

## Ergebnisse eines Trainingsprogramms zur Verbesserung der visuellen Auffassungsschnelligkeit und Konzentrationsfähigkeit bei Hirngeschädigten

W. Sturm, W. Dahmen, W. Hartje und K. Willmes

Abteilung Neurologie der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen  
(Vorstand: Prof. Dr. Klaus Poeck), Goethestraße 27-29, D-5100 Aachen,  
Bundesrepublik Deutschland

### Results of a Program for the Training of Perceptual Speed and Attention in Brain Damaged Patients

**Summary.** A program for the training of perceptual speed and attention with a duration of four weeks was developed and given to thirty brain damaged patients.

In order to evaluate a possible generalization effect of the training all subjects were tested three times, i.e. at the beginning of the training, after four and after eight weeks with a series of 16 standardized psychometric tests. These comprised tasks which closely resembled the training procedures as well as tasks testing psychomotor functions in a broader sense and even tasks of reasoning and other intellectual functions.

To test the different effects of training, spontaneous recovery and test repetition an experimental design with two groups of patients and two control groups was necessary. Only the groups of patients showed a significant and marked improvement in all tests which could neither be explained by spontaneous recovery nor by test repetition. The training effect proved to be stable after four weeks. The most marked improvement, however, was seen with those tasks most closely resembling the training procedures; in no case the performance level of the control groups was reached.

**Key words:** Brain damage – Rehabilitation – Training of perceptual speed and attention

**Zusammenfassung.** Ein 4wöchiges Trainingsprogramm zur Verbesserung der visuellen Auffassungsschnelligkeit und Konzentrationsfähigkeit Hirngeschädigter wurde entwickelt und an 30 Patienten erprobt. Um einen möglichen Generalisierungseffekt des Trainings auch auf trainingsunähnliche

Funktionsbereiche zu überprüfen, wurden alle Patienten zu drei Zeitpunkten im Abstand von jeweils vier Wochen mit einer Serie von 16 standardisierten psychometrischen Testverfahren untersucht, die sowohl dem Training unmittelbar verwandte Aufgaben als auch psychomotorische Tests im weiteren Sinne und sogar Tests zur Prüfung des logischen Denkens und anderer intellektueller Funktionen umfaßte.

Zur getrennten Erfassung von Trainings-, Spontanbesserungs- und Testwiederholungseffekten war ein Versuchsplan mit zwei Patienten- und zwei Kontrollgruppen erforderlich. Die Ergebnisse zeigten nur für die Patientengruppe eine trainingsabhängige bedeutsame Leistungsverbesserung in allen untersuchten Funktionsbereichen, die nicht durch Spontanbesserung oder Testwiederholungseffekte erkläbar ist und auch nach vier Wochen noch stabil war. Die Leistungsverbesserungen waren für die trainingsähnlichen Funktionsbereiche am deutlichsten; es wurde in keinem Fall das Niveau der Kontrollgruppe erreicht.

**Schlüsselwörter:** Hirnschaden – Rehabilitation – Verbesserung der visuellen Auffassungsschnelligkeit und Konzentrationsfähigkeit

## Einleitung

Beeinträchtigungen der visuellen Auffassungsschnelligkeit, Konzentrations- und Reaktionsfähigkeit als Folge von Hirnschädigungen unterschiedlichster Ätiologie sind häufig beschrieben worden und werden von vielen Patienten spontan geklagt (Goldstein 1942; Blackburn und Benton 1955; Benton und Joynt 1958; Rentzsch 1971). Aus diesem Grund gibt es bereits seit längerer Zeit immer wieder vereinzelte Ansätze, derartige Störungen therapeutisch anzugehen. Während Blackburn (1958), Benton (1960) und in ähnlicher Weise auch Shankweiler (1959) eine Leistungsverbesserung durch motivierende Instruktionen erzielen konnten, versuchte Kallinger (1975) durch ein über einen längeren Zeitraum hinweg angewandtes systematisches Training mit dem Wiener Determinationsgerät die Reaktionsfähigkeit hirngeschädigter Patienten zu verbessern. Mit vier „sensomotorischen“ Aufgaben (Reaktionszeitmessung, Test d2, tachistoskopische Darbietung von Punktmustern, Zeigerversuch nach Mittenecker) sollte die über einen reinen Übungseffekt hinausgehende Effektivität des Trainings überprüft werden. Kallinger beschränkte ihr Training auf die Standardprogramme des Wiener Determinationsgeräts mit einer begrenzten Steigerung der Aufgabenkomplexität. Eine Generalisierung des Trainings auf Leistungsbereiche außerhalb der sogenannten psychomotorischen Funktionen wurde nicht untersucht.

In der vorliegenden Untersuchung wurde versucht, für ein leicht durchzuführendes apparatives Training spezielle Programme mit systematisch ansteigendem Komplexitäts- und Schwierigkeitsgrad zu erstellen. Die Effektivität dieser Programme auf psychomotorische und nichtpsychomotorische Funktionsbereiche sollte untersucht werden. Der Versuchsplan sah außerdem die Überprüfung von Spontanbesserungs- und Testwiederholungseinflüssen und der zeitlichen Stabilität der Trainingseffekte vor.

## Methoden und Versuchspersonen

Das Training wurde am Wiener Determinationsgerät (programmierbares WDG mit Mehrfarblicht) und am Wiener Konzentrationsgerät (Cognitron) (beide Firma Schuhfried, Mödling, Österreich) durchgeführt. Beim WDG muß der Proband auf visuelle oder akustische Signale durch Hand- oder Fußtastendruck möglichst schnell und richtig reagieren, während er beim Cognitron durch manuelle Reaktion entscheiden muß, ob eine mit Leuchtdioden dargestellte Strichkonfiguration in einer Auswahlmenge von vier vorgegebenen Strichkonfigurationen enthalten ist. Standardmäßig wird nach jeweils 10 Aufgaben die Vorlage der Vergleichsfiguren gewechselt.

