

Topographische Orientierung bei Patienten mit erworbener Hirnschädigung

Martina Kindsmüller¹, Andrea Kaindl¹, Uwe Schuri² und Alf Zimmer¹

¹Universität Regensburg,

²Städtisches Krankenhaus München-Bogenhausen, Abteilung für Neuropsychologie

Topographical Orientation in Patients with Acquired Brain Damage

Abstract: A study was conducted to investigate the abilities of topographical orientation in patients with acquired brain damage. The first study investigates the correlation between wayfinding in a hospital setting and various sensory and cognitive deficits as well as the predictability of navigating performance by specific tests, self-rating of orientation ability and rating by staff. The investigation included 35 neuropsychological patients as well as 9 control subjects. Several variables predicted the wayfinding performance reasonably well: memory tests like the one introduced by Muramoto and a subtest of the Rivermead Behavioral Memory Test, the Map Reading Test and the rating by hospital staff. Patients with hemianopia experienced significant difficulty in the task.

Zusammenfassung: Es wird eine Untersuchung vorgestellt, die die topographischen Orientierungsleistungen neuropsychologisch gestörter Patienten zum Inhalt hat. Sie beschäftigt sich mit dem Zusammenhang zwischen dem Wegelernen in einem Klinikgebäude und verschiedenen sensorischen und kognitiven Defiziten sowie mit der Vorhersagbarkeit der Navigationsleistungen durch spezifische Tests sowie Selbst- und Fremdeinschätzungen von Orientierungsleistungen. Hierzu wurde eine Stichprobe von 35 neuropsychologischen Patienten und eine Gruppe von 9 Kontrollpersonen untersucht. Verschiedene Variablen erlaubten eine gute Vorhersage der Navigationsleistung: Gedächtnistests wie das Verfahren von Muramoto und ein Subtest des Alltagsgedächtnistests, der Map Reading Test, Fremdeinschätzungen durch das Pflegepersonal sowie das Vorliegen einer Hemianopsie.

Einleitung

Patienten, die sich im Klinikgebäude verirren, gehören zum Alltag einer neurologischen Rehabilitationsklinik. Es wäre für den Praktiker hilfreich, wenn er solche Schwierigkeiten der topographischen Orientierung mit Hilfe einfacher Tests vorhersagen könnte. Bislang gibt es in der Literatur jedoch keine Berichte über ökologisch valide Tests für diesen Bereich. Auch fehlen differenzierte Konzepte darüber, wie Störungen der topographischen Orientierung effektiv begegnet werden kann. Grundsätzlich kann Rehabilitation zwei Ansatzpunkte haben: Die Modifikation von Verhaltensweisen des Patienten oder eine Veränderung der Umwelt (Zihl, 1988). Voraussetzung für beides ist jedoch ein Verständnis der komplexen Prozesse und Zusammenhänge der am Zustandekommen der Orientierungsleistung im Alltag beteiligten Variablen. Im Folgenden wird eine Arbeit vorgestellt, die sich mit Einflußvariablen im Individuum beschäftigt. Es werden die Zusammenhänge zwischen einer Reihe kognitiver und sensorischer Leistungen und denen beim Lernen eines Weges in einem Klinikgebäude untersucht. Dabei wird auch geprüft, wie gut das Wegelernen mit Hilfe klinischer Untersuchungsverfahren vorhersagbar ist.

Theoretischer Hintergrund

Räumliches Wissen

Es besteht heute in der Literatur weitgehend Einigkeit darüber, daß es multiple Repräsentationen räumlicher Information gibt (vgl. z. B. Cohen, 1996; Tversky, 1991). Die relative Bedeutung dieser Repräsentationen im Alltag scheint u. a. davon abzuhängen, wie das Wissen erworben wird (z. B. durch Karten, verbale Beschreibungen oder durch Navigationserfahrung). Von Bedeutung ist auch die Funktion, welche die Repräsentation erfüllen soll. Ob sie z. B. dazu dienen soll, einen Weg nachzugehen, Möglichkeiten für Wegabkürzungen zu finden, Distanzen zu schätzen oder die Lokalisation von Objekten zu beschreiben.

