

10980

10980

Überreicht vom Verfasser

Über die Wahrnehmbarkeit plötzlicher Druckveränderungen

von

Stanislaus Kobyłecki



Leipzig

Wilhelm Engelmann

1905

<http://rcin.org.pl>

Überreicht vom Verfasser

Über die Wahrnehmbarkeit plötzlicher Druckveränderungen

10980

von

Stanislaus Kobyłecki

III. e. 20 VII. b. 10



Leipzig

Wilhelm Engelmann

1905

10980



Separatdruck aus:
Wundt, »Psychologische Studien.« I. Band, 3. und 4. Heft.

PAN 10980



H-122503

K
19.12.66
A. 866

Einleitung

Die folgende, auf Anregung des Herrn Professor Dr. Wundt unternommene Arbeit über die Unterschiedsempfindlichkeit bei Druckänderungen wurde während dreier Semester im Leipziger psychologischen Laboratorium ausgeführt (1902/3—1903/4). Was ich als Hauptziel bei diesen Versuchen in erster Linie erstrebte, war die Erkenntnis der Bedingungen und Merkmale des psychologischen Versuchsverfahrens innerhalb der Grenzen dieses Versuchsgebietes. Als die wichtigste Frage erschien mir dabei die nach der Abhängigkeit der zu gewinnenden Resultate von den verschiedenen Versuchsbedingungen, von den Verfahrungsweisen und von deren Modifikationen, die man bei den vorliegenden Versuchen angewandt hat. Durch die Beantwortung dieser Frage kann meines Erachtens eine Annäherung an das eigentliche Ziel des psychologischen Experimentes erst möglich werden. Dieses Ziel besteht aber darin, das tatsächliche Verhalten des in Frage kommenden psychischen Geschehens in seinem funktionellen Zusammenhange kennen zu lernen. Diese Erkenntnis der Tatsachen soll durch das methodische Verfahren befördert, nicht verdeckt werden.

Resultate der Untersuchung habe ich überall da schon vorweg angeführt, wo sie zur Bestätigung kritischer Erörterungen dienen konnten. In der Kritik der methodologischen Gesichtspunkte glaubte ich jedoch nicht alle in der psychologischen Literatur sich findenden

Ansichten einzeln berücksichtigen zu sollen. Dies würde zu weit geführt haben. Auch ist ja die psychologische Literatur im Besitze einer Arbeit, die »eine zusammenfassende und zugleich kritische Übersicht über alle Verfahrungsweisen und Gesichtspunkte gibt, die seit dem Auftreten Fechners in dem Gebiete der psychophysischen Methodik zutage gekommen sind«. Es ist dies das neueste Werk G. E. Müllers: »Die Gesichtspunkte und die Tatsachen der psychophysischen Methodik«¹⁾. Da dieses Buch einen »gewissen Abschluß der psychophysischen Methodik«²⁾ zu geben beabsichtigt, und da der Verfasser selbst nicht bloß ein kritischer Methodiker, sondern auch ein scharfer und rücksichtsloser Kritiker ist, so schien es mir zweckmäßig, meine eigenen kritischen Erörterungen unmittelbar und vorzugsweise an das genannte Buch anzuknüpfen.

A. Das Versuchsverfahren.

Unter dem Versuchsverfahren verstehe ich hier die ganze Art und Weise der Anstellung und Ausführung der Versuche. Es muß in bezug auf die psychologischen experimentellen Arbeiten der Grundsatz aufgestellt werden — wie er von G. E. Müller richtig formuliert ist —, »daß die Resultate von Versuchen, betreffs deren nicht ganz genau zu ersehen ist, wie sie angestellt worden sind, so lange einer sicheren Brauchbarkeit entbehren, als die erforderliche nähere Auskunft über die Einzelheiten des Vorgehens nicht geliefert ist; und die Kritik eines zur Diskussion stehenden Verfahrens hat in erster Linie mit darauf Bezug zu nehmen, inwieweit dem Verfahren die erforderliche Durchsichtigkeit und Rekonstruierbarkeit eignet«³⁾. Um diesem selbstverständlichen und in jedem strengeren naturwissenschaftlichen Verfahren stets befolgten Grundsätze auch auf psychologischem Gebiete Folge zu leisten, sollte man nicht nur die äußere Versuchsanordnung, sondern auch alle Verhältnisse und Umstände genau angeben, in denen die Versuche ausgeführt wurden.

¹⁾ Die Gesichtspunkte und die Tatsachen der psychophysischen Methodik. Von G. E. Müller, Göttingen. Wiesbaden, 1904.

²⁾ Vorwort zu dem genannten Buche.

³⁾ A. a. O. S. 8.

Das anzuwendende Versuchsverfahren wird nun teils durch äußere technische Umstände und Bedingungen, teils durch die allgemeinen Gesichtspunkte und Fragestellungen bestimmt. Das Zustandekommen der Resultate ist aber nicht nur von diesen Faktoren, sondern auch von dem tatsächlichen Verhalten der Versuchspersonen während der Versuche abhängig. Dieses psychische Verhalten des beobachtenden Individuums macht die psychologischen Versuche ungemein verwickelt und erschwert dem Experimentator in hohem Grade ein streng kritisches Vorgehen bei den Versuchen und eine kritische Verwertung der Aussagen der Versuchspersonen. Von allen genannten Momenten und den sonstigen Umständen, wiefern sie den Versuchsvorgang auf irgendwelche Weise beeinflussen und mitbestimmen, müßte man eigentlich Kenntnis nehmen, um sich ein Bild von einer experimentellen psychologischen Arbeit machen zu können. Der Berichtstatter muß sich daher seinerseits Mühe geben, zur Klarheit und Treue jenes Bildes möglichst beizutragen.

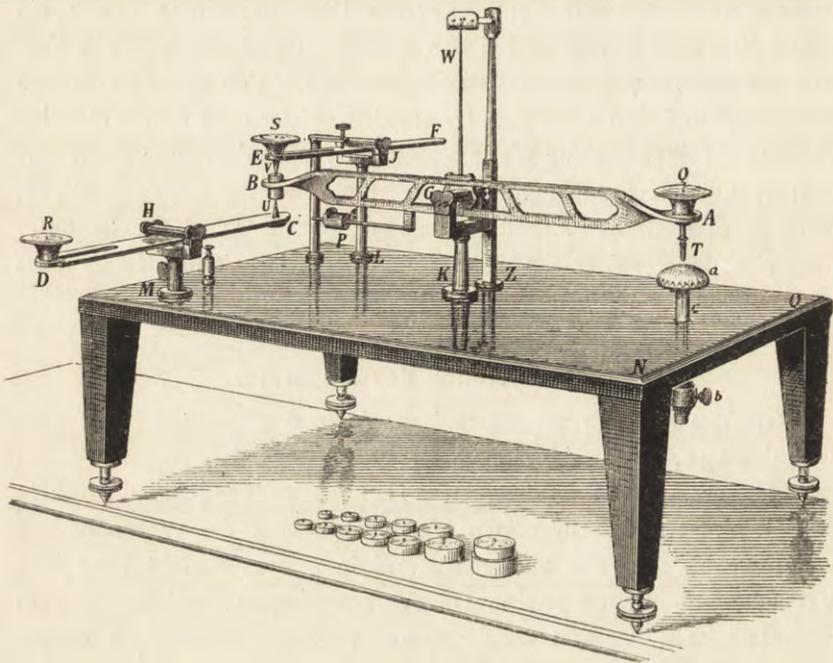
I. Beschreibung des Apparates.

Der Apparat, den ich zu meinen Versuchen benutzte, war eine Druckwage, deren Abbildung in der umstehenden Figur gegeben ist. Dieser Apparat ist in seinen Hauptzügen demjenigen ähnlich, den G. M. Stratton in seinen Versuchen »über die Wahrnehmung von Druckänderungen« angewandt und in seinem Bericht über jene Versuche beschrieben hat¹⁾. Die Verbesserungen, welche an dem Strattonschen Apparat vorgenommen wurden, verdanke ich hauptsächlich den Vorschlägen von Herrn Professor Wundt und Herrn Dr. Wilhelm Wirth. In seiner letzten, von Herrn Präzisionsmechaniker Zimmermann-Leipzig verfertigten und von mir benutzten Form stellt sich der Apparat folgendermaßen dar.

Die Druckwage besteht aus drei gleicharmigen Hebeln: dem Haupthebel *AB* und den beiden seitlichen Hebeln *CD* und *EF*. Der Haupthebel dreht sich um die horizontale Achse *G*; die seitlichen

¹⁾ Georg Malcolm Stratton, Über die Wahrnehmung von Druckänderungen bei verschiedenen Geschwindigkeiten. In Phil. Studien Bd. XII, S. 531—534. Vgl. auch: W. Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie. 5. Aufl. Bd. I, S. 533—534.

Hebel drehen sich um die horizontalen, zueinander parallelen Achsen, H und \mathcal{F} . Jede von diesen drei Achsen besteht aus einer nach unten gerichteten Kante eines drei- und gleichseitigen geraden stählernen, mit dem Hebel fest verbundenen Prismas, die auf der Kante eines stählernen Flächenwinkels gelagert ist. Die messingenen Gabeln, welche die Achsenlager umschließen, werden mittels ihrer Träger



K , M , L fest zu der ebenen Tischplatte $MNOP$ so zugeschraubt, daß die Achse des Haupthebels mit der Richtung der Achse der beiden seitlichen Hebel einen rechten Winkel bildet. Die Halbierungsflächen aller drei Flächenwinkel, in welchen die Hebelachsen gelagert sind, stehen dann senkrecht zu der Ebene der Tischplatte, also auch senkrecht zu der Horizontalebene, wenn der Tisch mittels der Fußschrauben genau wagerecht eingestellt ist.

An den Enden A , D , E der drei Hebel befinden sich auf ihrer oberen Seite stählerne Scheiben, Q , R , S , in deren Mittelpunkten kleine, scharfe stählerne Spitzen, genau senkrecht zu den Scheiben-

ebenen befestigt sind. Die vertikalen Spitzen ermöglichen es, Gewichtsstücke genau zentral aufzulegen.

Zu meinen Versuchen gebrauchte ich folgende Gewichtsstücke (in Grammen ausgedrückt): 500, 400, 300, 200, 100, 50, 30, 20, 10, 4, 3, 2, 1, 0,5. Von diesen 14 verschiedenen Gewichten gebrauchte ich von den vier ersteren je ein Stück, von den übrigen je zwei. Die Gewichtsstücke waren aus platinierem Messing in Form von geraden Kreiszyindern mit großer Präzision gefertigt. Die neun ersteren besaßen in der Mitte der unteren Grundfläche eine kleine Vertiefung, in der Mitte der oberen Grundfläche eine kleine Spitze. Die fünf letzteren Gewichtsstücke waren in der Richtung von Zylinderachsen durchbohrt. Auf solche Weise konnte man die Gewichtsstücke auf die Scheiben Q , R , S und aufeinander genau so legen, daß die Verlängerung der Scheibenspitzen zugleich auch Achsenlinie aller darauf gelegten Gewichtszylinder war.

Unter der Scheibe Q des Haupthebels befindet sich eine metallene Hülse, in welche man Stifte oder Stäbchen einfaßt, die den Druck des oben aufgelegten Gewichtes der untergeschobenen Hautstelle mitteilen. Ich gebrauchte Stäbchen von kreiszylindrischer Form. Die Achsenlinie eines solchen Zylinders T soll genau durch den Mittelpunkt der Scheibe Q gehen, also auch mit der Achsenlinie der darauf gelegten Gewichtsstücke zusammenfallen.

Der Druck des auf Q gelegten Gewichtes kann mittels des Hebels CD vergrößert, mittels des Hebels EF vermindert, werden, um den Gewichtsbetrag, welcher auf die Scheibe R , im zweiten Fall auf die Scheibe S , gelegt wird. Um diese Druckänderungen durch das Hebelsystem auf die gedrückte Hautstelle zu übertragen, dienen stählerne Zapfen, U und V , die, auf die aus der Figur ersichtliche Weise, von den beiden seitlichen Hebeln getragen werden. Wenn alle drei Hebel genau horizontal stehen, berühren beide Zapfen das Ende B des Haupthebels in den Mittelpunkten der stählernen Kreisplatten, die von unten und oben an dem Hebelende B befestigt sind; die Ebenen beider Platten stehen horizontal, die Zapfen vertikal.

Bei unbelasteten Scheiben, Q , R , S , sollen alle drei Hebel sich von selbst in die Horizontalebene genau einstellen. Dazu muß das ganze Hebelsystem präzis äquilibrirt werden. Um die Äquilibrirung kontrollieren und eventuell bewerkstelligen, sowie auch um Ausschläge

genau beobachten zu können, ist an der Achse des Haupthebels ein langer Zeiger, W , befestigt, der bei horizontaler Lage des Haupthebels vertikal gerichtet ist und auf die Null der Skala hinzeigt. Die Skala ist mittels des Trägers Z an die Tischplatte angeschraubt.

Die zu prüfende Hautstelle wird nun so unter das Stäbchen T untergeschoben, daß die Grundfläche des Stäbchenzylinders sich bei horizontaler Lage des Haupthebels möglichst in allen ihren Punkten an die Hautstelle anschließt. Da das einzige Körperorgan, an welchem Hautdruckversuche mittels dieses Apparates genau angestellt werden können, der Unterarm mit Hand sein dürfte, so besitzt der Apparat eine besondere Einrichtung, um die oben angedeutete Berührung der Hautstellen genau zustande zu bringen. Diese Einrichtung besteht aus einem Polsterchen a mit leicht in vertikaler Richtung, mittels der Schraube b , verschiebbarem Träger c . Die Hand der Versuchsperson wird ruhig und bequem auf dem Polsterchen gehalten, welches so weit hinauf oder herunter geschoben wird, daß der Haupthebel mit belasteter Scheibe Q genau horizontale Lage einnimmt.

Der Unterschied zwischen der Strattonschen und der von mir benutzten Form des Druckapparates besteht hiernach hauptsächlich in folgendem:

1. Die notwendige horizontale Einstellung des Haupthebels geschah bei Stratton jedesmal durch die Hebung der Achsengabel. Ebenso wurden beide seitliche Hebel in ihrer Höhe jeweils neu eingestellt.

2. Bei Stratton fehlte das Polsterchen mit Verschiebungsvorrichtung.

3. Ferner vermißt man bei seinem Apparat den Zeiger mit Skala.

4. Der Achsenhalter des Haupthebels stand bei Stratton auf einem Tisch, auf dem andern wurden beide Achsenhalter der seitlichen Hebel befestigt.

5. Die Gewichtsstücke befanden sich in messingenen Schalen.

Stratton gibt nicht an, welche Art Gewichtsstücke er gebrauchte, wie sie gearbeitet waren, und auf welche Weise die zentrale Aufstellung bei ihm zustande kam.

Die beiden ersten Punkte halte ich für ganz wesentlich. In dieser Hinsicht stand der Strattonsche Apparat betreffs der Präzision be-

deutend nach. Der Mangel des Zeigers scheint mir auch ein wesentlicher Fehler zu sein, der die Manipulationspräzision stark beeinflussen mußte.

Was die Empfindlichkeit des Apparates anbelangt, so könnte der Leser des Strattonschen Berichtes leicht irreführt werden. Der Verfasser erwähnt nämlich nur, daß die Hebel »genau äquilibriert« waren und »ein Ausschlag derselben bereits durch ein Gewicht von 0,01 g erzielt wurde«¹⁾. Diese Angabe sagt uns jedoch gar nicht, welche Feinheit der Apparat bei verschiedenen, den ausgeführten Versuchen entsprechenden Belastungen besaß.

Der Haupthebel des von mir benutzten Apparates gab schon bei Belastung mit 0,001 g einen ganz beträchtlichen Ausschlag. Diese Empfindlichkeit des Hauptbalkens sagt uns aber nichts über die Empfindlichkeit der Druckwage bei wirklich zu gebrauchenden Belastungen. Diese letzte Empfindlichkeit bei verschiedenen Belastungen zu ermitteln, war eine mit großen technischen Schwierigkeiten verbundene Aufgabe, die mich zwei Wochen gekostet hat. Hier teile ich kurz folgendes Ergebnis dieser Untersuchung mit. Die Empfindlichkeit der Druckwage geht, parallel mit zunehmenden Belastungen sowohl des Hauptbalkens wie auch der seitlichen Balken, herab, aber keineswegs ihnen proportional; weiter, wenn wir die Belastung des Haupthebels mit N , jede der seitlichen Belastungen (bei den Versuchen sind sie einander gleich) mit D bezeichnen, so wächst die Empfindlichkeit der Wage mit dem Verhältnis $\frac{N}{D}$, aber nicht proportional. Um eine ungefähre Vorstellung von der Empfindlichkeit, bzw. Unempfindlichkeit der bei meinen Versuchen benutzten Druckwage zu geben, führe ich hier einige Grenzfälle an. Bei meinen Versuchen war das kleinste N 25 g, das größte D war in diesem Fall 12 g, das kleinste 1 g; der Apparat gab bei diesen Bedingungen einen Ausschlag erst bei dem Zusatz (zu dem D des oberen oder des unteren seitlichen Hebels) von 0,5 g im ersten, von 0,1 g im zweiten Fall. Das größte von den bei meinen Versuchen angewandten N war 1000 g, dabei war das größte $D = 100$ g, das kleinste $D = 10$ g; der Ausschlag erfolgte bei dem Zusatz von 15, bzw. 1 g. In keinem

¹⁾ A. a. O. S. 531.

bei den Versuchen vorgekommenen Falle war aber der durch die Unempfindlichkeit des Apparates verursachte Fehler größer, als der kleinste Unterschied zwischen verschiedenen D bei demselben N .

II. Versuchsanordnung und Handhabung des Apparats.

Wie aus der Beschreibung des Apparates ersichtlich ist, kann er nur zu sukzessiven Reizeinwirkungen gebraucht werden. Zu simultanen Reizen müßte man zwei solche Druckwagen gleichzeitig anwenden. Bei den sukzessiven Reizen kann man aber mit dem Apparat auf zwiefache Weise vorgehen. Man könnte erstens einen gegebenen Druck eine bestimmte Zeit hindurch wirken lassen, dann den Haupthebel aufheben und nach bestimmter Pause einen andern Druckreiz, ebenso lange Zeit wie vorher, wirken lassen. Auch zu einer solchen Versuchsanordnung würde dieser Apparat bedeutend vollkommener dienen können als jene früheren Druckwagen, an welchen man Änderungen der Druckreize durch Änderungen der unmittelbar drückenden Gewichte verursachte. Hier würde dies mittels der seitlichen Hebel geschehen. Zweitens kann man unseren Apparat zu einer Versuchsanordnung gebrauchen, in welcher keine leere Zeit zwischen dem Normal- und Vergleichsreiz verfließt, sondern der zweite Reiz unmittelbar dem ersten folgt. Diese letzte Versuchsanordnung wurde von Stratton und nach ihm von mir in den vorliegenden Versuchen angewendet.

Man ersieht leicht, wie sich die den beiden Versuchsanordnungen entsprechenden Verfahrungsweisen psychologisch voneinander unterscheiden. Im ersteren Fall hätte man zwei diskrete separate Druckreize. Nach den parallel mit ihnen gehenden Empfindungen würde man die beiden Reize miteinander vergleichen und den wahrgenommenen Unterschied konstatieren können. Im letzteren Falle vergleicht man unmittelbar nicht die Druckreize selbst, sondern beobachtet das Zustandekommen des Unterschiedes. Die erstere Versuchsanordnung würde daher unmittelbar zur Untersuchung der Unterschiedsempfindlichkeit in dem Gebiete des Drucksinnes angewendet werden können. Die letztere Versuchsanordnung dient unmittelbar zu der experimentellen Untersuchung der Wahrnehmung und Auffassung von Druckänderungen.

Da aber Veränderung ein zeitlicher Vorgang ist, so kommt hier die Abhängigkeit des Verlaufs der Veränderung von der Zeit oder die Veränderungsgeschwindigkeit mit in Betracht. Den Einfluß der Geschwindigkeit einer Druckänderung auf die Größe der eben merklichen Druckänderung hat Stratton in seiner Arbeit untersucht. Zwei Hauptgruppen von Versuchen, über die »momentanen« und über die »abgestuften« Veränderungsgeschwindigkeiten, entsprechen zwei Arten der Versuchsanordnung, welche er angewandt hat. Meine Untersuchung beschränkte sich ausschließlich auf solche Druckänderungen, die in möglichst kurzer Zeit hervorgebracht werden, also auf sogenannte momentane Veränderungen. Sie entspricht demnach nur dem ersten Teile der Strattonschen Aufgabe¹⁾; und auch die Versuchsanordnung entspricht der von Stratton bei seinen Versuchen über momentane Druckänderungen angewandten.

Um eine möglichst große Geschwindigkeit der Druckänderungen zu erzielen, verfuhr ich folgendermaßen: um momentane Druckerniedrigung zustande zu bringen, stieß ich den unteren seitlichen Hebel bei *C* möglichst plötzlich mit dem Finger nieder; um momentane Druckvermehrung zu erzielen, hob ich mit möglichst großer Kraft und Plötzlichkeit den oberen seitlichen Hebel bei *E* in die Höhe. Auch in dieser Beziehung bestand ein Unterschied zwischen Stratton und mir. Er verwirklichte auch die Vermehrung dadurch, daß er bei *F* mit dem Finger drückte. Er meinte natürlich, auf solche Weise ebenso eine momentane Veränderung hervorzubringen, wie es bei der Druckverminderung der Fall ist: »Da dieselbe Handbewegung in einem Fall eine Zunahme und im andern eine Abnahme des Reizes erzeugt, so ist ein etwa auftretender konstanter Unterschied zwischen den Geschwindigkeiten der beiden Veränderungsrichtungen nicht wahrscheinlich«²⁾. Aber im ersten Falle kam die Veränderung erst dann zustande, wenn der Stoß, welcher bei *F* ausgeübt worden war, sich durch die ganze Hebellänge fortgepflanzt und unterwegs die Achsenreibung überwunden hatte.

