

(Aus der Abteilung für experimentelle Psychologie des physiologischen
Instituts der Universität Turin.)

Über die einfachen Reaktionszeiten der taktilen Belastungsempfindung.¹

Von
F. KIESOW.

(Mit 2 Figuren im Text.)

Schon EXNER² hat i. J. 1873 darauf hingewiesen, daß der vielfach verwandte elektrische Reiz für die Bestimmung der Reaktionszeiten von Tastempfindungen ungeeignet ist. Da wir in den v. FREYSchen Methoden Mittel besitzen, welche eine bequeme mechanische Reizung und exakte Messung zulassen, so habe ich den Versuch gemacht, diese Methoden auf das Gebiet der Reaktionszeiten zu übertragen.

Tastempfindungen können nun auf der Körperhaut mechanisch durch Belastung, sowie durch Entlastung und durch Zug hervorgerufen werden.³ Dabei lassen sich die Belastungs-, wie die Entlastungsempfindungen sowohl durch flächenhafte als auch durch punktuelle Reizung erzeugen. Unter der letzteren verstehe ich eine solche, wie sie durch Reizhaare möglich wird. In der vorliegenden Untersuchung habe ich mich auf Belastungs-

¹ Eine kurze Mitteilung über die Resultate dieser Arbeit erschien bereits in den *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei* zu Rom.

² S. EXNER: *Pflügers Archiv* 7, S. 624. Über die weitere Literatur siehe: W. WUNDT: *Grundzüge der physiol. Psychologie*. 5. Aufl., Bd. 3, S. 380 ff. H. EBBINGHAUS: *Grundzüge der Psychologie*. Bd. 1, S. 590 f.

³ M. v. FREY: *Leipziger Abhandl.* 23, S. 177 f. *Berichte*, Sitz. v. 2. Aug. 1897. F. KIESOW: *Arch. ital. de Biol.* 26, S. 417 f.

empfindungen beschränkt, wie sie durch Reizung isoliert und nicht isoliert stehender, sowie durch gleichzeitige Reizung mehrerer Tastpunkte hervorgerufen werden. Dabei interessierte mich sowohl die Frage nach dem Einfluss der Intensität des Reizes auf die Reaktionszeiten, sowie auch die andere, wie sich die Einzelwerte und deren Häufigkeit zu dem Mittelwerte verhalten möchten.

I. Versuchsanordnung und Versuchsbedingungen.

Die Versuchsanordnung war auf zwei Zimmer verteilt, die aneinander stossen. Von diesen diente das eine als Experimentierzimmer, das andere der Beobachtung. In letzterem befanden sich, soweit die hier besprochene Versuchsanordnung in Betracht kommt, nur der Reizapparat und der Reaktionstaster. Als Chronoskop wurde eine von Herrn RUNNE in Heidelberg bezogene HIPPSche Uhr verwandt, welche gegenüber den mir sonst bekannten Instrumenten dieser Art den Vorteil gewährt, daß die Glasglocke dem das Uhrwerk tragenden Brette aufgeschraubt ist und während des Aufziehens nicht abgenommen zu werden braucht. Außerdem wird das Uhrwerk von drei gußeisernen Beinen getragen, so daß das Instrument fest und sicher steht, und ferner ist wohl auch der Weg, den das Gewicht zurücklegen kann, länger als gewöhnlich. Das Uhrwerk selbst entstammt der Fabrik von PEYER, FAVARGER & Co. in Neuchâtel. Die Uhr hat sich sehr gut bewährt. Ein Umschlagen des Tons in die tiefere Oktave, wie WUNDT an manchen neueren Instrumenten beobachtete¹, wurde bei meinen Versuchen niemals bemerkt. Kontrolliert wurde die Uhr durch WUNDTs großen Kontrollhammer², den mir Herr ZIMMERMANN in Leipzig geliefert hat. Dieses Instrument könnte das vollkommenste seiner Art sein. Ich halte es jedoch für meine Pflicht, hervorzuheben, daß es hinsichtlich der technischen Ausführung Verbesserungen bedarf. Bei wiederholter Kontrolle hat mir der Apparat aber vorzügliche Dienste geleistet. — Die Zwischenzeit zwischen Signal und Reiz wurde durch Metronomschläge angezeigt. Als günstigstes Intervall, das dann bei allen Beobachtungen konstant inne gehalten wurde, ergab sich für meine Versuche ein solches von

¹ W. WUNDT: Grundzüge etc. 5. Aufl., Bd. 3, S. 391.

² Derselbe: Ebenda S. 396 f.

etwas über $1\frac{1}{2}$ Sek. Dies stimmt mit den Ergebnissen überein, zu denen DWELSHAUWERS und andere gekommen sind.¹ Die Reizung wurde durch Stromschluss (Niederdrücken eines Tasters) vom Experimentierzimmer aus bewirkt. Auf gleiche Weise wurde von hier aus das Signal gegeben. Als Reaktionstaster diente mir der von CATTELL eingeführte, den ich ebenfalls von Herrn ZIMMERMANN bezogen habe. — An dem Uhrwerk wurde die ältere Vorrichtung benutzt, bei welcher die Zeiger durch den Strom angehalten werden. Im übrigen entsprach die Anordnung genau derjenigen, welche WUNDT als die zweckmässigste angibt, weswegen ich mich darauf beschränke, auf dessen Darstellung zu verweisen.² Den Strom lieferten MEIDINGERSche Kupferzink-elemente.

Eine nicht geringe Schwierigkeit bereitete die Herstellung eines Apparates, der es erlaubte, dass im Momente der Belastung eines Tastpunktes durch ein Reizhaar die Nebenleitung geräuschlos geschlossen ward. Den Apparat, den ich mir für diesen Zweck habe anfertigen lassen, zeigt die nachstehende Figur 1. Da er durch elektromagnetische Wirkung in Funktion gesetzt wird, so habe ich ihn als Elektroästhesiometer bezeichnet.

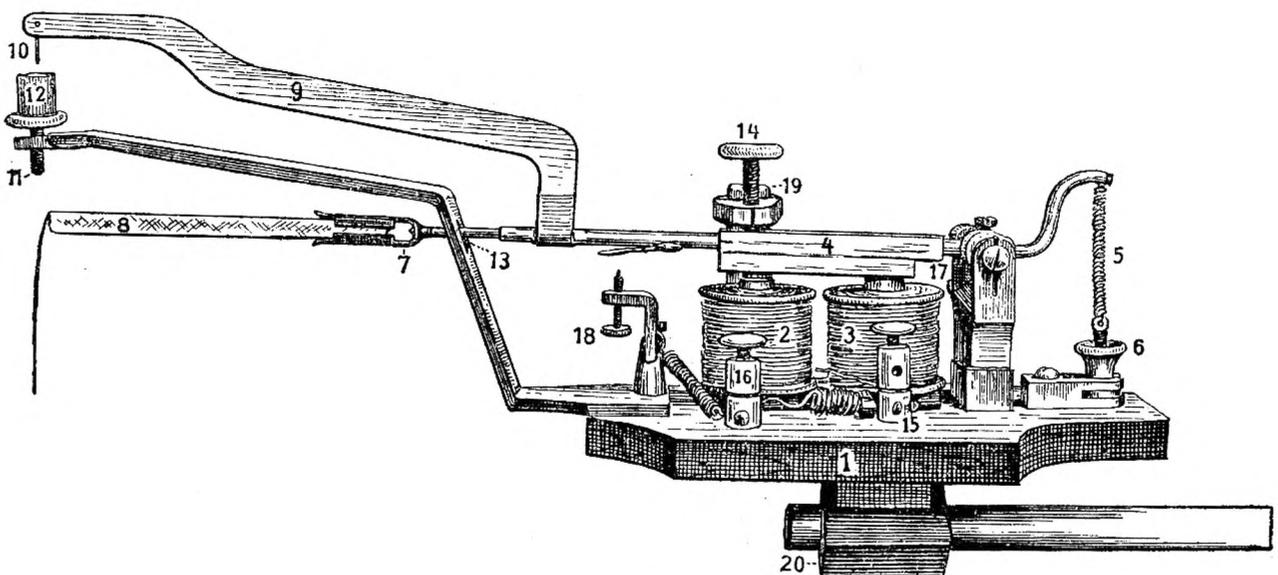


Fig. 1.

Auf einem 1 cm dicken, 12 cm langen und 8 cm breiten Brettchen 1 stehen die 2,5 cm hohen Elektromagnete 2 und 3, die bei Stromdurchgang den Hebelarm 4 herabziehen, welcher letzterer nach der Entmagnetisierung infolge des von der Feder 5

¹ G. DWELSHAUWERS: *Philos. Stud.* 6, S. 217 ff. — W. WUNDT: *Zit. Werk* S. 434.

² Derselbe: *Ebenda* S. 388 ff.

ausgeübten Zuges in seine Anfangslage zurückkehrt. Die Spannung dieser Feder, welche bei gleichbleibendem Strome zugleich die Geschwindigkeit bestimmt, mit der der Hebel herabfällt, wird ihrerseits durch die Schraube 6 reguliert. In das freie, hohle Ende des Hebelarms 4 wird der Stiel der Pinzette 7 eingeführt. Bei starker Reibung mit der Innenfläche des Hebelrohres ist derselbe um seine Achse drehbar und ebenso in der Längsrichtung verschiebbar. Die Pinzette selbst ist zur Aufnahme des zu benutzenden Reizhaares (8) bestimmt. Der Hebelarm 4 trägt außerdem den Aluminiumarm 9, dessen freiem Ende ein 1 cm langer Platinstift 10 angefügt ist. Dieser Aluminiumarm muß natürlich allen Bewegungen des Hebels 4 folgen. Dem vorderen Ende des Brettchens 1 ist ein aus Messing gefertigter, zweimal stumpfwinklich gebogener Fortsatz aufgeschraubt, dessen vorderes, freies Ende die Messingschraube 11 trägt. Auf der oberen freien Fläche der letzteren ist ein aus nichtleitender Masse gefertigtes zirka 1 cm hohes Quecksilbernäpfchen 12 so befestigt, daß zwischen Quecksilber und Messing metallischer Kontakt besteht. Bei einer Dicke von 0,3 cm ist dieser Fortsatz am vorderen Ende 0,8 cm, am unteren 2,5 cm breit. Die Entfernung des Quecksilbernäpfchens vom vorderen Ende des Brettchens 1 beträgt schräg gemessen zirka 14 cm. Das Mittelstück des Fortsatzes besitzt an seinem oberen Ende eine längliche Öffnung 13, welche den Stiel der Pinzette frei passieren läßt und ihm ebenso für seine Bewegungen freien Spielraum gewährt. Die Höhe, aus welcher der Hebelarm 4 herabgezogen werden soll, wird durch die Schraube 14 reguliert. Der für die beiden Elektromagnete bestimmte Strom tritt bei der Kontaktschraube 15 ein und auf der entsprechenden Stelle der anderen, in der Figur nicht sichtbaren Seite aus. Der Strom der Nebenleitung tritt bei 16 ein, geht von hier längs des Messingstückes zum Quecksilber, von hier (bei herabgezogenem Hebel) durch den Platinastift zum Aluminiumarm 9, durchläuft diesen, den Rest des Hebelarms 4, die abgewandte Seite der Achse und deren Träger, bis er bei der Kontaktschraube 17 anlangt, von wo er zum Reaktionstaster weitergeleitet wird. Diese Schraube ist in der Figur nicht sichtbar. Ihre Stelle ist durch die Ziffer bezeichnet. Der Apparat besitzt weiter noch einige andere Platinkontakte, die aber bei den hier beschriebenen Versuchen nicht in Betracht kommen. So besteht eine solche Kontaktstelle zwischen dem freien Ende

der Schraube 14 und der oberen Fläche des Hebels. Ein anderer Platinkontakt kann durch die kleine Schraube 18 und die darüber sichtbare Feder hergestellt werden. Ebenso besitzt die 5 cm hohe Säule 19 noch eine Kontaktschraube, welche in der Figur nicht sichtbar ist. Um das Aufschlagen des Hebels auf die Elektromagnete unhörbar zu machen, wurde zwischen diesen und dem ersteren ein kleines Kissen geschoben, das aus zwei dünnen Kautschukblättern hergestellt war, welche sehr wenig Watte zwischen sich hielten. Es ist vor der Aufnahme herausgenommen, um die Zeichnung deutlicher zu machen. An der unteren Fläche des Brettchens 1 befindet sich eine Schraubenvorrichtung 20, welche erlaubt, den Apparat auf ein Stativ zu montieren. Bei meinen Versuchen verwandte ich ein ZIMMERMANN'Sches Universalstativ. Dieses Instrument ist mir von großem Nutzen gewesen. Da es nicht nur sanfte Auf- und Abwärtsbewegungen, sondern auch grobe, wie feine seitliche Einstellungen zulässt, so war damit die Möglichkeit eines genauen Treffens der vorher fixierten Tastpunkte durch das Reizhaar gegeben.

