyse für Reihenfolgen (PW) im Taktilem Formerkennen (TFE tt)						
Quelle der Varianz	Kontrollgruppe (n=56)			Patientengruppe (n=71)		
	df	F	Signifikanz	df	F	Signifikanz
TFE Rf PW x TFE Pu PW	3	4,140	P< .01	3	16,835	P< .001

Anmerkungen: TFE RF PW = Profilwert Reihenfolgen im TFE; TFE Pu PW = Profilwert Punkte gesamt im TFE

Tabelle D-16

**Häufigkeiten Personen (Anzahl und %) in den Feldern der
Kreuztabelle im Taktilen Formerkennungstest der
Kontrollgruppe**

	PW 1 n (%) ^b	PW 2 n (%)	PW 3 n (%)	PW 4 n (%)
PW 1 ^a	0 (0)	1 (1,8)	1 (1,8)	0 (0)
PW 2	0 (0)	1 (1,8)	0 (0)	2 (3,6)
PW 3	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (5,1)
PW 4	1 (1,8)	1 (1,8)	3 (5,4)	40 (71)

- a. Profilwerte für Reihenfolgen TFE tt
- b. Profilwerte für Profilwerte für Gesamtpunkte
- c. Chi- Quadrat Test

Tabelle D-17

**Standardisierte Residuen in den Feldern der Kreuztabelle
im Taktilen Formerkennungstest der Kontrollgruppe**

	PW 1 n (%) ^b	PW 2 n (%)	PW 3 n (%)	PW 4 n (%)
PW 1 ^a	-	2,7	2,3	-
PW 2	-	2,1	-	-
PW 3	-	-	-	-
PW 4	-	-	-	-

- a. Profilwerte für Reihenfolgen TFE tt
- b. Profilwerte für Profilwerte für Gesamtpunkte
- c. Chi- Quadrat Test

Tabelle D-18

Häufigkeiten Personen (Anzahl und %) in den Feldern der Kreuztabelle im taktilen Formerkennungstest der Patienten^a

	PW 1 n (%) ^c	PW 2 n (%)	PW 3 n (%)	PW 4 n (%)
PW 1 ^b	13 (18,3)	0 (0)	1 (1,4)	0 (0)
PW 2	4 (5,6)	0 (0)	0 (0)	2 (2,8)
PW 3	1 (1,4)	1 (1,4)	2 (2,8)	0 (0)
PW 4	6 (8,5)	4 (5,6)	7 (9,9)	30 (42,3)

Erklärung

- a. Chi- Quadrat- Test
- b. Profilwert für Reihenfolgen
- c. Profilwert für Gesamtpunkte

Tabelle D-19

Standardisierte Residuen in den Feldern der Kreuztabelle im taktilen Formerkennungstest der Patienten^a

	PW 1 n (%) ^c	PW 2 n (%)	PW 3 n (%)	PW 4 n (%)
PW 1 ^b	3,8	-	-	-2,5
PW 2	-	-	-	-
PW 3	-	-	1,9	-
PW 4	-2,5	-	-	1,9

Erklärung

- a. Chi- Quadrat- Test
- b. Profilwert für Reihenfolgen
- c. Profilwert für Gesamtpunkte

Tabelle D-20

**Häufigkeiten Personen (Anzahl und %) in den Feldern der
Kreuztabelle im Taktilem Formenvergleich (TFV) der
Kontrollgruppe**

	PW 1 n (%) ^b	PW 2 n (%)	PW 3 n (%)	PW 4 n (%)
PW 1 ^a	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
PW 2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (2,8)
PW 3	0 (0)	1 (2,8)	1 (2,8)	1 (2,8)
PW 4	1 (2,8)	1 (2,8)	2 (5,6)	28 (77,8)

- a. Profilwerte für Reihenfolgen TFV
- b. Profilwerte für Profilwerte für Gesamtpunkte
- c. Chi- Quadrat Test

Tabelle D-21

**Häufigkeiten Personen (Anzahl und %) in den Feldern der
Kreuztabelle im Taktilem Formenvergleich (TFV) der
Patientengruppe**