Daß dieser Geschwindigkeitsverlust bei der Bestimmung der Zunahmeschwelle ganz augenscheinliche Zahlenunterschiede (die Schwellen

¹⁾ »Versuche bei momentanen Veränderungen.« A. a. O. S. 527—555.

²⁾ A. a. O. S. 533.

dem absoluten Betrage nach erhöhend) ergibt, habe ich übrigens durch mehrere ad hoc angestellte Versuche gefunden.

Obgleich ich mir bei jedem einzelnen Versuche große Mühe gab, die Veränderungen, ganz besonders die Verminderung, möglichst plötzlich zu erzeugen, wage ich doch nicht zu behaupten, daß die Veränderung in beiden Fällen mit genau derselben maximalen Geschwindigkeit zustande kam. Nur dieses habe ich ganz unzweifelhaft festgestellt, daß die Zunahmegeschwindigkeit bei Stratton geringer war, als die Abnahmegeschwindigkeit, und auch geringer als die Zunahmegeschwindigkeit, welche man nach dem oben angedeuteten Verfahren erhalten konnte. Ob die beiden Geschwindigkeiten, der Zunahme- und der Abnahmeveränderung, in diesem Verfahren genau gleich groß waren, das muß dahingestellt bleiben, da die möglichst große Plötzlichkeit in beiden Fällen nicht unter genau denselben äußeren Bedingungen verwirklicht wurde; mit größter Wahrscheinlichkeit aber dürfte man wohl annehmen, daß der Unterschied der Geschwindigkeit in beiden Fällen, wenn ein solcher vorhanden, zu klein ist, um die Zahlenergebnisse beeinträchtigen zu können, daß also die beiden Veränderungen, der Druckvermehrung und der Druckverminderung, praktisch als momentan gelten können.

Die Versuchsanordnung war im allgemeinen die folgende. Die Versuchsperson saß an der Tischseite PO in solcher Lage, daß ihr rechter Ellenbogen mit Unterarm bequem auf der Tischplatte ruhte. Der Experimentator saß bei den Manipulationen einzelner Versuche an der Tischseite MP , wo er die zu der betreffenden Versuchsreihe notwendigen Gewichtsstücke geordnet hielt. Ein großer Schirm in Form eines rechten Flächenwinkels, dessen Seiten mit den Seiten des Winkels MPO entsprechend parallel waren, stand auf dem Tisch und machte dem Beobachter die ganze Manipulation, wie auch die beiden seitlichen Hebel und den Arm BG des Haupthebels mit dem Zeiger, unsichtbar. Die Versuchsperson legte ihre Hand auf das Polsterchen a so, daß die zu drückende Hautstelle sich genau zwischen dem Gipfel-punkt der Kuppe a und der Grundfläche des Stäbchenzylinders T befand. Der Experimentator legte dann das für die betreffende Versuchsreihe bestimmte Gewicht auf Q . Dieses Gewicht blieb unverändert auf der Scheibe Q während der ganzen Versuchsreihe liegen. Ich nenne es Normalgewicht, den dadurch hervorgebrachten Druck

Normaldruck, Normalreiz (und bezeichne es — wie auf S. 9 — kurz mit N).

Nun folgte die genaue Einstellung mittels der Schraube b . Das Polsterchen mit der darauf liegenden Hand wurde genau so hoch unter die Fläche T gebracht, daß der Zeiger auf O der Skala stand. Wenn das erreicht war, ließ der Beobachter seine Hand die ganze Zeit der betreffenden Versuchsreihe hindurch ganz unbewegt. Wenn er während der Versuche merkte, daß eine auch nur kleine Verschiebung eingetreten war, machte er den Experimentator darauf aufmerksam, der dann die Einstellung sogleich kontrollierte und von neuem zustande brachte.

Um die zu prüfende Hautstelle und den Beobachter nicht unnötigerweise ermüden zu lassen, entlastete ich in der Regel die gedrückte Hand von dem Druckgewichte in allen Zwischenpausen, von Versuch zu Versuch. Die Entlastung wurde dadurch herbeigeführt, daß man das Ende B des Haupthebels nach unten drückte.

Der Normaldruck von gegebener Intensität N wird auf die untergeschobene Hautstelle nicht nur dann ausgeübt, wenn der Haupthebel horizontal eingestellt ist und die beiden seitlichen Hebel unbelastet sind, sondern auch dann, wenn bei horizontaler Lage des Haupthebels die Scheiben R und S der seitlichen Hebel mit gleichen Gewichten belastet werden (die Intensität jeder von diesen seitlichen Belastungen bezeichne ich kurz — wie auf S. 9 — mit D). In diesem Fall wird das Ende des Haupthebelarmes GB von unten und von oben mit gleichen, in ihrer Wirkung sich gegenseitig aufhebenden Gewichten gedrückt. Wenn man dagegen nur den oberen seitlichen Hebel in S mit D belastet, und das Ende C des unteren seitlichen Hebels nach unten drückt, so wirkt das Gewicht D auf den horizontalen Hebelarm GB mit einer nach unten gerichteten Druckkraft von der Intensität D und zieht dadurch das andere Hebelende mit derselben Intensität nach oben. Die Hautstelle ist infolgedessen jetzt nur unter dem Drucke $N-D$. Auf solche Weise wird eine Druckverminderung zustande gebracht. Druckvermehrung findet dann statt, wenn man nur den unteren seitlichen Hebel in R belastet und das Ende E des oberen seitlichen Hebels nach oben hebt; es wirkt dann auf die Hautstelle ein Druck von der Intensität $N+D$.

Das Verfahren bei jedem einzelnen Versuche ist folgendes. Man

belastet den Haupthebel mit $N g$ und bringt die zu drückende Hautstelle in die oben angegebene Lage, hebt den Hebelarm GA in die Höhe, legt auf die Scheiben der seitlichen Hebel je $D g$, läßt den Haupthebel vorsichtig sinken und ruft das erste Signal aus (dieses Signal hieß bei mir: Normal). Der Beobachter wird damit auf den Eindruck aufmerksam gemacht. Nach einer bestimmten, für denselben Beobachter konstanten Zeit gibt man das zweite Signal (bei mir hieß es: Jetzt) und bringt die Druckveränderung zustande. Den bei der betreffenden Veränderung weggeschobenen seitlichen Hebel hält man so lange in der Hand, bis der Beobachter sein Urteil gefällt hat. Das letztere ist deshalb notwendig, weil das freie Sinkenlassen des Hebels, wenn es auch mit großer Vorsicht geschähe, leicht ein Geräusch verursachen könnte, das den sich besinnenden Beobachter stören würde.

Die Veränderung sollte nicht gleichzeitig mit dem zweiten Signal hervorgebracht werden, weil sonst deren Wahrnehmung gleichzeitig mit der akustischen Wahrnehmung des Signalwortes ins Bewußtsein des Beobachters käme und die Beobachtung ebenfalls stören würde. Nach meiner Erfahrung kommt es manchmal vor, wenn man das einsilbige Signalwort (»Jetzt«) ganz rasch ausspricht und unmittelbar darauf (also praktisch gleichzeitig) die Veränderung zustande bringt, daß dann der Beobachter die Druckveränderung früher wahrnimmt, als er das Signal gehört hat. In $\frac{1}{4}$ Sekunden nach dem Signal scheint das beobachtende Bewußtsein schon ganz gefaßt zu sein auf das neue Ereignis. Ich brachte aber die Veränderung erst $\frac{1}{2}$ Sekunde nach dem ausgesprochenen Signal »Jetzt« hervor (abgesehen von mehreren einzelnen Versuchen, welche ich zur Feststellung des günstigsten Zeitintervalles ausgeführt habe), damit die Beobachter um so besser ihre Aufmerksamkeit konzentrieren konnten.

Die Zeit, welche von dem ersten Signal bis zu dem zweiten verfließt, sollte überhaupt dem betreffenden Beobachter angepaßt werden. Fast für alle Beobachter, welche an den vorliegenden Versuchen teilnahmen, war das günstigste Intervall 1,5 Sek.; nur ein Beobachter (Herr Dr. Krueger) verlangte ein längeres: es betrug bei ihm 5 Sekunden.

Was die Intensitäten der zu verwendenden Normalreize betrifft, so wollte ich die Druckveränderungsversuche möglichst weit nach der

Richtung der größeren Druckgewichte hin ausdehnen, damit man wenigstens einen flüchtigen Blick in das von Stratton nicht untersuchte Gebiet werfen könne. Stratton hat seine Versuche über plötzliche Druckänderung nur in dem Bereiche von 10—200 g ausgeführt. Mir handelte es sich besonders um höhere Druckreize, von 100—1000 g. Bei noch größeren Drucken erwies sich das Verfahren als zu verwickelt und umständlich hinsichtlich der Druckwahrnehmung, um etwas Sicheres daraus schließen zu können.

Wenn man aber mit größeren Druckgewichten arbeiten will, so muß man auch eine solche Hautstelle dazu nehmen, die so hohe Gewichte tragen kann und sich bei den Versuchen verwenden läßt. Nach vielen Probeversuchen und Erwägungen hat sich zu diesem Zwecke die Dorsalseite des ersten Gliedes des Zeigefingers noch am passendsten erwiesen. Daß ich eine behaarte Hautfläche zu den Druckversuchen verwendete, bedarf einer gewissen Rechtfertigung meinerseits, da die Haare doch als neuer Faktor in die Versuchsanordnung eingehen und die Versuchsbedingungen beträchtlich zu verändern scheinen. Diese Rechtfertigung ist um so notwendiger, als von Frey in seinen mit der »Schwellenwage« angeführten Druckversuchen ausschließlich an unbehaarten Körperstellen gearbeitet hat, gerade weil er die Anwesenheit der Haare als unkontrollierbare Fehlerquelle betrachtete¹⁾. Ich stimme dieser Motivierung vollständig bei, wenn es sich um so kleine Gewichte handelt, wie sie bei der Bestimmung absoluter Druck- oder Belastungsschwellen verwendet werden, wie es bei von Frey der Fall war. Aber bei den vorliegenden Versuchen kommt erstens die Geschwindigkeit des Aufsetzens und des Wegnehmens der Gewichte von der Hautstelle nicht in Betracht, zweitens wurden die plötzlichen Druckänderungen bei so großen Normaldrucken vorgenommen, daß die Hauthaare während des Versuches fest zusammengedrückt waren, und somit einen Teil

¹⁾ »Die Versuche wurden sämtlich an der Vola manus sowie an der Beugeseite des Handgelenks, d. h. an unbehaarten Körperstellen, ausgeführt. Die Beschränkung auf die genannten Gebiete hat sich fürs erste als notwendig herausgestellt, weil durch die Anwesenheit der Haare, selbst wenn sie rasiert sind, ganz unkontrollierbare Fehlerquellen in die Versuchsanordnung eingehen.« Max von Frey, Untersuchungen über die Sinnesfunktionen der menschlichen Haut. Im XXXII. Band der Abhandl. der math.-phys. Klasse der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. S. 196.

der praktisch ebenen gedrückten Hautfläche ausmachten. Genau ausgedrückt: durch die Anwesenheit der Haare bei genügend großer Belastung wird nur bewirkt, daß die Hautstelle nicht unmittelbar in allen gedrückten Punkten von der Grundfläche des Stäbchenzylinders berührt wird, sondern daß die Berührung an mehreren dieser Punkte durch die Vermittelung der stark platt gedrückten Haare geschieht.

Um die Hautstelle des zu den Druckänderungsversuchen gewählten Fingergliedes genau fixieren zu können, wurde festgesetzt, bei allen Versuchen die Mitte des Fingergliedes immer genau unter die Mitte der drückenden Kreisfläche zu bringen.

Was die Größe der Berührungsfläche anbelangt, so ließ ich eine Reihe von Kreiszylindern aus Holz dreheln, deren Grundflächen von den Durchmessern 1—8 mm waren, und führte mit diesen acht verschiedenen Stäbchen bei großen Druckgewichten Probeversuche aus. Es stellte sich heraus, daß die Empfindlichkeit bei demselben Druck mit zunehmender Druckfläche sehr rasch abnimmt. Weiter zeigte sich, daß die Schmerzempfindungen desto rascher erscheinen, je größer die Gewichte und je kleiner die Druckflächen sind. Bei Anwendung der Stäbchen von größerer Grundfläche kommt wieder ein Bedenken in Betracht, ob nämlich das gewählte Glied aus morphologischen Gründen eine gleichmäßige Berührung in einer so großen Kreisebene noch zuläßt. Als Resultat dieses Probeverfahrens und der daran geknüpften Betrachtung erwies sich das Stäbchen von 6 mm im Grundflächendurchmesser als das zweckmäßigste.

Bei Stratton betrug die Druckfläche $4 \pi \text{mm}^2$. Das Verhältnis der bei den vorliegenden Versuchen verwendeten Druckfläche zu der von Stratton ist demnach 9 : 4. Wenn das Ergebnis der von Freyschen Untersuchung (»Bei konstanter Druckgeschwindigkeit sind die Reizschwellen der Reizflächen annähernd proportional«¹⁾) allgemein gültig wäre, so würden, bei derselben Körperstelle und demselben Druckgewicht, die Empfindlichkeiten der gedrückten Hautstellen in meinem und in dem Strattonschen Verfahren bzw. im Verhältnis 4 : 9 stehen. Wenn weiter das Resultat von Dohrn²⁾ auch für größere

¹⁾ A. a. O. S. 203.

²⁾ Dr. R. Dohrn, Beiträge zur Druckempfindlichkeit der Haut. In d. Ztschr. für rat. Med. Bd. X (1861), S. 362 ff.

Gewichte gelten würde, so stände, bei gleichem Druckgewichte und gleicher Druckfläche, die Empfindlichkeit der dritten Phalanx des Zeigefingers, vola, zu der Empfindlichkeit der ersten Phalanx desselben Fingers, dorsum, im Verhältnis ungefähr 2 : 1. Stratton benutzte als Hautstelle die Volarfläche der kleinen Fingerbeere, die noch druckempfindlicher zu sein scheint als die Zeigefingerbeere. Hinsichtlich der Hautstelle also würden die Druckempfindlichkeiten in meinem und in dem Stratton'schen Verfahren ungefähr im Verhältnis 1 : 2 zueinander stehen. Hinsichtlich der beiden Faktoren zugleich wären sie im Verhältnis 2 : 9. Diese Verallgemeinerung der Resultate von Dohrn und von Frey soll hier nur dazu dienen, um an einem konkreten Zahlenbeispiel die Abhängigkeit zu zeigen, welche zwischen jenen Verschiedenheiten der beiden Versuchsanordnungen und den Versuchsergebnissen bestehen dürfte, wenn z. B. die erwähnten Gesetze experimentell sichergestellt wären.

Stratton gibt nicht an, aus welchem Material das von ihm benutzte Stäbchen bestand; er sagt nur, daß, »um Temperaturempfindungen auszuschließen, das untere Ende des letzteren mit einer dünnen kreisrunden Korkplatte von 4 mm Durchmesser versehen war«¹⁾. Ich fand bei den Probeversuchen, daß hölzerne Stäbchen zu diesem Zwecke ganz gut dienen können. Die Verwendung einer Korkplatte scheint mir übrigens bedenklich zu sein. Der Kork ist doch leicht deformierbar; bei größeren Druckgewichten könnte leicht, der Oberflächen-gestaltung der gedrückten Körperstelle entsprechend, sich eine von einer horizontalen Kreisfläche mit gegebenem Durchmesser verschiedene Berührungsfläche bilden. Ich benutzte buchene Kreiszyylinder, deren Grundfläche sanft abgerundete Ränder hatte. Die Abrundung erwies sich notwendig, um die Wirkung scharfer Kanten auszuschließen.

III. Andere Faktoren des Verfahrens.

1. Versuchspersonen.

Die psychologischen Versuche unterscheiden sich von den naturwissenschaftlichen unter anderem auch dadurch, daß die Rollen des Experimentators und des Beobachters in der Regel nicht einer und

¹⁾ A. a. O. S. 532.

derselben Person zufallen, wie es dort meistens der Fall ist. In unserem Gebiet ist der eigentliche Beobachter die sogenannte Versuchsperson; der Experimentator, der Versuchsleiter, soll nur die Versuche anordnen, anstellen und ausführen. Die Versuchsergebnisse werden unmittelbar in der Form von Aussagen der beobachtenden Versuchsperson gegeben. Die Folge davon ist, daß der kritische Wert der Versuche in erster Linie von der Versuchsperson abhängig ist.

Es gibt gewisse Anforderungen, welche als selbstverständlich an die Versuchspersonen gestellt werden müssen. Die folgenden kommen hier hauptsächlich in Betracht:

1. Das Urteil der Versuchsperson soll absolut nur nach dem unmittelbaren Bewußtseinserlebnis gefällt werden, welches der Reizwirkung folgt und entspricht. Maßgebend sind nur solche Bewußtseinsfaktoren und Bewußtseinstatsachen, die parallel mit der betreffenden Reizwirkung unmittelbar erlebt werden.

In den vorliegenden Versuchen sollten die Versuchspersonen aussagen, ob sie die Veränderung wahrgenommen haben oder nicht, und, im Falle der wahrgenommenen Veränderung, ob sie diese Veränderung als Druckzunahme oder als Druckabnahme wahrgenommen haben. Die Wahrnehmung oder der ganze Komplex von Wahrnehmungen und Empfindungen, deren unmittelbarer Inhalt die Veränderung und deren Merkmale sind, soll einzig und allein Maßstab für die Beurteilung und Aussage sein.

Es kam bei ungeübten Versuchspersonen vor, daß sie ihr Urteil nicht nach der unmittelbar erlebten Wahrnehmung fällten: anstatt zu beobachten, errieten sie vielmehr in diesen Fällen. Ich brauche kaum zu bemerken, daß Versuchspersonen so lange zu den exakten Versuchen unbrauchbar sind, bis sie dieses Stadium der Ungeübtheit und der psychologischen Unreife überschritten haben.

Auch durch von G. E. Müller sogenannte psychische Begleiterscheinungen darf der exakte psychologische Beobachter sein Urteil nicht bestimmen lassen. Zu solchen psychischen Begleiterscheinungen würde nach ihm das Gefühl der Überraschung, der enttäuschten Erwartung und dergleichen gehören. In dieser Beziehung ist jedoch G. E. Müller ziemlich unklar. Wenn man seine einschlagende Ausführung liest, hat man den Eindruck, als ob der Verfasser der

Versuchsperson doch erlaube, das Urteil durch solche Begleiterscheinungen bestimmen zu lassen¹⁾).

2. Die Versuchsperson soll nur das aussagen, dessen sie subjektiv sicher ist: ein sicheres Urteil soll als sicheres Urteil, eine Vermutung als Vermutung angegeben werden. Ein unsicheres Urteil dürfte nur als unentschieden gelten.

3. Die strenge Gewissenhaftigkeit beim Beobachten und bei der Aussage ist eine zu eklatant selbstverständliche Anforderung, als daß sie noch besonders hervorgehoben werden müßte²⁾).

4. Die Versuchsperson sollte bei einem und demselben Versuche auch innerhalb derselben Versuchsreihe oder derselben Versuchsgruppe in physiologischer und psychologischer Beziehung dieselbe bleiben. Von einer genauen Unveränderlichkeit der physiologischen und psychologischen Bedingungen kann natürlich keine Rede sein; aber jede bewußte Verschiedenheit in diesen Bedingungen, die auf den Gang der Versuche merkbaren Einfluß ausüben könnte, sollte notwendigerweise dem Experimentator mitgeteilt werden. Eine willkürliche Veränderung der Urteilsmaßstäbe, des Aufmerksamkeitsgrades und dergleichen ist absolut unzulässig.

Die Qualität der Versuchsperson wird hauptsächlich durch die Erfüllung der obengenannten Anforderungen bestimmt; weiter hängt sie zusammen mit den Anlagen und Dispositionen, mit dem Maße des

¹⁾ Ich führe den ganzen betreffenden Passus an mit der Anmerkung des Verfassers, die an das Wort »Begleiterscheinungen« geknüpft ist. So lesen wir in den »Gesichtspunkten und Tatsachen der psychophysischen Methodik«:

»Das Urteil hat vielmehr nur über die scheinbare Stärke oder Beschaffenheit der Reize, über den psychologischen Tatbestand zu erfolgen. So soll z. B. in dem Falle, wo eine die Urteilsfaktoren beschränkende, speziellere Instruktion der Versuchsperson nicht stattgefunden hat, das (auf den zweiten Reiz bezogene) Urteil ,größer« besagen, daß in den durch die beiden Reize bewirkten Empfindungen und unmittelbar erweckten psychischen Begleiterscheinungen ein Moment enthalten war, welches eine Tendenz bedingte, den zweiten Reiz für größer zu erklären als den ersten.«

»Eine psychische Begleiterscheinung im obigen Sinne ist z. B. der Eindruck der Überraschung, der enttäuschten Erwartung. Ferner gehören hierher auch die visuellen Schemavorstellungen, die sich bei manchen Individuen in Anschluß an zu vergleichende Schallstärken oder Zeitstrecken oder gehobene Gewichte mehr oder weniger oft einstellen und das Vergleichsurteil beeinflussen. Es mag hier bemerkt werden, daß eine Untersuchung über die Zuverlässigkeit dieser die Eindrücke anderer Sinne begleitenden visuellen Schemavorstellungen zurzeit noch nicht vorliegt.«

²⁾ Vgl. G. E. Müller a. a. O. S. 20—21.

Interesses für die Versuche und den Gegenstand der Untersuchung, mit der Geübtheit in psychologischen Versuchen und dergleichen. Sie hat aber nichts zu tun mit der durch die Übung erlangten Empfindlichkeit in dem vorliegenden Versuchsgebiete. Es wird z. B. keineswegs eine solche Versuchsperson als die beste für die Versuche mit gehobenen Gewichten gelten können, die höchst empfindlich in Unterscheidung wenig verschiedener Gewichte ist.

