

Aus dem Forschungsinstitut Manfred von Ardenne (Direktor: Prof. Dr. hc. mult. M. VON ARDENNE)
Dresden – Weißer Hirsch

Steigerung der geistigen Leistungsfähigkeit durch Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie

Computergestützte Messungen der Informationsverarbeitungs-Kapazität, der Intelligenz, des Kurzzeitgedächtnisses und weiterer Größen zerebraler Leistungsfähigkeit¹

Von M. VON ARDENNE und W. KLEMM

Mit 6 Abbildungen

Sachwörter: Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie, Hyperoxie, Computertest, Informationspsychologie, Intelligenztest, Gedächtnistest, zerebrale Leistungsinsuffizienz

Kurzfassung

Es wird über die Messung grundlegender Kenngrößen der geistigen Leistungsfähigkeit bei 59 Probanden vor und nach Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie (O₂-MT) berichtet. Die computergestützten Meßergebnisse werden mit den Ergebnissen von 14 Kontrollpatienten verglichen. Vor bzw. ohne O₂-MT findet sich eine deutliche altersabhängige Verringerung der Kurzspeicherkapazität (allgemeine flüssige Intelligenz). Durch die – mit Gehirnjogging kompletterte – O₂-MT kommt es zu signifikanten *Zunahmen der Gegenwartsdauer um 0,4–0,7 s. der Informationsaufnahme-fähigkeit um 1,4–1,9 bit/s*, woraus eine Zunahme der Kurzspeicherkapazität um 19–23% in zwei Versuchsgruppen resultiert. Das Kurzzeitgedächtnis verbesserte sich gegenüber den Kontrollen nicht. Weiterhin *verbesserten sich die Zeiten zur Bewältigung von Wahrnehmungs-, Interferenz- und Reaktionsaufgaben signifikant um 12–18%*. In dem darauf beruhenden Screeningtest für zerebrale Leistungsinsuffizienz (CI-Test) konnte bei 18 von 59 Patienten der CI-Verdacht entkräftet werden.

Abstract

Several basic characteristics of mental capacity were measured on 59 patients by means of computer-based-methods before and after oxygen multistep therapy (O₂-MT) and compared with the results obtained from 14 volunteers serving as controls.

Before and without O₂-MT, an appreciable, age-dependent decline of the short-term memory capacity (general fluid intelligence) was found. O₂-MT, completed by brain jogging, effected a significant increase in the presence duration by 0.4–0.7 secs, in the information flow by 1.4–1.9 bit/sec, resulting in an increase in the short-term memory capacity by 19–23% (in two experimental groups). The short-term memory itself was, however, not improved as compared to the controls. Moreover, the times needed for the accomplishment of perception, interference and reaction tests became significantly shorter by 12–18%. By using the screening test for cerebral insufficiency (CI), which is based on these parameters, the suspicion of CI could be excluded in 18 of 59 patients.

¹ Im Auftrag des Forschungsprojektes „Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie“ des Ministeriums für Gesundheitswesen der DDR.

1. Einleitung

Angeregt durch die Veröffentlichungen von B. FISCHER und S. LEHRL über die Computertestung zerebraler Leistungsfähigkeit (5, 6) und das „Gehirn-Jogging“ (3) sowie anknüpfend an eigene frühere Forschungen (2) war es das Ziel dieser Forschungsreihe:

- eine exakte *Messung verschiedener Parameter geistiger Leistungsfähigkeit vor und nach der Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie (O₂-MT, [1/])* vorzunehmen und
- die O₂-MT mit Durchführung des Gehirn-Joggings (3) im Hinblick auf Steigerung der Hirndurchblutung zu optimieren.

2. Methodik

Die Testung sowie das Gehirnjogging wurde mit dem *Diamed-Testsystem MZ 731* durchgeführt, bestehend aus einem Sharp-MZ-731-Computer (64 KB RAM) mit Kassetten-Externspeicher, Drucker und monochromatischem Monitor (Abb. 1).

Zur *Leistungstestung* standen folgende Programme zur Verfügung: Der Kurztest für allgemeine Intelligenz und Gedächtnis = KAI + G (6) und der Screeningtest auf cerebrale Insuffizienz = C. I.-Test (5). Der erstgenannte *KAI + G-Test* mißt:

- den *Informationsfluß zum Kurzspeicher* (in bit/s, Abk. C_K), der der zentralen Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (Informationsaufnahme) entspricht
- die sog. *Gegenwartsdauer* (in s, Abk. T_R), also die Zeit, die eine Information im Bewußtsein (Kurzspeicher) gegenwärtig bleibt
- die *Kurzspeicherkapazität* (in bit, Abk. K_K) als Produkt von C_K und T_R (Kapazität aller Informationen, über die die untersuchte Person bewußt verfügen kann)
- die erfahrungsunabhängige allgemeine Intelligenz (in Punkte, Abk. IQ), die auch *flüssige (fluide) oder aktuelle Intelligenz* genannt wird und mit der Kurzspeicherkapazität (K_K) eng korreliert



Abb. 1. Computer-Meßplatz zur Messung verschiedener Parameter der geistigen Leistungsfähigkeit. Software auf Kassetten. Dialog Proband – Monitor – Leertaste des Sharp-Computers

- den *Informationsfluß* zum vorbewußten *Kurzzeitgedächtnis* (in bit/s, Abk. C_{VW}), die Geschwindigkeit, in der neue Information eingelernt wird
- den *Gedächtnisquotient* (in Punkte, Abk. GQ), der sich aus C_{VW} ergibt. Der KAI + G-Test dauert etwa 12 min.

