

## XV.

(Aus der I. medicinischen Klinik, Geh. Rath Leyden  
zu Berlin.)

### Zur Physiologie und Pathologie der Handschrift.

Vortrag, gehalten in der militärärztlichen Gesellschaft zu Berlin  
am 21. October 1891.

Von

Stabsarzt Dr. **Goldscheider**,  
Privatdocent und Assistent der I. medicinischen Klinik.

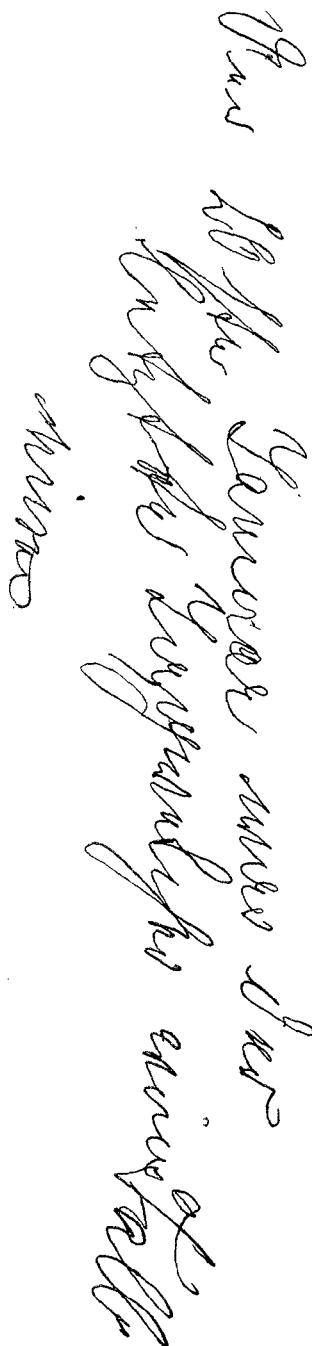
~~~~~

Die pathologischen Störungen der Handschrift haben in der Neuzeit eine immer grössere Berücksichtigung gefunden und mit Recht. Jedoch will es mir scheinen, dass die Erkenntniss der beim Schreiben sich abspielenden physiologischen Vorgänge mit der voranliegenden pathologischen Forschung nicht ganz gleichen Schritt gehalten habe. Einen Beitrag zur Aufklärung der ersteren und zum besseren Verständniss der letzteren zu liefern, ist der Zweck der nachfolgenden Untersuchungen.

Vergegenwärtigen wir uns, was für Processe vorgehen müssen, um den Namen eines einfachen mit den Augen wahrgenommenen Objectes zu schreiben. Die einfachste und älteste Methode ist, den Gegenstand einfach abzumalen. Diesem rohen und unzulänglichen Verfahren gegenüber bedeutet es einen grossen Culturfortschritt, den Klang des Namens abzumalen. Gegenstände, Handlungen, Begriffe werden von den sprechenden Menschen mit besonderen Klängen bezeichnet. Diese Klänge, tönende Zeichen, sind in ihrer Beziehung zu den Dingen, welche sie bedeuten, wechselnd, nach der Sprache des Volkes, und verschieden combinirt; aber die Lautelemente, die elementaren Lautzeichen, aus welchen sich diese Klangfolgen aufbauen,

sind bis auf einige Differenzen dieselben, da sie einfachsten Vorgängen im Articulationssystem, der Sprengung eines Verschlusses, der Bildung eines Isthmus etc. entsprechen. An diese Elemente nunmehr knüpft ein neues Zeichensystem, bestehend in optischen Zeichen, an, indem für jedes Lautelement eine bildliche Darstellung, der Buchstabe, entstanden ist. So haben wir optische Zeichen für die Sprengung des Lippenverschlusses, für die des Gaumenverschlusses u. s. w. Bekanntlich hat die Gestalt dieser Zeichen mit dem Wesen der Sache, mit der Mechanik der Laute, nicht das Geringste zu thun. Da wir jetzt annehmen, dass die Erinnerungsbilder von Sinneseindrücken in eben den Gehirntheilen aufbewahrt werden, in welchen die letzteren zu Stande kommen, so haben wir nunmehr also zunächst in der Sehsphäre das optische Erinnerungsbild des Gegenstandes, in der Hörsphäre das akustische seines Namens und wieder in der Sehsphäre das optische Erinnerungsbild der dem akustischen entsprechenden Folge von Schriftzeichen, und da wir von letzteren mehrere Systeme, Currentschrift, Druckschrift etc. besitzen, so haben wir von den letztgenannten Erinnerungsbildern immer mehrere zusammengehörige Formen. Wenn wir nunmehr schreiben, so malen wir diese optischen Zeichen ab, entweder nach der Vorlage oder, nach genossenem Unterricht, aus der Erinnerung.

Man studirt Bewegungen dadurch, dass man sie mittelst einer Zeichenvorrichtung auf eine Fläche projicirt und so eine Curve von dem zeitlichen Verlauf der Bewegung erhält. Eine solche Curve stellt die Handschrift dar in Bezug auf die Handbewegungen, sie ist eine „graphische Uebertragung“ derselben. Allein, während im Allgemeinen die Curven von den Bewegungen abhängig sind, ist hier die Curve das Bestimmende: die Handbewegungen werden so ausgeführt, dass eine bestimmte Curve resultirt. Wie kommt es nun zu Stande, dass die optische Curve die Bewegungen, welchen sie selbst erst ihre Entstehung verdankt, dirigiren kann? Es ist dies nicht eine vereinzelte, blos bei der Handschrift hervortretende Erscheinung. Selbst wer nicht zeichnen kann, ist doch im Stande, einfache ihm aufgegebene oder gezeigte Figuren in der Luft oder auf einer Unterlage, sei es Papier oder ein beschlagenes Fenster oder Ufersand auch bei geschlossenen Augen mehr weniger vollkommen nachzuziehen. Und nicht blos mit der Hand, sondern mit jedem aktiv beweglichen Körperteil oder auch mit dem ganzen Körper, wie der Arabesken ziehende Schlittschuhläufer. So können wir auch nicht blos mit der Hand, sondern auch mit dem Arm, dem Bein, dem Rumpf, dem Kopf „schreiben“. Als ein Bei-



Mit geschlossenen Augen.

Fig. 1. Fusschrift von Untan.

spiel dafür, welche Vollkommenheit eine „Fusschrift“ erlangen kann, theile ich in Fig. 1 eine Fusschriftprobe (bei geschlossenen Augen) des bekannten, ohne Arme geborenen, „Fusskünstlers“ Unthan mit. Diese somit allgemeine Fähigkeit beruht darauf, dass wir von der Lage unserer Glieder bis zu einer gewissen Grenze optische, perspektivische Vorstellungen haben. Wir geben der Hand eine der Curve des Schriftzeichens entsprechende Bewegung, weil wir, auch bei geschlossenen Augen, eine optische Vorstellung von der Lage der Hand und ihrer Lageveränderung haben.