Die große Empfindlichkeit in einem gewissen Sinnesgebiete, welche man durch lange Übung erreicht hat, kann gerade die Qualität der Versuchsperson beeinträchtigen. Nehmen wir ein konkretes Beispiel: jemand hat durch viele Versuche mit den gehobenen Gewichten entdeckt, daß man am schnellsten zum Ziele (der sicheren Beurteilung, welches von den beiden Gewichten größer ist) gelangt, wenn man »mit gleich starken motorischen Impulsen beide Gewichte hebt und nach den Wirkungen, welche die gleich starken Impulse an den Gewichten haben, das gegenseitige Verhältnis der letzteren beurteilt«. Eine solche Versuchsperson wäre, wenn sie ausschließlich nach dem beschriebenen Verfahren ihre Urteile bilden würde, geradezu unfähig für die Versuche mit gehobenen Gewichten, wenn diese z. B. zu dem Zweck angestellt wären, um die Richtigkeit der sogenannten Müller-Schumannschen Theorie¹⁾ zu prüfen. Außerdem würde eine solche Versuchsperson den Faktor außer acht lassen, der vielleicht der wichtigste unter den hier vorkommenden, unmittelbar zu erlebenden psychischen Faktoren ist, nämlich die unmittelbare Wahrnehmung der Schwere des Druckes der gehobenen Gewichte nach unten.

Gelegentlich dieser allgemeinen Bemerkungen betreffs der Versuchsperson erlaube ich mir hier allen den Herren herzlichen Dank auszusprechen, die bei den vorliegenden Versuchen mit großer Bereitwilligkeit und Aufopferung die Güte und Geduld gehabt haben, als Beobachter tätig zu sein. Meine aufrichtige Dankbarkeit gilt besonders den beiden Herren Privatdozenten und Assistenten am psychologischen Laboratorium zu Leipzig, Herrn Dr. Wirth und Herrn Dr. Krueger, weiter Herrn Dr. Urban, Herrn Loria, Herrn Dr. Tsukahara, Herrn Lewitin.

¹⁾ Vgl. z. B. »Zur Analyse der Unterschiedsempfindlichkeit«. Experimentelle Beiträge von Lillie J. Martin und G. E. Müller. S. 207 ff.

2. Gegenstand der Untersuchung.

Die Feinheit der physikalischen Meßinstrumente nennt man, mit einem der vulgären Psychologie entnommenen Namen, Empfindlichkeit. Dieses Wort kann ohne weiteres in das Gebiet der messenden Psychologie übertragen werden, aber zunächst nur in demselben Sinne, welchen es in der Physik besitzt. Wenn wir von der Empfindlichkeit einer Wage zum Beispiel reden, so verstehen wir darunter die Genauigkeit der Wägungen, welche man mit der Wage noch eben erzielen kann¹⁾. Im analogen Sinne gebraucht man in der Psychologie das Wort »Empfindlichkeit«, wenn man von der Reizempfindlichkeit und der Unterschiedsempfindlichkeit spricht.

In unsern Versuchen werden nicht Unterschiede als solche unmittelbar beurteilt, sondern das Werden dieser Unterschiede, ihr Zustandekommen, kurz, Veränderungen werden hier beobachtet, wahrgenommen, beurteilt. Deshalb könnte man analog von der Veränderungsempfindlichkeit sprechen. Aber, um Mißverständnisse zu vermeiden, die wegen der Ähnlichkeit der Worte »Empfindung« und »Empfindlichkeit« entstehen könnten, ziehen wir das Wort Veränderungswahrnehmbarkeit vor. Darunter soll man hier aber weiter nichts verstehen, als die Feinheit oder die in dem physikalischen Sinne gemeinte Empfindlichkeit des Drucksinnes für Druckänderungen.

Diese Veränderungswahrnehmbarkeit könnte in mehrfacher Weise nach den einzelnen Arten der Urteile über verschiedene Veränderungen unterschieden werden. So könnte man z. B. eine besondere Wahrnehmbarkeit für die als stark beurteilten Veränderungen statuieren, wieder eine besondere für die als stark beurteilten Druckzunahmen, eine besondere für die als stark beurteilten Druckverminderungen, eine besondere für die eben merkbaren Veränderungen usw. Jede

¹⁾ Wie eine solche physikalische Empfindlichkeit gemessen wird, das beruht schließlich auf einem Abkommen. Herkömmlicherweise nimmt man z. B. als Maß der Empfindlichkeit einer Wage, bei gewisser Belastung und gewissem Gewichtszusatz, die Tangente des Winkels, um welchen sich der Balken infolge des Gewichtszusatzes gedreht hat. Ebenso gut könnte man als Maß jener Empfindlichkeit den reziproken Wert des kleinsten Gewichtszusatzes annehmen, auf welchen, bei gegebener Belastung, die Wage eben noch reagiert. Dieses letztere Maß scheint sich in der Tat viel unmittlbarer darzubieten als das erstere.

dieser verschiedenartigen Veränderungswahrnehmbarkeiten kann auf Grund einer schließlich willkürlichen Festsetzung gemessen werden. Das natürlichste und unmittelbarste Maß scheint immer der reziproke Wert der zu einer bestimmten Urteilscharakterisierung eben nötigen Druckänderung zu sein.

Jede Reizänderung, welche eben notwendig ist, um eine bestimmte Veränderungswahrnehmung auszulösen, heißt Veränderungsschwelle. Es gibt so viele Veränderungsschwellen, als man Veränderungsarten unterscheiden will. Jeder Veränderungsart entspricht eine bestimmte Wahrnehmbarkeit und eine bestimmte Schwelle. So könnte man z. B. folgende acht Schwellen bestimmen:

- Veränderungsschwelle in der Richtung der Druckzunahmen,
- Deutlichkeitsschwelle für solche Veränderungen,
- Zunahmeschwelle,
- Deutlichkeitsschwelle für die Druckzunahmen,
- Veränderungsschwelle in der Richtung der Druckabnahmen,
- Deutlichkeitsschwelle für solche Veränderungen,
- Abnahmeschwelle,
- Deutlichkeitsschwelle für Druckabnahmen.

Ich verzichtete aber auf die Bestimmung der Deutlichkeitsschwellen und beschränkte somit den Untersuchungsgegenstand auf die Wahrnehmbarkeit der vier Arten von Druckänderung:

1. Druckzunahme, welche nur als Veränderung eben wahrgenommen wurde,
2. Druckzunahme, welche als solche eben erkannt wurde,
3. Druckabnahme, welche nur als Veränderung eben wahrgenommen wurde,
4. Druckabnahme, welche als solche eben erkannt wurde.

Die Versuche wurden bei folgenden Normalreizen ausgeführt: 25, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 g.

3. Wahl der psychischen Maßmethode.

Wir unterscheiden mit Wundt¹⁾ vier psychische Maßmethoden: die Methode der Minimaländerungen, die Methode der

¹⁾ Grundzüge⁵. Bd. I, S. 466 ff.

mittleren Abstufungen, die Methode der mittleren Fehler, die Methode der richtigen und falschen Fälle. Nach G. E. Müller¹⁾ »lassen sich die psychophysischen Methoden im Grunde auf drei Hauptmethoden zurückführen«, die er mit folgenden Namen bezeichnet: die Methode der bestmöglichen Herstellung (abgekürzt Herstellungsmethode), die Grenzmethode und die Methode der konstanten Unterschiede (abgekürzt Konstanzmethode). — Da die beiden letztgenannten mit der ersten und der vierten Wundtschen Methode zusammenfallen, so hätten wir im ganzen fünf²⁾ Methoden zur Verfügung. In dem vorliegenden Versuchsgebiet sind aber zwei von ihnen nicht brauchbar, wie das schon aus der Versuchsanordnung einleuchtend ist: die Methode der mittleren Abstufungen und die sogenannte »Herstellungsmethode«. Die Methode der mittleren Fehler ließe sich nur zur Bestimmung zweier Veränderungsschwellen (ohne Angabe der Veränderungsrichtung) anwenden. Also zur Bestimmung aller vier Schwellen haben wir lediglich zwischen zwei Methoden zu wählen: zwischen der Methode der Minimaländerungen und der Methode der richtigen und falschen Fälle.

Um zu ersehen, welche von diesen zwei Hauptmethoden sich mit Rücksicht auf die in der »Einleitung« erwähnten Aufgaben am zweckmäßigsten anwenden ließe, suchte ich zunächst einige Einsicht zu gewinnen in die in diesem Versuchsgebiet in Betracht kommenden psychischen Faktoren, um mich so für eine bestimmte Methode und für eine bestimmte Anwendungsform dieser Methode besser entscheiden zu können. Ich unternahm zu diesem Zweck mehrere Versuchsreihen nach einer kombinierten Form der Methode der Minimaländerungen³⁾. Es waren Vollreihen von Vergleichsreizen, deren

¹⁾ Die Gesichtspunkte usw., S. 2 ff.

²⁾ G. E. Müller, a. a. O. S. 10—11, kritisiert die Wundtsche Einteilung. Es scheint mir aber, daß die einschlagenden Bemerkungen nicht zutreffend sind. Der Verfasser hat übersehen, daß die Bestimmung äquivalent erscheinender Reize und die Bestimmung äquivalent erscheinender Reizunterschiede für Wundt nicht selbständige Aufgaben (wie bei ihm selbst), sondern methodische Mittel zur Bestimmung der Unterschiedsempfindlichkeit sind. — Was die »Herstellungsmethode« betrifft, so ist nicht einzusehen, mit welchem Rechte man sie als selbständige psychophysische Methode betrachtet und den übrigen koordiniert.

³⁾ Das Verfahren entsprach wesentlich der Methode der unregelmäßigen Variation von Vergleichsreizen, welche Wundt zu gewissen Zwecken empfiehlt. (Grundzüge I, S. 478.)

Zahlenresultate sich zu den Berechnungen sowohl der Minimalmethode, wie auch der Fehlermethode verwenden lassen. Aus diesen Vorversuchsreihen ersah ich zuerst, daß die psychologischen Vorteile der Methode der mittleren Fehler (wenn man sie zur Bestimmung der zwei Veränderungsschwellen anwenden wollte) in vorliegendem Falle durch die Methode der Minimaländerungen sich vollständig erreichen lassen. Übrigens könnte man einen Teil der Zahlenergebnisse der Minimalmethode ohne weiteres auch als Berechnungsmaterial der Methode der mittleren Fehler benutzen. Was aber die Methode der richtigen und falschen Fälle anbelangt, so konnte ich mir vorläufig, ausschließlich auf Grund jener Vorversuchsreihen, kein bestimmtes Urteil bilden, ob sie überhaupt zur Bestimmung unserer vier Schwellen sich anwenden ließe. Aus diesem Grunde schon zog ich vor, mit der Methode der Minimaländerungen die Untersuchung zu beginnen. Im Verlauf der Versuche kam ich aber zu der Einsicht, daß diese Methode in ihren verschiedenen speziellen Formen und Variierungen für die vorliegende Untersuchung in psychologischer Hinsicht bedeutend geeigneter ist, als die Methode der richtigen und falschen Fälle. Deshalb habe ich mit der letzteren nur so viele Versuchsreihen angestellt, als notwendig schienen, um die beiden Methoden, wenigstens in beschränktem Maße, miteinander vergleichen zu können. Das Ergebnis dieser Vergleichung wird an seinem Orte mitgeteilt werden.

Die nun folgenden methodologischen Gesichtspunkte, welche, teils um das angewandte Versuchsverfahren des näheren zu beschreiben, teils um die im Verlaufe der Versuche gewonnenen Resultate gleich zu verwerten, hier erörtert werden, beziehen sich übrigens sowohl auf die Methode der Minimaländerungen, wie auch auf die der richtigen und falschen Fälle.

4. Die Urteilsausdrücke.

In bezug auf Urteilsausdrücke, welcher sich die Versuchsperson bei Untersuchung einer Unterschiedsempfindlichkeit zu bedienen hat, finden wir bei G. E. Müller die folgende Regel: »Nach den vorliegenden Erfahrungen sind die folgenden Urteilsausdrücke als die geeignetsten anzusehen: viel kleiner, kleiner, unentschieden, größer, viel größer. Das Urteil ‚unentschieden‘ ist abzugeben, wenn sich die

Versuchsperson für keines der andern Urteile mit Sicherheit entscheiden kann, mag sie nun den positiven Eindruck der Gleichheit beider Reize erhalten haben, oder sich in dem Zustande der Unentschiedenheit befinden¹⁾. Merkwürdigerweise ist weder in dieser Regel noch in dem ganzen Abschnitt des Verfassers über Urteilsausdrücke der Fall berücksichtigt, welcher gerade in unserem Versuchsgebiet ganz wesentlich ist. Ich meine den Fall, wo man einen positiven Eindruck der Verschiedenheit, der Veränderung hat, ohne »größer« oder »kleiner«, »Zunahme« oder »Abnahme« wahrgenommen zu haben.

Betreffs der Urteilsausdrücke müssen wir ferner zweierlei unterscheiden: die äußere Form, in welcher der Beobachter sein Bewußtseinerlebnis kundgibt, und die numerische Verwertung dieser protokollierten Äußerungen. Diese äußere Form der anzuwendenden Ausdrücke wird manchmal der Versuchsperson im voraus vorgeschrieben. So verfahren z. B. die Versuchsleiter der Reihen, welche als Grundlage zur »Analyse der Unterschiedsempfindlichkeit« von Lillie J. Martin und G. E. Müller dienen sollten²⁾. Man kann aber auch den Versuchspersonen in dieser Beziehung Freiheit lassen. Auf diese Art wurden sämtliche Versuchsreihen der vorliegenden Untersuchung ausgeführt. Der Beobachter konnte sich beliebiger Urteilsausdrücke bedienen. Die Instruktion in dieser Richtung bestand nur darin, daß man bei den Vorversuchen der Versuchsperson erklärte, um was es sich handelte, und ihr dringend empfahl, nur das zu sagen, was sie ganz sicher entweder empfunden, oder wahrgenommen, oder auf Grund des unmittelbar erlebten Wahrnehmungstatbestandes geurteilt habe. Außerdem wurde der Beobachter nach dem gefällten Urteil manchmal befragt, ob er z. B. deutlich eine gewisse Veränderung wahrgenommen habe. Ich habe den Beobachtern die Wahl der zu gebrauchenden Ausdrücke deshalb vollständig freigestellt, weil ich hoffte, dadurch eine nicht unwichtige Belehrung darüber zu erlangen, was das beobachtende Bewußtsein bei den betreffenden Versuchen unmittelbar erlebt, was es hier in erster Linie apperzipiert. Das Ergebnis der bei dieser Gelegenheit gewonnenen Erfahrungen werde ich an seinem Orte mitteilen.

¹⁾ A. a. O. S. 12.

²⁾ Vgl. S. 7 ff. der betreffenden Abhandlung.

Gleich hier möchte ich nur eine kleine Beobachtung erwähnen, welche sich nebenbei, auf Grund der von den Versuchspersonen gebrauchten Ausdrucksweise, machen ließ. Wenn die Versuchsperson den Deutlichkeits- und Merklichkeitsgrad einer wahrgenommenen Veränderung angab, so tat sie das fast ausnahmslos in folgender Weise: »Verändert (oder bzw. Abnahme oder Zunahme) deutlich«; nicht aber: »Deutlich verändert« u. dgl. Es hat sich hier experimental bestätigt, was L. J. Martin und G. E. Müller aus theoretischer Erwägung als zutreffend fanden¹⁾. Ebenso sagt man gewöhnlich: »Veränderung, stark«, oder »Abnahme, schwach« u. dgl.; nur in den Fällen, wo die Stärke der wahrgenommenen Veränderung der Versuchsperson als ganz außerordentlich intensiv oder auch als unerwartet klein aufiel, sagte sie z. B.: »ganz kolossale Zunahme«, »ganz leise Verminderung« u. dgl.

Was die Protokollierung und die numerische Verwertung der gemachten Äußerungen betrifft, so kann man natürlich alle Urteilsausdrücke und Bemerkungen der Versuchspersonen zu Protokoll nehmen, wenn man es will oder als nützlich betrachtet, aber zur numerischen Verwertung muß man gewisse Äußerungen als gleichwertig betrachten und jede einzelne von ihnen in die betreffende Klasse von Urteilsausdrücken eintragen. Wie viele von solchen Klassen man unterscheiden soll, das hängt von dem Umfang des Untersuchungsgegenstandes und dem Zweck der Untersuchung ab. Jedenfalls müssen die einzelnen Klassen eindeutig definiert werden. Jede von ihnen umfaßt alle Äußerungen, welche im Sinne jener Definition von demselben Werte sind.

Wenn wir z. B. bei den vorliegenden Versuchen zu jedem Normalreiz vier Schwellen bestimmen wollen, müssen wir zunächst folgende Urteilstklassen unterscheiden:

- 1) Urteile, deren Inhalt eine wahrgenommene Druckzunahme ist,
- 2) Urteile, deren Inhalt eine wahrgenommene Druckabnahme ist,

¹⁾ »Um den Versuchspersonen den oben hervorgehobenen Gesichtspunkt, daß es sich bei der Methode der konstanten Unterschiede jedesmal in erster Linie um die Entscheidung darüber handelt, ob ein Unterschied merkbar ist oder nicht, und bzw. in welcher Richtung dieser Unterschied liegt, möglichst gegenwärtig zu erhalten, wurden an die Stelle der Ausdrücke ‚deutlich größer‘ und ‚deutlich kleiner‘ späterhin die Ausdrücke ‚größer deutlich‘ und ‚kleiner deutlich‘ gesetzt.« A. a. O. S. 9—10.

- 3) Urteile, deren Inhalt nur eine wahrgenommene Veränderung ist,
- 4) Urteile, deren Inhalt keine sicher wahrgenommene Veränderung ist.

Auf Grund dieser vier Arten von Urteilen und ihnen entsprechender Urteilsausdrücke ist es erst möglich, unsere vier Veränderungsschwellen zu berechnen.

Als gleichwertig mit den Urteilen z. B. der letzten Klasse werden hier solche Urteilsausdrücke behandelt, wie: »unbestimmt«, »unentschieden«, »nichts Sicheres«, »keine Veränderung«, »vermutlich Veränderung«, »Veränderung, nicht sicher« usw. Diesem Beispiel analog soll man die Gleichwertigkeit der Urteile verstehen, welche jeder der übrigen Klassen angewiesen werden.

Wenn man nur die Veränderungsschwelle bestimmen sollte, die Angabe der Veränderungsrichtung also nicht berücksichtigen würde, so würden in diesem Fall die drei ersten Klassen nur eine Klasse konstituieren: die Vermehrungs- und Verminderungsurteile würde man für gleichwertig mit den Veränderungsurteilen halten. Wenn man seine Untersuchung nur auf die Richtungsschwellen beschränken wollte, so würde man die beiden letzten Klassen in eine zusammenziehen: ein Veränderungsurteil ohne Richtungsangabe würde unter dieser Voraussetzung zu den unentschiedenen Fällen gehören. In keinem Falle aber, weder bei der Bestimmung irgendeiner Veränderungsschwelle, noch irgendeiner Unterschiedsschwelle, scheint die Unterdrückung der unentschiedenen Fälle zulässig zu sein. Es gab Forscher (Jastrow, Higier, Marcel Foucault), welche das taten, indem sie der Versuchsperson vorschrieben, »unter allen Umständen einen der beiden Reize als größer zu bezeichnen«. Ein derartiges Verfahren ist von G. E. Müller mit vollem Recht als durchaus verwerflich¹⁾ gerügt. Wenn man so verfährt, läßt man die Versuchsperson nicht nach dem unmittelbar erlebten Empfindungs- und Tatbestande die wahrgenommenen Unterschiede oder Veränderungen beurteilen, sondern man läßt sie einfach vermuten, erraten. Solche Vermutungsexperimente können meinetwegen zu besonderen, auch psychologischen Zwecken angestellt werden, aber sie haben mit den exakten

¹⁾ A. a. O. S. 14—15.

psychophysischen Bestimmungen der Unterschiedsempfindlichkeit nichts zu tun.

Diese kritische Bemerkung bezieht sich selbstverständlich allein auf die Ausschließung der »unentschiedenen Fälle«, welche unserer vierten Klasse der Urteilsausdrücke entsprechen, nicht aber auf die Ausschließung der Verschiedenheits- oder Veränderungsfälle (unserer dritten Klasse). Auch in solchen Versuchsgebieten, wo die positiven Verschiedenheitswahrnehmungen (ohne Bewußtsein der Richtung) vorkommen, könnte man seinen Untersuchungsgegenstand so beschränken, daß man derartige Fälle zu den »unentschiedenen« rechnen würde¹⁾. Nur das muß ich mit Nachdruck hervorheben, daß es solche Versuchsgebiete gibt, in welchen ausgeprägte positive Verschiedenheitsfälle ganz regelmäßig vorkommen, ohne daß man dabei auch die leiseste Spur von dem Richtungseindrucke wahrnimmt. Ein solches Gebiet ist eben auch das vorliegende. Die Untersuchung der Verschiedenheitsfälle und der Verschiedenheits- oder Veränderungsschwelle ist aber psychologisch mindestens ebenso wichtig in diesem Gebiete, wie die Bestimmung der Richtungsschwellen. Deshalb meine ich, daß die prinzipielle Gleichsetzung dieser Fälle mit den »Gleichheits- und Unentschiedenheitsfällen« bei der numerischen Verwertung der Resultate — wie G. E. Müller vorschreibt — im allgemeinen nicht statthaft ist²⁾.

Ich habe die Frage nach den Urteilsausdrücken etwas ausführlicher erörtert, da von ihrer richtigen Stellung und Lösung die Bedeutung und Verwertung der Versuchsergebnisse des zu untersuchenden Gebietes in hohem Grade abhängig ist.