Für die Analyse des Wegelernens durch Navigationserfahrung eignet sich das Modell von Thorndyke (1981). Es unterscheidet 3 Kategorien räumlichen Wissens, denen jeweils bestimmte Repräsentationsformen zugeordnet sind: Wissen um Wegezeichen («landmark knowledge»), Wissen um Prozeduren («procedural knowledge») und Überblickswissen («survey knowledge»). Diese verschiedenen Wissenstypen stammen unter Umständen aus unterschiedlichen Quellen und können nebeneinander auftreten. Unter landmark knowledge versteht Thorndyke das Gedächtnis für vertraute Orte. Dieses Wissen ist in Form von wahrnehmungsmäßigen Vorstellungsbildern repräsentiert und ermöglicht das Wiedererkennen bekannter Orte. Solche Bilder können unabhängig vom Wissen über die relative Lage von Objekten zueinander bzw. der Verbindungen zwischen ihnen erworben werden. Menschen assoziieren mit den gedächtnismäßig repräsentierten Vorstellungen von landmarks auch Verhaltensweisen, die dazu dienen, ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Dieses Wissen um Wege, um Verbindungen zwischen definierten Punkten bezeichnet Thorndyke als procedural knowledge. Hierzu zählen «Produktionsregeln» etwa der Art «wenn ich nach X will und befinde mich an Ort Y, sollte ich Aktion Z ausführen». Diese Regeln können nach dem Grad ihrer Integration und ihrer Differenziertheit in verschiedene Gruppen aufgeteilt werden. «Unordered productions» haben untereinander keine Verbindung. Sie sind weder innerhalb einer Route noch zwischen verschiedenen Routen integriert. Ein solches Wissen genügt zur Navigation, es reicht aus, um bekannte Wege wiederzufinden. Da aber die Reihenfolge der Regeln nicht abrufbar ist, weil die Verbindungen zwischen ihnen fehlen, können unter anderem keine Wegbeschreibungen gegeben werden. Wenn die einzelnen Produktionsregeln durch Assoziationen miteinander verbunden sind, wenn also sequentielle Information zu den Regeln hinzukommt, spricht Thorndyke von «ordered productions». Eine weitere Komponente prozeduralen Wissens stellt nach Thorndyke das Wissen um Distanzen zwischen verschiedenen Punkten und um ihre Lage zueinander dar. Diese Art von Wissen kann von einer Karte oder einer anderen Person gelernt bzw. aus den wahrgenommenen Gegebenheiten

ersc
den
den
kam
Nav
von
Hau
fent
kam
blic
det
Rep
dyk
räu
ima
F
ben
imp
ist i
letz
ten
et a

Stö
Ori

Sch
ben
phi
Üb
210
tien
pog
seit
ord
zug
mis
hän
lich
(vg
gu,
et a
inte
top
tien
pro
top
top
Ag

erschlossen oder berechnet werden. Sie bildet den Übergang zur nächsten Wissenskategorie: dem Überblickswissen (survey knowledge). Dies kann nach Thorndyke entweder durch gründliche Navigationserfahrung erworben oder aber direkt von einer Karte übernommen werden. Der Hauptunterschied zum route knowledge liegt offenbar in der Perspektive: Navigationswissen kann am besten in der Frontalperspektive, Überblickswissen in der Vogelperspektive angewendet werden (Thorndyke & Hayes-Roth, 1982). Repräsentiert ist Überblickswissen laut Thorndyke entweder als propositionales Netzwerk räumlicher Beziehungen oder aber in Form einer imaginalen Landkarte.

Für das Lernen eines neuen Weges spielen neben dem bewußten Gedächtnis auch unbewußte implizite Gedächtnisprozesse eine Rolle. Dies ist insofern von Bedeutung, als bekannt ist, daß letztere selbst bei schwer amnestischen Patienten erhalten sein können (Corkin, 1968; Wilson et al., 1996).

Störungen der topographischen Orientierung

Schon Ende des vorigen Jahrhunderts beschreiben Neuropsychologen Störungen der topographischen Orientierung (für eine historische Übersicht vergleiche De Renzi, 1982, S. 210 ff.). Vorwiegend in Einzelfallstudien an Patienten mit weitgehend isoliert auftretenden, topographischen Orientierungsstörungen wird seitdem versucht, eine Beschreibung und Einordnung des Störungsbildes vorzunehmen, die zugrundeliegende funktionelle und neuroanatomische Basis zu spezifizieren und Zusammenhänge beziehungsweise Dissoziationen bezüglich anderer kognitiver Leistungen festzustellen (vgl. z. B. De Renzi et al., 1977; Habib & Sirigu, 1987; Whiteley & Warrington, 1978; Clarke et al., 1993; Della Rocchetta et al., 1996). So interpretieren Della Rocchetta et al. (1996) die topographische Orientierungsstörung einer Patientin als categoriespezifisches Verarbeitungsproblem. Bottini et al. (1990) klassifizieren die topographischen Orientierungsstörungen als topographische Amnesie oder topographische Agnosie. Diese Unterscheidung geht zurück

auf Paterson und Zangwill (1945). Sie bezieht sich zum einen auf die Unfähigkeit, alte und neue Wege zu beschreiben bzw. wiederzuerkennen und zum anderen auf die Schwierigkeit, visuelle Information, vor allem Charakteristika der räumlichen Umgebung, zu identifizieren. Hartje und Sturm (1989) beschreiben Störungen der topographischen Orientierung als Ausdrucksform eines eigenständigen klinisch-neurologischen Syndroms: der räumlichen Orientierungsstörung.

Das Interesse der neuropsychologischen Forschung konzentrierte sich bislang v. a. auf selektive bzw. auf eine Grundstörung zurückführbare Beeinträchtigungen der topographischen Orientierung. Topographische Störungen als isolierte Störungen sind jedoch selten. In der Regel sind sie Folge einer Kombination von Störungen. In der klinischen Praxis stellen sich vielfach Fragen nach zu erwartenden Alltagsleistungen (z. B. ob ein Patient den Weg zu einem Therapeuten oder den von der Klinik nach Hause selbstständig bewältigen kann). Eine gesicherte empirische Basis für solche Vorhersagen anhand neuropsychologischer Untersuchungsergebnisse liegt jedoch gegenwärtig nicht vor.