Allein woher kommt die Fähigkeit, bei geschlossenen Augen die Bewegungen der Hand optisch sich vorzustellen? Nehmen wir eine beliebige Stellung a der Hand an, so gehen uns gewisse Sensationen von der Haut, den Sehnen und Gelenken zu, welche mit eben dieser Stellung verknüpft sind; befindet sich die Hand in der Stellung b, so ist eine andere Summe von Sensationen vorhanden, welche eben wiederum dieser Stellung eigenbüchlich sind. Mit jeder dieser Summe von Merkmalen verknüpft sich der optische Eindruck der bestimmten Handstellung und so ist nach Erlernung und Einprägung dieser gegenseitigen Beziehungen dann der sensible Eindruck nach den Gesetzen der Association im Stande, die optische Vorstellung wachzurufen. Hierzu kommt nun aber ein wichtiges Moment: wir haben nicht

nöthig, wenn die Hand aus der Stellung a in b übergeht, jedesmal die Summe der sensiblen Merkmale auf uns einwirken zu lassen, denn durch die Bewegung entsteht eine eigenartige Empfindung, deren Substrat hauptsächlich die Gelenknerven sind und welche in uns sofort die Vorstellung des Bewegtwerdens wachruft. Es mag zunächst sonderbar erscheinen, dass die Vorstellung der Bewegung sich an eine einfache Empfindung knüpfen soll, da wir nach der logischen Schullung unseres Geistes erwarten, dass jene aus der urtheilenden Vergleichung zweier örtlich differenter Zustände hervorgehen müsste. Allein die natürlichen Einrichtungen entsprechen nicht immer unseren logisch berechtigten Vorstellungen und das scheinbar Complicirte wird in der Natur oft sehr einfach, das scheinbar Einfache nur durch complicirte Vorgänge hergestellt. So hat denn die Erforschung dieser Verhältnisse gelehrt, dass es eine „Bewegungsempfindung“ giebt, welche sich unmittelbar an die Zustandsänderung anknüpft\*). Aehnliches kennen wir durch Exner, Aubert u. A. vom Auge: es scheint, dass an der Peripherie der Netzhaut, welche scheinbar ganz überflüssig ist, da sie zum deutlichen Sehen nichts beiträgt, ein besonderes Bewegungsgefühl zu Stande kommt, welches unmittelbar durch die Verschiebung des Bildes und unabhängig von dem deutlichen Erkennen des Ortes des Objects ausgelöst wird. Die Richtung der Bewegungen kommt uns vielleicht nicht durch das Bewegungsgefühl selbst, sondern durch begleitende orientirende Merkmale (namentlich Sehnenspannungsempfindungen, ferner von der Haut aus) zum Bewusstsein.

Dass die optische Vorstellung der Handbewegung durch diese sensiblen Merkmale wachgerufen wird, ist somit klar. Nunmehr aber ist zu erklären, wie wir es machen, um der Hand eben diese vorgestellte Bewegungsform zu ertheilen. Hierzu bedarf es einer bestimmten Combination von Muskelwirkungen und zwar nach zwei Richtungen: einmal muss für jede Phase, jeden Grund-, jeden Aufstrich, jeden Bogen eine besondere Muskelsynergie stattfinden und dann müssen sich diese einzelnen synergischen Leistungen in der beabsichtigten Weise aufeinander folgen. Diese synergische und zeitliche Coordination der Innervationsimpulse üben wir bekanntlich ein und zwar für jede Bewegungsart besonders. Ist die Einübung geschehen, sind wir in der betreffenden Bewegungsart „ausgebildet“, so ist das Resultat, dass beim Auftauchen der betreffenden Bewegungs-

---

\*) Siehe meine Abhandlung: Untersuchungen über den Muskelsinn. du Bois-Reymond's Archiv 1889.

vorstellung sofort reflexartig die zweckmässige Innervationsfolge sich auslöst. Aber wie geschieht die Einübung? So, dass die ausgelösten motorischen Impulse fortwährend durch die uns von der Peripherie zugehenden orientirenden Merkmale, sagen wir kurz Bewegungsempfindungen, controllirt und so lange verändert und abgestuft werden, bis die während der Auslösung der Impulse uns zugehenden Empfindungen richtig sind, d. h. dem vorgestellten Bewegungsbild entsprechen. Man macht bei der Einübung einer Bewegung dieselbe so lange falsch, bis sie richtig wird. Bei dieser Darstellung sind die „Innervationsgefühle“ ausgeschaltet; sie existiren in der That nicht, ihre Aufstellung beruht auf falscher Deduction.

Man findet zuweilen die Ansicht ausgesprochen, dass es für eine eingübte Bewegung der peripherischen controlirenden Sensationen nicht mehr bedürfe. Dies halte ich für unrichtig. Erst durch diese letzteren werde ich mir bewusst, dass die von mir gewollte Bewegung ausgeführt wird, d. h. dass das vorgestellte Bewegungsbild zu den zweckmässigen motorischen Impulsen geführt hat. Denn der Vorgang bei Ausführung einer activen Bewegung ist folgender: eine Bewegungsvorstellung taucht in uns auf; durch einen noch nicht näher erklärten eigenthümlichen Process, welchen wir Willensprocess nennen, wirkt dieselbe auf die motorischen Centren, wo die Bewegungsimpulse zur Auslösung kommen. Während der nun stattfindenden Bewegung gehen mir fort dauernd von der Peripherie Sensationen (Bewegungsgefühle) zu. Entsprechen dieselben dem vorgestellten Bewegungsbilde, so erhalte ich den Eindruck, dass ich meine beabsichtigte Bewegung ausführe und richtig ausführe.

Hiermit sind die einzelne Acte aufgezählt, und wenn wir nunmehr kurz resümiren, so wird das Niederschreiben eines Buchstabens damit eröffnet, dass eine optische Vorstellung seiner Gestalt in uns auftaucht, welche identisch ist mit dem optischen intendirten Bewegungsbilde der Hand bez. der Griffelspitze (erstes Moment). Dieses Bild löst eine bestimmte zeitliche Folge von Impulsen aus, welche eingüb ist (zweites Moment). Die hierdurch entstehende Bewegung lässt uns eine bestimmte zeitliche Folge von Bewegungsempfindungen zugehen, welche uns über den Ablauf der Bewegung unterrichten (drittes Moment).

Man findet gewöhnlich bei den Autoren die Darstellung, dass beim Schreiben das optische Bild der Buchstaben und ein „motorisches Bewegungsbild“ concurriren, welches letztere in die motorische oder senso-motorische Sphäre des Gehirns verlegt wird; manche stellen sich dabei anscheinend ein Bild der Handbewegung vor, wel-

ches, wie wir gesehen haben, mit dem Buchstabenbilde identisch ist; manche ein Abbild der Muskelcoordination, bei welcher aber, wie ich gleichfalls gezeigt habe, das wesentliche die zweckmässige zeitliche Folge ist.

Die vorhergehenden Betrachtungen lassen schon erkennen, dass durch zwei ganz verschiedene pathologische Ereignisse Störungen der Handschrift hervorgebracht werden können; nämlich durch Verlorengehen der optischen Erinnerungsbilder der Buchstaben und durch Störungen im Bereich der Bewegungsimpulse bez. Bewegungsempfindungen. Es ist klar, dass man derartige pathologische Störungen nicht verstehen und nicht localisiren kann, wenn man die physiopsychologischen Elemente nicht klar gelegt hat. Die anatomische Forschung ist auf diesem Gebiete im Allgemeinen bevorzugt worden, aber es ist hier eine gewisse Grenze erreicht und ohne psychologische Vertiefung ist ein Fortschritt nicht zu erwarten. Die Vernachlässigung derselben hat zu localisatorischen Auswüchsen geführt und führt noch fortwährend dazu.

Es könnte sonderbar erscheinen, dass ich immer nur den Zustand des verdeckten Auges angenommen habe, statt einfach die Schreibbewegungen vom Auge controliren zu lassen. Dies hat einen guten Grund. Denn wenn auch das Auge für die ordnungsmässige Aneinanderreihung der Schriftbilder benutzt wird, so ist der unmittelbar controlirende Einfluss desselben auf die einzelnen Muskelactionen doch ein sehr geringer; es unterstützt die Controlle durch die Bewegungsempfindung, ist aber nicht wesentlich. Das Auge sieht nur das Resultat der Muskelmechanik. Diese selbst kann nur durch sensible Merkmale regulirt werden, welche sich von den durch die Muskeln bewegten Theilen selbst ableiten. Aehnlich ist das Verhältniss des Ohres zu der Articulation der Laute.

