

## Zur Kenntniss der psychophysischen Methoden.

Von

Prof. Emil Kraepelin

in Dorpat.

---

Die psychophysischen Maßmethoden sind bekanntlich ebenso wenig wie das Lehrgebäude der Psychophysik überhaupt das Ergebniss einer speculativen Construction, sondern sie verdanken ihre Entstehung praktischen Einzelaufgaben, in deren Lösung sie sich längst bewährt hatten, bevor ihre Brauchbarkeit zur Gewinnung von Beziehungen zwischen Reiz und Empfindung klar erkannt wurde. Es erscheint daher begreiflich, dass diese Methoden, welche durch Jahrzehnte hindurch fast unverändert geblieben sind, einander gewissermaßen selbständig und unabhängig gegenüber stehen, während doch die Einfachheit des gemeinsamen Untersuchungsobjectes einen nahen inneren Zusammenhang zwischen den verschiedenen Betrachtungsarten desselben wahrscheinlich macht. Unter diesem Gesichtspunkte ist es vielleicht nützlich, von dem heute gewonnenen Standpunkte aus rückschauend jene allgemeinen Grundsätze aufzusuchen, welche für die psychophysische Messung überall in Frage kommen und welchen wir daher in den einzelnen praktischen Gestaltungen der Maßmethoden wieder begegnen müssen.

Wundt<sup>1)</sup> hat die herkömmlichen psychophysischen Methoden in Abstufungs- und Fehlermethoden unterschieden. Zu den ersteren rechnet er seine Methode der Minimaländerungen, Methode der ebenmerklichen Unterschiede (Fechner), Methode der kleinsten Unter-

---

1) Philos. Studien I, 4, S. 556.

schiede (G. E. Müller), und die Methode der mittleren Abstufungen oder der übermerklichen Unterschiede, während zur letzteren Gruppe die Methode der richtigen und falschen Fälle, sowie diejenige der mittleren Fehler gezählt werden. Bei genauerer Betrachtung ergibt sich, dass in dieser Gruppierung die Methode der mittleren Abstufungen gegenüber den andern insofern eine Ausnahmestellung einnimmt, als es sich allein bei ihr stets um Reizdifferenzen handelt, welche die Unterschiedsschwelle sehr bedeutend übersteigen, während die übrigen Methoden principiell mit möglichst geringen Reizunterschieden arbeiten. Weiterhin treten die Methoden der mittleren Fehler und der ebenmerklichen Unterschiede einerseits zu der Methode der richtigen und falschen Fälle andererseits in einen gewissen Gegensatz. Dort wird nämlich aus der Scala der Reizunterschiede durch Mittelziehung nur ein einzelner in Beziehung zu einer bestimmten Empfindungsgröße gesetzt; hier dagegen erhalten wir durch die Einführung verschiedener Reizdifferenzen eine ganze Stufenleiter psychophysischer Werthe, welche uns das allmähliche Anwachsen der Unterschiedsempfindung aus dem Untermerklichen ins Uebermerkliche darthun, ohne uns irgend einen bestimmten Punkt der Reihe als besonders merkwürdig zu signalisiren. Dieser Gegensatz der Methoden ist es gewesen, auf den sich bisher die Zweifel an der Vergleichbarkeit ihrer Resultate in erster Linie gestützt haben. Um ihnen zu entgehen, führte G. E. Müller auch in die Methode der richtigen und falschen Fälle den Werth der Unterschiedsschwelle ein, deren Lage einer Reizdifferenz entspricht, welche gerade 50% richtiger Fälle liefert.

Es erscheint mir unter diesen Umständen gerechtfertigt, die beiden oben zuerst genannten Methoden zunächst der Methode der richtigen und falschen Fälle unter der Bezeichnung der »Grenzmethode« gegenüberzustellen. Ihre Aufgabe ist im allgemeinen eine doppelte, da die Feststellung jeder Grenze von zwei verschiedenen Seiten her erfolgen kann. Entweder man untersucht, wie groß der Unterschied zweier Reize sein muss, damit sie als ungleich aufgefasst werden, oder aber es wird jene Reizdifferenz gesucht, bei welcher noch die Empfindung der Gleichheit bestehen kann. Bei der praktischen Ausführung der Experimente werden diese beiden Seiten der Grenzmethode in der Methode der eben-

merklichen Unterschiede gewöhnlich zu einem einheitlichen Verfahren mit einander verknüpft. Etwas anders gestaltet sich die Methode der mittleren Fehler, indem sie, wie auch Wundt<sup>1)</sup> bemerkt, einseitig nur von der Seite der untermerklichen Reizdifferenz her den Punkt bestimmt, bis zu welchem im Mittel ein Vergleichsreiz vom Normalreize abweicht, ohne dass wir den Unterschied bemerken. Dieser Punkt wird im allgemeinen unterhalb des Untermerklichkeitspunktes liegen müssen, da wir ja hier nur verhältnissmäßig selten der Grenze uns nähern werden, an welcher gerade noch die Gleichschätzung möglich ist. Die Methode der mittleren Fehler bietet somit eine gewisse Analogie mit dem aufsteigenden Verfahren bei der Methode der ebenmerklichen Unterschiede, während eine dem absteigenden Gange entsprechende Methode fehlt. Eine solche ließe sich indessen sehr wohl ersinnen, indem man etwa die Aufgabe stellte, einen Reiz gerade größer oder kleiner zu machen, als einen gegebenen, und die Größe der sich dabei ergebenden Schwankungen des Vergleichsreizes um seinen Mittelwerth berechnete. Der so gewonnene Grenzwert dürfte mit dem Uebermerklichkeitspunkte sehr nahe zusammenfallen, da hier, um überall psychophysisch verwertbare Resultate zu erhalten, eine möglichste Annäherung an die Merklichkeitsgrenze von vorn herein gefordert werden muss.

