

Aus der Psychiatrischen Klinik der Medizinischen Akademie Düsseldorf und der
Rheinischen Landesheilanstalt und Nervenklinik Düsseldorf-Grafenberg
(Direktor: Prof. Dr. F. PANSE)

Über Auswirkungen von Belastungs- und Überforderungs-Reaktionen auf die Schreibpsychomotorik bei Hirnverletzten und Gesunden *

Von

GERHARD GRÜNEWALD

Mit 3 Textabbildungen

(Eingegangen am 30. April 1959)

Bei Untersuchungen über das Verhalten von Hirnverletzten und Gesunden in einem Konzentrations-Reaktions-Versuch mit sich steigenden Schwierigkeitsgraden ** gingen wir von der Annahme aus, daß sich die Hirnverletzten von den gesunden Kontrollpersonen nicht nur in ihren quantitativen Aufmerksamkeits- und Reaktionsleistungen („Trefferzahl“ im Reaktionsversuch) unterscheiden, sondern auch, und vor allem, hinsichtlich ihrer psychischen und physiologischen Reaktionen auf die Anforderungen und Stresswirkungen der Versuchstätigkeit. Hierbei wurde in erster Linie an Störungen vegetativer und emotionaler Art gedacht, die besonders bei „instabilen“ Persönlichkeiten in Belastungssituationen auftreten und sich u.a. im Leistungsverhalten und in der Ausdrucks-motorik auswirken. Vegetative und psychomotorische Störungen, Kon-zentrations- und Kontrollverluste, Motivierungs-, Anregungs- und Erregungseffekte u.a. sind als Reaktionen auf Belastung und Über-forderung gut bekannt^{10,11}. Es war anzunehmen, daß derartige Effekte auch noch eine gewisse Dauer nach Beendigung der belastenden Ver-suchstätigkeit feststellbar sein mußten.

Die Versuchstätigkeit (siehe unten) erforderte eine distributive^{14,15} Aufmerksamkeits- und Reaktionsleistung und bestand in drei durch kurze Pausen getrennten Arbeitsserien von jeweils nur einigen Minuten Dauer. Die Anforderungen an die Aufmerksamkeit und Reaktionsschnelligkeit wurden innerhalb jeder Serie bis an bzw. über die individuelle Leistungs-grenze gesteigert. Als Indicator für die Reaktionen auf die Versuchs-tätigkeit zogen wir die Schreibmotorik heran, nachdem sich deren

* Herrn Prof. Dr. FRIEDRICH PANSE zum 60. Geburtstag gewidmet.

** Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Über die Ergeb-nisse dieser Untersuchungen wird gemeinsam mit KOESTER berichtet.

Empfindlichkeit für psychophysiologische Zustandsänderungen und deren Brauchbarkeit als Ausdrucksriterium zentraler psychischer und physiologischer Zusammenhänge in verschiedenen Experimentaluntersuchungen gezeigt hatte^{8,20}.

Mit der klinisch-psychologischen Zielsetzung des Versuches verband sich eine allgemeine graphologische Fragestellung nach dem Erscheinungsbild und der Genese aktueller Schriftveränderungen. Im experimentellen Studium dieser Phänomene erblicken wir einen (viel zu wenig beschrittenen) Weg zur Aufklärung der graphologischen Symptomatik. Pharmakopsychologische Versuche ließen bisher einige Grundformen intraindividueller schreibmotorischer Veränderungen erkennen: die (relative) Bewegungsaktivierung, Bewegungsentspannung, Bewegungshemmung und Bewegungsauflösung⁸. Es war u.a. Zielsetzung des folgenden Experiments, die Untersuchung dieser Veränderungssyndrome weiterzuführen.

Methodik

Versuchsanordnung. Dem Versuch ging eine individuelle psychologische Einstimmung voraus, bei der besonderer Wert darauf gelegt wurde, einen guten Kontakt zwischen Versuchsleiter und Versuchsteilnehmer zu stiften, eine möglichst unbefangene Einstellung zu erreichen und der Untersuchung den Charakter einer Prüfungssituation zu nehmen.

Zu Beginn war mit mittelhartem Bleistift auf DIN A 5-Bogen ein einfacher Text zu schreiben (77 Silben bzw. 224 Buchstaben), der in Anpassung an das individuelle Schreibtempo diktiert wurde. Die Schreibzeiten für die normale Unterschrift (Vor- und Zuname) und anschließend für die „etwas größer als sonst“ zu schreibende Unterzeile wurden je zweimal gestoppt. Die Größenvariation sollte vergleichenden Feststellungen über die Konstanz der Bewegungszeit bei Hirnverletzten und Gesunden dienen. Ferner ließen wir eine graphomotorische Aktionsform ohne wesentliche Koordinations- und Steuerungsleistungen ausführen. Die Versuchsperson (Vp.) hatte reihenweise einfache Auf- und Ab-Bewegungsketten zu schreiben, deren Frequenz ermittelt wurde.