Die Beziehungen der einzelnen Momente zu einander sind hiermit noch nicht erschöpft; wir finden vielmehr, dass bald das eine, bald das andere bei der Production der Schrift vorwiegt. Wie die Schrift nach ihrer historischen Entwicklung aus der malenden Reproduction von Objectbildern entstanden ist, so ist das optische Schriftbild auch zunächst das leitende Moment, welches die motorischen Impulse bestimmt. Ein und derselbe Schriftzug kann durch sehr verschiedenartige Muskelcombinationen hervorgebracht werden: man kann mit einem Finger, mit dem Schultergelenk, dem Kopf, Rumpf, Fuss schreiben. Mit Recht betonte schon Wernicke, dass die Vielfältigkeit der möglichen Schreibbewegungen gegen die Annahme eines besonderen Schreibcentrums spreche. Es folgt hieraus, dass man aus der Schrift-

probe an und für sich noch nicht auf die stattgefundene Art der Gliedbewegung und Muskelaction schliessen kann. Dies ist vielmehr erst dann möglich, wenn man weiss, dass die Schriftprobe auf usuelle Art zu Stande gekommen ist.

Bei der usuellen Schrift, der Handschrift, nun ändert sich das Verhältniss des optischen Schriftbildes zur Bewegung in etwas, eben durch die Uebung. Durch die häufige Wiederholung erhält die zeitliche Folge von motorischen Impulsen einen eigenen Typus, wie er sich in der individuellen Eigenart der Handschrift documentirt. Es wird nicht mehr das vorgestellte Schriftbild abgezeichnet, sondern dasselbe blasst zu einem Schema ab, welches nur das jedem Buchstaben Charakteristische in der Aufeinanderfolge von Ordinatenwerten enthält, während die Formgebung den eingübten und sich in bestimmter Folge abrollenden Bewegungsimpulsen anheimfällt. Hierdurch kommt dann auch der „Charakter“ der Handschrift zu seinem Recht. Wie sich die Persönlichkeit in den Bewegungen ausdrückt, wie wir unseren Eindruck von einer Persönlichkeit zum grossen Theil aus den Bewegungen derselben entnehmen, Haltung, Gang, Gesten, Mienenspiel, Sprache etc., so zeigen auch die Schriftzüge die Eigenart, mit welcher sich bei dem betreffenden Individuum die motorischen Impulse abzurollen pflegen: hastig, bedächtig, schwungvoll, einfach, mit kräftigem Druck u. s. w. Dass diese und andere Arten der motorischen Innervationsertheilung eine gewisse Beziehung zu dem Charakter des Individuums, namentlich in soweit die Sphäre des Willens in Frage kommt, zeigen, kann nicht zweifelhaft sein. Bei der Handschrift kommt aber noch in Betracht, dass die motorischen Impulse dazu dienen sollen, ein Bild zu produciren. Leute, welche mit besonderer Treue die Details ihrer optischen Erinnerungsbilder festhalten, Leute, welche geneigt sind, sich genau an das Vorbild zu halten und möglichst wenig daran zu verändern, werden die Buchstaben genau ausführen und schön leserlich schreiben (Frauen); Leute, für welche die Schrift nur ein Verständigungsmittel, kein für sich existenzberechtigtes Kunstwerk ist, werden wenig Werth darauf legen, dass ihre Schriftzeichen den vorgeschriebenen Mustern sehr ähnlich sind, sondern ihre Impulse möglichst glatt und mit möglichst wenig Aufwand von Zeit und Mühe ablaufen lassen. Es giebt zwei ganz verschiedene Arten des Schreibens, von welchen auch der Charakter der Schrift beeinflusst wird. Bei der einen wird der Griffel als zweiarmiger Hebel von den Fingern bewegt, wobei der Metacarpalknochen des Zeigefingers das Hypomochlion bildet. Bei der zweiten stellt der Griffel nur eine starre Verlängerung der Hand dar, deren Gesamtbewegung er

genau mitmacht. Die formgebende Bewegung geschieht hierbei im Hand- bez. Hand- und Ellbogengelenk; die Finger halten den Griffel lediglich. Die erstere Art giebt ausgeprägtere Schriftzeichen, die letztere hat etwas Charakterloses an sich und wird namentlich beim flüchtigen Schreiben verwendet.

Endlich spielt ein drittes Moment eine Rolle bei der Handschrift. Man spricht mit Recht von einem *plaisir de mouvement*\*). Ein grosser Theil unserer Spiele und unseres Sportes beruht auf dem *plaisir de mouvement*. Graciöse und schwungvolle Bewegungen, z. B. Tanzen, Turnen, ferner die exacte Auslösung einer zielbewussten Reihe von Bewegungen, z. B. Sprung mit Anlauf etc. machen uns Vergnügen, sind mit einem Lustgefühl verknüpft, gerade wie optische, akustische, Geruchs- etc. Empfindungen Vergnügen oder Unlust bereiten. Manche Clavierspieler stehen mehr unter dem Eindruck des *plaisir de mouvement* ihrer Finger, als unter dem Eindrucke der producirten Klänge ihrer pedalrauschenden Passagen. In der Handschrift drückt sich die Bewegungslust zum Theil in den geschwungenen Schnörkeln, den geschweiften U-Haken u. s. w. aus.

Trotzdem bei der „ausgeschriebenen“ Handschrift die motorischen Impulse für die Formgebung in den Vordergrund treten, behält die optische Vorstellung der Schrift immerhin die dirigirende Rolle bezüglich des zeitlichen Ablaufes der Schrift, gleichgültig, ob bei offenen oder geschlossenen Augen geschrieben wird. In letzterem Falle rollen die optischen Erinnerungsbilder der zu schreibenden Züge vor dem Bewusstsein ab; von der Peripherie gehen Bewegungsempfindungen zu, welche die Vorstellung der entstehenden Schriftzüge wecken. So folgt man auch bei geschlossenen Augen in Gedanken der schreibenden Feder.

Hier ist nunmehr ein wichtiger Unterschied zu machen, welcher bisher übersehen worden ist. Es ist nämlich zu unterscheiden zwischen der formgebenden Bewegung und zwischen der Projection derselben auf die Schreibfläche. Die Bewegungsgefühle benachrichtigen uns zwar darüber, dass die Form der Bewegung richtig zu Stande kommt, sie sagen uns aber nicht, ob wir in die Luft oder auf die Unterlage schreiben, ob also der Zweck des Schreibens, die fixirte Schrift, überhaupt zu Stande kommt. Es liegt auf der Hand, dass wir, um das Fixiren der Schreibbewegungen zu controlliren, besonderer sensibler Merkmale bedürfen. Diese sind nun in der That vorhanden und in den Druck- und Widerstands-Em-

\*) Der Ausdruck stammt von Souriau.

pfindungen gegeben, welche durch den Widerstand und die Reibung an der Schreibfläche ausgelöst werden. Ich werde nachher zeigen, dass trotz richtiger Ausführung der Schreibbewegungen beim Mangel der Widerstandsempfindungen die entstehenden Schriftzüge incorrect sein können.