Die Methode der richtigen und falschen Fälle hat seit langer Zeit den meisten Anlass zu theoretischen Discussionen gegeben, ohne dass darum bis heute die Schwierigkeiten ihrer Handhabung sich wesentlich vermindert hätten. Der Grund dafür ist, wie mir scheint, wesentlich in dem Umstande zu suchen, dass die Methode in ihrer jetzigen Gestalt zwei durchaus von einander verschiedene Schätzungsprincipien in sich vereinigt. Den Stein des Anstoßes bilden die Gleichheitsfälle, und zwar die wirklichen, in denen objectiv beide Reize einander gleich sind, wie die scheinbaren, in denen die Reizdifferenz nicht als solche empfunden wird. Schon die Bezeichnung der Methode tritt mit dem üblichen praktischen Verfahren in Widerspruch, da sie nur von »richtigen« und »falschen« Fällen spricht, gegenüber denen die Gleichheitsurtheile offenbar eine Sonderstellung einnehmen. Rein logisch genommen sind die scheinbaren Gleich-

---

1) Physiol. Psychologie, 3. Aufl. I, S. 345, 352 f.

heitsfälle allerdings »falsche« Fälle, und Lorenz<sup>1)</sup> hat auch diese Consequenz gezogen und sie ohne weiteres jenen letzteren zugeordnet, aber es ist selbstverständlich, dass sie psychologisch wesentlich anders charakterisirt werden müssen, als die wirklich falschen Urtheile. Einen rechnerischen Ausweg aus diesem Dilemma gibt es schlechterdings nicht. Alle vorgeschlagenen Vertheilungsmethoden beruhen auf Voraussetzungen, die bisher nicht bewiesen oder nachweisbar falsch sind und im günstigsten Falle den Effect haben, dass die unbequemen Fälle schließlich durch einfache Umtaufung aus den Berechnungen verschwinden. Gänzlich werthlos bei der praktischen Anwendung der Methode sind die freilich nur bei einem bestimmten Versuchsverfahren vorkommenden wirklichen Gleichheitsfälle. Welches Urtheil ist hier das richtige? Offenbar nur die Schätzung »gleich«. Trotzdem liegt es auf der Hand, dass dieses Urtheil eine ganz andere Bedeutung hat, als die übrigen richtigen Fälle, so dass eine gleichartige rechnerische Behandlung nur zu Ungeheuerlichkeiten führen könnte. Der unglücklichen »zweifelhaften« Fälle, die man in der verschiedenartigsten Weise ohne befriedigenden Erfolg abzuschütteln versucht hat, will ich hier gar nicht weiter gedenken, da auf sie später noch näher zurückzukommen sein wird.

Alle diese Schwierigkeiten können, soviel ich sehe, nur dadurch, und zwar endgültig, beseitigt werden, dass man der Methode ein einheitliches Princip, und zwar dasjenige der Ungleichschätzung zu Grunde legt, von der sie ihren Namen führt. Dieses von mir schon lange angewendete, von Jastrow<sup>2)</sup> neuerdings empfohlene Verfahren läuft darauf hinaus, dass der Versuchsperson die Aufgabe gestellt wird, unter allen Umständen einen der beiden verglichenen Reize als größer zu bezeichnen; durch völlige Ausschließung objectiver Gleichheitsfälle wird dieses Urtheil nicht unwesentlich erleichtert. Wie ich aus eigener Erfahrung versichern kann, stößt die praktische Durchführung solcher Versuche bei einiger Uebung auf keine nennenswerthen Schwierigkeiten. Auf diese Weise erhalten wir thatsächlich nur richtige und falsche Fälle, deren weiterer Verwerthung keinerlei theoretische Bedenken mehr im Wege stehen.

1) Philos. Studien II, 3, S. 394 ff.

2) American journal of psychology I, 2, S. 271 ff.

Haben wir damit eine in sich geschlossene, von fremden Bestandtheilen gesäuberte Methode gewonnen, die wegen der Genauigkeit ihrer Ergebnisse für feinere Untersuchungen stets von größtem Werthe sein wird, so werden wir nunmehr auch die ausgeschiedenen Elemente, jedes in seiner Art, noch gesondert der psychophysischen Forschung dienstbar zu machen versuchen. Zunächst sind die objectiven Gleichheitsfälle in besonderem Maße geeignet, zur Aufdeckung gewisser Arten von constanten Fehlern zu dienen. Lässt man regelmäßig zwei gleiche Reize auf die Versuchsperson einwirken, indem man die Aufgabe stellt, einen derselben als größer zu bezeichnen, so werden im allgemeinen bei großer Anzahl der Versuche die Fehlervorgänge ebenso oft den einen wie den andern größer erscheinen lassen, und selbst die Fälle, in denen wir keinen subjectiven Unterschied entdecken können und unser Urtheil ganz willkürlich abgeben, müssen sich schließlich auf beide Reize in gleicher Zahl vertheilen. Dagegen werden sich alle Arten von Zeit- und Raumfehlern auf das unzweideutigste in einer einseitigen Richtung des Urtheils kundgeben müssen, sofern nicht entgegengesetzte Einflüsse einander compensiren. Bei größerer Uebung im Jastrowschen Verfahren lässt sich diese Methode der wahren Gleichheitsfälle, obgleich sie natürlich mit der Messung der Unterschiedsempfindlichkeit gar nichts zu thun hat, praktisch doch ganz leicht mit der Methode der richtigen und falschen Fälle verbinden.

Die scheinbaren Gleichheitsfälle, deren Ballast der Methode der richtigen und falschen Fälle bisher so lästig war, führen ohne weiteres zu einer neuen Maßmethode der Unterschiedsempfindlichkeit, sobald man sie aus ihrer unorganischen Verbindung loslöst. Wie Merkel<sup>1)</sup> bereits dargethan hat, lässt sich analog jener soeben genannten Methode mit voller Berechtigung eine Methode der Gleichheits- und Ungleichheitsfälle aufstellen. Wir wählen Reizdifferenzen unterhalb der Unterschiedsschwelle und lassen die Versuchsperson die Frage beantworten, ob die verglichenen Reize ihr gleich oder ungleich erscheinen. Bei wechselndem Abstände der Reize von einander erhalten wir auf diese Weise eine Scala von Werthen, welche uns angeben, wie oft bei jeder Reizdifferenz der

1) Philos. Studien IV, 2, S. 257 ff.

Unterschied unbemerkt geblieben ist. Dass aus diesen Werthen sich mit demselben Rechte ein Urtheil über den Gang der Unterschiedsempfindlichkeit ableiten lässt, wie aus der Methode der richtigen und falschen Fälle, bedarf keiner weiteren Ausführung. Zugleich aber würde es möglich sein, die Gleichschätzungen zur Berechnung eines mittleren Schätzungsfehlers zu benutzen, indem man auf den Vortheil der Abstufungen verzichtet, der eine subtilere Behandlung der Versuchsergebnisse gestattet und einen tieferen Einblick in das Wesen der Unterschiedsschwelle eröffnet.