Es folgte der Reaktionsversuch. Da es in dieser Mitteilung nur auf die schreibmotorischen Effekte nach der Konzentrations- und Reaktionsleistung ankommt, genügen über das Reaktionsgerät und die Versuchsserien folgende Angaben. Die Vp. saß vor einem Arrangement von 10 Glühbirnchen mit zugeordneten leicht beweglichen, weißen Tasten (Abb. 1). Der Versuchsräum war mäßig abgedunkelt, um das Aufleuchten der Glühbirnchen gut sichtbar zu machen. Die Aufgabe besteht darin, beim Aufleuchten einer Birne möglichst schnell die zugehörige Taste niederdrukken. Geschieht dies innerhalb einer bestimmten Latenzzeit, d.h. in der Phase des Lichtsignals, so leuchtet ein rotes Glühbirnchen in der Mitte des Reaktionsbretts auf (Abb. 1) und gleichzeitig wird der „Treffer“ von einem Elektrozählwerk registriert. Die Vp. kann also ihre Trefferleistung unmittelbar kontrollieren, was für Motivations- und Stress-Wirkungen bedeutsam ist. Die Folge der Lichtsignale war in der Versuchszeit nicht erlernbar. Stimulifrequenz (Anzahl der Lichtsignale pro Minute) und Latenzzeit sind unabhängig voneinander über fünf Stufen variierbar*.

* Das Reaktionsgerät (sog. Distributator) wurde vom Psykotekniska Institutet in Stockholm entwickelt und gebaut.

Den drei Versuchsserien am Gerät ging eine Übungsphase von 2 min voraus. Die erste Versuchsserie umfaßte eine kontinuierliche Folge von 150 Lichtsignalen (30/min), wobei nach je 30 Stimuli die Latenzzeit verringert (0,45—0,25 sec) und damit die Anforderung an die Schnelligkeit der Reaktion ständig erhöht wurde. Die zweite Serie umfaßte 240 Lichtsignale, von denen die ersten 60 Stimuli mit niederer Frequenz, die restlichen mit hoher Frequenz gegeben wurden. Dieser Versuch sollte dem Studium des Reaktionsverhaltens nach unerwarteter starker Frequenzsteigerung dienen. Die letzte Versuchsserie erstreckte sich über 150 Lichtsignale bei konstanter, großer Latenzzeit (0,45 sec). Nach je 30 Stimuli wurde die Frequenz erhöht (30—90/min) und damit der Schwierigkeitsgrad der Reaktionsleistung zunehmend gesteigert. Zwischen den einzelnen Versuchsserien lagen Pausen von 45 sec Dauer. Die gesamte Arbeitszeit am Reaktionsgerät betrug knapp 13 min.

Einige Minuten nach Beendigung des Reaktionsversuches waren unter den gleichen äußeren Umständen wie zu Beginn wieder ein einfacher Diktat-test, sowie die Unterschriften und reihenweisen Auf- und Ab-Bewegungs-Ketten zu schreiben. Die Texte am Versuchsbeginn und Versuchsende hatten gleiche Länge, aber unterschiedlichen Inhalt, um mögliche Übungswirkungen von der Kenntnis des Wortlautes her auszuschließen. Die Folge der Texte wurde permutiert, um evtl. textgebundene schreibmotorische Effekte zu eliminieren. Der Versuch schloß mit einer Befragung der Vpn. über subjektive Beobachtungen beim Schreiben vor und nach dem Reaktionsversuch.

Versuchsgruppen. Der vorstehenden Versuchsanordnung unterzogen sich über 50 unausgewählte Patienten, die sich teils zur Begutachtung, teils zur Behandlung mehr oder weniger kurzfristig in der hiesigen offenen Nervenklinik aufhielten. Es handelte sich dabei sowohl um leichte bis mittelschwere hirnorganisch Erkrankte der verschiedensten Genese, als auch um reine Psychoneurotiker. Erst nach vollzogener Auswertung aller Versuche wurde auf Grund der ärztlichen Diagnosen eine Gruppe von 27 klinisch eindeutig gesicherten männlichen Hirnverletzten (durchschnittliches Alter 40,3 Jahre; 70% zwischen 30 und 50 Jahren) abgesondert. Diese Patientengruppe liegt unseren statistischen Analysen zugrunde. Zum Vergleich wurde der Versuch mit gesunden männlichen Erwachsenen durchgeführt und eine Kontrollgruppe von 27 Personen gebildet, die in der Zusammensetzung nach Alter, Schulbildung und allgemeiner Berufsklasse der Patientengruppe genau entspricht.

Auswertungskriterien. Zur Feststellung schreibmotorischer Veränderungen nach der Reaktionsleistung verglichen wir intraindividuell die Anfangsschrift mit der Endschrift und bestimmten nach objektiven graphischen Kriterien die Abweichungen der letzteren. Die relative Mehr- oder Minderausprägung eines Merkmals wurde mit einer 2-Punkte-Skala erfaßt: 0 = keine Abweichung und alle nur angedeuteten und subjektiv unsicheren Differenzen; + bzw. -1 = eindeutige, klar sichtbare Abweichung; + bzw. -2 = ganz auffälliger, extremer Grad der Abweichung (+ bzw. --: Vermehrung bzw. Verminderung der Merkmalsausprägung). Bei der Wahl der graphischen Kriterien war auf Grund von Vorversuchen und allgemeinen Überlegungen die Annahme leitend, daß die Veränderungseffekte in erster Linie in Richtung einer Bewegungsentfaltung bzw. Bewegungsaktivierung und/oder einer Bewegungsstörung liegen. Daher wurde nach folgenden Merkmalen eingestuft^{7,8}.