Bei der Erstellung des Trainingsprogramms zum WDG wurden die Möglichkeiten der Mehrfarblicht- oder Einzellichtreizdarbietung, der sukzessiven Kombination von visuellen und auditiven Stimuli, verhaltens- oder gerätegesteuerter Signaldarbietung, Steigerung der Reizabfolgeschwindigkeit, spezieller Reiz-Reaktionskoppelungen und der freien Programmierung besonders schwieriger Reizsequenzen ausgeschöpft. Auf diese Weise konnte ein fortlaufend schwieriger werdendes Trainingsprogramm erstellt werden. Über einen Zeitraum von 4 Wochen hinweg wurden insgesamt 14 Trainingssitzungen mit einer durchschnittlichen Dauer der Übung am Wiener Determinationsgerät von 15 min abgehalten. (Einzelheiten zu diesem und dem im folgenden beschriebenen Trainingsprogramm können von den Autoren direkt angefordert werden.)

Der Schwierigkeitsgrad der Trainingsaufgaben am Wiener Cognitron wurde durch Variation der zu vergleichenden Strichkonfigurationen – von Buchstaben und Ziffern über einfache geschlossene geometrische Figuren bis zu sehr komplexen unzusammenhängenden Konfigurationen – gesteigert.

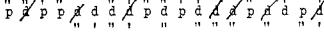
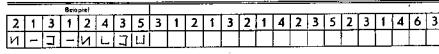
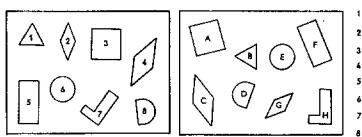
Eine zusätzliche Abstufung des Schwierigkeitsgrads wurde durch räumliche Verdrehung der Stimuli, Steigerung der Abfolgeschwindigkeit der Aufgaben, häufigeres Wechseln der Vorlage gegenüber der Standarddurchführung sowie Einführung einer mnestischen Leistungskomponente durch vorübergehende Ausblendung der Vorlage erreicht. Das pro Sitzung ebenfalls ca. 15minütige Training am Cognitron wurde immer zusammen mit den Übungen am Wiener Determinationsgerät durchgeführt.

Zur Prüfung der Effektivität des Trainings in Bezug auf trainingsähnliche und trainings-unähnliche Leistungsbereiche wurde eine Batterie aus 16 standardisierten psychometrischen Tests herangezogen. Es wurde darauf geachtet, nur solche Testverfahren zu verwenden, für die eine ausreichende Reliabilität zumindest für Stichproben von Normalen berichtet wurde. Außerdem wurden die Aufgaben so ausgewählt und angeordnet, daß nach Iteminhalten oder faktorenanalytisch gewonnenen Ergebnissen eine abnehmende Ähnlichkeit zu den direkt trainierten Aufgaben plausibel erschien. Die Tests reichten von speziellen Testprogrammen für das WDG und das Cognitron über Prüfungen der Psychomotorik im weiteren Sinne bis zu sehr trainingsunähnlichen Prüfverfahren der intellektuellen Leistungsfähigkeit wie z. B. logisch abstrahierendes Denken, räumliches Vorstellungsvermögen, Wortflüssigkeit u. ä. Dabei handelte es sich um Einzeltests oder Untertests aus verschiedenen Testbatterien. Die Testverfahren sind ausführlich bei Brickenkamp (1975) dargestellt. Tabelle 1 zeigt die 16 Testverfahren im einzelnen.

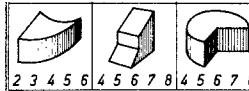
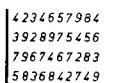
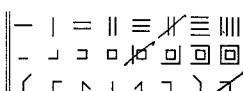
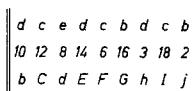
Die Durchführung aller Tests dauerte pro Patient ca. 90 min. Gemäß dem Versuchsplan wurde jede Versuchsperson zu drei verschiedenen Zeitpunkten mit allen 16 Tests untersucht.

Zur Kontrolle von evtl. Spontanremissionseffekten wurden zwei nach Alter, Krankheitsdauer und Läsionslokalisation einander angegliche Gruppen hirngeschädigter Patienten gebildet. Zunächst wurden beide Patientengruppen mit der Testbatterie untersucht (Vortest), woraufhin eine Patientengruppe (Gruppe 1) 4 Wochen lang das o. a. Training erhielt; die zweite Patientengruppe (Gruppe 2) wurde während dieses Zeitraums im Rahmen des routine-mäßigen Therapieangebots der Klinik versorgt. Unmittelbar danach folgte eine zweite Untersuchung mit der Testbatterie (1. Nachtest) und Gruppe 2 wurde anschließend 4 Wochen lang trainiert, während bei Gruppe 1 die spezielle Behandlung aussetzte. Nach Beendigung dieser Behandlungsphase wurden beide Gruppen zum dritten Mal mit der Testbatterie untersucht (2. Nachtest). Ein Vergleich der Testergebnisse vor und nach dem Training gibt Auskunft über den Trainingserfolg in der jeweils behandelten Gruppe, wenn man gleichzeitig eine evtl.

**Tabelle 1.** Die 16 Testverfahren zur Prüfung des Trainingseffekts. Mit ansteigender Ordnungszahl nimmt die Ähnlichkeit zur Trainingsprozedur ab