Der *C. I.-Test* mißt:

- die *Wahrnehmungsgeschwindigkeit* mit einem „Symbole-Zähltest“ (41 Symbole unter 126 Zeichen zu erkennen) – Angabe in s –
- die psychische *Interferenz und Reaktionszeit* (Summe von 16 Darbietungen des differenten Reizes im unregelmäßigen Wechsel mit einem indifferenten Reiz; in s)
- das *prallmorbid* Intelligenzniveau, die erfahrungsabhängige sog. *kristallisierte Intelligenz* (in Punkte, Abk. IQ, als Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest A, Abk. MWT-A)
- nach abgefragtem Alter und gemessener kristallisierter Intelligenz werden die gemessenen Werte der ersten beiden Untertests korrigiert und mit den Sollwerten verglichen. Je nachdem, ob die Sollwerte von den beiden ersten Meßwerten unterschritten werden oder nicht, erscheinen im Endresultat dieses Tests: 0 (kein Verdacht), 1 (Verdacht auf . . .) oder 2 *C. I.-Punkte* (starker Verdacht auf zerebrale Insuffizienz). Der *C. I.-Test* dauert etwa 10 min.

Die Ergebnisse beider Tests werden jeweils nach Testende auf dem Monitor angezeigt und vom Drucker ausgedruckt. Die Druckerprotokolle beider Tests vor und nach einer O_2 -MT zeigt als Musterbeispiel Abbildung 2.

Im Unterschied zur Testung wird beim Computerprogramm „*Gehirn-Jogging*“ die Art der Übung, die Übungsdauer und -schwere (Geschwindigkeit und Umfang der Informationsdarbietung) vom Probanden selbst gewählt, so daß Über- oder Unterforderungen vermieden werden. Dabei kann der Proband innerhalb 3 verschiedener Übungen wählen: Informationsaufnahme, Informationen wenige Sekunden im Bewußtsein halten (Gegenwartsdauer) oder Informationen ins Kurzzeitgedächtnis einlernen und abrufen. Das *Gehirn-Jogging* wurde im unmittelbaren zeitlichen Zusammenhang mit einer O_2 -MT-Sitzung für etwa 10 min durchgeführt. Die Akzeptanz der Probanden für diese neuartigen computergestützten Übungen war hoch. Im Dialog Bildschirm-Proband brauchte nur eine grüne Taste gedrückt zu werden, was die Bedienung sehr vereinfachte.

				vor					nach	
KAI + G U 41.1						KAI + G U 42.1				
TR	CK	KK	CUW			TR	CK	KK	CUW	
5,5	11,62	63	2,7			6,5	13,88	89	3,7	
		IQ	GQ					IQ	GQ	
		90	95					105	108	
CEREBR. INS. U1.0						CEREBR. INS U1.0				
Alter: 56		IQ: 107				Alter: 56		IQ: 110		
				Ist	Soll			Ist	Soll	o. I
Symbole zählen						Symbole zählen				
Zeit gemessen:		25,00				Zeit gemessen:		21,50		
Zeit korrigiert:		25,00		22,46		Zeit korrigiert:		21,50		22,22
				1						0
Interferenztest						Interferenztest				
Zeit „N. DRÜCK.“:		9,20				Zeit „N. DRÜCK.“:		7,10		
Zeit korrigiert:		18,40		17,60		Zeit korrigiert:		14,20		17,30
				1						0
Starker Verdacht cerebr. Ins.						Kein Verdacht cerebr. Ins.				

Abb. 2. Musterbeispiele des Computer-Ergebnisdruckes bei einem 56-jährigen männlichen Probanden vor und nach O_2 -MT (KAI+G-Test und Screening-Test auf zerebrale Insuffizienz)

Probanden

In die Forschungsserie wurden 59 Probanden (34 Männer, 25 Frauen) im Durchschnittsalter von 56,9 Jahren (36 bis 84 J.) einbezogen. Es waren dies alle Personen, die in einem bestimmten Zeitraum mit der O₂-MT behandelt worden waren und bei denen eine Testung möglich war (keine schwere zerebrale Insuffizienz, ausreichende Sehfähigkeit). In dem gemischten Patientenkreis lagen neben ZNS-Krankheiten (zerebrale Leistungsinsuffizienz, Depressionen, Migräne, chron. Kopfschmerz, Zustand nach Commotio, „vegetative Dystonie“) auch Krankheiten der Sinnesorgane (Auge, Ohr, Gleichgewichtssinn), des Herz-Kreislaufs (Hypertonie, koronare Herzkrankheit, Hypotonie, kompensierte Herzinsuffizienz) und des Stoffwechsels (Diabetes mellitus, metabolisches Syndrom) vor.

Ablauf

Die Tests wurden im allgemeinen vom gleichen Testleiter und zur gleichen Tageszeit (meist vormittags, selten morgens) durchgeführt. Der Einfluß von zufälligen Störgrößen wurde bereits vom Computerprogramm selbst minimiert, indem z. B. von 4 Versuchen zur Informationsaufnahme nur das beste Ergebnis gewertet wurde.

Um den Einfluß von Übungseffekten zu vermindern, absolvierten die Probanden am Vortag einen unbewerteten Trainingstest. Dabei konnten sie Testablauf und -inhalt kennenlernen; Testängste und Hemmungen gegenüber dem Computersystem wurden dadurch bei den eigentlichen Ausgangswerttests verringert.