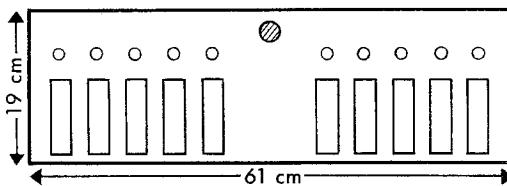


Abb. 1. Reaktionsbrett mit 10 Signallampen, zugeordneten Tasten und Trefferlampe

Bewegungsentfaltung

1. Vertikalausdehnung der Schriftzüge (sog. Schriftgröße, d.h. die räumliche Erstreckung der Buchstaben in der Richtung ihrer Grundstriche).
2. Horizontalausdehnung der Schriftzüge (sog. absolute Schriftweite, d.h. die räumliche Erstreckung zwischen den Grundstrichen der Buchstaben und die Breite der Rundbuchstaben).
3. Ausdehnung der freien Schriftzüge (Länge der auslaufenden Bewegungszüge, also der Endstriche, der *t*-Balken, Oberzeichen usw.).
4. Flächenausdehnung (Größe der von den Buchstabenschleifen eingeschlossenen Flächen).
5. Druckstärke (Intensität des Druckes auf die Unterlage; in der Bleistiftschrift vor allem erkennbar an der Graphitschwärzung).
6. Straffheit der Strichführung (gemeint ist die mehr oder weniger ausgeprägte Straffheit der einzelnen Strichelemente der Schrift).
7. Raumverbrauch (Größe der Zeilen- und Wortabstände).

Bewegungsstörung

1. Ausdehnungsschwankungen (ungleichmäßige Vertikal- und Horizontalausdehnung der Buchstaben).
2. Druckschwankungen (ungleichmäßige Schreibdruckintensitäten).
3. Schwankungen der Zeilenführung (Abweichungen von der Geraadlinigkeit der Schriftzeile in sich).
4. Schwankungen der Abstände (Variabilität der Zeilen- und Wortabstände).
5. Schwankungen der Schriftlage (ungleichmäßige Neigungswinkel der Buchstabengrundstriche).
6. Kontinuitätsstörungen (Strichunterbrechungen, Wortzerstückelungen, Anflückungen, Haltepunkte).
7. Strich- und Formungsstörungen (richtungsinstabile, unsichere Strichführung; Ataxien und Tremor; verkrampte Bewegungsführung; ungeschickte, mißglückte Formungen).
8. Korrekturen, Nachfahren einzelner Schriftzüge, Durchstreichungen.
9. Auslassungen, Wiederholungen und Hinzufügungen von Buchstaben und Wörtern. (Die Kriterien 8 und 9 wurden durch Auszählung der entsprechenden Schreibfehler bestimmt; in der 2-Punkte-Skala: 1 = 1–2 Schreibfehler, 2 = ≥ 3 Schreibfehler).

Die Reproduzierbarkeit der Einstufung nach den genannten Kriterien ist mit $r = .85$ (für 140 Einstufungen) gut gesichert. Dabei wurde die Kontrolleinstufung von einem zweiten Einstufer an einer Zufallsstichprobe von 20 Schriftpaaren ohne Kenntnis der gruppenmäßigen Zugehörigkeit der Schrifturheber vorgenommen.

Der statistische Gruppenvergleich bezog sich sowohl auf die einzelnen Kriterien, als auch auf die Komponenten der Bewegungsentfaltung einerseits und der Bewegungsstörung andererseits insgesamt. Durch Addition der positiven Einstufungspunkte in jeder dieser beiden Gruppen erhält man für jeden intraindividuellen Vergleich eine Entfaltungs- und eine Störziffer, die als globale Schätzmasse für den Grad der relativen Bewegungsentfaltung und Bewegungsstörung dienen können. Daß derartige globale Indices interessante Aufschlüsse zu geben vermögen, haben neuerdings die graphometrischen Analysen von GOBINEAU u. PERRON⁶ gezeigt.

Für die statistische Unterschiedsprüfung kamen bei der Natur unserer Ausgangswerte und ihrer Verteilung nur nonparametrische Tests in Frage, bezüglich deren Theorie und Anwendung auf die einschlägige Literatur (insb.¹⁹) verwiesen werden muß.

Statistische Befunde

1. Entfaltungsziffer und Störziffer. Abb. 2 stellt die Häufigkeitsverteilungen der Entfaltungs- und Störziffer (EZ und StZ) bei den Hirnverletzten (Hirnv.) und Kontrollpersonen (Kontrollp.) dar. Während hinsichtlich der Bewegungsentfaltung kein signifikanter Unterschied zwischen den untersuchten Gruppen besteht, differieren die Verteilungen der StZ hochsignifikant ($p < .001$)*. Die höheren Werte häufen sich bei den Hirnv.; diese unterscheiden sich im allgemeinen von den Kontrollp.