Testbezeichnung/Leistungsscore	Aufgabenbeispiel
1. Wiener Determinationsgerät (spezielles Testprogramm)/ Anzahl richtiger Reaktionen (Maximum: 180)	Differentielle Reaktionen auf verschiedenfarbige Lichtreize und zwei unterschiedliche Töne
2. Wiener Cognitron (spezielles Testprogramm) / Anzahl richtiger Reaktionen (Maximum: 79)	Vergleich visueller Stimuli mit einer Vorlage
3. Einfache visuelle Reaktionszeitprüfung (Wiener Reaktionsgerät) / Reaktionszeit in ms	Reaktion auf einen weißen Lichtreiz
4. Einfache auditive Reaktionszeitprüfung (Wiener Reaktionsgerät) / Reaktionszeit in ms	Reaktion auf ein akustisches Signal
5. Test d2 – Kurzfristige visuelle Aufmerksamkeitsbelastung / Anzahl der bearbeiteten Aufgaben (Maximum: 658)	
6. Feldmarkierungstest (FMT) – Kontinuierliche Diskriminationsleistung nach vorgegebenen Regeln mit Unterdrückung von Störreizen / Anzahl der bearbeiteten Aufgaben in der zweiten Testhälfte. Keine eindeutige Höchstgrenze	
7. Revisionstest (Rev.-T.) – Längerfristige Konzentration bei einfachen Additionsaufgaben / Anzahl der bearbeiteten Aufgaben (Maximum: 660)	
8. Leistungsprüfsystem (LPS) Test 14 – Wahrnehmungstempo beim Bemerkten von Fehlern (Thurstone-Faktor: Perceptual Speed and Accuracy) / Anzahl der richtigen Lösungen (Maximum: 40)	
9. Zahlensymboltest (HAWIE) – Geschwindigkeit und Genauigkeit von Symbol-Symbol-Assoziationen / Anzahl der richtigen Lösungen (Maximum: 67)	
10. Berufseignungstest (BET) Test 5 – Visuelles Identifizieren unter Zeitdruck / Anzahl der richtigen Lösungen (Maximum: 60)	

**Tabelle 1.** (Fortsetzung)

Testbezeichnung/Leistungsscore	Aufgabenbeispiel
11. Berufseignungstest (BET) Test 1 – Visuelle Auffassungsschnelligkeit / Anzahl der richtigen Lösungen (Maximum: 49)	 A B C D
12. Leistungsprüfsystem (LPS) Test 9 – Raumvorstellung (Thurstone-Faktoren: Space 1 u. 2) / Anzahl der richtigen Lösungen (Maximum: 40)	
13. Leistungsprüfsystem (LPS) Test 15 – Schnelles Quersummenbilden (Thurstone-Faktor: Number) / Anzahl der richtigen Lösungen (Maximum: 40)	
14. Leistungsprüfsystem (LPS) Test 3 – Logisches Denken und Erkennen von Regeln (Thurstone-Faktor: Reasoning) / Anzahl der richtigen Lösungen (Maximum: 40)	
15. Leistungsprüfsystem (LPS) Test 4 – Logisches Denken und Regelerkennen (Thurstone-Faktor: Reasoning) / Anzahl der richtigen Lösungen (Maximum: 40)	
16. Leistungsprüfsystem (LPS) Test 6 – Wortflüssigkeit (Thurstone-Faktor: Word Fluency) / Anzahl der innerhalb von 3 Minuten genannten Wörter. Keine vorgegebene Höchstgrenze	Wörter mit bestimmten Anfangsbuchstaben aufzählen

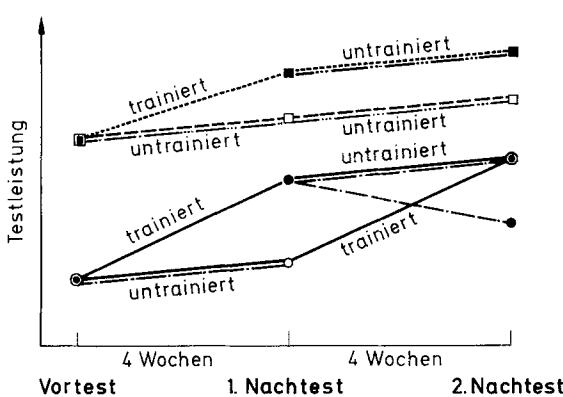
Die Aufgabenbeispiele 6 und 9–11 sind dem Buch Psychometrische Tests: FMT, HAWIE, BET, erschienen bei Hans Huber, Bern, und die Aufgabenbeispiele 5, 7, 8 und 12–15 dem Buch Psychometrische Tests: Test d2, Rev. Test, LPS, erschienen bei Hogrefe, Göttingen, entnommen.

Veränderung der Ergebnisse der während dieses Zeitraums unbehandelten Gruppe als Spontanremissionseffekt berücksichtigt. Ein Vergleich der letzten beiden Untersuchungen mit der Testbatterie in der zuletzt unbehandelten ersten Gruppe (vor der 5. bzw. nach der 8. Woche) kann Aufschluß über die zeitliche Stabilität eines evtl. in der Trainingsphase (1.–4. Wochen) erzielten Therapieeffekts geben.

Zur Kontrolle eines durch die dreimalige Testung mit den gleichen Verfahren denkbaren Übungseffekts bei den Patienten wurde eine normalgesunde Kontrollgruppe ebenfalls in den selben Zeitabständen dreimal mit der kompletten Testbatterie getestet.

Um erfassen zu können, ob sich das durchgeführte Training bei Hirngeschädigten qualitativ und quantitativ anders auswirkt als bei Hirngesunden, wurde eine zweite Kontrollgruppe ebenfalls in der 1.–4. Woche trainiert und zu den obengenannten drei Zeitpunkten getestet.

In den drei trainierten Gruppen sollte jeweils anhand der Ergebnisse in den 16 Testverfahren die trainingsspezifische Wirkung auf die verschiedenen Leistungsbereiche bestimmt werden. Abbildung 1 zeigt den Versuchsplan und die a priori vor Beginn der Trainingsdurchführung aufgestellte Hypothese hinsichtlich der Auswirkung des Trainings und der Testwiederholung in den vier Untersuchungsgruppen (Hartje und Sturm 1980).