Die Compliance der Probanden war gut. Sie unterzogen sich gern der kostenlos durchgeführten O₂-MT und waren bei den Leistungstests im allgemeinen selbst daran interessiert, ihr jeweils bestes Ergebnis sowohl vor als auch nach der O₂-MT zu erreichen. Bei intelligenteren Probanden zu beobachtende Versuche, ein besseres als das real mögliche Ergebnis zu erreichen (durch Raten oder Vereinfachung der Aufgabe), kam sowohl bei der Anfangs- wie bei der Endmessung vor. Gleichfalls waren übernervöse Reaktionen (z. B. voreiliges oder falsches Drücken der Taste wurde vom Computer mit einem schlechteren Ergebnis bestraft) zu allen Zeitpunkten der Testung möglich.

Daß die Probanden bei der Testung voll gefordert waren, war an spontanen verbalen Äußerungen sowie an Mimik und Gestik zu erkennen. Die beiden Tests wurden immer in der Reihenfolge erst KAI + G-Test, dann CI-Test durchgeführt, so daß beim CI-Test als zweitem Test bereits Ermüdungseffekte enthalten sein könnten.

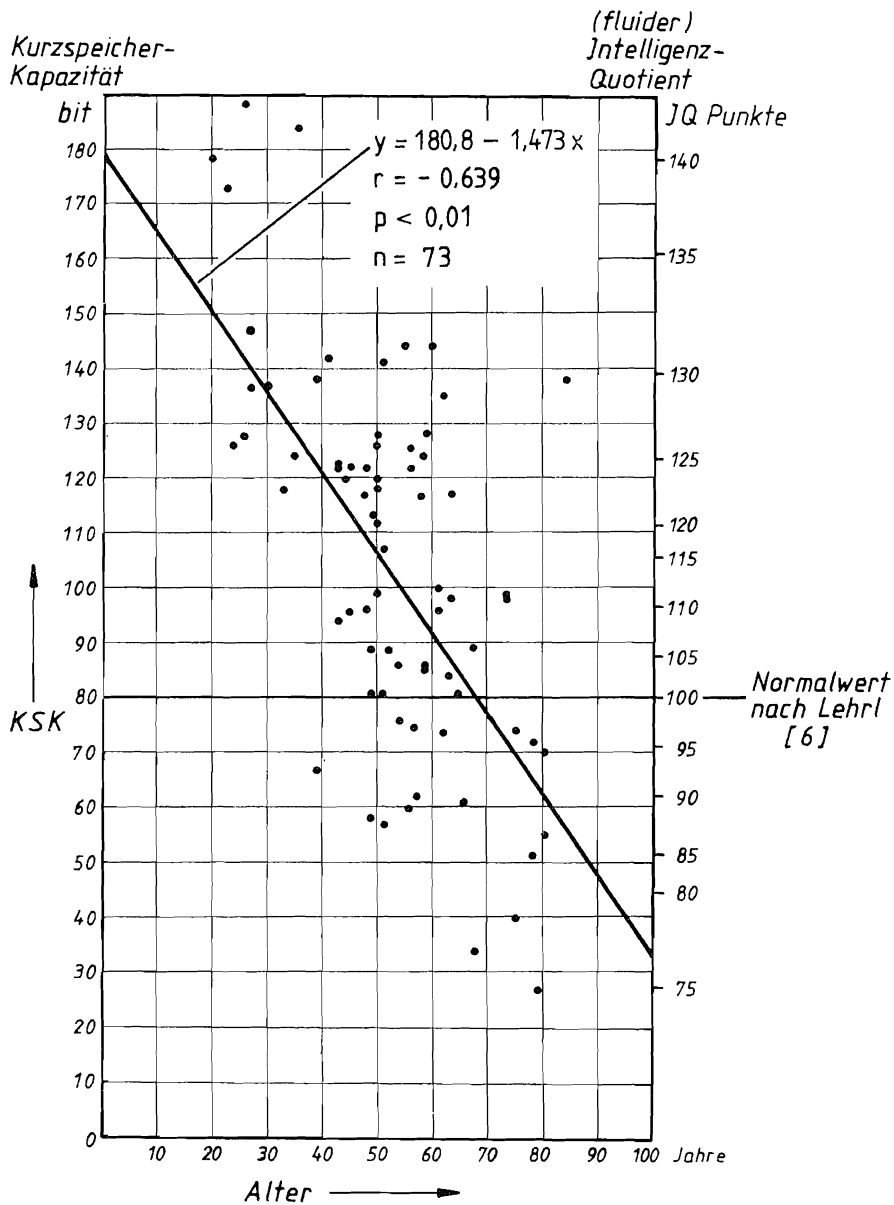
Die O₂-MT wurde meist in der Variante des 36 Std.-Prozesses GK 4-I (n = 45), seltener in der Variante mit zwei bis vier 15 min.-Schnellprozessen GK 2-I (n = 14) durchgeführt.

Die Abschlußmessungen erfolgten ein bis drei Tage nach der letzten O₂-MT-Sitzung (evtl. Wochenende dazwischen).

Die Forschungen führten wir in *zwei Serien* durch:

1. Zunächst stand uns nur eine Version des KAI + G-Tests zur Verfügung. Anfangs- und Endtestung erfolgten mit dem gleichen Test. Die Ergebnisse werden mit denen einer Kontrollgruppe (n = 14), 10 männl., 4 weibl.), 35–74 Jahre, Durchschnittsalter 53 J.) verglichen, die zwischen den Testungen – im annähernd gleichen Zeitabstand – keine O₂-MT erhielten.
2. Nach der Hälfte des Forschungszeitraumes erhielten wir 5 Parallelformen des KAI + G-Testes, so daß für die Übungs-, Anfangs- und Endtestung jeweils eine andere Version des KAI + G-Testes verwendet werden konnte. Der CI-Test erfolgte immer zusätzlich in gleicher Version.

