

Aus dem wässrigen Extrakte von Kaninchenmuskeln (Versuchsreihe III) war nach 4 tägigem Schütteln mit Sauerstoff eine rötlichgelbe Flüssigkeit entstanden, welche ein reichliches Sediment von Tripelphosphat abgeschieden hatte. Sie enthielt lange Bakterienfäden mit zwei kugligen Anschwellungen. — Eine Kontrollportion, die nicht geschüttelt war, beherbergte zahllose Bakterienfäden; aber ohne kuglige Anschwellungen.

Die letzten Versuche sind mit dem Wasserextrakte des Rinder-Pankreas angestellt. — Nach 2 tägigem Schütteln enthielt die Flüssigkeit lange Bakterienfäden in lebhafter Bewegung. Der Geruch war etwas faulig. Indol vorhanden. — Die nicht geschüttelte Portion war von einer gallertigen Haut bedeckt, welche aus sehr kurzen Bakterienstäbchen bestand, die sich lebhaft bewegten.

Die Untersuchung zeigte, dass die ruhig fließende Bewegung, welche der Apparat hervorrief, die niedern Organismen nicht tötete, sondern eine reichliche Entwicklung der Fermentträger zuließ. Und zwar entwickelten sich Mikrokokken und Bakterien auch bei reichlichem Zufluss von Sauerstoff. Stoffe, welche wie Schwefelwasserstoff, Indol und Hydroparacumarsäure bei mangelhafter Zufuhr von Sauerstoff aus Eiweiß entstehen, verschwinden bei Ueberfluss von Sauerstoff.

In einem Schlusskapitel: Ueber Fäulniss und Verwesung an der Erdoberfläche werden die Einwirkungen des aktiven Sauerstoffs und der niedern Organismen auf die chemische Beschaffenheit der Erdoberfläche kurz besprochen. So weit der Sauerstoff in die Erde eindringt, finden wir die Oxyde des Eisens, wo er fehlt, beobachtet man Sumpfgas, Eisencarbonat und Eisensulphür.

Solche Reduktion führen niedere Organismen aus. Oxydirend dagegen wirken grüne Pflanzen und der atmosphärische Sauerstoff.

Leider gestattet dieser gedankenreiche Abschnitt keinen Auszug.

Th. Weyl (Erlangen).

Ueber die Dauer einfacher psychischer Vorgänge.

Von Dr. E. Kraepelin (München).

I. Die einfache Reaktionszeit.

Der ursprüngliche Ausgangspunkt für alle Zeitmessungen auf dem Gebiete der Psychologie ist das alte Problem der Eliminierung subjektiver Fehlerquellen aus den astronomischen Zeitbestimmungen gewesen. Nachdem schon im Jahre 1795 Maskelyne aus Greenwich berichtet hatte, dass sich bei seinem Assistenten Dr. Kinnebrook in der letzten Zeit eine wachsende Beobachtungsverspätung bemerkbar gemacht habe, wurde die tiefere Bedeutung dieser Tatsache im zweiten Decennium unsers Jahrhunderts durch Bessel ans Licht gezogen, als er, angeregt durch jene Notiz, die Beobachtungszeiten verschiedener

Astronomen mit einander verglich. Er machte nämlich dabei die merkwürdige Entdeckung, dass zwischen denselben nicht unerhebliche Differenzen bestanden, die innerhalb größerer Zeiträume deutliche Schwankungen zeigten. Diese Unterschiede zwischen zwei Beobachtern pflegte er in Form einer Gleichung auszudrücken, die man nach seinem Vorgange ihre „persönliche Gleichung“ nannte und demnach bei jeder Vergleichung der von ihnen gemachten Angaben mit zu berücksichtigen hatte. Die Ursache dieser individuellen Differenzen glaubte Bessel vor Allem in der damals bei Durchgangsbestimmungen allgemein angewandten Beobachtungsmethode, der sog. Pointirmethode suchen zu müssen. Dieselbe besteht bekanntlich darin, dass der Beobachter, der den Stern in seinem Laufe durch das Fadenkreuz des Gesichtsfeldes verfolgt, während eine Uhr laut die Sekunden schlägt, denjenigen Moment zwischen zwei Schlägen abschätzt, in welchem der Stern gerade einen der Fäden passiert. Je nach der größern oder geringern Fähigkeit, die hier gebotene Kombination von Eindrücken der beiden verschiedenen Sinne, des Gesichts und Gehörs zu vollziehen, sollte demnach der Forscher den Durchgangsmoment auf einen frühern oder auf einen spätern Zeitpunkt verlegen.

Nachdem die Behauptungen Bessel's vielfach geprüft und durchweg bestätigt worden waren, machte sich natürlich der Wunsch lebhaft geltend, die in der Pointirmethode liegenden Fehlerquellen ausschalten zu können, um womöglich allgemein vergleichbare und von der Individualität des Beobachters unabhängige Beobachtungsergebnisse zu erhalten. Diesen Anforderungen schien anfangs in der That die zuerst von Arago 1842 geübte Registrirmethode zu entsprechen, die daher auch in den 50er Jahren allgemeinen Eingang fand, nachdem sie von dem Amerikaner Bond durch die Benutzung elektrischer Uebertragung verbessert worden war. Das wesentliche, neue Princip dieses Verfahrens bestand darin, dass der Zeitpunkt des Sterndurchgangs durch eine Willensbewegung direkt auf einem fortlaufenden Papierstreifen markirt wurde, auf dem sich zugleich selbsttätig die Sekundenschläge registrierten. Die Hoffnungen, die man auf diese neue Methode gesetzt hatte, realisirten sich indessen nur zum kleinen Teil. Zwar gelang es, die Beobachtungsdifferenzen im Großen und Ganzen etwas herabzudrücken und namentlich die früher sehr bedeutenden mittlern Schwankungen zu verringern, aber dennoch blieben auch hier offenbar noch subjektive Fehlerquellen zurück, welche die völlige Uebereinstimmung der verschiedenen Forscher unmöglich machten. Es lag daher nahe, die absolute Größe des bei dieser Methode vom einzelnen Beobachter gemachten konstanten Fehlers objektiv zu bestimmen, um denselben ein für alle Mal bei der Correction seiner Angaben in Rechnung bringen zu können. Derartige Untersuchungen wurden 1854 von Prazmowsky und einige Jahre später von Hartmann ausgeführt, indem man künstliche, ihren Durchgang selbst markirende Sterne benutzte und

die Zeitdifferenz zwischen dem wirklichen Durchgang und seiner Registrierung durch den Beobachter ausmaß. Hartmann fand, dass der durch diese Differenz repräsentirte „persönliche Fehler“ durch Uebung im Allgemeinen abnehme, sonst aber vielfache Schwankungen zeige¹⁾.