Diese letztere Betrachtung dient dazu, das gegenseitige Verhältniss der Grenzmethoden und der zuletzt besprochenen zu beleuchten, die wir vielleicht, um den von Wundt in anderm Sinne gebrauchten Ausdruck der Abstufungsmethoden zu vermeiden, als »Differenzmethoden« bezeichnen können. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Gruppen besteht, wie mir scheint, nur darin, dass wir dort alle Zwischenstufen vernachlässigen, um eine Reizdifferenz von bestimmten psychophysischen Eigenschaften aufzufinden, den Ueber- und Untermerklichkeitspunkt oder einen beliebigen, nach den Gesetzen des Zufalls wechselnden Punkt unterhalb der Schwelle. Das ursprüngliche Versuchsverfahren ist daher für jene Methoden ein continuirliches, d. h. der Vergleichsreiz wird von einem beliebigen Ausgangsreize aus soweit verändert, bis er den von der Methode geforderten Bedingungen entspricht. Ob diese Veränderung durch einen Gehülfen oder durch die Versuchsperson selbst vorgenommen wird (passives oder actives Verfahren), ist an sich unwesentlich, kann aber sehr wohl bei der Entstehung constanter Fehler eine wichtige Rolle spielen. Indessen, wenn auch innerhalb des einzelnen Versuchs die Zwischenstufen übergangen werden und sich daher keine Grade der Merklichkeit oder Unmerklichkeit ergeben, so kann man doch eine derartige Scala sehr leicht erhalten, sobald man eine größere Anzahl von Versuchen mit einander zusammenstellt und statistisch behandelt. Die oben charakterisirten Punkte fallen natürlich auf die einzelnen objectiven Reizdifferenzen mit sehr verschiedener Häufigkeit, und eine Curve, welche diese Verhältnisse darstellte, würde ohne Zweifel ein sehr viel genaueres Bild von dem Gange der Unterschiedsempfindlichkeit

gewähren, als die bisher geübte arithmetische Mittelziehung aus den einzelnen beobachteten Reizunterschieden.

Bei den Differenzmethoden wird gewissermaßen jeder Versuch der Grenzmethode in seine einzelnen Phasen auseinandergelegt. An dieser Auffassung ändert der Umstand nichts, dass die Methode der richtigen und falschen Fälle ursprünglich nur zwei Reizdifferenzen mit einander verglich; das war nichts, als ein abgekürztes, rudimentäres Verfahren, welches doch darauf hinauslief, wenigstens durch Rechnung die ganze Scala der Beziehungen zwischen Reizunterschieden und richtigen Urtheilen auffinden zu können. Zur experimentellen Lösung dieser Aufgabe dient die Einführung des von Wundt begründeten Principes der Minimaländerungen, der systematischen Variation der Reizdifferenz in möglichst kleinen Abstufungen. Allerdings hat Wundt jenes Princip zunächst für die Methode der ebenmerklichen Unterschiede benutzt und dieselbe darnach als Methode der Minimaländerungen bezeichnet. Allein während das Abstufungsverfahren dort wesentlich nur eine praktisch genauere Bestimmung des gesuchten Grenzwertes erreicht, kann es nicht zweifelhaft sein, dass es für die Differenzmethoden eine geradezu grundlegende Bedeutung besitzen muss. Ich habe daher das Princip der Minimaländerungen, dessen Einführung Wundt bereits für die Methode der mittleren Fehler und der mittleren Abstufungen empfohlen hat, seit Jahren auch bei der Methode der richtigen und falschen Fälle regelmäßig in Anwendung gezogen<sup>1)</sup>. Ja, man kann sogar sagen, dass die Wundt'sche Methode der Minimaländerungen völlig mit den Differenzmethoden zusammenfällt, sobald wirklich die Urtheile der Versuchsperson bei allen Abstufungen des Vergleichsreizes berücksichtigt werden, da dieselben den jeweiligen Procentsatz an richtigen und Gleichheitsfällen ohne weiteres enthalten. Umgekehrt ergibt jede Versuchsreihe der Differenzmethoden einen Ueber- und Untermerklichkeitspunkt, wenn man die Abstufungen ignoriert und diejenige Reizdifferenz auswählt, an welcher die subjective Gleichheit verschwindet oder beginnt. Die Art der Schätzung ist naturgemäß bei allen Methoden dieselbe; sie kann nur zu den Urtheilen gleich oder ungleich, größer oder kleiner

1) Vgl. Falk, Versuche über die Raumschätzung mit Hilfe von Armbewegungen. Diss. Dorpat 1890, S. 9.

führen. Dagegen werden die Reizdifferenzen bei den Grenzmethoden durch continuirliche Veränderung des Vergleichsreizes so groß gemacht, dass sie einer bestimmten der aufgeführten Alternativen entsprechen, während bei den Differenzmethoden für jede einzelne Zwischenstufe gesondert die Frage beantwortet wird. Dass dabei die Scala der Reizunterschiede meist etwas anders ausfällt als dort, ist nicht von entscheidender Bedeutung. Sobald man in die Grenzmethoden das Princip der Abstufungen einführt, wird die gesammte Technik der Experimente genau dieselbe, wie bei den Differenzmethoden; der Unterschied in den Versuchsmethoden wird zu einem Unterschiede in der Berechnungsart der Versuche.

Es könnte nach diesen Ausführungen den Anschein gewinnen, als ob die Vertheilung der verschiedenen Urtheile auf die einzelnen Reizunterschiede im wesentlichen gleich ausfallen müsse, mag man sie nun aus den Grenzmethoden oder aus den Differenzmethoden gewinnen, wenn man sie nur auf dieselbe Weise berechnet. Offenbar nämlich kann man sich aus jenen Methoden eine ganz ähnliche Scala von Procentsätzen dadurch construiren, dass man für jede einzelne Reihe die Reizdifferenzen unterhalb des Untermerklichkeitspunktes als Gleichheitsfälle, diejenigen oberhalb des Uebermerklichkeitspunktes als Ungleichheitsfälle betrachtet. Dennoch trifft jene Voraussetzung für die gewöhnliche Art der Versuchsanstellung ohne Minimaländerungen durchaus nicht zu. Selbst dann, wenn der Umfang der untersuchten Reizdifferenzen annähernd derselbe ist, hängt bei den Grenzmethoden die relative Zahl der wirklich abgegebenen Urtheile über die einzelnen Unterschiede ganz von der Disposition der Versuchsperson ab, da alle Schätzungen hier mehr oder weniger Grenzfälle darstellen. Bei den Differenzmethoden dagegen wird jeder überhaupt untersuchte Reizunterschied mit gleicher Häufigkeit und unter systematischer Abänderung aller Versuchsbedingungen der Beurtheilung dargeboten; wir werden also hier eine weit vollständigere Elimination der constanten Fehler erwarten dürfen als dort. Dazu kommt noch, dass hier die einzelnen Abstufungen im Wesen der Versuchstechnik selbst liegen, während sie dort erst nachträglich, nach der Ausführung der Schätzungen, zum Zwecke der Gruppierung mehr oder weniger willkürlich hineingetragen werden müssten.