Experimentiert wurde auf der linken Körperhälfte. Das Stativ stand daher links vom Beobachter und zwar auf einem festen, niedrigen Tische. Bei den auf der Hand und dem Arm angestellten Versuchen ruhte letzterer frei auf einem passend zugerichteten erhöhten Kissen. Ich habe absichtlich diesmal keine Gipsform angewandt, um den Versuch nicht durch weitere Empfindungen zu stören. Das Kissen befand sich nicht auf demselben Tischchen, welches das Stativ trug, sondern auf einem schmalen Gestell von gleicher Höhe, das seitwärts von dem ersteren so aufgestellt war, daß zwischen beiden ein geringer Zwischenraum blieb. Es geschah dies, um keine beim Herabziehen des Hebels event. auftretenden Erschütterungen auf den Arm zu übertragen. Rechts vom Beobachter war einem anderen Tischchen von entsprechender Höhe der Reaktionstaster aufgeschraubt. Die Versuchsperson befand sich somit in der Mitte. Sie saß auf einem bequemen Stuhle von passender Höhe, die Füße auf einen niedrigen Schemel gestützt. Bei Versuchen, die an anderen Körperteilen angestellt wurden, befand sich die Versuchsperson auf einem niedrigen, verstellbaren Fahrbett, das anstatt des Stuhles eingeschoben ward.

Es wurde gesagt, daß der magnetisierende Strom vom Experimentierzimmer aus durch Druck auf einen Taster geschlossen

wird. Macht man nun die Entfernung des Reizhaares von dem Tastpunkte absolut gleich der der Spitze des Platinastiftes von dem Quecksilber, so ist ersichtlich, daß die Nebenleitung in dem Momente der Reizung geschlossen wird, die Zeiger der Uhr also in eben diesem Momente in Gang gesetzt werden müssen. Diese Distanz betrug bei allen Versuchen niemals über 0,5 mm. Es wurde hierbei so verfahren, daß vor dem Beginn einer Versuchsreihe der Hebelarm 4 durch die Schraube 14 so weit herabgelassen wurde, daß der Platinastift das Quecksilber eben berührte. Es wurde darauf durch den Schraubengang des Stativs das Ästhesiometer soweit herabgeführt, daß auch das Reizhaar den Tastpunkt eben berührte, und es wurde nun die Schraube 14 soweit rückwärts gewunden, bis die angegebene Distanz erreicht war. Da das Haar sich bei der Reizung sofort und sehr schnell biegt, so kann sich der Platinastift in das Quecksilber einsenken, wodurch der Schluß der Nebenleitung bis zur vollzogenen Reaktion absolut gesichert bleibt. Die Handhabung dieses Apparates machte, um die Versuchsperson völlig frei zu lassen, außer dem Experimentator einen weiteren Assistenten nötig. Dieser hatte seine Aufmerksamkeit ausschließlich darauf zu richten, daß der Punkt in der vorgeschriebenen Weise getroffen ward. Das Mifflingen eines Versuches teilte er dem Beobachter, der die Augen während der ganzen Versuchsreihe geschlossen hielt, durch ein einfaches „No“ mit, es wurde dann von letzterem dem Experimentator, der das Protokoll führte, durch ein verabredetes akustisches Signal angezeigt. Dieser Assistent hatte oft nicht beide Hände frei. Während die rechte Hand am Apparate blieb, unterstützte er bei den Versuchen an Arm und Hand das Körperglied leicht mit der linken, doch ohne daß eine direkte Berührung stattfand. Durch zusammengeschlossene weiche Tücher und Watte liefs sich dies leicht bewerkstelligen.

Die untersuchten Punkte wurden mit roter Anilintinte im Umkreis von 1 mm umrandet, fixiert wurde die Stelle der größten Empfindlichkeit des Punktes. Beim Aufsuchen und Bestimmen wurde die Lupe verwandt.

Die Reizungen vollzogen sich mit übermaximalen, d. h. mit so großen Geschwindigkeiten, daß sie Momentanreizen äquivalent gesetzt werden konnten.¹

¹ M. v. FREY: *Leipziger Abhandlungen* 23, S. 199.

Die verwandten Reizhaare besaßen Spannungswerte von 1,0 — 2,0 — 3,5 — 6,0 — 8,0 — 10,5 und 15 g pro Millimeter Radius.

Außerdem kam bei gleichzeitiger Reizung mehrerer Tastpunkte auf der Fingerbeere noch ein sehr starker Reiz in Anwendung, der durch ein besonderes kleines Ästhesiometer ermöglicht ward, das ich mir nach dem Prinzip herstellte, welches die nachstehende Figur 2 erkennen läßt.

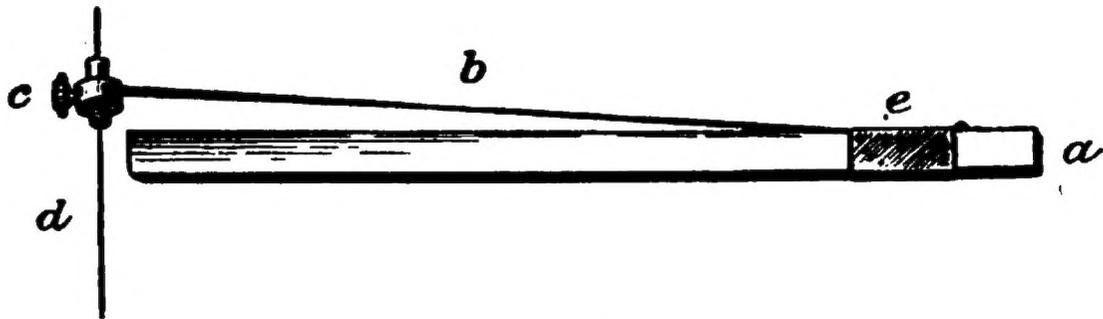


Fig. 2.

An dem einen Ende eines Hölzchens *a* von der Form und Größe desjenigen der Reizhaare (Länge 8 cm) ist eine Stahlfeder *b* befestigt, deren freies, überstehendes Ende mittels einer Schraube *c* einen leichten kreisrunden Holzstift *d* senkrecht zum Hölzchen und der darauf liegenden Feder *b* aufnimmt. Der Inhalt der Reizfläche des Holzstiftes betrug rund 0,2 qmm. Hölzchen und Feder werden von einem Schieber *e* umfaßt, durch welche die einwirkende Kraft nach Belieben variiert werden kann. Dieser Apparat wird der Pinzette des vorhin beschriebenen Elektroästhesiometers wie ein Reizhaar eingefügt. Bringt man den Schieber *e* nahe an das freie Ende des Hölzchens heran, so kann beim Aufschlagen des Holzstiftes auf die Haut ein starker Druck auf diese ausgeübt werden. Da sich die Stahlfeder dabei immer noch nach aufwärts biegt, so kann sich der Platinastift des Aluminiumarms hinreichend in das Quecksilber einsenken und dadurch die Nebenleitung bis zur vollzogenen Reaktionsbewegung geschlossen halten. Die Figur 2 zeigt die Stellung, welche die Feder beim Aufschlagen des Stiftes auf die Haut einnimmt, wenn der Schieber nahe an das hintere Ende des Hölzchens gerückt ist. Die auf diese Weise erzeugte Reizgröße ging bis nahe an die Schmerzgrenze heran. In den nachfolgenden Tabellen ist diese Reizgröße als „stärkster Reiz“ bezeichnet worden.

Oben ist bemerkt worden, daß meine beiden Arbeitszimmer aneinanderstoßen. Sie sind außerdem durch eine Tür mitein-

ander verbunden. Die Folge hiervon war, daß man sowohl die Schläge des Metronoms als auch den Ton der Uhr im Beobachtungszimmer hörte. Die Metronomschläge konnten dadurch unhörbar gemacht werden, daß das Instrument auf eine schlecht leitende Unterlage und zugleich unter eine Glasglocke gestellt ward, deren Rand eingefettet war. Um aber den Ton der Uhr für den Beobachter zum Verschwinden zu bringen, blieb kein anderes Mittel übrig, als die Gehörgänge zu verschließen. Anfangs habe ich hierzu kleine Glaskugeln und Glasstöpsel verwandt, später passend zugeschnittene Korkstöpsel. Auf die gleiche Weise konnte auch das von der StraÙe kommende Geräusch unschädlich gemacht werden. Das Signal blieb hierbei erkennbar.

Die Versuche wurden anfangs in Reihen von 10 Einzelbestimmungen ausgeführt. Später habe ich aber oft auch daneben 15 Einzelversuche anstellen können. Bei den ersten Reihen, d. h. bei denen, die nach langen Vorübungen endlich benutzt wurden, wurden die ersten beiden Werte gestrichen, sonst nur diejenigen, welche vom Beobachter hierfür signalisiert wurden. Während der letzten Arbeitswochen ist auch ersteres nicht mehr nötig gewesen. Wenn am Ende einer Sitzung wegen Ermüdung der Versuchsperson die Werte größere Unregelmäßigkeiten als gewöhnlich zeigten, oder wo dies sonst durch den Zustand der Versuchsperson verursacht ward, sind vielmehr die ganzen Reihen gestrichen worden. Die Einzelversuche folgten möglichst schnell aufeinander. Zwischen den einzelnen Reihen wurden längere Pausen eingeschoben. Die Arbeitsstunden fielen an den Vormittagen zwischen 10 und 12 Uhr, an den Nachmittagen zwischen 3 und 5 Uhr. Selten währte eine Sitzung länger als eine Stunde. Wo dies in Fällen, in denen die Versuchsperson sich besonders frisch fühlte, dennoch zuweilen einmal geschah, wurde die Ruhepause nach der ersten Arbeitsstunde länger ausgedehnt, während welcher Zeit sich der Beobachter bequem sitzend oder liegend erholte. Wie sich aus dem folgenden ergeben wird, bin ich bei den Hauptversuchen selber Reagent gewesen. Das Ebengesagte bezieht sich somit auf mich. Die übrigen Teilnehmer haben gewöhnlich nur eine halbe Stunde lang reagiert. Die besonderen Ergebnisse, welche in dieser Arbeit berücksichtigt sind, sind aus Versuchen hervorgegangen, die von Ende Februar bis Anfang Oktober d. J. ausgeführt wurden. Während dieser ganzen Zeit habe ich meine Lebensweise nicht verändert. Wie ich immer

ziemlich um dieselbe Stunde aufstand und zu Bette ging, habe ich auch meine Mahlzeiten während dieser ganzen Zeit regelmäßig um dieselben Tagesstunden eingenommen. Da ich viel am Abend arbeite, so sind aus eben diesem Grunde die ersten Morgenstunden zur Beobachtung nicht benutzt worden. Ich füge weiter hinzu, daß ich ein ziemlich starker Raucher bin und auch diese Gewohnheit während der angegebenen Zeit nicht eingeschränkt habe. Die Temperatur des Beobachtungszimmers betrug niemals weniger als $18^{\circ} C$, sie stieg während der wärmeren Jahreszeit an, doch konnte das Zimmer durch doppelten Ladenverschlufs am Tage und durch Öffnen der Fenster in der Nacht relativ kühl gehalten werden, so daß die Temperatur während der Beobachtungen auch in der heissesten Zeit $23^{\circ} C$ nicht überschritten haben dürfte. Zu Hilfe kam mir dabei der Umstand, daß eine übermäßige Hitze während des letzten Sommers bei uns nicht geherrscht hat. Ich bemerke weiter noch, daß die Anfänge dieser Arbeit weit zurückliegen, aus äusseren Ursachen aber oft unterbrochen werden mußten. Einer dieser Ursachen war die, daß meine Versuchspersonen mir nicht die zum Abschluss nötige Zeit schenken konnten, sei es, daß sie vorher Turin verlassen mußten oder durch andere Pflichten an der regelmäßigen Fortsetzung der Übungen verhindert waren. Eben deswegen habe ich mich schliesslich genötigt gesehen, als Hauptreagent allein zu funktionieren.

II. Ergebnisse.

1. Allgemeine Ergebnisse.

Vor einiger Zeit hat CATTELL¹ behauptet, daß die LANGEsche Entdeckung des Unterschieds in den Zeiten bei muskulärer und sensorischer Reaktion keine allgemeine Gültigkeit habe. Er faßt am Schlusse seiner kurzen Mitteilung seine Anschauung folgendermassen zusammen: „Bei Reagierenden, deren Reaktionen kurz und regelmäßig erfolgen, scheint die Richtung der Aufmerksamkeit keinen Unterschied hervorzubringen. Bei Reagierenden, deren Reaktionen länger und weniger regelmäßig sind, kann die Zeitdauer verlängert werden, entweder wenn sie ausschließlich auf die Bewegung achten, wie in D.s Falle, oder wenn

¹ J. Mc KEEN CATTELL: *Philos. Stud.* 8, S. 403 f. 1893.

sie ausschließlich auf den Sinneseindruck achten wie in LANGES Falle.“¹ D. ist Professor DOLLEY, einer von CATTELLS drei Reagenten. Die beiden anderen Versuchspersonen waren CATTELL selber und Frau CATTELL.