Die folgende Studie beschäftigt sich – ausgehend von diesen offenen Fragen – mit beeinflussenden Variablen des Wegelearnens neuropsychologischer Patienten im Alltag. Es wird geprüft, mit welchen kognitiven und sensorischen Fähigkeiten die Orientierungsleistung der Patienten zusammenhängt und mit welchen Verfahren sie vorhergesagt werden kann.

Experimentelle Untersuchung

Fragestellung

Ziel der vorliegenden Studie war es, das Lernen eines neuen Weges in einem Klinikgebäude an einem breiten neuropsychologischen Patientenkollektiv zu untersuchen. Dazu wurde die Navigationsleistung unmittelbar nach Durchlaufen eines neuen Weges sowie ein zweites Mal nach 24 Stunden geprüft. Es sollte untersucht werden, welche Zusammenhänge die Navigationsleistung mit Tests zur Prüfung visueller Gedächtnis-

leistungen, simulierter Navigationsleistungen und der räumlichen Orientierungsfähigkeit zeigen sowie mit der Selbst- und Fremdeinschätzung von Orientierungsleistungen, Neglectzeichen, Gesichtsfelddefekten, visuellen Explorationsstörungen, Visuseinschränkungen, visuell-räumlichen und räumlich-konstruktiven Störungen. Darauf aufbauend sollte die Vorhersagbarkeit der Navigationsleistungen anhand klinischer Untersuchungsverfahren geprüft werden.

Methoden

Patientenstichprobe

An der Untersuchung nahmen 35 Patienten (11 Frauen, 24 Männer) der neuropsychologischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses München-Bogenhausen im Alter zwischen 20 und 69 Jahren (Mdn = 36) teil. Die Patientengruppe war nicht selektiert, einziges Ausschlußkriterium waren schwere Aphasien. Vierzehn Patienten hatten ein Schädel-Hirn-Trauma erlitten, 16 eine cerebro-vasculäre Erkrankung, die übrigen 5 eine Hirntumoroperation, entzündliche Hirnerkrankungen oder eine zerebrale Hypoxie. Die Hirnschädigung lag 1 Monat bis 14,5 Jahre (Mdn = 9 Monate) zurück. Sieben Patienten legten die Strecke im Rollstuhl zurück, 4 davon selbstständig. Die übrigen bewältigten den Weg zu Fuß, z. T. mit Gehhilfen.

Kontrollgruppe

Neun gesunde Versuchspersonen (5 Frauen, 4 Männer) im Alter zwischen 24 und 43 Jahren (Mdn = 29) absolvierten die Navigationsaufgabe. Ihre Vertrautheit mit dem in Frage stehenden Teil des Klinikgebäudes entsprach der der Patienten.

Untersuchungsverfahren

Die Navigationsaufgabe

Es wurde eine Teststrecke von ca. 350 m Länge mit 20 Entscheidungspunkten festgelegt. Sie befand sich im Untergeschoß des Klinikgebäudes.

Zur Enkodierung gingen Versuchsperson und Versuchsleiterin den Weg einmal gemeinsam. Die Versuchsperson wurde instruiert, sich den Weg einzuprägen. Unmittelbar danach erfolgte der erste Reproduktionsdurchgang: die Versuchsperson ging voraus, die Versuchsleiterin blieb 1–2 Schritte dahinter und notierte die Entscheidungen. Die Versuchspersonen wurden nicht an den Entscheidungspunkten angehalten, falsche Entscheidungen wurden jedoch sofort korrigiert, so daß nur der richtige Weg tatsächlich gegangen wurde. Etwa 24 Stunden später wurde – wie zu Anfang angekündigt – die Strecke ein zweites Mal reproduziert. Zusätzlich wurden im 2. Durchgang an einer bestimmten Stelle des Weges 3 Fragen gestellt: Richtungsschätzung zum Ausgangspunkt (gemessen durch Einstellung eines drehbaren Pfeils auf einer horizontal gehaltenen Pappscheibe mit Gradeinteilung) und Distanzschätzung zum Ausgangspunkt (einmal Luftlinie und einmal den gegangenen Weg).

Testbatterie zur Erfassung kognitiver Funktionen

Der Patientengruppe wurde eine Serie von 12 Tests vorgelegt (s. Tabelle 1).

Es wurden Verfahren ausgewählt, die entweder eine gewisse «face-validity» in bezug auf das Wegelernen aufwiesen, wie das Milner-Labyrinth, oder die eine Vorhersage des Gedächtnisses für neue Wege für sich in Anspruch nehmen, wie die beiden Subtests des RBMT und seiner deutschen Adaptation (Alltagsgedächtnistest). Ferner wurden Tests herangezogen, bei denen aufgrund theoretischer Überlegungen ein Zusammenhang zum Wegelernen angenommen wurde, weil sie verschiedene Aspekte des visuellen Gedächtnisses oder der räumlichen Orientierung (MRT) erfassen. Darüber hinaus wurde registriert, wenn in den Routineuntersuchungen eine Visusminderung, Gesichtsfelddefekte, Hinweise auf einen Neglect, visuelle Explorationsstörungen, visuell-räumliche Wahrnehmungsstörungen oder Störungen räumlich-konstruktiver Leistungen (die letzten beiden nach Kerkhoff, 1988) ermittelt wurden.

Tabe

I. G

1. +

rück

3. B

4. F

5. V

6. R

7. T

8. M

9. S

10.

