

Modifikation und Verbesserung des Diagnostikum für Cerebralschädigung (DCS) für den klinischen Gebrauch*

G. Lamberti

Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie der Philipps-Universität,
Hans-Sachs-Straße 6, D-3550 Marburg/Lahn, Bundesrepublik Deutschland

Modification and Improvement of the Diagnosis of Cerebral Damage (DCS) for Clinical Use

Summary. The purpose of this study was to determine whether Weidlich's DCS Test (Diagnostikum für Cerebralschädigung) (Weidlich, 1969) which is very burdensome when applied to brain-damaged patients, could be simplified by means of multivariate error analysis without loss of its great diagnostic value.

The results of 40 brain-damaged patients and 47 clinical control patients were examined by multivariate analysis. In order to establish a comparative learning-function value, a random sample of 20 nonclinical persons was tested, as well.

Results showed that within a discriminant function the error variables could differentiate clinical groups just as well as Weidlich's global criterium, while a diagnosis could be established after only about half the test time.

Applicability of the multivariate methods to the diagnosis of single clinical cases was confirmed by means of positive cross validation.

Key words: Organic brain damage – Diagnostic procedures – Memory test.

Zusammenfassung. Die Untersuchung ging von der Frage aus, ob sich das nach Weidlich (1969) konzipierte DCS-Verfahren (Diagnostikum für Cerebralschädigung) wegen seiner für die hirngeschädigte Patientengruppe äußerst belastenden Testsituation durch eine multivariate Fehleranalyse ökonomisieren ließ, ohne die hohe diagnostische Güte dieses Verfahrens einzuschränken.

Insgesamt gingen in die multivariate Analyse 40 hirngeschädigte Patienten sowie 47 klinische Kontrollpatienten ein, wobei zudem zur Erstellung einer

* Im Rahmen einer Diplomarbeit am Psychologischen Institut der Universität Marburg/Lahn (Anleiter: Prof. Dr. Scheiblechner, Klinischer Korreferent: Prof. Dr. R. Heene) wurde ein relativ neuartiges Verfahren in der Diagnostik von hirnorganischen Schädigungen, nämlich der DCS nach Weidlich (1969), für die klinische Anwendung durch Ausschöpfung qualitativer diagnostischer Informationen ökonomisiert

vergleichenden Lernfunktion eine Stichprobe von $n=20$ aus der Normalbevölkerung erhoben wurde.

Es zeigte sich, daß die verwendeten Fehlervariablen innerhalb einer Diskriminanzfunktion die klinischen Gruppen genauso gut differenzieren konnten wie nach dem bisherigen Globalkriterium von Weidlich, die Diagnose jedoch schon nach ca. der Hälfte der Testdurchführungszeit gestellt werden konnte.

Die Übertragung der multivariaten Methoden auf die klinische Einzelfall-Diagnostik wurde durch eine positiv verlaufende Kreuzvalidierung gesichert.

Schlüsselwörter: Organische Hirnschädigung – Diagnostische Methoden – Gedächtnis-Test.

I. Problemstellung

Das Problem hirnorganischer Störungen und ihrer diagnostischen Erfassung ist nicht neu und in einer Vielzahl von Arbeiten behandelt worden. Viele dieser Arbeiten, besonders auf diagnostischem Gebiet, blieben jedoch wegen ihrer geringen praktischen Effizienz bzw. aufgrund mangelnder Validität und nicht zuletzt wegen der oftmals unzureichenden Methodik relativ bedeutungslos. Besonders bei der Vielzahl psychologischer Testverfahren zur objektiven Erfassung von hirnorganischen Störungen, in Ergänzung zu den neurologischen und psychiatrischen Befunden, macht sich oftmals die mangelnde Güte dieser Verfahren bemerkbar.

Diagnostische Fehlklassifikationen haben aber insbesondere bei einer objektiv vorliegenden hirnorganischen Schädigung weitreichende und schwerwiegende Konsequenzen. Selbst die gängigen, am meisten angewandten Verfahren, wie z. B. der Benton-Test, erhalten in neueren Arbeiten (vgl. dazu Hartje und Orgass (1972) sowie Loewer (1967)) bezüglich ihrer diagnostischen Aussagekraft gegenüber gezieltem Raten kaum große Bedeutung.

Da sich also die bisher zur speziellen Erfassung von cerebralen Schädigungen entwickelten Verfahren als nicht genügend zuverlässig erwiesen haben und in diagnostisch schwierigen Grenzfällen auch von neurologischer Seite oftmals kaum eine befriedigende Abklärung erfolgen kann, erscheint die Konzeption zuverlässiger bzw. valider testpsychologischer bzw. neuropsychologischer Verfahren äußerst dringlich.

Ein sehr vielversprechendes Instrument zur Erfassung der organischen Hirnschädigung, bei dem nach Loewer (1967) im Vergleich mit anderen bisherigen Verfahren die höchsten Trefferquoten vorliegen, stellte nun Weidlich (1969) in ihrer Dissertation vor, nämlich den DCS, d. h. Diagnostikum für Cerebralschädigung. Dieses recht sensible Verfahren wird im nächsten Abschnitt noch eingehender charakterisiert.

Ausgangspunkt für die vorliegende Studie war nun die Frage,

(1) ob sich das Kriterium für die diagnostische Klassifikation durch Ausköpfung qualitativer Informationen im Vergleich zur bisherigen Methode frühzeitig erreichen läßt, um die erhebliche Belastung der Testdurchführung beim

Patienten zu vermeiden (die sich ansonsten als bedeutsamer Störfaktor auf die diagnostische Urteilssicherheit auswirken könnte). Ansatzpunkte für die Auswahl von relevanten Fehlermerkmalen bieten sich hierbei zum einen aus der Psychopathologie der Erkenntnisprozesse bei derart spezifischen Krankheitsgruppen, sowie auch zum anderen aus den bereits von Weidlich (1969) konzipierten, für das vorliegende Verfahren typischen Fehlermerkmalen.

2. Zum zweiten sollte die diagnostische Valenz dieses Verfahrens, die im Vergleich mit den bisher üblichen Methoden recht hoch einzuschätzen ist, für die klinische Einzelfalldiagnostik mittels Kreuzvalidierung abgesichert und überprüft werden.