Beim Projiciren der Schreibbewegungen auf die Unterlage wenden wir einen gewissen Druck an, dessen Empfindung uns darüber belehrt, dass unser Griffel sich mit der Unterlage im Contact befindet. Dieser Druck ist aber kein gleichmässiger, wie ja schon die verschiedene Stärke der einzelnen Bestandtheile der Schriftzüge zeigt. Es wäre auch ausserordentlich schwierig, vielleicht unmöglich, die Griffelspitze mit stets gleichmässigem Druck an der Schreibfläche vorbei gleiten zu lassen. Die Druckschwankungen sind vielmehr eine nothwendige Folge der beim Schreiben vorhandenen mechanischen Bedingungen, denn die von der Griffelspitze beschriebenen Curven fallen nicht genau in eine Ebene, vielmehr würde, wenn man alle von der Spitze eingenommenen Raumpunkte miteinander verbinden würde, eine gekrümmte Fläche höherer Ordnung resultiren. Die Griffelspitze muss daher immer dann, wenn ihr Weg die Ebene der Schreibfläche zu schneiden strebt, einen verstärkten Widerstand finden. Wollen wir, wie es bei einer schönen Schrift üblich, eine besondere Ausprägung der Grundstriche erzielen, so verstärken wir noch absichtlich die gegen die Schreibfläche gerichteten Bewegungsmomente, in soweit letztere eben die Grundstriche betreffen. Wir empfinden die gegen die Unterlage gerichteten Bewegungen gleichfalls durch Bewegungsempfindungen, wie die parallel gerichteten. Allein auch diese Bewegungsempfindungen sagen uns nichts darüber aus, ob die Projection der Schreibbewegungen wirklich zu Stande kommt, da sie auch beim Schreiben in der Luft uns zugehen. Es sind lediglich die Sensationen, welche den entstehenden Druck- und Widerstandswirkungen entsprechen, durch welche wir bei geschlossenen Augen den Contact wahrnehmen und durch welche wir auch bei geöffneten Augen die Projection der Schriftbewegungen controliren.

Diese Druckschwankungen haben nun zu dem Verlauf der Schriftzüge eine typische Beziehung derart, dass einem bestimmten Schriftzug eine bestimmte Druckschwankungsfolge entspricht. Ich habe dies durch folgende Anordnung nachweisen können: Eine federnd befestigte Metallplatte dient als Tischchen; das Schreibpapier wird auf ihr mittelst Klemmen befestigt. Die Platte ruht mittelst eines Füsschens auf der Membran einer Marey'schen Aufnahmekapsel, welche auf gewöhnliche Weise mit der Registrirkapsel verbunden ist. Während

man auf diesem Tischchen schreibt, geben die Ausschläge des Zeichenhebels die gegen das Tischchen gerichteten Druckwirkungen an. Hierbei ergibt sich nun, dass die Druckschwankungen für jeden Buchstaben einen bestimmten Typus, eine bestimmte Curve durchlaufen, entsprechend den während der verschiedenen Phasen des Buchstabenbildes eintretenden Druckwirkungen auf die Unterlage. Diese Curve ist zwar je nach der mehr minder sorgfältigen Ausprägung des Schriftzuges gewisser Modificationen fähig, verliert aber nie ihre bestimmte Eigenart. Die Figur 2 zeigt einfachste Druckschwankungscurven, nämlich vom Punkt-, Frage- und Ausrufungszeichen und Buchstaben *m*.

Fig. 2. Druckschwankunggs-Curven

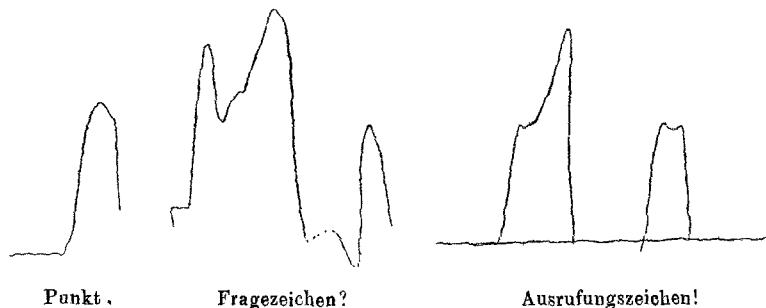


Fig. 2.



*m.* Normale Druckschwankungs-Curve.

Im Uebrigen haben sich bei meinen Untersuchungen hierüber noch etwa folgende Ergebnisse herausgestellt:

Schreibt man einen Buchstaben „flüchtig“, so sind die Druckcurven im Allgemeinen höher und steiler. Hieraus folgt, dass die Feder beim schnelleren Hingleiten über das Papier demselben stärkere Stösse versetzt.

Man kann die Druckschwankungscurve eines Schriftzeichens variieren, indem man das Schriftzeichen mit mehr oder weniger starker Ausprägung von Grund- und Aufstrichen schreibt. Sucht man mit mög-

lichst gleichem Druck zu schreiben, so confluiren die Wellen zu einer einzigen ohne einen tieferen Einschnitt. Dieselbe hat eine geringere Höhe als die Wellen bei der üblichen Ausprägung der Grund- und Aufstriche. Aber auch innerhalb dieser verschmolzenen Welle finden sich immerhin noch Andeutungen von Schwankungen. Selbst wenn man sich bemüht den Grundstrich gar nicht auszuprägen, findet sich doch meist eine minimale Druckverstärkung.

Schreibt man ein Schriftzeichen nicht mit Schwung, sondern klein und langsam, aber mit Sorgfalt, so entstehen gut ausgeprägte, bis auf die Nulllinie herabgehende Wellen, welche aber flach und rund verlaufen. Beim flüchtigen Schreiben dagegen sind nicht blos die einzelnen Erhebungen steiler, sondern die Einschnitte gehen auch nicht bis zur Nulllinie herab. Es ist also hierbei der Druck auf die Unterlage dauernd ein stärkerer als bei sorgfältigem Schreiben.

Es besteht somit eine gewisse Charakterähnlichkeit zwischen schnellem und gleichmässigem Schreiben. Bei beiden besteht dauernd ein erhöhter Druck. Aber bei ersterer Schreibart setzen sich auf den mittleren Druck noch steile positive Schwankungen auf.

Wenn man ein Wort mit der linken Hand schreibt, sei es in Spiegel- oder sei es in rechtsläufiger Schrift, so resultiren dieselben Druck-Schwankungskurven wie bei rechtshändiger Schrift. Jedoch sind die Curven bei beiden Arten des linkshändigen Schreibens eckiger und mit mehr Absätzen versehen; ferner sind die Intensitäten der Druckschwankungen grösser, ein Zeichen dafür, dass der Schreibact mit der linken Hand ungeschickter, weniger coordinirt vor sich geht.

Der mittlere Druck, mit welchem geschrieben wird, ist bei verschiedenen Menschen verschieden. Dies hat anscheinend Beziehung zu dem, was man „schwere“ und „leichte“ Hand nennt.

In Folge der festen Beziehungen zwischen der Druckschwankungskurve und den Phasen des Schreibens können die beim Schreiben sich abrollenden optischen Vorstellungen der Schriftzüge sich ebenso wohl an die mit ihren einzelnen Phasen sich verändernden Widerstandsempfindungen anlehnen, wie an die Bewegungsempfindungen. In der That sehen wir bei Leuten mit herabgesetzter Bewegungsempfindung bez. auch herabgesetzter Widerstandsempfindung, welche deshalb atactisch schreiben, dass sie durch stärkeres Andrücken des Griffels an die Unterlage sich Ersatz für die verloren gegangenen sensiblen Merkmale der Bewegungsempfindungen zu verschaffen suchen und auch wirklich ihre Handschrift dadurch leserlicher gestalten.