**Abb. 1.** Versuchsplan und Hypothetische Resultate.  
 (●—●) In der 1.-4. Woche trainierte HS-Gruppe;  
 (○—○) in der 5.-8. Woche trainierte HS-Gruppe;  
 (■—■) in der 1.-4. Woche trainierte Normal-Gruppe;  
 (□—□) untrainierte Normal-Gruppe; (—) Testwiederholungseffekt;  
 (—) kombinierter Spontanremissions- u. Testwiederholungseffekt;  
 (●—●) Verlauf bei nachlassendem Trainingseffekt

**Tabelle 2.** Stichprobencharakteristika

	Hirngeschädigte (HS)		Normalgesunde	
	1. Gruppe	2. Gruppe	1. Gruppe (train.)	2. Gruppe (untrain.)
N	15	15	15	15
Geschlecht				
Männl.	12	12	5	9
Weibl.	3	3	10	6
Ätiol.				
Vaskulär	9	8		
Traumat.	6	4		
Sonstige		3		
Läsionslokal.				
Rechte Hemisphäre	4	5		
Linke Hemisphäre	7	6		
Diffus	4	4		
Alter				
$\bar{x}$	46,3	41,9	35,2	35,1
s	9,1	11,5	12,9	10,7
Median	49	41	37	35
Bereich	25-59	18-65	19-51	20-52
Krankheitsdauer (Monate)				
$\bar{x}$	10,2	9,5		
s	4,3	6,2		
Median	10	8		
Bereich	3-22	3-24		

Es wurden insgesamt 30 hirngeschädigte Patienten des Rehabilitationszentrums „Godeshöhe“ in Bad Godesberg<sup>1</sup> dem Training unterzogen. Hierbei handelte es sich um konsekutiv aufgenommene Fälle des Zentrums. Hemiparetisch waren 20 Patienten, Aphasiker wurden nicht in die Untersuchung einbezogen. Voraussetzung für eine Aufnahme in die Trainingsgruppe waren unterdurchschnittliche Leistungen zumindest in den Tests 1-5 der oben beschriebenen Testbatterie.

Es wurden ebenfalls 30 normalgesunde Versuchspersonen aus dem Personal der Reha-Klinik nach dem Lebensalter parallelisiert in zwei gleichgroße Gruppen aufgeteilt und nach Versuchsplan trainiert bzw. lediglich zu den drei genannten Zeitpunkten mit der Testbatterie untersucht. Die genaue Zusammensetzung der Stichprobe zeigt Tabelle 2.

## Ergebnisse

In Tabelle 3 sind für die vier Gruppen und getrennt nach den drei Untersuchungszeitpunkten Mittelwerte und Standardabweichungen der Leistung in jedem der 16 Tests angegeben. Außerdem wurden aus Gründen der Vergleichbarkeit des Trainingseffekts für die verschiedenen Variablen alle Rohwerte in z-Werte transformiert. Die Transformation erfolgte in allen Gruppen anhand der Mittelwerte und Standardabweichungen der Testleistungen aller 30 normalgesunden Versuchspersonen zum ersten Testzeitpunkt. Diese z-transformierten Mittelwerte sind in den Abbildungen 2-17 dargestellt.

Um den Verlauf der einzelnen Leistungen in der Testbatterie in den vier Untersuchungsgruppen vergleichen zu können, wurde getrennt für jedes der 16 Testverfahren eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit Meßwiederholungen für den Faktor „Zeitpunkte“ (Split-Plot-Varianzanalyse) gerechnet.

Das Gesamt- $\alpha$ -Niveau wurde auf 5% festgesetzt. Für die einzelnen Vergleiche wurde  $\alpha$  jeweils entsprechend der Anzahl der durchgeführten Vergleiche und der Anzahl der berücksichtigten Variablen reduziert (Kirk 1968).

Mit Ausnahme von Test 12 (LPS-Untertest 9, „Flächenzählen“) sind alle Wechselwirkungen signifikant, was bedeutet, daß sich die vier Gruppen in ihren Leistungsverläufen über die drei Zeitpunkte hinweg unterscheiden. Aus diesem Grund wurden anschließend Tests auf einfache Haupteffekte (Kirk 1968) für den Verlauf in den einzelnen Gruppen bzw. zwischen den Gruppen zu den einzelnen Zeitpunkten durchgeführt. Beide Patientengruppen zeigten über die Zeitpunkte hinweg eine signifikante Leistungsveränderung in allen Tests wiederum mit Ausnahme von Test 12 in der zuerst unbehandelt gebliebenen Gruppe (Bei Test 12 wurde allerdings nur knapp die – wegen der Mehrfachtestung ohnehin sehr hoch angesetzte – Signifikanzgrenze nicht erreicht, obwohl die Zeiteffekte auch hier in die erwartete Richtung gehen). Dagegen ergaben sich in der weitaus überwiegenden Mehrzahl aller Tests (außer Test 2 und 14 in der nichttrainierten Kontrollgruppe) für beide Kontrollgruppen keine signifikanten Veränderungen über die Zeit hinweg. Die vier Untersuchungsgruppen unterschieden sich insgesamt zu jedem der drei Untersuchungszeitpunkte in allen Tests voneinander.

Um feststellen zu können, ob die Leistungsverbesserungen bei den beiden Patienten-Gruppen auf das Training zurückgeführt werden können, wurden a-posteriori Vergleiche nach Scheffé zwischen den Testleistungen zu je zwei der