¹⁾ Vgl. G. E. Müller, a. a. O. S. 14: »In manchen Versuchsgebieten kommen Fälle vor, wo zwar das Vorhandensein eines Unterschieds behauptet wird, nicht aber zugleich auch die Richtung des Unterschieds angegeben werden kann. Diese in den meisten Versuchsgebieten seltenen Fälle sind ähnlich wie die angeblichen Gleichheitsfälle zu behandeln, d. h. in ihrer Besonderheit zu Protokoll zu nehmen, bei der numerischen Verwertung aber im allgemeinen zu den unentschiedenen Fällen zu rechnen.« Dieselbe Vorschrift gibt der Verfasser in bezug auf die »Grenzmethode« (S. 164).

²⁾ Auch die Anmerkung des Verfassers auf der Seite 168 in bezug auf kontinuierliche Reizänderungen bezieht sich nur auf allmähliche Veränderungen, rechtfertigt also keineswegs die Außerachtlassung der plötzlichen Veränderungen.

5. Die Urteilszeiten.

Unter der Urteilszeit verstehe ich hier diejenige Zeit, die von der Einwirkung der Druckänderung ab bis zum Beginn der Urteilsäußerung verfließt. Man könnte nicht uninteressante psychologische Aufschlüsse dadurch gewinnen, daß man systematisch und kritisch die Zeiten bestimmt, welche die verschiedenen Beobachter bei den verschiedenen Bedingungen zur Fällung ihrer Urteile brauchen¹⁾. Von der genauen und systematischen Messung der Urteilszeiten sah ich ab. Das Ergebnis der beiläufig gemachten Beobachtungen betreffs derselben teile ich im folgenden mit.

Am schnellsten wurden die Urteile gefällt, wenn die objektiven Druckvermehrungen weit über der Zunahmeschwelle waren. In solchen überdeutlichen Fällen folgte die Aussage gleich unmittelbar auf die Reizeinwirkung. Fast mit derselben Schnelligkeit beurteilte man die seltenen Fälle der überdeutlichen Druckerleichterung. Die letztgenannten Fälle kamen selten vor, weil so starke Druckverminderungen, wie sie zu dieser Überdeutlichkeit nötig waren, nur selten angewandt wurden. Solche rasch gefällten Urteile wurden auch gewöhnlich mit starker Betonung und besonderer Lebhaftigkeit geäußert.

Etwas länger, bis 1 Sek., dauerten die Urteilszeiten, wenn es sich um ganz sichere und wahrscheinlich nicht unerwartete Vermehrungen handelte. Die Betonung dabei war stark, aber nicht so lebhaft wie vorher, auch das Sprechtempo war etwas langsamer.

Noch länger, bis 2 Sek., waren die Urteilszeiten bei der Wahrnehmung mancher Vermehrungen in der Gegend der Schwelle und der ausgeprägten Verminderungen in der überschwelligen Region. Ebensolange, 1 bis 2 Sek., dauerten die Urteilszeiten für ganz sichere und ganz deutliche Wahrnehmungen der richtungslosen Veränderungen, wie auch in Fällen, wo man ganz sicher keine Veränderung wahrnahm. Der Sprechton war entschieden, das Sprechtempo und die Betonung ganz wie in alltäglichen Behauptungssätzen.

¹⁾ Vgl. darüber: G. E. Müller, Die Gesichtspunkte S. 15—16; L. J. Martin und G. E. Müller, Zur Analyse der Unterschiedsempfindlichkeit S. 196—206.

Am längsten, manchmal bis 5—6 Sek., mußte man warten auf die gewöhnlichen Verminderungsurteile, außer den wenigen obenerwähnten Fällen. Ebensolange dauerten die Urteilszeiten für die andern richtungslosen Veränderungswahrnehmungen und bei den andern »unentschiedenen« Fällen. Die Äußerungen klangen gewöhnlich bescheidener, die Sprechgeschwindigkeit war kleiner als bei den kürzeren Urteilszeiten.

Diese Bemerkungen beziehen sich auf alle Versuchspersonen mit einziger Ausnahme des Herrn Dr. Tsukahara (eines Japaners). Die individuelle Verschiedenheit der Temperamente bei den übrigen Beobachtern bewirkte keine merklichen Unterschiede betreffs der obigen allgemeinen Regelmäßigkeiten. Tsukahara aber verhielt sich ganz anders: bei ihm waren die Urteilszeiten fast immer von derselben Dauer, ungefähr $1\frac{1}{2}$ —2 Sek., auch der Ton und die Schnelligkeit der Sprache schienen mir bei allen Urteilsäußerungen immer dieselben zu sein. Es war die Sprechweise einer gleichgültigen Salonunterhaltung.

Während der Zeit der Überlegung, des Besinnens störte den Beobachter jedes, auch das leiseste Geräusch. Man mußte den Versuch wiederholen, wenn eine solche Störung vorgekommen war. Einige recht interessante Beobachtungen hinsichtlich derartiger Urteilsheimmungen verdanke ich dem folgenden Umstände: manchmal kam es vor, daß infolge der Ungeschicklichkeit des Experimentators der bis zu der Urteilsäußerung in der Regel festgehaltene seitliche Hebel vorzeitig losgelassen wurde, was ein Geräusch verursachte; in solchen Fällen war es dem Beobachter im allgemeinen unmöglich, die Veränderung zu beurteilen, auch wenn sie in der überschwelligen Region lag und das Geräusch nicht in die erste Sekunde nach der Reizeinwirkung fiel. Ich konnte mir diese Erscheinung nicht anders als daraus erklären, daß das Erinnerungsbild der erlebten Veränderungswahrnehmung durch das Geräusch völlig verschwand. Nur in Fällen ganz ausgeprägter Veränderungswahrnehmung konnte der Beobachter, auch nach der Störung, das sichere Urteil fällen. Die Eindringlichkeit der Wahrnehmung ließ sie nicht so leicht vergessen, wie es bei weniger ausgeprägten Wahrnehmungen der Fall war.

6. Die Urteilsrichtung.

Bei der Untersuchung der Unterschiedsempfindlichkeit der diskreten Reize spielt eine große Rolle die Richtung¹⁾ nach dem einen oder dem andern Reize hin, welche das Urteil einschlägt. Wenn es sich aber um die Untersuchung der Veränderungswahrnehmbarkeit handelt, scheint die Frage nach der Urteilsrichtung von selbst ganz einfach gelöst zu werden. Hier hat der Beobachter nicht zwei Reize, zwei Druckeindrücke zu verzeichnen, sondern das Werden des sogenannten Vergleichsreizes unmittelbar zu beobachten. Dieses Werden, das Zustandekommen der Veränderung des Druckreizes wird unmittelbar apperzipiert; direkt auf die Druckänderung wird die Aufmerksamkeit und das Urteil gerichtet. Um diesen tatsächlichen Sachverhalt bei der Beobachtung und Beurteilung der zu untersuchenden Erlebnisse festzustellen, stellte ich den Versuchspersonen stets vollständig frei, ob sie ihre Urteile auf die Veränderung oder auf die beiden Reize, auf den Normalreiz oder auf den Vergleichsreiz beziehen wollten. Das Resultat dieses Verfahrens mit ganz freier Urteilsrichtung war das folgende:

In keinem einzigen Falle bezog die Versuchsperson ihre Urteilsäußerung auf den ersten Reiz, den Normalreiz, sie sagte niemals: »Der erste Druck war größer oder kleiner«. Auch sagte sie niemals: »Die Drucke sind verschieden, unterscheiden sich«; sondern man bezog die Aussage in den Fällen der richtungslosen Veränderung auf die Veränderung selbst, man sagte: »Verändert«, oder »Veränderung«, oder »Nicht ganz glatt, wie vorher« (d. h. wie in dem vorhergehenden Versuche), oder »Ja, etwas habe ich gespürt«. Bei der Angabe der Veränderungsrichtung sagte man z. B. »Zunahme«, »Abnahme« — »Zugenommen«, »Abgenommen«; »Vermehrt«, »Vermindert«, »Schwerer«, »Leichter« u. dgl. Niemals nannte man in dem letzten Falle bei der Äußerung ausdrücklich das grammatische Subjekt des Satzes. Aus diesem Verhalten der Beobachter bei der ihnen überlassenen Urteils- und Ausdrucksweise darf man wohl schließen, daß das Urteil stets unmittelbar auf die Veränderung selbst sich bezog und erst nach Charakterisierung der Veränderungswahrnehmung die

¹⁾ Vgl. G. E. Müller, Die Gesichtspunkte S. 16—19.

Veränderungsrichtung angab. Die ganz besonders von einer Versuchsperson bevorzugten Ausdrücke »Schwerer«, »Leichter« waren meines Erachtens nur abgekürzte Sprechweisen für die längeren Worte: »Erschwerung« und »Erleichterung«. Es ist aber möglich, daß der betreffende Beobachter an den Vergleichsreiz dabei dachte. Bei dieser letzten Voraussetzung könnte man nun in bezug auf ihn, aus den Ausdrücken allein, nicht mit Sicherheit feststellen, ob er seine Aufmerksamkeit und seine Urteile bei der Wahrnehmung der Veränderungsrichtung nicht direkt auf den zweiten Druckreiz bezog.

Aus der Beobachtung an mir selbst als Versuchsperson und aus den Mitteilungen über die Selbstbeobachtungen, welche ich den als Versuchspersonen fungierenden Herren verdanke, kam ich zu demselben Schluß hinsichtlich der Urteilsrichtung, welchen ich aus den Urteilsausdrücken gezogen hatte: man beurteilt unmittelbar und direkt die Veränderung selbst, sie ist adäquater Reiz für Veränderungswahrnehmungen. Erst nach dem Charakter, oder auch in Verminderungsfällen nach der vollzogenen Analyse der Veränderungswahrnehmung beurteilt man noch die Richtung der Druckänderung.

7. Unwissentlichkeit des Verfahrens.

Auf die Versuchsergebnisse ist es von Einfluß, wenn der Beobachter bei einzelnen Versuchen eine Kenntnis hinsichtlich des objektiven Reizes und des Versuchsverfahrens hat. In bezug auf diesen Umstand muß man bei den Versuchen über die Unterschiedsempfindlichkeit und speziell über die Veränderungswahrnehmbarkeit verschiedene Arten des wissentlichen und bzw. des unwissentlichen Verfahrens unterscheiden.

Das Verfahren ist ganz wissentlich, wenn die Versuchsperson bei jedem Versuche alles kennt und weiß, was den Versuch betrifft, also das Versuchsverfahren in allen Einzelheiten, die Größe der beiden Reize, die Richtung der Veränderung. Das Verfahren ist ganz unwissentlich, wenn die Versuchspersonen nichts davon kennen und wissen. Zwischen diesen extremsten Fällen, welche in ihrer Reinheit wohl niemals vorkommen, sind die mannigfaltigsten Arten und Variierungen enthalten. Jedes in der psychologischen Praxis angewandte Verfahren wird teilweise wissentlich, teilweise unwissentlich gewesen sein.

Als eine außerhalb der eben angedeuteten Mannigfaltigkeit stehende Art des Verfahrens ist die zu betrachten, welche von G. E. Müller »in herkömmlicher Weise«¹⁾ halb wissentliches Verfahren genannt wird. Dieses Verfahren besteht darin, daß »der Versuchsperson jedesmal unmittelbar nach der Urteilsabgabe das wirkliche Verhalten der beiden Reize mitgeteilt wird«.

Der Frage nach dem Einfluß der Wissentlichkeit des Verfahrens auf die Versuchserlebnisse des Beobachters und auf die Resultate wandte ich bei meinen Versuchen ganz besondere Aufmerksamkeit zu. Einen Teil der Versuchsreihen habe ich speziell zu dem Zweck angestellt, um jenen fraglichen Einfluß festzustellen.

Das sog. »halbwissentliche«²⁾ Verfahren habe ich nur bei den Vorversuchen angewandt. Bei den eigentlichen Versuchen habe ich es niemals benutzt und die Untersuchung desselben nicht unternommen, weil die Sache mir schon bei den Vorversuchen erledigt zu sein schien. Dieses Verfahren leistete bei der ersten Einübung der Versuchspersonen gute Dienste. Aber auch bei den Vorversuchen habe ich es nur sehr sparsam benutzt, nur nach wenigen einzelnen Versuchen, weil ich befürchtete, daß die Versuchsperson sich leicht eine unrichtige Praxis bei der Beobachtung und Urteilsbestimmung dadurch aneignen könnte. Diese wenigen Vorversuche mit der unmittelbar folgenden Belehrung der Versuchsperson waren fast alle Druckverminderungen, welche bedeutend über der Abnahmeschwelle lagen; ihr unmittelbarer Zweck war, der Versuchsperson die Erkennung der Druckabnahme einigermaßen leichter oder eventuell auch möglich zu machen. Hinsichtlich der Druckzunahme bedurfte die Versuchsperson keiner solchen nachträglichen Belehrung: sie wurde schon in den ersten Vorversuchen ohne Schwierigkeit als solche erkannt.

Was den Einfluß der Wissentlichkeit oder Unwissentlichkeit des Verfahrens im eigentlichen Sinne dieser Worte auf den Gang der Versuche und deren Resultate anbelangt, so möchte ich in erster Linie eine große individuelle Verschiedenheit in dieser Beziehung

¹⁾ A. a. O. S. 23.

²⁾ Der Name ist ganz unzutreffend und scheint im Widerspruch zu stehen mit der Definition des »ganz unwissentlichen« und des »wissentlichen« Verfahrens, die G. E. Müller a. a. O. aufstellt.

hervorheben. Es gibt Versuchspersonen, welche beim Beobachten und Beurteilen ganz unruhig werden, sich augenscheinlich quälen und nicht gut beobachten können, wenn das Verfahren und die Bedingungen der Versuche ihnen völlig oder hauptsächlich unbekannt sind. Zu diesem Typus scheinen die Beobachter zu gehören, welche in andern psychologischen Versuchsgebieten sonst sehr geübt sind, aber Versuche des betreffenden Gebietes zum erstenmal unternehmen. Mit wachsender Übung vermindert sich der Abscheu vor dem unwissentlichen Verfahren. Von einem ganz andern Typus sind solche Versuchspersonen, die beim wissentlichen Verfahren das Interesse für die Sache verlieren und leicht zu schlechten psychologischen Beobachtern werden. Bei den Versuchspersonen, mit welchen ich die vorliegenden Versuche angestellt habe, bin ich noch einem dritten Typus begegnet, der in einem Beobachter in ganz prägnanter Weise vertreten war. Für diesen Beobachter schien es ganz gleichgültig zu sein, ob das Verfahren wissentlich oder unwissentlich war. Er trat an die Versuche immer mit demselben Interesse heran und ließ sich in der Beobachtung und Beurteilung auf keine merkbare Weise beeinflussen.

Noch einige spezielle Resultate hinsichtlich der Wissentlichkeit des Verfahrens sollen zusammen mit den sich auf die Methode der Minimaländerungen beziehenden Resultaten angegeben werden.

B. Bestimmung der Schwellen.

I. Natur der Schwelle.

Die Wahrnehmung der Reizveränderung ist ein psychischer Akt, welcher hinsichtlich seiner Entstehung und seines Charakters von der ganzen Mannigfaltigkeit verschiedener Faktoren, der Versuchsumstände und der Versuchsbedingungen, abhängt. Bei einem gegebenen Normreiz ist sie in erster Linie von der Größe der Reizänderung abhängig und durch dieselbe definierbar. Der größeren Reizänderung entspricht im allgemeinen eine eindringlichere und ausgeprägtere Wahrnehmung, der kleineren Reizänderung geht eine weniger ausgeprägte und weniger deutliche Wahrnehmung parallel. Die kleinste Reizänderung, welche unter den gegebenen Umständen und Bedingungen noch eben in bezug auf ein gewisses sie charakterisierendes Merkmal merkbar, wahrnehmbar ist, ist nun gerade die wichtigste Größe bei

der Bestimmung der Unterschiedsempfindlichkeit oder der Veränderungswahrnehmbarkeit: sie ist eben die Unterschieds- oder Veränderungsschwelle. Jede von den vier Veränderungsschwellen, welche wir oben (S. 22) unterschieden, ist eine auf die angedeutete Weise streng und exakt definierbare Größe¹⁾. Wir haben keinen Grund, anzunehmen, daß diese Größe unter ganz denselben Versuchsbedingungen und -umständen nicht konstant wäre. Die Versuchsbedingungen und -bedingungen aber werden von Fall zu Fall verschieden. Diese Verschiedenheit wird teils bewußterweise und zweckmäßig durch den Experimentator herangezogen, teils aber tritt sie von seinem Willen unabhängig ein. Die Verschiedenheit letzterer Art läßt sich teilweise erkennen und feststellen, teilweise aber entzieht sie sich vollständig dem Wissen und Erkennen des Experimentators. Man kann folglich die Versuche nur unter annähernd konstanten Bedingungen anstellen und ausführen: ihnen entsprechen also nur ebenso annähernd konstante Schwellen. Sie lassen sich beim Wiederholen der Versuche und der Versuchsreihen nur mit größerer oder kleinerer Wahrscheinlichkeit bestimmen: je nachdem die Versuchsbedingungen und Umstände von jener annähernden Konstanz weniger oder mehr abgewichen sind.

Es ist demnach kaum zu erwarten, daß die Wiederholung einer Versuchsreihe genau denselben Schwellenwert ergibt: denn es ist kaum anzunehmen, daß die Versuchsbedingungen in beiden Fällen genau dieselben sind. Wir haben eigentlich mit so vielen Schwellen zu tun, als Versuchsreihen zum Zwecke der Bestimmung einer gewissen Schwelle ausgeführt werden. Jedesmal aber ist die Schwelle durch die Reizänderung und die Versuchsbedingungen und -umstände eindeutig determiniert.

Da die richtige Auffassung des Schwellenbegriffs für die psychophysische Methodik von großer Wichtigkeit ist, will ich hier eine kritische Bemerkung mir erlauben in bezug auf die einschlagende Auslassung G. E. Müllers. Er spricht von zwei Betrachtungsweisen: man könne erstens die Schwelle als eine unter gleichen Versuchsbedingungen konstante Größe ansehen; man könne aber zweitens

¹⁾ Das läßt sich keineswegs von den sog. Überschwellen, überdeutlichen Schwellen oder Deutlichkeitsschwellen und dergleichen sagen.

auch die Schwelle als zufällig variabel und das D als von den zufälligen Fehlervorgängen nicht beeinflußt ansehen. Die erstere dieser beiden Betrachtungsweisen sei von Fechner, von ihm in seiner »Grundlegung« und danach auch von Merkel, Bruns u. a. benutzt worden, die zweite dagegen sei seiner späteren Publikation zugrunde gelegt worden. Ferner sei letztere Darstellungsweise zugleich auch diejenige, welche als ein unmittelbarer Ausdruck des Tatsächlichen zu gelten habe. »Denn die Erfahrung zeigt uns in der Tat, daß die Schwelle, d. h. der Wert, den ein Reiz oder ein Reizunterschied überschreiten muß, damit ein bestimmtes auf ihn bezügliches Urteil abgegeben werde, bei den Versuchen in zufälliger Weise hin und her schwankt.«¹⁾ — Gegen diese Auffassungsweise des Verfassers bemerke ich folgendes: Es ist zuerst nicht zu ersehen, wie die Erfahrung Zufälligkeit der Schwellenschwankung uns zeigen kann. Zweitens: die Erfahrung, je genauer man sie erkennt, zeigt uns desto genauer, daß die »Schwankungen« der jedesmaligen Schwelle von den Schwankungen der Versuchsbedingungen abhängen. Drittens: die Erfahrung zeigt uns jedesmal nur den Schwellenwert, welcher den betreffenden Versuchsbedingungen entspricht. Viertens: Es ist nicht zu verwundern²⁾, daß man in verschiedenen Versuchsreihen verschiedene Schwellen bekommt, sondern es wäre eher zu verwundern, wenn man in zwei verschiedenen Versuchsreihen eine und dieselbe Schwelle bekäme.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Verfasser sich nur unklar ausdrückt; denn die Sache ist zu einfach, und von einem reellen Meinungsunterschied hierüber kann kaum die Rede sein. Aber diese Unklarheit beeinträchtigt in hohem Maße eine richtige und kritische Auffassung der methodologisch-prinzipiellen Gesichtspunkte. Ich komme später noch darauf zurück.

II. Faktoren der Schwellenveränderlichkeit.

Die unabhängig veränderlichen Größen, von welchen die jedesmalige Schwelle abhängt, sind alle Versuchsbedingungen und Versuchsumstände, unter denen die betreffende Versuchsreihe zustande

¹⁾ A. a. O. S. 59—60.

²⁾ Vgl. a. a. O. S. 110.

kommt. Wie viele Versuchsfaktoren ihre Wirksamkeit ausüben, so viele Inkonstanzfaktoren beeinflussen die Resultate der Versuche, die Bestimmung der Schwellen. Wie in dem vorhergehenden Kapitel schon angedeutet wurde, ist es eine Tatsache der Erfahrung, daß die Versuchsumstände und -bedingungen des psychologischen Experimentes sich von Fall zu Fall in mehrfacher Richtung und in verschiedenem Maße ändern. Der wesentlichste Faktor besteht im Hervorbringen der Reizänderungen. Die Veränderlichkeit dieses Faktors wird durch den Experimentator zweckmäßig angewendet und verwertet. Darin besteht eben wesentlich das psychologische Experimentieren. Um aber richtige Schlüsse daraus ziehen zu können, muß der Experimentator jener Veränderlichkeit möglichst auf den Grund gehen, welche mit der ersten, der Reizveränderlichkeit, im Bewußtsein des Beobachters und in seinen Urteilen parallel läuft. Er muß feststellen, inwiefern diese zweite Veränderlichkeit von der ersten, der unabhängigen, ferner von dem physischen und psychischen Zustand des Beobachters, von seinen Dispositionen und von seinem ganzen Verhalten, wie auch von den die Versuche begleitenden Erscheinungen und Ereignissen unmittelbar und mittelbar, direkt und indirekt abhängig ist.

Im folgenden werden die hauptsächlichsten Veränderlichkeitsfaktoren erörtert. Sie sind teils wesentliche Versuchsbedingungen, teils begleitende Umstände und Erscheinungen.