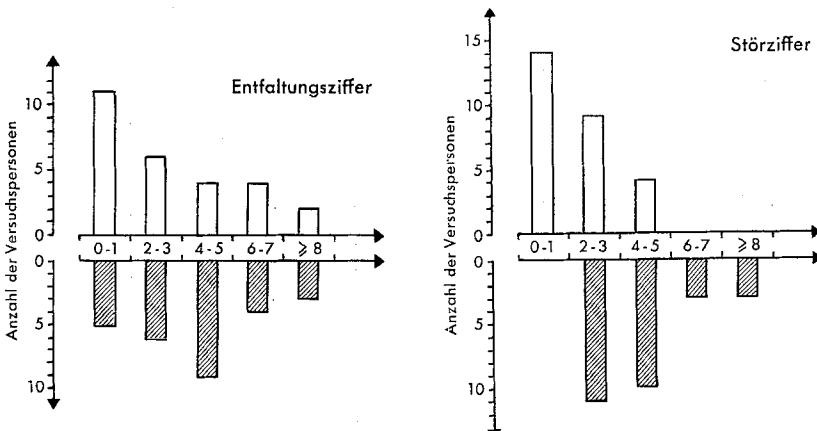


Abb. 2. Entfaltungs- und Störziffern der schreibmotorischen Veränderungseffekte bei 27 Hirnverletzten ■ und 27 gesunden Kontrollpersonen □. (Zur Bestimmung der Ziffern vgl. man im Text unter Auswertungskriterien)

durch den mehr oder weniger massiven Grad ihrer Schreibbewegungsstörung nach dem Konzentrations-Reaktions-Versuch (vgl. Abb. 3).

Für beide Gruppen sind die Korrelationen zwischen EZ und StZ statistisch insignifikant ($\rho = .32$ und $.35$).

2. Komponenten der Bewegungsentfaltung (vgl. Tab. 1).

a) ** Prüft man jedes Einzelkriterium der Bewegungsentfaltung im Hinblick auf die positiven und negativen Veränderungseffekte nach dem Reaktionsversuch, so ist bei beiden Versuchsgruppen übereinstimmend in fünf von sieben Merkmalen, und zwar in allen Merkmalen der räumlichen Schriftausdehnung eine signifikante Verstärkung des Ausprägungsgrades, d.h. eine entfaltende Wirkung festzustellen. Demgegenüber weisen Druckintensität und Straffheit der Strichführung keine bedeutsamen

* Statistische Prüfung mit Median-Test und Mann-Whitney-U-Test¹⁹.

** Hier und im folgenden werden unter a) die Unterschiede zwischen der Mehr- und der Minderausprägung der einzelnen Merkmale nach dem Reaktionsversuch innerhalb jeder der beiden Untersuchungsgruppen, unter b) die Unterschiede bezüglich der Veränderungseffekte zwischen den Gruppen aufgeführt (vgl. auch die Legenden zu den Tabellen).

Veränderungen auf. Es erscheint bemerkenswert, daß die Verminderungen der Merkmalsausprägung bei diesen Kriterien gegenüber den anderen Komponenten der Bewegungsentfaltung am häufigsten sind.

Tabelle 1. *Komponenten der Schreibbewegungsentfaltung:
Veränderungen der Merkmalsausprägung nach dem Reaktionsversuch*

Graphische Merkmale der Bewegungsentfaltung	Häufigkeiten der Veränderungseffekte in Prozent			Stat. Wahrscheinlichkeiten	
		+	-	p (+, -)	p (K, H)
Vertikalausdehnung der Schriftzüge	K: H:	48,2 70,4	7,4 3,7	<.01 <.001	n.s.
Horizontalausdehnung der Schriftzüge	K: H:	44,5 59,3	3,7 7,4	<.01 <.01	n.s.
Ausdehnung der freien Schriftzüge	K: H:	48,2 48,2	3,7 7,4	<.01 <.01	n.s.
Flächenausdehnung	K: H:	29,6 63,0	— 3,7	<.01 <.001	<.05
Zeilen- und Wortabstände	K: H:	59,3 63,0	3,7 7,4	<.001 <.01	n.s.
Druckstärke	K: H:	33,3 44,5	14,8 18,5	n.s. n.s.	n.s.
Straffheit des Strichs	K: H:	22,2 29,6	11,1 14,8	n.s. n.s.	n.s.

Aus Anschaulichkeitsgründen wurden die Häufigkeiten in den Einstufungsklassen in Prozent angegeben. $N = 27$ für die Gruppe der Hirnverletzten (H) und für die Gruppe der Kontrollpersonen (K); +, - : Merkmalsausprägung der Endschrift gegenüber der Anfangsschrift größer bzw. geringer. Innerhalb jeder Gruppe wurden für jedes Merkmal die Plus- und Minus-Häufigkeiten mittels eines Zeichen-tests¹⁸ auf Gleichverteilung geprüft; unter p (+, -) sind die zugehörigen Wahrscheinlichkeiten aufgeführt. Zur Prüfung der Unterschiede zwischen den Hirnv. und Kontrollp. wurden jeweils die Einstufungsklassen 0 (kein Unterschied) und — zusammengefaßt, der Klasse + gegenübergestellt und für jedes Merkmal das Vierfelder-Chi² (Kontinuitätskorrektur berücksichtigt) berechnet; unter p (K, H) sind die zugehörigen Wahrscheinlichkeiten aufgeführt. n.s. = nicht signifikant.

b) ** Hirnv. und Kontrollp. unterscheiden sich nur bezüglich der Flächenausdehnung der Schriftzüge, die bei ersteren in den Endenchriften häufiger vermehrt ist.