Die Parameter sind in der Population normalverteilt. Für die statistische Berechnung wurde der t-Test nach Student für abhängige Stichproben verwendet.



<p><i>Jnst.</i> <i>M. v. Ardenne</i></p>	<p><u>Altersabhängigkeit der Kurzspeicherkapazität</u> (\cong allgemeiner flüssiger Intelligenz) bei 73 nicht mit O_2 MT behandelten Probanden. Messung nach einmaliger Übung am Vortag.</p>	<p>Nr. 379 O_2 - Mehrschritt Forschung</p>
--	---	---

Abb. 3

Tabelle 1. Ergebnisse der Computertesting geistiger Leistungsfähigkeit vor und nach Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie

Parameter	Maßeinheit	Kontrollgruppe n = 14 (m: 10, w: 4) 52,9 ± 9,8 Jahre				
		vor	nach	abs.	Differenz rel. %	signif.
1. KAI + G-Test für allgemeine Intelligenz und Gedächtnis						
Gegenwartsdauer	s	6,64	6,61	-0,03	-0,5	n. s.
Informationsfluß zum Kurzspeicher	bit · s ⁻¹	13,13	13,42	+0,29	+2,2	n. s.
Kurzspeicherkapazität	bit	88,4	90,0	+1,6	+1,8	n. s.
IQ der flüssigen Intelligenz	Punkte	105,2	106,1	+0,9		n. s.
Informationsfluß zum Kurzzeitgedächtnis	bit · s ⁻¹	3,26	4,01	+0,75	+23,0	0,01
GQ-Gedächtnisquotient	%	102,5	111,6	+9,1		0,01
2. CI-Test auf cerebrale Leistungsinsuffizienz						
CI-Verdacht, pauschal	Punkte pro Vp.	0,79	1,07	+0,28	+35,4	n. s.
IQ der kristall. Intelligenz	Punkte	113,6	118,9	+5,3		n. s.
„Wahrnehmungsgeschwindigkeit“ (benötigte Zeit)	s	22,96	24,58	+1,62	+7,0	n. s.
Interferenz und Reaktionszeiten	s	19,47	20,49	+1,02	+5,2	n. s.
Differenz flüssiger kristall. Intelligenz	Punkte	-8,4	-12,8	-4,4		

3. Ergebnisse

Abbildung 3 zeigt die *Kurzspeicherkapazität in ihrer Altersabhängigkeit* (alle Messungen vor bzw. ohne O₂-MT).

Es ist ein deutlicher Altersabfall der maximal im Bewußtsein verfügbaren Informationsmenge zu erkennen, die ungefähr ab dem 65. Jahr zu unternormalen Werten tendiert.

Tabelle 1 stellt die *Ergebnisse des KAI + G-Testes* in der Kontrollgruppe und beiden Versuchsgruppen dar. Während die Kontrollpersonen – mit Ausnahme der Kurzzeitgedächtnisprüfung – keine Veränderungen zeigen, werden in den mit O₂-MT behandelten Versuchsgruppen folgende z. T. *hochsignifikante Verbesserungen* gemessen:

- die *Gegenwartsdauer* nimmt um +0,4 bzw. 0,7 s zu
- die *Informationsaufnahme-fähigkeit* steigt um +1,9 bzw. 1,4 bit/s
- die daraus berechnete *Kurzspeicherfähigkeit* als globale Größe des Informationsgehaltes des Bewußtseins steigt um +19,2 bzw. 20,2 bit, also 19–23 %. Letzteres entspricht einer Zunahme des IQ um +11 bzw. 12 absolute Punkte.

Die in den Versuchsgruppen gemessenen leichten Zunahmen des Kurzzeitgedächtnisses sind nicht signifikant und entsprechen Wiederholungseffekten der Testung, denn in der Kontrollgruppe kam es ebenfalls zu einer echten Zunahme des Gedächtnisquotienten.

Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die Hauptergebnisse des CI-Screening-Testes. Bei 18 von 59 Patienten bestand nach O₂-MT keinerlei Verdacht auf zerebrale Leistungsinsuffizienz mehr

Versuchsgruppe I n = 30 (m: 20, w: 10) 56,0 ± 12,1 Jahre					Versuchsgruppe II n = 29 (m: 14, w: 15) 57,8 ± 12,0 Jahre				
vor	nach	abs.	Differenz rel. %	signif.	vor	nach	abs.	Differenz rel. %	signif.
7,12	7,50	+ 0,38	+ 5,4	0,02	6,53	7,28	+ 0,74	+11,3	0,01
14,16	16,04	+ 1,88	+13,3	0,001	13,42	14,81	+ 1,39	+10,3	0,001
102,0	121,1	+19,2	+18,8	0,001	89,4	109,6	+20,2	+22,6	0,001
112,7	123,8	+11,1		0,001	105,8	118,0	+12,2		0,001
4,07	4,25	+0,18	+4,5	n. s.	3,46	3,77	+0,31	+9,0	n. s.
112,4	114,5	+2,1		n. s.	105,0	108,8	+3,8		n. s.
0,97	0,40	-0,57	-58,8	0,01	0,97	0,52	-0,45	-46,4	0,05
115,9	116,1	+0,2		n. s.	115,0	119,0	+4,0		0,01
23,01	19,43	-3,59	-15,6	0,001	24,44	20,73	-3,71	-15,2	0,01
16,12	14,23	-1,89	-11,7	0,01	18,60	15,96	-2,64	-14,2	0,05
-3,2	+7,7	+10,9			-9,2	-1,0	+8,2		

(im Vergleich zu vorher). Die stärksten Verbesserungen ergaben sich bei Patienten, die zuvor in die Gruppe mit starkem Verdacht eingestuft werden mußten.