	PW 1 n (%) ^b	PW 2 n (%)	PW 3 n (%)	PW 4 n (%)
PW 1 ^a	2 (7,1)	1 (3,6)	0 (0)	0 (0)
PW 2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
PW 3	0 (0)	1 (3,6)	1 (3,6)	1 (3,6)
PW 4	3 (10,7)	2 (7,1)	5 (17,9)	12 (42,9)

- a. Profilwerte für Reihenfolgen TFV
- b. Profilwerte für Profilwerte für Gesamtpunkte
- c. Chi- Quadrat Test

Tabelle D-22

Chi- Quadrat –Tests für Sensibilität (2-PD) und haptische Leistungen

	Kontrollgruppe				Patientengruppe			
	n=	Wert	df	Signifikanz (2-seitig)	n=	Wert	df	Signifikanz (2-seitig)
STAG links x 2-PD links	56	.078	2	p= .962	33	2,541	6	p= .864
STAG rechts x 2-PD rechts	56	.160	2	p= .923	29	8,113	4	p= .088
TFE tt x 2-PD links	56	.718	6	p= .994	33	5,290	6	p= .507
TFE tt x 2-PD rechts	56	5,198	6	p= .519	29	7,807	6	p= .253
TFE vt x 2-PD links	56	keine	-	-	33	keine	-	-
TFE vt x 2-PD rechts	56	keine	-	-	29	keine	-	-
TFV x 2-PD links	36	4,871	3	p= .182	33	16,165	6	p= .013**
TFV x 2-PD rechts	36	.206	3	p= .977	29	13,363	6	p= .038*

Anhang E: Formblätter / Kodierungsformulare der Tests

Taktile Sensibilitätsprüfung – Hände

Patient/in: _____ Datum: _____ Psychologe/in: _____

2-Punkt -Diskrimination (2-PD)

	RH Finger	3 5 2 4 1	5 2 3 1 4	Richtige je Finger	Punkte
	Spitzen	1 2 2 1 2	1 1 2 1 2		
	5 mm				
	6 mm				
Gesamtpunkte					

	LH Finger	3 5 2 4 1	5 2 3 1 4	Richtige je Finger	Punkte
	Spitzen	1 2 2 1 2	1 1 2 1 2		
	5 mm				
	6 mm				
Gesamtpunkte					

Bemerkungen:

Taktile Sensibilität – Hände (Burgau)		Richtige	PW	klinische Bewertung
RH	2-Punkt – Diskrimination			
LH	2-Punkt – Diskrimination			
Punkte gesamt				

Stereognosietest für Alltagsgegenstände (STAG) © DP V.Peschke

Patient/in: _____ Datum: _____ Psychologe/in: _____

Händigkeit vor Ereignis: rechtshändig linkshändig Aphasie: ja nein

		Benennen	Wiedererkennen aus 4 Bildern		Benennen visuell	Pkt.
Rechte Hand	Ring				Federball	
	Pinsel				Tischtennisball	
	Schlüssel				Streichhölzer	
	Schwamm				Bonbon	
	Glühbirne				Gummiband	
	Blumentopf				Korkenzieher	
Punkte						

		Benennen	Wiedererkennen aus 4 Bildern		Benennen visuell	Pkt.
Linke Hand	Tennisball				Teebeutel	
	Klammer				Walnuß	
	Sieb				Batterie	
	Armbanduhr				Stecker	
	Flaschenöffner				Schraube	
	Toil.-Papierrolle				Geldbörse	
Punkte						

Stereognosietest für Alltagsgegenstände (STAG)		BN	WE Bilder	Gesamt Punkte	PW	<u>klinische Bewertung</u>
RH	Taktiler Erkennen rechte Hand					
LH	Taktiler Erkennen linke Hand					

ohne Aphasie 2 Pkt: Benennen 1 Pkt WE Bilder
mit Aphasie 2 Pkt: WE Bilder

nicht testbar (PW 0) :
Hand spastisch geschlossen oder schlaff, ein Umfassen und geführtes Explorieren des Gegenstandes ist nicht möglich