Aehnliche Versuche, wie die genannten Forscher, hatte bereits im Jahre 1850 Helmholtz angestellt, allerdings in ganz anderer Absicht. Ihm kam es nämlich darauf an, die Geschwindigkeit der Nervenleitung zu messen, ein Unternehmen, welches Johannes Müller wegen der präsumirten außerordentlichen Schnelligkeit derselben noch wenige Jahre vorher für unausführbar erklärt hatte. Helmholtz stellte seine ersten Versuche in dieser Richtung derart an, dass er das Zeitintervall zwischen einem sich selbst markirenden Reize und der Registrierung desselben durch den Beobachter bestimmte. Dabei ergab sich, dass diese Größe durchschnittlich zwischen 0,125"—0,2" schwanke. Offenbar war diese Verzögerung mit dem von Prazmowsky und Hartmann studirten persönlichen Fehler wesensgleich und wurde daher allgemein als ein Ausdruck für die Zeitdauer der physiologischen und psychophysischen Prozesse aufgefasst, die sich zwischen dem Einwirken eines Reizes auf ein Sinnesorgan und der darauf erfolgenden willkürlichen motorischen Reaktion abspielen. Während es sich mithin bei der Pointirmethode lediglich um eine Zeitschätzung gehandelt hatte, deren Fehler positiv oder negativ oder auch gelegentlich = 0 sein konnte, so hatte man es hier mit der Ausmessung von Vorgängen zu tun, die notwendigerweise nach dem Eintritt des Reizes erst zum Ablaufe kommen mussten, bevor die Bewegung des Beobachtens erfolgen konnte. Das der Pointirmethode zu Grunde liegende Problem war im Wesentlichen die später von Exner genauer studirte Frage nach der sog. „kleinsten Differenz“²⁾, indess die uns hier näher interessirende Registrierungsmethode direkt zur Messung der Zeitdauer einfacher psychischer Prozesse führte.

Wie man leicht sieht, ergibt sich aus der angeführten Begriffsbestimmung des persönlichen Fehlers unmittelbar die Unmöglichkeit,

1) Die ganze astronomische Vorgeschichte des Problems findet sich ausführlich dargestellt von Radau: Ueber die persönlichen Gleichungen bei Beobachtungen derselben Erscheinungen durch verschiedene Beobachter. Carl's Repertorium für physikalische Technik, für mathematische und astronomische Instrumentenkunde. Bd. I, 1866, S. 202 und 306, Bd. II, S. 115. Diese Arbeit ist eine Uebersetzung aus dem *Moniteur scientifique de Quesneville*, 1865, 15. nov. et suiv.

2) Die kleinste Differenz ist das Intervall, welches zwischen zwei aufeinander folgenden Sinnesindrücken liegen muss, damit ihre zeitliche Lage noch richtig erkannt wird. (Exner, Experimentelle Untersuchung der einfachsten psychischen Prozesse, 3. Abhandlung, der persönlichen Gleichung zweiter Teil, Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie, 1875, XI, Heft 8 u. 9, S. 403, ferner Hermann's Handbuch der Physiologie, Bd. II, 2, S. 256 ff.). Vgl. Wundt, Physiologische Psychologie, 1880, II, S. 260 ff.

denselben, so sehr er auch dem Einflusse der Uebung zugänglich ist, niemals gänzlich aus der Beobachtung fernzuhalten. Um so mehr musste es auffallen, dass sowol Hartmann, wie auch namentlich Hirsch und Plantamour, die im Jahre 1864 ebenfalls Registrirversuche mit künstlichen Sternen anstellten, gelegentlich den persönlichen Fehler nicht nur sehr klein, sondern auch $= 0$, ja sogar negativ werden sahen, d. h. den Durchgang ihres Sterns durch das Fadenkreuz bisweilen früher registrirten, als derselbe wirklich stattfand. Wie Hirsch bereits nachwies, hängt diese eigentümliche Erfahrung mit dem Umstande zusammen, dass bei jenen Versuchen der Eintritt des Reizes vorausgesehen werden konnte. Unter solchen Umständen kam es nämlich vorkommen, dass der Beobachter, in dem Bestreben, möglichst prompt zu reagiren, mit Hilfe der Zeitschätzung jenen Moment anticipirt, oder aber, dass der mit der Anspannung der Aufmerksamkeit gleichzeitig anwachsende Willensimpuls früher zur Auslösung der Registrirbewegung führt, als es beabsichtigt war. Hier ist demnach der Punkt, an dem die Frage nach der Größe des persönlichen Fehlers und diejenige nach der Zeit, die zwischen Sinnesindruck und motorischer Reaktion verfließt, aus einandergehen. Erstere wird beantwortet durch die empirisch-statistische Feststellung der Fehlergrenzen, innerhalb deren erfahrungsgemäß die Richtigkeit der Zeitbestimmungen eines Beobachters nach der positiven oder negativen Seite hin schwankt; letztere dagegen erfordert die Auffindung der Minimalzeit, welche durch die Vorgänge von der wirklichen, nicht anticipirten Einwirkung des Reizes bis zu der durch eben diesen ausgelösten Muskelbewegung notwendig in Anspruch genommen wird. Somit ergibt sich klar, dass bei der Bestimmung des persönlichen Fehlers alle irgendwie gewonnenen Versuchszahlen gleichmäßig Berücksichtigung finden müssen, während es für die Lösung des genannten psychophysischen Problems nötig ist, einerseits die Fehlerquellen der Anticipation des Reizes oder der Reaktion durch ausschließliche Anwendung unvorhergesehener Sinnesindrücke zu eliminiren, andererseits aber von den so erhaltenen Beobachtungsreihen nur die durch volle Anspannung der Aufmerksamkeit erhaltenen Minimalwerte in Rechnung zu ziehen.

Diese Ueberlegungen sind es daher auch gewesen, welche für die Untersuchungsmethoden der „physiologischen Zeit“, wie man das Intervall zwischen Reiz und Reaktion nannte, die leitenden allgemeinen Grundsätze geliefert haben. Dagegen gestaltete sich die Technik der Versuche im Einzelnen außerordentlich verschieden. Die Aufgabe war hier offenbar eine doppelte. Es kam nämlich darauf an, einmal den Eintritt des Reizes und den Moment der Willensbewegung objektiv möglichst genau zu fixiren, dann aber den Zeitraum zwischen diesen beiden Punkten exakt zu bestimmen. Zur Lösung der erstern Aufgabe hat man sich allgemein der elektrischen Auslösungs- und

Uebertragungsvorrichtungen bedient, deren Zeitverlust im Vergleich zu den hier gemessenen Größen vernachlässigt werden darf. Weit größer sind jedoch die Schwierigkeiten der Zeitmessung. Die ursprünglichste Methode war diejenige, dass durch ein Uhrwerk sich kleine Zeiteilchen parallel mit den Registrierungen des Beobachters auf einem fortlaufenden Papierstreifen in regelmäßigen Intervallen markirten. An die Stelle dieses Verfahrens wurde von den Physiologen meistens die Zeitmessung linearer, auf rotirenden Trommeln sich aufzeichnender Marken in Anwendung gezogen, indem man die verflossene Zeit aus der Länge jener Linien und der konstatierten Rotationsgeschwindigkeit berechnete. Die vollkommene Methode der Zeitbestimmung ist indess jedenfalls diejenige mit Hilfe einer Stimmgabel von bekannter Schwingungszahl. Die Schwingungen derselben können sich dann entweder neben den Registermarken aufzeichnen, wie bei dem Wundt'schen physiologischen Chronoscope, oder aber sie können zur Regulirung eines Uhrwerks dienen, wie das bei dem Hipp'schen Chronoscope der Fall ist. Als Reize sind für das Auge das Licht elektrischer Funken oder Geissler'scher Röhren, sowie direkte Durchströmung der Retina; für das Ohr Glockenschläge, Fallgeräusche, das Knistern von Induktionsfunken; für den Hantsinn elektrische Schläge und leise Tasteindrücke; für den Geschmack eine Anzahl von intensiv schmeckenden Stoffen hauptsächlich in Verwendung gekommen. Auf die genauere, sehr detaillirt ausgebildete Technik aller dieser Untersuchungen können wir indess hier nicht eingehen, sondern müssen in dieser Hinsicht auf die einschlägigen Originalarbeiten verweisen.