Soll ich endlich noch den praktischen Werth der einzelnen Methoden gegeneinander abwägen, wie er sich nach eigenen bisherigen Erfahrungen mir darstellt, so erscheint als die sicherste, aber zugleich bei weitem zeitraubendste die Methode der richtigen und falschen Fälle in der Jastrow'schen Modification und unter Einführung des Principes der Minimaländerungen, eventuell auch mit Benutzung der objectiven Gleichheitsfälle zur Ermittlung der Zeit- und Raumfehler. Die Berechnung der Unterschiedsschwelle lässt sich dann aus demselben Versuchsmateriale vornehmen, ohne dass man nach der Methode der ebenmerklichen Unterschiede noch besonders zu experimentiren brauchte. Hat man nicht nach dem Jastrow'schen Verfahren, sondern unter Zulassung von Gleichheitsurtheilen gearbeitet, so werden die berechneten Resultate unter der Unsicherheit der Vertheilung jener letzteren leiden; dagegen wird man die Möglichkeit haben, aus ihnen direct die Lage der Unterschiedsschwelle wie die Größe des begangenen mittleren Schätzungsfehlers zu berechnen. Man umgeht auf diese Weise die Untersuchung nach der Methode der mittleren Fehler, welche im übrigen den Vortheil hat, verhältnissmäßig sehr rasch zu verwertbaren Ergebnissen zu führen. Dafür pflegen bei ihr die constanten Fehler eine recht große Rolle zu spielen, da die Eliminationsverfahren nur sehr unvollkommen anwendbar sind. Dieser Einwand dürfte die Methode der Gleichheits- und Ungleichheitsfälle nicht treffen, doch ist dieselbe nicht weniger umständlich, als die Methode der richtigen und falschen Fälle, und einstweilen theoretisch wie praktisch noch ungenügend geprüft. Die einfache Methode der ebenmerklichen Unterschiede ohne Benutzung der Minimaländerungen kann zur schnellen Orientirung mit Vortheil gebraucht werden; sie liefert indessen unsichere und mit starken constanten Fehlern behaftete Resultate.

Allen bisher genannten Methoden war die Eigenthümlichkeit gemeinsam, dass zwei von einander sehr wenig unterschiedene Reize mit einander verglichen werden mussten. Wie die Erfahrung lehrt, vermögen wir indessen, namentlich bei solchen Reizen, deren objective Maße uns geläufig sind, mit einiger Sicherheit auch noch andersartige Größenbeziehungen abzuschätzen, indem wir einen Reiz als ein bestimmtes Multiplum des andern erkennen. Da hier in

der Regel wohl die Vergleichung des einen Reizes mit einem associativ erzeugten Phantasiebilde erfolgt, können wir alle Methoden, welche sich auf jene Erfahrung stützen, vielleicht als indirecte Maßmethoden den oben besprochenen directen gegenüberstellen. Die nächstliegende derartige Methode wäre die von Merkel<sup>1)</sup> zuerst untersuchte Methode der doppelten Reize, welche sich die Aufgabe stellt, einen Reiz gerade doppelt so groß zu machen, als einen gegebenen. Wie man sieht, kleidet sich die neue Methode in das Gewand der Methode der mittleren Fehler, insofern sie eben die Fehler (zunächst die constanten) untersucht, welche wir bei der Lösung der gestellten Aufgabe begehen. Natürlich aber könnte ebenso gut auch jede andere der directen Methoden zur Prüfung unserer Unterschiedsempfindlichkeit bei der Schätzung des doppelten Reizes herangezogen werden. Es wäre ebenso gut möglich, den Punkt festzustellen, an welchem die Abweichung von dem objectiv zweifachen Werthe gerade anfängt über- oder untermerklich zu werden, oder die Procentsätze von Gleichheits-, Ungleichheits-, richtigen und falschen Fällen zu bestimmen, welche sich für jede Differenz des Vergleichsreizes gegenüber dem supponirten doppelten Reize ergeben würden. Selbstverständlich müssten die Ergebnisse recht unsichere werden, und es ist vor der Hand nicht recht abzusehen, welche Förderung unserer Erkenntniß etwa aus der Anstellung derartiger vergleichender Versuche erwachsen könnte. Dass in derselben Weise auch eine Methode der 3-, 4-, 5fachen Reize u. s. f. ersonnen und nach denselben Principien geprüft werden kann, bedarf kaum weiterer Erwähnung. Neu ist ja hier nicht eigentlich die Methode der Schätzung oder Berechnung, sondern wesentlich das geschätzte Object oder, wenn man will, der Normalreiz, insofern er nicht unmittelbar gegeben, sondern an der Hand eines objectiven Anhalts erst construiert werden muss.

Eine eigenartige Stellung gegenüber der gewöhnlichen Multiplischätzung nimmt, wie es scheint, die Methode der mittleren Abstufungen ein. Sie ist gewissermaßen eine doppelte Methode der doppelten Reize, da der Vergleichsreiz einmal das Doppelte des einen Normalreizes, der andere Normalreiz aber wieder das Doppelte

1) Philos. Studien IV, 4, S. 545 ff.

des Vergleichsreizes darstellt. Auch diese Methode kann sich zur Feststellung des mittleren Reizes in gleicher Weise der früher geschilderten Methoden bedienen; Wundt<sup>1)</sup> scheint zu diesem Zwecke ein Verfahren analog demjenigen bei der Bestimmung der Unterschiedsschwelle zu bevorzugen.

Ob auch diese Methode nur auf einem indirecten Schätzungsvorgange beruht, dessen Chancen bei der zweifachen Constructionshilfe besonders günstige sind, oder ob wir wirklich eine unmittelbare Fähigkeit zur Auffassung der mittleren Abstufung besitzen, wie durch manche ästhetische Erfahrungen angedeutet wird, muss einstweilen dahingestellt bleiben. Leider erwachsen der Schätzung hier sehr schwer eliminirbare constante Fehler aus den Contrast-einflüssen.

Die theoretische Durcharbeitung der psychophysischen Maßmethoden ist von Fechner mit so großer Gründlichkeit in Angriff genommen und weiterhin von Gegnern und Anhängern fortgeführt worden, dass gerade diese Discussionen einen ganz unverhältnissmäßig breiten Raum in der psychophysischen Literatur beanspruchen. Es wäre verfehlt, die grundlegende Bedeutung jener Forschungshilfsmittel verkennen und nicht vor allem sich taugliche Werkzeuge zur wissenschaftlichen Arbeit verschaffen zu wollen; allein es hat sich doch wohl heute mehr und mehr die Erkenntniss Bahn gebrochen, dass ein Fortschritt im Verständniss und in der Handhabung der Methoden nicht sowohl durch die Aufstellung neuer Formeln, durch mathematische Folgerungen aus unbewiesenen Annahmen, [als vielmehr durch die Herbeischaffung immer sorgfältiger durchgearbeiteten Erfahrungsmaterials erreicht werden kann.