CATTELLS Mitteilung hat bei ihrem Erscheinen einen gewissen Eindruck auf mich gemacht, durch Beobachtungen aber habe ich mich davon überzeugt, daß seine Behauptungen falsch sind. Ich habe so nicht nur die Allgemeingültigkeit der LANGESchen Entdeckung bestätigen können, sondern fand weiter, daß der Einfluss, den die Richtung der Aufmerksamkeit auf die Reaktionszeiten ausübt, auch in einer Reaktionsform zum Ausdruck kommt, die ich als indifferente Reaktion bezeichne. Ich habe sie so benannt, weil sich die Aufmerksamkeit in diesem Falle sowohl dem Eindruck, als auch der Bewegung gegenüber indifferent verhält. Bei dieser Reaktionsform suche ich die Aufmerksamkeit (immer bei geschlossenen Augen arbeitend) mit höchster Spannung auf eine Empfindung zu richten, die ich dadurch erzeuge, daß ich die Zungenspitze leicht gegen die obere Zahnreihe presse.

CATTELL arbeitete mit Schallreizen und elektrischen Hautreizen. Er fand an sich selber aus je 100 Einzelversuchen folgende Werte:

	Muskuläre Reaktion		Sensorielle Reaktion	
	Arithmet. Mittel	Mittl. Var.	Arithmet. Mittel	Mittl. Var.
Schallreiz	105,9	6,9	105,4	5,9
Elektrischer Reiz	142,7	10,1	142,8	8,4

Es ergaben sich bei Frau CATTELL, die nichts von LANGES Versuchen wufste, nach 20 der Übung wegen angestellten Beobachtungen aus je 50 Einzelversuchen die folgenden:

	Muskuläre Reaktion		Sensorielle Reaktion	
	Arithmet. Mittel	Mittl. Var.	Arithmet. Mittel	Mittl. Var.
Schallreiz	105,6	15,4	108,8	11,2

Zwei Jahre später erhielt CATTELL an derselben Versuchsperson, der nun die Resultate der früheren Versuche bekannt waren, folgende Resultate:

¹ J. McKEEN CATTELL: Zitierte Arbeit, S. 406.

	Muskuläre Reaktion		Sensorielle Reaktion	
	Arithmet. Mittel	Mittl. Var.	Arithmet. Mittel	Mittl. Var.
Schallreiz	105,5	12,2	104,97	7,7
Elektrischer Reiz	119,0	9,4	121,5	10,1

An Professor DOLLEY fand CATTELL:

	Muskuläre Reaktion		Sensorielle Reaktion	
	Arithmet. Mittel	Mittl. Var.	Arithmet. Mittel	Mittl. Var.
Elektrischer Reiz	281,4	58,3	201,6	31,2 ¹

Das sind die Ergebnisse, aus denen CATTELL seine Folgerungen zieht. Er fügt seinen eigenen Beobachtungen hinzu, daß die einzelnen Reaktionen, wie auch die Reihen (je 10 Einzelversuche, die mittlere Variation der Reihen habe ich nicht mit zitiert) bei den sensorialen Reaktionen regelmässiger waren, als bei den muskulären und bemerkt weiter, daß Prof. D. die sensorialen Reaktionen selbst kürzer und leichter empfand, als die muskulären.

Bald nachdem ich (vor ca. vier Jahren) anfang, mich eingehender mit Reaktionsversuchen zu beschäftigen, bat ich eine Anzahl meiner Freunde, einige Reaktionen auszuführen. Ich wählte hierzu Personen, die niemals reagiert hatten und nichts von der LANGESchen Entdeckung wußten. Sie wurden einfach angewiesen zu reagieren, nachdem ich ihnen die auszuführende Bewegung gezeigt hatte. Ich benutzte hierzu taktile Reize, wie durch den Schallhammer erzeugte akustische.² Beide Reizqualitäten waren von der höchsterreichbaren Intensität. Die Tasteindrücke wurden auf der Beere des linken Mittelfingers durch Reizhaare hervorgerufen. Hierbei ergaben sich nun zunächst die allbekanntesten persönlichen Unterschiede.³ Aber daneben konnte ich weiter beobachten, daß die Reaktionen der einzelnen Beobachter insofern charakteristische Unterschiede zeigten, als die Werte sich bei einigen mehr denen der muskulären Reaktion näherten, während sie bei anderen mehr denen zustrebten, die die sensorielle Reaktion ergibt. Diese Tatsache ist ebenfalls schon von LANGE⁴ erkannt und unlängst auch wieder

¹ CATTELL: Zit. Arbeit S. 405—406.

² Die auf akustischem Gebiete angestellten Beobachtungen werden in der Folge hier nicht weiter berücksichtigt, sondern in einem Nachtrage später veröffentlicht werden.

³ Vgl. S. EXNER: *Pflügers Archiv* 7, S. 603 ff.

⁴ L. LANGE: *Philos. Stud.* 4, S. 496.

VON ALECHSIEFF¹ bestätigt worden. Doch war bei meinen Versuchen die Annäherung an die muskuläre Reaktion auffallender als die an die sensorielle. Als ich später diese Versuche an einigen anderen Personen, die von sensoriellem und muskulärem Reagieren gleichfalls nichts wußten, ebenfalls mit stärkeren akustischen und taktilen Reizen in der gleichen Weise wiederholte, erkannte ich, daß man in bezug auf die natürlichen Reaktionen, nicht zwei, sondern drei Typen zu unterscheiden habe. Neben sensoriell und muskulär angelegten Personen gibt es zweifellos eine dritte Gruppe von solchen, bei denen sich nach den ersten Vorübungen ebenfalls wohl die Tendenz ausbildet, schnell zu reagieren, aber die dabei doch zugleich bestrebt bleiben, auch den Eindruck möglichst schnell zu erfassen. Nun bildet sich freilich bei Personen, deren Aufmerksamkeit nicht, wie dies beim beabsichtigten sensoriellem und muskulärem Reagieren geschieht, in eine bestimmte Richtung gelenkt wird, in der Regel überhaupt leicht die Meinung aus, die Aufgabe des Reagenten bestehe darin, schnell zu reagieren und es ist ferner begreiflich, daß ein solches Bestreben, einmal entstanden, durch stärkere Reize eher gefördert als zurückgehalten wird, aber das charakteristische für diesen Typus besteht eben darin, daß die betreffenden Personen gleichzeitig von dem Erwarten des Eindrucks beherrscht bleiben. Infolgedessen nehmen ihre Reaktionen vielmehr einen Charakter an, den man wohl zutreffend als einen gemischten bezeichnen kann. Es ist dies ein Ausdruck, den WUNDT eingeführt und auf Reaktionen angewandt hat, die vor der LANGESCHEN Entdeckung ausgeführt wurden.² Hier erhält derselbe natürlich eine etwas andere Bedeutung.

Näher konnte ich diese Verhältnisse an vier Personen untersuchen, die mir etwas mehr Zeit zur Verfügung stellen konnten. Von diesen gehörten zwei dem gemischten und eine dem muskulären Typus an, während die vierte die sensorielle Anlage erkennen liefs.

Die dem sensoriellem Typus angehörende Versuchsperson hatte vor vielen Jahren einmal unter anderer Leitung Reaktionen

¹ N. ALECHSIEFF: *Philos. Stud.* 16, S. 18.

² W. WUNDT: *Grundz. etc.* 4. Aufl., Bd. II, S. 313.

auf Lichteindrücke ausgeführt, die übrigen Personen hatten nie zuvor reagiert. Keiner dieser vier Reagenten wußte etwas von dem Unterschiede zwischen sensoriellem und muskulärem Reagieren.

Wir begannen wiederum mit starken Reizen. Hierbei zeigte sich nun, daß die muskulär beanlagte Versuchsperson, nachdem sie sich einigermaßen an die Versuche gewöhnt hatte, von selber anfang, sich mehr und mehr auf die muskuläre Reaktion einzüben, so daß sie bald ohne fremdes Zutun in extrem muskulärer Weise reagierte. Zugleich traten bei ihr die charakteristischen Erscheinungen auf, die man als Fehlreaktionen und vorzeitige Reaktionen bezeichnet hat, und außerdem zeigte die mittlere Variation durchaus den symptomatischen Charakter dieser Reaktionsform. Ebenso zeigten die beiden dem gemischten Typus angehörenden Personen die charakteristischen Merkmale, die ich oben beschrieben habe. Fehlreaktionen blieben bei ihnen nicht aus, aber sie waren seltener. Ihre Mittelwerte wie die mittleren Variationen hielten die Mitte zwischen sensorieller und muskulärer Reaktion, außerdem waren die Mittelwerte bei beiden die gleichen. Diese Gleichheit der Werte ist hier, wie bei den weiter unten besprochenen Versuchen natürlich als eine Zufälligkeit anzusehen. Wie eine völlig gleichmäßige Verteilung der Aufmerksamkeit auf den Eindruck und die auszuführende Bewegung überhaupt nicht möglich ist¹, so ist auch nicht zu erwarten, daß verschiedene Personen eines und desselben Typus beiden Momenten immer dasselbe Maß ihrer Aufmerksamkeit zuwenden. Zu verschiedenen Zeiten würden diese Werte daher gewiß mehr als die der Personen vom muskulären und sensoriiellen Typus voneinander differieren. Ich füge dem Vorstehenden noch hinzu, daß eine dieser beiden Personen vom gemischten Typus (meine Frau), worauf weiter unten etwas näher eingegangen werden wird, während des Reagierens visuelle Bilder hatte.

Die sensoriiell beanlagte Versuchsperson liefs bei diesen starken Reizen nur die Tendenz zu dieser Reaktionsform erkennen. Nach ihren Erlebnissen befragt, sagte sie aus, daß sie sich stets auf den zu erwartenden Eindruck konzentriert und dabei ebenfalls immer ein ziemlich lebhaftes visuelles Bild vom Reizapparate und der Applikationsstelle gehabt habe, nur habe sie die Reaktion nicht verzögern wollen. Was diesen letzten

¹ W. WUNDT: Grundzüge etc. 4. Aufl., Bd. II, S. 315.

Punkt betrifft, so braucht hierüber nach dem oben Ausgeführten nichts Weiteres gesagt zu werden. Es ist damit hinreichend erklärt, warum der Mittelwert nicht die Höhe desjenigen der vollen sensorischen Reaktion erreichen konnte. Fehlreaktionen traten bei ihr zu Anfang, aber äußerst selten auf, nach der ersten Gewöhnung an die Versuche eigentlich nicht mehr. Der Unterschied zwischen diesem Typus und dem vorher besprochenen gemischten ist aber trotzdem noch evident. Während die zum letzteren gehörenden Personen gleichzeitig von beiden Faktoren beherrscht werden, besteht das Charakteristische des sensorischen Typus darin, daß die Konzentration auf den Eindruck von vornherein das bevorzugte Moment ist, dem sich dann erst sekundär der Wunsch zugesellt, keine Verzögerung in der Reaktion eintreten zu lassen. Dem entspricht es, daß Mittelwert und mittlere Reaktion im letzteren Falle höher bleiben, als im ersteren.

Mit ganz außerordentlicher Deutlichkeit traten die charakteristischen Merkmale dieser drei Typen hervor, als ich den Reiz abschwächte und statt eines starken einen solchen von mittlerer Intensität anwandte. Als taktilen Reiz wählte ich ein Reizhaar von 6 g/mm Spannungswert. Es ist dies eine Reizgröße, welche auch die extrem muskuläre Reaktion durchaus gut und ohne jede Schwierigkeit zuläßt.

Während die Versuchsperson von sensorischer Anlage bei dem starken Reize infolge des hervorgehobenen Umstandes nur eine Tendenz zum sensorischen Reagieren hatte erkennen lassen, ergaben ihre Reaktionen nun einen Mittelwert, der zwar nicht völlig an den heranreichte, den ich selbst bei extrem sensorischer Reaktion und bei maximaler Übung erzielte, der aber auch nicht weit davon entfernt blieb. Dieses Zurückbleiben erklärt sich eben wiederum aus dem Bestreben, die Reaktion nicht zu verzögern; man darf hierbei nicht aus dem Auge verlieren, daß es sich um Personen handelt, denen die Tatsachen der verschiedenen Reaktionsformen nicht bekannt waren.

In ebenso überraschender Weise prägte sich der Typus der muskulär reagierenden Versuchsperson aus. Während die Abschwächung des Reizes bei allen anderen Personen ein Anwachsen der Mittelwerte nach sich zog, war hier das Gegenteil der Fall. Der schwächere Reiz verursachte eine, wenn auch nicht sehr beträchtliche, so doch deutlich ausgesprochene Verminderung des Mittelwertes. Als ich sie nach Beendigung der

Versuchsreihen ersuchte, mir ihre Erlebnisse mitzuteilen, erfuhr ich, daß sie sich der Verminderung der Reizintensität von Anfang an bewußt geworden sei, daß sie aber mit Anstrengung des Willens dem schwächeren Reize entgegenzuarbeiten gesucht habe.

Es war nun für mich sehr instruktiv, zu sehen, daß, wie sich diese beiden Versuchspersonen bei Abschwächung der Reizgröße im Sinne ihrer Anlage typisch weiter entwickelten, so auch bei den beiden anderen der gemischte Charakter ihrer Reaktionen bewahrt blieb. Die geringere Reizintensität verursachte wohl ein Anwachsen der Mittelwerte, aber diese standen wiederum in der Mitte zwischen beiden Extremen. Der Mittelwert war außerdem wieder bei beiden Personen der gleiche.