(Ca

II. S

11.

III.

12.

Se

In

am

ne

suc

stu

hie

de

ru

eir

un

Hi

de

trc

vo

Tabelle 1: Verwendete Testverfahren.

I. Gedächtnistests	
1. + 2. Visuelle Merkspanne vorwärts und rückwärts (aus der WMS-R, Wechsler, 1987)	räumliches Pendant zum Zahlennachsprechen: Quadrate müssen in einer vorgegebenen Reihenfolge angetippt werden
3. Benton-Test (Benton, 1981)	10 geometrische Figuren müssen aus dem Gedächtnis gezeichnet werden
4. Figurales Gedächtnis (WMS-R, Wechsler, 1987)	10 Muster müssen wiedererkannt werden
5. Visuelle Paarassoziationen (WMS-R)	6 Farben werden mit Mustern assoziiert
6. Recurring Figures Test (Kimura 1963, nach Häger, 1990)	wiederkehrende geometrische bzw. Nonsens-Designs müssen wiedererkannt werden
7. Test nach Muramoto (Muramoto, 1984)	die Positionen von 10 unter Hütchen versteckten Gegenständen müssen mit der Methode des selektiven Erinnerns gelernt werden
8. Milner Labyrinth (Milner, 1965)	ein Weg durch ein Feld von 10 × 10 Kontaktpunkten muß mit Hilfe von negativem Feedback (Piepton) gefunden und gelernt werden
9. Stadtplan (aus dem LGT-3, Bäumlner, 1974)	ein in einen Plan eingezeichneter Weg muß erinnert und gezeichnet werden
10. Subtest 9 des Alltagsgedächtnistests (Calabrese et al., o. J.)	ein Weg auf einer gezeichneten Karte muß durch Zeigen reproduziert werden, 2 Durchgänge im Abstand von ca. 15 min
II. Simulierte Navigationsleistung	
11. RBMT Subtest 8 a (Wilson et al., 1985)	ein kurzer Weg im Zimmer muß nachgegangen werden; 2 Durchgänge unmittelbar nach Darbietung sowie nach einem Delay
III. Räumliche Orientierungsleistung	
12. MRT (Map Reading Test, Semmes et al., 1955)	ein Weg im Raum, der mit roten Punkten auf dem Boden markiert ist, muß mit Hilfe einer Karte abgeschritten werden; die Karte darf dabei nicht gedreht werden.

Selbst- und Fremdeinschätzung

In einem Experiment von Kozlowski und Bryant (1977) erwies sich die Bewertung des eigenen «sense of direction» bei studentischen Versuchspersonen als gute Vorhersage für die Leistung bei Richtungsschätzungen. Ausgehend hiervon wurden die Patienten in der vorliegenden Studie gebeten, ihre derzeitige Orientierungsleistung auf einer 5stufigen Rating-Skala einzuordnen («sehr gut» bis «sehr schlecht») und sie mit dem Orientierungsvermögen vor der Hirnschädigung zu vergleichen. Außerdem wurde nach Schwierigkeiten beim Zurechtfinden in der Klinik und im Heimatort gefragt. Den Kontrollpersonen wurde nur die Rating-Aufgabe vorgelegt. Das Pflegepersonal bewertete die Pa-

tienten anhand derselben Fragen, die auch diese beantwortet hatten. Zusätzlich wurde ermittelt, ob Patienten die Station selbständig verlassen durften.

Ergebnisse

Navigationsaufgabe

Die Patienten bewältigten die Navigationsaufgabe im ersten Durchgang mit 0 bis 8 Fehlern ($M = 3.54$, $SD = 2.29$) und im zweiten mit 0 bis 10 Fehlern ($M = 3.20$, $SD = 3.05$). Die Anzahl der Fehler der Kontrollpersonen schwankten in beiden Durchgängen zwischen 0 und 3 (D1: $M = 1.33$, $SD = 1.00$; D2: $M = 0.44$, $SD = 1.01$). So-

wohl im ersten als auch im zweiten Durchgang der Wegelern-Aufgabe ergibt sich ein signifikant besseres Resultat für die Kontrollgruppe ($z = -2.648, p = .008$ bzw. $z = -2.89, p = .003$, Mann-Whitney-U-Test). In der Patientengruppe korrelieren die Fehlerzahlen beider Durchgänge signifikant mit $r = .71$ ($p < .05$). Vierzehn der 35 Patienten verbesserten sich im D2, 11 verschlechterten sich und 10 blieben gleich. In der Kontrollgruppe weisen die Fehlerzahlen der beiden Durchgänge keinen signifikanten Zusammenhang auf, was durch die geringe Variabilität der Fehlerzahlen bedingt ist. Es verschlechterte sich nur eine von 9 Personen im D2, 2 blieben gleich (beide hatten 0 Fehler in beiden Durchgängen), 6 verbesserten sich.