3. Komponenten der Bewegungsstörung (vergl. Tab. 2).

a) Im Gegensatz zu der generellen Schriftausdehnungstendenz nach dem Reaktionsversuch sind die Komponenten der Bewegungsstörung am Versuchsende ausschließlich bei den Hirnv. signifikant stärker ausgeprägt.

** Siehe Fußnote, S. 239.

Lediglich die relativ seltenen Schreibfehler wie Auslassungen, Wiederholungen und Hinzufügungen von Buchstaben und Worten zeigen auch bei den Hirnv. keine bemerkenswerten Abweichungen. Vergleicht man

Tabelle 2. *Komponenten der Schreibbewegungsstörung:
Veränderungen der Merkmalsausprägung nach dem Reaktionsversuch*
Vgl. die Legende zu Tab. 1

Graphische Merkmale der Bewegungsstörung	Häufigkeiten der Veränderungseffekte in Prozent		Stat. Wahrscheinlichkeiten	
	+	-	p (+; -)	p (K, H)
Ausdehnungsschwankungen	K: 11,1 H: 37,0	7,4 —	n.s. .01	n.s.
Schwankungen der Schriftlage	K: 3,7 H: 26,0	7,4 —	n.s. .02	n.s.
Schwankungen der Abstände	K: 25,9 H: 40,8	7,4 7,4	n.s. .02	n.s.
Schwankungen der Zeilenführung	K: 44,5 H: 66,7	14,8 —	n.s. <.001	n.s.
Druckschwankungen	K: 29,6 H: 51,8	7,4 3,7	n.s. <.01	n.s.
Kontinuitätsstörungen	K: — H: 29,6	— —	n.s. <.01	<.01
Strich- und Formungsstörungen	K: 7,4 H: 51,9	— 3,7	n.s. <.01	<.001
Korrekturen, Nachfahren, Durchstreichungen	K: 29,6 H: 51,9	18,5 11,1	n.s. .02	n.s.
Auslassungen, Wiederholungen, Hinzufügungen	K: 7,4 H: 22,2	— 3,7	n.s. n.s.	n.s.

die einzelnen Merkmale bezüglich ihrer Störanfälligkeit, so stehen, bei beiden Gruppen übereinstimmend, die Schwankungen der Zeilenführung und nächst dem die Druckschwankungen an der Spitze.

b) Hirnv. und Kontrollp. unterscheiden sich hinsichtlich der Veränderungseffekte nur in denjenigen Einzelkomponenten der Bewegungsstörung signifikant voneinander, die primär die Flüssigkeit, Koordination und Sicherheit des Schreibbewegungsablaufes betreffen; so sind bei den Hirnv. die Kontinuitätsstörungen und die Strich- und Formungsstörungen hochsignifikant häufiger.

4. *Unterschriftzeiten und Auf- und Ab-Bewegungsfrequenzen.* (Vgl. Tab. 3.)

a) Zwischen den Unterschriftzeiten und den Bewegungsfrequenzen vor und nach dem Reaktionsversuch ließ sich weder für die Hirnv. noch für die

Kontrollp. ein Unterschied sichern. Nach der Anweisung, die Unterschrift „etwas größer als sonst“ zu schreiben, behielten die Kontrollp. trotz der zum Teil erheblichen Vergrößerung des Schreibweges ihre Unterschriftzeiten im allgemeinen annähernd bei; sie erhöhten also mit der Ausdehnung der Schriftzüge automatisch die Schreibgeschwindigkeit. Demgegenüber nahm bei den Hirnv. die vergrößerte Unterschrift hochsignifikant mehr Zeit in Anspruch als die normale Signatur. Es ist zu

Tabelle 3. *Unterschriftzeiten und Bewegungsfrequenzen vor und nach dem Reaktionsversuch*

Bewegungszeiten und -frequenzen	Gruppenmittel			Mittelwerte der indiv. proz. Abweichungen bei	
	vor	vergrößert	nach	vergrößert	nach
Zeit für die Unterschrift (2 mal Vor- und Zuname) in Sekunden	K: 12,25 *** H: 17,9	12,7 21,4	11,8	+ 3,0 } * + 21,1 } * <td>-3,7 } * + 4,6 } *</td>	-3,7 } * + 4,6 } *
Frequenz der Auf- und Ab-Bewegungen in Abstriche pro Sekunde	K: 4,3 } ** H: 3,4 } <td></td> <td>4,5 } ** 3,5 }</td> <td></td> <td>+ 6,1 + 7,9</td>		4,5 } ** 3,5 }		+ 6,1 + 7,9

$N = 24$ für Hirnv. (H) und Kontrollp. (K). Zur Prüfung der Unterschiede zwischen den Werten vor und nach dem Reaktionsversuch und zwischen normaler und vergrößerter Unterschrift innerhalb jeder Gruppe, wurde der Wilcoxon-Test, zur Prüfung der Unterschiede zwischen den Gruppen der Mann-Whitney-U-Test verwandt¹⁸

* $p \sim .05$ (einseitig); ** $p \sim .03$; *** $p \sim .01$

vermuten, daß eine im allgemeinen zu beobachtende Regulation der Bewegungsgeschwindigkeit im Hinblick auf konstante Figurzeiten⁴ bei den Hirnv. oft nicht mehr erfolgt (vgl. dazu auch⁵). Näheres darüber in einem anderen Zusammenhang.

b) Die Hirnv. zeigen zwar signifikant geringere Bewegungsfrequenzen*, unterscheiden sich aber nicht von den Kontrollp. bezüglich der individuellen prozentualen Zu- oder Abnahmen der Bewegungsfrequenzen am Versuchsende. Dagegen besteht bezüglich der prozentualen Abweichungen der Unterschriftzeiten ein einseitig schwach gesicherter Unterschied. Bei den Hirnv. ist am Versuchsende durchschnittlich eine leichte Erhöhung, bei den Kontrollp. eine leichte Verringerung der Unterschriftschreibzeiten festzustellen. Gut gesichert differieren die Gruppen schließlich bezüglich der individuellen prozentualen Zeitzunahmen bei Vergrößerung der Unterschrift.