2. Untersuchte Stichprobe und Methodik

2.1 Charakterisierung des DCS

Das DCS-Verfahren, in dem die für Hirnfunktionsstörungen besonders anfälligen Bereiche simultan erfaßt werden sollen, kann nach der Testautorin wie folgt charakterisiert werden: „Es handelt sich beim DCS um einen zeitunbegrenzten, sprachfreien Lernversuch visuomotorischer Koordination, bei dem sinnfreie, aber assoziationsfähige geometrische Gestalten aus dem Gedächtnis mit Hilfe von Stäbchen reproduziert werden sollen.“ Damit sind die in dem Verfahren angesprochenen Funktionen schon weitgehend bestimmt, nämlich

1. die Gestaltwahrnehmung sowie
2. die Gestaltspeicherung (d.h. Gedächtnis und Merkfähigkeit) sowie
3. die Gestaltreproduktion und Übertragung auf die motorische Ebene sowie
4. selektive Aufmerksamkeitszuwendung.

Nach Weidlich (1972) stehen diese vier Funktionen in einem dynamischen Zusammenhang nach hierarchischen Gesichtspunkten. So ist die selektive Aufmerksamkeitszuwendung beispielsweise eine der Bedingungen für die Intensität der Gestaltspeicherung und diese wiederum eine der Voraussetzungen für den Prozeß der Gestaltreproduktion. Eine Störung jeder dieser Funktionen dürfte zu einem diagnostisch auffälligen Befund führen.

Die in diesem Test verwendeten neun Zeichen, die von dem Initiator des DCS, F. Hillers, aus einem altersspezifischen Untertest der Entwicklungstestreihe für das Schulalter von Hetzer übernommen wurden, sind in der folgenden Abbildung wiedergegeben.

Hillers entwickelte aufgrund der oben dargestellten neun Zeichen einen 15phasigen Lernversuch für das Einprägen optischer Gestalten zur Erfassung von Hirnfunktionsstörungen und Hirnschädigungsfolgen. Voruntersuchungen legten nahe, dieses Verfahren in einem Lernversuch mit 10 Wiederholungen auf seine klinische Validität hin zu untersuchen, was von Weidlich (1969) durchgeführt wurde.

2.2 Darstellung des Versuchsplans

Die praktische Untersuchungsmethode dieser Studie bestand im wesentlichen darin, daß an einer unausgelesenen Patienten-Stichprobe einer Neuropsychiatrischen Klinik — der späteren Anwendungspopulation nach Validierung des Verfahrens — das DCS-Verfahren in der von Weidlich (1969) beschriebenen Weise durchgeführt wird. Wesentlich bezüglich des Ziels der Arbeit erschien dabei neben der ohnehin üblichen Protokollierung vor allem die zuverlässige Signierung von Fehlermerkmalen, durch deren Kombination unter Anwendung multivariater Statistik (Janke, 1969) ein frühest mögliches Klassifikationsoptimum erstrebt werden sollte (wie z. B. durch die multiple Diskriminanzanalyse).

Primär sollte das Ausmaß von bestimmten qualitativen sowie quantitativen Fehlermerkmalen bei verschiedenen psychopathologischen Gruppen festgestellt werden. Mit Festlegung dieser Gruppen sind die *unabhängigen Variablen* des Versuchsplans definiert, nämlich

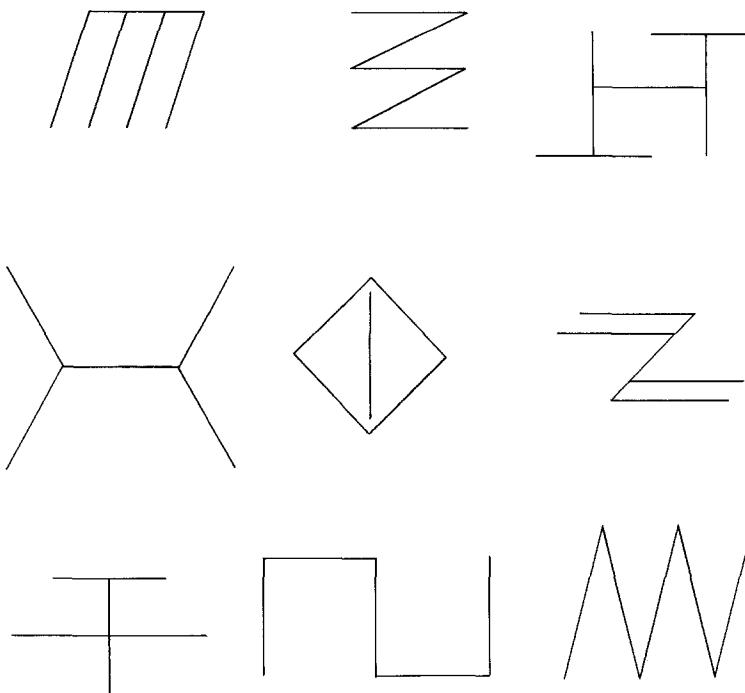


Abb.1. Optische Figuren des Diagnostikum für Cerebralschädigung (DCS) nach Weidlich zur Prüfung der Gestalt-Speicherungsfähigkeit

1. Experimentalgruppe mit hirnorganisch geschädigten Patienten sowie
2. die nicht hirngeschädigte Kontrollgruppe sowie
3. eine spezifisch klinische Kontrollgruppe von rein psychotischen Erkrankungen (unter Ausschluß einer organischen Erkrankung).

Neben der klinischen Kontrollgruppe wurde dieses Verfahren noch an einer nicht-klinischen Kontrollgruppe von $n = 20$ Erwachsenen durchgeführt, um einen Vergleich altersspezifischer Lernverläufe zu erhalten.

Als Außenkriterium für die Zuordnung zu den drei Gruppen diente nur die jeweilige Facharztdiagnose, die sich auf eindeutige „organische Befunde“ wie etwa EEG, PEG, Röntgenaufnahme, auffälliger Liquorbefund, neurologische Normabweichungen sowie anamnestische Angaben stützte.

Zudem wurde die recht heterogene Experimentalgruppe hirnorganischer Erkrankungen in spezifische, ätiologisch-homogene Subgruppen unterteilt, so daß sich damit eine Erweiterung der unabhängigen Variablen ergibt.

Die *abhängigen Variablen* sind durch die Ableitung relevanter Fehlermerkmale (Lamberti, 1975) eindeutig festgelegt. Es waren dies im einzelnen:

1. Form und plazierungsgerechte Reproduktion (RRFP).
2. Formgerechte Reproduktion (RR) — diese Variable wird im folgenden mit „*Lernfähigkeit*“ bzw. komplementär mit *Merkschwäche*“ bezeichnet
3. *Perseveration* (PE) — diese Variable ist definiert als Wiederholung oder Variation um ein Zeichenthema.
4. *Drehung* (DR) — diese Variable ist definiert als „zweidimensionale Drehung“, das heißt als 90° Drehung.
5. *Klapplung* (KL) — diese Variable ist definiert als dreidimensionale Drehung, das heißt als 180° Drehung.