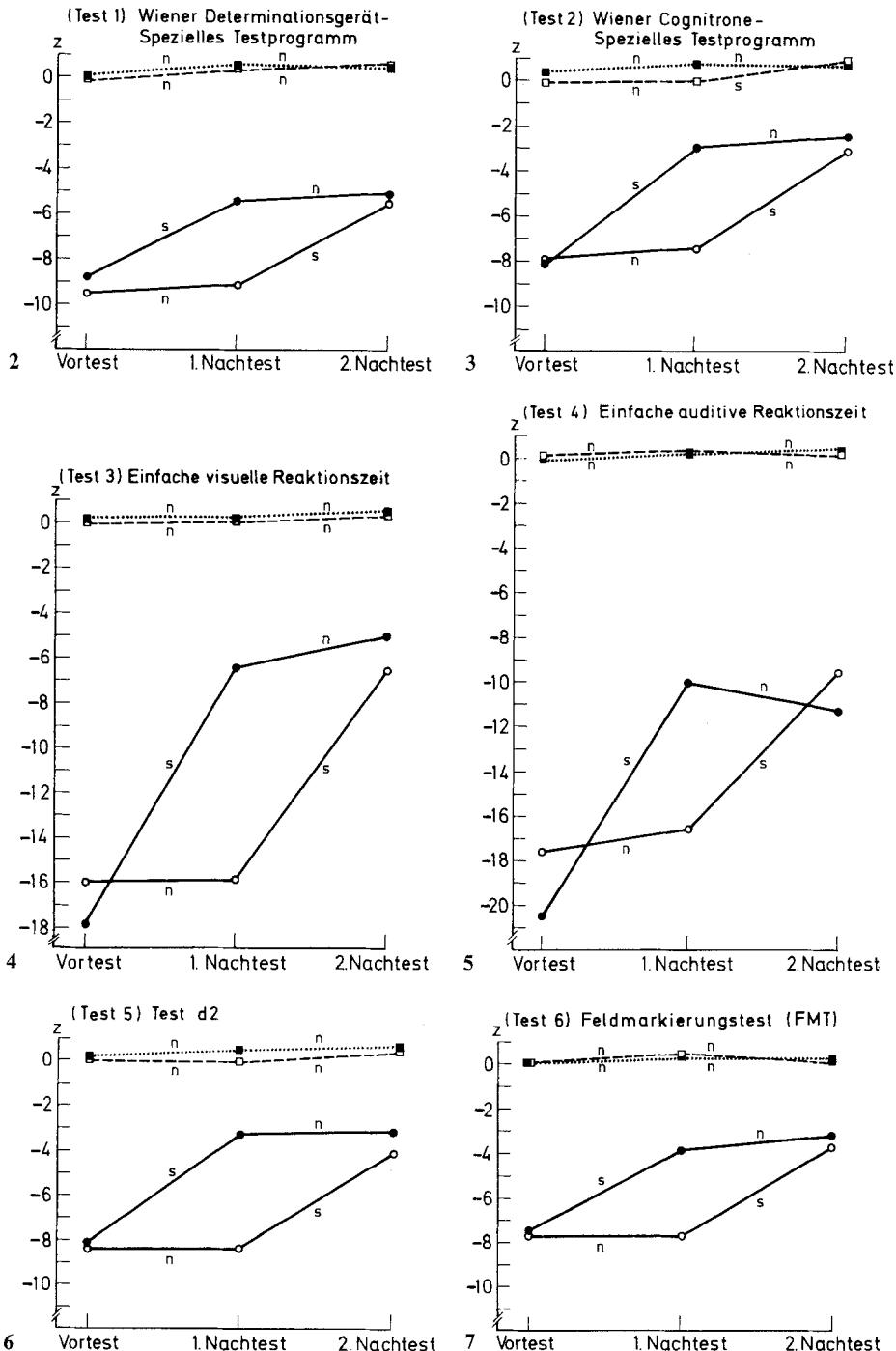
<sup>1</sup> Wir danken der Leitung und dem Personal der Rehabilitationsklinik „Godeshöhe“ für die freundliche Unterstützung bei den Untersuchungen zur vorliegenden Arbeit.

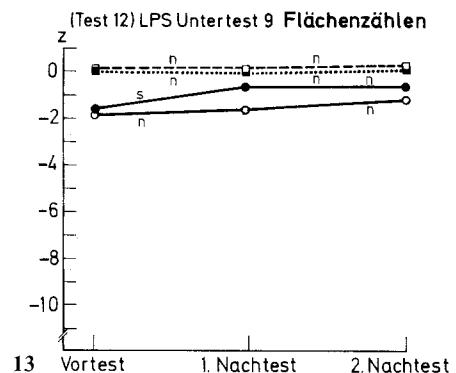
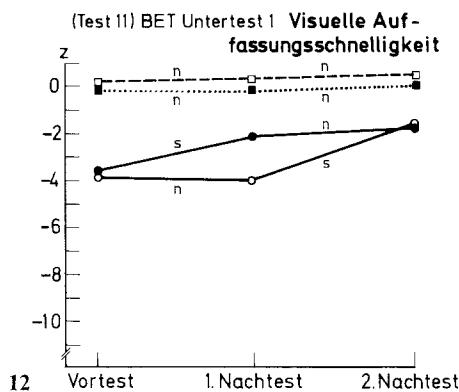
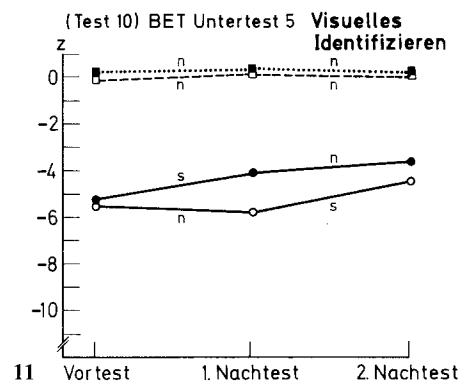
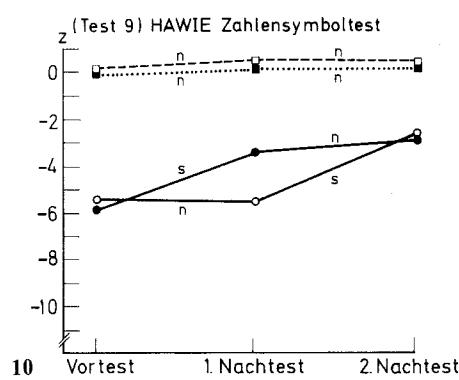
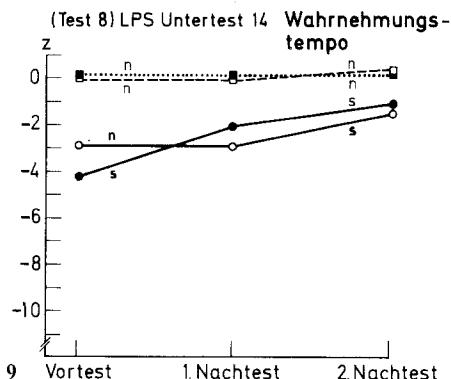
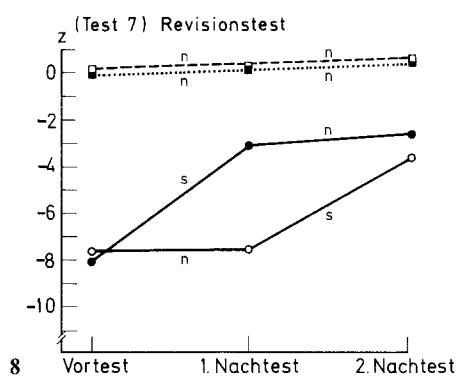
**Tabelle 3.** Mittelwerte, Standardabweichungen und z-Transformationen der Testergebnisse