TAKTILES FORMERKENNEN (TFE) (Affolter 1980)

Vorversuch

Patient: _____ Datum: _____ Psychologe/in: _____

1. Durchgang: alle Sequenzen geführt

Bemerkungen:

F				
	2	1		
		2	1	
			2	1
			1	2

2. Durchgang: Führen - aber weiterführen/übernehmen lassen, wenn Patient aktiv wird. Eingreifen/korrigieren, wenn Reihenfolge ausgelassen wird

F	I					Sequenzen selbst begonnen + ausgeführt							I
						1 KF berühren	2 KF leeren 1	3 SF abtasten	4 SF einlegen	5 VF auswählen	6 VF einlegen	7 KF füllen	
													
													
													
													

Legende: H=geführte Hilfe X= Einlegeversuch/ Handlungsfolge spontan ausgeführt

RF _____

Tonus der Hände/ Einsatz der Hände
<input type="checkbox"/> Hände/Finger fest, <input type="checkbox"/> Hände/Finger schlaff/ passiv <input type="checkbox"/> Hände/Finger normal <input type="checkbox"/> nur linke Hand <input type="checkbox"/> nur rechte Hand <input type="checkbox"/> beide Hände

Basis - Interaktionen vorhanden ?
<input type="checkbox"/> Form <u>berühren</u> <input type="checkbox"/> Form <u>umfassen</u> <input type="checkbox"/> Form / Unterlage <u>trennen</u> <input type="checkbox"/> <u>Ortswechsel</u> Form <input type="checkbox"/> Form / Unterl. <u>zusammen</u> <input type="checkbox"/> Form <u>hinein</u> in Kontrollform ----- <input type="checkbox"/> Reihenfolgen 1/5-7 zum Ziel

Testbarkeit
<input type="checkbox"/> instruierbar im Vorversuch <input type="checkbox"/> nicht instruierbar im Vorversuch (kein Ortswechsel mit Einlege- versuch) <input type="checkbox"/> nicht testbar (Abbruch in Serie 1 bei 0 Pkt Formen 1-4)

Scoring Reihenfolgen pro Form: **0**= nur zwingende Sequenzen (1;5-7) keine Umwege (2-4)
1= alle Sequenzen wurden ausgeführt (1-7)

Takt. Formerkennen (TFE) (Affolter, 1980)	topologische Formen S 1 (von 25)	euklidische Formen I S 2 (von 25)	euklidische Formen II S 3 (von 25)	Gesamt- punkte (von 75)	PW	klinische Bewertung
taktil						
taktil-visuell						
visuell						
taktil Reihenfolgen von 5						

TAKTILES FORMERKENNEN (TFE) (Affolter 1980)

taktil-taktil (t-t)

Patient: _____ Datum: _____ Psychologe/in: _____

Serie 1: topologische Formen

RF	F						Pkt	I Sequenzen selbst begonnen + ausgeführt							Pkt. Reihenfolgen
		1	2	3	4	5		6	7						
								1 KF berühren	2 KF leeren 1	3 SF abtasten	4 SF einlegen	5 VF auswählen	6 VF einlegen	7 KF füllen	
															
															
															
															
															

Legende: H=geführte Hilfe X= Einlegeversuch spontan ausgeführt

S 1: _____ Pkt

RF1 _____ Pkt

Serie 2: einfache euklidische Formen

RF	F						Pkt	I Sequenzen selbst begonnen + ausgeführt							Pkt. Reihenfolgen
		1	2	3	4	5		6	7						
								1 KF berühren	2 KF leeren 1	3 SF abtasten	4 SF einlegen	5 VF auswählen	6 VF einlegen	7 KF füllen	
															
															
															
															
															

Legende: H=geführte Hilfe X= Einlegeversuch spontan ausgeführt

S 2: _____ Pkt

RF2 _____ Pkt

Serie 3: komplex euklidische Formen

RF	F						Pkt	I Sequenzen selbst begonnen + ausgeführt							Pkt. Reihenfolgen
		1	2	3	4	5		6	7						
								1 KF berühren	2 KF leeren 1	3 SF abtasten	4 SF einlegen	5 VF auswählen	6 VF einlegen	7 KF füllen	
															