Tabelle 1. Charakterisierung der Versuchsgruppen durch Alter, Geschlecht und Bildung

Variable Gruppe	Alter		Geschlecht		Bildung		
	\bar{x}	(s)	männl.	weibl.	VS	MIR	HS
Gruppe I (Experimentalgruppe)	41,7 (n = 40)	(10,0)	63%	37%	80%	20%	0%
Gruppe II (Klinische Kontrollgruppe)	32,7 (n = 32)	(13,1)	50%	50%	66%	16%	18%
Gruppe III (Psychosen)	29,4 (n = 15)	(9,4)	53%	47%	25%	50%	25%
Gruppe IV (Normalbevölkerung)	32,0 (n = 20)	(12,6)	55%	45%	35%	10%	55%

6. *Erfindung bzw. Defektzeichen* (ERF) — diese Variable ist definiert als Erfindungszeichen, im Sinne von Konfabulation, oder als unvollständiges Zeichen (Defektzeichen), wobei nicht alle 5 Stäbchen zur Reproduktion verwandt werden.

Bezüglich der Ableitung dieser 6 Variablen bzw. der relativ willkürlichen Auswahl sei an dieser Stelle auf die Arbeit von Lamberti (1975) verwiesen. Bezüglich der Signierung dieser Fehlervariablen bei der Auswertung der Protokolle werden im 4. Abschnitt unter Punkt 4.2 konkrete Beispiele aus der klinischen Diagnostik beschrieben.

2.3 Beschreibung der Stichprobe

Die Zusammensetzung der Patientenstichprobe entspricht in etwa den Verhältnissen einer Neuropsychiatrischen Klinik, das heißt, es wurden möglichst alle Stationen, auch sogenannte geschlossene oder rein psychotherapeutisch ausgerichtete, in die Untersuchung einbezogen. Zudem sollte aus rein methodischen Gründen die Testuntersuchung im sogenannten „Blindversuch“ (bzw. als „naiver Versuchsleiter“ nach Kornmann, 1971) durchgeführt werden. Die genaue Zusammensetzung der Patientenstichprobe nach Alter, Intelligenz sowie Geschlecht ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Aufgrund der strengen Kriterien einer Validierungsstudie mußten trotz der Gefahr einer nicht repräsentativen Stichprobe alle nicht eindeutig (neurologisch) diagnostizierten Fälle ausgeschieden werden. Bei jedem weniger validen Kriterium bleibt nämlich die Gültigkeit der psychologischen bzw. testpsychologischen Verfahren noch fraglicher.

In der Experimentalgruppe herrschen, wie Tabelle 1 zeigt, die durch PEG-Befunde gesicherten, ätiologisch aber nicht weiter abklärbaren Hirnatrophien vor ($n = 7$), die in der Regel mit einem organischen Psychosyndrom einhergehen. Daneben finden sich 6 Patienten mit einer hirntraumatischen Schädigung sowie 8 Patienten mit genuiner bzw. symptomatischer Epilepsie sowie 3 Patienten mit nachweisbarem Hirntumor.

Im Gegensatz dazu besteht die nicht hirnorganisch geschädigte Kontrollgruppe vorwiegend aus Patienten, bei denen mit Sicherheit nach ärztlichen Befunden eine organische Hirnschädigung, das heißt eine Schädigung des zentralen Nervensystems, ausgeschlossen werden konnte und höchstens rein periphere Nervenschädigungen vorlagen. Als überwiegende Krankheitsbilder sind hier neurotische Fehlentwicklungen, „Involutions-Depressionen“, Alkoholismus und sogenannte „borderline-Fälle“ repräsentiert.

Innerhalb der 3. Untersuchungsgruppe, den rein psychotischen Erkrankungen, war zur Erreichung einer übereinstimmenden objektiven Diagnostizierung bei den verschiedenen Stationsärzten die Zugrundelegung eines Kriteriums erforderlich, das zur Festlegung des Begriffes „Psychose“ berechtigte. Deshalb wurde in enger Anlehnung an die klassische, psychiatrische Symptomatologie gefordert, daß zunächst die Symptome des *Wahns* sowie der *Halluzinationen* klar nachzuweisen waren, wie etwa beim Krankheitsbild der paranoid-halluzinatorischen Psychose.

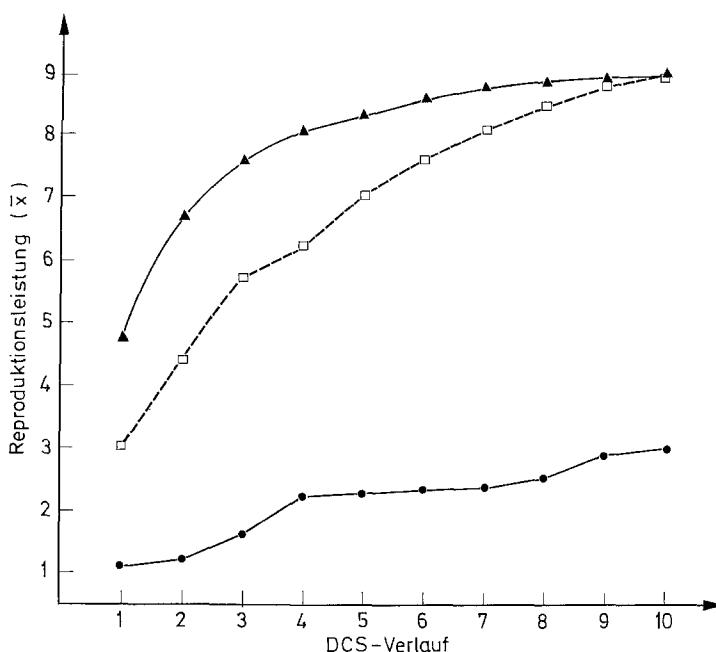


Abb. 2. Darstellung des DCS-Lernverlaufs zweier klinischer Gruppen sowie einer nicht-klinischen Vergleichsgruppe. ●—● Hirnorganisch Geschädigte ($N=40$, Alter: $\bar{x}=42$), □—□ Klinische Kontrollgruppe ($N=32$, Alter: $\bar{x}=33$), ▲—▲ Normalpopulation ($N=20$, Alter: $\bar{x}=32$)

Krankheitsbilder wie etwa „borderline-Fälle“ oder reaktive Depressionen (neurotische, involutive oder agitierte) fallen eindeutig aus dieser Gruppe heraus. Es sind hier vorwiegend Prozeßpsychosen vom Typ der Schizophrenie repräsentiert.