* Inzwischen stellte sich heraus, daß dieser Sachverhalt mit einer unterschiedlichen Zusammensetzung der Versuchsgruppen bezüglich der Schreibfertigkeit zusammenhängt. Näheres dazu in einer demnächst folgenden Studie.

Diskussion

Die Tendenz zu schreibmotorischer Bewegungsentfaltung bei relativ geringer Bewegungsstörung, wie sie bei den Kontrollp. nach dem Konzentrations-Reaktions-Versuch festzustellen ist, entspricht ganz der schreibmotorischen Bewegungsaktivierung, die man im allgemeinen nach leichteren Graden pharmakologischer Stimulierung beobachten kann⁸. Die Kontrollp. fühlten sich nach dem Reaktionsversuch in der Mehrzahl der Fälle „angeregt“; einige bezeichneten ihren Zustand als „erregt“ oder „angespannt“ oder „wie nach einer Tasse Kaffee“. Der Schreibvollzug wurde als „leichter, beweglicher, schneller“, aber auch verschiedentlich als „nicht mehr so konzentriert“ empfunden. Nur zwei Versuchsteilnehmer gaben leichte Ermüdungsgefühle zu Protokoll. Diese subjektiven Befunde weisen darauf hin, daß es sich bei der Bewegungsaktivierung nicht nur um den normalerweise zu beobachtenden Abbau schreibmotorischer Anfangshemmungen und eine zunehmend freiere Bewegungsentfaltung bei fortlaufendem bzw. wiederholtem Schreiben handelt⁹, sondern wesentlich auch um (stimulierende) Auswirkungen der spezifischen Versuchstätigkeit*. In Reaktion auf die Anforderungen und kurzfristigen Überforderungen des Konzentrations-Reaktions-Versuches kommt es zu Zuständen emotionaler Anregung und volitionaler Aktivität (Anspannung), zu Motivationssteigerungen, die sich psychomotorisch in der beobachteten Bewegungsaktivierung des Schreibvollzugs ausdrücken. (vgl.¹⁶) Ineins damit muß vermutlich auch an direkte fördernde Wirkungen der angespannten manuellen Reaktionstätigkeit auf die nachfolgende Schreibhandlung gedacht werden³ und in einigen Fällen an eine Entspannung nach dem Versuch, die zu einer Kontrollsenkung und „nonchalanteren“ Ausführungsweise beim Schreiben und damit zur Bewegungsentfaltung führt.

Als schreibmotorische Indicatoren für die angeführten Belastungsreaktionen kommen in erster Linie die räumlichen Komponenten der Bewegungsentfaltung infrage, nicht dagegen der Schreibdruck, der sich bekanntlich bei einer Anregung der Motorik sowohl steigern als auch verringern kann⁸. (Hand in Hand mit der Expansion der Schriftzüge pflegt meist die Bewegungsgeschwindigkeit der Feder auf dem Papier zu wachsen, wobei diese Aktivierung in den Schreibzeiten nicht notwendig deutlich zum Ausdruck kommen braucht.)

Im Gegensatz zu den Kontrollp. ist bei den Hirnv. nach dem belastenden Versuch neben der Tendenz zur Bewegungsentfaltung eine mehr oder weniger

* In diesem Zusammenhang ist von Interesse, daß nach einer eintönigeren und bezüglich des Arbeitstempos ungebundenen Belastungssituation (30 min Pauli-Rechnen) kein Überwiegen schreibmotorischer Veränderungseffekte im Sinne stärkerer Bewegungsentfaltung festgestellt werden konnte (Beobachtungen an einer Versuchsreihe, die im Arbeitskreis von Herrn Prof. von BRACKEN, Marburg durchgeführt wurde).

nhof vorbei, da
berlin ging auf
hinter dem
zur, auf dem
Hölle ist Füller,

tag im Moven
Hocin koch. Si
Hölle mit 5 g
Dauerter lag ein

neu Tannenweg
ins Haus kann.
in vollem Haus mi
Dorfstraße lag mir

A losig. raus n
Ghos gen Jironib.
in lautlose füllung
m und O dunkt

Kleine Gittertür zu
Geben hinter dem
Kissen auf dem
Höhe des Waldes

Es war am einer
Tanz ins Hause
brechen neben der
Rande des Dach

Kunz. Jede
waren zwar
Glastüren
verfas. Ich

glosig o
zu finden
in Chanc

Abb. 3. Schriftbeispiele für Veränderungseffekte mit hohen Störziffern aber qualitativ unterschiedlichen Störeffekten. Die Proben stammen von 4 Hirnverletzten; linke Schrift jeweils vor, rechte Schrift nach dem Reaktionsversuch. Von oben nach unten ist die jeweilige Ablaufsstörung in erster Linie durch folgende Sachverhalte gekennzeichnet: Kontinuitätsstörungen bis zur Wortzerstückelung; Tremor und Ataxien; gestauter Dauerdruck im Zusammenhang mit unzweckmäßiger Bewegungsversteifung; überaktivierte Schriftzüge mit Bewegungsentgleisungen