Als das geeignetste Gebiet zur Durchführung einer vergleichenden experimentellen Prüfung aller oder doch der meisten psychophysischen Methoden, wie sie in letzter Zeit namentlich von Merkel in Angriff genommen worden ist, war mir seit langer Zeit der Raumsinn der Netzhaut erschienen, weil es hier möglich ist, exact gemessene und abgestufte Reize simultan auf ein hochentwickeltes Sinnesorgan einwirken zu lassen. Auf meine Anregung hin stellte Herr stud. med. Higier im Jahre 1889 eine sehr eingehende, etwa

---

1) *Physiol. Psychologie.* 3. Aufl. I, S. 351.

50 000 Versuche umfassende Untersuchung in der angedeuteten Richtung an, von deren Ergebnissen ich schon jetzt wenigstens einige Punkte kurz besprechen möchte, da die zunächst als Dissertation<sup>1)</sup> erschienene Arbeit weiteren Kreisen voraussichtlich erst in einiger Zeit zugänglich sein wird. Den Haupttheil des experimentellen Materiales bilden Versuche, welche vergleichend nach der Methode der mittleren Fehler und nach der Methode der richtigen und falschen Fälle unter Benutzung des Principes der Minimaländerungen und zwar mit und ohne Zulassung von Gleichheitsurtheilen durchgeführt wurden.

Die erste Frage, welche an der Hand dieses Beobachtungsmateriales untersucht werden konnte, war diejenige nach den Beziehungen zwischen dem mittleren Fehler und den Procentsätzen richtiger Fälle. Mit Hülfe des Fechner'schen Präcisionsmaßes wurde der Procentsatz richtiger Fälle, welcher sich für eine Reizdifferenz von der Größe des mittleren Fehlers ergeben würde, = 73,62% gefunden. Dabei ist indessen zu bemerken, dass, wie sich nachträglich herausstellte, die Scala der Reizdifferenzen nicht für alle Versuchsreihen bis in das Gebiet des Uebermerklichen hineinreichte. In Folge dessen war das berechnete Präcisionsmaß ein wenig zu klein ausgefallen, so dass jener Procentsatz bei völlig einwurfsfreier Durchführung der Versuche sich noch etwas erhöhen dürfte.

Allerdings wird sich kaum in Abrede stellen lassen, dass die zeitlich auseinander liegenden Versuchsreihen nach der Methode der mittleren Fehler und derjenigen der richtigen und falschen Fälle nur bedingt mit einander vergleichbar erscheinen. Dagegen hat Higier gleichzeitig mit den Versuchen nach dem Jastrowschen Verfahren auch solche mit Zulassung der Gleichheitsfälle angestellt und aus diesen letzteren den mittleren variablen Fehler berechnet, der mit dem bei activer Einstellung gefundenen Werthe sehr nahezu übereinstimmte. Durch diese Anordnung der Versuche ergab sich weiterhin die erwünschte Möglichkeit, unmittelbar die Methoden rechnerischer Vertheilung der Gleichheitsfälle mit der experimentellen Eliminirung derselben zu vergleichen.

Die beiden nächstliegenden Verrechnungsarten der Gleichheits-

---

1) Higier, Experimentelle Prüfung der psychophysischen Methoden im Bereiche des Raumsinnes der Netzhaut, Diss. Dorpat, 1890.

fälle sind die proportionale und die gleiche Theilung. Der letztere Modus setzt offenbar das Bestehen einer Unterschiedsschwelle voraus, indem er annimmt, dass bei den Gleichheitsfällen thatsächlich nicht das geringste Ueberwiegen des einen der beiden in das Bewusstsein gelangten Reize über den andern stattfindet. Nur dann, wenn die Reize  $a$  und  $b$  wegen der Fehlervorgänge wirklich als vollkommen gleich empfunden werden, fällt unser Urtheil beim Zwange, trotzdem den einen derselben als größer zu bezeichnen, voraussichtlich ebenso oft auf den einen, wie auf den andern. Wesentlich verschieden liegt indessen die Sache, wenn die Urtheile »gleich« in Wirklichkeit »zweifelhaft« bedeuten, wenn uns also in diesen Fällen der Unterschied nur nicht deutlich genug erscheint, um uns bestimmt in einer Richtung zu erklären. Unter solchen Umständen würden sich natürlich bei der zwangsmäßigen Entscheidung die Gleichheitsfälle nicht in gleicher Anzahl auf die richtigen und falschen Fälle vertheilen, sondern man darf erwarten, dass die undeutlich empfundene Differenz bei zahlreichen Versuchen doch häufiger zu richtigen als falschen Urtheilen führen wird, ähnlich wie nach Fechner's Ausführung die minimale Ueberlast in einer Wagschale wohl bei der einzelnen Wägung unwirksam bleiben kann, bei immer wiederholter Prüfung aber schließlich doch das mittlere Resultat beeinflussen muss.

Wer selber vielfach experimentirt hat, wird mir wahrscheinlich in der Anschauung beistimmen, dass die zweifelhaften Fälle nach dem subjectiven Gefühl unter den sog. Gleichheitsurtheilen die Regel bilden. Fast niemals erscheinen uns die beiden Reize wirklich absolut gleich; weit häufiger fühlen wir uns einfach unsicher in unserem Urtheil und geben nur selten das Votum »gleich« mit jener Zuversicht ab, mit der wir gewöhnlich den einen Reiz als »größer« oder »kleiner« bezeichnen. Gerade daraus erklären sich auch die verhältnissmäßig sehr geringen subjectiven Schwierigkeiten, auf welche die Durchführung des Jastrow'schen Verfahrens stößt. Allein es kann aus dieser Erfahrung durchaus nicht ohne weiteres geschlossen werden, dass jene unsichere Empfindung eines Reizunterschiedes, welche uns praktisch zum Aussprechen des Gleichheitsurtheils veranlasst, wirklich immer aus der unmittelbaren Auffassung eines sehr kleinen Empfindungsunterschiedes entspringe.

Eine solche Annahme wäre mit der Thatsache der Unterschiedsschwelle unvereinbar, falls wir anders diese letztere als eine Reizdifferenz betrachten, welche, abgesehen von den variablen Fehlervorgängen, durchaus nicht wahrgenommen werden kann. Wenn trotz des Bestehens einer Unterschiedsschwelle die unzweideutige Gleichheitsempfindung relativ selten ist, so kann das nur darauf beruhen, dass unser Urtheil nicht nur von der wirklichen Empfindungsstärke, sondern auch noch von allerlei sonstigen Umständen psychologischer Natur, Erwartung, Associationen, Auffassungsschwankungen u. dergl. beeinflusst wird. Diese secundären Fehlervorgänge werden sich aber, sobald beide Reize wegen der Unterschiedsschwelle mit ursprünglich ganz gleicher Stärke empfunden werden, bei zahlreichen Versuchen völlig compensiren. Anders steht es mit jenen Grenzfällen, in denen der subjective Reizunterschied sehr nahe über der Schwelle liegt, ohne dass wir doch den Grad von »confidence« erreichen, der uns für ein Ungleichheitsurtheil erforderlich scheint. Wie eine einfache Ueberlegung zeigt, müssen diese Fälle nach dem Jastrow'schen Verfahren weit mehr richtige als falsche Urtheile liefern.