2.4 Versuchsdurchführung

Die Versuchsdurchführung, die in der von Weidlich (1969) beschriebenen Weise erfolgte, fand in der Zeit vom 15. 1.—ca. 15. 5. 1975 an einer unausgelesenen Patientenstichprobe der Universitätsnervenklinik Marburg/Lahn statt. In die endgültige Analyse gingen die Testprotokolle von $n=40$ Hirngeschädigten, $n=32$ klinischen Kontrollpatienten, $n=15$ Psychotikern sowie eine Vergleichsstichprobe von $n=20$ Erwachsenen einer nicht klinischen Normalpopulation ein.

3. Ergebnisse

Um die Fülle von Einzelbefunden hinsichtlich der für den Kliniker wichtigen Aspekte komprimiert und übersichtlich darzustellen, sollen im folgenden neben der Darstellung der Lernverläufe, den Befunden der Diskriminanzanalyse sowie der Bedeutung der Fehlervariablen auch die Befunde der vorgenommenen Kreuzvalidierung kurz erörtert werden.

3.1 Zur Darstellung der Lernverläufe

In Abbildung 2 ist die Lernleistung im DCS-Verfahren für die Experimentalgruppe von hirngeschädigten Patienten bzw. die klinische Kontrollgruppe dar-

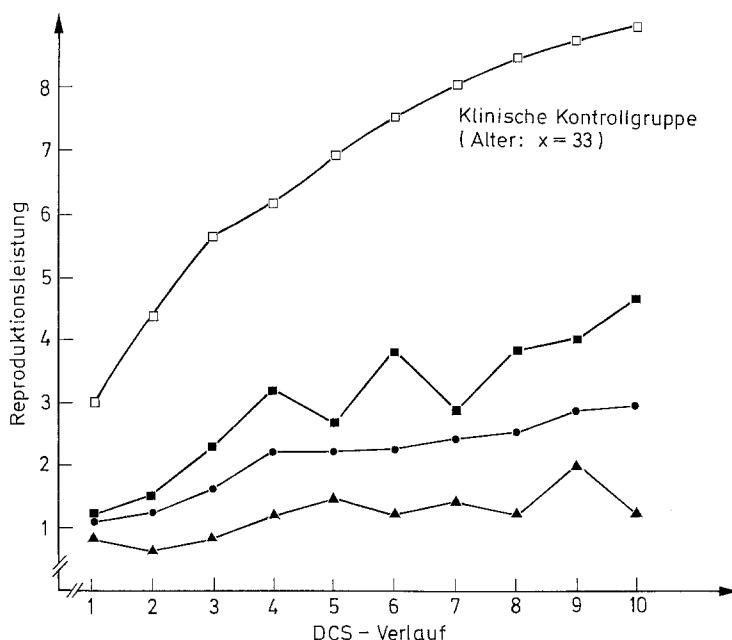


Abb. 3. Darstellung des DCS-Lernverlaufs bei ätiologisch homogenen Subgruppen des hirnorganischen Psychosyndroms sowie der klinischen Kontrollgruppe. ▲—▲ Hirntraumatische Schädigung (Alter: $\bar{x} = 41$, $N = 6$). ●—● Hirnorganisch Geschädigte (Alter: $\bar{x} = 42$, $N = 40$). ■—■ Anfallsleiden/Epilepsie (Alter: $\bar{x} = 36$, $N = 6$). □—□ Klinische Kontrollgruppe (Alter: $x = 33$)

gestellt, wobei noch zum anschaulichen Vergleich der Lernverlauf der nicht klinischen Vergleichsgruppe aufgeführt ist.

Bei dieser Abbildung sind die kumulativen Reproduktionswerte (Variable 2 — richtige Reproduktion) von 3 Versuchsgruppen in Abhängigkeit von der Zeit bzw. den jeweiligen Lerndurchgängen veranschaulicht. Es zeigt sich dabei im Gegensatz zum klassischen Verlauf der negativ beschleunigten Lernkurve der Normalpopulation bei der Experimentalgruppe der Hirngeschädigten — wie erwartet — ein fast stagnierendes Leistungsniveau, das zum einen erheblich vom Lernverlauf der klinischen Kontrollgruppe abweicht und zudem kaum einen nennenswerten Lernzuwachs aufweist. In Abbildung 3 ist der Lernverlauf im DCS-Verfahren für die ätiologisch-homogenen Subgruppen von Hirngeschädigten, wiederum im Vergleich zu einer klinischen Kontrollgruppe, wiedergegeben. Der Abbildung ist dabei deutlich zu entnehmen, daß innerhalb der recht heterogenen Experimentalgruppe von hirngeschädigten Patienten eine erhebliche Variabilität in der DCS-Gedächtnisleistung auftritt. Vergleicht man die Lernverläufe der Patienten mit cerebralem Anfallsleiden mit denen der Hirntraumatiker, so zeigt sich tendenziell (aufgrund der relativ geringen Stichproben wurde keine statistische Signifikanzberechnung vorgenommen) ein deutlich unterschiedlicher Lernverlauf.

Um die unterschiedliche Lernleistung im DCS-Verlauf bei den Hauptuntersuchungsgruppen sichtbar zu machen, sind in der Abbildung 4 die kumulativen

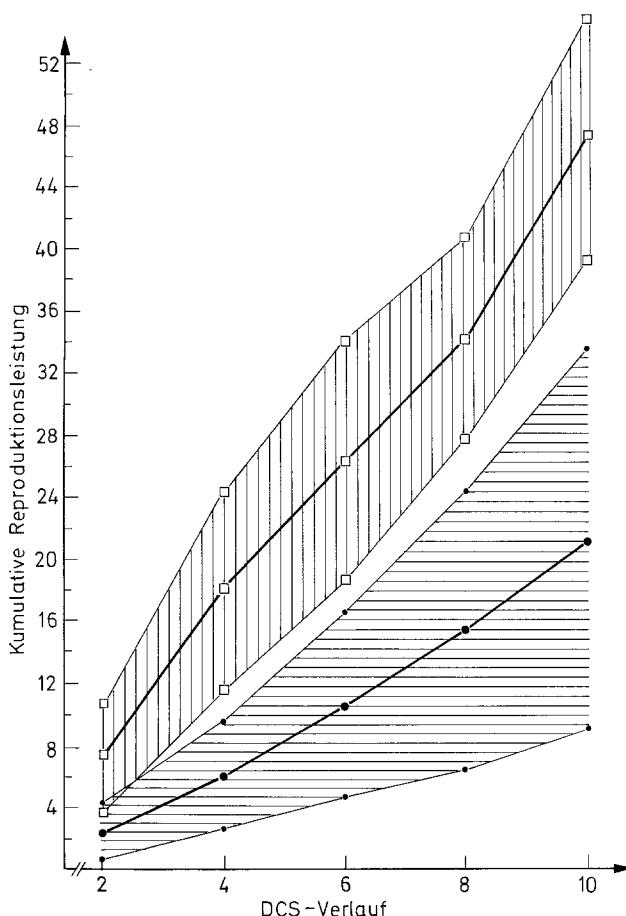


Abb. 4. Verlaufsdarstellung für die kumulierten Mittelwerte der Variablen Lernfähigkeit/Merksschwäche bei der hirnorganischen Experimental- sowie der klinischen Kontrollgruppe (mit Angabe des Streubereichs). ●—● Experimentalgruppe, □—□ Kontrollgruppe

DCS-Reproduktionswerte für die hirngeschädigte Experimental- sowie auch für die klinische Kontrollgruppe unter Einbeziehung der Varianz wiedergegeben.