Die Einzelresultate des CI-Testes werden in Tabelle 1 dargestellt. In den Versuchsgruppen sinkt die Zeit für die Bewältigung der Wahrnehmungsaufgabe um -3,6 bzw. 3,7 s und die Zeit für die Interferenzaufgabe und Summe der Reaktionszeiten um -1,9 bzw. 2,6 s, beides signifikant ($p < 0,05 - 0,001$).

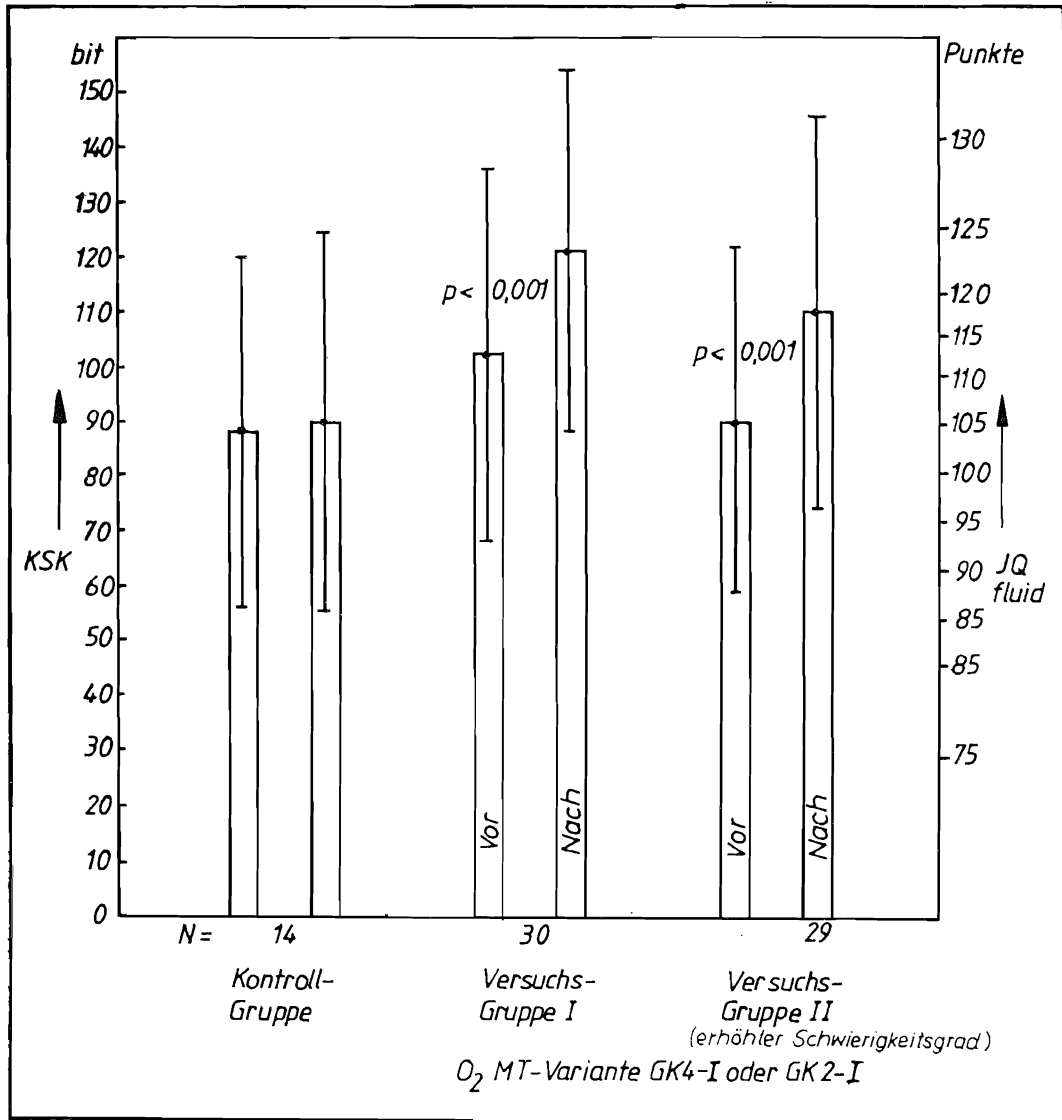
Dies bedeutet eine Zunahme der *Leistungsfähigkeit* von 13,3 bis 18,5%. Damit tritt ein Rückgang der durchschnittlichen CI-Verdachtspunkte pro Patient von 0,97 auf 0,4 bzw. 0,52 ein.

In der Kontrollgruppe kommt es dagegen zu keiner Verbesserung, eher sogar zu leichten tendenziellen Verschlechterungen bei beiden Aufgaben.