Während die Wegelern-Aufgabe von Patienten- und Kontrollgruppe verschieden gut bewältigt wurde, war dies bei den Richtungs- und Distanzschätzungen nicht der Fall. Bei den Richtungsangaben überschätzte sich die Patientengruppe um durchschnittlich 50° (Mdn, Richtung der Abweichung nicht berücksichtigt) und die Kontrollgruppe um durchschnittlich 30° (Mdn). Bei der Luftliniendistanz wich die Patientengruppe im Schnitt um 30 m (Mdn) oder 43 % von der realen Distanz von 70 m ab, die Kontrollgruppe um 20 m (Mdn) oder 29 %. Bei der Weglängenschätzung betrug die mittlere Abweichung der Patientengruppe von der realen Länge von 220 m 120 m (Mdn) oder 55 %, in der Kontrollgruppe 95 m (Mdn) oder 43 %. Es ergaben sich weder mit dem Mann-Whitney-U-Test noch mit dem Kolmogoroff-Smirnoff-Test signifikante Unterschiede ($p > .05$) zwischen beiden Gruppen. Die Richtungs- und Distanzschätzungen weisen keinen Zusammenhang mit der Wegelern-Aufgabe auf.

Zusammenhänge zwischen Navigationsleistung und anderen Variablen

Selbst- und Fremdeinschätzung

Das Rating der Selbsteinschätzung weist weder in der Patienten- noch in der Kontrollgruppe einen Zusammenhang mit einer der Navigationsleistungen auf. Das Rating der Fremdeinschätzung

der Patientengruppe korreliert dagegen mit den Fehlern in D1 ($r = .35, p < .05$) und D2 ($r = .53, p < .01$).

Wahrnehmungsstörungen (Mehrfachnennungen möglich)

Bei sieben der Patienten wurde eine Hemianopsie diagnostiziert, bei 5 ein Restneglect, 13 mal wurde eine Explorationsstörung ermittelt, 11 mal eine visuell-räumliche und 12 mal eine räumlich-konstruktive Störung sowie 7 mal eine Visusreduktion. Eine statistische Prüfung der Zusammenhänge zwischen den 0/1-kodierten Wahrnehmungsstörungen und der Navigationsleistung wurde durch Vergleiche mittels Mann-Whitney-U-Tests durchgeführt. Dabei zeigten sich in beiden Durchgängen signifikant schlechtere Leistungen der Patienten mit Hemianopsie (D1: $z = -2.330, p < .05$; D2: $z = 2.598, p < .01$) und solcher mit visuell-räumlichen Störungen (D1: $z < -2.292, p = .05$; D2: $z = -2.467, p < .01$). Ein Vergleich der Patienten mit und ohne Explorationsstörung führte nur im zweiten Durchgang zu einem signifikanten Unterschied ($z = -2.031, p < .05$). Die Leistungen der 5 Patienten mit Restneglect verteilten sich auf die Quartile wie folgt: im ersten Durchgang Q1: $n = 1$; Q2: $n = 2$; Q3: $n = 1$; Q4: $n = 1$; im zweiten Durchgang Q1: $n = 2$; Q2: $n = 0$; Q3: $n = 2$; Q4: $n = 1$. Die Wahrnehmungsstörungen zeigten auch signifikante Zusammenhänge mit einigen, wenn auch nicht allen, Tests. So unterschieden sich die Patienten mit Hemianopsie von solchen ohne Gesichtsfelddefekt im Alltagsgedächtnistest (unmittelbare Reproduktion: $z = -2.173$, nach Delay $z = -2.215, p < .05$); auch eine Visusreduktion ging mit schlechten Resultaten im Alltagsgedächtnistest einher (unmittelbar: $z = -2.321$; nach Delay $z = 2.428, p < .05$). Patienten mit Explorationsstörungen waren schlechter im MRT als solche ohne ($z = -2.595, p < .01$), und Patienten mit visuell-räumlichen Störungen zeigten geringere Leistungen im Benton-Test ($z = -2.201, p < .05$), im MRT ($z = -2.932, p < .01$) und beim Lernen des Milner-Labyrinths ($z = -2.629, p < .01$) als Patienten ohne dieses Defizit. Räumlich-konstruktive Störungen zeigten mit beiden Leistungskennwerten im Test

nach Muramoto Zusammenhänge: mit der Zahl der Durchgänge ($z = -2.144$, $p < .05$) und dem Total recall ($z = -2.216$, $p < .05$). Patienten mit Hemianopsie sowie mit visuell-räumlicher Störung schätzten sich zudem – mit Recht – selbst schlechter ein als Patienten ohne diese Störungen.

Gedächtnis und räumliche Orientierung

Die Zusammenhänge zwischen den testpsychologischen Gedächtnis- und Orientierungsleistungen und dem Ergebnis der Wegelearn-Aufgabe sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Bis auf die Gedächtnisspannen zeigen sämtliche Gedächtnistests und der MRT signifikante Zusammenhänge mit den Navigationsleistungen.

Multiple Regressionen

Es wurden für beide Durchgänge jeweils zwei Vorhersagemodelle mit möglichst wenigen Prädiktoren bei möglichst großer Varianzaufklärung gefunden. Die Vorhersagemodelle auf die beiden Durchgänge sind nicht austauschbar. Für Durchgang 1 ergab sich bei $R = .745$ und $R^2 = .556$ mit einem SE von 1.518 eine Vorhersage aus den Prädiktoren Muramoto Dg. mit $Beta = .628$ (SE von $Beta = .127$) und Hemianopsie mit $Beta = .328$ (SE von $Beta = .127$) sowie eine

Vorhersage nur auf der Basis Muramoto Dg. mit $R = .671$, $R^2 = .450$, $SE = 1.660$; $Beta = .671$ und SE von $Beta = .138$.