Ist die mechanische Vorrichtung, durch welche die Schreibbewegungen auf die Schreibfläche projicirt werden, eine unbekannte,

bezw. ungewohnte, so kann es ebenfalls vorkommen, dass, obwohl dem schreibenden Körpertheil die ordnungsmässigen Bewegungen ertheilt werden, die entstehenden Schriftzüge nicht richtig sind. So geht es mir z. B., wenn ich mit dem Kopf schreibe, indem ich das Schreibinstrument in den Mund nehme und zwischen die Zähne einklemme; besonders wenn ich die Druckwirkungen an der Schreibunterlage nicht spüre. Ich bediene mich daher eines Pinselchens, welches ich dem Griffel aufstecke. Bei geschlossenen Augen habe ich die Empfindung, dass der Kopf die beabsichtigten Schriftzeichen richtig ausführt. Die entstandenen Züge aber zeigen nicht allzuviel Aehnlichkeit mit den vorgestellten. Bei geöffneten Augen ist die Vorstellung vom schreibenden Kopf unterdrückt durch die Wahrnehmung der entstehenden Schriftzüge. Hierbei zeigt sich, dass die zur Erzielung eines bestimmten Schriftzuges ausgeführte Bewegung oft denselben garnicht genau hervorbringt. Dies liegt nicht etwa daran, dass die Bewegungsempfindungen und Lagevorstellungen des Kopfes nicht genügend ausgebildet seien, sondern daran, dass das Verhältniss der Kopfbewegungen zu den projicirten Zügen noch nicht genau bekannt ist. Die Einübung würde hauptsächlich in einer Anpassung der ersteren bestehen.

Es ist nunmehr noch zu erörtern, ob und in wie weit die Controlle der Schreibbewegung durch die Bewegungsempfindungen ihre Grenze findet, ein für die pathologischen Störungen sehr wichtiger Umstand. Die Bewegungsempfindungen sind bezüglich ihrer Intensität von der Grösse und der Geschwindigkeit der Gelenkexcursion abhängig. Die Winkelwerthe, bei welchen die Bewegungsempfindung eben merklich wird, sind für die einzelnen Gelenke verschieden und bewegen sich nach meinen Feststellungen, optimale Geschwindigkeitsverhältnisse vorausgesetzt, in der Breite von  $0,3-2,0^{\circ}$ . Bei den von mir angestellten Ermittelungen zeigte sich das merkwürdige Factum, dass auch für die activen Bewegungen an den einzelnen Gelenken ein Minimum perceptibile existirt: active Bewegungen, welche unter ein gewisses Mass heruntergehen, werden nicht mehr als Bewegungen gefühlt; wohl aber können sie dann noch, falls sie mit Widerstand verbunden sind, dadurch, dass letzterer gefühlt wird, auf das Bewusstsein wirken, ein Umstand, welcher nachher seine Bedeutung zeigen wird.

Weitere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Merklichkeitswerthe der Gelenkexcursion auch für das Schreiben Gültigkeit haben. Schreibt man bei einer Anordnung, durch welche der Widerstand sehr herabgesetzt ist, so, dass man noch eben eine merkliche Empfindung der entstehenden Schreibbewegungen hat, so sind die zu Tage

tretenden Schriftzüge von einer solchen Grösse, wie sie nach der Entfernung der Griffel spitze von dem bewegten Gelenk dem Winkelwerth des Minimum perceptibile entspricht. Herr Dr. Mohr hat unter meiner Leitung dies für die verschiedenen Körpertheile geprüft und in seiner Dissertation veröffentlicht. Bei der Kleinheit der Werthe handelt es sich immerhin um sehr kleine Buchstaben, bei welchen erst die Grenze der Merklichkeit unterschritten wird. Man kann nun auch untermerklich schreiben. Hierbei ist der Bewusstseinszustand folgender: Man hat die Vorstellung, ein bestimmtes Schriftzeichen schreiben zu wollen; man verfolgt in der Idee den entstehenden Schriftzug, aber man kann nichts darüber aussagen, ob derselbe wirklich ausgeführt wird, oder ob es sich eben blos um eine vorgestellte Intention handelt. Es zeigt sich dann, dass in der That entweder ein Schriftzug von ausserordentlich kleinen Dimensionen, aber erkenbar, entstanden ist oder dass blos ein Punkt, ein Strich oder dergleichen gemacht wurde. Herr Mohr hat auch diesen Vorgang näher untersucht und gefunden, dass die unter diesen Umständen ausgelösten Winkelexcursionen der Gelenke unter die Grenze der Merklichkeit fallen.

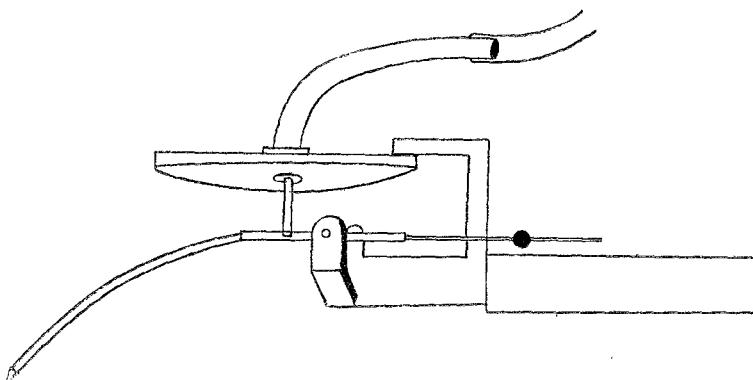
Schreibt man untermerklich, aber mit Widerstand, so geht eine Sensation des Widerstandes zu, welche trotz der Unmerklichkeit der Bewegungsempfindung doch Zeugniss davon ablegt, dass die Vorstellung des Schreibens in wirkliche Bewegung umgesetzt wird. Der Schreibende merkt, dass er Druckschwankungen gegen die Unterlage ausübt, welche mit den vorgestellten Schriftzeichen übereinstimmen; aber freilich hat er keine Sicherheit, ob er mit dem Griffel Züge entwirft oder sich mit demselben auf einem Punkte bewegt.

Sind durch pathologische Vorgänge die Schwellenwerthe der merklichen Gelenkexcursion hinaufgerückt, so müssen natürlich die Schriftzeichen eine Vergrösserung erfahren, um eben merklich zu sein; es wird somit zunächst grösser geschrieben. Noch anderweitige Störungen schliessen sich hieran, über welche später zu reden ist.

Kehren wir nun zur Betrachtung der Verhältnisse zurück, welche beim widerstandslosen Schreiben unter Ausschluss des Auges vorhanden sind. Als geeignete Vorrichtung kann ein Marey'scher Tambour à levier benutzt werden (Fig. 3). Die Feder wird dabei an einem gut äquilibrierten zweiarmligen Hebel befestigt, welcher gelenkig mit der Gummimembran der Marey'schen Kapsel verbunden ist und dadurch eine Führung erhält. Gefasst wird die Vorrichtung an der Stange, welche die Kapsel und zugleich das Achsenlager des Hebels trägt. Die Benutzung der Marey'schen Kapsel hat einen besonderen

Grund, wie bald ersichtlich werden wird. Schreibt man hiermit auf berusstem Glacépapier, so sind keine fühlbaren Widerstände vor-

Fig. 3.