Der IQ der *kristallisierten Intelligenz* steigt in allen drei Gruppen leicht an, in der Versuchs-

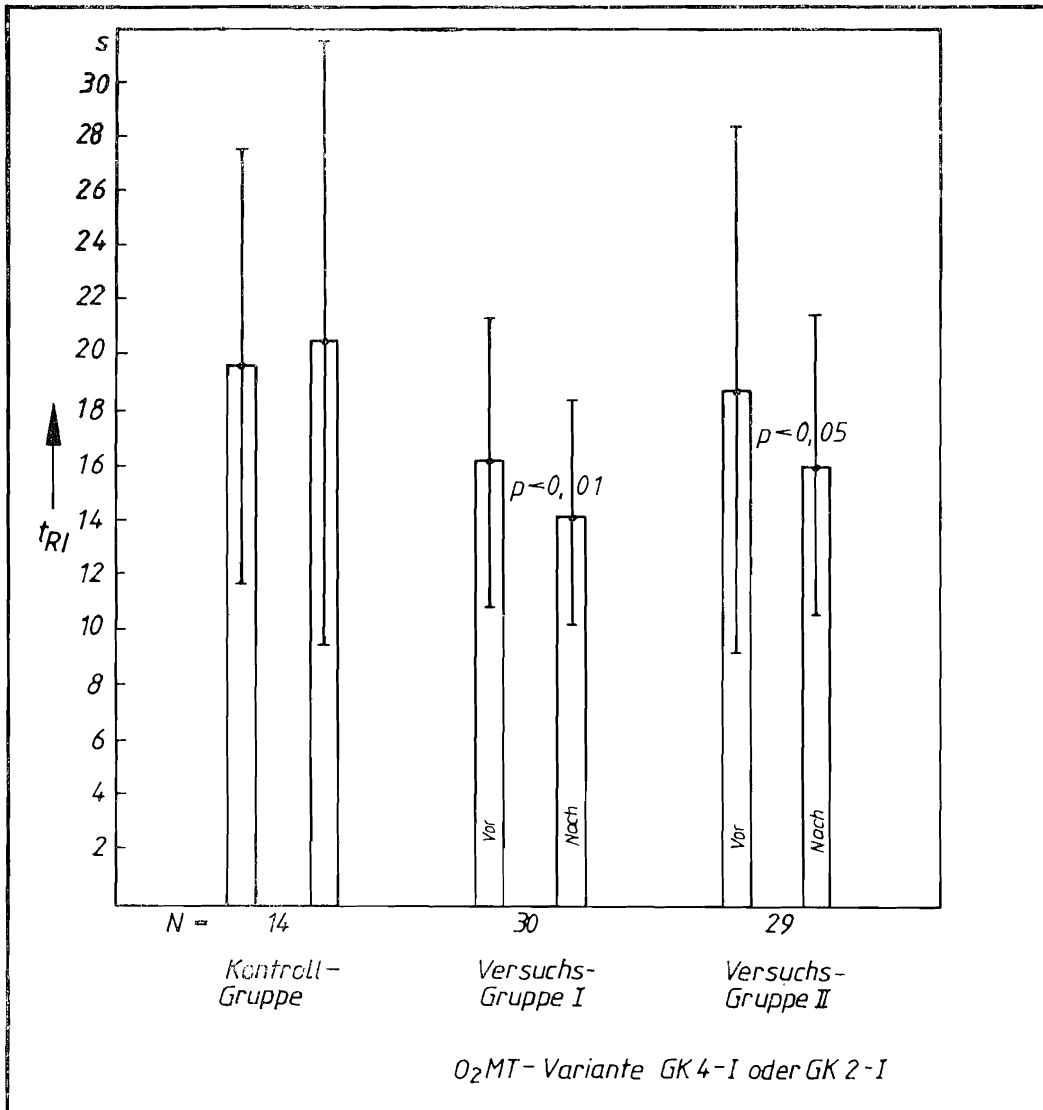
Tabelle 2. Übersicht des CI-Testes bei 59 Probanden vor und nach Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie

	vor	nach	Differenz
Kein Verdacht	19	37	+18
Verdacht CI	23	17	- 6
Starker Verdacht CI	17	5	-12
	59	59	



<p>Inst. M.v.Ardenne</p>	<p>Die Kurzspeicherkapazität KSK^1 vor und nach O_2-Mehrschritt-Therapie. Mittelwerte und Streuung $KSK \cong$ Informationsgehalt des Bewußtseins $JQ \cong$ Quotient der allgemeinen flüssigen Intelligenz [10] $p =$ Irrtumswahrscheinlichkeit</p>	<p>Nr. 379 O_2-Mehrschritt-Forschung 34.88</p>
------------------------------	---	---

¹ In dieser Größe sind die gemessene Verlängerung der Gegenwartsdauer T_R und die gemessene Zunahme des Informationsflusses zum Kurzspeicher C_K enthalten. Messanlage nach S. Lehl - B. Fischer [9] Abb.4



<p>Inst. M.v.Ardenne</p>	<p>Die Zeit t_{RI} für die Bewältigung von von Reaktions- und Interferenzaufgaben vor und nach O₂-Mehrschritt-Therapie. Mittelwerte und Streuung p = Irrtumswahrscheinlichkeit. [9][10]</p>	<p>Nr. 379 O₂- Mehrschritt- Forschung 35.88</p>
------------------------------	--	---