1. Die Reizänderungen und ihre Reihenfolgen.

Wenn der Normalreiz N um den Betrag D vermehrt wird, so heißt $+D$ positive Reizänderung, es entspricht ihr in den vorliegenden Versuchen eine Druckvermehrung (um D gr). Wenn der Normalreiz um D vermindert wird, so ist $-D$ negative Reizänderung, die unserer Druckverminderung entspricht. Der absolute Betrag, um welchen sich zwei Reizänderungen in zwei nacheinander folgenden Versuchen unterscheiden, wird bei der Anwendung der Methode der Minimaländerungen Stufe genannt. Dieselbe Bezeichnung werde ich für die eben definierte Größe auch bei der Besprechung der Methode der richtigen und falschen Fälle gebrauchen.

Es ist Erfahrungstatsache, daß bei anscheinend konstanten übrigen Versuchsumständen und -bedingungen erstens verschiedene Ände-

rungen desselben Normalreizes und sich voneinander nicht merkbar unterscheidende Empfindungskomplexe und Wahrnehmungen sich häufig entsprechen, zweitens daß derselben Reizänderung verschiedene Wahrnehmungen und Urteile manchmal parallel gehen. Je weniger voneinander verschieden die Reizänderungen sind, desto häufiger kommen Fälle der ersteren Art vor; je beträchtlicher der Größenunterschied der Reizänderungen ist, desto seltener geschieht es, daß man die Verschiedenheit nicht wahrnimmt. Die Fälle zweiter Art kommen in der Regel nur dann vor, wenn die Reizänderung in die Umgebung der betreffenden Schwelle fällt. Beträchtlich oberhalb und beträchtlich unterhalb der Schwellenregion kommen sie nur ganz ausnahmsweise vor.

Auf Grund dieses allgemeinen Erfahrungsergebnisses fragt es sich, welche Reizänderungen bei einem gegebenen Normalreize in einer anzustellenden Versuchsreihe anzuwenden sind. Das ist eine Frage, die nur von Fall zu Fall experimentell entschieden werden kann. Theoretische Betrachtungen und praktische, aus ganz andern Versuchsgebieten erfahrungsgemäß herangezogene Regeln können leicht die Erreichung des eigentlichen Zieles der psychologischen Versuche beeinträchtigen. Übrigens kann diese Frage ohne Rücksicht auf andere psychologische Tatsachen in demselben Versuchsgebiet richtig nicht beantwortet werden. Man muß zunächst sehen, welchen Einfluß die Folge der einzelnen Versuche auf das beobachtende Bewußtsein hat, in welcher Beziehung die angewandten oder anzuwendenden Stufen zu der Wahrnehmung und Beurteilung der Reizänderungen stehen.

Einige markantere Tatsachen und Erfahrungen in dieser Hinsicht sind die folgenden:

1. Kleine Stufen ermüden den Beobachter und verringern sein Interesse, besonders bei den Versuchen in den unterschweligen Regionen.
2. Große Stufen machen den Beobachter weniger empfindlich für die kleinen.
3. Eine absteigende Stufenfolge adaptiert den Beobachter auf kleinere Reizänderungen.
4. Wenn einer hinsichtlich der Richtung übermerklichen Reizänderung eine sonst in derselben Beziehung untermerkliche

- unmittelbar folgt, kommt sehr häufig eine Kontrastwirkung zum Vorschein: nach einer deutlichen Druckvermehrung nimmt man oft eine darauf folgende, sonst hinsichtlich der Richtung untermerkliche Veränderung (sowohl negative als positive) als eine Druckverminderung, und, obgleich seltener, umgekehrt.
5. Eine Reizänderung, welche nicht untermerklich ist, wird durch die vorhergehende entgegengesetzte Reizänderung, welche noch als die Richtungsänderung erkannt war, in ihrer eigenen Richtung als verstärkt wahrgenommen. Das ist eine andere Wirkung des Kontrastes.
 6. Die Kontrastwirkung erstreckt sich gewöhnlich nur auf die unmittelbar folgende Stufe.
 7. Wenn zwei ganz gleiche Reizänderungen aufeinander folgen, wird die zweite in der Regel mit größerer Eindringlichkeit wahrgenommen und richtiger beurteilt, und bei nochmaliger Wiederholung derselben Reizänderung wird die Wahrnehmung und Beurteilung der vorangehenden ähnlich.
 8. Gleichen Stufen gehen nicht gleiche Veränderungswahrnehmungen parallel.
 9. Wenn (bei der herkömmlichen Anwendung der Methode der Minimaländerungen) einer aufsteigenden Stufenreihe eine absteigende unmittelbar folgt, oder umgekehrt, so tritt eine wenn auch unwillkürliche Vergleichung der Stufen und Wahrnehmungen der zweiten mit den entsprechenden Stufen und Urteilsäußerungen der ersten Stufe ein. Diese Vergleichung beeinflusst nicht selten die Beurteilungen, welche im Verlauf der zweiten Reihe stattfinden.
 10. Auch bei Anwendung beliebiger anderer Stufenfolgen kommen verschiedenartige Nebenvergleiche vor, von welchen die Beurteilungen der Versuchsperson beeinträchtigt werden.
 11. In die Stufenfolgen zweckmäßig hineingeschobene Kontroll- und Regulierungsversuche können den Beobachter von der Voreingenommenheit und Beeinflussung durch die vorausgegangenen Versuche befreien.

Hinsichtlich des letzten Punktes muß ich etwas näher die hier in Betracht kommenden Kontrollversuche erörtern. Die Notwendigkeit einer häufigen Anwendung derselben ergab sich sehr bald bei der

Ausführung der vorliegenden Versuche und aus der Tatsache, daß die einzelnen Versuche von den vorausgehenden und von ihrer Folge mehrfach abhängig sind. Zur Feststellung der erwähnten Tatsache wurden eben die Kontrollversuche angewandt; zur Elimination oder wenigstens Verminderung des Einflusses der vorausgehenden Versuche auf die eben anzustellenden wurden dann aber die Regulierungsversuche eingeschoben.

Zu den Kontroll- und Regulierungsversuchen rechne ich auch die sogenannten Nullversuche (Vexierversuche). Anstatt jedoch die Reizänderung Null anzuwenden, benutzte ich fast immer positive oder negative Reizänderungen, die beträchtlich unter den betreffenden Veränderungsschwellen lagen und sich für den Beobachter als vollständig mit den Nulländerungen gleichwertig erwiesen. Nulländerungen habe ich im ganzen nur zweimal benutzt.

Andere Regulierungsversuche waren verschiedener Art, je nach den Umständen und Benutzungszwecken; sie bestanden gewöhnlich in einer nichtüberschwelligen, positiven oder negativen Reizänderung. Den Nutzen solcher Regulierung zeigt folgendes Beispiel, welches auch in anderer Beziehung instruktiv ist.

Bei dem Normalreiz 200 g erkannte die Versuchsperson (Herr Loria) die Reizänderung + 10 g schon ganz sicher als eine Veränderung, die Reizänderung + 12 wurde schon mit voller Sicherheit als eine Druckvermehrung beurteilt; dann kam die Reizänderung + 14, der Beobachter beurteilte sie natürlich als Vermehrung; hierauf kam die Reizänderung - 14, der Beobachter schätzte sie als Verminderung. Man könnte dieses letzte Urteil irrtümlich als Zeichen der Verminderungswahrnehmung und 14 als Verminderungsschwelle annehmen, wenn man keine Rücksicht auf die Kontrastwirkung nehmen würde. Zur Regulierung und Kontrolle ließ ich dann die Reizänderung - 14 noch zweimal nacheinander wirken, jedesmal folgte das Urteil »keine Veränderung«¹⁾. Dieses Beispiel gilt zugleich als ein kleiner Beleg für die in diesem Versuchsgebiete sehr gewöhnliche Kontrastercheinung. Beiläufig bemerke ich, daß in der Versuchsreihe, wel-

¹⁾ Ganz derselbe Vorgang fand bei den nächstfolgenden Versuchen statt: + 16 — — »Vermehrung«, - 16 — — »Verminderung«, - 16 — — »Keine Veränderung«, - 16 — — »Keine Veränderung«, - 18 — — »Keine Veränderung«.

cher das obige Beispiel entnommen ist, die Veränderungsschwelle (in der Richtung der Verminderung) sich erst bei 22 herausstellte, die Verminderungsschwelle bei 24.

2. Der Apparat und seine Handhabung.

Den Bemerkungen, welche in bezug auf diesen Inkonstanzfaktor bei der Beschreibung des Apparates und seiner Handhabung gemacht worden sind, möchte ich hier noch hinzufügen, daß bei der Benutzung des Apparates kleine Unregelmäßigkeiten vorkommen können, welche sich der Aufmerksamkeit des Experimentators und des Beobachters manchmal entziehen, welche aber auf die Urteile des letzteren von Einfluß sein können. Ein ganz leises Geräusch z. B., welches der während der Reizänderung benutzte seitliche Hebel manchmal verursachte, wurde von einer Versuchsperson in der Achse des Haupthebels lokalisiert, und diese Täuschung rief eine die Beurteilung störende Bewegungsvorstellung hervor.

Es ist selbstverständlich, daß eine kleine Inkonstanz in der Bedienung des Apparates und in der Ausführung der Versuche, welche sich der Kontrolle völlig entzieht, eine nicht unbedeutende Inkonstanz der Versuchsbedingungen herbeiführen kann.

3. Die Umgebung.

Umgebungseinflüsse, wie Schwankungen der Zimmertemperatur, des Druckes und Feuchtigkeitsgrades der Luft und ähnliche, werden hier, allein wirkend, die Grenzen der annähernden Konstanz der Versuchsbedingungen kaum übersteigen. Aber einen ganz beträchtlichen Inkonstanzfaktor stellen äußere Geräusche irgendwelcher Art dar. Stärkere Geräusche sind nicht gefährlich, denn dabei müssen die Versuche eingestellt werden. Es liegt aber eine große Gefahr in kaum wahrnehmbaren Geräuschen, welche eben dann stattfinden, wenn man eine Reizänderung wirken läßt. Eine merkwürdige Tatsache ist es, daß der Beobachter manchmal zwei so verschiedene Erscheinungen verwechselt, wie die beiden Veränderungswahrnehmungen sind: eine Wahrnehmung der Druckänderung nämlich und eine solche der akustischen Veränderung. Wenn diese beiden Wahrnehmungen apperzipiert werden, kommt es leicht zu einer irreleitenden Zusammensetzung der beiden Komponenten im Bewußtsein des Beobachters.

4. Die physiologischen Bedingungen.

Ich fasse mit diesem Worte alle physiologischen Faktoren zusammen, die auf die Veränderungsergebnisse und Veränderungsbeurteilungen bei den vorliegenden Versuchen direkt oder indirekt einwirken. Den Reizänderungen entsprechen physiologische Änderungen, die schließlich als Nerven- und Gehirnerregungen die neuen, mit ihnen parallel laufenden Bewußtseinserlebnisse hervorrufen dürften. Diese physiologischen Erregungen werden aber begleitet von verschiedenen andern somatischen Erscheinungen, die teils von ihnen unabhängig, teils von ihnen abhängig, jedoch nicht ihnen proportional, verlaufen. Es entstehen somit recht viele neue Faktoren, die die Konstanz der Versuchsbedingungen vielfach beeinträchtigen. Von allen physiologischen Faktoren, welche von der annähernden Konstanz merklich abweichen oder abweichen können, hebe ich einige hervor.

1. Das Drücken des Stäbchens bewirkt eine Deformation der gedrückten Hautstelle. Diese Deformation ist die unmittelbare Wirkung des Druckreizes und wird desto stärker und tiefer, je größer der Druckreiz ist, je länger er dauert, je plötzlicher er eintritt, usw. Sie verschwindet nicht sogleich und nicht vollständig mit dem Aufhören der Druckwirkung. Jede Reizeinwirkung hinterläßt in der Haut eine Deformationsnachwirkung, die einige Zeit dauert. Das sind einfache Tatsachen der äußeren Beobachtung. Es ist ohne weiteres klar, daß in der Reihe von Versuchen und Versuchsreihen vor jeder Reizänderung die Haut anders deformiert ist, und daß jeder Reizänderung eine Deformation folgt, welche ihr nicht proportional ist, sondern aus der vorhergehenden Deformation und der jetzt bewirkten Deformationsänderung resultiert. Analog verhält sich die Sache mit den Deformationen, welche der Normalreiz vor der Änderung und der Vergleichsreiz nach der Änderung hervorrufen.

2. Die Pressung und Deformation der Hautstelle ruft unter gewissen Umständen sehr häufig eine physiologische Schmerzerregung hervor. Wenn ihr eine Schmerzempfindung folgt, so sagt dies die Versuchsperson, und die Versuche werden eingestellt. Wenn aber die Schmerzerregung sich mit der Tast- und Druckerregung zusammensetzt, so entspricht einer solchen resultierenden Nerven-erregung ein Erlebnis, das mit den reinen Druckempfindungen und

Druckveränderungswahrnehmungen leicht verwechselt wird. Auch in den Fällen, wo die Schmerzerregung als solche empfunden ist, werden leicht die nicht mehr empfundenen Nachwirkungen der Schmerzerregung einen nicht mehr annähernd konstanten Versuchsumstand verursachen.

3. Ganz ähnlich verhält sich die Sache mit den Pulserregungen. Sie werden häufig, besonders bei größeren Druckreizen, in den gedrückten Blutgefäßen stärker hervorgerufen. Die leiseren Druckänderungen (in der Nähe der Schwellen) werden leicht mit den Pulswahrnehmungen verwechselt und umgekehrt. Bei mir selbst habe ich beobachtet, daß ich die Pulsschläge bedeutend deutlicher wahrnahm als die, auch überschwelligten, Druckänderungen, wenn diese bei größeren Normalreizen geschahen. Als Versuchsperson zu den Versuchen mit höheren Druckgewichten (von 400 g an aufwärts) war ich infolgedessen ganz unfähig.

4. Das allgemeine Befinden, die organischen Dispositionen und die physiologischen Stimmungen sind imstande, die physiologische Konstanz der Versuchsbedingungen in bedeutendem Maße zu beeinträchtigen. Ich erwähne hier z. B. den Einfluß, welchen in dieser Beziehung der Genuß erregender Genußmittel kurz vor der Versuchsreihe auf die Resultate übt. Bei den vorliegenden Versuchen hat sich gezeigt, daß eine Tasse schwarzen Kaffees, unmittelbar vor der Versuchsstunde eingenommen, schon ausreicht, diese Versuchsstunde für verloren zu halten.

5. Die Aufmerksamkeit.

Die Reizänderung soll in dem Beobachter ein neues Bewußtseins-erlebnis hervorrufen, welches für ihn die einzige Grundlage der Beurteilung ausmachen muß. Dieses neue Bewußtseins-erlebnis, die neuen, der Reizänderung parallel gehenden Empfindungen und Empfindungskomplexe und Wahrnehmungen, kommt ohne den Aufmerksamkeitsakt gar nicht zustande. Die passive Aufmerksamkeit kann durch stärkere Reizänderungen erweckt werden, aber um die kleineren Veränderungen, welche hier doch in großer Mehrzahl vorkommen, wahrzunehmen, dazu ist die aktive Aufmerksamkeit, und zwar in nicht zu geringer Konzentration, unentbehrlich. Zu der Beurteilung sowohl der schwachen wie auch der stärkeren Veränderungen ist darum die

aktive Apperzeption absolut notwendig. Damit weiter die Versuche einer Versuchsreihe oder der miteinander zu vergleichenden Versuchsreihen nicht vollständig wertlos sind, muß die Versuchsperson zu jedem von diesen Versuchen annähernd denselben konstanten Grad der Apperzeptionsstärke in Anwendung bringen. Jede bewußte unwillkürliche oder willkürliche Abschweifung der Aufmerksamkeit in dem Augenblick der Veränderung, jede bewußte Abweichung von jedem annähernd konstanten Apperzeptionsgrad macht den Versuch ungültig und sollte immer dem Experimentator sogleich kundgemacht werden.

6. Die Übung.

Es gibt wahrscheinlich wenige psychologische Versuchsgebiete, in welchen die Übung im Laufe der Versuchsreihen, von Versuch zu Versuch, von Versuchsreihe zu Versuchsreihe, so auffallend zum Vorschein käme, wie in dem vorliegenden. Um einzusehen, bei welchem Verfahren die Einübung am schnellsten fortschreitet, welche Momente sie in besonderer Weise begünstigen, welche auf sie hemmend wirken, habe ich das Verfahren auf verschiedene Weise speziell zu diesem Zwecke variiert. Es ist nicht leicht, sichere Schlüsse aus dem gesammelten Material zu ziehen, denn es läßt sich in vielen Fällen nicht feststellen, inwiefern die Verschiedenheit der Zahlenresultate der Einübung, nicht aber den ändern durch die Änderungen des Verfahrens beeinflussten Faktoren, zuzuschreiben wäre. Nur die wenigen folgenden Erfahrungen dürften für sicher zu halten sein:

1. Außer der allgemeinen Einübung für die Veränderungsversuche tritt die Übung für einen bestimmten Normalreiz und für ein bestimmtes Verfahren deutlich hervor.

2. Das auf- oder absteigende Abstufungsverfahren innerhalb derselben Versuchsreihe übt die Versuchsperson ein, auch wenn einige Kontroll- oder Regulierungsversuche hier und da eingeschaltet sind.

3. Das Abzählungsverfahren mit zufälligem Wechsel der Reizänderung stumpft den Beobachter ab.

4. Das Maximum der Übung für einen gegebenen Normalreiz erlangt man, wenn man bei jenem Normalreiz mehrere durch die Versuche mit einem ändern Normalreize nicht unterbrochene Versuchsreihen nach womöglich genau demselben Verlauf an unmittelbar auf-

einander folgenden oder doch nicht weit auseinanderliegenden Versuchstagen durchläuft.

Als Beleg für das an der letzten Stelle Gesagte führe ich ein Beispiel an. Ich habe mit einer erst an die Veränderungsversuche herantretenden Versuchsperson (Herrn Dr. Krueger) nach einigen Vorversuchsreihen speziell zu diesem Zweck 9 Versuchsreihen bei dem Normalreiz 800 g angestellt. Das Verfahren war im Grundprinzip das der Minimaländerungen, aber die Stufen blieben nicht stets gleich, sondern variierten in den Grenzen von 3 g bis 1 g, je nach der Entfernung, in welcher man sich von jeder der zu bestimmenden vier Schwellen befand; bei jeder Stufe machte man eine, zwei oder drei Reizänderungen in derselben oder in den beiden Richtungen (z. B. +20, -20, +20); dem Beobachter waren die Anfangsänderung, die Stufengrößen und in jeder Stufe die Änderungsrichtungen völlig unbekannt. Das Resultat dieser Versuche enthält die nachstehende Tabelle, in welcher die vier Schwellen in folgender Ordnung von links nach rechts aufgeführt sind: die Veränderungsschwelle (bei objektivem +*D*), die Vermehrungsschwelle, die Veränderungsschwelle (bei objektivem -*D*), die Verminderungsschwelle. In der ersten Zeile der Tabelle befinden sich die vier Schwellen der Versuchsreihe, welche noch in die Vorversuchszeit fiel. Die drei andern Zeilen enthalten jene vier Schwellen, deren Bestimmung dem Anfang, der Mitte und dem Ende der Übungsperiode entspricht.

| (+ <i>D</i>) | + <i>D</i> | (- <i>D</i>) | - <i>D</i> |
|---------------|------------|---------------|------------|
| 36 | 44 | 47 | 64 |
| 23 | 30 | 44 | 58 |
| 19 | 26 | 38 | 49 |
| 16 | 22 | 25 | 34 |

7. Die Ermüdung.

Die physiologische und psychophysische Ermüdung ist ein anderer Faktor, der zweifellos bei den Versuchen inkonstant wirkt. Durch die periphere Ermüdung der Hautstelle und des gedrückten Körperorgans wird die Erregbarkeit und die Veränderungswahrnehmbarkeit merklich abgestumpft. Die zentrale Ermüdung bewirkt ein Nachlassen der Apperzeption. Um der peripheren Ermüdung einigermaßen entgegenzutreten, machte ich mit gutem Erfolge kleine Pausen (eine halbe Minute ungefähr), bei kleineren Normalreizen nach jedem dritten

Versuche, bei größeren nach jedem Versuche. Zum Zwecke der zentralen Erholung machte ich eine längere Pause (bis zehn Minuten ungefähr) in der Mitte der Versuchsstunde nach einer Versuchsreihe, oder auch bei einem Wendepunkt einer längeren Versuchsreihe. Außer diesen Pausen erwies sich häufig die Notwendigkeit, eine außerordentliche Ruhepause eintreten zu lassen. Trotz dieser Maßregeln bin ich überzeugt, daß die Ermüdung bei so schwierigen Versuchen, wie die vorliegenden sind, als ein beträchtlicher Inkonstanzfaktor dennoch mit tätig war.

8. Das psychische Verhalten.

Unter dem Worte »psychisches Verhalten« fasse ich alles zusammen, was sich auf die subjektive Art und Weise des Beobachtens und Beurteilens, auf das ganze Verhalten des beobachtenden Bewußtseins und der letzten Beurteilungsinstanzen bezieht.