Aus diesen Erwägungen würde sich ergeben, dass von den beiden oben erwähnten Vertheilungsweisen der Gleichheitsfälle weder die eine noch die andere völlig zutreffend ist, da jede nur einen Theil des Gebietes berücksichtigt, welches erfahrungsgemäß durch die Gleichheitsfälle eingenommen wird. Man sollte somit vermuthen, dass die einfache experimentelle Beseitigung der Gleichheitsfälle nach dem Jastrow'schen Verfahren für jede Reizdifferenz einen Procentsatz richtiger Fälle liefere, der irgendwo zwischen jenen corrigirten Werthen liegt, wie sie nach den besprochenen beiden Vertheilungsweisen gewonnen werden. Wäre die Unterschiedsschwelle = 0, so würde sich voraussichtlich die proportionale Vertheilung als die richtige erweisen. Spräche dagegen das Ergebniss der Versuche ohne Gleichheitsurtheile für die volle Bewährung des Halbirungsprincipes, so wäre bei allen Gleichheitsfällen thatsächlich die subjective Reizdifferenz eine untermerkliche gewesen; die Unterschiedsschwelle würde demnach etwa der Größe des mittleren Fehlers entsprechen, welcher sich aus den Gleichheitsfällen berechnen ließe.

Leider haben diese Erwägungen keine experimentelle Bestäti-

gung gefunden. Die Versuche ohne Gleichheitsurtheile lieferten einen Procentsatz richtiger Fälle, der kleiner war, nicht nur als das corrigirte  $r'$  nach der proportionalen, sondern sogar, wenn auch nur sehr wenig, kleiner, als  $r'$  bei gleicher Vertheilung der Gleichheitsfälle. Dieses überraschende Resultat deutete anscheinend darauf hin, dass nach beiden Vertheilungsweisen zu viel richtige Fälle aus den Gleichheitsfällen herausgeholt wurden, dass demnach diese letzteren in größerer Zahl den falschen, als den richtigen Fällen entsprachen, welche nach dem Jastrow'schen Verfahren erhalten wurden. War diese Auffassung richtig, so musste überall in den Versuchsreihen die Zahl der Gleichheitsurtheile mit der Abnahme der falschen Fälle relativ anwachsen, und umgekehrt, da sie verhältnissmäßig häufiger so zu sagen verkappte falsche als richtige Fälle darstellten, resp. beim Jastrow'schen Verfahren sich in solche umwandeln. Bei der Durchsicht der Versuchsprotokolle stellte sich dieses Verhalten in der That als durchgreifende Regel heraus. Demnach bestand bei den Versuchen mit Gleichheitsurtheilen ohne Zweifel die Neigung, solche Schätzungen, die beim Jastrow'schen Verfahren falsch ausfielen, in größerer Zahl zu Gleichheitsfällen umzuwandeln, als jene, welche dort richtige Ergebnisse lieferten. Der experimentellen Eliminirung der Gleichheitsfälle würde also in diesen Versuchen eine Vertheilung entsprochen haben, die nicht eine größere oder die gleiche, sondern eine geringere Zahl von Gleichheitsurtheilen den richtigen Fällen zugerechnet haben würde, als den falschen.

Eine Erklärung dieses zunächst paradoxen Befundes liegt vielleicht nicht so sehr fern. Alle Versuche wurden nach dem wissenschaftlichen Verfahren angestellt. Dabei ist aber eine volle Freiheit von jeder Voreingenommenheit nicht zu erreichen; vielmehr weiß die Versuchsperson, auch ohne es irgend zu wollen, in jeder Versuchsreihe meist ziemlich bald wenigstens annähernd, ob sie richtig oder falsch urtheilt. Freilich sollten die hieraus entspringenden Fehler sich bei den Versuchen mit und ohne Gleichheitsfälle geltend machen. Es lässt sich jedoch sehr wohl denken, dass ihr Einfluss dort, wo nur richtige oder falsche Fälle zugelassen werden, verhältnissmäßig geringer ist, während im andern Falle die gleiche minimale Empfindungsdifferenz, die in der mehr oder weniger deutlich

erwarteten Richtung zur Fällung eines »richtigen« Urtheils Anlass gibt, in der entgegengesetzten Richtung vielleicht nur eine vorsichtige Gleichschätzung zur Folge hat. Wir wollen diesen hypothetischen Fehler, dessen Deutung mit Sicherheit allerdings erst auf Grund sorgfältiger Vergleichsversuche nach dem unwissentlichen Verfahren festgestellt werden könnte, einstweilen als den »Erwartungsfehler« bezeichnen. Derselbe ist durchaus nicht zu verwechseln mit jenem Fehler, welcher beim auf- oder absteigenden Verfahren aus einer gewissen Trägheit unserer Auffassung entsteht und uns einen Unterschied noch wahrnehmen lässt, wenn er schon verschwunden ist, und umgekehrt. Während jener Trägheitsfehler sich durch entgegengesetzte Richtung der Abstufungen eliminiren lässt, kann dieser aus dem systematischen Gange des Versuchsverfahrens entspringende Fehler nur durch völlige Unsicherheit und Unbefangenheit der Versuchsperson beseitigt werden, ein Ausweg, der übrigens voraussichtlich wieder nach anderer Seite hin manche Unbequemlichkeiten und Nachteile darbietet.

Die im Vorstehenden berührten Ergebnisse sind es, welche einstweilen auch die praktische Bestimmung der Unterschiedsschwelle aus den Versuchen nach der Methode der richtigen und falschen Fälle unsicher erscheinen lassen. Die Müller'sche Aufstellung, dass bei einer Reizdifferenz gleich dem Unterschiedsschwellenwerthe die Anzahl der wirklichen richtigen Fälle gerade 50% betragen muss, gilt natürlich nur bei gänzlichem Ausschlusse constanter Fehler, da nur unter dieser Bedingung die positiven und negativen Ursachenelemente sich vollkommen symmetrisch vertheilen und somit in der Hälfte der Fälle den Vergleichsreiz über die Unterschiedsschwelle hinaus vergrößern können. Wie es scheint, sind aber die Erwartungsfehler bei dem meist angewandten wissentlichen Verfahren nicht ganz zu vermeiden. Mag auch das Princip der Minimaländerungen für ihr Entstehen die günstigsten Bedingungen darbieten, so dürften sie doch selbst bei der Vergleichung nur zweier Reize in geringerem Maße ebenfalls vorhanden sein. Wie wir oben eine relativ große Zahl von eigentlich falschen Fällen unter dem Einflusse jenes Fehlers in Gleichheitsurtheile sich verwandeln sahen, so besteht auch die Gefahr, dass die Zahl der richtigen Schätzungen auf Kosten der Gleichheitsfälle zu groß

ausfällt. Die Unterschiedsschwelle scheint dann niedriger zu liegen, als es in Wirklichkeit der Fall ist.