Abb. 5

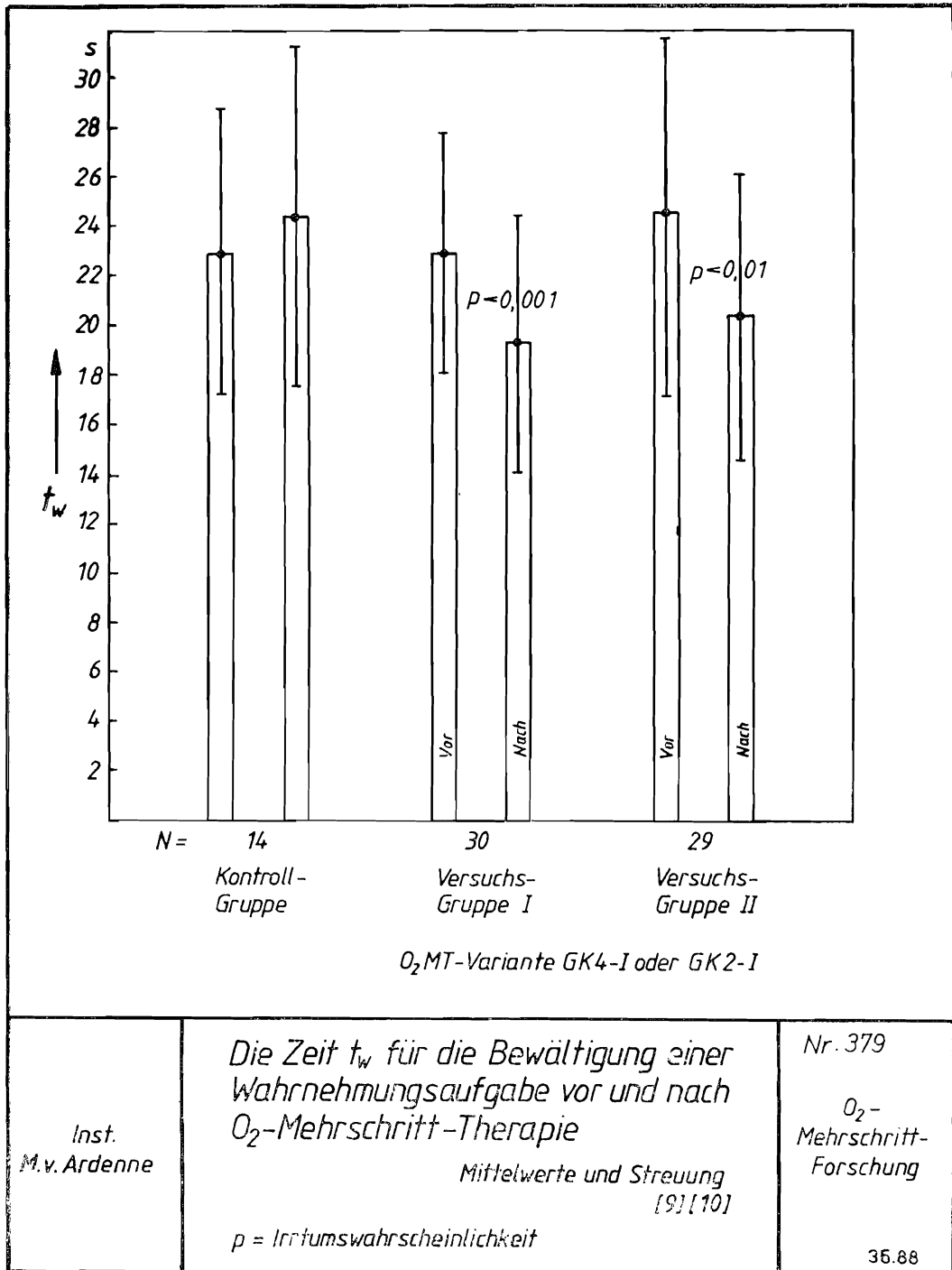


Abb. 6

gruppe II von 115 auf 119 Punkte ($p < 0,01$). Im Zusammenhang mit unserer Studie stehen auch Befunde über das *Abklingen depressiver Zustände nach O₂-MT-Behandlungen* (1). In den Abbildungen 4, 5 und 6 sind die Resultate der Messungen zur Kurzspeicherkapazität, Interferenz- und Reaktionszeit und zur Wahrnehmungsgeschwindigkeit entsprechend den Werten in Tabelle 1 jeweils vor und nach Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie grafisch dargestellt.

4. Diskussion

Die Durchführung geistiger Leistungstests ist in der Literatur umstritten; ihre Anwendung für die medizinische Diagnostik wird jedoch im allgemeinen befürwortet (8). Der von LEHRL u. a. (6) entwickelte KAI + G-Test eignet sich zur Messung informationsspsychologischer Grundgrößen (10). Er wurde später zusammen mit dem CI-Test computerisiert (5). Die Vorteile der Computer-unterstützten Testung (CAT) wie Unbestechlichkeit, Genauigkeit, Vielfältigkeit, hohe Standardisierung, schnelle und fast fehlerlose Berechnung des Resultats werden in (9) herausgestellt. Unsere Ausgangswerte der Kurzspeicherkapazität liegen etwas oberhalb der von (6, 10) mitgeteilten Normalwerte (80 bit), vermutlich durch die Adaptation der Probanden infolge des vorherigen Trainingstestes.

Die interindividuelle Streuung unserer Gruppen betrug 31–35 bit und ist vergleichbar mit der Angabe von 30 bit bei (7). Während (7) erst im Alter über 65 Jahre eine Abnahme der Kurzspeicherkapazität feststellten, ist diese bei den hier vorgelegten Messungen bereits in der Lebensmitte gegeben (Abb. 3).

Unsere Versuchsgruppe II war knapp 2 Jahre älter und wies einen höheren Frauenanteil auf. Ihre Ausgangswerte waren schlechter als die der Gruppe I. Obwohl die Testaufgabe der Gruppe II schwieriger war (Parallelförmigen des KAI + G-Testes), war der Zuwachs der geistigen Leistungsfähigkeit durch O₂-MT (mit Gehirnjogging) höher (+20,2 bit = 23 %) als in Gruppe I (+19,2 bit = 19 %).