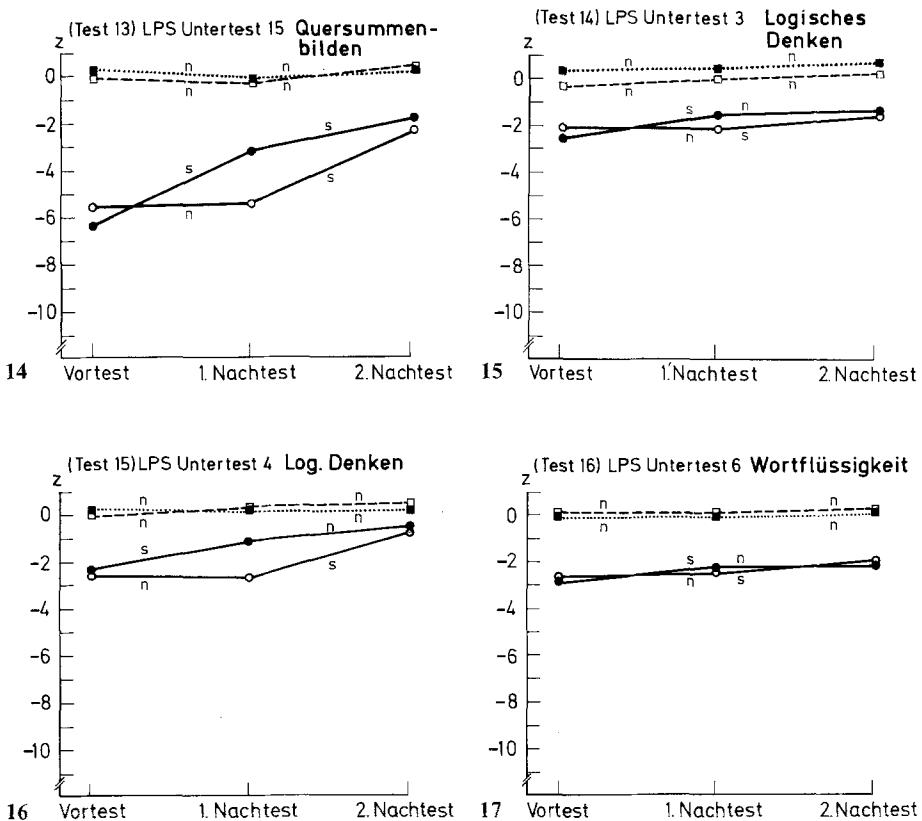
Test (Maximal- wert)	Tes- zeit- punkt	Zuerst trainierte HS-Gruppe			Zuletzt trainierte HS-Gruppe			Trainierte Normal- gesunde Gruppe			Untrainierte Normal- gesunde Gruppe		
		$\bar{x}$	s	z	$\bar{x}$	s	z	$\bar{x}$	s	z	$\bar{x}$	s	z
1 (180)	1	39,5	10,8	-8,84	32,4	7,8	-9,55	128,0	10,6	-0,05	129,0	9,5	0,05
	2	73,1	10,4	-5,51	36,6	10,0	-9,14	130,5	10,7	0,20	131,7	11,9	0,32
2 (79)	3	76,7	9,4	-5,14	74,3	11,9	-5,38	134,3	11,1	0,58	133,3	12,4	0,47
	1	14,6	4,3	-8,11	15,3	4,4	-7,97	55,1	5,1	0,23	52,8	4,6	-0,24
3 (-)	2	39,4	5,2	-2,98	17,9	3,5	-7,44	57,4	3,4	0,71	53,7	5,9	-0,06
	3	41,9	4,5	-2,48	38,3	6,1	-3,23	56,7	4,2	0,58	57,5	4,7	0,74
4 (-)	1	487,1	133,7	-17,93	461,3	84,1	-16,02	242,1	12,0	0,14	246,0	15,0	-0,14
	2	331,8	39,8	-6,47	460,0	85,3	-15,92	243,7	10,6	0,03	244,3	14,5	-0,02
5 (658)	3	311,6	18,2	-4,98	335,0	52,6	-6,71	239,3	7,2	0,35	241,3	10,3	0,20
	1	475,9	83,4	-20,49	443,4	85,8	-17,67	240,7	11,0	-0,07	238,5	12,0	0,07
6 (-)	2	356,4	105,5	-10,12	431,5	86,4	-16,63	238,5	8,4	0,11	238,5	11,2	0,12
	3	372,5	43,9	-11,51	351,0	49,3	-9,60	236,7	8,9	0,28	239,1	11,5	0,07
7 (660)	1	205,3	21,8	-8,15	199,3	28,4	-8,40	411,4	25,8	0,15	404,0	23,8	-0,15
	2	326,1	31,1	-3,29	200,8	28,8	-8,34	416,5	26,3	0,35	403,4	23,9	-0,17
8 (40)	3	329,0	24,0	-3,17	304,9	23,5	-4,14	420,7	28,7	0,52	413,2	24,1	0,22
	1	179,5	16,9	-7,48	176,9	13,0	-7,68	274,7	14,3	-0,01	274,9	10,9	0,01
9 (67)	2	225,6	17,7	-3,86	176,9	12,7	-7,68	276,7	13,7	0,15	277,9	8,0	0,25
	3	233,9	11,2	-3,21	225,9	16,4	-3,84	276,1	12,6	0,10	274,9	11,2	0,00
10 (-)	1	198,4	44,3	-8,04	203,3	34,2	-7,76	340,4	19,0	-0,13	345,1	16,9	0,13
	2	287,7	29,8	-3,06	207,2	27,8	-7,55	344,9	19,2	0,12	346,1	14,9	0,19
11 (-)	3	294,1	27,2	-2,71	276,3	23,0	-3,70	346,1	19,3	0,19	347,7	11,2	0,28
	1	14,3	2,8	-4,20	17,1	3,0	-2,95	23,9	2,6	0,09	23,5	1,9	-0,09
12 (-)	2	19,0	3,0	-2,11	17,1	2,6	-2,95	23,8	2,4	0,03	23,7	2,0	-0,03
	3	21,3	2,3	-1,10	20,5	2,3	-1,43	24,0	2,0	0,12	24,2	2,0	0,21
13 (-)	1	19,3	3,2	-5,87	20,7	4,0	-5,44	37,1	2,9	-0,13	37,9	3,3	0,13
	2	27,0	3,4	-3,39	20,6	3,2	-5,46	37,8	1,9	0,11	38,6	2,5	0,37
14 (-)	3	28,5	3,2	-2,91	29,3	4,0	-2,65	37,9	2,1	0,13	38,3	2,0	0,28