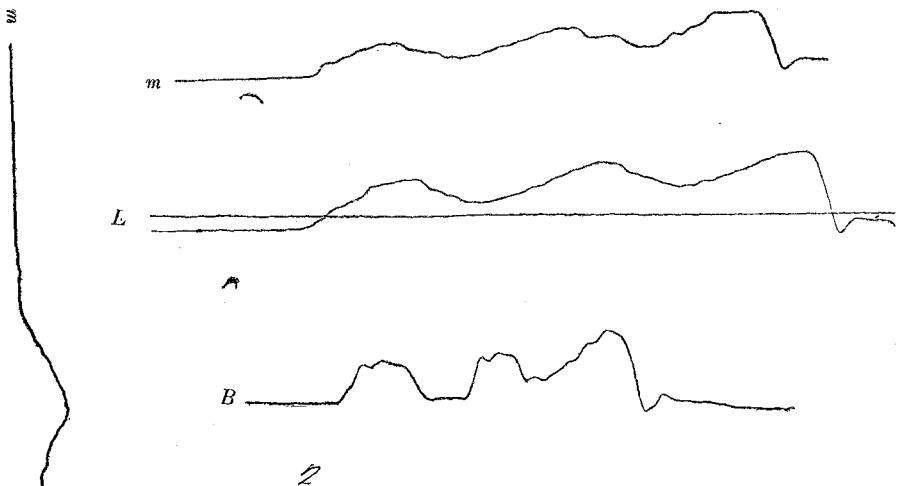
Widerstandsloser Griffel.

handen. Bringt man nun die schreibende Hand in einen zweckmässigen Abstand von der Schreibfläche und schliesst die Augen, so kann man Schriftzüge auf der Schreibfläche entwerfen, welche unter Umständen correct ausfallen. Denn der Muskelsinn ist fein genug, um uns in die Lage zu setzen, den einmal eingenommenen zweckmässigen Abstand beizubehalten. Probirt man aber denselben nicht so sorgfältig aus oder versucht man, eine längere Reihe von Schriftzügen in dieser Weise fortzuführen, so nähert man sich bald zu sehr, bald zu wenig der Schreibfläche, wodurch die Griffelspitze theils falsche Wege auf der letzteren beschreibt, theils dieselbe ganz verlässt. So entstehen entstellte Schriftzüge, während die schreibende Person das Bewusstsein hat, correcte Schreibbewegungen auszuführen. Der Contrast zwischen den producirten Schriftzügen und den gleichzeitig vorgestellten wirkt zuweilen sehr überraschend. Gelegentlich kommt es auch vor, dass überhaupt keine Schrift erscheint, obwohl die betreffende Person die Schreibbewegungen ausführt und ein deutliches Bewusstsein von denselben hat.

Die Schreibbewegungen werden in der That hierbei richtig und ordnungsgemäss ausgeführt. Dies ergiebt sich, wenn es auch die entstandenen Schriftzüge nicht erkennen lassen, aus der Druckschwankungskurve. Letztere habe ich für diesen Fall von dem Griffel selbst abgeleitet, indem ich die Marey'sche Kapsel des widerstandslosen Griffels mit einer registrirenden Kapsel in Verbindung setzte. Jedesmal, wenn die Griffelspitze an der Unterlage einen Druck erfährt, wird die Gummimembran der Kapsel nach innen gedrückt und be-

wirkt durch Luftübertragung einen Ausschlag des Schreibhebels, ohne dass die den Griffel führende Hand eine Sensation davon bekommt. Fig. 4 zeigt einige Beispiele der auf diese Weise producirten verzerrten Schriftzüge und der dazu gehörigen Druckschwankungscurven. Letztere entsprechen in ihrem Typus den normalen Druckschwankungs-

Fig. 4.



curven der betreffenden Schriftzeichen. Jedoch zeigen sie eine Menge von Wellen und Absätzen, welche dadurch entstanden sind, dass der leicht bewegliche Griffel beim Druck gegen die Schreibusunterlage etwas tanzt. Zum Vergleich ist eine normale Druckschwankungscurve des gut ausgeprägt geschriebenen *m* beigegeben.

Es geht aus diesen Beobachtungen zur Genüge hervor, dass bei Ausschaltung des Sehorgans die Bewegungsempfindungen zur Coordination der Schrift nicht genügen; es bedarf vielmehr des Hinzutretens der Druck- und Widerstandsempfindungen. Diese dienen zunächst dazu, um den Contact mit der Schreibfläche zu erhalten. Würde man aber ihrer Abstufungen sich nicht bewusst, so würde es dennoch zur Verzerrung der Schriftzeichen kommen müssen. Wir haben nun in der That eine sehr feine Empfindung für die Schwankungen des Druckes. Die genannten Sensationen leisten aber noch mehr: sie dienen ebensowohl wie die Bewegungsempfindungen zur Regulirung der Schrift und zwar eben deshalb, weil die Schwankungen des Widerstandes, wie oben gezeigt, in einer regelmässigen Beziehung zum zeitlichen Ablauf der Schriftzüge stehen.

Wir gelangen nach diesen Erörterungen zu dem Schluss, dass jenes oben erwähnte dritte Moment zu erweitern ist in den Ausdruck: „zeitliche Folge von Bewegungs- und Widerstandsempfindungen“.

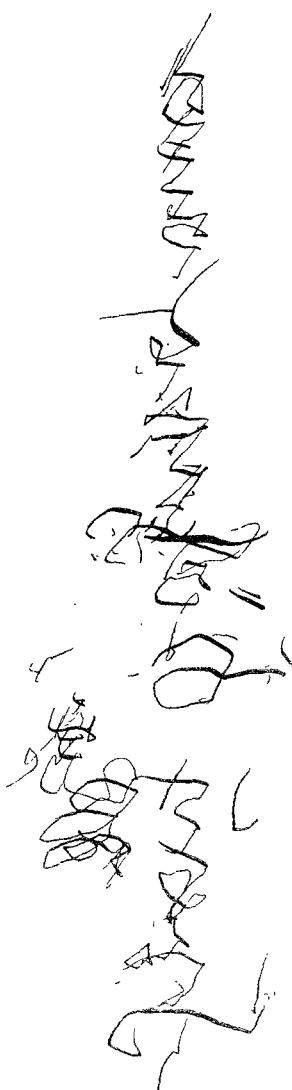
### Pathologie.

Die pathologischen Störungen der Schrift betreffen einmal die akustischen Wortklangbilder oder optischen Schriftbilder und zweitens die Reproduction der letzteren durch die Schreibbewegungen.

Hier ist zunächst eines merkwürdigen Vorkommnisses zu denken, welches bei Integrität des optischen Bildes sowohl wie der Muskelsinnfunctionen eine Verschiebung in der Relation beider Factoren zu einander darstellt, das ist die „Spiegelschrift“.

Man kann darüber streiten, ob die linkshändige Spiegelschrift schon den pathologischen Schreibarten zuzuzählen ist, aber es ist bemerkenswerth, dass sie Soltmann überwiegend bei Individuen gefunden hat, welche psychische Abnormitäten zeigten. Die Spiegelschrift besteht darin, dass mit der linken Hand statt rechtsläufig linksläufig geschrieben wird, d. h. im Vergleich zur rechten Hand symmetrische Bewegungen ausgeführt werden. Hierbei werden offenbar dieselben Innervationen wie rechts und zwar in derselben zeitlichen Folge ausgelöst und entstehen dieselben Bewegungsempfindungen gleichfalls in derselben zeitlichen Folge. Es ist somit einfach die Formel der Bewegung von rechts auf links übertragen, gewissermassen nur das Vorzeichen vor derselben geändert. Dennoch schreiben wir zumeist mit der linken Hand rechtsläufig, wobei die Mechanik der Schreibbewegungen eine ganz neue, ungewohnte ist. Allein hierbei entsteht das uns geläufige optische Bild des Schrifftzuges, während bei dem anderen Verfahren ein ganz unverständliches Schriftzeichen resultirt. Nun wurde bereits eingangs entwickelt, dass beim Schreiben das optische Bild die Mechanik der Bewegungen bestimme, dass es sich nicht um die graphische Darstellung von Bewegungen, sondern um die Erzeugung einer bestimmten Curve durch irgend welche Bewegungen handle. Der Grund ist offenbar darin gelegen, dass das Verständniss der Schrift sich eben an die optische Erscheinung anknüpft. Man muss annehmen, dass beim Einüben der linksseitigen motorischen Centralstätte der (rechten) Hand für die Innervationsfolge der Schreibbewegungen auch die rechts gelegene der linken Hand in gewissem Umfange mitgeäbt wird und zwar für die entsprechenden Innervationen, welche also zu symmetrischen Schreibbewegungen, d. h. zur Spiegelschrift führen. Die optischen Vorstellungen sind

wahrscheinlich an beide Hemisphären in gleicher Weise geknüpft; es scheint nicht, dass die linke in dieser Hinsicht bevorzugt ist.