Wenn wir absehen von den bereits erwähnten Helmholtz'schen Versuchen, so war der Neuenburger Astronom Hirsch der erste, welcher im Jahre 1861 die individuelle Beobachtungsverspätung für plötzliche Reize genauer untersuchte. Hatte er dabei hauptsächlich das Interesse, eine Korrektion astronomischer Beobachtungen herbeizuführen, so war es seinen literarischen Nachfolgern Schelske, Kohlrausch, Hankel, Wittich wesentlich darum zu tun, Aufschlüsse über die Geschwindigkeit der Nervenleitung zu erhalten. Dieses Ziel suchten dieselben dadurch zu erreichen, dass sie die Prüfungsreize entweder bei gleicher Reaktionsbewegung an zwei vom Gehirn verschieden weit entfernten Stellen applicirten oder aber bei gleichem Angriffspunkte des Reizes verschiedene Reaktionsbewegungen ausführen ließen. Im erstern Falle ließ sich aus der Entfernung der gereizten Stellen von einander und der Differenz der gewonnenen physiologischen Zeiten die Leitungsgeschwindigkeit im sensiblen, im letztern Falle auf analoge Weise diejenigen im motorischen Nerven berechnen. Die hierbei gewonnenen Resultate litten indess an einer sehr großen Unsicherheit, da die bei der Berechnung als konstant vorausgesetzte Größe, nämlich die Dauer der psychischen Vorgänge

in Wirklichkeit ziemlich beträchtliche und für die Richtigkeit jenes Kalküls äußerst störende Schwankungen zeigte. Aus diesem Grunde wandte man sich auch später ganz von dieser Methode ab, als Helmholtz 1867 einen neuen Weg zur Bestimmung der Leitungsgeschwindigkeit wenigstens in den motorischen Nerven des Menschen eröffnete hatte.

Um so fruchtbarer sollte die Untersuchung der physiologischen Zeit für die psychologische Forschung werden. Waren es doch gerade jene für den Physiologen so hinderlichen Schwankungen, welche ein eminentes psychologisches Interesse in Anspruch nehmen durften. Von dieser Seite traten dem Gegenstande zuerst Donders, sein Schüler De Jaeger und Wundt näher. Eine größere systematische Bearbeitung des ganzen Problems der persönlichen Gleichung in seinen verschiedenen Richtungen gab 1873 Exner¹⁾. Bei der Frage nach der physiologischen Zeit ging derselbe vorzugsweise auf die Abgrenzung der psychischen von den physiologischen Bestandteilen ein, indem er diese letztern durch genaue Zerlegung und Messung zu bestimmen und somit zu eliminieren suchte. Derselbe Forscher brachte 1879 eine zusammenfassende Uebersicht über den Stand der Frage in dem Hermann'schen Handbuch der Physiologie (Bd. II, 2, S. 262 ff.). Auf der andern Seite war es Wundt, der in den beiden Auflagen seines großen Werkes über Physiologische Psychologie 1874 und 1880 gestützt auf zahlreiche Untersuchungen, zuerst eine eingehende Analyse der psychophysischen Seite unserer Frage vornahm²⁾. Auf den von ihm und Exner fixirten Grundlagen bauten inzwischen eine ganze Anzahl von Forschern weiter, deren wir bei der speciellern Besprechung unsers Themas noch näher zu gedenken haben werden. In neuester Zeit hat man sich auch in Italien dem Studium der psychischen Zeitmessungen zugewendet. Gabriele Buccola, Assistent an der psychiatrischen Klinik in Turin hat eine größere Anzahl von Versuchen ausgeführt und jüngst in einer systematischen Uebersicht des ganzen Gegenstands darüber berichtet (*Sulla misura del tempo negli atti psichici elementari, studi ed esperienze. Rivista sperimentale di freniatria e di medicina legale, anno VII, 1881, 1 p. 1—62 incl. mit 1 Tafel*). Die Hauptpunkte desselben Themas sind vom gleichen Verfasser noch in einem weitem Aufsatz behandelt worden (*Studi di psicologia sperimentale: I. La durata dei processi psichici elementari. Rivista di filosofia scientifica, 1881, anno I, vol. I, f. 1*).

1) Experimentelle Untersuchung der einfachsten psychischen Prozesse. Uns interessirt hier fast ausschließlich die erste Abhandlung. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie, 1873, VII, S. 601—660.

2) In den aufgeführten Werken von Exner und Wundt ist die bis 1880 erschienene Literatur über unsern Gegenstand vollständig und genau angegeben, so dass hier wol von einer Wiederholung aller der einzelnen dort sich findenden Citate abgesehen werden darf.

Als die psychologischen Elementarphänomene sind einmal die Apperception eines Sinneseindrucks und andererseits das Entstehen eines Willensimpulses zu betrachten. Keiner dieser Vorgänge ist in seinem zeitlichen Verlaufe einer direkten Messung zugänglich, weil im erstern Fall der Endpunkt, im zweiten aber der Anfangspunkt des psychischen Processes nicht unmittelbar registriert werden kann und außerdem stets noch periphere physiologische Faktoren mit in Rechnung gezogen werden müssen. Man ist daher genötigt, zum Ausgangspunkt der Zeitmessungen einen Vorgang zu wählen, der jene beiden Elementarphänomene in möglichst direkter Verbindung mit einander enthält. Ein solcher Akt ist die Reaktion auf einen Sinneseindruck durch eine willkürliche Bewegung. Nennt man die Dauer dieses Vorgangs mit Exner die Reaktionszeit des Individuums, so wird man dort, wo die Versuchsanordnung die denkbar einfachste ist, wo auf einen elementaren bekannten Reiz mit einer möglichst leicht auszuführenden, vorher verabredeten Bewegung geantwortet wird, von einer einfachen Reaktionszeit sprechen können. Der hier stattfindende Process ist das Grundschema, auf welches sich am letzten Ende alle psychischen Prozesse zurückführen lassen, und die einfache Reaktionszeit repräsentiert daher die Minimalzeit, welche ein Reizanstöß braucht, um überhaupt durch Vermittlung des Bewusstseins die Auslösung einer Bewegung zu veranlassen. Die Dauer derselben schwankt, wie durch die ziemlich übereinstimmenden Angaben der Untersucher dargetan wird, ungefähr zwischen 0,1 und 0,2 Sekunden.

Indess diese allgemeine Zeitbestimmung hat zunächst für die Physiologie einen sehr geringen Wert, da in derselben nicht nur die Dauer der psychophysischen, sondern auch diejenige der physiologischen Prozesse mit inbegriffen ist. Eine Analyse des einfachen Reaktionsvorgangs lässt nämlich drei Stadien desselben erkennen, von denen das erste und letzte, dasjenige der centripetalen und das der centrifugalen Leitung, rein auf physiologischem Gebiete sich abspielen, während das mittlere psychophysische Stadium untrennbar zwischen jenen beiden eingeschlossen liegt. Jedes dieser Stadien zeigt nun aber noch verschiedene Unterabschnitte, so dass sich demnach der ganze Akt aus folgenden Momenten zusammensetzt:

1) Das Stadium der centripetalen Leitung beginnt mit der Einwirkung des Reizes auf das Sinnesorgan und schließt mit dem Augenblick, in welchem die Empfindung die Schwelle des Bewusstseins überschreitet. Dasselbe umfasst demnach die Erregung der peripheren Nervenendapparate, die Leitung im Sinnesnerven und (beim Tastsinn) im Rückenmark, die Leitung im Gehirn bis zum Centralorgan unsers Bewusstseins und das Anwachsen der Erregung daselbst bis zum Entstehen einer Sinnesempfindung.