massive Bewegungsstörung festzustellen. Insbesondere sind es die, aus der allgemeinen Graphopathologie¹⁸ bekannten Hauptsymptome einer schweren Beeinträchtigung der Schreibkoordination, wie Kontinuitätsstörungen, Strichunsicherheiten (Tremor) und verkrampte, ataktische Formungen, die bei den Hirnv. nach der Belastung relativ häufig, bei den Kontrollp. dagegen so gut wie garnicht vorkommen. Diese Störungen, die wahrscheinlich mit einer Verlangsamung der Schreibbewegung (siehe Unterschriftzeiten) einhergehen, lassen vermuten, daß bei den Hirnv. die Bewegungsentfaltung nicht nur, wie oben beschrieben, auf eine allgemeine Funktionsaktivierung, sondern daneben auf eine erschwerete, ungeschicktere, vergrößerte Ausführung der Schreibbewegungen zurückzuführen ist. In diesem Sinne ließe sich auch die betontere Flächenausdehnung bei den Hirnv. interpretieren, denn insbesondere diese Ausdehnungskomponente pflegt bei weniger zügigen und sichereren Schreibabläufen ausgeprägter zu sein, wie beispielweise an Kinderschriften beobachtet werden kann⁶.

Die Hirnv. fühlten sich nach dem Reaktionsversuch im allgemeinen „erregt, unruhig, nervös“ (häufig in Begleitung von Kopfschmerzen, Schwindelgefühlen, vermehrter Schweißsekretion) und andererseits „unkonzentriert, durcheinander, nicht mehr ganz dabei“. Sie konnten weniger behalten (Diktat) und wußten in einigen Fällen nicht mehr, wie die Buchstaben gemacht werden. Ermüdungsempfindungen traten — wie bei den Kontrollp. — weitgehend zurück.

An den Merkmalen der Schreibbewegungsstörung werden diese negativen Versuchswirkungen objektiv greifbar. Während sich in den Schriften der Kontrollp. nach dem Reaktionsversuch neben Anregungswirkungen keine oder nur leichtere Irritierungen (hauptsächlich der Zeilenführung und Druckrhythmik) manifestieren, kommt es in den Schriften der Hirnv. ineins mit der (teilweise exzessiven) Bewegungsaktivierung (vgl. Abb. 3 unten) zu einer mehr oder weniger ausgeprägten motorischen Desorganisation², in vereinzelten Fällen sogar zu phasenweiser Schreibunfähigkeit. Die Störungen erweisen sich als Folgen von Übererregung und muskulärer Verkrampfung, von Beeinträchtigungen der Steuerung und Konzentration, und diese Erscheinungen müssen letztlich auf belastungs- und überforderungsbedingte Störungen des psychophysischen Gleichgewichts zurückgeführt werden. (Diese Zusammenhänge sind im Hinblick auf die interindividuellen Differenzen in den schreibmotorischen Veränderungen noch näher zu analysieren.) Hinzu kommt, daß die erlebte schreibmotorische Leistungserschwerung unzweckmäßige Schreibeinstellungen hervorbringt und damit den Störeffekt weiter verstärkt.

Die psychomotorischen Störungen könnten neben der geringeren allgemeinen Stresstoleranz der Hirnv. auf eine mangelnde Festigkeit ihrer Schreibmotorik gegenüber belastungs- und stressbedingten Wirkungen

zurückzuführen sein, und zwar auf Grund gewisser feinmotorischer Insuffizienzen (vgl.¹). Wir sind den Differenzen im schreibmotorischen Leistungsniveau bei unseren Versuchsgruppen, bis auf die mitgeteilten Befunde über die Schreibzeiten, noch nicht systematisch nachgegangen*.

Zur Aufklärung der dispositionellen Bedingungen der negativen Belastungsreaktionen wird vermutlich besonders das individuell unterschiedliche Ausmaß „neurotischer Überlagerungen“¹⁷ bei den Hirnv. zu berücksichtigen sein. Die erhöhte Stressempfindlichkeit und insbesondere auch psychomotorische Störanfälligkeit der Psychoneurotiker ist erwiesen^{12,13}. Durch Einbeziehung der Leistungsergebnisse im Konzentrations-Reaktions-Versuch ist auch zu ermitteln, inwieweit die festgestellten Stör-effekte mit einem erlebten Leistungsversagen in Verbindung zu bringen sind.

Der vorstehende Experimentalbericht unterstreicht die Bedeutung der Analyse von Belastungs- und Überforderungsreaktionen für die psychopathologische Untersuchung. Stress aktiviert und akzentuiert vorhandene Störungen und Schwächen². In gewissen Merkmalen und Merkmals-zusammenhängen des Schreibvollzugs und der Handschrift besitzen wir brauchbare Kriterien für Belastungsreaktionen. Die Heranziehung der Schreibpsychomotorik im Rahmen der modernen Belastungs- und Stress-forschung (z.B. zur Prüfung von stressreduzierenden Einflüssen psycho-therapeutischer, pharmakologischer Art usw.) erscheint lohnend.