Die Berechnung der Unterschiedsschwelle aus Higier's Versuchen wurde leider noch durch den Umstand beeinflusst, dass, wie früher erwähnt, die Abstufungen der Reizdifferenzen nicht überall bis in das Gebiet des Uebermerklichen hineinreichten. Der ermittelte Werth war also eigentlich als etwas zu niedrig anzusehen. Trotzdem entsprach in den Versuchen mit Gleichheitsurtheilen der Unterschiedsschwelle ein Procentsatz von im Mittel 66,3 richtigen Fällen an Stelle der theoretisch geforderten 50%. Will man auch dieser Zahl aus dem angeführten Grunde und wegen der Berechnung mit Hülfe des Präcisionsmaßes keinen allzu großen Werth beimessen, so dürfte sie dennoch für das Vorhandensein eines Fehlers sprechen, der die Zahl der richtigen Fälle erhöht hat. Zu einem ähnlichen Ergebnisse glaube ich hinsichtlich der von Lorenz und Merkel<sup>1)</sup> ausgeführten Versuche über die Unterscheidung von Schallstärken kommen zu müssen, welche eine weit unmittelbarere und zutreffendere Prüfung unserer Frage erlauben. Dort wurde nämlich experimentell die Zahl der richtigen Fälle bestimmt, welche der Unterschiedsschwellenwerth als Reizdifferenz lieferte. Die Versuche ergaben nach Elimination der gewöhnlichen constanten Fehler für Lorenz 46,44 und für Merkel 48,76%. Allein bei dieser Berechnung sind die zweifelhaften Fälle, welche von beiden Beobachtern, wenn auch in verschiedenem Maße, zugelassen wurden, zur Hälfte den richtigen zugetheilt, während die Gleichheitsfälle natürlich unberücksichtigt blieben. Nach den früher angestellten Erwägungen glaube ich indessen gerade die zweifelhaften Fälle als solche auffassen zu müssen, bei denen die Empfindungsdifferenz nicht unterhalb, sondern sehr nahe oberhalb der Unterschiedsschwelle gelegen ist. Unter dieser Voraussetzung würden aber diese Fälle nicht gleich, sondern, wie auch Merkel später gemeint hat, proportional unter die richtigen und falschen Fälle zu vertheilen sein. Führt man diese Rechnung aus, so ergibt sich als dem Schwellenwerthe entsprechend für Lorenz 54,3, für Merkel 54,6% richtiger Fälle. Die Abweichung dieser Zahlen von der theoretisch geforderten ist zwar größer, als

1) Philos. Studien II, 3, S. 469.

bei den oben angeführten; dafür stimmen sie untereinander besser überein und lassen, wie die Versuche Higier's, den erwarteten positiven constanten Fehler erkennen, der allerdings hier wegen der andersartigen Methodik weit geringer ist.

Bei den Versuchen ohne Gleichheitsfälle bestimmt sich die Lage der Unterschiedsschwelle wesentlich anders. Wir haben dabei zwischen vier verschiedenen Arten von Urtheilen zu unterscheiden. In Folge der Fehlervorgänge wird auch hier in der einen Hälfte der Fälle die Reizdifferenz in positivem Sinne vergrößert, so dass wir wiederum zunächst 50% wirklicher richtiger Fälle erhalten. Genau ebenso häufig kommt es vor, dass die Reizdifferenz sich für die Empfindung bis auf 0 verkleinert oder negative Werthe annimmt. Wird dabei selbst von den größten zufälligen Fehlervorgängen der an sich größere Vergleichsreiz nicht soweit verkleinert, dass er nach der entgegengesetzten Richtung hin sich um mehr als die Unterschiedsschwelle vom Normalreize unterscheidet, so fällt die ganze zweite Hälfte der subjectiven Reizdifferenzen in das Schwellengebiet, innerhalb dessen sie Gleichheitsfälle ergeben müsste, falls man solche zuließe. Nach dem Jastrow'schen Verfahren würden sich diese Gleichheitsfälle zu gleichen Theilen in »scheinbare« richtige und »scheinbare« falsche verwandeln, insofern irgendwelche secundäre Umstände bald diese, bald jene Auffassung näher legen würden. Endlich kann es aber auch noch wirkliche falsche Fälle geben, in denen die Umkehrung der Reizdifferenz den Merklichkeitsgrad erreicht oder überschreitet. Die negativen Fehler müssen hier zum Theil die doppelte Grösse der Unterschiedsschwelle übertreffen.

Diese letzteren Fälle sind es, von denen wesentlich der Procentsatz richtiger Fälle abhängt, welcher der Benutzung der Unterschiedsschwelle als Reizdifferenz entsprechen würde. Sobald es keine wirklichen falschen Fälle gibt, addirt sich zu der Zahl der wirklichen richtigen Fälle (50%) einfach diejenige der scheinbaren richtigen (25%) hinzu, so dass wir also als oberen Grenzwert für die Unterschiedsschwelle 75% richtiger Fälle erhalten müssen<sup>1)</sup>. Von je zwei wirklichen falschen Fällen geht aber

1) Wundt (Physiol. Psychologie. 3. Aufl. I, S. 353) gibt an, dass  $r' = 100$  werde, sobald der Reizunterschied den Schwellenwerth überschreite. Die Be-

immer einer aus einem scheinbaren falschen, der andere aus einem scheinbaren richtigen Falle hervor, so dass sich also mit dem Wachsen der Fehlermaxima über den doppelten Werth der Unterschiedsschwelle hinaus die Zahl der richtigen Fälle stetig vermindert, welche die Unterschiedsschwelle repräsentiren. Wäre diese letztere = 0, so würden schon die kleinsten Fehlervorgänge wirkliche falsche Fälle erzeugen und wir hätten dann den andern Grenzfall vor uns, dass die Unterschiedsschwelle als Reizdifferenz ebenso viel richtige wie falsche Fälle liefert. Je kleiner die Unterschiedsschwelle und je größer die Schwankungen im Betrage der zufälligen Fehler, desto zahlreicher werden die wirklichen falschen Fälle, und desto mehr nähert sich der Procentsatz richtiger Fälle für die Unterschiedsschwelle dem Werthe 50%, ohne ihn jemals zu erreichen, da die Unterschiedsschwelle niemals 0 werden kann, während die obere Grenze von 75%, die Jastrow ein für allemal als Schwelle betrachtet, sehr wohl erreichbar sein dürfte.