10 (60)	1	22,2	4,2	-5,24	21,4	3,7	-5,52	37,6	2,5	0,13	-0,13
	2	25,5	3,7	-4,08	20,4	2,7	-5,87	37,9	2,3	0,24	0,13
	3	27,0	3,6	-3,57	24,5	3,3	-4,43	37,9	2,2	0,24	0,15
11 (49)	1	24,5	2,6	-3,61	23,9	3,3	-3,86	32,8	2,2	-0,17	33,6
	2	28,1	2,1	-2,10	23,7	2,7	-3,94	32,7	2,5	-0,22	33,7
	3	29,1	2,3	-1,71	29,4	2,4	-1,57	33,2	2,1	0,00	34,5
12 (40)	1	16,0	4,3	-1,57	15,1	4,5	-1,83	21,1	3,9	-0,02	21,3
	2	18,5	4,5	-0,82	16,0	4,1	-1,57	21,0	3,5	-0,06	21,3
	3	18,5	3,1	-0,82	17,3	2,2	-1,17	21,3	3,6	0,04	21,4
13 (40)	1	5,2	1,5	-6,41	6,3	1,7	-5,57	13,6	1,0	0,16	13,2
	2	9,3	1,5	-3,18	6,5	1,6	-5,37	13,3	1,2	-0,10	13,2
	3	11,1	1,0	-1,77	10,7	1,3	-2,13	13,5	1,0	0,10	13,7
14 (40)	1	16,0	2,8	-2,50	17,0	2,6	-2,15	24,2	2,6	0,35	22,2
	2	18,8	2,0	-1,53	17,1	2,5	-2,13	24,5	3,0	0,46	23,1
	3	19,7	1,8	-1,20	19,3	2,2	-1,36	25,3	2,6	0,74	23,8
15 (40)	1	17,1	2,6	-2,36	16,5	2,4	-2,58	23,8	3,1	0,09	23,3
	2	20,6	1,7	-1,08	16,3	2,0	-2,65	23,8	2,8	0,09	23,9
	3	22,2	2,4	-0,50	21,6	3,1	-0,72	24,2	3,0	0,23	24,7
16 (-)	1	16,2	3,4	-2,90	17,6	4,3	-2,75	28,3	5,1	-0,09	29,0
	2	18,7	2,3	-2,32	17,7	4,2	-2,56	28,3	3,8	-0,07	28,5
	3	19,6	2,2	-2,10	19,9	1,7	-2,04	28,7	3,8	0,01	29,2

**Abb. 2-17.** Es werden die z-transformierten Leistungsscores der vier Untersuchungsgruppen in den 16 Tests zu den drei Testzeitpunkten gezeigt. (●—●) In der 1.-4. Woche trainierte HS-Gruppe; (○—○) in der 5.-8. Woche trainierte HS-Gruppe; (■—■) in der 1.-4. Woche trainierte Normal-Gruppe; (□—□) untrainierte Normal-Gruppe. s=signifikant (Paarvergleiche nach Scheffé), n=nicht signifikant. Gesamt- $\alpha=0,05$







drei Zeitpunkte berechnet. In der Gruppe, die zwischen 1. und 4. Woche behandelt wurde, ergab sich durchgängig für diesen Zeitraum eine signifikante Leistungsveränderung, für den 2. Zeitraum bis auf Tests 8 und 13 (LPS-Untertests 14 bzw. 15) jedoch nicht.

In der spätbehandelten Gruppe zeigte sich ebenfalls nur zwischen den beiden Zeitpunkten, zwischen denen das Training stattgefunden hatte (4. und 8. Woche) durchgängig eine signifikante Leistungsveränderung (Ausnahme Test 12, d. h. LPS- Untertest 9; hier fand überhaupt keine Leistungsveränderung statt; dies kann allerdings in der weiter hinten beschriebenen relativ geringen Reliabilität dieses Untertests begründet sein). Wie aus den Abb. 2-17 hervorgeht, sind alle Leistungsveränderungen als Verbesserung zu beurteilen. Die Tatsache, daß in der zuerst, d. h. zwischen der 1. und 4. Woche trainierten Gruppe zwischen der 2. und 3. Testung keine Leistungsveränderung mehr zu beobachten war, weist auf einen zumindest für diesen Zeitraum stabilen Trainingseffekt hin.

Um zusätzlich einen evtl. Zusammenhang zwischen Ausgangsniveau der Leistung vor dem Training und Therapieerfolg erfassen zu können, wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman zwischen der Leistung zum Testzeitpunkt vor dem Training und der Leistungsveränderung (Differenzwert) nach dem Training für alle 30 Patienten und die trainierte Kontrollgruppe ermit-

telt. Alle Koeffizienten haben ein negatives Vorzeichen; d. h., die leistungsschwächeren Probanden zeigten die relativ deutlichere Verbesserung. Bei Annahme eines  $\alpha$ -Niveaus von 1% wurden diese Korrelationen bei den Patienten in 11 der 16 Tests, bei der Kontrollgruppe dagegen nur in vier Tests signifikant.

Es wurden auch die Retest-Reliabilitäts-Koeffizienten (Spearman-Rangkorrelation zwischen den beiden Testzeitpunkten ohne zwischengeschaltetes Training) für alle durchgeführten Testverfahren berechnet. Bei den Patienten liegen alle Koeffizienten außer bei Test 12 (LPS-Untertest 9:  $r_{tt}=0,67$ ) z. T. sehr deutlich über der von Lienert (1969) vorgeschlagenen Mindesthöhe von 0,8. Bei der Kontrollgruppe war dies jedoch nur bei 6 der 16 Tests der Fall, die übrigen Koeffizienten variieren zwischen 0,36 und 0,79. Als Erklärung hierfür könnte die im Vergleich zur Patientengruppe sehr homogene Zusammensetzung der Kontrollgruppe (Pflegepersonal der Reha-Klinik) herangezogen werden.