Es zeigt sich hierbei, daß schon relativ frühzeitig im Testverlauf, das heißt bereits schon nach dem 4. Lerndurchgang, eine große Überschneidungsfreiheit dieser beiden Gruppen gegeben ist. Entsprechend ähnliche Verläufe ergaben sich, wenn auch nicht in so deutlichem Ausmaß, bei den Fehlervariablen der *Perseveration* sowie der *Klappung*.

Insgesamt entsprachen die ermittelten Lernverläufe, sowohl der klinischen als auch der nicht klinischen Gruppen, den zuvor aufgeführten Erwartungen.

3.2 Ergebnisse der Diskriminanzanalyse

Es wurden mit den Summenvariablen (das heißt die kumulativ aufsummierten Fehlervariablen 1–6) sukzessiv für die DCS-Durchgänge II, IV, VI, VIII und X eine multivariate Varianzanalyse berechnet, bzw. bezüglich einer optimalen

Gruppentrennung von Hirngeschädigten versus nicht Hirngeschädigten auch eine multiple Diskriminanzanalyse durchgeführt. Die entsprechenden Rechnungen wurden mit dem EDV-Rechenprogramm „Manova“ nach Cooley und Lohnes (1971) durchgeführt.

Zur *Begründung dieser Methodik* seien noch kurz folgende Anmerkungen gemacht: wie in der Arbeit von Lambert (1975) dargelegt, sollte durch eine multivariate Verarbeitung von Fehlerdaten ein frühest mögliches Klassifikationsoptimum erzielt werden, um die erhebliche Belastung der Testdurchführung zu vermeiden. Aus diesem Grunde bot sich die multiple Diskriminanzanalyse als geeignete Methode an. Nähere Angaben hierzu finden sich u.a. bei Cooley und Lohnes (1971) sowie bei Janke (1964). Die Entscheidung darüber, ob überhaupt eine statistisch signifikante Gruppentrennung möglich ist, kann mit Hilfe der statistischen Prüfgröße „Wilks Lambda“ entschieden werden.

Den offenkundigen Vorteilen eines multiplen diskriminanzanalytischen Ansatzes steht allerdings der Nachteil der schlechteren Interpretierbarkeit der Variablengewichte gegenüber (vgl. dazu auch Cooley und Lohnes, 1971 sowie auch Horst, 1971). Neben der Homogenität von Varianz-Covarianzmatrizen der Meßwerte (Janke, 1969) sowie der weitgehenden Unabhängigkeit der einzelnen Fehlervariablen wird als Voraussetzung innerhalb von multivariaten Verfahren auch das Intervallskalenniveau bzw. die N-dimensionale Normalverteilung gefordert. Die Bedingung der Normalverteilung ist aber, und dies insbesondere bei klinischen Studien, kaum realiter erfüllt, was unter anderem von Koller (1967) gezeigt wurde.

Die diskriminanzanalytische Datenverarbeitung bezog sich daher stets auf einzelne Lerndurchgänge im DCS-Verfahren, und zwar auf die jeweils kumulierten Fehlervariablen. Die Fehlervariablen wurden dabei sukzessiv für die DCS-Lerndurchgänge 2, 4, 6, 8 und 10 auf ihre diskriminanzanalytische Trennfähigkeit geprüft, und zwar möglichst an gleichen Stichproben, um die Vergleichbarkeit der Validitätswerte zu gewährleisten. Danach wurden diese Validitätswerte mit denen nach dem globalen Kriterium einer maximal 10fachen Lernfähigkeitsprüfung nach Weidlich (1972) verglichen, um zu einer möglichen Ökonomisierung zu gelangen.

Tabelle 2 gibt einen komprimierten Überblick über die Ergebnisse der multiplen Diskriminanzanalyse („Manova“) der Fehlervariablen der DCS-Durchgänge 4, 6 und 8 sowie daneben auch einen Vergleich der Validitätswerte mit dem bisherigen Kriterium nach Weidlich.

Während im oberen Teil der Abbildung die standardisierten Diskriminanzkoeffizienten, die kanonischen Korrelationskoeffizienten sowie der jeweils ermittelte optimale Trennwert (cut off point) aufgeführt sind, sind im unteren Teil der Tabelle der nach Loewer (1967) definierte Brauchbarkeitswert (d. h. die positive und negative Trefferquote), die Korrelationskoeffizienten nach der 4-Feldertafel, die Quote der Fehlklassifikationen sowie die jeweiligen Stichprobenumfänge im Vergleich zur Untersuchung von Weidlich (1969) angegeben.

Es zeigte sich, daß bei Ermittlung der Diskriminanzfunktion des Durchgangs 6 der Prozentsatz der durch die verwendeten Fehlervariablen aufgeklärten Varianz am Kriterium, d. h. also an der Gruppenzugehörigkeit, $R^2 = 0,84^2 = 0,71$, also rund 71% beträgt, was bereits auf eine außerordentlich hohe Zuordnungs-

Tabelle 2. Zusammengefaßte Ergebnisse der Diskriminanzanalyse mit Darstellung der Validitätswerte