Für den Durchgang 2 wurden ebenfalls zwei Modelle gefunden: zum einen eine Vorhersage aus den Prädiktoren Alltagsgedächtnistest nach Delay und MRT, $R = .841$, $R^2 = .707$, $SE = 1.548$; $Beta$ des Alltagsgedächtnistests = $-.568$ (SE von $Beta = .118$), $Beta$ des MRT = $.400$ (SE von $Beta = .118$). Zum anderen eine Vorhersage aus Alltagsgedächtnistest nach Delay mit $Beta = -.600$ (SE von $Beta = .120$), MRT mit $Beta = .370$ (SE von $Beta = .110$), Hemianopsie mit $Beta = .298$ (SE von $Beta = .118$) und Visus mit $Beta = -.271$ (SE von $Beta = .124$); R betrug hier $.879$, $R^2 = .773$, $SE = 1.413$. P war bei allen vier Modellen $< .000$.

Das Geschlecht der Patienten, die Ätiologie der Hirnschädigung (CVE versus SHT) sowie die Differenzierung nach betroffener Hemisphäre bei den CVE-Patienten zeigten keinen signifikanten Zusammenhang mit der Navigationsleistung (Mann-Whitney-U-Tests, $p > .05$).

Diskussion

Eine weitgehend unselegierte Gruppe neuropsychologischer Patienten zeigte signifikant schlechtere Ergebnisse beim Wegelearn als eine Kontrollgruppe ohne Hirnschädigung. Dabei

Tabelle 2: Signifikante ($p < .05$, $** p < .01$) Zusammenhänge (Bravais-Pearson-Korrelationskoeffizienten) der testpsychologischen Gedächtnis- und Orientierungsleistungen mit der Anzahl der Fehler in beiden Durchgängen der Wegelearn-Aufgabe.

Test	n	Durchgang 1	Durchgang 2
RBMT Subtest 8	34		unmittelb. Repr.: $-.38$ nach Delay: $-.67^{**}$
Alltagsgedächtnistest Subtest 9	34	nach Delay: $-.37$ unmittelb. Reprod.: $-.45^{**}$ nach Delay: $-.48^{**}$	unmittelb.R.: $-.70^{**}$ nach Delay: $-.80^{**}$
visuelle Paarassoziationen WMS-R	35	$-.48^{**}$	$-.42$
figurales Gedächtnis WMS-R	35	$-.42$	$-.44^{**}$
Benton-Test	34	Richtige: $-.68^{**}$ Fehler: $.62^{**}$	Richtige: $-.64^{**}$ Fehler: $.58^{**}$
Stadtplan LGT-3	34	$-.55^{**}$	$-.53^{**}$
MRT	35	$.46^{**}$	$.62^{**}$
Test nach Muramoto	35	Durchgänge: $.70^{**}$ Total recall: $-.66^{**}$	Durchgänge: $.58^{**}$ Total recall: $-.61^{**}$
Recurring figures	34	Rohwert: $-.48^{**}$	Rohwert: $-.68^{**}$
Milner Labyrinth	35	n. s.	Durchgänge: $.38$ Gesamtfehler: $.43$

deutet die hohe Korrelation der Fehlerzahlen beider Durchgänge in der Patientengruppe an, daß sich die wesentlichen durch die Hirnschädigung bedingten Leistungsunterschiede bereits im ersten Durchgang herausstellten. Wie zu erwarten hatten nicht alle Patienten Schwierigkeiten mit der Aufgabe. Der Erfolg war dabei nicht anhand der Ätiologie bzw. der Seite der Hirnschädigung oder des Geschlechts der Patienten vorhersagbar. Auch hing die Leistung nicht davon ab, ob die Strecke zu Fuß oder im Rollstuhl zurückgelegt wurde. Dagegen korrelierten (mit Ausnahme der visuellen Merkspanne) die Ergebnisse aller durchgeführten *Gedächtnistests* signifikant mit dem Erfolg beim Wegelernen. Die höchsten Zusammenhänge ergeben sich im ersten Durchgang mit den Tests von Muramoto und Benton. Im zweiten Durchgang korrelieren der Subtest 9 des Alltagsgedächtnistests («Weg und Erledigung»), die Wegreproduktion des RBMTs nach Delay und der Recurring Figures Test am höchsten mit der Fehlerzahl beim Wegelernen. In den multiplen Regressionsanalysen werden von den Gedächtnistests als Prädiktoren für den ersten Durchgang das Verfahren von Muramoto und für den zweiten Durchgang der Subtest 9 des Alltagsgedächtnistests (Testung nach Delay) ausgewählt. Der Muramoto-Test erfordert den Aufbau assoziativer Verbindungen zwischen Gegenständen und ihrer seriellen Position. Der serielle Aspekt taucht auch beim Wegelernen auf. Er stellt theoriegemäß jedoch keine Voraussetzung für das Wiederfinden eines Weges dar, weil hierfür auch unorderd productions ausreichen (Thorndyke, 1981). Mit der Testung nach Delay wird bei Aufgabe 9 des Alltagsgedächtnistests neben Enkodierungsleistungen auch das mittelfristige Behalten erfaßt. Das Erscheinen dieses Tests in beiden Vorhersagemodellen für die Navigationsleistungen nach 24 Stunden könnte auf die Bedeutung längerfristiger Behaltensprozesse hinweisen. Die Aufgabe des Alltagsgedächtnistests hat deutliche verbale Anteile, wie sie auch bei der Wegelern-Aufgabe vermutet werden können (vgl. z. B. Allen, Kirasic & Beard, 1989). Der Test wirkt, als könne man ihn allein mit Hilfe verbaler Strategien lösen, indem man sich die Stationen wie eine Wortliste einprägt und sie anschließend jeweils auf der Karte sucht. Die Verhaltensbeobachtung deutete an, daß viele Patien-