Schon bei den Versuchen von Lorenz und Merkel beliefen sich die wirklichen falschen Fälle noch nicht auf ganz 2%, so dass man beim Experimentiren nach dem Jastrow'schen Verfahren für die Unterschiedsschwelle voraussichtlich 74% richtiger Fälle erhalten hätte. Eine volle Constanz dieses Werthes, wie für die Müller'sche Schwelle, ist nicht zu erwarten; vielmehr dürfte das Versuchsgebiet und eine Reihe von andern Umständen, welche die Schwankungen in der Fehlergrösse beeinflussen, hier von entscheidender Bedeutung sein. Andererseits vermag man aus jenem Procentsatze unter Zuhülfnahme der von Müller aufgestellten Beziehung jederzeit die Zahl der wirklichen und scheinbaren richtigen und falschen Fälle abzuleiten. Higier's Versuche ergeben für zwei Distanzen mit Zulassung von Gleichheitsfällen im Durchschnitte 13,0% wirkliche falsche Fälle. Die Unterschiedsschwelle hätte demnach bei ihm 68,5% richtiger Fälle nach dem Jastrow'schen Verfahren ergeben müssen. Trotzdem lieferte die Berechnung mit Hülfe der allerdings

---

dingung  $r' = 100$  schließt indessen offenbar bereits Wegfall aller Gleichheitsurtheile in sich, da ja sonst die Hälfte derselben als  $f'$  übrig bleiben müssten. Jene Gleichung gilt somit für einen Reiz, der so weit vom Normalreiz unterschieden ist, dass die Differenz auch durch die größten empirischen Fehlervorgänge nicht mehr unter die Unterschiedsschwelle herabgedrückt werden kann.

unsicheren, experimentell gefundenen Unterschiedsschwelle einen Werth von 74,5%. Die Zahl der richtigen Fälle erwies sich somit auch hier, wahrscheinlich in Folge eines Erwartungsfehlers, verhältnissmäßig zu groß, wenn auch lange nicht in dem Maße wie bei den Versuchen mit Gleichheitsurtheilen.

Von den sonstigen constanten Fehlern, welche gewöhnlich bei psychophysischen Versuchen Berücksichtigung fordern, sind die meisten von Higier nach Möglichkeit eliminirt worden. Als solche erwiesen sich einmal der wahrscheinlich aus der monocularen Ausführung der Experimente hervorgehende Raumfehler, der (für das rechte Auge) zu einer Ueberschätzung der links gelegenen Strecke führte, sodann ein Zeitfehler, welcher sich in subjectiver Vergrößerung der regelmäßig zuerst in's Auge gefassten Normaldistanz kundgab. Außerdem bestand ein Trägheitsfehler, der in bekannter Weise den verschiedenen Ausfall der Schätzung bei aufsteigendem und bei absteigendem Verfahren bedingte. Endlich dürfte bei der Methode der mittleren Fehler noch ein Contrastfehler mitgespielt haben. Da nämlich die Einstellung des Vergleichsreizes in regelmäßiger Abwechselung von Strecken ausging, die sehr deutlich größer oder kleiner waren, als die Normaldistanz, so war hier die einzige Gelegenheit zum Vergleiche übermerklich verschiedener Reize und damit zum Auftreten von Contrasterscheinungen gegeben. Dabei musste durch den Zeitfehler der Unterschied der Normalstrecke von der kleineren Ausgangsdistanz noch vergrößert, dagegen die Differenz gegenüber der größeren verkleinert werden, da ja die Vergleichsstrecken allgemein unterschätzt wurden. Man konnte daher erwarten, dass die Contrastwirkung sich namentlich bei der kleineren Distanz, und zwar in einer noch weitergehenden subjectiven Verkleinerung derselben, geltend machen werde, während die Vergrößerung der größeren durch den Contrast weit geringer ausfallen musste. Daraus würde sich das Bestreben herleiten, hier bei aufsteigender Einstellung in höherem Maße zu überschätzen, als bei der passiven Beurtheilung untermerklicher Reizdifferenzen nach der Methode der richtigen und falschen Fälle. Die entgegengesetzte Neigung beim absteigenden Verfahren würde wegen der durch den Zeitfehler bedingten geringeren Größe des Contrastes bei weitem nicht im Stande sein, jene Ueberschätzung zu compensiren; wir

müssten demnach bei der Methode der mittleren Fehler einen größeren positiven constanten Fehler erhalten, als aus der Berechnung der Gleichheitsfälle bei der Methode der richtigen und falschen Fälle. Diese Erwägungen finden in der That durch die Versuchsergebnisse ihre Bestätigung. Allerdings sind hier wohl sicher noch andere constante Fehlerquellen wirksam gewesen, deren Bedeutung sich erst durch besonders darauf gerichtete Versuche wird bestimmen lassen. Dahin dürften namentlich die Größe der Ausgangsdistanz, sowie die Geschwindigkeit der Einstellungsbewegung zu zählen sein. Vielleicht bestehen hier Fehlerquellen, analog denjenigen, welche bei Zeitmessungsversuchen zur Auslösung vorzeitiger oder verspäteter Reactionen Veranlassung geben.

Zur Ergänzung der im Vorstehenden berichteten Resultate war von vornherein auch die Anstellung von Versuchen nach der Methode der mittleren Abstufungen in Aussicht genommen worden. Leider jedoch ergab es sich, dass eine unbefangene, nicht unwillkürlich messende Einstellung einer mittleren Distanz zwischen zwei gegebenen nicht ausführbar erschien. Auch der Versuch, ein bestimmtes Vielfaches einer gegebenen Strecke einzustellen, lief einfach auf die wiederholte Reproduction dieser letzteren hinaus, so dass ich die Ergebnisse dieser Experimente hier übergehen kann. Nur so viel sei erwähnt, dass sich bei der Methode der doppelten Reize ein Raumfehler in demselben Sinne, wie früher, wiederfand, während der Zeitfehler sich anscheinend umgekehrt hatte, insofern nunmehr nicht die Normaldistanz, sondern die Vergleichsdistanz überschätzt wurde. Berücksichtigen wir, dass hier die Verhältnisse für die Entstehung von Contrastwirkungen sehr günstig waren und demnach die Ausgangsstrecke relativ zu klein, die Vergleichsstrecke dagegen zu groß erscheinen musste, so liegt es nahe, anzunehmen, dass unter solchen Umständen der dem Zeitfehler entgegengesetzte Contrast einfluss jenen ersteren überwog und dadurch jene scheinbare Umkehrung desselben ihre Erklärung findet.