Kennwerte	Kriterium					
	Multiple Diskriminanzanalyse			Globalkriterium		
	DCS-IV	DCS-VI	DCS-VIII	Für vorliegende Studie	Für Weidlich-Studie	
Standard. Koeffizienten der Diskrim. Funktion	$a_1 = 0.01$ $a_2 = 0.62$ $a_3 = 0.03$ $a_4 = 0.64$ $a_5 = 0.95$ $a_6 = 0.34$	$a_1 = 0.12$ $a_2 = 0.53$ $a_3 = 0.09$ $a_4 = 0.47$ $a_5 = 0.84$ $a_6 = 0.22$	$a_1 = 0.44$ $a_2 = 0.39$ $a_3 = 0.29$ $a_4 = 0.43$ $a_5 = 0.60$ $a_6 = 0.22$	—	—	
Kanonische Korrelation	R = 0.83	R = 0.84	R = 0.81	—	—	
Optimaler Trennwert bei Diskriminanzanalyse	Y = 2.3	Y = 2.0	Y = 2.4	—	—	
Diagnostische Klassifikationsgüte:						
a) Brauchbarkeitswert	BW = 163	BW = 178	BW = 173	BW = 191	BW = 161	
b) Phi-Korrelation	r = 0.82	r = 0.88	r = 0.85	r = 0.95	r = 0.81	
Anzahl der Fehlklassifikationen	8	5	6	2	13	
Fehlklassifikationen bei der Experimentalgruppe	4	1	1	0	2	
Stichprobenumfänge:						
a) Experimentalgruppe	n = 40	n = 38	n = 33	n = 32	n = 60	
b) Kontrollgruppe	n = 47	n = 47	n = 47	n = 47	n = 69	

sicherheit hindeutet. Der Vergleich verschiedener Validitätswerte, insbesondere der Phi-Korrelation, sowie die Anzahl von Fehlklassifikationen, macht dies recht deutlich. Die Verringerung des Stichprobenumfangs bei der Experimentalgruppe von hirngeschädigten Patienten von DCS-Durchgang 4 — DCS-Durchgang 8 ist aus Belastbarkeitsgründen der Patienten während der Testdurchführung bedingt, da nicht alle Patienten den Belastungen einer maximal 10fachen Gedächtnisprüfung gewachsen waren.

3.3 Zur Bedeutung der Fehlervariablen

Bezüglich der statistischen Bedeutsamkeit der Variablen an der Gruppentrennung erbrachten bis auf die Variable DR (90° Drehung) alle verwendeten Fehlervariablen hochsignifikante Effekte. Im folgenden sind tabellarisch die Fehlervariablen in der Reihenfolge ihrer Trennfähigkeit aufgeführt, wobei dabei als Maß die Korrelation der Variablen mit der Diskriminanzachse genommen wurde (die Rechnung erfolgte nach dem EDV-Programm „Discrim“ nach Cooley und Lohnes) (Tabelle 3).

Tabelle 3. Statistische Bedeutsamkeit der Trennfähigkeit einzelner Fehlervariablen (in der Reihenfolge ihrer Bedeutsamkeit)

Variablen	Korrelation mit Diskriminanzachse	Signifikanz bei univariatem F-Test
1. Lernfähigkeit/Merkschwäche (RR)	0.94	$P < 0.0001$
2. Form- und plazierungsgerechte Reproduktion (RRFP)	0.88	$P < 0.0001$
3. Klappung (KL)	0.48	$P < 0.001$
4. Erfindung (i. Sinne v. Konfabul.) (ERF)	-0.47	$P < 0.0011$
5. Perseveration (PE)	-0.45	$P < 0.002$
6. Drehung (DR)	-0.08	$P < 0.584$

Entsprechend der Abbildung 3 zur Verlaufsdarstellung der kumulierten Mittelwerte der Variablen RR (Lernfähigkeit-Merkschwäche) zeigt sich die starke statistische Bedeutsamkeit dieser Variablen mit einer Korrelation von 0.94 sowie einem Signifikanzniveau von $P < 0.001$.

Die Differenzierung der sogenannten Drehungszeichen, d. h. zum einen die sogenannte *zweidimensionale Drehung* (DR) sowie zum anderen die sogenannte *dreidimensionale Drehung* (KL), erwies sich als sehr sinnvoll, da die 90° Drehung keinen statistisch signifikanten Effekt bezüglich der Gruppentrennung leistete. Die positive Gewichtung des Korrelationskoeffizienten für die Variable Klappung im Vergleich zu den Variablen Erfindungen (ERF) und Perseveration (PE) zeigt, daß ein hoher Fehlerwert bei dieser Variablen eher für die Zugehörigkeit zur Gruppe der Nichthirngeschädigten spricht. Wie der Arbeit von Lamberti (1975) zu entnehmen ist, zeigte sich ebenso, daß die Variable PE (*Perseveration*) als sogenannte „*Suppressorvariable*“ in die Vorhersageleistung einging.

3.4 Ergebnisse der Kreuzvalidierung

Zur Absicherung gegen mögliche Stichprobenfehler wurde zudem eine Kreuzvalidierung vorgenommen, wobei die Experimentalgruppe von hirngeschädigten Patienten nach der „Odd-even-Methode“ in zwei gleich große Stichproben aufgeteilt wurde. Da nämlich die ermittelten Regressionskoeffizienten einem relativ großen Stichprobenfehler unterliegen können, weil die Gewichte so geschätzt werden, daß sie für die Daten der Erhebungsstichprobe optimal sind, erschien eine Aufgliederung der Experimentalgruppe sowie die anschließende Bestimmung des diskriminanzanalytischen Trennkriteriums gegenüber der gleichen klinischen Kontrollgruppe sinnvoll. Aufgrund des relativ geringen Stichprobenumfangs der klinischen Kontrollgruppe konnte eine doppelte Kreuzvalidierung leider nicht durchgeführt werden.

Es wurden daher nach Aufteilung der Experimentalgruppe die für die beiden Teilgruppen ermittelten Diskriminanzfunktionen verglichen sowie nach Bestimmung der jeweiligen Diskriminanzwerte „über Kreuz“, das heißt für die Variablenwerte der jeweils anderen Teilstichprobe, die entsprechenden Zuordnungs-

Tabelle 4. Ergebnisse der Kreuzvalidierung

	Analyse I	Analyse II
Diskriminanzfunktion (mit standardisiert. Koeffizienten)	$Y = -0.14 X_1 - 0.54 X_2 + 0.002 X_3 + 0.38 X_4 + 1.01 X_5 + 0.12 X_6$	$Y = -0.04 X_1 - 0.49 X_2 - 0.07 X_3 + 0.54 X_4 + 0.92 X_5 + 0.13 X_6$
Optimaler Trennwert („Cut-off-point“)	$Y = 1.6$	$Y = 1.7$
Klassifikationsgüte: BW	$BW = 176$	$BW = 176$
Phi-Korrelation	$r = 0.87$	$r = 0.87$
Fehlklassifikation (in der Prüfgruppe)	3 (1)	3 (1)

sicherheiten verglichen. Die Ergebnisse dieser beiden Analysen sind in Tabelle 4 wiedergegeben.

Der Vergleich der ermittelten Diskriminanzfunktionen ergab bei den für die Gruppentrennung relevanten Fehlervariablen annähernd gleichgewichtete Werte. Die Verteilung der „über Kreuz“ bestimmten Diskriminanzwerte zeigte sogar gleiche Zuordnungssicherheiten.