ten diese Strategie tatsächlich zu wählen schienen. Allerdings stellt die komplexe Bildvorlage des Tests auch besondere Anforderungen an die visuelle Wahrnehmung. Entsprechend schnitten Patienten mit Hemianopsie und mit Visusreduktion hier schlechter ab als solche ohne diese Einschränkungen.

Die signifikant reduzierten Navigationsleistungen von Patienten mit Hemianopsie, visuell-räumlichen Störungen und Beeinträchtigungen der Exploration unterstreichen die Bedeutung von *Wahrnehmungsleistungen* für die Bewältigung der Navigationsaufgabe. In den multiplen Regressionsanalysen erscheint die Variable Hemianopsie in Vorhersagemodellen für beide Durchgänge. Insbesondere die Gesichtsfeldeinschränkung erscheint also als ein ganz wesentlicher Faktor für das Wegelernen; eine korrekte Wahrnehmung und ganz besonders ein visueller Überblick sind offensichtlich von zentraler Bedeutung für eine gelungene Navigation.

Der *MRT* als weitgehend gedächtnisunabhängiges Verfahren zeigt signifikante Zusammenhänge mit den Fehlerzahlen beider Durchgänge des Wegelernens. Der Test erfaßt v. a. die Fähigkeit, mentale Rotationen unter Berücksichtigung tatsächlich ausgeführter Körperbewegungen vorzunehmen. Er weist in der vorliegenden Studie hochsignifikante Zusammenhänge mit dem Vorliegen von Explorationsstörungen und visuell-räumlichen Störungen auf.

Die *Richtungs- und Distanzschätzungen* der Patienten- und der Kontrollgruppe unterscheiden sich nicht voneinander. Auch zeigten die Schätzungen in keiner der beiden Gruppen einen Zusammenhang mit den Fehlern bei der Navigationsaufgabe. Das dreimalige Abschreiten des Weges reichte offenbar nicht aus, um Leistungsunterschiede auszubilden. Interessanterweise betrifft dies nicht nur die Richtungs- und Luftlinienentfernungsschätzungen, die theoriegemäß umfangreiche Navigationserfahrung erfordern (Thorndyke, 1981; Thorndyke & Hayes-Roth, 1982). Auch die Schätzungen der Distanz des gegangenen Weges waren betroffen.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen von Kozlowski und Bryant (1977) zeigten die *Selbst einschätzungen* insgesamt weder in der Patientengruppe noch in der Kontrollgruppe signifikante Zusammenhänge mit der Navigationsleistung (was bei

der
rin
zur
der
wo
der
das
Sk
tio
I
ten
sch
tio
vor
dal
der
MI
Au
per
ber
Pa
I
sch
dal
sta
bet
der
me
I
här
net
der
ler
anl
we
fek
(ur
ner
gel
der
der
Sti
Re

Li
All

der Kontrollgruppe möglicherweise auf die geringe Varianz der Leistungen beim Wegelernen zurückzuführen ist). Lediglich die Subgruppe der Patienten mit Hemianopsie war sich sehr wohl über die Schwierigkeiten beim Wegefinden im Klaren. Die Fremdeinschätzungen durch das Pflegepersonal auf einer 5stufigen Rating Skala korrelierten signifikant mit der Navigationsleistung.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie deuten die Möglichkeit an, mit Hilfe weniger klinischer Untersuchungsverfahren gestörte Navigationsleistungen neuropsychologischer Patienten vorherzusagen. Als Prädiktoren empfahlen sich dabei besonders das Verfahren von Muramoto, der Subtest 9 des Alltagsgedächtnistests, der MRT und das Vorliegen einer Hemianopsie. Auch die Fremdeinschätzung durch das Pflegepersonal liefert brauchbare Vorhersagen, sofern bereits Erfahrungen mit den zu beurteilenden Patienten vorliegen.

Es zeigt sich gleichzeitig, daß sehr unterschiedliche Verfahren Vorhersagen erlauben, so daß offenbar sehr heterogene Faktoren am Zustandekommen einer gelungenen Navigation beteiligt sind, wie Simultanüberblick, verschiedene Gedächtnisaspekte und die Fähigkeit, mentale Rotationen auszuführen.

Da die Ergebnisse der Studie stichprobenabhängig sind, sollten sie an einer weiteren Gruppe neuropsychologischer Patienten repliziert werden. Darüber hinaus sollte die Güte individueller Vorhersagen anhand der sich in dieser Studie anbietenden Untersuchungsverfahren geprüft werden. Ferner erscheint es interessant, die Effekte unterschiedlicher Gesichtsfeldausfälle (und des Grades ihrer Kompensation) sowie einer halbseitigen Vernachlässigung auf das Wegelernen genauer zu untersuchen. Aussagen zu den Auswirkungen eines Neglects sind anhand der vorliegenden Studie nicht möglich, da die Stichprobe nur wenige Patienten mit einem Restneglect beinhaltete.