2) Mit diesem letzten Akte, dessen Dauer Wundt als Perceptions-

zeit bezeichnet hat, beginnt gleichzeitig das Stadium der psychophysischen Vorgänge: die in das Blickfeld des Bewusstseins gehobene Empfindung wird von der Aufmerksamkeit erfasst (Apperceptionszeit) und führt zur Apperception einer Bewegungsvorstellung (Willenszeit). Ist dieser letztere Akt bereits früher vor sich gegangen, wie wir das wol bei der regelmäßigen Ausführung der gleichen verabredeten Bewegung, also bei der besprochenen „einfachen Reaktion“ meist voraussetzen dürfen, so fällt die Willenszeit natürlich ganz fort.

3) Parallel mit der Apperception der Bewegungsvorstellung geht das Anwachsen der centralen motorischen Erregung, welches zugleich den Anfang des centrifugalen Stadiums bedeutet. Ist eine gewisse Intensität dieses Erregungszustandes erreicht, so pflanzt sich derselbe durch das Gehirn und eventuell auch das Rückenmark bis in die Muskelnerven hinein fort, um dann nach dem Stadium der latenten Reizung die Contraction des Muskels herbeizuführen, welche den Lauf der Erscheinungen abschließt.

Von allen den vielen Bestandteilen des complicirten Vorgangs, den wir hier theoretisch analysirt haben, ist nur der letzte kleine Abschnitt, die Leitung im motorischen Nerven und die Muskelzuckung am Menschen isolirt den Zeitmessungen zugänglich. Alle übrigen Componenten sind untrennbar an einander gekettet, so dass sich bisher jede gesonderte Maßbestimmung derselben als unausführbar erwiesen hat. Gleichwol hat Exner den Versuch gemacht, wenigstens auf indirektem Wege, durch Rechnung eine ungefähre Vorstellung von der Dauer der drei Stadien, und namentlich des mittlern, zu erlangen. Es liegt indess außerhalb unsrer Ausgabe, hier auf das Detail der von ihm zu diesem Zwecke gemachten Annahmen und Berechnungen näher einzugehen. Am Ende seiner scharfsinnigen Analyse kommt Exner zu dem Resultat, dass von seiner eigenen, auf 0,1337" bestimmten Reaktionszeit nach Abzug der für die Dauer der rein physiologischen Vorgänge berechneten Werte noch 0,0828" übrig bleiben, die demnach als das Zeitmaß der psychophysischen Prozesse anzusehen wären. Diese letztere Größe hat Exner daher die reducirte Reaktionszeit genannt. Allerdings lässt sich nicht in Abrede stellen, dass Exner's Kalkul, wie natürlich, noch an manchen Unsicherheiten und Willkürlichkeiten leidet, dennoch aber dürfte durch denselben die Tatsache erwiesen werden, dass schon bei der einfachen Reaktionszeit der größte Teil der ganzen Dauer durch das mittlere Stadium derselben in Anspruch genommen wird. Bei diesem allgemeinen Ergebnisse sehen wir uns jedoch genötigt, einstweilen stehen zu bleiben. Dagegen entsteht die Frage, ob sich bei der Ummöglichkeit eines isolirten Studiums der reducirten Reaktionszeit nicht ein Weg auffinden lässt, der wenigstens in großen Zügen ihre Schwankungen unserer Messung zugänglich macht. In der Tat ist dieser Weg durch die Ueberlegung gegeben, dass wir in der einfachen Re-

aktionszeit die physiologischen Componenten wegen ihrer relativ kurzen Dauer sowie der Gleichmäßigkeit ihres Ablaufes im Allgemeinen als konstant ansehen können. Unter diesen Voraussetzungen würden demnach die Schwankungen der einfachen Reaktionszeit wesentlich als Ausdruck derjenigen der reducirten und diesen letztern annähernd parallel gehend aufgefasst werden dürfen. Wir sind ja überhaupt daran gewöhnt, bei dem Ablaufe einfacher physiologischer Vorgänge eine gewisse gesetzmäßige Constanz in der Funktionsgeschwindigkeit konstatiren zu können, während auf dem dunklen Gebiete der psychophysischen Prozesse außerordentlich leicht und häufig Zustandsveränderungen zur Entwicklung gelangen, welche verzögernd oder beschleunigend auf den Verlauf derselben einzuwirken im Stande sind. Gerade das Studium jener Schwankungen ist es daher, von dem wir Aufschlüsse über die zeitlichen Verhältnisse des psychophysischen Geschehens erwarten dürfen.

Um jedoch in das tiefere Verständniß des hier herrschenden complicirten Causalnexus einzudringen, erscheint es vor Allem notwendig, die verschiedenen Momente, von denen die Dauer der Reaktionszeit abhängig ist, in ihrer besondern Wirkungsweise kennen zu lernen. Nur so kann es gelingen, das kombinierte Ineinandergreifen derselben in seine einzelnen Componenten aufzulösen und die Präsomption der Gesetzmäßigkeit alles Geschehens auch auf unserm Gebiete zwingend zu erweisen. Unter diesem Gesichtspunkte lassen sich ganz allgemein zwei große Gruppen von Faktoren auseinanderhalten, sofern dieselben nämlich entweder in der Beschaffenheit des einwirkenden Reizes oder aber in der besondern Organisation des untersuchten Individuums und seiner reizaufnehmenden Organe gelegen sind. Die Bedeutung dieser beiden Gruppen von Momenten für die Dauer der Reaktionszeit lässt sich innerhalb gewisser Grenzen dadurch feststellen, dass man unter möglichster Gleichförmigkeit allen sonstigen Versuchsbedingungen einmal nur die Beschaffenheit der Reize variirt und andererseits gleichbleibende Reize auf verschiedene Sinnesorgane in verschiedener Weise, auf die gleichen Individuen unter verschiedenen Verhältnissen oder auf verschiedene Individuen einwirken lässt. —

Was zunächst den Einfluss der Reize anbetrifft, so machte schon Hirsch die Beobachtung, dass sich die Reaktionszeit für einen elektrischen Hautreiz durch Abschwächung des Stromes von 0,1733" auf 0,1911" verlängerte. Wittich sah dieselbe von 0,172" auf 0,154" sinken, als er den gleichen elektrischen Funken zuerst in einem hellen und dann in einem dunklen Zimmer beobachtete. Umgekehrt konnte Exner mit steigender Funkenlänge von 0,5 mm. auf 7 mm. eine Verkürzung der Reaktionszeit von 0,1581" auf 0,1229" nachweisen. Ganz ähnliche Versuche stellte Buccola an, indem er die Reaktionszeit für einen Funken von 3 mm. Länge mit derjenigen einer erleuchteten

Geissler'schen Röhre verglich. Bei den vier von ihm untersuchten Personen stellte sich im zweiten Falle konstant eine Verkürzung der Reaktionszeit von im Mittel $0,013''$ — $0,03''$ heraus. Für die elektrische Reizung der Haut und Schleimhaut wurde die gleiche Beziehung zwischen Intensität des Stromes und Reaktionsdauer durch Kries und Auerbach, durch Vintschgau und Hönigschmied und durch Buccola nachgewiesen, welcher letztere die Gültigkeit des gefundenen Gesetzes auch bei Idioten und Blödsinnigen konstatierte. Ueber den Einfluss der Intensität des Schalles endlich besitzen wir zwei Versuchsreihen von Wundt. Als Reiz diente ihm einmal ein Fallhammer, das andere Mal eine Kugel von verschiedener Fallhöhe. Abgesehen von einigen kleinen Unregelmäßigkeiten zeigte sich auch hier eine dem Anwachsen der Schallstärken parallel gehende Abnahme der Reaktionszeiten. Es darf demnach, wenigstens für die bisher untersuchten Sinnesgebiete als feststehendes Gesetz gelten, dass die Reaktionsdauer unter sonst gleichen Verhältnissen mit Zunahme der Reizintensität abnimmt. Dabei ist indess zu beachten, dass diese Beziehung sich bei sehr bedeutender Stärke der Sinnesindrücke wieder umkehrt. Die Reaktionsdauer nimmt zwar in der Nähe der Reizschwelle mit steigender Intensität rasch, dann langsam ab; in der Nähe der Reizhöhe aber macht sich eine Zunahme derselben geltend, indem bei jedem Eindrucke hier ein mehr oder ein weniger heftiges Erschrecken eintritt, welches, wenigstens nach Wundt's Erfahrung¹⁾, regelmäßig eine Verlängerung der Reaktionszeit zur Folge hat. —