Hierauf wurde die Reizgröße soweit herabgesetzt, daß die muskuläre Reaktion erschwert ward. Als taktile Reiz diente nun ein Spannungswert von 2 g/mm. Auf diesen Reiz hat nur eine der beiden Personen von gemischtem Typus reagiert. Auch bei diesen Versuchen zeigte sich im allgemeinen wiederum dasselbe Bild, obwohl die Abschwächung des Reizes ihren Einfluss in dem zu erwartenden Sinne geltend machte. Bei der sensorisch veranlagten Versuchsperson, die nun durch den Gedanken an die Fingerbewegung nicht mehr gestört ward, sondern sich ganz der Erwartung des Eindrucks zuwenden mußte, ergab sich ein Mittelwert, der meinen eigenen überschritt. Die muskulär reagierende suchte wiederum mit höchster Willensanstrengung den veränderten Versuchsbedingungen entgegenzuwirken, aber sie erreichte nicht mehr die früher erhaltenen Werte, da sie notgezwungen einen Teil ihrer Aufmerksamkeit auch dem Eindruck zuwenden mußte. Die von gemischtem Reaktionscharakter erzielte einen Mittelwert, der immer noch in der Mitte zwischen beiden Extremen lag, obwohl auch dieser aus eben dem gleichen Grunde einen beträchtlichen Zuwachs erfahren hatte.

Diese Erfahrungen scheinen zu lehren, daß die einzelnen Personen den Reaktionsversuchen schon von vornherein eine bestimmte Anlage entgegenbringen, welche sie, wenn sie sich selbst überlassen bleiben, bei fortgesetzter Übung zwingt, sich in der Richtung eines ganz bestimmten Typus auszubilden. In dieser natürlichen Beanlagung werden wir einen wesentlichen Teil der Ursachen zu erblicken haben,

durch welche die persönlichen Unterschiede bewirkt werden.

Freilich können sie hiermit im einzelnen nicht erschöpft sein. Ganz abgesehen von äusseren Bedingungen, denen gegenüber sich die Versuchspersonen vielleicht auch noch wieder verschieden verhalten können, abgesehen auch von grossen Altersdifferenzen, wird man noch an andere teils auf Ererbung teils auf Erwerbung beruhende anatomisch-physiologische Verschiedenheiten bei den einzelnen zu denken haben. So wird unter sonst gleichen Bedingungen der eine die Fingerbewegung immer noch ein wenig schneller und regelmässiger vollführen können, als der andere. Ein eingehenderes Studium dieser Verhältnisse würde wohl sicher dazu führen, innerhalb der einzelnen Typen noch Unterabteilungen zu unterscheiden. Der Typus wird sich in einem Falle ausgesprochener zeigen als im anderen. Aber im allgemeinen dürfte man vielleicht mit diesen drei Haupttypen auskommen. Nicht zu übersehen dürften ferner bei der Auswahl der Versuchspersonen und der Beurteilung ihrer Ergebnisse gewisse, ans Pathologische herangrenzende körperliche Zustände sein, die dem ersten Anblick und überhaupt, wenn keine nähere Prüfung vorgenommen wird, verborgen bleiben können. So habe ich bei intelligenten und wissenschaftlich geschulten, aber zur Neurasthenie neigenden Personen beobachtet, dass, wie ihre Reflexe, so auch ihre Reaktionsbewegungen ausserordentlich schnell und sicher waren. Verbindet sich dieser Zustand z. B. mit der muskulären Anlage, so wird man es mit einem sehr ausgesprochen muskulären Typus zu tun haben. In ähnlicher Weise werden auch andere Zustände nicht ohne Einfluss auf die Reaktionswerte sein. Diese Verhältnisse weiter zu verfolgen und zu klären, fällt aber der Psychopathologie zu.

Schliesslich sei noch auf die visuellen Bilder eingegangen, die zwei der Versuchspersonen beim Reagieren hatten, und die wir oben nur angedeutet haben. Bemerkt sei noch, dass es sich hier nicht um Nachbilder handelte, sondern um jene zentral entstehenden Vorgänge, welche GALTON eingehend studiert und ausführlich beschrieben hat. Die beiden Versuchspersonen teilten mir mit, dass sie von allen Gegenständen, die sie nennen hörten oder an die sie dächten, sofort ein visuelles Bild vor sich hätten. Die Bilder waren bei der sensoruell reagierenden Versuchsperson, Prof. SACERDOTTI, lebhafter als bei der anderen, meiner Frau.

Diese Fähigkeit zu visualisieren oder deren verschiedene Grade haben weder mit der typischen Anlage an sich, noch sonst mit der Ausbildung zum Reagieren etwas Wesentliches zu tun. Man kann darin höchstens insofern ein unterstützendes Moment erblicken, als die durch die Anlage bedingte oder durch den Willen erzeugte Richtung der Aufmerksamkeit durch das sekundär hinzutretende visuelle Bild besser festgehalten werden und so die Regelmäßigkeit der einzelnen Reaktionen eine Förderung erhalten kann. Man kann vielleicht auch zugeben, daß Personen, welche diese Fähigkeit besitzen, leichter nach der einen oder nach der anderen Richtung hin eingeübt werden können, aber an sich ist sie ein von diesen Vorgängen selbst unabhängiger Faktor. Daß sie unterstützend mitwirken kann, scheint mir aus einer Beobachtung hervorzugehen, die ich an meiner Frau machte, die dem gemischten Typus angehört. Während diese in einer Sitzung auf einen Tastreiz reagierte und ich selber das Protokoll führte, bemerkte ich, daß die einzelnen Reihen ziemlich regelmäßige Schwankungen zeigten. Während ich z. B. in einer Reihe Werte wie 147, 110, 104, 144, 124, 149, 132, 141, 158, 143 erhielt, ergab eine andere die folgenden: 165, 162, 161, 172, 182, 187, 171, 187, 159, 181. Die Durchschnittswerte dieser Reihen (135,2 und 172,7 σ) zeigen immerhin eine Differenz von 37,5 σ . Als diese Versuchsperson mir in einer Pause ihre Erlebnisse mitteilte, erfuhr ich, daß sie während der einen Reihe das Ästhesiometer, während einer anderen den Taster im visuellen Bilde gesehen habe. Die Schwankungen an sich erklären sich aus dem, was oben als das Charakteristische des gemischten Typus bezeichnet wurde. In dem Bestreben, schnell zu reagieren und doch gleichzeitig den Eindruck zu erfassen, schwankte die Aufmerksamkeit das eine Mal etwas mehr nach der einen, das andere Mal etwas mehr nach der anderen Richtung hin. Demzufolge sieht man die Einzelwerte im einen Falle durchweg kürzer als im anderen. Dabei aber zeigt sich in ihrer Reihenfolge eine gewisse Regelmäßigkeit, und eben hier dürfte es nicht ausgeschlossen sein, daß die Visualisation unterstützend eingriff, indem sie die Aufmerksamkeit in der einmal eingeschlagenen Richtung eine Zeitlang festhielt. Übrigens waren diese Schwankungen nicht immer so regelmäßig, sie traten auch nicht immer nur von Reihe zu Reihe auf, sondern zuweilen auch innerhalb einer und derselben Reihe. Wenn ich die Werte dieser Ver-

suchsperson mit denen der anderen, gemischt reagierenden (Dr. MAROCCO), vergleiche, so finde ich so regelmässige Reihenfolgen bei der letzteren nicht. Obwohl die Durchschnittswerte bei beiden die gleichen sind, und auch die mittleren Variationen bei den stärksten Reizen nicht gerade erheblich voneinander differieren, so ist die mittlere Schwankung für die mittelstarke Reizgrösse bei der visualisierenden Versuchsperson doch um ein Beträchtliches geringer als bei der anderen. Zu bemerken ist hierzu freilich, daß Dr. MAROCCO in beiden Fällen nur 50 mal reagierte, während meine Frau auf den mittelstarken Reiz 100, auf den stärksten, der dem ersteren zudem voraufging, sogar 200 Reaktionen ausführte. Man könnte daher einen gewissen Anteil hier immerhin einer grösseren Einübung zuschreiben. Aber auch wenn dies eingestanden wird, bleibt die Differenz eine zu bedeutende, als daß man darin die einzige Ursache sehen dürfte. Sie war zudem, wie hervorgehoben, gering bei dem stärksten Reize. Ich möchte daher, trotzdem ich hier über weitgehende Erfahrungen nicht verfüge, doch dafür halten, daß der hervorgehobene Umstand ein gewisses unterstützendes Moment abgeben kann.

Sei dem nun aber im einzelnen, wie ihm wolle, so steht soviel fest, daß diese Fähigkeit, namentlich wo es sich um absichtlich herbeigeführte Aufmerksamkeitsrichtungen handelt, für die in Rede stehenden Untersuchungen etwas Wesentliches an sich nicht sein kann. Es ergibt sich dies schon aus den Beobachtungen, die an der muskulär reagierenden Versuchsperson (stud. med. E. BIZZOZERO) angestellt wurden. Diese besitzt die Fähigkeit an sich, wie sich bei einer Prüfung herausstellte, bis zu einem gewissen Grade. Wie ich aber weiter von ihr erfuhr, hatte sie beim Reagieren niemals ein visuelles Bild weder vom Taster, noch vom Ästhesiometer oder von der Reizstelle gehabt und doch sahen wir sie sich zum extrem muskulären Reagieren entwickeln. Es ergibt sich dies weiter aus meinen eigenen Beobachtungen. Ich habe so gut wie gar keine visuellen Bilder, höchstens in dem allerschwächsten der Grade, die GALTON beschrieben hat. Der Grad ist aber eben so schwach, daß er hier gar nicht in Frage kommen kann; ich hätte ihn auch nicht an mir bemerkt, wenn ich mich nicht, durch GALTON angeregt, daraufhin untersucht hätte. Dennoch aber hoffe ich im nachfolgenden zeigen zu können, daß meine

Reaktionen auf Zuverlässigkeit Anspruch erheben können. Was ich an mir selber beobachtete, war in der ersten Zeit nach Schluß der Augen ein zuweilen (nicht immer) auftretendes schwaches Nachbild des Reizhaarés oder des Reaktionstasters, das entweder bald ganz wieder verschwand oder in Intervallen, immer mehr erblassend, einige Male wieder auftauchte. Dieses war dadurch hervorgerufen, daß ich während der Vorbereitung zum Versuche die Augen entweder auf das eine oder auf das andere der erwähnten Instrumente gerichtet hatte. Später, als wir uns alle mehr auf die Handhabung der Instrumente eingeübt hatten, konnte ich mich ohne jede Besorgnis niedersetzen und gleich die Augen schliessen, so daß das Nachbild nicht mehr auftreten konnte. Im übrigen aber stimmen meine eigenen Erfahrungen durchaus mit denjenigen überein, die WUNDT als die seinigen mitgeteilt hat.¹

Schon durch die mitgeteilten Erfahrungen dürften CATTELLS Behauptungen in Zweifel gezogen sein. Ich habe mich aber von deren Unrichtigkeit noch durch viele andere Versuche überzeugen können.

CATTELL behauptet, daß die Richtung der Aufmerksamkeit bei Personen, deren Reaktionen kurz und regelmäÙig erfolgen, keinen Unterschied hervorbringe. Kurz und sehr regelmäÙig erfolgten die Reaktionen bei meiner dem muskulären Typus angehörenden Versuchsperson. Als ich diese nach Beendigung der vorstehend im allgemeinen beschriebenen Versuchsreihen ersuchte, nun gar nicht an die Bewegung zu denken, sondern ihre ganze Aufmerksamkeit der Erfassung des Eindrucks zuzuwenden, erhielt ich auf einen Tastreiz von 6 g/mm Spannungswert in der ersten Versuchsreihe folgendes Resultat:

235 σ	228	244	207	213	265	214	274	247	261
Arithmet. Mittel 238,8 σ Mittl. Variation 19,1									

Beim natürlichen Reagieren hatte sich für diese Reizgrösse aus 50 Einzelbestimmungen ein Mittelwert von 128,405 ergeben, bei einer mittleren Variation von 13,372.

CATTELL behauptet weiter, daß bei langsam und weniger regelmäÙig Reagierenden die Zeit in einem Falle bei Richtung

¹ W. WUNDT: Grundzüge etc. 5. Aufl., Bd. 3, S. 427.

der Aufmerksamkeit auf die Bewegung, im anderen bei der auf den Reiz verlängert würde. Als ich die sensoruell reagierende Versuchsperson nach Beendigung ihrer natürlichen Reaktionen ersuchte, ihre Aufmerksamkeit ausschließlich der Bewegung zuzuwenden, ergaben sich beim Reagieren auf den gleichen Reiz folgende Werte:

172	148	127	254	111	225	142	176	184	149
Arithmet. Mittel 168,8 Mittl. Variation 33,5									

Die natürliche Reaktionsweise hatte bei dieser Versuchsperson aus 100 Einzelbeobachtungen einen Durchschnittswert von 213,53 σ ergeben, bei einer mittleren Variation von 22,762.

Als ich Dr. MAROCCO (vom gemischten Reaktionstypus) nach Beendigung der natürlichen Reaktionen auf den gleichen Reiz sensoruell reagieren liefs, erhielt ich folgende Werte:

228	191	168	194	185	188	183	254	164	195
Arithmet. Mittel 195,0 Mittl. Variation 18,4									

Die natürliche Reaktionsform hatte bei dieser Versuchsperson aus 50 Einzelversuchen für den gleichen Reiz einen Durchschnittswert von 168,82 ergeben, bei einer mittleren Variation von 34,130.