Es muß vorausgesetzt werden, daß ein wissenschaftlicher Arbeiter, welcher sich an exakten psychologischen Versuchen als Versuchsperson beteiligt, an sie mit dem vollen Verständnis und dem ernstesten Interesse für die Wichtigkeit der Sache herantritt. Wenn die Rede von dem Einfluß des psychischen Verhaltens auf die Inkonstanz der Versuchsbedingungen bei den schon ausgeführten Versuchen ist, darf man deshalb nicht in Zweifel ziehen, ob etwa eine der Versuchspersonen den Anforderungen nicht entsprach, welche schon früher (S. 18—19) angedeutet worden sind. Hier handelt es sich nur um unwillkürliche und nicht selbstbewußte Beeinflussungen, die in der sogenannten »psychischen Instabilität« ihren Ausdruck finden. Die psychische Instabilität ist in jedem von uns, in kleinerem oder größerem Maße, vorhanden. Welches Ursprungs sie auch sein mag, sie ist einmal da und schließt absolute Stabilität des Ich völlig aus. Unter diese Rubrik fallen u. a.:

1. Die sogenannten Schwankungen der Aufmerksamkeit. Die selbstverständliche Maßregel, welche in bezug auf die Aufmerksamkeitstätigkeit oben (S. 44) aufgestellt worden ist, kann noch so genau beobachtet werden, dennoch werden Aufmerksamkeitsstörungen und -schwankungen stattfinden, die eine Hauptquelle der Inkonstanz bei den vorliegenden Versuchen sein können. Die Veränderung dauert für das Bewußtsein des Beobachters nur einen Augenblick;

sie erscheint in dem Blickfeld des Bewußtseins nur dann, wenn sie nicht verpaßt wird; sie durchläuft dieses Feld wie ein Blitz; wenn die Apperzeption dieser momentanen und dabei subtilen Erscheinung nicht angepaßt war, dann kommt die Veränderung in den Beurteilungsmotiven als abgeblaßtes, verschwommenes Erinnerungsbild vor, das leicht verkannt und verwechselt werden kann.

2. Die Veränderlichkeit der Gemütsstimmungen und Gemütsdispositionen. Die Versuchsperson ist heute »gut disponiert«: die Versuche gehen tadellos vor sich; morgen ist sie indisponiert: die Versuche fallen schlecht aus.

3. Was ferner die bedenklichsten Folgen haben kann, das ist die Instabilität betreffs der subjektiven Sicherheit. Jeder Versuchsperson ist völlig klar, daß sie nur Sicheres aussagen darf. Sie muß Sicheres als Sicheres, Zweifelhafes nur als Zweifelhafes zu Protokoll geben. Aber die größte Schwierigkeit liegt gerade darin, daß das Sicherheitsmaß subjektiv zwischen ziemlich weiten Grenzen schwankt. Diese Sicherheitsinstabilität hängt offenbar mit der Instabilität betreffs des Urteilsmaßstabes zusammen.

4. Unter dem Urteilsmaßstab verstehen wir hier, nach der von G. E. Müller gegebenen genauen Definition, »die Anforderungen, welche die Versuchsperson an den durch den zu beurteilenden Reiz oder durch die zu vergleichenden Reize erweckten psychischen Tatbestand stellt, um ein bestimmtes Urteil zu fällen«¹⁾. Daß solche Anforderungen einer Veränderlichkeit unterliegen, das ist im allgemeinen sehr verständlich, da man die Urteile unter sonst nicht konstanten Umständen und Bedingungen fällen muß: in verschiedenen Stadien der Übung, bei verschiedenem Anspannungsgrad der Aufmerksamkeit, unter verschiedenen physiologischen Bedingungen und Dispositionen usw. In vielen Fällen läßt sich mit größerer oder geringerer Sicherheit nachweisen, daß die Versuchsperson ihren Urteilsmaßstab geändert hat. Zwei Beispiele möchte ich hier anführen. Eine von meinen Versuchspersonen war in hohem Grade neurasthenisch: sie gab sich große Mühe, gut zu beobachten und ihre Urteile nach denselben sicheren Normen und Kriterien zu fällen; leider aber war sie nicht imstande, jene Urteilsnormen und Kriterien von den

¹⁾ A. a. O. S. 27.

subjektiven Umstimmungen unabhängig zu halten; es kam auch manchmal vor, daß die Resultate der zweiten Hälfte einer und derselben Versuchsstunde von denen der ersten Hälfte ganz abnorm abwichen. Ein anderes Beispiel ist höchst instruktiv: eine von den Versuchspersonen war in der Psychologie theoretisch und experimentell sehr gebildet und geübt; nach vielen bei dem Normalreiz 300 g u. a. ausgeführten Versuchsreihen, die unsere vier Schwellen mit mäßiger Streuung ergaben, kam es unter uns zu einer ziemlich lebhaften Besprechung der methodologischen Gesichtspunkte, welche speziell in derartigen Veränderungsversuchen als maßgebend gelten dürften. Wir setzten an den folgenden Versuchstagen unsere Versuche fort, die ich aus einem besonderen Grunde bei dem Normalreiz 300 g mehrmals nacheinander anstellen wollte; zu meinem größten Erstaunen erhoben sich plötzlich die vier Schwellen etwas mehr als auf das Doppelte und blieben so stehen. Diese Erscheinung konnte ich mir nicht anders erklären, als durch die stattgefundene Veränderung des Urteilsmaßstabes. Ich muß beifügen, daß die letzterwähnten Versuche nach einem wesentlich mehr wissenden Verfahren stattfanden, als die vor der Diskussion, ferner war die Richtung jeder Reizänderung dem Beobachter bekannt. Allerdings kam hier eine Gegensuggestion mit ins Spiel, aber sie konnte erstens keinesfalls allein jene kolossale Erhöhung der Schwellen bewirken, und zweitens wirkte sie ihrerseits nicht anders, als den Urteilsmaßstab beeinflussend.

9. Die Nebenvergleichungen.

Es ist eine bekannte Beobachtungstatsache¹⁾, daß man bei der Beurteilung der eben jetzt wahrgenommenen Reizänderung geneigt ist, sein eben zu fällendes Urteil mit dem vorher gegebenen in Übereinstimmung zu bringen. Man vergleicht, auch ganz unwillkürlich, die letzte Wahrnehmung mit den vorhergehenden, und damit wird man beeinflusst von den vorhergehenden Beurteilungen. Wenn man dieser Tendenz nachgibt, beurteilt man die wahrgenommene Reizänderung nicht einzig und allein nach dem unmittelbar mit ihr parallel erlebten psychischen Tatbestande.

In den Nebenvergleichungen liegt ein gewaltiger Inkonstanzfaktor

¹⁾ Vgl. L. J. Martin und G. E. Müller, »Zur Untersch.« S. 155—177.

der Versuchsbedingungen. Um seine Wirksamkeit zu vermindern, und somit auch in dieser Richtung eine annähernde Konstanz zu erzielen, ist kaum ein besseres Mittel vorhanden, als eine zweckmäßige Einschlebung der Kontroll- und Regulierungsversuche.

10. Die Suggestionen.

Es müssen hier zwei Arten von Suggestionen unterschieden werden, welche bei den psychologischen Versuchen vorkommen können: a) Suggestionen, welche die Folge mangelhafter Vorbildung der Versuchspersonen sind; hierher gehören z. B. die Beeinflussungen der Urteile durch die Neben- und Begleiterscheinungen, als ob sie maßgebende Beurteilungskriterien wären; b) Suggestionen, welche auch bei tüchtigen und erfahrenen Versuchspersonen gelegentlich vorkommen können. Die Hauptquelle der Suggestibilität liegt in der Bewußtheit der zu erwartenden Reizänderung. Wenn die Versuchsperson z. B. ganz sicher weiß oder mit Sicherheit erwartet, daß eine vorzunehmende objektive Änderung von einem relativ großen Betrag sein soll, wird sie leicht einen wahrgenommenen Nebenumstand mit dem wahrzunehmenden und unmittelbar zu erlebenden Tatbestand verwechseln, und infolgedessen eine gegebene Änderung als sicher wahrgenommene beurteilen.

In diese Kategorie gehören alle Erwartungseinflüsse, welchen man auf Grund der vorhergehenden Versuche häufig ausgesetzt ist.

Um den Wert der experimentellen psychologischen Untersuchung nicht illusorisch zu machen, darf man nur solche Versuchsergebnisse für miteinander vergleichbar halten, welche man unter annähernd denselben Versuchsumständen und -bedingungen erhalten hat. Wenn es sich also erweisen sollte, daß einer oder mehrere von den Inkonstanzfaktoren die Resultate zweier verschiedener Versuchsgruppen in merklich verschiedener Weise beeinflussten, so darf man nicht gemeinsame Mittelwerte aus den Resultaten beider Gruppen ziehen. Wenn man einen Faktor, z. B. den Normalreiz, willkürlich variiert, so darf man nur solche den verschiedenen Variierungen entsprechende Versuchsgruppen miteinander vergleichen, welche man bei den unvariierten, annähernd unveränderten übrigen Faktoren ausgeführt hat.

III. Die sogenannten konstanten und zufälligen Fehler.

Bei den naturwissenschaftlichen Messungen einer Beobachtungsgröße nennt man herkömmlicherweise die Abweichung des Beobachtungsergebnisses von dem objektiv als wahr angenommenen Werte den Beobachtungsfehler. Dieser Gesamtfehler bildet sich durch die Zusammenwirkung einer großen Anzahl einzelner, sogenannter elementarer Fehler. In der Theorie der Beobachtungsfehler unterscheidet man konstante von den zufälligen Fehlern. Man setzt voraus, daß die Beobachtungen von konstanten und systematischen Fehlern befreit worden sind, ehe sie der weiteren Untersuchung zugeführt werden¹⁾. Den Gegenstand der Fehlertheorie bilden allein die zufälligen oder unregelmäßigen Fehler.

Es ist nun offenbar, daß ein prinzipieller Unterschied zwischen der wahrscheinlichsten Bestimmung einer physikalischen Beobachtungsgröße und der Schwellenbestimmung besteht: dort handelt es sich um eine objektive, von den Beobachtungen unabhängige Größe, hier aber hat man es mit einer Größe zu tun, welche von allen jedesmaligen Versuchsfaktoren wesentlich abhängig ist. Dort soll ein gesuchter Mittelwert aus der Reihe einzelner Beobachtungen mit möglichst großer Genauigkeit die objektive konstante physikalische Größe darstellen; hier aber ist ein Mittelwert aus mehreren einzelnen Bestimmungen ein numerischer Ausdruck einer nicht existierenden idealen Schwelle. Die Analogie besteht nur insofern, als man diese ideale Schwelle als einen relativ konstanten durchschnittlichen Repräsentanten mehrerer reeller wirklicher Schwellen betrachten will. Nur auf dieser konventionellen Festsetzung beruht schließlich die Möglichkeit einer Fehlertheorie der psychischen Maßbestimmungen. Nur im Sinne der allgemeinen Theorie der Beobachtungsfehler und auf Grund der angenommenen Analogie darf man daher von den konstanten und zufälligen Fehlern auf dem Gebiete der Psychologie reden.

Merkwürdigerweise hat man aber in die Psychophysik diese Namen in anderer Bedeutung eingeführt, welche eine Quelle der Unklarheit und Ungenauigkeit geworden ist. Den ersten Namen hat Fechner

¹⁾ Vgl. z. B. Czuber, »Theorie der Beobachtungsfehler« S. 3.

eingeführt¹⁾. Den Begriff eines zufälligen Fehlervorganges hat die Psychophysik G. E. Müller²⁾ zu verdanken.

In den vorliegenden Versuchen ist die Frage nach dem Einfluß der Raum- und der Zeitlage durch die Versuchsanordnung von vornherein ausgeschlossen. Es hat sich also keine Gelegenheit geboten, die Untersuchung an die höchst interessanten Erörterungen anzuknüpfen, die einen großen Teil der neuesten psychophysischen Methodik G. E. Müllers ausmachen³⁾. Da aber eine kritische Einsicht in die herkömmliche Auffassung des »Raum- und Zeitfehlers« von prinzipieller Wichtigkeit für das richtige Verständnis der Frage nach der Schwellenbestimmung ist, so kann ich nicht umhin, einige Bemerkungen hinsichtlich des Fechnerschen »konstanten Fehlers« zu machen.

Wenn man mit Fechner den Einfluß der Raum- und der Zeitlage als einen konstanten Fehler betrachtet, so setzt man offenbar voraus, daß eine bestimmte Zeit- oder Raumlage bei einem gegebenen Normalreiz auf eine und dieselbe Weise die Auffassung von den betreffenden Vergleichsgewichten beeinflusst. Man könnte noch weiter gehen und außerdem noch voraussetzen, daß der Einfluß einer entgegengesetzten Zeit- oder Raumlage gerade entgegengesetzt, d. h. dem absoluten Betrage nach derselbe, der Richtung nach gerade entgegengesetzt wäre. So hat Fechner die Sache angesehen und eine apriorische Grundvoraussetzung⁴⁾ aufgestellt, die bis in die letzten Jahre hinein unkritisch als selbstverständlich galt und von den Psychophysikern in den Berechnungen befolgt wurde. Es ist ein großes Verdienst G. E. Müllers, daß er endlich mit jener Voraus-

¹⁾ Elemente der Psychophysik. 1860. I. S. 90: »Insofern die Verhältnisse einer bestimmten, für die verschiedenen verglichenen Größen verschiedenen Zeit- und Raumlage konstant durch eine Versuchsreihe bleiben, begründen sie im erlangten Maße das, was man im allgemeinen einen konstanten Fehler nennen kann.«

²⁾ Zur Grundlegung der Psychophysik. 1878. S. 9: »Wir bezeichnen diesen fingierten Einzelvorgang, dessen Intensität sich selbstverständlich nach den Intensitäten jener tatsächlichen, zahlreichen, sich gegenseitig teils hemmenden, teils verstärkenden Vorgänge richtet, kurz als den zufälligen Fehlervorgang.«

³⁾ Bekanntlich ist auch die Fechnersche Auffassung des sog. Raum- und Zeitfehlers ein Ausgangspunkt für L. J. Martin und G. E. Müller zu ihrer gemeinsamen Arbeit gewesen, die auch im Grunde hauptsächlich eine Untersuchung des »Zeit- und Raumfehlers« bei den Versuchen mit gehobenen Gewichten ist.

⁴⁾ Elemente. I. S. 77.

setzung brach und sie als eine der Erfahrung widersprechende erwies. Aber auch er spricht der Fechnerschen Auffassung noch in gewissen Fällen eine Richtigkeit zu, die er leider nicht beweist, sondern auf Grund apriorischer Erwägungen voraussetzt¹⁾.

Die Sache steht noch viel schlimmer, wenn man diesen sogenannten konstanten Fehler eliminieren will. Welchen Einfluß auf die Wahrnehmungen und Beurteilungen der »Raum- und Zeitfehler« hat, kann nur durch die Erfahrung von Fall zu Fall ermittelt werden. Jedenfalls darf man nicht einen solchen Einfluß als einen Fehler betrachten, der zu der Bestimmung einer Unterschiedsempfindlichkeit notwendig zu eliminieren wäre. Man muß sich nur selbstverständlich hüten, die unter völlig verschiedenen Versuchsbedingungen erhaltenen Resultate zusammenzuwerfen. Die in den sogenannten vier Hauptfällen der Zeit- und Raumlage erhaltenen Resultate und die auf deren Grund berechneten vier Unterschiedsempfindlichkeiten lassen sich miteinander vergleichen, aus den Vergleichen lassen sich gewisse Schlüsse auf die Natur jener Einflüsse ziehen, aber es ist gar nicht einzusehen, welchen erfahrungsgemäßen Sinn die Elimination hier haben kann. Wie könnte man z. B. in unserem Fall, bei den Versuchen über Druckänderung, den Einfluß der zu berührenden Hautstelle eliminieren wollen?

Von dieser irrtümlichen Auffassung des Einflusses einer Raum- oder Zeitlage hat sich auch G. E. Müller nicht befreit; im Gegenteil trägt er neben Fechner die größte Schuld jener schädlichen Verwirrung in der psychophysischen Literatur. Da mein Einwand kein geringer ist, möchte ich der Klarheit halber noch folgendes bemerken. Wenn G. E. Müller in seinen »Gesichtspunkten« z. B. von der »Elimination des Zeit- und Raumfehlers« spricht, so ist zweierlei zu unterscheiden: 1. die Bestimmung des betreffenden Einflusses; 2. die Ermittlung eines Mittelwertes, welcher von keinem der vier Einflüsse abhängig wäre. Die erste Frage, nach der Bestimmung jedes von den vier Einflüssen, hat einen vollen Sinn und eine gute Berechtigung. Zu einer Lösung dieser Frage in dem Versuchsgebiet der gehobenen Gewichte hat der Verfasser am meisten von allen beigetragen. Er hat eben experimentell bewiesen, daß jeder von jenen vier Einflüssen

¹⁾ Die Gesichtspunkte. S. 64 ff.

für eine bestimmte Person von einer typischen Beschaffenheit eine ganz beträchtliche Verschiedenheit in konstanter Richtung aufweist. Daraus aber folgt, daß jene Einflüsse keine Fehler sind, welche man eliminieren sollte, sondern vier wesentliche Umstände vier grundverschiedener Versuchsanordnungen. Deshalb hat die zweite Frage keinen Sinn: das jeweilige Resultat ist wesentlich mit abhängig von der Raum- und Zeitlage, in welcher der Versuch stattgefunden hat. Eine durch eine solche Elimination ermittelte »Unterschiedsempfindlichkeit« wäre eine wesentlich unpsychologische Fiktion.

Ein ähnliches Mißverständnis scheint meines Erachtens in der Auffassung der »Zufälligkeiten« zu liegen, welche bei der Schwellenbestimmung in Betracht kommen. Sie spielen bei Fechner eine sehr wichtige Rolle, ohne sie »würden die Maßmethoden der richtigen und falschen Fälle und mittleren Fehler gar nicht existieren«¹⁾. Er versteht unter den »Zufälligkeiten« oder, wie er sie am häufigsten nennt, den »unregelmäßigen Zufälligkeiten« die Variabilität der verschiedenen Inkonzanzfaktoren der Versuchsbedingungen und -umstände, insofern sie einen gewissen Spielraum nicht übersteigen. Später²⁾ hat Fechner dafür die Benennung G. E. Müllers angenommen und in der »Revision« spricht er auch von den »zufälligen Fehlervorgängen«.

Wenn man diese »zufälligen Fehlervorgänge« als Quellen der zufälligen Fehler im Sinne der Theorie der Beobachtungsfehler betrachtet, so ist selbstverständlich alles in Ordnung. Sowohl Fechner als G. E. Müller haben in dieser Beziehung wertvolle Beiträge geliefert. Leider aber ist G. E. Müller über die Grenzen der Fehlertheorie hinausgegangen, indem er den Begriff der Zufälligkeit zum Schaden der Genauigkeit erweitert hat.

Wenn man bei der Ausführung der Versuche und ganz besonders bei der Ausrechnung der Zahlenresultate einer Reihe von psychischen Messungen gewisse Inkonzanzfaktoren als Quellen der »zufälligen Fehler« im Sinne der Fehlertheorie behandeln will, so nimmt man mit ihr an, daß die Wirkung solcher Inkonzanzfaktoren durch Umstände

¹⁾ Elemente. S. 77.

²⁾ Revision der Hauptpunkte der Psychophysik. S. 25 ff.

bedingt ist, welche sich bei jedem einzelnen Versuche ändern und in keinem nachweisbaren Zusammenhange mit dem Versuchsergebnis stehen¹⁾. Man nimmt an, daß mit Bezug auf sie die einzelnen Beobachtungen als eine Reihe voneinander unabhängiger Fälle anzusehen sind²⁾. Wenn es sich zeigen sollte, daß ein Inkonstanzfaktor einen gewissen Fall nachweisbarerweise begünstigt, einen andern nachweisbarerweise weniger wahrscheinlich macht, so könnte er nicht zu den Quellen der zufälligen Fehler gerechnet werden.

Für G. E. Müller sind die »zufälligen Fehlervorgänge« überhaupt irgendwelche Faktoren, welche trotz konstant bleibender Reizstärke merkbare Fluktuationen der Empfindungen hervorrufen³⁾. Da müßte aber jedesmal erst genau festgestellt werden, welche von den Inkonstanzfaktoren, die in einem gegebenen Versuchsgebiete in Betracht kommen, und in welchem Bereiche sie als Quellen der zufälligen Fehler gelten können. Es wäre ein verhängnisvoller Irrtum, für zufällige Fehler solche Fehler zu halten, welche, wenn auch nur teilweise, systematisch auftreten. Man würde Gefahr laufen, das Versuchsverfahren falsch anzuwenden und die erlangten Resultate unrichtig zu deuten. Von einem solchen Irrtum ist z. B. ein Gesichtspunkt G. E. Müllers nicht frei, wenn man die von ihm aufgestellte Vorschrift in ihrer Allgemeinheit betrachtet. Wir lesen in den »Bemerkungen über die Natur der zufälligen Fehlervorgänge« folgendes: »Findet ein zufälliger Wechsel der D statt, so sind im Grunde auch die zufällig wechselnden Wirkungen, welche die vorausgegangenen D auf den früher angegebenen Wegen auf das Urteil ausüben, mit zu den zufälligen Fehlervorgängen psychologischer Art zu rechnen«⁴⁾. Daß bei einem zufälligen Wechsel der Reizänderungen auch systematische Fehler stattfinden können, folgt schon z. B. aus Bemerkungen über die Folgen der Reizänderungen auf S. 38—39 ff. Übrigens werde ich nachher noch Gelegenheit haben, die Unrichtigkeit der Annahme G. E. Müllers für das vorliegende Versuchsgebiet zu beweisen.

Ein anderes Beispiel der unrichtigen Auffassung der zufälligen Variabilität ist das folgende: »Bei den von Müller und Schumann,

¹⁾ Czuber a. a. O. S. 2.

²⁾ J. v. Kries, Die Prinzipien der Wahrscheinlichkeitsrechnung S. 224.

³⁾ A. a. O. S. 110.

⁴⁾ A. a. O. S. 112. — Unter den D versteht der Verfasser die Reizänderungen.