Insgesamt ist der Vergleich der obigen Werte als deutlicher Beleg für die Brauchbarkeit des ermittelten diskriminanalytischen Trennkriteriums zu bewerten, worauf noch näher in der Diskussion eingegangen wird.

4. Diskussion der Befunde

4.1 Die Ergebnisse der multivariaten Varianzanalyse zeigen deutlich, daß sich die „relativ willkürlich“ ausgewählten Fehlervariablen zu einer statistisch hochsignifikanten Trennung der Untersuchungsgruppen, d. h. praktisch zur sicheren Aussonderung von hirnorganisch bedingten Gedächtnisstörungen, eignen.

Dem offenkundigen Vorteil der verwendeten multivariaten Analyse von Fehlertestwerten stand allerdings der Nachteil der schlechteren Interpretierbarkeit der Variablengewichte gegenüber. Es konnte jedoch festgestellt werden, daß sich die Fehlervariable „Lernfähigkeit“ (bzw. Merkschwäche) hinsichtlich einer möglichst überschneidungsfreien Verteilung als äußerst bedeutsam erwies, im übrigen ein Faktum, das bei der erhöhten Labilität mnestischer Leistungen bei Hirnfunktionsstörungen durchaus zu erwarten war.

Wider Erwarten zeigte sich dagegen, daß das Bedeutungsausmaß der Variablen „Drehung“ (90° Drehung) an der Trennung der Gruppen relativ gering ist — und dies über den gesamten DCS-Testverlauf — während andererseits die Variable „Klappung“ (180° Drehung) einen hochsignifikanten Trenneffekt zeigte, was sich insbesondere gegenüber der klinischen Gruppe der „Psychotiker“ zeigte. In Übereinstimmung mit den Befunden Wahlers (1956) zeigte sich auch, daß das wesentliche Charakteristikum des hirnorganischen Psychosyndroms, nämlich die *Perseveration*, sich nicht direkt zur Gruppentrennung verwenden ließ, sondern,

wie im vorliegenden Fall, als Suppressorvariable in die Vorhersageleistung einging, die sich innerhalb der multiplen Korrelation wieder zur Gruppenvorhersageleistung ausnutzen ließ.

Bei Abschätzung der Klassifikationsgüte bzw. der Trefferquote dieses neuen Trennkriteriums — zu entnehmen aus Tabelle 2 — zeigte sich im Vergleich mit den von Weidlich (1972) angegebenen Validitätswerten, die wegen der Kriterien einer adäquaten Kontrollgruppe auf einer klinischen Kontrollgruppe von 41 Neurotikern sowie 28 chronisch Schizophrenen basierten, daß das neu erstellte diskriminanzanalytische Kriterium gegenüber dem äußerst belastenden Globalkriterium nach Weidlich sogar günstigere Validitätswerte besaß.

Damit ist der bisherige, äußerst belastende Zeitaufwand bei der DCS-Testdurchführung, und dies insbesondere für wenig belastbare Patienten, um fast die Hälfte reduziert, was bei der Güte der Klassifikationswerte einen erheblichen Ökonomisierungsgewinn bedeutet.

4.2 Das Ziel dieser Studie, die vor allem auf eine Erleichterung der Diagnostik von hirnorganischen Störungen für den Kliniker abzielte, dürfte damit vollkommen erreicht sein. Zudem zeigte die durchgeführte Kreuzvalidierung, daß die Anwendung des Verfahrens mit einer fehleranalytisch orientierten Auswertungsmethodik auf vergleichbare klinische Populationen möglich ist und auch ebenso entsprechend hohe Klassifikationsgüten erreicht werden können.

Während die Repräsentativität der Stichprobe aufgrund der besonderen Beachtung der Kriterienvalidität nicht ganz den realen Verhältnissen entsprechen dürfte, wurden andererseits mögliche, verborgene Stichprobenfehler durch die bereits erwähnte Kreuzvalidierung weitgehend kontrolliert und als unwesentlich erkannt.

Die Übertragbarkeit dieses Trennkriteriums gilt natürlich für die verwandte Altersklasse von 20—60 Jahren. Für spezifische Patientengruppen aus dem Bereich der Kinder- und Jugendpsychiatrie müßten wegen des möglichen Einflusses des Faktors „Alter“ spezielle Untersuchungen durchgeführt werden, was vor kurzem von Lamberti und Remschmidt begonnen wurde (vgl. dazu Remschmidt u. a., 1978).

Die *praktischen Konsequenzen* für die klinische Diagnostik nach dem neu erstellten Diskriminanzanalysekriterium sollen im Folgenden anhand einiger Beispieldokumente verdeutlicht werden:

Es ergab sich nach der multivariaten Analyse der aufsummierten Fehlervariablen von DCS-Durchgang VI folgende Diskriminanzfunktion, wobei die standardisierten Koeffizienten schon in die Rohwertgewichte umgerechnet worden sind:

$$Y = 0,012 \text{ RRFP} - 0,16 \text{ PE} - 0,04 \text{ DR} + 0,2 \text{ KL} + 0,082 \text{ RR} + 0,08 \text{ ERF}$$

Als kritischer Trennwert („cut off point“), der für die vorliegende Funktion eine optimale Trefferquote bietet, ergibt sich bei einer Basisrate von 56% Hirngeschädigten versus 40% Nichthirngeschädigten ein Wert von $Y_{\text{krit}} = 2,0$.

Nach der obigen Funktion ist es nunmehr für den Diagnostiker möglich, nach einer 6maligen Merkfähigkeitsprüfung im DCS die Fehlerrohwerte (entsprechend den Definitionen) über die gesamten 6 Durchgänge zu bestimmen, um sodann für

Zeichenserie	Zeichen - Protokollierung									Auswertung der Fehlervariablen						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	RR FP	PE	DR	KL	RR	FRF	
I			↖	□						0	0	0	0	0	1	
II			↖	□		▽	□			0	2	0	0	0	1	
III			□		□					—	—	—	—	1	—	
IV	///	↖								—	—	—	—	—	1	
V				H	◇					1	0	0	1	1	—	
VI	///			◇		JU				1	0	1	0	1	1	
Name: Nr. 029	Datum:									Σ	2	2	1	1	3	4
Geschlecht: ♀	VL: Ca															
Alter: 53	Zeit der Durchführung:															
Beruf: Hausfrau																
Diagnose(vorläufig): Arzt Diagnose: Hirnatrophie (PEG, Röntgen....)																
B																
C																

Diskriminanzfunktion:

$$Y_i = 0,012 \cdot RR_{FP} - 0,16 \cdot PE - 0,04 \cdot DR + 0,2 \cdot KL + 0,082 \cdot RR + 0,08 \cdot ERF$$