Es handelt sich nun darum, ob und in welcher Weise die drei Stadien des Reaktionsvorganges an den geschilderten Schwankungen teilnehmen. Man darf nämlich nach Maßgabe bekannter nervenphysiologischer Tatsachen zunächst erwarten, dass die Leitung stärkerer Eindrücke rascher vor sich gehe, als diejenige schwacher. Indess würde die Beschleunigung der Leitung in jedem Falle für sich noch lange nicht genügen, um die Größe der wirklich beobachteten Unterschiede zu erklären. Vielmehr wird dennoch die Hauptursache dieser letztern in dem raschern oder langsamern Ablaufe der psychophysischen Vorgänge zu suchen sein. Für diese Annahme spricht noch ein weiterer Umstand, den wir bisher nicht berührt haben. In gleichem Maße, wie die absolute Länge der Reaktionsdauer nimmt nämlich nach den übereinstimmenden Angaben aller Beobachter die Größe der Schwankungen zwischen den einzelnen erhaltenen Zahlen ab. Während bei schwachen Reizen die Reaktionswerte unter einander

1) Exner war bei seinen Versuchen zu dem entgegengesetzten Resultate gekommen, dass nämlich beim „Zusammenfahren“ des Beobachters die Reaktion beschleunigter vor sich gehe. Wundt spricht dem gegenüber die Ansicht aus, dass Exner vielleicht noch nicht mit den intensivsten, Erschrecken hervorrufenden Reizen operirt habe.

innerhalb ziemlich weiter Grenzen zu differiren pflegen, fallen dieselben mit wachsender Intensität des Sinnesindrucks immer enger zusammen, indem sie sich offenbar insgesamt dem Reaktionsminimum annähern. Dieses Verhalten lässt sich wol schwerlich anders als aus einem prompteren Vonstattengehen der psychologischen Prozesse erklären. Welche Momente derselben hierbei speciell in Frage kommen, lässt sich nicht mit Sicherheit feststellen, doch ist es nach Wundt's Ansicht wahrscheinlich, dass namentlich die kürzere oder längere Dauer der Willenszeit hier in Betracht gezogen werden müsse. Er stützt sich dabei auf die Selbstbeobachtung, dass man bei schwachen, in der Nähe des Schwellenwertes liegenden Reizen deutlich die Apperception und die willkürliche Bewegung als zwei successive Akte auffasse, während bei gespannter Aufmerksamkeit auf starke Eindrücke nach dem subjektiven Gefühle momentan reagirt werde.

Außer der Intensität spielt in zweiter Linie auch die Qualität des Reizes eine gewisse Rolle. Die gesonderte Untersuchung dieses Faktors bei völliger Gleichheit aller übrigen Versuchsbedingungen ist allerdings bisher noch nicht in wünschenswerter Weise möglich gewesen. Auf zwei Sinnesgebieten hat man zwar neben einander verschiedene Reizqualitäten in Anwendung gezogen, doch hat die Schwierigkeit, bei diesem Vorgehen Ungleichheiten in der Intensität auszuschalten, dabei nicht überwunden werden können, so dass also den gewonnenen Resultaten immerhin nur ein relativer Wert zugeschrieben werden darf. So fand Wittich die Reaktionszeit für das Sehen eines Funkens $0,186''$, dagegen für die elektrische Reizung des Bulbus nur $0,162''$. Exner, der nach ihm die gleichen Versuche anstellte, beobachtete ebenfalls eine geringere Reaktionsdauer für die unmittelbare Durchströmung des Sehnerven, als für die Reizung durch einen Gesichtseindruck. Beide Forscher haben indess bereits auf das Trügerische einer direkten Vergleichung der gefundenen Zahlen aufmerksam gemacht. Ist doch in beiden Fällen sowol die Intensität des Reizes, wie die Anzahl der gereizten Nervenfasern wahrscheinlich eine außerordentlich verschiedene. Aehnliche Schwierigkeiten machen sich bei der Vergleichung der Reaktionszeiten für Tastreize und elektrische Hautreize geltend. Versuche dieser Art sind erst in neuester Zeit, und zwar von Wundt, Vintschgau und Hönigschmied, sowie von Buccola durchgeführt worden, nachdem Exner dieselben wegen mangelnder Uebereinstimmung der Resultate aufgegeben hatte. Wundt fand die Reaktionszeit für elektrische Reize kürzer als für Tasteindrücke. Vintschgau und Hönigschmied wiesen specieller nach, dass das Verhältniss Beider zu einander sich in naher Abhängigkeit von der sehr variablen Intensität der elektrischen Reize befindet. Im Allgemeinen kamen sie allerdings dabei zu dem Resultate, dass auf leise Tastreize stets schneller, als auf schwache und meist etwas langsamer, als auf starke elektrische Reize reagirt wird. Dieses

sowol für die äußere Haut, wie für die Zungenschleimhaut festgestellte Ergebniss konnte von Buccola auf Grund eigener Beobachtungen bestens bestätigt werden. Er erhielt nämlich an drei untersuchten Personen folgende Zahlen:

	Berührung mit einem Pinsel	Schwacher elektr. Reiz	Starker elektr. Reiz
T.	0,118	0,143	0,129
L.	0,136	0,148	0,126
Tr.	0,145	0,167	0,143

Wie auch aus dieser Tabelle hervorgeht, scheint demnach die Wirkung eines Tastreizes derjenigen eines ziemlich starken elektrischen Reizes ungefähr gleichwertig zu sein.

Weit wichtiger, als die Intensität und Qualität des einwirkenden Reizes sind für die Dauer der Reaktionszeit diejenigen Momente, welche in dem untersuchten Organismus liegen. Wir können hier im Allgemeinen zwei Kategorien derselben unterscheiden, die sich aus der früher ausgeführten Analyse des Reaktionsvorganges ergeben und sich als physiologische und als psychophysische Disposition aus einanderhalten lassen. Unter diesen Benennungen fassen wir alle diejenigen Einflüsse zusammen, welche einmal in den Sinnesorganen und den Leitungsbahnen, andererseits aber im Centralorgane unsres Bewusstseins auf die Reaktionsdauer bestimmend resp. verändernd einzuwirken im Stande sind. Die ersten Stationen, welche der von außen kommende Reiz zu passiren hat, sind die peripheren Sinnesflächen. Wie sich aus den zahlreichen Versuchen der verschiedensten Forscher übereinstimmend ergeben hat, zeigen die für die einzelnen Sinnesorgane gefundenen Reaktionszeiten charakteristische Differenzen, von deren Verhalten die angeführte Tabelle ein ungefähres Bild geben wird. Für die drei Hauptsinne stellten sich nämlich bisher folgende Zahlen heraus:

Beobachter	Lichtreiz	Schallreiz	Elektr. Hautreiz
Hirsch	0,200	0,149	0,182
Hankel	0,2057	0,1505	0,1548
Donders	0,188	0,180	0,154 (Nacken)
Wittich	0,186	0,182	0,130 (Stirn)
Wundt	0,222	0,167	0,201
Exner	0,1506	0,1360	0,1337
Kries	0,193	0,120	0,117
Auerbach	0,191	0,122	0,146
Buccola I.	0,168	0,115	0,141
„ II.	0,151	0,119	0,129
„ III.	0,172	0,131	0,152

Aus dieser Uebersicht ergibt sich zunächst, dass die Reaktion auf einen Lichtreiz durchgängig die längste Zeit in Anspruch nimmt, während das Verhältniss zwischen Gefühls- und Schalleindrücken zu

variiren scheint. Ueber die Ursache dieser Unterschiede sind natürlich verschiedene Ansichten möglich, je nachdem man dieselbe nämlich in dieses oder in jenes Stadium des Reaktionsvorganges verlegt. Wir wollen diese Möglichkeiten nach einander besprechen.