Zusammenfassung

Bei 27 klinisch gesicherten Hirnverletzten und 27 gesunden Kontrollpersonen wurde vor und nach einem Konzentrations-Reaktions-Versuch mit sich steigernden Schwierigkeitsgraden (distributive Aufmerksamkeitsleistung) ein schreibmotorischer Test durchgeführt. Der intraindividuelle Vergleich der Schriftproben bezüglich objektiver graphischer Kriterien ergab bei beiden Versuchsgruppen eine Tendenz zur Entfaltung bzw. Aktivierung der Schreibmotorik nach dem Konzentrationsversuch. Im Gegensatz zu den Kontrollpersonen war bei den Hirnverletzten nach dem Versuch darüberhinaus eine mehr oder weniger massive Schreibbewegungsstörung festzustellen. Die schreibmotorischen Veränderungseffekte wurden näher analysiert und als Auswirkungen versuchsbedingter Belastungs- und Überforderungsreaktionen interpretiert.

Literatur

- ¹ BIRKMAYER, W.: Hirnverletzungen. Mechanismus, Spätkomplikationen, Funktionswandel. Wien: Springer-Verlag (1951). — ² CAMERON, D. E.: Disorganisation: A psychosomatic principle. In: Experimental Psychopathology, edit. by P. H. Hoch and J. Zubin, Grune and Stratton, New York (1957). — ³ COURTS, F. A.: Relations between muscular tension and performance. Psychol. Bull. **39**, 347—365 (1942). —

* Dies ist inzwischen in einer in Vorbereitung befindlichen Studie erfolgt.

- ⁴ DERWORT, A.: Untersuchungen über den Zeitablauf figurierter Bewegungen beim Menschen. *Pflüger's Arch. ges. Physiol.* **240**, 661—675 (1938). — ⁵ DERWORT, A.: Zur Psychophysik der handwerklichen Bewegungen bei Gesunden und Hirngeschädigten. Beitr. aus der allg. Med. 4. Heft. Stuttgart: F. Enke Verlag (1948). — ⁶ GOBINEAU, DE H., et R. PERRON: Génétique de l'écriture et étude de la personnalité. Essais de graphométrie. Neuchatel-Paris: Delachaux et Niestlé S. A. (1954). — ⁷ GROSS, C.: Vitalität und Handschrift. 2. Auflg. Bonn: Rörscheid Verlag (1950). — ⁸ GRÜNEWALD, G.: Über den Einfluß von Drogen auf die Schreibpsychomotorik. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **198**, 687—704 (1959). — ⁹ HIET, E.: Untersuchungen über das Schreiben und die Schrift. *Psychol. Arb.* **6**, 531—664 (1914). — ¹⁰ LANGER, D.: Die wichtigsten Ergebnisse der Stress-Forschung (bis 1957) und deren Bedeutung für die Psychiatrie. *Fortschr. Neurol. Psychiat.* **26**, 321—354 (1958). — ¹¹ LAZARUS, R. S., J. DEESE and S. F. OSLER: The effects of psychological stress upon performance. *Psychol. Bull.* **49**, 293—317 (1952). — ¹² MALMO, R. B., C. SHAGASS and J. F. DAVIS: Electromyographic studies of muscular tension in psychiatric patients under stress. *J. clin. exp. Psychopath.* **12**, 45—66 (1951). — ¹³ MALMO, R. B., C. SHAGASS, D. J. BELANGER and H. A. SMITH: Motor control in psychiatric patients under experimental stress. *J. abnorm. soc. Psychol.* **46**, 539—547 (1951). — ¹⁴ MEUMANN, E.: Intelligenz und Wille. Leipzig 1913. — ¹⁵ MIERKE, K.: Konzentrationsfähigkeit und Konzentrationsschwäche. Gemeinschaftsverlag Huber, Bern und Klett, Stuttgart, 1957. — ¹⁶ MÜCHER, H. in Zusammenarbeit mit H. UNGEHEUER und G. GRÜNEWALD: Psychische und physiologische Wirkungen des Wetters. Statistische und experimentelle Studien über wetterbedingte Belastung und ihre pharmakologische Beeinflussung. Aulendorf/Württ. Editio Cantor, 1957. — ¹⁷ PANSE, F.: Diagnose und Therapie der Neurosen bei Hirnverletzten. In: *Das Hirntrauma*, herausg. von E. Rehwald, Thieme-Verlag, Stuttgart 1956. — ¹⁸ RESTEN, R.: Les écritures pathologiques. Librairie Le Francois, Paris 1949. — ¹⁹ SIEGEL, S.: Non-parametric statistics for the behavioral sciences. McGraw Hill Book Comp., New York, Toronto, London 1956. — ²⁰ ZUBERBIEER, E.: Über die Einwirkung von Stimmgefaktoren auf Sprech- und Schreibweise. Erscheint demnächst.

Dr. G. GRÜNEWALD, Dipl. Psych., Psychiatrische Klinik der Medizinischen Akademie Düsseldorf, Düsseldorf-Grafenberg, Bergische Landstraße 2