$Y_{krit} = 2,0$ (Für 20-60 Jahre und Basisrate von 56% HG vs 44% NHG)

$Y_i > Y_{krit} \rightarrow$ Unauffällig
 $Y_i < Y_{krit} \rightarrow$ Auffällig

$0,43 < Y_{krit} = 2,0 \iff$ Auffällig

Abb. 5. Darstellung eines DCS-Protokolles aus der Gruppe der Hirngeschädigten

Zeichenserie	Zeichen - Protokollierung									Auswertung der Fehlervariablen						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	RR FP	PE	DR	KL	RR	ERF	
I	///			H	↖	+	Z		NW	2	0	1	0	5	0	
II	///	Ζ	H	↖	◇	Z	+	JU	W	6	0	1	2	6	0	
III	///	Ζ	H	↖	◇	Z	+	JU	W	6	0	1	2	6	0	
IV	///	Ζ	H	↖	◇	Z	+	JU	NW	8	0	0	1	8	0	
V	///	Ζ	H	↖	◇	Z	+	JU	NW	9	0	0	0	9	0	
VI	Lernkriterium erreicht									9	—	—	—	9	0	
Name:	Datum:									Σ	40	0	3	5	43	0
Geschlecht: ♂	VL: Ca															
Alter: 24	Zeit der Durchführung:															
Beruf: Student																
Diagnose(vorläufig): Arzt-Diagnose: Prozeßpsychose																
B																
C																

Diskriminanzfunktion:

$$Y = 0,012 \cdot RR_{FP} - 0,16 \cdot PE - 0,04 \cdot DR + 0,2 \cdot KL + 0,082 \cdot RR + 0,08 \cdot ERF$$

$Y_{krit} = 2,0$ (Für 20-60 Jahre und Basisrate von 56% HG vs 44% NHG)

$Y_i > Y_{krit} \rightarrow$ Unauffällig
 $Y_i < Y_{krit} \rightarrow$ Auffällig

$4,9 > Y_{krit} = 2,0 \iff$ Unauffällig

Abb. 6. Darstellung eines DCS-Protokolles aus der klinischen Kontrollgruppe

den jeweiligen Patienten einen spezifischen Diskriminanzwert Y_i zu berechnen, der mit dem kritischen Trennwert Y_{krit} verglichen wird.

Aufgrund des *Überschreitens* (d. h.: negativ bezüglich organischer Hirnschädigung) oder *Unterschreitens* (d. h.: positiv bezüglich organischer Hirnschädigung) kann dann die „vorläufige Diagnosestellung“ vorgenommen werden.

Im vorliegenden Fall bedeutet dies, daß mit Zunahme der Diskriminanzwerte — etwa durch eine erhöhte Anzahl von formgerechten Reproduktionen und einer geringen Anzahl von Perseverationen — die Wahrscheinlichkeit der Zugehörigkeit zur Gruppe der Nichthirngeschädigten steigt bzw. entsprechend mit einer Abnahme der Diskriminanzwerte — z. B. durch eine hohe Anzahl von Perseverationen bei gleichzeitig erhöhter Merkschwäche — die Wahrscheinlichkeit der Zugehörigkeit zur Gruppe der Hirngeschädigten ansteigt.

In Abbildung 5 ist das DCS-Protokoll eines typischen Patienten aus der Gruppe der Hirngeschädigten mit der entsprechenden Auswertung dargestellt.

Im Vergleich dazu ist in Abbildung 6 das DCS-Protokoll eines typischen Patienten aus der klinischen Kontrollgruppe, ebenfalls mit der vollständigen Auswertung, wiedergegeben.

Literatur

- Cooley, W. W., Lohnes, P. R.: Multivariate data analysis. New York-London-Sidney-Toronto: John Wiley & Sons 1971
- Hartje, W., Orgass, B.: Die diagnostische Effizienz von drei psychologischen Verfahren zur Auslese hirngeschädigter Patienten. Arch. Psychiat. Nervenkr. **216**, 172—187 (1972)
- Horst, P.: Messung und Vorhersage. Eine Einführung in die psychologische Testtheorie. Weinheim-Berlin-Basel: Beltz 1971
- Janke, W.: Klassifikation. In: Heiss, R. (Hrsg.): Psychologische Diagnostik. Handbuch der Psychol. Bd. 6. Göttingen: Hofgrefe 1964
- Janke, W.: Grundlagen der Klassifikation. In: Irle, M. (Hrsg.): Bericht 26. Kongreß DGP, Tübingen, 1968. Göttingen: Hofgrefe 1969
- Koller, S.: Mathematisch-statistische Grundlagen der Diagnostik. Klin. Wochenschrift **45**, 1065 (1967)
- Koller, S., Michaelis, J., Scheidt, E.: Untersuchungen an einem diagnostischen Simulationsmodell. Meth. Inform. Med. **11**, 213 (1972)
- Kornmann, R.: Hirnschädigung und fehlende Schulreife — Multivariate Analyse zur psychologischen Differentialdiagnose. Dissertation, Berlin 1971
- Lamberti, G.: Ökonomisierung des „Diagnostikum für Cerebralschädigung“ unter besonderer Berücksichtigung seiner diagnostischen Güte sowie seiner praktikablen Anwendbarkeit. Psychol. Diplomarbeit, Marburg 1975
- Loewer, H. D.: Möglichkeiten und Gebrauch von Skalen zur Erfassung von Hirnschädigungsfolgen. Aus: E. Duhm: Praxis der klinischen Psychologie, Bd. 1, p. 98—115. Göttingen: Hofgrefe 1967
- Remschmidt, H., Stutte, H.: Psychische Folgen nach Schädel-Hirn-Traumen bei Kindern und Jugendlichen. Ergebnisse klinischer, neuropsychologischer und katamnestischer Untersuchungen. Bern-Stuttgart-Wien: Huber 1978 (eingereicht)
- Wahler, H. J.: A comparison of reproduction errors made by brain-damaged and control patients on a memory-for-design-test. J. Abnorm. Soc. Psychol. **52**, 251—255 (1956)
- Weidlich, S.: Der DCS. Ein Beitrag zur Untersuchung der Gütekriterien des DCS. Dissertation, 1969, Freiburg/Br.
- Weidlich, S.: DCS-Diagnosticum für Cerebralschädigung (nach F. Hillers), Test-Handbuch, Bern-Stuttgart-Wien: Huber 1972

Eingegangen am 24. Oktober 1977

Nachtrag:

Eine Überarbeitung des Test-Handbuchs von Weidlich (1972) ist in Vorbereitung.