Wenn nunmehr durch eine Hemiplegie die Innervation der rechten Hand aufgehoben ist, so wird die optische Erinnerung des Schriftzeichens, auf das Centrum der linken Hand reflektirt, in diesem am leichtesten die in grösserer Bereitschaft liegenden Innervationen der symmetrischen Schreibbewegungen anregen. Aber die hierdurch produciren Schriftzüge entsprechen nicht den optisch vorgestellten, sie können daher auch die Associationen zu den Lautvorstellungen nicht anregen, sie sind unverständlich. Da nun eben in der Norm das optische Bild die Schreibmechanik schafft und dirigirt, so bringt beim normalen Menschen die optische Vorstellung der Schriftzeichen neue, bis dahin ungewohnte Muskelassociationen der linken Hand zu Stande, welche bewirken, dass die richtigen, bekannten Formen der Schriftzeichen entstehen. Es ist daher die linkshändige rechtsläufige Schrift das Product eines viel schwierigeren Prozesses als die Spiegelschrift. Bei letzterer obsiegen die mechanisch »gedankenlos« sich abrollenden eingebütteten Innervationen über die optische verständnissinnige Vorstellung. Bei normaler Intelligenz und gespannter Aufmerksamkeit dagegen wird letztere den Vorgang beherrschen.

Versucht man selbst in Spiegelschrift zu schreiben, so kann man sich sehr deutlich von dem Vorhandensein dieses Wettstreites überzeugen: je nachdem die optische Vorstellung lebhaft oder unterdrückt wird, geräth die Spiegelschrift schlecht oder gut. Fig. 5 zeigt ein

schönes Beispiel einer Spiegelschrift; ich veranke die Schriftprobe der Güte des Herrn Collegen Otto in Dalldorf. Ein ähnlicher Wettstreit tritt ein, wenn man unter einem fixirten Bleistift ein Stück Papier so fortbewegt, dass man mit letzterem die Bewegungen der Schriftzüge macht. Die entstehenden Züge fallen dann in Wirklichkeit verkehrt aus, und zwar einfach umgekehrt, nicht in der Form der Spiegelschrift. Während man dies bei geschlossenen Augen, die Aufmerksamkeit auf das schreibend fortbewegte Papierstück richtend, ohne Weiteres ausführen kann, treten bei offenen Augen die grössten Schwierigkeiten ein, da die nunmehr gesehenen Schriftzeichen nicht mehr zu den vorgestellten passen; es macht sich sofort die Neigung geltend, das Papier so zu führen, dass die entstehenden Schriftzüge die normale Orientirung haben, wobei dann ganz neue, ungewohnte Muskelassocationen producirt werden.

Störungen in der Reproduction des optischen Schriftbildes durch das Schreiben kommen dadurch zu Stande, dass die Innervationen gestört sind. Hier sind zwei Kategorien zu unterscheiden. Die eine betrifft die zweckmässige zeitliche Folge von Innervationsimpulsen, welche unter Leitung der Bewegungsempfindungen eingebüttet worden war: man kann sie als die „gewählte Synergie“ bezeichnen. Die andere geht die einfacheren Muskelsynergien an, welche zur Ausführung jedes einzelnen der sich zeitlich folgenden Bewegungselemente nothwendig sind: man kann sie schlechthin die „nothwendigen Synergien“ nennen.

Eine Störung der letzteren Kategorie stellt der Tremor der Handschrift, die Zitterschrift, dar.

Die Störung der ersten Art wird durch die ataktische Handschrift repräsentirt. Dieselbe stellt somit eine Störung der Coordination der zur Hervorbringung des Schriftzeichens erforderlichen Reihe von Einzelbewegungen dar. Sehr treffend beschreibt Erlenmeyer\*) die Eigenthümlichkeiten der ataktischen Schrift (S. 22): „Im wilden ausfahrenden Zuge wird der Haarstrich gezogen; der Grundstrich wird dicker, fester, länger als normal; die Windungen und Biegungen verlieren ihre Rundung, werden eckig, zu gross; der eine Buchstabe wird kleiner als sein Nachbar, der andere grösser; die gerade Richtung wird nicht eingehalten und die einzelnen Worte stehen zu einander in schiefen, sich kreuzenden Linien, die ganze Schrift bekommt mit einem Worte ein ungeschlachtes, unbeholfenes und unordentliches Aussehen“.

---

\*) Erlenmeyer, Die Schrift. Stuttgart 1879.

Wenn schon für die Coordinationsstörungen im Allgemeinen die Frage von der Regulirung der Bewegungen durch den Gesichtssinn von Bedeutung ist, so ganz besonders für die Ataxie der Handschrift, da ja gerade die Schreibbewegung, wie oben erörtert, sehr nahe Beziehungen zum Gesichtssinn hat. Man findet bezüglich der allgemeinen Frage nicht selten die Ansicht ausgesprochen, dass eine Coordinationsstörung, welche auf Anästhesie beruhe, bei geöffneten Augen verschwinden müsse, da nunmehr der Gesichtssinn die Regulirung der Bewegungen übernehme. Ich habe bei meinen Untersuchungen über den Muskelsinn den Nachweis geführt, dass dies nur bis zu einem gewissen Grade gilt. Man darf den Satz aufstellen: so lange überhaupt noch Bewegungsempfindungen zu Stande kommen, sind dieselben in ihrer Bedeutung für die Coordination durch den Gesichtssinn nicht völlig zu verdrängen\*).

Es giebt jedoch ein Mittel, wie dies allerdings nahezu geschehen kann: wenn nämlich die Bewegung unter Leitung des Auges so langsam ausgeführt wird, dass die entstehenden Bewegungsempfindungen, welche, wie ich schon sagte, ausser von der Grösse der Excursion auch von der Geschwindigkeit abhängig sind, unter der Schwelle bleiben.

Sind nun die Bewegungsempfindungen in den beim Schreiben zur Verwendung gelangenden Gelenken pathologisch herabgesetzt, so werden die Innervationen derartig beeinflusst, dass die einzelnen Excursionen in vergrössertem Umfange und mit gesteigerter Geschwindigkeit erfolgen. Es ist selbstverständlich, dass hieraus nicht eine einfache Vergrösserung der Schrift folgt, wie Rumpf meinte, sondern dass die Abrundung und das Ebenmass der Züge leidet; denn gerade die Aneinanderreihung sehr kleiner Bewegungselemente, auf Grund des feinen Bewegungsgefühls, ermöglicht die elegante Formgebung der Schriftzüge. Auch ist die glatte Vergrösserung durch die Mechanik der Gelenke gehemmt. Fig. 6 zeigt ein ausgesprochenes Beispiel von Vergrösserung mit Incoordination bei einer hochgradig Atactischen. Ferner wirkt die Verstärkung der Impulse ebenso sehr in der auf die Schreibfläche senkrechten Richtung, im Sinne des Druckes gegen die Unterlage und producirt abnorm dicke oder auch gespaltene Grundstriche. Ist das Auge geschlossen, so tritt die Bewegungsstö-

---

\*) Vergl. meine Abhandlung: „Ueber den Muskelsinn und die Theorie der Ataxie“. Zeitschr. f. klin. Med. XV.