															
															
															
															

Legende: H=geführte Hilfe X= Einlegeversuch spontan ausgeführt

S 3: _____ Pkt

RF3 _____ Pkt

Punkte (t-t) gesamt: _____ Reihenf. Ges.: _____

TAKTILES FORMERKENNEN (TFE) (Affolter 1980) taktil-visuell (t-v) und visuell (v-v)

Patient: _____ Datum: _____ Psychologe/in: _____

Serie 1

t - v

RF	F						Pkt
							
							
							
							
							

Punkte S 1: _____

v - v

RF	F						Pkt
							
							
							
							
							

Punkte S 1: _____

Serie 2

t - v

RF	F						Pkt
							
							
							
							
							

Punkte S 2: _____

v - v

RF	F						Pkt
							
							
							
							
							

Punkte S 2: _____

Serie 3

t - v

RF	F						Pkt
							
							
							
							
							

Punkte S 3: _____

v - v

RF	F						Pkt
							
							
							
							
							

Punkte S 3: _____

Punkte v-t gesamt: _____

Punkte v-v gesamt: _____

Taktiler Formen - Vergleich (TFV) © DP V. Peschke (Burgau)

Patient: _____ Datum: _____ Psychologe/in: _____

Instruktion geführt erste zwei Formen

R F	I 1	I 2	I 3	I 4		1 SF berühren	2 SF abtasten	3 VF auswählen ergreifen	4 VF abtasten	5 VF mit SF zusammen bringen
I 1										
I 2										
I 3										
I 4										

Beobachtungen:

Tonus der Hände/ Einsatz der Hände
<input type="checkbox"/> Hände/Finger fest, <input type="checkbox"/> Hände/Finger schlaff/ passiv; <input type="checkbox"/> Hände/Finger normal <input type="checkbox"/> nur linke Hand <input type="checkbox"/> nur rechte Hand <input type="checkbox"/> beide Hände

Basis - Interaktionen vorhanden ?
<input type="checkbox"/> Form <u>berühren</u> <input type="checkbox"/> Form <u>umfassen</u> <input type="checkbox"/> Form / Unterlage <u>trennen</u> <input type="checkbox"/> Formen <u>zusammenbringen</u> ----- <input type="checkbox"/> zwingende Reihenfolgen 1;2;3;5 zum Ziel

Ergebnis Vorversuch
<input type="checkbox"/> testbar nach Vorversuch <input type="checkbox"/> nicht testbar

<u>Taktiler Formen-Vergleich</u> (Peschke, TZB 1999)	Punkte von 25	Punkte Reihen- folgen	PW	<u>klinische Bewertung</u>
Serie 1				
Serie 2				
Serie 3				
Gesamtpunkte S1 – S3				

Taktiler Formen – Vergleich (TFV) © DP V. Peschke (Burgau)

Patient: _____ Datum: _____ Psychologe/in: _____

Serie 1

Rf	F	1	2	3	4	5	Pkt	1 SF berühren	2 SF abtasten	3 VF auswählen	4 VF abtasten	5 VF / SF zusamm	Pkt Reihen- folgen
	1												
	2												
	3												
	4												
	5												

F= Form Rf = Folge der Darbietung

Serie 2

Rf	F	1	2	3	4	5	Pkt	1 SF berühren	2 SF abtasten	3 VF auswählen	4 VF abtasten	5 VF / SF zusamm	Pkt Reihen- folgen
	1												
	2												
	3												
	4												
	5												

F= Form Rf = Folge der Darbietung

Serie 3

Rf	F	1	2	3	4	5	Pkt	1 SF berühren	2 SF abtasten	3 VF auswählen	4 VF abtasten	5 VF / SF zusamm	Pkt Reihen- folgen
	1												
	2												
	3												
	4												
	5												

F= Form Rf = Folge der Darbietung

Punkte Serie 1: _____ Serie 2: _____ Serie 3: _____ Gesamtpunkte _____
 Reihenf. S 1: _____ S 2: _____ S 3: _____ RF gesamt: _____