Martin und Müller angestellten Versuchen mit gehobenen Gewichten gründete sich das Urteil zuweilen auf eine Art Vergleichung beider Gewichte, in andern Fällen nur auf den absoluten Eindruck des ersten oder des zweiten Gewichtes, in noch andern Fällen endlich nur auf eine Vergleichung des gegebenen Vergleichsgewichtes mit einem vorausgegangenen Vergleichsgewichte¹⁾. Diese von G. E. Müller nachgewiesene Verschiedenheit der obigen drei Kategorien der Urteilsbestimmung wird von ihm u. a. angeführt zur Erklärung der zufälligen Variabilität des psychischen Verhaltens bei den Versuchen mit gehobenen Gewichten. Es scheint doch klar zu sein, daß, wenn sich eine so große Verschiedenheit des psychischen Verhaltens nachweisen läßt, wenn der für das Urteil maßgebende Faktor bei gleichen äußeren Versuchsbedingungen und bei der gleichen Versuchsperson so völlig verschieden war, man es nicht mehr mit zufälligen, sondern mit systematischen Fehlern zu tun hat. Man müßte eigentlich drei Kategorien von Versuchen, den obigen drei Fällen entsprechend, als drei Versuchsgruppen behandeln, die unter durchaus andern Versuchsbedingungen zustande gekommen sind.

Daß man es in solchen und ähnlichen Fällen keineswegs mit zufälligen Fehlern zu tun hat, beweist übrigens G. E. Müller indirekt selbst, indem er den Paragraphen von den »zufälligen Fehlervorgängen« mit der folgenden triftigen Bemerkung schließt:

»Es kann wohl als sicher angesehen werden, daß die Psychologie der Zukunft sich nicht damit begnügen wird, Resultate zu sammeln, die auf psychologisch so verschiedenen Wegen entstanden sind, sondern . . . zu Versuchen übergehen wird, bei denen von vornherein durch eine geeignete Instruktion das psychische Verhalten der (geübten und psychologisch einsichtigen) Versuchsperson je nach dem Versuchszwecke in dieser oder jener Weise mehr fixiert und eingeschränkt ist«²⁾.

IV. Die numerische Bestimmung.

Um die zufälligen Fehler, welche bei der Schwellenbestimmung vorkommen, möglichst unschädlich zu machen, müßte man die

¹⁾ A. a. O. S. 111.

²⁾ A. a. O. S. 112.

Versuche unter möglichst genau konstanten Versuchsbedingungen ausführen und eine Versuchsreihe zur Bestimmung einer Schwelle so oft unter denselben Versuchsbedingungen wiederholen, als das nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung notwendig wäre. Auf solche Weise würde man das notwendige Material zur Anwendung der für das betreffende Versuchsgebiet aufzustellenden Regeln der Fehlertheorie gewinnen und könnte so einen wahrscheinlichsten Durchschnittswert der betreffenden Schwelle berechnen. Zur Vergleichung solcher Durchschnittswerte der vier Veränderungsschwellen bei einem gegebenen Normalreiz miteinander und mit den entsprechenden vier Durchschnittsschwellen bei verschiedenen Normalreizen wäre es aber notwendig, alle Bestimmungen unter hinreichend gleichen Versuchsbedingungen auszuführen. Die genaue Erfüllung dieser notwendigen Bedingung ist mit ungeheuren Schwierigkeiten verbunden, wenn man die Versuche in einem Versuchsgebiete ausführt, welches, wie das vorliegende, bis jetzt experimentell fast unberührt ist. Es fehlt zunächst eine, wenn auch ungefähre, Orientierung über dies Gebiet. Deshalb habe ich von vornherein auf eine in dem oben angedeuteten Sinne vollständige Lösung der Schwellenaufgabe verzichtet. Ich beschränkte mich auf die allerersten Orientierungspunkte, welche für die weiteren Versuche in dem Gebiet der plötzlichen Druckänderungen vielleicht nicht wertlos sein könnten.

Daß mein Vorgänger auf demselben Versuchsgebiet, G. M. Stratton, keine vollständige Lösung der Schwellenaufgabe, auch in den engen Grenzen der Normalreize von 10 bis 200 g, gegeben hat, ist aus seinen Angaben unschwer zu ersehen. Zuerst hat er den konstanten Manipulationsfehler bei den Druckänderungen (vgl. oben S. 11) begangen. Dann hat er die Versuche nach der Methode der Minimaländerungen mit einer ganz willkürlichen, für alle Normalreize relativ gleichen Stufengröße ausgeführt, welche beständig 0,01 des betreffenden Normalgewichtes betrug. Endlich hat er seine Durchschnittswerte nur aus je fünf Bestimmungen erhalten. Auch zur Orientierung dient die Strattonsche Arbeit wenig, da man in ihr die allernotwendigsten Angaben in bezug auf die Verfahrensfaktoren vermißt. Man weiß auch nicht, ob und in welchem Umfange die Versuche wissenschaftlich vor sich gingen. Man erfährt nichts von der Größe der Anfangs- oder Ausgangswerte der Reizänderungen in den Versuchsreihen, usw.

Aus den Versuchsreihen, in welchen ich die Verfahrungsweisen aufs mannigfaltigste zu besonderen methodologischen Zwecken variierte, kann ich selbstverständlich keine gemeinsamen Durchschnittswerte der vier Schwellen ziehen. Aber wenn verschiedene Verfahrungsweisen in einigen gemeinsamen Ergebnissen hinsichtlich der Schwellenbestimmung übereinstimmen, hat man natürlich die volle Berechtigung, solche gemeinsame Schlüsse als allgemeingültige für die betreffenden Versuchspersonen und für die angegebenen Versuchsumstände zu betrachten.

Wenn ich, außer solchen allgemeinen Ergebnissen hinsichtlich der Veränderungsschwellen, spezielle Zahlenresultate angebe, so beziehen sich diese auf die Versuchsreihen, welche auch hinsichtlich der bestimmten Modifikation einer Maßmethode wesentlich übereinstimmen.

Zum Zweck einer Prüfung der verschiedenartigen Variationen der Maßverfahrungsweisen lassen sich die angestellten Versuche in mehrere Gruppen einteilen; deren jede einer bestimmten methodischen Modifikation entspricht. Die aus solchen Versuchsgruppen berechneten Schwellen ließen sich nicht ohne weiteres in gemeinsame Durchschnittswerte zusammenziehen. Die idealen Schwellendurchschnitte jeder einzelnen Gruppe aber würden auf viel zu wenigen einzelnen Bestimmungen beruhen; außerdem dürfte man nicht einzelne Bestimmungen, welche den verschiedenen Übungsstadien oder sonstigen Versuchsumständen entsprechen, als gleichwertig betrachten. Aus diesen Gründen werde ich keine Tabellen mit Schwellendurchschnitten und entsprechenden Streuungsmaßen aufstellen. Die speziellen numerischen Angaben, welche sich unten finden, sind konkrete reelle Werte, welche sich unmittelbar aus konkreten Versuchsreihen ergaben und welche entweder als Beispiele oder als konkrete Zentralwerte angeführt werden.

Da aber diese speziellen Angaben sich hauptsächlich auf ein methodisches Verfahren stützen, welches mir das größte Zutrauen einflößte, und welches ich zur Kontrolle anderer methodischer Variationen am häufigsten anwendete, will ich es etwas genauer beschreiben.

Denken wir uns eine Reihe von Reizänderungen

$$D_1, \quad D_2, \quad D_3, \quad \dots, \quad D_{k-1}, \quad D_k,$$

welche zu einem gegebenen Normalreiz N gehören und nach den absoluten Beträgen geordnet sind so, daß

$$|D_1| < |D_2| < |D_3| < \dots < |D_{k-1}| < |D_k|.$$

D_1 , wie auch D_2 , bedeutet eine Reizänderung, die niemals als eine Veränderung wahrgenommen wird; D_k , wie D_{k-1} , ist eine Reizänderung, die immer richtig als eine Druckvermehrung oder als eine Druckverminderung wahrgenommen und erkannt wird, je nachdem D_k und dementsprechend $D_{k-1} > 0$ oder < 0 ist. Die Stufen, d. h. die Differenzen

$$|D_1 - D_2|, |D_2 - D_3|, \dots, |D_{k-2} - D_{k-1}|, |D_{k-1} - D_k|,$$

wurden so gewählt, daß die Reizänderungen im allgemeinen womöglich noch eben ein wenig verschieden sind. Sie werden im allgemeinen einander gleich außer der nächsten Umgebung jeder der vier Schwellen; in deren unmittelbarer Nähe werden sie kleiner gemacht.

Auf jeder Stufe läßt man die Reizänderung D_i entweder in der positiven Richtung (der der Druckvermehrungen) oder in der negativen Richtung (der der Druckverminderingen) einmal oder mehrmals wirken. Dabei variiert man die Richtungen nach Bedarf. Außer diesem in jeder Stufe zur Verfügung stehenden Richtungswechsel kann man zwischen zwei Stufen hier und da eine Kontrollreizänderung zweckmäßig anwenden.

Gewöhnlich wird die Versuchsreihe zuerst in der Ordnung

$$D_1, D_2, \dots, D_{k-1}, D_k,$$

also in der aufsteigenden Richtung, angestellt; dann folgt unmittelbar die Reihe

$$D_k, D_{k-1}, \dots, D_2, D_1,$$

also in der absteigenden Richtung, oder umgekehrt. Dabei werden die einander entsprechenden Reizänderungen, also z. B. D_i in der ersten und D_{k-i+1} in der zweiten Reihe, entweder einander gleich oder ein wenig verschieden genommen.

Der Versuchsperson wird folgendes bekannt gegeben: der Normalreiz, die ab- oder aufsteigende Richtung der absoluten Beträge der Reizänderungen, der Umkehrpunkt (d. h. der Moment, von welchem man aus der aufsteigenden in die absteigende Richtung übergeht).

Alles übrige geht völlig unwissentlich vor sich. Also bleiben der Versuchsperson unbekannt: sowohl der absolute Betrag, als auch die Richtung jeder einzelnen Reizänderung, sowohl die Größe der Stufen, als auch die Anzahl der Stufen und der Versuche auf den einzelnen Stufen.

Dieses Verfahren gehört wesentlich zu den Abstufungsmethoden. Die Resultate aber bilden ein Material zugleich für die Abzählung. Jede solche Versuchsreihe ist eine Vollreihe zweiten Ranges nach der neuesten Terminologie G. E. Müllers¹⁾. Ich habe jedoch derartige Versuchsreihen zum Zwecke der Schwellenbestimmung nach der Theorie der Methode der Minimaländerungen behandelt. Näheres darüber wird in dem folgenden Abschnitt berichtet.

V. Die vier Veränderungsschwellen.

Die Hauptresultate betreffs der Veränderungsschwellen sind die folgenden:

1. Eine Versuchsreihe bei einem gegebenen Normalreiz unter gewissen Versuchsbedingungen ergibt im allgemeinen vier verschiedene Veränderungsschwellen, deren kleinste die Veränderungsschwelle bei objektiver Druckzunahme ist. Die größte von allen vier Schwellen ist die Abnahmeschwelle; die Veränderungsschwelle bei objektiver Druckabnahme ist größer als die Zunahme-, kleiner als die Abnahmeschwelle. Wenn

$$S_1, S_2, S_3, S_4$$

der Reihe nach die absoluten Beträge der vier Schwellen bezeichnen, der Veränderungsschwelle bei objektiver Druckzunahme, der Zunahmeschwelle, der Veränderungsschwelle bei objektiver Druckabnahme und endlich der Abnahmeschwelle, so ist im allgemeinen

$$S_1 < S_2 < S_3 < S_4.$$

In besonderen Fällen können je zwei unmittelbar folgende Glieder der obigen Reihe auch einander gleich sein. Es kommen also gelegentlich solche Fälle vor, wie

$$S_1 = S_2, \quad S_3 = S_4.$$

¹⁾ A. a. O. S. 143.

Der Fall

$$S_2 = S_3$$

kommt sehr selten vor. In zwei Versuchsreihen bekam ich die Gleichheit

$$S_1 = S_2 = S_3.$$

In keinem einzigen Falle hat sich aber

$$S_1 > S_2 \text{ oder } S_2 > S_3 \text{ oder } S_3 > S_4$$

gezeigt.

Diese Resultate beziehen sich ohne Ausnahme (außer den Vorversuchsreihen) auf die Versuchsreihen, welche nach der oben (S. 58 bis 59) beschriebenen Methode ausgeführt worden sind. Andere Formen der Maßmethoden ergaben manchmal Abweichungen von der Regel, wie wir es in dem folgenden Abschnitt sehen werden.

2. Bei allen Versuchspersonen läßt sich ein merkliches Abnehmen der vier Schwellen unter dem Einfluß der Übung konstatieren. Die Geschwindigkeit dieser Verkleinerung der Schwellen im Laufe der Versuche ist bei den größeren Normalreizen größer, kleiner bei den kleineren Normalreizen.

3. Im allgemeinen erhält man für jede Schwelle bei einem und demselben Normalreiz und bei derselben Modifikation der Versuchsweise bei den verschiedenen Versuchspersonen im Durchschnitt nicht sehr verschiedene Werte.

Ich möchte hier gleich eine interessante Ausnahme von dieser Regel beifügen. Alle sechs Versuchspersonen, mit welchen ich längere Zeit hindurch die Versuche anstellte, waren im Gebiete der Druckempfindungen ungeübt, sie erlangten die betreffende Übung erst bei den Vorversuchen und im Laufe der Versuchsreihen. Gelegentlich hatte Herr Prof. Orschansky (Universität Charkow) die Güte, sich als Versuchsperson zu beteiligen. Er arbeitet seit Jahren im Gebiete der Druckempfindungen und ist in dieser Beziehung außerordentlich geübt. Ich habe u. a. eine Versuchsreihe mit ihm angestellt bei dem Normalreiz 800 g. Als ganz sichere Veränderungsschwelle bei objektiver Druckzunahme (S_1) ergab jene Versuchsreihe 6 g. Dieses Resultat ist höchst erstaunlich, da die entsprechende Schwelle bei den übrigen Versuchspersonen und derselben Maßmethode durchschnittlich

20 g war. Nur bei Herrn Dr. Krueger ist diese Schwelle einmal nach einer ad hoc verwendeten (vgl. oben S. 45) Übungsperiode gleich 10 g ausgefallen¹⁾.

VI. Die relativen Veränderungsschwellen.

Will man die vier Veränderungsschwellen im Verhältnis zu dem entsprechenden Normalreiz betrachten, so hat man es bei jedem Normalreiz N mit den vier folgenden Schwellen zu tun:

$$\frac{S_1}{N}, \frac{S_2}{N}, \frac{S_3}{N}, \frac{S_4}{N}.$$

Sie werden relative Veränderungsschwellen genannt. Wir bezeichnen sie der Reihe nach mit

$$s_1, s_2, s_3, s_4.$$

Die vier Schwellen, von denen im vorigen Kapitel gesprochen wurde, heißen dann, zum Unterschied von diesen, absolute Veränderungsschwellen.

Demgemäß unterscheiden wir die relative und die absolute Veränderungswahrnehmbarkeit, von denen jede durch die reziproken Werte von s , bzw. von S , gemessen wird.

Ehe ich die Hauptresultate in bezug auf die relativen Veränderungsschwellen mitteile, möchte ich eine wichtige Bemerkung vorausschicken. Die Schwellen sind u. a. wesentlich von der Hautstelle und von der Berührungsfläche abhängig. Es wäre also ein verhängnisvoller Irrtum, wenn man die einer gegebenen Hautstelle und einer gegebenen Berührungsfläche entsprechenden relativen Veränderungsschwellen als allgemeine mittlere Werte im Gebiete der plötzlichen Druckveränderlichkeit annehmen würde. In diesen Irrtum verfiel L. William Stern, der bei der Angabe der Schwellen für momentane Druckänderungen die Stratton'schen Resultate in gleiche Linie mit der relativen Schwelle z. B. für momentane Erhellungen stellte²⁾. Ich mache nochmals darauf aufmerksam, daß die Zahlenergebnisse der

¹⁾ Und das nur in dem absteigenden Verfahren, welches im allgemeinen kleinere Schwellen ergibt.

²⁾ L. William Stern, *Psychologie der Veränderungsauffassung*, S. 175 ff.

Veränderungsschwellen keinen Sinn haben, wenn man nicht die Umstände angibt, von welchen diese Zahlen wesentlich abhängen. Also: die unten angeführten Zahlen sind unter den seinerzeit angegebenen Versuchsbedingungen erhalten, unter denen die Hautstelle (Mitte des ersten Gliedes des Zeigefingers, dorsale Seite) und die Berührungsfläche (eine Kreisfläche von 3 mm Radius) wesentlich sind. —

I. Die relativen Veränderungsschwellen nehmen mit den zunehmenden Normalreizen ab.

Als Beispiel kann die folgende Tabelle dienen (Versuchsperson Herr Dr. Tsukahara, Methode wie oben S. 58—59 angegeben).

Tabelle I.

| N | s_1 | s_2 | s_3 | s_4 |
|------|-------|-------|-------|--------------------|
| 25 | 0,24 | 0,24 | 0,48 | 0,52 |
| 50 | 0,10 | 0,12 | 0,24 | 0,25 |
| 100 | 0,08 | 0,09 | 0,14 | 0,20 |
| 150 | 0,08 | 0,09 | 0,19 | 0,19 |
| 200 | 0,05 | 0,05 | 0,09 | 0,10 |
| 300 | 0,05 | 0,05 | 0,10 | 0,10 |
| 400 | 0,04 | 0,04 | 0,08 | 0,08 |
| 500 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,08 |
| 600 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,08 |
| 700 | 0,03 | 0,03 | 0,07 | 0,08 |
| 800 | 0,03 | 0,03 | 0,07 | 0,07 |
| 1000 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | 0,07 ¹⁾ |

II. Für jede Versuchsperson gibt es ein oder mehrere Gebiete, wo die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes mit einer Annäherung angenommen werden kann. Für Herrn Dr. Tsukahara z. B. könnte man, abgesehen von den Normalreizen, die kleiner als 200 g waren, zwei solche Gültigkeitsbereiche annehmen: von 200 bis 500 und von 500—1000 g.

Als ein anderes Beispiel mag die folgende Tabelle angeführt werden (Versuchsperson Herr Loria, die Methode wie oben).

¹⁾ Der bequemerem Übersicht wegen habe ich die Zahlen überall auf zwei Dezimalen abgerundet.

Tabelle II.

| N | s_1 | s_2 | s_3 | s_4 |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 50 | 0,16 | 0,16 | 0,22 | 0,24 |
| 100 | 0,10 | 0,10 | 0,14 | 0,14 |
| 200 | 0,05 | 0,06 | 0,11 | 0,12 |
| 300 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,10 |
| 500 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,08 |
| 700 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,08 |
| 1000 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,07 |

III. Bei der oben beschriebenen Modifikation der Methode der Minimaländerungen begegnet man, von 200 g aufwärts beginnend, bei dem Verhältnis $S_4 : S_1$ oder $s_4 : s_1$ einer auffallenden Tendenz, sich dem Werte 2 zu nähern.

Als Beispiele führe ich noch zwei Auszüge aus den Protokollen an (die Methode wie oben).

Tabelle III.

(Versuchsperson Herr Dr. Krueger.)

| N | S_1 | S_2 | S_3 | S_4 | $s_4 : s_1$ |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------------|
| 200 | 8 | 8 | 14 | 18 | 2,25 |
| 300 | 10 | 12 | 12 | 22 | 2,20 |
| 400 | 17 | 17 | 29 | 41 | 2,41 |
| 800 | 22 | 25 | 34 | 40 | 1,82 |

Tabelle IV.

(Versuchsperson Herr Dr. Urban.)

| N | S_1 | S_2 | S_3 | S_4 | $s_4 : s_1$ |
|------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| 200 | 6 | 8 | 11 | 11 | 1,83 |
| 300 | 15 | 15 | 30 | 30 | 2,00 |
| 600 | 21 | 29 | 37 | 39 | 1,86 |
| 1000 | 24 | 26 | 51 | 55 | 2,29 |

Bei der Anwendung einer andern Methode fällt dieses Verhältnis verschieden aus; z. B. bei der herkömmlichen Form der Methode

der Minimaländerungen ergab Herr Dr. Krueger für 300 g die Schwellen:

10, 19, 22, 53, oder
17, 30, 25, 60, usw.

VII. Die Bestimmung der vier Veränderungsschwellen unter möglichst konstanten Versuchsbedingungen.

Die in den vorherigen Kapiteln mitgeteilten Resultate beziehen sich auf die Versuchsreihen, welche mit den betreffenden Versuchspersonen unter annähernd konstanten Versuchsbedingungen und innerhalb einer kurzen Zeitperiode, jedoch sämtlich an verschiedenen Tagen, ausgeführt wurden. Außerdem aber wurden mehrere Versuchsreihen in einer und derselben Versuchsstunde ausgeführt. Der Zweck war: in jeder Beziehung und unter allen Umständen möglichst konstante Versuchsfaktoren zu erreichen. In folgendem teile ich die Resultate aus einigen solchen Versuchsreihen mit, die in derselben Versuchsstunde nach genau derselben methodischen Modifikation und auch mit denselben Stufen ausgeführt wurden.

Tabelle V.
(Versuchsperson Herr Dr. Wirth.)

| <i>N</i> | <i>S</i> ₁ | <i>S</i> ₂ | <i>S</i> ₃ | <i>S</i> ₄ | Datum |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| 50 200 | 6 8 | 8 12 | 8 14 | 27 24 | 8. 5. 03 |
| 600 300 | 12 16 | 14 18 | | | 15. 5. 03 |
| 200 300 100 | 8 8 8 | 12 10 8 | 14 13 | 24 25 | 12. 5. 03 |
| 1000 500 | 13 16 | 28 26 | | | 19. 6. 03 |
| 300 700 | 15 20 | 15 25 | 25 40 | 52 50 | 23. 6. 03 |
| 1000 100 | 13 7 | 20 10 | 30 14 | 100 26 | 17. 7. 03 |

Noch ein Beispiel von sechs Versuchsreihen nach der herkömmlichen Methode der Minimaländerungen am selben Tage (14. 10. 03).