Zunächst ist es denkbar, dass in der verschiedenartigen Organisation und Funktionsweise der peripheren Sinnesorgane selber Momente liegen, die für die Schnelligkeit, mit der dieselben passirt werden, nicht ohne Bedeutung sind, ein Gedanke, der zuerst von Wittich ausgesprochen worden ist. In neuerer Zeit haben Kries und Auerbach namentlich für den Gesichtssinn im Hinblick auf die chemischen Vorgänge in der Netzhaut eine längere Latenzzeit des Reizes in diesem Organe angenommen, und auch Buccola neigt sich der Ansicht zu, dass bei den mechanischen Sinnen (Gehör und Hautsinn) eine direktere und darum raschere Uebertragung des Reizes auf die Leitungsbahnen stattfindet, als bei den chemischen Sinnen (Gesicht, Geschmack, Geruch). Der vorwurfsfreie Nachweis einer an der Peripherie stattfindenden Verzögerung bei diesen letztern hat indess noch nicht geliefert werden können, und es ist daher die Möglichkeit offen zu halten, dass die Zeit, welche für die Umwandlung der Reize in Nervenregung erfordert wird, für alle Sinne gleich oder doch für einzelne derselben nur um so minimale Grössen länger ist, dass dieselben für die Bestimmung der Reaktionszeiten nicht mehr in Betracht kommen. Nur eine Tatsache ist es bisher, die man etwa in entgegengesetzter Richtung würde verwerten können, nämlich die von Kries und Auerbach gemachte Beobachtung, dass die Reaktionszeit für Geräusche kürzer ist, als für Töne und dass sie bei diesen letztern mit der Höhe des Tones abnimmt. Diese Erfahrung wird, wie es scheint mit Recht, darauf bezogen, dass zum Zustandekommen eines Tones eine gewisse Anzahl von Schwingungen im peripheren Sinnesorgane stattgefunden haben müssen, während das Geräusch bereits vom ersten Augenblicke an als solches charakterisirt ist. Jene Anzahl von Schwingungen wurde von Kries und Auerbach auf etwa 9—10 berechnet. Nimmt man nun mit jenen beiden Forschern wie mit Buccola an, dass bei der Tonwahrnehmung erst nach 9—10 Schwingungen überhaupt jene Erregung der Endigungen des Acusticus zu Stande komme, die beim Geräusche sofort eintritt, so versetzt man damit natürlich die im erstern Falle sich herausstellende Reaktionsverzögerung an die Peripherie. Es wäre indess auch denkbar, dass die dem Centralorgane sogleich zugeleitete Erregung nur wegen ihrer anfänglichen geringen Intensität erst dann zur Apperception gelangte, wenn sie zur Entstehung einer Tonempfindung geführt hätte. Vor der Hand dürfte diese Frage daher noch als eine offene gelten. —

Namentlich die absolute Größe der zwischen den einzelnen Sinnen bestehenden Differenzen in der Reaktionszeit ist es, welche gegen die ausschließliche Erklärung derselben aus einer verschiedenen Dauer

der latenten Sinnesreizung spricht. Aus demselben Grunde ist es unwahrscheinlich, dass etwa Unterschiede in der Leitungsgeschwindigkeit der in Frage kommenden Nerven denselben zu Grunde liegen, zumal eine derartige Annahme durch keinerlei sonstige Beobachtungen gestützt wird. Vielmehr werden wir durch die vorliegenden Tatsachen entschieden auf die Existenz central lokalisirter Momente hingewiesen, denen die beobachteten Differenzen zuzuschreiben wären. Berücksichtigt man dabei die relative Länge der einzelnen peripheren Leitungsbahnen, so würde sich ergeben, dass durch jene hypothetischen Einflüsse *eteris paribus* die Gesichtseindrücke am meisten und die Gefühlseindrücke wahrscheinlich am wenigsten in ihrem centralen Verlaufe verzögert werden. Eine nähere Deutung dieser Erscheinung hat in der neuesten Zeit Wundt zu geben versucht. Er spricht nämlich die Ansicht aus, dass jene Differenzen in der Reaktionszeit abhängig seien von der verschiedenen Intensität des Erregungszustandes, in den das Centralorgan des Bewusstseins durch die einzelnen Sinnesreize versetzt werde. Wir haben ja bekanntlich kein objectives Maß, um die physiologische Valenz verschiedener Reize, d. h. die Intensität der durch sie hervorgerufenen Sinnesempfindungen, mit einander zu vergleichen, und es könnte daher wol der Fall sein, dass die Länge der Reaktionszeit gerade zu diesem Faktor in Beziehung stände. Um indess den Beweis für diese Annahme zu erbringen, würde man zu untersuchen haben, ob die Verschiedenheiten in den Reaktionszeiten auch noch fortbestehen, wenn man die Reize so wählt, dass sie in den einzelnen Sinnesgebieten mit gleicher Stärke auf das Bewusstsein einwirken. Diese Versuchsbedingung ist aber nur in einem einzigen Falle realisierbar, dann nämlich, wenn die Intensität der hervorgerufenen Empfindungen eine minimale ist, also genau bei dem Schwellenwerte aller Reize. Von dieser Ueberlegung ausgehend, hat Wundt einige Versuchsreihen mit ganz schwachen, gerade nur die Reizschwelle erreichenden Reizen angestellt. Es ergab sich das in den folgenden Zahlen ausgedrückte interessante Resultat:

Schallreiz im Mittel	0,337
Lichtreiz „ „	0,331
Tastreiz „ „	0,327.

Dabei waren, wie wir das schon früher bei Besprechung des Einflusses der Reizintensität erwähnt hatten, die Schwankungen zwischen den einzelnen Beobachtungen relativ groß. Auch die absoluten Werte sind natürlich weit höher, als diejenigen für stärkere Eindrücke, aber dieselben zeigen eine höchst auffallende Uebereinstimmung für die verschiedenen Sinnesorgane. Durch dieses Ergebniss gewinnt die oben aufgestellte Vermutung, dass die für gewöhnlich sich herausstellenden Differenzen ihre wesentliche Ursache in der verschiedenen physiologischen Intensität der specifischen Sinnesreize haben, eine große Wahrscheinlichkeit. Allerdings bleibt es fraglich, durch welche Mo-

mente im Einzelnen die Größe des genannten Faktors bestimmt wird, ob die besondere physikalische oder chemische Wirkungsweise des Reizes, ob der Bau und die Funktionierung unserer Sinnesorgane, oder ob endlich die specielle Disposition der centralen Sinnesflächen oder unseres Bewusstseins für die Intensität der Empfindungen maßgebend sind, die von den verschiedenen Sinnesreizen hervorgerufen werden. Möglich oder sogar wahrscheinlich ist es, dass dieses psychophysische Resultat dem Zusammenwirken verschiedener Ursachen seine Entstehung verdankt.