Literatur

- Allen, G. L., Kirasic, K. C. & Beard G.L. (1989). Children's expressions of spatial knowledge. *Journal of Experimental Child Psychology*, 48, 114–130.
- Bäumler, G. (1974). *Lern- und Gedächtnistest LGT-3*. Göttingen: Hogrefe.
- Benton, A. (1981). *Der Benton-Test (Handbuch)*. Bern: Huber.
- Bottini, G., Cappa, S., Geminiani, G. & Sterzi, R. (1990). Topographic disorientation: A case report. *Neuropsychologia*, 28, 309–312.
- Calabrese, P., Hempel, U., Kessler, J., Hoffmann, E. & Markowitsch, H. *Der Alltagsgedächtnistest*. Materialien der Arbeitseinheit Physiologische Psychologie der Universität Bielefeld.
- Clarke, S., Assal, G. & de Tribolet, N. (1993). Left hemisphere strategies in visual recognition, topographical orientation and time planning. *Neuropsychologia*, 31(2), 99–113.
- Cohen, G. (1996). *Memory in the real world*. Hove: Psychology Press.
- Corkin, S. (1968). Acquisition of motor skill after bilateral medial temporal-lobe excision. *Neuropsychologia*, 6, 255–265.
- Della Rocchetta, A. I., Cipolotti, L. & Warrington, E. (1996). Topographical disorientation: Selective impairment of locomotor space? *Cortex*, 32, 727–735.
- De Renzi, E. (1982). *Disorders of space exploration and cognition*. New York: Wiley.
- De Renzi, E., Faglioni, P. & Villa, P. (1977). Topographical Amnesia. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 40, 498–505.
- Habib, M. & Sirigu, A. (1987). Pure topographical disorientation: A definition and anatomical basis. *Cortex*, 23, 73–85.
- Häger, C. (1990). *Normierung einer Testvariante zum «Recurring-Figures-Test nach Kimura» an 400 nicht hirngeschädigten Versuchspersonen*. Unveröff. Diss., RWHT Aachen.
- Hartje, W. & Sturm, W. (1989). Räumliche Orientierungsstörung und konstruktive Apraxie. In K. Poeck (Hrsg.), *Klinische Neuropsychologie* (S. 255–266). Stuttgart: Thieme.
- Kerkhoff, G. (1988). Visuelle Raumwahrnehmung und Raumoperationen. In D. Y. von Cramon & J. Zihl (Hrsg.), *Neuropsychologische Rehabilitation* (S. 197–214). Heidelberg: Springer.
- Kozlowski, L. & Bryant, K. (1977). Sense of direction, spatial orientation, and cognitive maps. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 590–598.
- Milner, B. (1965). Visually-guided maze learning in man: Effects of bilateral hippocampal, bilateral frontal, and unilateral cerebral lesions. *Neuropsychologia*, 3, 317–338.
- Muramoto, O. (1984). Selective reminding in normal and demented aged people: Auditory verbal versus visual spatial task. *Cortex*, 20, 461–478.
- Paterson, A. & Zangwill, O. L. (1945). A case of topographical disorientation associated with a unilateral cerebral lesion. *Brain*, 68, 188–211.

- 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.
- Thorndyke, P. (1981). Spatial cognition and reasoning. In J. Harvey (Ed.), *Cognition, social behavior and the environment* (pp 137–150). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Thorndyke, P. & Hayes-Roth, B. (1982). Differences in spatial knowledge acquired from maps and navigation. *Cognitive Psychology*, 14, 560–589.
- Tversky, B. (1991). Spatial mental models. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 27, pp. 109–145). San Diego: Academic Press.
- Wechsler, D. (1987). *WMS-R: Wechsler Memory Scale-Revised (Manual)*. San Antonio: The Psychological Corporation.
- Whiteley, A. M. & Warrington, E. K. (1978). Selective impairment of topographical memory: A single case study. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 41, 575–578.
- Wilson, B., Cockburn, J. & Baddeley, A. (1985). *The Rivermead Behavioral Memory Test*. Titchfield, Hants: Thames Valley Test Company. [Deutsche Übersetzung nach der 2. Aufl. des Originals: NTC Neurologisches Therapie Centrum Düsseldorf: Beckers, K., Behrends, U. & Canavan, A.]
- Wilson, B. A., Green, R., Teasdale, T., Beckers, K., Della Sala, S., Kaschel, R., Schuri, U., Van der Linden, M. & Weber, E. (1996). Implicit learning in amnesic subjects: A comparison with a large group of normal control subjects. *The Clinical Neuropsychologist*, 10, 279–292.
- Zihl, J. (1988). Methodische Voraussetzungen der neuropsychologischen Rehabilitation. In D. Y. von Cramon & J. Zihl (Hrsg.), *Neuropsychologische Rehabilitation* (S. 1.20). Heidelberg: Springer.

M. Kindsmüller

D.-Martin-Luther-Str. 14
D-93047 Regensburg