Diese Erfahrungen stimmen mit denjenigen CATTELLS nicht überein; in allen Fällen trat vielmehr der Einfluss, den die Richtung der Aufmerksamkeit in dem von LANGE gefundenen Sinne auf die Reaktionen ausübt, deutlich genug hervor. Das ist auch die allgemeine Erfahrung, zu der ich durch fortgesetzte Beobachtungen gelangt bin. Es ist bei manchen Versuchspersonen schwer, sie zum einigermaßen regelmässigen Reagieren in einer bestimmten Richtung zu erziehen, und besonders gilt dies von der sensoruellen Reaktionsform, ja man trifft Personen, bei denen diese überhaupt in typischer Weise nicht zu gelingen scheint; aber das durch die gewollte Aufmerksamkeitsrichtung nicht irgend welcher Einfluss auf die Reaktionsdauer im Sinne der LANGEschen Entdeckung hervortreten sollte, habe ich bis jetzt nicht beobachtet. Die hier auftretenden Schwierigkeiten sind auch

von allen Beobachtern, die über diesen Gegenstand gearbeitet haben, hervorgehoben worden. Fälle, wie die vorhin mitgeteilten, könnte ich häufen. Da ich aber niemals Versuchspersonen lange und regelmäßig genug um mich haben konnte, um sie bis zur maximalen Übung zu bringen, so hat es keinen Zweck, für weitere Mitteilungen ähnlicher Art unnötigerweise Raum zu beanspruchen. Ich verweise daher auf meine eigenen Reaktionen, die im nachfolgenden eingehend beschrieben sind und beschränke mich im übrigen auf einige Erfahrungen allgemeiner Natur, die ich gewinnen konnte, und deren Mitteilung mir nicht ohne Wert zu sein scheint.

Ich möchte zunächst hervorheben, daß die sensorielle Reaktion bei starken und stärksten Reizen erschwert, bei mittelstarken dagegen erleichtert und bei sehr schwachen Reizen, sowie bei solchen von Schwellenwerten nur allein noch möglich ist. Auf diesen letzten Punkt ist auch von WUNDT wiederholt hingewiesen worden.¹ Bei der Einübung auf diese Reaktionsweise dürfte es sich daher empfehlen, mit schwachen Reizen zu beginnen. Die muskuläre Reaktion dagegen gelingt leichter bei starken Reizen; sie wird bei einem gewissen Grade der Abschwächung zunächst erschwert, um bei noch weiterer Abminderung des Reizes allmählich immer weniger ausführbar und zuletzt ganz unmöglich zu werden. Man wird die Versuchspersonen auf diese Form des Reagierens daher wohl immer am besten und am schnellsten einüben, wenn man mit starken Reizen beginnt. Bei der Einübung auf die indifferente Reaktionsform beginnt man nach meinen Erfahrungen am besten mit mittelstarken Reizgrößen.

Daß ein ganzes Empfindungsgebiet, das der Geschmacksempfindungen, sich, wie ich unlängst zeigen konnte², von dem soeben ausgeführten abweichend verhält, spricht nicht gegen, sondern für den Einfluß, den die Richtung der Aufmerksamkeit auf die Reaktionszeiten ausübt. Infolge des langsamen Ansteigens der Empfindung von einem schwer wahrzunehmenden Intensitätsminimum an lassen die Geschmacksempfindungen die muskuläre Reaktion nicht zu. (S. weiter unten.) Vielleicht verhält es sich ebenso bei Geruchsempfindungen. Daß die ver-

¹ W. WUNDT: Grundzüge etc. 5. Aufl., Bd. 3, S. 429.

² F. KIESOW: *Diese Zeitschr.* 33, S. 453 f.

längerte Reaktionszeit bei Lichtempfindungen auf die gleiche Ursache zurückzuführen ist, hat schon WUNDT¹ wahrscheinlich zu machen gesucht. Dafs die Reaktionszeiten bei plötzlich hereinbrechenden Reizen sich verkürzen, konnte schon BESSEL² feststellen.

Hinsichtlich des Einflusses, den die Intensität des Reizes auf die Reaktionszeiten ausübt, hat WUNDT³ das Gesetz aufgestellt, dafs die letzteren von der Reizschwelle ab bei zunehmender Intensität des Reizes schnell abnehmen, um bei weiterer Steigerung ganz oder annähernd konstant zu bleiben.

Soweit relativ isoliert stehende Tastpunkte des haarfreien Bezirks des Handgelenks in Betracht kommen, kann ich dieses Gesetz für die sensorielle Reaktionsform durchaus bestätigen. Bei der muskulären Reaktion trat die annähernde Konstanz der Werte später ein als bei der sensoruellen, ich fand die Verhältnisse hier wie folgt: Von der Intensitätsstufe an, die diese Form der Reaktion überhaupt, obwohl erschwerend, zuliefs (2 g/mm), bis zur nächsten (3,5 g/mm) trat eine erhebliche Abnahme des Zeitwertes ein. Dieser erhielt sich konstant bei 6 g/mm, erfuhr eine abermalige Verringerung bei 8 g/mm, um dann bis zu 15 g/mm hin annähernd konstant zu bleiben. Weiter konnte die Reizintensität nicht gesteigert werden, da die Versuche sonst durch gleichzeitige Erregung benachbarter Schmerzorgane sowohl nach der physiologischen wie nach der psychologischen Seite hin eine Komplikation erfahren hätten. Es mufs demnach dahingestellt bleiben, ob, wenn man die Beteiligung der Schmerzfasern würde ausschalten können, eine weitere Steigerung des Reizes eine nochmalige Verkürzung der Reaktionsdauer würde nach sich gezogen haben. Ähnlich so verlief die Abnahme bei der indifferenten Reaktion.

Anders fand ich diese Verhältnisse bei Reizung eines Tastpunktes der Beere des linken Mittelfingers, wo die Dichte der Tastorgane eine grofse ist. Hier erstreckte sich die Verringerung des Zeitwertes auch auf die sensorielle Reaktion. Nach der ersten Verkürzung, die bei 2 g/mm eintrat, blieb der Wert

¹ W. WUNDT: Grundz. etc. 4. Aufl., Bd. II, S. 319.

² Vgl. S. EXNER: Zit. Arbeit S. 610.

³ W. WUNDT: Grundz. etc. 5. Aufl., Bd. 3, S. 429.

konstant bei 3,5 g/mm, verkürzte sich wiederum bei 6 g/mm und ebenso abermals bei 10,5 g/mm, er erhielt sich annähernd konstant bei 15 g/mm, um bei der höchsten der erwähnten Reizstufen eine nochmalige deutlich erkennbare Verkleinerung zu erfahren. Bei der muskulären und indifferenten Reaktion folgten die einzelnen Grade der Abnahme nicht genau der eben besprochenen, aber im allgemeinen ergab sich hier auch für diese Formen eine bis zur höchsten Reizstufe hin sich erstreckende Verringerung der Zeiten.

Was zunächst die annähernde Konstanz der Durchschnittswerte der sensorischen Reaktionen bei Belastung der isoliert stehenden Tastpunkte betrifft, so werden wir eine Erklärung dafür mit WUNDT¹ in den Eigenschaften der Aufmerksamkeit zu suchen haben. Erschwerend mußte die Aufmerksamkeit hier in dem bereits hervorgehobenen Sinne bei der muskulären Reaktion auf schwache Reize wirken, insofern sie sich bei diesen nicht mehr in maximalem Grade der auszuführenden Bewegung zuwenden konnte. Dafs aber bei einem Reize von 8 g/mm nochmals eine Verringerung des Zeitwertes eintrat, kann aus diesem Umstande kaum erklärt werden; denn es ist ebensowohl eine Tatsache, dafs man auf Spannungswerte von 6 g/mm und darunter durchaus gut und ohne Schwierigkeit muskulär reagieren kann. Es müssen daher andere Ursachen sein, welche vornehmlich diese Verkürzung bewirkten. Man wird hier an zwei Momente denken können. Einmal wäre daran zu erinnern, dafs mit zunehmender Belastung auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Nervenstroms vermehrt wird. Sodann aber könnte ein weiterer Einfluß dem Umstande zuzuschreiben sein, dafs infolge einer gröfseren Deformation der gereizten Hautstelle benachbarte Organe indirekt mitgereizt werden.² Das letzte halte ich in dem vorliegenden Falle für ausgeschlossen, weil über eine Belastung von 8 g/mm hinaus weder beim muskulären noch beim indifferenten Differieren eine scharf hervortretende Verkürzung eintrat. Die Punkte standen, wie angegeben wurde, möglichst isoliert. In irgend einer Weise dürfte daher wohl das erste dieser Momente hier bestimmend

¹ W. WUNDT: Grundz. etc. 5. Aufl., Bd. 3, S. 430.

² Vgl. über die Dichte der Tastpunkte dieser Region meine Arbeit in *Philos. Stud.* 19, S. 272.

eingreifen. Hiermit behaupte ich nicht, die Frage erledigt zu haben. Da ich aber in einer späteren Mitteilung darauf zurückzukommen gedenke, so beschränke ich mich in der vorliegenden auf die Angabe des Tatbestandes.

Je nach der gereizten Hautstelle dürfte auch schon bei geringeren Reizgrößen das eine Moment das andere überwiegen. Dafs z. B. auf der Fingerbeere die indirekte Reizung benachbarter Tastorgane auf die Reaktionszeit von Einfluss ist, geht schon daraus hervor, dafs sich die Zeitverkürzung hier, wie bereits angegeben, auch auf die sensorielle Reaktion erstreckt. Die Dichte der Tastorgane ist auf dieser Körperstelle eine ganz beträchtliche. MEISSNER zählte hier im Quadratmillimeter 21 der nach ihm benannten Tastkörperchen und ich selbst habe unlängst zu zeigen versucht, dafs wir neben diesen MEISSNER-WAGNERSchen Körperchen hier vielleicht noch andere Tastorgane anzuerkennen haben. Dazu kommt weiter, dafs bei grofsen Belastungen wohl auch nicht nur die oberflächlichsten Schichten gereizt werden, sondern dafs sich die Reizung auch auf tieferliegende Organe und ebenso auf die Nervenfasern selbst hin fortpflanzt. Mag nun dem in einzelnen sein, wie ihm wolle, so wird man doch die Tatsache anzuerkennen haben, dafs mit der Ausbreitung der Deformation auch eine indirekte Miterregung anderer Organe gegeben ist.

Dem vorstehenden sei noch hinzugefügt, dafs ich, wie aus dem speziellen Teil ersichtlich werden wird, die Versuche nicht auf die genannten Körperstellen beschränkt habe, dafs ich aber bei muskulärem Reagieren in jedem Falle bei höheren Belastungen isoliert stehender Tastpunkte eine Verkürzung der Reaktionsdauer in dem angegebenen Sinne eintreten sah. Auf dem Oberarm, wo die Dichte bei mir 9,33 beträgt (Schwankung zwischen 7 und 14)¹, trat z. B. bei den Reizgrößen 6 und 15 g/mm ein Unterschied in den Durchschnittswerten hervor, der von dem auf dem Handgelenk gefundenen wenig differierte.

WUNDT² hat weiter beobachtet, dafs bei Annäherung des Reizes an die Reizhöhe abermals eine Verlängerung der Reaktionszeit eintrete, welche letztere durch den der Reaktion voraus-

¹ F. KIESOW: Zit. Arbeit S. 276.

² W. WUNDT: Zit. Werk S. 430.

gehenden Affekt des Erschreckens verursacht sei. Dieser ziehe Koordinationsstörungen nach sich und wirke so auf die Bewegung im Sinne einer Hemmung. Da aber EXNER diese Erscheinung nicht beobachten konnte, so hält WUNDT es für möglich, daß sie bei der extrem muskulären Reaktionsform ausbleibe und sich nur bei der sensoriiellen geltend mache. Hervorgehoben zu werden verdient, daß BERGER und CATTELL, die unter WUNDT'S Leitung (freilich vor der LANGESCHEN Entdeckung) arbeiteten, für diese Erscheinung aus ihren Versuchen, keinen Beweis, sondern nur eine Wahrscheinlichkeit erbringen konnten.¹ Was meine eigenen Versuche angeht, so konnte diese abermalige Verzögerung hier nicht eintreten, da die Reize niemals stark genug waren, um einen Schreck zu erzeugen. Die Reizhöhe war für die Tastreize bei dem Punkte gegeben, über welchen hinaus jede weitere merkliche Steigerung Schmerz verursacht hätte. Ebenso bewegten sich die oben angedeuteten akustischen Versuche bis jetzt innerhalb der Reizgrenzen, die man gewöhnlich in Laboratorien anzustellen pflegt. Soweit der Schallhammer oder der HIPPSCHE Fallapparat in Anwendung kamen, habe ich bei regelrechter Adaptation der Aufmerksamkeit die Erscheinung nicht beobachten können. Dagegen trat eine Verzögerung der Reaktionsdauer ein, wenn ich die Versuchsperson dadurch zu überraschen oder zu erschrecken suchte, daß ich statt des Signals einen starken Schallreiz gab, oder wenn bei Einstellung der Aufmerksamkeit auf einen schwachen Reiz statt dieses plötzlich ein starker folgte. Die hemmende Wirkung des Schrecks an sich, dürfte daher, wie wohl auch schon aus dem ganzen Charakter dieses Affektes folgt, eine Tatsache sein, ohne daß man gerade bis zur Reizhöhe fortzuschreiten braucht. Aber in Wirklichkeit handelt es sich dabei nicht um einen einfachen Reaktionsvorgang, sondern um die Wirkung, welche der Schreck auf den letzteren ausübt. Der Vorgang ist um so mehr ein komplizierter, als sich ihm, wie ja auch WUNDT am Schlusse dieser Betrachtung selbst anführt, sekundäre Störungen hinzugesellen. Übrigens scheinen individuelle Differenzen, wie auch die Gewöhnung an den Versuch hier eine gewisse Rolle zu spielen.