Auch im CI-Test, der in Gruppe I und II gleich war, kam es in Gruppe II zu einem höheren Therapieeffekt (die Zeiten für die Bewältigung der Einzelaufgaben verkürzten sich stärker). Auf die CI-Punkte wirkte sich dies weniger aus, da die zeitlichen Werte dieser Gruppe stärker über den Sollwerten lagen.

Die überraschende Verbesserung auch der kristallisierten Intelligenz in Gruppe II könnte nur mit einer verbesserten Zugriffsfähigkeit zu dem früher erlernten, geprüften Wortschatz erklärt werden. Die Verbesserung der geistigen Leistungsfähigkeit trat auch bei Patienten ein, die – aus welchen Gründen auch immer – nicht am Gehirnjogging teilnehmen konnten.

Andererseits erzielte (4) auch Zunahmen – im vergleichbaren Ausmaß – durch Gehirnjogging allein, allerdings mit deutlich größerem zeitlichen Aufwand und bei lernfähigeren Patienten einer internistischen Klinik. Ein Viertel unserer Patienten nahm nur 0–3mal am Hirnjogging teil.

Die gemessenen Verbesserungen der geistigen Leistungsfähigkeiten entsprechen gut der früher gefundenen *Verkürzung der Reaktionszeit durch O₂-MT* (2), der erst kürzlich gemessenen *Zunahme der Nervenleitgeschwindigkeit um 10 %* (Dr. Vogel, Dr. Holzhüter, Hamburg, 5 Probanden) sowie dem bisher in Einzelfällen gefundenen *positiven O₂-MT-Effekt bei endogenen Depressionen*, wo die O₂-MT nach Patientenangaben den gleichen Effekt wie eine 3wöchige Infusionstherapie mit Antidepressiva brachte.

Die tendenzielle Verschlechterung der Kontrollprobanden im CI-Test bedarf einer Besprechung. Diese strengten sich im abschließenden KAI + G-Test an und verbesserten z. T. ihre Leistung (z. B. Kurzzeitgedächtnis). Sie griffen jedoch offenbar auf eine nicht echt vermehrte Leistungsfähigkeit zurück, verursachten dabei eine größere Ermüdung, die zu schlechteren Ergebnissen im nachfolgenden CI-Test führte.

Der „Stiftung zur Förderung der O₂-Physiologie-Forschung nach von Ardenne e. V.“ möchten die Verfasser für die Bereitstellung des Computermeßplatzes herzlich danken.

5. Literatur

1. ARDENNE, M. VON: Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie. Physiologische und technische Grundlagen. 4. Aufl. Gustav Thieme Verlag, Stuttgart 1987.
2. ARDENNE, M. VON, W. KLEMM: Messungen zur Beeinflussung der optischen Reaktionszeit durch Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie. *Funkt. Biol. Med.* 4 (1985) 315–318.
3. FISCHER, B., S. LEHRL: Gehirn-Jogging. Narr, Tübingen 1984.
4. GLOWACKI, H.: Verlauf der Ergebnisse in Persönlichkeits- und psychischen Leistungstests unter zwei Gehirn-Jogging-Methoden. Eine kontrollierte Untersuchung an Nachsorge-Patienten. Med. Diss. Univ. Heidelberg, 1986.
5. LEHRL, S., B. FISCHER: Computertestung informationspsychologischer Grundgrößen bei zerebraler Insuffizienz in 66 ärztlichen Praxen. In: BÖHLAU, V. (Hrsg.): Altern: körperliches und geistiges Training – medizinische Therapie. F. K. Schattauer, Stuttgart–New York 1984.
6. LEHRL, S., A. GALLWITZ, L. BLAHA: Kurztest für allgemeine Intelligenz KAI. Manual. Vaterstetten–München: Vless, 1980.
7. LEHRL, S., E. JARMARK: Informationsverarbeitung im höheren Lebensalter. In: FISCHER, B. u. S. LEHRL (Hrsg.): Vierte Klausenbacher Gesprächsrunde. Biologische u. informationspsychologische Grundlagen des zerebralen Jogging. Narr, Tübingen 1983, S. 111–131.
8. PACZENSKY, S. VON: Der Testknacker: wie man Karriere-Tests erfolgreich besteht. Rowohlt, Reinbek 1984.
9. PLESSSEN, U.: Computer-unterstütztes Testen. Phil. Diss., Münster 1976.
10. STAVEN, V., V. GUDERNATSCH: Der Einfluß von Befindensstörungen auf Leistungs- und Intelligenz-testergebnisse bei psychiatrisch unauffälligen Patienten. Med. Diss. Erlangen–Nürnberg 1978.

Manuskripteingang: 12. 4. 1988

Anschrift der Autoren: Prof. Dr. h. c. mult. M. VON ARDENNE, Forschungsinstitut M. von Ardenne, Zeppelinstr. 7, Dresden, DDR–8051

Redaktionelle Anmerkung

Der Begutachter der Zeitschrift hatte Hinweise (1–3), die Herrn Prof. Dr. h. c. mult. M. VON ARDENNE zur Kenntnis gegeben wurden. Einige Veränderungen wurden hierauf in das Manuskript eingebracht. Der Verfasser wünschte dennoch die Publikation und war mit dieser Anmerkung der Redaktion einverstanden.