Außer der Hypothese zeitlicher Differenzen in der latenten Sinnesreizung oder derjenigen einer verschiedenen physiologischen Intensität der Eindrücke auf den einzelnen Sinnesgebieten kann nun aber vielleicht noch ein dritter Punkt zur Erklärung der Unterschiede in der Reaktionsdauer herbeigezogen werden. Schon Wittich wies nämlich auf die Möglichkeit hin, dass die kurze Reaktionszeit für Tastreize von einer unmittelbaren Verbindung der Centren für die Haut- und Muskelnerven abhängig sein könne, während die Erregungszustände der höhern Sinne sich etwa erst durch Umwege auf die motorischen Bahnen übertrügen. Diese Ansicht ist zwar bisher von keiner Seite wieder aufgenommen worden, dürfte aber dennoch einer weitern Prüfung nicht unwert sein, zumal sie durch die neuern Untersuchungen über die Lokalisation in der Hirnrinde immerhin einige Stütze gewonnen hat. Beachtet man nämlich, dass, wie es scheint, die centrale Sehsphäre in der Rinde des Hinterhirns, die Hörsphäre im Schläfenlappen und das Centralorgan des Hautsinnes im Vorderhirn, also den bei der Reaktion mit der Hand funktionirenden motorischen Centren am nächsten gelegen ist, so ergibt sich, dass die Länge der centralen Leitungen für die Uebertragung der Erregung von den sensorischen auf das motorische Centrum der betreffenden Extremitätenmuskeln in geradem Verhältnisse zu der Reaktionsdauer für die einzelnen Sinnesgebiete steht. Dieses Verhältniss ändert sich auch nicht, wenn man jene Uebertragung nicht direkt, sondern durch Vermittlung eines eigenen, im Stirnhirn lokalisirten Apperceptionsorgans sich vollziehend denkt. Die hypothetischen, durch die verschiedene Länge der centralen Leitung bedingten Zeitdifferenzen würden im erstern Falle auf die Willenszeit, im letztern auf die Apperceptionszeit entfallen. Bei dieser ganzen Erwägung darf indess nicht unerwähnt bleiben, dass dieselbe nur dann für die Erklärung der konstatirten Reaktionsdifferenzen von Wert sein kann, wenn die Leitung im Gehirn, etwa wegen vielfacher Interposition von grauer Substanz, sehr langsam angenommen wird. Nur dann nämlich werden die aus der verschiedenen Länge der Bahnen resultirenden Zeitunterschiede groß genug sein, um die gewöhnlichen Fehlergrenzen der Beobachtung zu überschreiten. So wäre es z. B. denkbar, dass bei der absoluten Größe der von Wundt für die Reizschwelle gefundenen

Reaktionswerte und den starken Schwankungen derselben der Einfluss des hier besprochenen Momentes sich verwischen könnte, während er bei kleinern und besser mit einander übereinstimmenden Zahlen sich dennoch geltend machte. Sache späterer Untersuchungen wird es sein, die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Ueberlegungen nachzuweisen.

Speziell im Hinblick auf die kurze Reaktionszeit des Hautsinns sei es schließlich gestattet, hier noch kurz auf einen weitem Umstand hinzuweisen. Bei dem Vorgange der einfachen Reaktion folgt, wenn wir uns der Ausdrucksweise Wundt's bedienen, auf die Erfassung des Sinnesindrucks durch die Aufmerksamkeit direkt die Apperception einer Bewegungsvorstellung. Da nun aber die Elemente dieser letztern zum nicht geringen Teile gerade durch den Hautsinn geliefert werden, so dürfen wir wol nicht ohne Grund an eine innigere und gangbarere centrale Verknüpfung der Hautsensationen mit den Bewegungsvorstellungen und also an einen raschern Ablauf der zwischen den betreffenden Centren kursirenden Erregungswellen denken. Diese Annahme könnte vielleicht zur Erklärung der selbst für die Reizschwelle bestehenden geringern (und zugleich konstantern) Reaktionszeit des Hautsinnes verwertet werden, da hier gerade die Länge der Willenszeit nicht ohne Bedeutung sein dürfte. Wir wissen ja ohnedies, dass die Eindrücke der Contactsinne mit ihrer lebhaften Gefühlsbetonung leichter und unmittelbarer zu motorischen Reaktionen zu führen pflegen, als die vorwiegend zur Vorstellungsbildung das Material liefernden Gesichts- und Gehörs wahrnehmungen.

Leider erscheinen die Schwierigkeiten einer genauen Bestimmung der Reaktionszeit für die beiden andern „chemischen“ Contactsinne fast unüberwindlich, da es wegen der besondern Organisation der Endapparate bisher unmöglich ist, den eigentlichen Moment der Einwirkung des Reizes exakt zu konstatiren. In die Reaktionsdauer geht hier untrennbar die Zeit mit ein, welche durch die Diffusion der riechenden oder schmeckenden Substanz und das Vordringen derselben bis zu den Nervenenden in Anspruch genommen wird. Die durch das Experiment gefundenen Werte müssen daher vom Standpunkte theoretischer Analyse als um jenes genannte Intervall zu groß betrachtet werden. Für den Geruch liegen noch gar keine Angaben vor, dagegen ist die Reaktionszeit einiger Geschmacksempfindungen von Vintschgau und Hönigschmied unter glücklicher Ueberwindung der entgegenstehenden technischen Schwierigkeiten bestimmt worden. Es stellte sich heraus, dass die Reaktionsdauer hier einmal durchschnittlich höhere Werte besitzt, als bei den übrigen Sinnen, dann aber auch sehr große individuelle Verschiedenheiten erkennen lässt. Die erstere Tatsache dürfte wesentlich auf die oben besprochenen Schwierigkeiten zurückzuführen sein, während die letztere sehr gut mit der leicht zu machenden Erfahrung übereinstimmt, dass auch die Unter-

scheidungsfähigkeit für Geschmackseindrücke bei herausgestreckter Zunge eine sehr verschieden ausgebildete und namentlich bei Rauchern äußerst geringe zu sein pflegt. Sehr wichtig ist das von jenen beiden Forschern erhaltene Resultat, dass die Reaktionszeit hier nach der Qualität des Reizes konstante Variationen zeigt. Sie fanden z. B. bei einer ihrer Versuchspersonen für verschiedene Geschmackseindrücke im Mittel folgende Werte:

Chlornatrium	0,1598
Zucker	0,1639
Säure	0,1676
Chinin	0,2351

Die gleiche Reihenfolge konnte in einem andern Falle konstatiert werden.

Angesichts dieser Ergebnisse entsteht die Frage, ob man es hier mit peripher oder mit central bedingten Unterschieden zu tun habe. Durch die weiter angestellten Versuche wurde dieselbe im erstern Sinne beantwortet. Bei einer Prüfung der verschiedenen Zungenregionen ergab sich nämlich, dass im Gegensatz zu den aufgeführten, an der Spitze erhaltenen Resultaten am Zungengrunde auf die verschiedenen angewandten Substanzen mit gleicher Schnelligkeit reagiert wurde und somit namentlich die Reaktionszeit auf Chinin sich bedeutend verkürzte. Als die Ursache dieser Differenzen ist demnach höchst wahrscheinlich die verschiedene Verteilung der Endorgane für die einzelnen Geschmackseindrücke zu betrachten, eine Erklärung, die ja auch mit unsern sonstigen anatomischen und physiologischen Erfahrungen durchaus im Einklange steht.