Kehren wir nochmals zu CATTELL'S Beobachtungen zurück, so dürfte es außer Frage sein, daß sowohl CATTELL selbst, wie

¹ O. BERGER: *Philos. Stud.* 3, S. 77.

auch Frau CATTELL einem ziemlich ausgesprochen muskulären Typus angehören. CATTELL hebt auch selbst hervor, daß ihre Reaktionen „kurz und regelmässig“ waren. Nehmen wir hinzu, daß CATTELL, wie ich vermute, starke Reize anwandte, und daß er im Reagieren eine große Übung besitzt, so dürfte das Resultat, zu dem er gelangte, in der Tat nicht allzusehr Wunder nehmen. Aus der großen Übung, die sich CATTELL im Reagieren erworben hat, dürfte es sich auch erklären, daß bei ihm keine vorzeitigen, wohl auch keine Fehlreaktionen vorkamen; denn es ist eine allgemein beobachtete Tatsache, daß diese mit wachsender Übung verschwinden. Ob bei Frau CATTELL Fehlreaktionen vorkamen, wird nicht angegeben. Das negative Resultat erklärt sich hier eben daraus, daß in beiden Fällen muskulär reagiert ward. Der Umstand, daß CATTELL in den Angaben die Werte der muskulären Reaktion denen der sensoriellen voranstellt, läßt vermuten, daß die Übungen mit jener Form begonnen wurden. Bei einem motorisch angelegten Typus aber dürfte dies unter Umständen hindernd wirken können. Im einzelnen läßt sich hierüber kaum eine weitere Kritik führen, ich kann nur nochmals wiederholen, daß ich selbst zu entgegengesetzten Ergebnissen kam.

Ein großes Gewicht legt CATTELL auf die Beobachtung, daß Professor DOLLEYS Durchschnittswert der muskulären Reaktionen beträchtlich länger war, als der der sensoriellen. Diese Erscheinung läßt sich aus zwei verschiedenen Ursachen erklären, die möglicherweise zusammengewirkt haben können, nicht aber so, wie dies in der oben angeführten Weise CATTELL getan, wobei er übrigens, ohne eine weitere Analyse des Vorganges zu versuchen, gerade in den Fehler verfällt, der nach ihm den LANGESCHEN Beobachtungen anhaften soll. Denn auch CATTELL beansprucht doch wohl eine allgemeine Gültigkeit für seine Behauptungen? —

Professor DOLLEY gehört dem ausgesprochen sensoriellen Typus an. Dies ergibt sich einmal aus dem Durchschnittswerte, der aus seinen Reaktionen resultierte. Wurden die Versuche an der Fingerbeere angestellt (CATTELL macht hierüber keine nähere Angabe) und war der Reiz, wie ich vermute, ein intensiver, so stimmt der Mittelwert der sensoriellen Reaktionen DOLLEYS auffallend mit demjenigen überein, den ich selbst bei dem stärksten der verwandten mechanischen Reize auf der Beere meines

linken Mittelfingers erzielte. Ein Unterschied zeigt sich hier nur in einer gröfseren Regelmässigkeit der Einzelbeobachtungen bei mir. Während die mittlere Variation bei D. 31,2 betrug, war sie bei mir für den Mittelwert eines ersten Hunderts abgerundet gleich 17,8, für den eines zweiten 21,9. Andererseits überschreitet sie aber bei D. nicht erheblich die Grenze, die auch bei anderen Personen gefunden ward, und würde sich bei weiterer planmässiger Einübung, woran kaum zu zweifeln ist, noch verringert haben. Es folgt dies weiter aus der von CATTELL besonders hervorgehobenen Angabe, dafs die Versuchsperson selbst die sensorischen Reaktionen kürzer und leichter empfand als die muskulären. Auf diesen letzteren Umstand ist ein besonderes Gewicht zu legen. CATTELL nennt die Reaktion DOLLEYS lang und unregelmässig und schliesst daraus, „dafs sie nicht völlig reflexartig ist, dafs sie aber weniger reflexartig wird, wenn die Aufmerksamkeit auf die Bewegung, als wenn sie auf den Sinneseindruck gerichtet ist.“

Bei den oben erwähnten Versuchen über die Reaktionszeiten von Geschmacksempfindungen, aus denen hervorging, dafs bei der gegebenen Versuchsanordnung eine muskuläre Reaktion gar nicht möglich ist¹, dafs vielmehr alle Reaktionen hier den Charakter der sensorischen Form annehmen und denen gleichen, die in anderen Empfindungsgebieten auf Schwellenreize ausgeführt werden, konnte ich nun eine Beobachtung machen, die ich in jener Veröffentlichung nicht mitgeteilt habe, die aber hier an ihrem Platze sein dürfte. Bei jener Arbeit wurden auch muskuläre Reaktionen versucht. Diese ergaben aber ganz ausserordentlich hohe Werte und eine grofse Unregelmässigkeit derselben, welche letztere in einer ganz kolossal hohen mittleren Variation zum Ausdruck kam, kurz gänzlich unbrauchbare, unmögliche Werte. Das Faktum erklärt sich einfach. Der Reagent suchte die Aufmerksamkeit extrem muskulär einzustellen, konnte sie aber in dieser Richtung nicht festhalten, da sie, um den Moment des Auftauchens der Empfindung im Bewusstsein nicht zu versäumen, notgedrungen von der Bewegung abgelenkt wurde und sich der Erwartung des Eindrucks zuwenden mußte. Beim Erscheinen der Empfindung im Bewusstsein flog sie bei der nun einmal gegebenen Gesamtlage des Willens

¹ F. KIESOW: *Diese Zeitschr.* 33, S. 453.

wiederum zur Bewegung zurück, daher die Verlängerung der Werte und ihre große Unregelmäßigkeit. Durchschnittswert und mittlere Variation mußten bei diesen Versuchen naturgemäß um so höher werden, als die Reaktionszeiten der Geschmacksempfindungen an sich schon sehr hoch sind. Wenn ich nun bei CATTELL lese, daß die mittlere Variation des Durchschnittswertes der muskulären Reaktionen bei Professor DOLLEY fast doppelt so groß war, als die der sensorischen, so steigt in mir die Vermutung hoch, daß hier ein ähnliches, wenn auch nicht so stark hervorgetretenes Verhalten vorgelegen haben kann. Die Versuchsperson behauptet selber von sich, leichter sensorisch zu reagieren. Sie wurde angewiesen, sich muskulär vorzubereiten. Beim Ertönen des Signals aber flog die Aufmerksamkeit zur Erwartung des Eindrucks zurück und der ganze Vorgang verlief weiter, wie er oben geschildert wurde. Das ist die eine der Ursachen, aus welcher die in Rede stehende Erscheinung erklärt werden dürfte. Daneben aber könnte eine andere von physiologischer Natur wirksam gewesen sein.

Unlängst hat W. G. SMITH¹ in einer kurzen Mitteilung gezeigt, daß einige Personen, bevor sie den Finger beim Reagieren vom Taster abheben, ihn zuvor in merklicher Weise niederdrücken. Diese Personen waren unter den SMITH zur Verfügung stehenden allerdings in der Minderzahl vertreten, bei einer größeren Gruppe nahm die Verzögerung keinen abschätzbaren Wert an. Der Verf. sieht in dieser Beobachtung einen Zusammenhang mit den Versuchen SHERRINGTONS über die reziproke Innervation antagonistischer Muskeln. Wenn nun auch gegen die SMITHsche Versuchsanordnung (Druck auf einen Sphygmographenkнопf) Einwände erhoben werden können, so dürfte die Tatsache an sich doch schwerlich geleugnet werden können, ja es liegt der Gedanke nicht fern, daß sich die mehrfach beobachtete Unbrauchbarkeit mancher Personen für Reaktionsversuche überhaupt zum Teil aus eben dieser Erscheinung erklären möchte.² Was nun Professor DOLLEY angeht, so ist es freilich bei der nicht allzugroßen Unregelmäßigkeit, die er beim sensorischen

¹ W. G. SMITH: *The Journal of Physiology* 25, S. XXVI.

² Jedenfalls dürfte bei der Auswahl von Versuchspersonen für Reaktionsversuche auf diesen Vorgang Rücksicht zu nehmen sein. Für meine Versuchspersonen und mich selbst hatte er keine Bedeutung.

Reagieren zeigte, kaum anzunehmen, daß sie bei dieser Form von merklichem Einflusse war. Andererseits aber dürfte die Frage, ob ein, wenn auch in sehr geringem Grade scheinbar bei allen Personen auftretendes Phänomen nicht dadurch gesteigert werden kann, daß jemand durch einen starken Impuls seiner Anlage entgegenzuwirken sucht, ebensowenig völlig aufser acht zu lassen sein. Es wäre daher nicht unmöglich, daß die Erhöhung der Zeitwerte DOLLEYS beim muskulären Reagieren und deren große Unregelmäßigkeit sich auch auf diese Weise erklären ließen.

Mag nun auch dahingestellt bleiben, welcher dieser beiden Erklärungsweisen die größere Wahrscheinlichkeit zukommt, so ist doch so viel gewiß, daß die Verallgemeinerung, welche CATTELL aus diesen Beobachtungen gezogen hat, nicht zulässig sein kann. CATTELL gibt noch an, daß Professor DOLLEY vor den benutzten und mitgeteilten Werten bereits ca. 2000 Reaktionen ausgeführt habe. Soweit aber aus dem Zusammenhang ersichtlich ist, handelte es sich dabei um die natürlichen Reaktionen der Versuchsperson, über welche weitere Angaben nicht gemacht werden.

Nicht durchweg zutreffend erscheinen mir ferner die theoretischen Überlegungen, durch welche CATTELL seine Behauptungen zu stützen sucht¹, auf welche aber, da hinreichende Tatsachen dagegen sprechen, nicht weiter eingegangen zu werden braucht. Im übrigen mag Herr CATTELL aus diesen kritischen Bemerkungen selber die Bedeutung ermessen, die seinen Beobachtungen zugeschrieben ward.

Schließlich bemerke ich noch, daß einige Hauptwerte der sensoriellen und der muskulären Reaktionsform während der Durchführung dieser Arbeit von Zeit zu Zeit kontrolliert wurden. Nach den Ergebnissen dieser Kontrollversuche besitzen die sensoriellen Werte eine größere Konstanz, als die muskulären. Die Werte der indifferenten Reaktion habe ich nicht mehr kontrollieren können. Die näheren Angaben finden sich im speziellen Teil dieser Arbeit.

¹ CATTELL: Zit. Arbeit S. 404.

2. Spezielle Ergebnisse.

In der nachstehenden Tabelle finden sich die Zeitwerte zusammengestellt, welche die natürliche Reaktionsform bei den vorhin erwähnten Versuchspersonen ergab. Von diesen hatten Prof. SACERDOTTI und Frau E. KIESOW beim Reagieren visuelle Bilder. Gereizt wurde bei allen ein Tastpunkt auf der Mitte der Beere des linken Mittelfingers, dessen Empfindlichkeit einem Schwellenwert von zirka 1 g/mm entsprach. Reagiert wurde mit dem Zeigefinger der rechten Hand.

Reiz	Stud. med. E. BIZZOZERO, muskulärer Typus			Prof. SACERDOTTI, sensorieller Typus			Frau E. KIESOW, gemischter Typus			Dr. MAROCCO, gemischter Typus		
	Arithmetisches Mittel in σ	Mittlere Variation	Anzahl d. Fälle	Arithmetisches Mittel in σ	Mittlere Variation	Anzahl d. Fälle		Anzahl Fälle		Arithmetisches Mittel in σ	Mittlere Variation	Anzahl d. Fälle
Stärkster Reiz	135,83	10,424	100	178,30	18,073	100	155,60	16,500	100	155,30	12,624	50
							153,26	14,340	100			
6 g/mm	128,40	13,372	50	213,53	22,762	100	167,12	18,045	100	168,82	34,130	50
2 g/mm	147,28	12,331	50	246,48	18,858	50	—	—	—	192,40	22,280	30

Ich teile weiter die Werte mit, die an mir selbst bei Reizung der gleichen Hautstelle (Mitte der Beere des linken Mittelfingers) gefunden wurden. Bei allen Versuchen wurde stets derselbe Punkt gereizt, der einem Schwellenwert entsprach, der zwischen 0,75—1 g/mm lag. Für jede der verwandten Reizgrößen wurden, wie aus den Tabellen ersichtlich ist, mit Ausnahme des Reizes von 1 g/mm bei der sensoriiellen Reaktion und desjenigen von 2 g bei der muskulären, 200 Bestimmungen ausgeführt. Im ersteren Falle habe ich mich in Anbetracht der Unsicherheit, die man beim Reagieren auf Reize von Schwellenwerten oder von solchen, die der Schwelle sehr nahe liegen, erfährt, auf 30 Einzelbestimmungen beschränkt. Für den Reiz von 2 g/mm wurden bei muskulärem Reagieren im ganzen 150 Versuche ausgeführt (vgl. die Tabelle auf S. 40), doch ist der Mittelwert nur aus den ersten 100 Beobachtungen berechnet worden.