Geschlossene Augen.

Fig. 6.



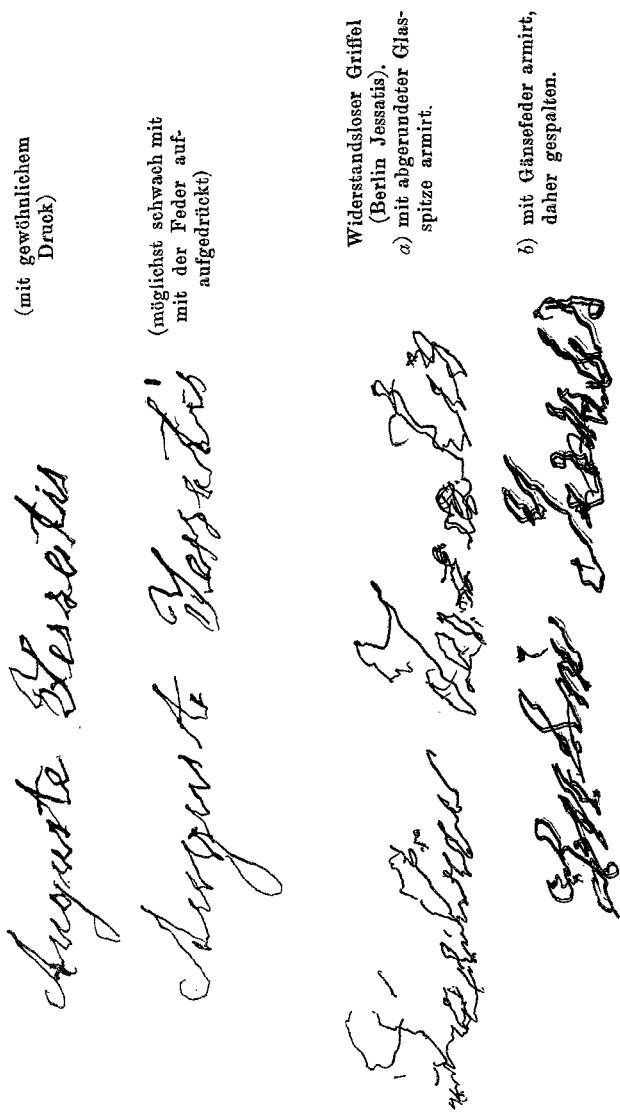
Offene Augen.



rung mehr hervor, da nunmehr eben die Impulse so verstärkt werden, dass der schreibenden Person die für die zeitliche Abrollung der optischen Erinnerungsbilder nothwendigen Bewegungsempfindungen bez. auch Widerstandsempfindungen zugehen. Aber auch bei geöffnetem Auge steht die Auslösung der Innervationsimpulse in so nahen Beziehungen zu den Bewegungsempfindungen, dass die Störung deutlich genug hervortritt.

Wie oben nachgewiesen, sind für die Coordination der Schreibbewegungen auch die Druck- und Widerstandsempfindungen von Belang. Dieselben können von dem schreibenden Individuum willkürlich durch gewisse Massnahmen („schwere Hand“, stärkeres Aufdrücken) verstärkt werden und sind überhaupt von den äusseren Bedingungen des Schreibacts (raue oder glatte Schreibfläche, Härte des Griffels, steiles oder flaches Aufsetzen desselben) abhängig. Da für die Coordination jedes sensible Merkmal verwendet werden kann, falls es nur eine gesetzmässige Beziehung zu den Bewegungen zeigt, so kann bei einem Defect der Coordination durch Verstärkung der für die Druck- und Widerstandsempfindungen günstigen Bedingungen eine Besserung der Bewegung erzielt werden. Die nebenstehenden Schriftproben (Fig. 7) zeigen, wie die äussere Erscheinung der atactischen Schrift durch die Versuchsbedingungen verändert werden kann. Von Bedeutung ist auch, ob der Griffel lang oder

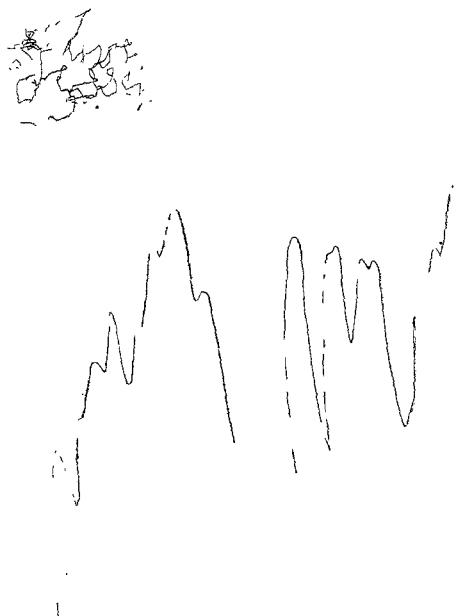
Fig. 7.  
Ataxie der Handschrift bei verschiedenen äusseren Bedingungen.



kurz gefasst wird, und ob die Schreibbewegung hauptsächlich in den Fingergelenken oder im Handgelenk oder gar im Ellenbogen- oder Schultergelenk ausgeführt wird, da mit der Entfernung der Griffelspitze vom Gelenk natürlich die Verschiedenheiten der Winkelexcursionen in den projicirten Linien stärker zum Ausdruck kommen.

Will man übrigens ein vollkommenes Bild von der Ataxie der Handschrift haben, so muss man auch die senkrecht gegen die Schreibfläche gerichteten Bewegungscomponenten, welche ja gerade den Widerstand repräsentieren, mit aufnehmen, wie ich dies mittelst des graphischen Tischchens gethan habe (Fig. 8).

Fig. 8.



Die oben stehende Schriftprobe, von derselben Kranken Jessatis herrührend, wurde auf dem graphischen Tischchen geschrieben (Jess, Jessat, J), von welchem die unten stehende Druckschwankungskurve abgeleitet wurde (es ist hier nur ein Stück derselben abgebildet). Durch die Heftigkeit der Stöße kam es zu Schleuderungen, welche sich in den Discontinuitäten der Curve ausdrücken.

Aus den vorhergehenden Erörterungen folgt, dass eine Handschriftprobe zwar stets den Charakter der Bewegungsstörung erkennen lässt, aber auf den Grad derselben erst dann Schlüsse zu ziehen erlaubt, wenn die Versuchsbedingungen näher angegeben sind, — ein Umstand, welcher in den bezüglichen Publikationen bis jetzt übersehen worden ist.

Die centralen Schreibstörungen möchte ich hier nicht in den Kreis der Betrachtungen ziehen\*).

Das Schreiben ist nächst der Sprache eine der complicirtesten Bewegungsäusserungen des menschlichen Geistes. Dem Laien scheint beim Schreiben der Wille in der Hand zu sitzen; aber die Hand schreibt nicht, sondern wird geschrieben. Denn die Gliedmassen sind für die Seele Fremdkörper, welche sie nach ihren Intentionen nur mittelst eines fein und sicher functionirenden Meldeapparates leiten kann. Vorstellung und Wille genügen nicht zur zweckmässigen Ausführung, wenn nicht als Drittes dieses sensible Nachrichtensystem functionirt. Aus allen dreien erst setzt sich die erstaunliche, culturbedingende Fähigkeit zusammen, Gedanken durch allgemein verständliche Curven zum Ausdruck zu bringen.

---

\*) Meine Ansichten hierüber habe ich in einem inzwischen in der Hufeland'schen Gesellschaft gehaltenen Vortrage mitgetheilt. S. Berliner klin. Wochenschr. 1892.

---