## Diskussion

Der in der vorliegenden Untersuchung verwendete Versuchsplan erlaubte die getrennte Beurteilung von Trainings-, Spontanbesserungs- und Testwiederholungseffekten nach einem 4wöchigen Training zur Verbesserung der visuellen Auffassungsschnelligkeit und Konzentrationsfähigkeit Hirngeschädigter mit speziellen Programmen am Wiener Determinationsgerät und Wiener Cognitron. Außerdem konnte die zeitliche Stabilität eines evtl. erzielten Übungseffektes über einen Zeitraum von vier Wochen hinweg ermittelt werden. Anhand einer nach Ähnlichkeit zu den trainierten Leistungen abgestuften Batterie von 16 standardisierten psychometrischen Testverfahren konnte die Generalisierung des Trainingseffekts auf zum Training verwandte oder nichtverwandte Funktionen überprüft werden.

Die Ergebnisse zeigen, daß sich die beiden Patientengruppen innerhalb des Zeitraums, in dem das Training stattfand, überzufällig und in bedeutsamem Ausmaß in ihren Leistungen verbessern konnten, innerhalb des untrainierten Zeitraums jedoch nicht. Dies weist auf Trainingseffekte hin, die deutlich über einen möglichen Spontanbesserungseffekt hinausgehen, der auf Grund der teilweise kurzen Krankheitsdauer in den beiden Patientengruppen nicht von vorneherein auszuschließen war.

Die Ergebnisse der zuerst behandelten Patientengruppe zeigen außerdem, daß diese Trainingseffekte zumindest über vier Wochen hinweg stabil bleiben.

Auf Grund der hohen Retest-Reliabilitäten in den Patientengruppen ist eine mangelnde Stabilität der Ergebnisse aus Testgütegründen nicht zu erwarten.

Um den Einfluß eines durch die dreimalige Testung verursachten Übungseffektes auf die Verbesserung der Testleistungen abschätzen zu können, wurde eine normalgesunde Kontrollgruppe ebenfalls im selben Zeitabstand wie die Patienten dreimal getestet. Dies war notwendig, da sich in den Patientengruppen mögliche Spontanbesserungs- und Übungseffekte nicht voneinander trennen lassen.

Sowohl in dieser als auch in einer zweiten, dem Training unterzogenen Kontrollgruppe, konnte zu keinem Zeitpunkt eine signifikante Leistungsverbesserung

rung gefunden werden. Dies ist jedoch nicht auf Deckeneffekte zurückzuführen. Nur bei der nichttrainierten Kontrollgruppe zeigte sich bei der dritten Testung ein Übungseffekt ausschließlich am Cognitron. Es konnten somit weitgehend sowohl Testwiederholungseffekte ausgeschlossen, als auch eine Spezifität des Trainings bei Hirngeschädigten aufgezeigt werden.

Insgesamt geht aus den Ergebnissen hervor, daß sich das angewandte Training nicht nur im Sinne eines trivialen Lerneffekts (Klauer 1975) auf die unmittelbar trainierten Leistungen am Wiener Determinationsgerät und Wiener Cognitron auswirkt, sondern auch auf psychomotorische Funktionen im weiteren Sinne und sogar auf dem Training wenig ähnliche intellektuelle Funktionsbereiche wie logisches Denken, Wortflüssigkeit und räumliches Vorstellungsvermögen (Pawlik 1971).

Wie ein Vergleich der z-transformierten Testwerte zeigt, sind die deutlichsten Verbesserungen allerdings bei den trainingsverwandten Leistungen zu beobachten. Außerdem konnten die Patientengruppen in keinem Test das Leistungsniveau der Kontrollgruppen erreichen.

Die hohen negativen Korrelationen zwischen den Leistungen vor dem Training und der trainingsbedingten Leistungsänderung weisen darauf hin, daß Patienten mit niedrigem Anfangsniveau in stärkerem Ausmaße von dem Training profitieren.

## Literatur

- Benton AL (1960) Motivational influences on performance in brain-damaged patients. Am J Orthopsychiatry 30:315-321
- Benton AL, Joyst RJ (1958) Reaction time in unilateral cerebral disease. Confin Neurol 19:247-256
- Blackburn HL (1958) Effects of motivating instructions on reaction time in cerebral disease. J Abnorm Soc Psychol 56:359-366
- Blackburn HL, Benton AL (1955) Simple and choice reaction time in cerebral disease. Confin Neurol 15:327-338
- Brickenkamp R (1975) Handbuch psychologischer und pädagogischer Tests. Hogrefe, Göttingen
- Goldstein K (1942) Aftereffects of brain-injuries in war. Grune & Stratton, New York
- Hartje W, Sturm W (1980) Neuropsychologisches Training psychomotorischer Funktionen und EMG-Feedback-Behandlung zentraler Paresen. Vortr. 22. Tagung experimentell arbeitender Psychologen, Tübingen
- Kallinger S (1975) Die Wirkungsweise eines Reaktionstrainings auf sensomotorische Leistungen von Hirnverletzten. Unveröff. Diss. Wien
- Kirk RE (1968) Experimental design: Procedures for the behavioral sciences. Brooks & Cole, Belmont
- Klauer KJ (1975) Intelligenztraining im Kindesalter. Beltz, Weinheim
- Lienert GA (1969) Testaufbau und Testanalyse. Beltz, Weinheim
- Pawlik K (1971) Dimensionen des Verhaltens. Huber, Bern
- Rentzsch G (1971) Zur Frage der Konzentrationsfähigkeit bei hirnorganisch Erkrankten und Patienten mit neurotischen Störungen im Vergleich zu gesunden Versuchspersonen. Psychiatr Neurol Med Psychol 23:484-493
- Shankweiler DP (1959) Effects of success and failure instructions on reaction time in patients with brain damage. J Comp Physiol Psychol 52:546-549