Reiz	Ar. Mittel des ersten Hunderts in σ^1	Mittl. Varia- tion	Ar. Mittel des zweiten Hunderts in σ	Mittl. Varia- tion	Gesamt- mittel in σ	Mittl. Varia- tion
------	---	--------------------------	--	--------------------------	----------------------------------	--------------------------

Sensorielle Reaktion.

Stärkster Reiz	202,22	17,744	203,68	21,874	202,950	19,828
15 g/mm	213,11	15,997	212,59	17,199	212,850	16,589
10,5 "	211,22	16,692	209,47	16,496	210,345	16,673
6 "	223,11	18,116	221,19	16,387	222,150	17,353
3,5 "	234,79	19,427	236,44	18,854	235,615	19,229
2 "	235,92	22,769	232,82	23,727	234,370	22,821
1 "	320,967 ²	47,162				

Muskuläre Reaktion.

Stärkster Reiz	137,01	9,671	136,96	10,012	136,985	10,096
15 g/mm	137,17	8,857	140,11	10,134	138,640	9,473
10,5 "	143,38	10,742	144,29	10,580	143,835	10,751
6 "	156,22	10,322	157,52	10,719	156,870	10,533
3,5 "	156,82	10,554	154,49	11,989	155,655	11,442
2 "	173,12	14,530	—	—	—	—

Indifferente Reaktion.

Stärkster Reiz	144,21	12,065	148,92	12,701	146,565	12,340
15 g/mm	161,57	17,716	164,45	13,979	163,010	16,080
10,5 "	166,99	12,890	170,92	13,864	168,955	13,406
6 "	174,76	17,631	177,75	14,680	176,255	16,675
3,5 "	173,38	16,910	172,21	17,744	172,795	17,345
2 "	193,80	16,192	190,50	12,800	192,150	14,923

Den vorstehenden Tabellen lasse ich diejenigen folgen, welche die Häufigkeit der Einzelwerte innerhalb der einzelnen Reaktionsformen für jede Reizgröße zeigen. Um hierüber eine einigermaßen klare Vorstellung zu gewinnen, habe ich die Häufigkeit der einzelnen Fälle für jeden Zehnerraum zusammengestellt. Überblickt man diese Tabellen, so fällt sofort in die Augen, daß die so zusammengestellten Werte jeder Spalte von beiden Enden an einem größeren mittleren Häufigkeitswerte oder einer breiteren

¹ 1 σ = 0,001 Sek.

² Mittelwert aus 30 Einzelbestimmungen. Die Reaktionen waren sehr erschwert und unsicher.

mittleren Zone zustreben. Innerhalb der muskulären Reaktionsform fallen die arithmetischen Mittel genau in denselben Zehneraum, der die größte Häufigkeit der Fälle enthält. Bei den beiden anderen Reaktionsformen trifft eine solche Regelmäßigkeit nicht durchweg zu, was sich aus den für diese Reaktionen charakteristischen größeren Schwankungen der Einzelwerte auch hinreichend erklären dürfte. Außerdem zeigen die Tabellen deutlich, dass die Einzelwerte der muskulären Reaktion sich im allgemeinen über einen kürzeren Raum erstrecken und schneller zum Maximum der Häufigkeit anwachsen, als die der sensorielle Reaktionsform.

Sensorielle Reaktion.

Zehneraum	Stärkster Reiz	15 g/mm	10,5 g/mm	6 g/mm	3,5 g/mm	2 g/mm
121—130	1					
131—140	0					
141—150	1					
151—160	4	2		1		
161—170	11	3	2	0		1
171—180	22	7	6	6	1	3
181—190	28	16	22	7	3	4
191—200	31	25	46	16	7	15
201—210	34	34	32	29	21	19
211—220	24	46	37	35	24	28
221—230	14	27	21	41	31	24
231—240	12	23	15	27	27	29
241—250	10	11	8	18	31	26
251—260	4	4	7	12	28	18
261—270	3	2	4	3	12	9
271—280	1			3	10	10
281—290				2	4	9
291—300					1	1
301—310						1
311—320						1
321—330						1
361—370						1
Anzahl d. einzelnen Bestimmungen	200	200	200	200	200	200

Muskuläre Reaktion.

Zehnerraum	Stärkster Reiz	15 g/mm	10 g/mm	6 g/mm	3,5 g/mm	2 g/mm
81—90	1		1			
91—100	2	1	3		1	
101—110	3	3	3		0	
111—120	13	14	6		3	
121—130	32	21	17	5	2	
131—140	78	77	33	16	22	4
141—150	46	55	80	45	39	7
151—160	22	23	40	51	64	26
161—170	7	5	12	47	43	22
171—180	1	1	4	33	15	44
181—190			1	3	9	24
191—200					0	16
201—210					0	4
211—220					2	2
221—230						1
Anzahl d. einzelnen Bestimmungen	200	200	200	200	200	150

Indifferente Reaktion.

Zehnerraum	Stärkster Reiz	15 g/mm	10,5 g/mm	6 g/mm	3,5 g/mm	2 g/mm
91—100	1					
101—110	0	2			1	1
111—120	7	3		2	0	3
121—130	21	6	1	8	7	1
131—140	44	14	7	7	11	4
141—150	49	27	19	9	11	5
151—160	46	35	29	18	23	8
161—170	15	42	54	39	37	10
171—180	12	36	48	35	41	18
181—190	4	22	25	41	31	31
191—200	3	9	10	24	15	32
201—210		0	3	12	12	20
211—220		1	5	4	6	21
221—230		1	1	3	3	18
231—240		0		1	2	5
241—250		0		1		1
251—260		1		1		1
261—270		1				0
271—280						0
281—290						1
Anzahl d. einzelnen Bestimmungen	200	200	200	200	200	200

Die folgenden Tabellen enthalten die Werte, welche bei Reizung isoliert stehender reiner Tastpunkte gefunden wurden, die sich im haarfreien Bezirk des linken Vorderarms, ca. 4 cm von der Handgelenksfalte entfernt befanden. Es kommen hier drei Punkte in Betracht, von denen je einer einer der drei Reaktionsformen diene. Der Empfindlichkeit jedes einzelnen dieser Punkte entsprach ein Schwellenwert von 0,75 g/mm.

Reiz	Arithm. Mittel des ersten Hunderts in σ	Mittl. Variation	Arithm. Mittel des zweiten Hunderts in σ	Mittl. Variation	Gesamtmittel in σ	Mittl. Variation
------	---	---------------------	--	---------------------	-----------------------------	---------------------

Sensorielle Reaktion.

15 g/mm	235,00	22,620	237,86	19,274	236,430	20,947
10,5 "	237,75	25,055	237,15	22,121	237,450	23,644
8 "	234,48	23,690	234,21	20,866	234,345	22,228
6 "	236,47	21,319	232,87	20,143	234,670	20,843
3,5 "	239,99	20,271	242,09	24,725	241,040	22,514
2 "	263,21	26,108	259,21	22,992	261,210	24,674
1 "	336,90 ¹	29,360	—	—	—	—

Muskuläre Reaktion.

15 g/mm	151,62	12,146	149,78	10,253	150,700	11,254
10,5 "	148,94	8,712	149,96	10,652	149,450	9,721
8 "	152,41	12,178	153,79	9,983	153,100	11,164
6 "	166,50	12,960	165,92	12,200	166,210	12,586
3,5 "	163,32	13,806	166,25	12,120	164,785	13,099
2 "	191,98	18,192	—	—	—	—

Indifferente Reaktion.

10,5 g/mm	195,66	15,627	194,35	13,167	195,005	14,430
8 "	192,33	16,977	—	—	—	—
6 "	206,81	13,640	206,59	15,693	206,70	14,959
3,5 "	204,50	17,830	204,68	18,307	204,59	18,067

Auch diesen Tabellen lasse ich diejenigen folgen, welche die Häufigkeit der Fälle innerhalb der einzelnen Zehnerräume für jede Reaktionsform und für jede Reizgröße enthalten. Auch aus diesen Zusammenstellungen ersieht man, daß die Mittel-

¹ Mittelwert aus 30 einzelnen Bestimmungen.

werte bei der muskulären Reaktion mit Ausnahme desjenigen für den Reiz von 2 g/mm regelrecht in denjenigen Zehnerraum fallen, dem der größte Häufigkeitswert entspricht. Bei dem erwähnten Reize ist aber, wie vorhin erwähnt, die muskuläre Reaktion bereits erschwert. Als keine Ausnahme ist der fast auf der Grenze zweier Zehnerräume stehende Mittelwert für den Reiz von 10,5 g/mm = 149,45 σ zu betrachten. Ein Blick in die Tabelle läßt erkennen, daß die Werte sich hier in beiden Zehnerräumen häufen. Daß der Häufigkeitswert des Zehnerraumes 151—160 um ein Geringes höher ist als der für den Zehnerraum 141—150 dürfte auf einer Zufälligkeit beruhen. — Bei der sensoriiellen Reaktion fallen die Häufigkeitswerte hier zum Teil in einen Zehnerraum, der um eine Stufe tiefer steht, als derjenige, dem die Mittelwerte angehören. Für die indifferente Reaktion gilt im ganzen das oben Gesagte. Außerdem erkennt man auch aus diesen Tabellen die geringere Ausdehnung der Einzelwerte bei der muskulären Reaktion, sowie das schnellere Anwachsen derselben zum Maximum der Häufigkeit. Denkt man sich die Häufigkeit der einzelnen Werte, wie sie in diesen und den oben mitgeteilten Tabellen zusammengefaßt wurde, graphisch dargestellt, so dürften die resultierenden Kurvenbilder im allgemeinen denen ähnlich sein, die unlängst von ALECHSIEFF¹ und WUNDT² (nach Untersuchungen von BERGEMANN) für ganz andere Empfindungsgebiete mitgeteilt worden sind. Ich bin aber nicht erst durch jene Arbeiten auf diese Zusammenstellungen geführt worden. Mir lag zunächst daran, über die Verteilung der Einzelwerte eine bessere Vorstellung zu gewinnen als aus den gewöhnlichen Angaben von Mittelwert und mittlerer Variation möglich ist, und ich dachte weiter, durch eine solche Zusammenstellung sowohl eine exaktere Kontrolle für dieses Empfindungsgebiet, als auch einen besseren Vergleich der hier mitgeteilten Werte mit denen anderer Gebiete möglich zu machen, falls diese Art der Zusammenstellung in der psychophysischen Literatur Beachtung finden sollte. Vergleicht man die Variationen der einzelnen Mittelwerte mit den Zehnerräumen, in denen sich die Einzelwerte am meisten häufen, so dürfte die Bedeutung der ersteren ohne weiteres in die Augen fallen.

¹ N. ALECHSIEFF: Zit. Arbeit. Tafel I.

² W. WUNDT: Grundzüge etc. 5. Aufl., 3, S. 421.

Sensorielle Reaktion.

Zehneraum	15 g/mm	10,5 g/mm	8 g/mm	6 g/mm	3,5 g/mm	2 g/mm
161—170		2	3	1	1	
171—180	2	3	4	4	3	
181—190	4	7	3	5	5	2
191—200	14	15	10	9	12	4
201—210	17	11	14	16	8	6
211—220	21	16	21	22	13	5
221—230	24	19	30	29	28	14
231—240	25	29	33	29	25	14
241—250	40	40	24	32	41	33
251—260	17	19	13	19	15	30
261—270	17	14	20	15	16	20
271—280	8	9	6	11	14	20
281—290	5	8	8	6	8	20
291—300	2	6	2	1	6	11
301—310	2	2		1	2	6
311—320					2	7
321—330						4
331—340						3
341—350						0
351—360						1
Anzahl d. einzelnen Bestimmungen	200	200	200	200	200	200

Muskuläre Reaktion.

Zehneraum	15 g/mm	10,5 g/mm	8 g/mm	6 g/mm	3,5 g/mm	2 g/mm
111—120	3	5	4		2	
121—130	12	11	10	1	1	
131—140	32	27	22	7	8	
141—150	45	60	35	28	27	3
151—160	60	62	75	35	39	6
161—170	32	24	34	53	55	8
171—180	12	8	14	38	38	14
181—190	4	3	4	26	19	14
191—200			2	9	5	15
201—210				3	4	18
211—220					2	18
221—230						2
231—240						1
241—250						1
Anzahl d. einzelnen Bestimmungen	200	200	200	200	200	100

Indifferente Reaktion.