Die hier erwähnten Untersuchungen über die Reaktionszeit für Geschmacksreize gaben dazu Veranlassung, dass Vintsehgau und Hönigschmied auch das Verhalten der Zunge gegenüber einfachen Tasteindrücken näher prüften. Dabei zeigte sich, dass einerseits die Reaktionsdauer bedeutend kürzer war, als für schmeckende Substanzen, dass dieselbe aber zugleich bei verschiedener Lokalisation des Reizes von der Spitze nach dem Grunde hin eine deutliche Zunahme erkennen ließ. Diese Erscheinung wurde von ihnen mit der verschiedenen Schärfe des Ortsinnes an den einzelnen gereizten Stellen in Verbindung gebracht. Vintsehgau, der in einer spätern Arbeit (*Die physiologische Reaktionszeit und der Ortsinn der Haut*, Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie, XXII, 1880, p. 87 ff.) diese Beziehungen noch näher verfolgte, fand z. B. bei dem gleichen Individuum folgende Reaktionswerte: Zungenspitze 0,1271, mittlerer Teil der Zunge 0,1302, Zungengrund 0,1462.

Ganz ähnliche, offenbar von der Lokalisation des Reizes abhängige Differenzen stellten sich im weitem Verfolge der auf diesen Punkt gerichteten Versuche für die Reaktionsdauer des Hautsinnes heraus. Allerdings erlaubten die ersten, von Vintsehgau und Hönig-

schmied erhaltenen Beobachtungen, die wesentlich eine Vergleichung zwischen Fingerspitze und Zungenspitze zum Ziele hatten, noch keine weitergehenden Schlüsse, weil das Resultat derselben, eine größere Reaktionsgeschwindigkeit Seitens der Zunge, allenfalls auch auf die verschiedene Länge der Leitungsbahnen hätte bezogen werden können. Etwas deutlicher schon traten die Beziehungen zwischen Reaktionsdauer und Lokalisation des Reizes auf der Haut bei den Versuchen von Kries und Auerbach hervor. Dieselben fanden nämlich bei sich die Reaktionszeit für den Handrücken etwas größer, als für den Mittelfinger, obgleich man nach der Länge der Bahnen das Gegenteil hätte erwarten sollen. Indess legten sie auf diese Beobachtung kein weiteres Gewicht und erklärten dieselbe durch die verschiedene Dicke der Haut und dadurch bedingte verschiedene Intensität des gewählten Reizes. Von Hall und Kries wurden zwei Jahre später diese Untersuchungen von Neuem aufgenommen. Dieselben kamen jedoch in Bezug auf den Hautsinn nicht zu ganz konstanten Resultaten, wenn sie auch im Allgemeinen die Existenz von Differenzen in den reducirten Reaktionszeiten nach der Lokalisation des Reizes konstatiren konnten. Aehnlich schwankend und auf individuelle Verschiedenheiten hinweisend gestalteten sich die Ergebnisse von Vintschgan in der bereits citirten Arbeit. In umfassender Weise beschäftigte sich endlich in neuester Zeit Buccola mit der hier besprochenen Frage, indem er an 5 verschiedenen Personen zahlreiche Versuche nach dieser Richtung hin anstellte¹⁾. Die von ihm ausgewählten Reizstellen waren die Spitze des linken Mittelfingers, die dorsale und volare Fläche desselben Fingers, der Handrücken, das untere Drittel des Vorderarms, die Zungenspitze und die Stirnhaut. Abgesehen von unbedeutendem Schwankungen ergibt sich aus den von ihm mitgetheilten Tabellen ein zweifelloser, gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen der Reaktionszeit und der Schärfe der Lokalisationsfähigkeit an der Reizstelle. Am raschesten wurde von der Zungenspitze aus reagirt, demnächst von der Fingerspitze, während der Vorderarm, dann der Handrücken und die Stirn die längste Reaktionsdauer aufzuweisen hatten. Je reichlicher demnach eine Region mit Lokalzeichen ausgestattet, je schärfer die Vorstellung derselben in unserm Erinnerungsschatze entwickelt ist, schließt Buccola, desto rascher erfolgt die Reaktion auf einen daselbst applicirten Reiz. Zugleich betont derselbe Autor, dass die Ausbildung der Lokalzeichen mit der physiologischen Übung einer Hautstelle gleichen Schritt halte. Diese Ansicht findet ihre Bestätigung in den Beobachtungen, welche Hall und Kries hinsichtlich

1) Außer in der oben erwähnten Arbeit finden sich die Resultate derselben in einem kleinen Vortrage zusammengestellt, betitelt: Sulla relazione del tempo fisiologico col senso locale cutaneo. Lettura fatta alla R. Accademia di medicina, Torino 1881, 15 Seiten.

der Reaktionszeit verschiedener Netzhautpartien anstellten. Dabei ergab sich nämlich, dass dieselbe für die Macula lutea am kleinsten ist und nach allen Richtungen zunimmt. Diese Zunahme geschieht aber insofern ungleichmäßig, als der medialen und der obern Region der Retina geringere Werte zukommen, als der lateralen und untern. In der Tat sind es nun außer dem blinden Fleck gerade die medialen und obern Partien derselben, die am häufigsten und zugleich am vollkommensten funktionieren.

Das Gemeinsame aller dieser Erfahrungen auf den verschiedenen Sinnesgebieten liegt offenbar zunächst in dem Satze, dass die Reaktionszeit um so kürzer ausfällt, je empfindlicher die Angriffsstelle des Reizes ist. Diese Empfindlichkeit könnte aber wieder entweder durch die verschiedene Reizbarkeit und Zugänglichkeit oder durch die verschiedene Zahl der getroffenen Nervenendigungen bedingt sein. Vielleicht wirken beide Momente zusammen; sicherlich aber spielt das letztere wol die Hauptrolle. Dies wird z. B. durch gewisse Versuche von Vintschgan und Hönigschmied erwiesen, die mit weiterer räumlicher Ausdehnung des Reizes eine entschiedene Verkürzung der Reaktionszeit eintreten sahen. Die im Vorhergehenden aufgeführten Erscheinungen würden sich daher vielleicht am Einfachsten wieder auf die verschiedene Stärke des centralen Erregungszustandes zurückführen lassen. Unter diesem Gesichtspunkte würde die Abhängigkeit der Reaktionszeit von der Schärfe der Lokalisation nichts anderes bedeuten, als ein rascheres und ausgiebigeres Anwachsen der centralen Erregung mit der Anzahl der vom Reize getroffenen Nervenendigungen. Die Extensität des Sinneseindrucks würde demnach in ähnlichen Beziehungen zur Schnelligkeit der Reaktion stehen wie wir sie früher für die Intensität desselben kennen gelernt haben. Ob dagegen gerade der besondere Charakter der Lokalzeichen, wie er die größere oder geringere Schärfe der Wahrnehmung bedingt, für die einfache Reaktionszeit bereits von Bedeutung ist, muss wol einstweilen zweifelhaft gelassen werden; wahrscheinlicher wäre ein Einfluss derselben für die später zu besprechende Unterscheidungszeit.

(Fortsetzung folgt.)

Berichtigungen.

In Nr 19 S. 594 Z. 28 statt Kalksegmente lies Kalksepimente.
S. 598 Z. 15 statt Eierstock lies Tierstock.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die „Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“ zu richten.

Die Herren Mitarbeiter, welche Sonderabzüge zu erhalten wünschen, werden gebeten, die Zahl derselben auf den Manuskripten anzugeben.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1881-1882

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Kraepelin E.

Artikel/Article: [Ueber die Dauer einfacher psychischer Vorgänge 654-672](#)