Zehnerraum	10,5 g/mm	8 g/mm	6 g/mm	3,5 g/mm
121—130			1	2
131—140		1	0	1
141—150	2	1	0	0
151—160	4	4	1	4
161—170	10	14	3	4
171—180	22	18	9	13
181—190	37	21	20	28
191—200	48	32	46	40
201—210	38	20	45	36
211—220	23	23	31	27
221—230	11	13	22	17
231—240	4	2	11	15
241—250	1	1	5	7
251—260			4	4
261—270			2	1
272—280				1
Anzahl der einzelnen Bestimmungen	200	150	200	200

Bei Belastung eines isoliert stehenden Haarpunktes von 1 g/mm Schwellenwert, der sich auf der Haargrenze der Beugeseite des Unterarms befand, erhielt ich mit 6 g/mm aus 100 Bestimmungen bei sensoriellem Reagieren den Mittelwert

238,17 σ mit einer mittleren Variation von 18,037.

Beim muskulären Reagieren ergab die gleiche Belastung (6 g/mm) zweier anderer Haarpunkte der gleichen Stelle und von gleicher Schwelle aus 100 einzelnen Bestimmungen folgende Mittelwerte, die ich einer anderen Arbeit¹ entnehme:

1. Punkt: 161,10 σ (mittlere Variation 10,980)

2. Punkt: 163,38 σ (mittlere Variation 9,685).

Den oben hervorgehobenen Einfluss der Intensität des Reizes auf die Reaktionszeiten bei muskulärem Reagieren zeigt weiter noch die folgende Tabelle. Diese enthält die Mittelwerte aus je 100 einzelnen Bestimmungen, welche bei

¹ F. KIESOW: *Diese Zeitschr.* 33, S. 450.

Reizung eines Tastpunktes auf der Mitte der Beere des linken Zeigefingers, bei Belastung eines Haarpunktes der Beugeseite des linken Oberarms und bei der eines anderen Haarpunktes auf der Vorderseite des unteren Endes des linken Unterschenkels gewonnen wurden. Die letzteren beiden Punkte standen möglichst isoliert. Alle diese Punkte besaßen eine Empfindlichkeit, die einem Schwellenwerte von 1 g/mm entsprach. Diese zum Teil der Kontrolle wegen angestellten Versuche fielen alle in die gleiche Zeitperiode.

Reiz	Beere des linken Zeigefingers		Linker Oberarm		Unteres Ende des linken Unterschenkels	
	Arithm. Mittel in σ	Mittl. Variat.	Arithm. Mittel in σ	Mittl. Variat.	Arithm. Mittel in σ	Mittl. Variat.
6 g/mm	156,11	10,173	151,64 ¹	9,908	185,79 ¹	14,057
10 "	—	—	—	—	176,43	13,107
15 "	139,53	10,342	138,19	10,986	—	—

Auffallend könnte erscheinen, daß die auf den Fingerbeeren gefundenen Werte geringer sind, als die, welche im haarfreien Bezirke des Vorderarms unweit des Handgelenks bei Reizung einzelner reiner Tastpunkte, und ebenso als die, welche bei Belastung einzelner Haarpunkte der Haargrenze gewonnen wurden. Diese Tatsache dürfte sich außer aus dem oben hervorgehobenen Umstande, daß es sich im ersten Falle nicht um Reizung einzelner Organe, sondern um ein Zusammenwirken mehrerer handelt, weiter auch daraus erklären, daß wir es bei den Fingerbeeren mit Tastflächen im eigentlichen Sinne zu tun haben. Daß die stetige Übung im schnellen Erfassen taktiler Eindrücke hierbei ihren Einfluß geltend macht, dürfte kaum in Zweifel zu stellen sein. Daß der erstere der erwähnten Faktoren hier von Einfluß ist, ergibt sich auch daraus, daß ein auf die Fingerbeere einwirkender unterschwelliger Reiz sofort überschwellig wird, sobald man ihn schnell über die Tastfläche hinstreichen läßt.

Daß es sich hier nicht um Zufälligkeiten, sondern um konstant wiederkehrende Tatsachen handelt, beweist der Umstand,

¹ Auch diese Bestimmung wurde bereits in einer anderen Mitteilung benutzt. (*Diese Zeitschr.* 33, S. 451).

dafs die Reaktionszeit auf allen Fingerbeeren verringert erscheint. Die nachstehende Tabelle gewährt einen Überblick über diese Verhältnisse. In derselben sind neben den schon erwähnten Durchschnittswerten für Zeige- und Mittelfinger auch die für die Beeren des Ringfingers und des kleinen Fingers zusammengestellt. Die Versuchsbedingungen sind überall die gleichen. Die Belastung betrug in jedem Falle 6 g/mm. Reagiert wurde muskulär. Die Mittelwerte sind überall aus je 100 einzelnen Bestimmungen berechnet worden. Ob der Verringerung des Mittelwertes für die Kleinfingerbeere Allgemeingültigkeit zukommt, muß ich dahingestellt sein lassen.

Reiz	Zeigefinger		Mittelfinger		Ringfinger		Kleiner Finger	
	Arithm. Mittel in σ	Mittl. Variation						
6 g/mm	156,11	10,173	156,22	10,332	153,75	8,740	148,19	9,174

Endlich lasse ich noch die Beobachtungen folgen, welche der Kontrolle wegen angestellt wurden und aus denen in der Tat hervorzugehen scheint, dafs die Mittelwerte der sensorischen Reaktionsform, nachdem ein Maximum der Übung erreicht worden ist, bei einem und demselben Individuum konstanter bleiben, als die der muskulären Reaktion.

Zunächst sei hervorgehoben, dafs ich die an mir selbst angestellten Beobachtungen mit der Neueinübung auf die sensorische Reaktionsform an einem isoliert stehenden reinen Tastpunkte des haarfreien Bezirks des linken Vorderarmes begann, und dafs dann die ganze Reihe der Versuche abgeschlossen ward, deren Resultate in der Tabelle „Sensorische Reaktion“ auf S. 41 zusammengestellt sind. Hierauf übte ich mich auf die muskuläre Form ein, wobei derselbe Punkt, der für die sensorische Reaktion gedient hatte, gereizt wurde, und suchte die Zeitwerte für einige der angegebenen Reizgrößen zu bestimmen. Die hierbei sich ergebenden Mittelwerte waren aber allesamt etwas höher als die in der Tabelle „Muskuläre Reaktion“ auf derselben S. 41 mitgeteilten. Für die Reizgrößen 6 g/mm und 2 g/mm ergaben sich z. B. folgende Mittelwerte:

Reiz	Arithm. Mittel des ersten Hunderts in σ	Mittl. Varia- tion	Arithm. Mittel des zweiten Hunderts in σ	Mittl. Varia- tion	Gesamtmittel in σ	Mittl. Varia- tion
6 g/mm	171,12	11,135	170,66	13,040	170,89	12,270
2 "	208,71	19,739				

Hierauf mußten die Versuche für wenige Tage unterbrochen werden. Nach deren Wiederaufnahme ging ich zur Beere des linken Mittelfingers über und reagierte zunächst wiederum in der angegebenen Weise für alle Reizgrößen ausschließlich sensoruell. Nach Abschluß aller dieser Versuchsreihen (s. die Tabelle auf S. 38) kehrte ich der Kontrolle wegen zu einem isoliert stehenden reinen Tastpunkt des haarfreien Bezirks des Vorderarms zurück, der bei gleichem Abstand von der Handgelenksfalte die gleiche Empfindlichkeit wie die früher benutzten besaß, und führte bei Belastung desselben mit 6 g/mm 100 sensorielle Reaktionen aus. Aus diesen Versuchen resultierte der Mittelwert 236,17 σ mit einer mittleren Variation von 19,173.

Dann wurde bei Reizung der Beere des linken Mittelfingers muskulär reagiert. Aus diesen Versuchen ergaben sich die Werte, welche in der Tabelle auf S. 38 zusammengestellt sind. Hierauf ging ich auf einen reinen Tastpunkt des Handgelenks zurück, um die Reihen der muskulären Reaktionen teils zu kontrollieren, teils zu vervollständigen. Die Ergebnisse dieser Prüfungen wichen von den früher gefundenen kaum ab, so daß ich bereits auf eine Konstanz auch der muskulären Werte schloß. Sie waren gleichfalls alle etwas höher als die auf S. 41 mitgeteilten. Für die Reizgrößen 6 g/mm und 3,5 g/mm erhielt ich z. B. folgende Mittelwerte:

Reiz	Arithm. Mittel des ersten Hunderts in σ	Mittl. Varia- tion	Arithm. Mittel des zweiten Hunderts in σ	Mittl. Varia- tion	Gesamtmittel in σ	Mittl. Varia- tion
6 g/mm	171,73	13,160	171,33	11,883	171,53	12,495
3,5 "	180,35	13,246	181,22	12,692	180,785	13,009

Hierauf wurde zur indifferenten Reaktion fortgeschritten. Nachdem auch diese Versuche abgeschlossen waren, suchte ich

eine neue Kontrolle der sensoriiellen Zeitwerte vorzunehmen und prüfte wiederum einen reinen Tastpunkt der gleichen Region des Handgelenks. Unter sonst unveränderten Bedingungen resultierte bei einer Belastung von 6 g/mm aus 100 Bestimmungen der Mittelwert 237,84 σ mit einer mittleren Variation von 23,477.

Als ich diesen selben Punkt, der ebenfalls möglichst isoliert stand und bei ca. 4 cm Abstand von der Handgelenksfalte gleich empfindlich war wie die, früher untersuchten, nun aber für die muskuläre Reaktion benutzte und zunächst mit 6 g/mm belastete, ergab sich der auf S. 41 mitgeteilte Wert. Ich hielt die nicht gerade erhebliche Verkürzung des Mittelwertes des ersten Hunderts anfangs für eine Zufälligkeit. Da er aber auch im zweiten wiederkehrte, reagierte ich noch auf einige andere Reize und prüfte schliesslich die ganze Reizskala nochmals durch, aus welchen Versuchen dann diejenigen Zeitwerte resultierten, die ich in jener Tabelle als endgültige zusammengestellt habe. Seit den ersten muskulären Reaktionen, die ich ausführte, war seitdem eine Reihe von Monaten vergangen.

Nach Beendigung dieser Versuchsreihen wurden die muskulären Reaktionen bei Reizung der übrigen Fingerbeeren ausgeführt und schliesslich bin ich zu Anfang Oktober nochmals auf einen reinen Tastpunkt des Handgelenks zurückgekehrt, den ich nun mit 15 g/mm belastete, um auf diesen Reiz unter sonst gleichen Bedingungen nochmals 100 sensorielle Reaktionen auszuführen. Hierbei ergab sich ein Mittelwert von 234,80 σ mit einer mittleren Variation von 25,348.

Das ist im ganzen der Gang der Untersuchung. Eingeschoben wurden zu geeigneter Zeit die übrigen mitgeteilten Beobachtungen. Ich füge noch hinzu, dass ich auch die Reaktionszeiten für Tastpunkte anderer Körperstellen, wie z. B. der Brust zu bestimmen gesucht habe, dass ich aber hiervon absehen musste, weil die Respirationsbewegungen der Ausführung unüberwindliche Schwierigkeiten entgegensezten.

Aus dieser Zusammenstellung scheint in der Tat hervorzugehen, dass bei einer Konstanz der sensoriiellen Werte die muskulären auch bei einer und derselben Versuchsperson trotz der Einübung auf diese Reaktionsform im Verlaufe von einigen Monaten ge-

wissen, wenn auch nicht gerade sehr großen Schwankungen unterliegen.

Über die Ursachen dieser Schwankungen enthalte ich mich vorerst des Urteils. Ich lasse es daher vorläufig auch dahingestellt, ob die allmählich eintretende Steigerung der Temperatur der Umgebung ihren Einfluss geltend machte. Als gänzlich ausgeschlossen aber wage ich dies ebensowenig hinzustellen, da die Temperatur des Beobachtungszimmers während der ersten Hälfte der Untersuchung allmählich zunehmend 18—23° C., in der letzten dagegen allmählich abnehmend 23—20° C., betrug. Man könnte auch an andere nicht zum Bewusstsein kommende Zustandsänderungen des Organismus denken. Aber wie dem sein mag, so dürften die Versuche soviel lehren, daß wo aus einem oder dem anderen Grunde beim muskulären Reagieren zeitweise Schwankungen auftreten, diese beim sensorischen Reagieren durch die Richtung der Aufmerksamkeit auf die zu erwartende Empfindung kompensiert werden.

Am Schlusse dieser Arbeit verfehle ich nicht, allen denen, die an derselben mitgearbeitet haben, und ohne deren Hilfe sie überhaupt nicht hätte zustande kommen können, meinen aufrichtigen Dank auszusprechen. Herrn Dr. AGLIARDI bin ich Dank schuldig für die Treue, mit der er mir bei den ersten Anfängen der Arbeit zur Seite stand, meinem Freunde, Herrn Prof. SACERDOTTI und meiner Frau, sowie den Herren Dr. MAROCCO und stud. med. BIZZOZERO dafür, daß sie mir bereitwilligst als Versuchspersonen dienten, endlich Fräulein AYMAR, sowie meiner Frau und den Herren Dr. FONTANA, stud. med. PONZO, stud. med. MOLINARIO und stud. med. GIORGIS für die lange Zeit, in der sie bei den Versuchen in so freundlicher Weise assistiert haben.

(Eingegangen am 11. Dezember 1903.)