Tabelle VI. (Dieselbe Versuchsperson.)

| Ordnung der Versuchsreihe | N | S_1 | S_2 | S_3 | S_4 |
|---------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| 1) | 800 | 16 | 28 | | |
| 2) | 800 | | | 17 | 30 |
| 3) | 400 | 17 | 17 | | |
| 4) | 400 | | | 15 | 17 |
| 5) | 700 | 18 | 26 | | |
| 6) | 700 | | | 15 | 35 |

Tabelle VII. (Versuchsperson Herr Dr. Krueger.)

| Ordnung der Versuchsreihe | N | S_1 | S_2 | S_3 | S_4 | Datum |
|---------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|------------|
| 1) | 200 | 8 | 14 | 24 | 28 | 2. 3. 03 |
| 2) | 50 | 8 | 10 | 15 | 30 | |
| 3) | 50 | 8 | 12 | 14 | 20 | |
| 4) | 200 | 8 | 8 | 14 | 18 | |
| 1) | 100 | 8 | 8 | 10 | 12 | 12. 3. 03 |
| 2) | 300 | 4 | 8 | 24 | 30 | |
| 3) | 100 | 6 | 6 | 14 | 20 | |
| 4) | 300 | 6 | 10 | 10 | 16 | |
| 1) | 300 | 10 | 12 | 12 | 22 | 19. 5. 03 |
| 2) | 100 | 10 | 10 | 12 | 22 | |
| 3) | 300 | 8 | 14 | 14 | 22 | |
| 4) | 100 | 8 | 12 | 14 | 22 | |
| 1) | 250 | 7 | 15 | 23 | 27 | 10. 6. 03 |
| 2) | 500 | 13 | 17 | 25 | 33 | |
| 1) | 300 | 10 | 21 | | | 17. 10. 03 |
| 2) | 300 | | | 17 | 30 | |
| 3) | 150 | 8 | 14 | | | |
| 4) | 150 | | | 15 | 32 | |
| 1) | 50 | 10 | 17 | 17 | 32 | 19. 10. 03 |
| 2) | 100 | 12 | 17 | 20 | 32 | |

Tabelle VIII.
(Versuchsperson Herr Dr. Urban.)

| Ordnung der Versuchsreihe | N | S_1 | S_2 | S_3 | S_4 | Datum |
|---------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1) | 50 | 6 | 7 | 9 | 10 | 24. 2. 03 |
| 2) | 100 | 7 | 7 | 8 | 9 | |
| 1) | 100 | 7 | 7 | 8 | 9 | 25. 2. 03 |
| 2) | 50 | 6 | 8 | 9 | 10 | |
| 3) | 50 | 9 | 9 | 9 | 10 | |
| 4) | 100 | 10 | 10 | 10 | 11 | |
| 1) | 40 ¹⁾ | 12 | 12 | 14 | 14 | 26. 2. 03 |
| 2) | 180 ¹⁾ | 9 | 9 | 10 | 11 | |
| 1) | 25 | 6 | 6 | 10 | 10 | 27. 2. 03 |
| 2) | 25 | 6 | 6 | 8 | 9 | |
| 3) | 50 | 10 | 10 | 11 | 11 | |
| 4) | 200 | 6 | 8 | 11 | 13 | |

Tabelle IX.
(Versuchsperson Herr Dr. Tsukahara.)

| Ordnung der Versuchsreihe | N | S_1 | S_2 | S_3 | S_4 | Datum |
|---------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1) | 25 | 6 | 6 | 12 | 14 | 14. 5. 03 |
| 2) | 150 | 8 | 10 | 18 | 18 | |
| 3) | 150 | 8 | 8 | 20 | 20 | |
| 4) | 25 | 6 | 6 | 12 | 12 | |
| 1) | 500 | 20 | 20 | 40 | 52 | 18. 5. 03 |
| 2) | 600 | 27 | 27 | 60 | 60 | |
| 3) | 400 | 18 | 18 | 37 | 40 | |
| 1) | 250 | 14 | 14 | 28 | 28 | 28. 5. 03 |
| 2) | 1000 | 34 | 34 | 88 | 88 | |
| 1) | 300 | 15 | 15 | 30 | 40 | 6. 7. 03 |
| 2) | 500 | 20 | 20 | 35 | 45 | |
| 3) | 200 | 15 | 15 | 30 | 30 | |

¹⁾ Irrtümlich für 50 und 200 genommen.

| Ordnung der Versuchsreihe | N | S_1 | S_2 | S_3 | S_4 | Datum |
|------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1) | 1000 | 35 | 40 | 80 | 80 | 16. 7. 03 |
| 2) | 100 | 8 | 8 | 20 | 25 | |
| 3) | 1000 | 35 | 40 | 60 | 70 | |
| 4) | 500 | 20 | 25 | 30 | 40 | |
| 1) | 25 | 4 | 5 | 8 | 13 | 20. 7. 03 |
| 2) | 50 | 3 | 5 | 15 | 21 | |
| 3) | 100 | 6 | 6 | 14 | 21 | |
| 4) | 200 | 7 | 7 | 20 | 20 | |
| 1) | 600 | 18 | 18 | 25 | 40 | 23. 7. 03 |
| 2) | 200 | 7 | 9 | 20 | 23 | |
| 3) | 400 | 15 | 18 | 30 | 35 | |
| 4) | 100 | 9 | 10 | 15 | 20 | |
| 1) | 500 | 20 | 20 | 40 | 40 | 27. 7. 03 |
| 2) | 1000 | 30 | 30 | 45 | 50 | |
| 3) | 800 | 20 | 20 | 40 | 45 | |
| 1) | 300 | 10 | 10 | 25 | 25 | 30. 7. 03 |
| 2) | 100 | 8 | 8 | 16 | 16 | |

Wir sehen aus diesen Beispielen einen merkwürdigen Einfluß der Reizänderungen einer Versuchsreihe auf die Wahrnehmung derselben Änderungen bei einem beträchtlich verschiedenen Normalreiz. Diese Reihen zeigen dadurch merkliche Abweichungen von dem Weber'schen Gesetz. Wir sehen auch daraus, wie man zu völlig falschen Schlüssen käme, wenn man ohne weiteres aus derartigen Versuchsreihen Schwellendurchschnitte bilden würde. Wenn ich z. B. aus dem vorliegenden Material, aus welchem nur einige Beispiele angeführt sind, arithmetische Mittel bilden würde, so würde sich eine vermeintliche Widerlegung des Weber'schen Gesetzes herausstellen, obgleich seine Gültigkeit in gewissen Grenzen sich zweifellos in solchen Versuchsreihen kundgibt, welche unter möglichst denselben Versuchsbedingungen, aber jeden Tag nur für einen Normalreiz, ausgeführt werden.

Das Streben nach einer möglichst idealen Konstanz der Versuchsbedingungen kann also zu einem neuen verhängnisvollen Inkonstanzfaktor führen.

C. Weitere Resultate.

I. Einiges über die Methode der richtigen und falschen Fälle.

Ich spreche hier nur von den Maßmethoden und ihren Modifikationen als methodischen Mitteln zur Bestimmung der vier Veränderungsschwellen. Ich will also durchaus nicht über den Wert der Methode der richtigen und falschen Fälle im allgemeinen urteilen. Hier handelt es sich nur zunächst um die Frage nach der Anwendung dieser Methode zu einem speziellen Zwecke, nämlich zur Bestimmung einer gewissen, bei einem gegebenen Normalreiz eben wahrnehmbaren Reizänderung, z. B. der eben wahrnehmbaren Veränderung bei objektiver Druckabnahme. Es fragt sich weiter, ob man mit dieser Methode alle vier Veränderungsschwellen bestimmen kann, welche einem gegebenen Normalreiz und den bestimmten konkreten Versuchsbedingungen entsprechen.

Auf diese beiden Fragen kann nur eine Antwort gegeben werden. Zur Bestimmung der vier zusammengehörigen Veränderungsschwellen ist die Methode der richtigen und falschen Fälle nicht brauchbar, wenn man sie in herkömmlicher Weise anwenden will¹⁾. Man bestimmt doch in diesem Verfahren keine reelle, konkrete, eben wahrnehmbare Reizänderung, sondern einen idealen Mittelwert, z. B. den »Zentralwert«, der bei einer großen Zahl von Versuchen die relative Zahl der richtigen Beurteilungen gleich 0,5 ergeben würde. Noch weniger kann diese Methode einen Anspruch darauf erheben, die vier Veränderlichkeitsschwellen in ihrem tatsächlichen, den konkreten Umständen eines individuellen Falles entsprechenden Zusammenhang und in der gegenseitigen Abhängigkeit zu bestimmen.

Aber wenn es auch darauf ankäme, die idealen Durchschnitte und die Streuungsmaße der wirklichen konkreten Schwellen zu bestimmen, so scheint doch die Methode der richtigen und falschen Fälle noch auf einem schwachen experimentellen Fundament bis jetzt aufgebaut zu sein. Sie ist an so viele mehr oder weniger willkürliche Voraussetzungen und Annahmen gebunden, daß sie von vornherein kein großes Zutrauen einzuflößen imstande ist.

¹⁾ Vgl. G. E. Müller, a. a. O. S. 35—109.

Will man die Resultate unmittelbar oder mittels der Formeln behandeln, so geht man zunächst von der völlig willkürlichen Annahme aus, daß der aus der Interpolation oder aus der ad hoc aufgestellten Formel berechnete Hauptwert, z. B. der Zentralwert, den wahrscheinlichsten Mittelwert der Schwelle darstelle. Daß eine solche willkürliche Konzeption, konsequent durchgeführt, auch zu Aufschlüssen über wichtige psychologische Fragen verwertet werden kann, das unterliegt keinem Zweifel und hat sich mehrfach in der Geschichte unserer jungen Wissenschaft gezeigt. Aber andererseits ist die Verwechslung dieser Konzeption mit einem vollen Ausdrucke des tatsächlichen Verhaltens des Bewußtseins hinsichtlich der eben merklichen bestimmten Reizänderung schon mehrmals Veranlassung zu Auseinandersetzungen gewesen, welche durchaus zur Förderung der Wissenschaft nicht beigetragen haben. Als Beispiel möchte ich hier die mehrfach diskutierte Frage anführen, in welcher Beziehung die mittels der Methode der Minimaländerung bestimmte Unterschiedsschwelle zu der entsprechenden mittels der Methode der richtigen und falschen Fälle bestimmten Schwelle steht¹⁾. Die Frage ist durchaus berechtigt, aber man sollte sie doch richtig stellen. Man dürfte nicht vergessen, daß man in den beiden Methoden mit zwei völlig verschiedenen Begriffen der »Schwelle« zu tun hat. Man bestimmt in den beiden Methoden nicht dieselben Werte. Es ist auch ein Mißverständnis, wenn man beide Werte mit demselben Namen belegt, wie es z. B. G. E. Müller selbst tut²⁾.

Unberührt von diesem Einwand bleibt selbstverständlich die Betrachtung, welche man anstellt zu dem Zwecke einer Vergleichung der beiden Maßmethoden miteinander (oder auch aller vier Wundtschen Maßmethoden) in bezug auf die zu messende Unterschiedsempfindlichkeit oder Veränderungswahrnehmbarkeit. So verfährt z. B. Wundt, indem er klar betont, daß »jede der Maßmethoden ein besonderes Maß der Unterschiedsempfindlichkeit ergibt«³⁾. Er bemerkt mit vollem Recht, daß jene vier Maße nach ihrer absoluten Größe nicht unmittelbar miteinander vergleichbar sind.

¹⁾ Vgl. G. E. Müller, a. a. O. S. 182—183.

²⁾ A. a. O. S. I, 50, 164, 182.

³⁾ Grundzüge⁵ I. S. 474.

Bei der Behandlung der Resultate mittels der Formel macht man weitere willkürliche Annahmen. Man setzt z. B. voraus, daß die »zufällige Schwankungsgröße, um welche der bei einem Versuche zufällige Wert der Schwelle von dem Zentralwert abweicht«, bei verschiedenen Reizänderungen demselben Fehlergesetz gehorche¹⁾, daß die »Streuung und die mittlere Größe der zufälligen Werte der betreffenden Schwelle von der jeweilig benutzten Reizänderung unabhängig sei«²⁾. Die bedenklichste aller Voraussetzungen aber ist die, daß man die einzelnen Fälle als voneinander unabhängig annimmt.

Die letzterwähnte Annahme habe ich zum Gegenstand einer besonderen experimentellen Untersuchung gemacht, durch welche ich die Frage nach der Berechtigung einer solchen Voraussetzung auf dem Gebiete der plötzlichen Druckänderungen entscheiden wollte. Das war auch der Hauptgrund, weshalb ich eine Anzahl von Versuchsreihen nach der Methode der richtigen und falschen Fälle anstellte.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind schon im wesentlichen bei einer andern Gelegenheit angegeben (S. 38—39). Hier möchte ich nur darauf ganz besonders Gewicht legen, daß die Reihenfolge der Reizänderungen nicht nur deshalb die Unabhängigkeit der einzelnen Fälle beeinträchtigt, weil das bei einem Versuche abzugebende Urteil durch die Nebenvergleichen, durch Beeinflussung der Urteilsmaßstäbe oder durch den Einfluß auf den Anspannungsgrad der Aufmerksamkeit beeinflusst werden kann³⁾. Man könnte schließlich voraussetzen, daß man es mit Versuchspersonen zu tun hat, die überhaupt eine zureichende Übungsfähigkeit in psychologischer Beobachtung besitzen⁴⁾. Aber es ist doch in erster Linie mit der Möglichkeit zu rechnen, daß die physiologischen Bedingungen, unter welchen eine gewisse Reizänderung (z. B. eine starke Druckzunahme) zustande kommt, derart sind, daß eine wenig starke Reizänderung gar nicht oder nicht richtig erkannt wird, weil die physiologische Nachwirkung der vorausgehenden die Versuchsumstände der folgenden Reizänderung wesentlich anders ge-

¹⁾ G. E. Müller, a. a. O. S. 40—41.

²⁾ A. a. O. S. 60.

³⁾ A. a. O. S. 25—26.

⁴⁾ Wundt, a. a. O. S. 479.

staltet. Daß diese Möglichkeit bei den vorliegenden Versuchen in der Deformation der Hautstelle zur Tatsache wird, scheint unzweifelhaft zu sein. In dieser Beziehung verhalten sich entgegengesetzte Reihenfolgen ganz verschieden, aber nicht entgegengesetzt, wie z. B., bei dem Normalreiz 300, die Reizänderungen 60 und 20 einerseits, 20 und 60 andererseits. Völlig unberechtigt ist also die oben (S. 54) angeführte Annahme G. E. Müllers, daß der zufällige Wechsel der Reizänderungen nur zufällige Fehler »psychologischer Art« hervorrufe.

Wenn man sich schon dazu entschließen sollte, die Versuche nach der Methode der richtigen und falschen Fälle anzustellen, so scheint es immerhin bedenklich zu sein, den zufälligen Wechsel der Reizänderungen anzuwenden. Es liegt in einem derartigen Verfahren ein recht unmethodischer Faktor, der an die Zufallspiele stark erinnert. Es wäre jedenfalls entschieden vorzuziehen, mit einem planmäßigen Wechsel der Reizänderungen zu verfahren. Unter dem planmäßigen Wechsel aber dürfte man nur einen solchen verstehen, bei welchem jede einzelne Reizänderung in ihrer Größe und Reihenfolge mit Plan und Absicht verwendet wird. Wenn man anders handelt, läuft man große Gefahr, durchaus miteinander unvergleichbare und unkontrollierbare Fälle zusammenzuwerfen. Man könnte auch sehr leicht dadurch irreführt werden, daß die auf solche Weise zusammengeworfenen Resultate einer oder mehrerer Versuchsreihen einem bestimmten Fehlergesetz, etwa dem Gaußschen, und einer auf Grund desselben aufgestellten Formel annähernd vielleicht entsprechen. Das würde doch die Berechtigung des Verfahrens oder die Gültigkeit der Formeln für andere Fälle absolut nicht beweisen.

Was die Formeln übrigens anbelangt, so ist dieser Punkt gerade der bedenklichste in der bisherigen Behandlung der Methode der richtigen und falschen Fälle. Ich brauche nicht des näheren darauf einzugehen, weil G. E. Müller selbst, dessen Formeln als die noch plausibelsten gelten dürften, betreffs derselben in seinen »Gesichtspunkten« bemerkt, daß »sich zurzeit nur wenig über das Maß der empirischen Gültigkeit seiner Grundformeln sagen läßt«¹⁾.

¹⁾ A. a. O. S. 89.

Die verhältnismäßig noch vollkommenste Modifikation der Methode der richtigen und falschen Fälle besteht darin, daß man Vollreihen von Reizänderungen anwendet. Vor der üblichen Behandlung dieser Methode gewährt uns die Benutzung der Vollreihen den großen Vorteil, ohne Einführung und Prüfung von Annahmen bestimmter Verteilungsgesetze zu bestimmten Zahlenwerten gelangen zu können¹⁾. Aber, wenn man schon mit so vielen Reizänderungen operiert, welche eine volle Reihe ausmachen, scheint es immer angezeigter und vorteilhafter, die Reihenfolge der Reizänderungen nach dem ganz methodischen Verfahren der Methode der Minimaländerungen anzustellen. Erst dann könnte man auch, wenn man will, das gewonnene Material für die Berechnungen z. B. der »Idealgebiete« der drei mittleren Urteile²⁾ verwerten.

II. Die Methode der Minimaländerungen.

Wie ich schon oben andeutete, ersah ich bald im Laufe der vorliegenden Versuche, daß die Methode der richtigen und falschen Fälle, auch von den theoretischen Bedenken abgesehen, wenig — oder vielmehr gar nicht — zur Bestimmung der vier Veränderungsschwellen passe und zu einer tieferen Einsicht in die Natur der zu untersuchenden Bewußtseinsvorgänge weniger geeignet sei als die Methode der Minimaländerungen. Deshalb wandte ich fast ausschließlich die letztere Methode an.

Als das Wesen dieser Methode betrachtete ich das Verfahren mit den abgestuften Reizänderungen, von welchen jede nur ein wenig kleiner als die folgenden in der aufsteigenden, nur ein wenig größer in der absteigenden Richtung ist.

Alles übrige, was sich auf Grund dieses wesentlichen Merkmals in der Anwendung der Methode variieren läßt, macht die ganze Mannigfaltigkeit der verschiedenen Modifikationen und Formen der Methode der Minimaländerungen aus.

Die hauptsächlichsten Modifikationen wären die folgenden:

A. Hinsichtlich der Richtung von Reizänderungen sind drei Modifikationen denkbar.

¹⁾ A. a. O. S. 146.

²⁾ A. a. O. S. 143—153.

a) Alle Reizänderungen sind positiv. Mittels solcher Reihen bestimmt man in unserem Falle zwei Veränderungsschwellen: die Veränderungsschwelle bei objektiver Druckzunahme und die Druckvermehrungsschwelle.

b) Alle Reizänderungen sind negativ, d. h. alle Vergleichsreize sind kleiner als der Normalreiz. Man bestimmt dadurch in unserem Falle zwei andere Veränderungsschwellen: die Veränderungsschwelle bei der objektiven Druckabnahme und die Druckverminderungsschwelle.

c) Die Reizänderungen sind nach den absoluten Beträgen von Reizänderungen abgestuft. Die Reihenfolge der Stufen wäre also z. B. eine folgende:

$$-30, -28, -24, \dots, -16, +14, +12, +10, \dots$$

Man bestimmt mittels einer solchen Reihe alle vier Veränderungsschwellen zugleich.

B. Hinsichtlich der Anzahl der Wiederholungen der einzelnen Versuche in jeder Stufe könnte man

a) nur einen Versuch in jeder Stufe anstellen, oder

b) denselben Versuch in derselben Richtung wiederholen, z. B. zwei- oder auch dreimal nacheinander die Reizänderung $+20$ wirken lassen;

c) man könnte auch in der Modifikation A c) auf jeder Stufe in beliebiger Ordnung und in beliebiger Anzahl die Reizänderungen von demselben absoluten Betrag in den beiden Richtungen variieren.

C. Jede der vorher genannten Modifikationen kann entweder

a) in der aufsteigenden, oder

b) in der absteigenden Reihenfolge der Reizänderungen angewandt werden.

c) Beide Reihenfolgen können als unabhängig voneinander behandelt, z. B. an verschiedenen Tagen ausgeführt werden.

d) Die aufsteigende und die absteigende Reihenfolge werden als voneinander abhängig und sich gegenseitig in bezug auf die Schwellenbestimmung ergänzend behandelt. Man verbindet also immer die beiden Folgen miteinander, entweder in der Ordnung a b (zuerst in der auf-, dann in der absteigenden Richtung verfahren), oder umgekehrt, in der Ordnung b a.

D. Je nach der Größe der letzten Vergleichsreize in den Versuchsreihen kann man die folgenden Fälle unterscheiden:

a) Der letzte Vergleichsreiz in der aufsteigenden Reihe ist deutlich überschwellig; der letzte Vergleichsreiz in der absteigenden Reihe ist deutlich unterschwellig.

b) Der letzte Vergleichsreiz der aufsteigenden Reihe ist eben überschwellig, der letzte Vergleichsreiz der absteigenden Reihe ist eben unterschwellig.

c) Der letzte Vergleichsreiz der aufsteigenden Reihe ist eben merklich; der letzte Vergleichsreiz der absteigenden Reihe ist eben unmerklich.

E. Je nach der Größe der ersten Vergleichsreize kann man zwei Verfahrensweisen unterscheiden:

a) Der erste Vergleichsreiz in der aufsteigenden Reihe kann gleich dem Normalreiz oder nur um eine kleine Stufe verschieden von ihm genommen werden; der erste Vergleichsreiz der absteigenden Reihe ist erheblich weit von der Schwelle entfernt.

b) Die Entfernung der Anfangswerte der Vergleichsreize von der Schwelle ist nicht erheblich groß.

F. Die Stufen können bei einem gegebenen Normalreiz:

a) entweder alle gleich gemacht; oder

b) an gewissen Stellen der Reihe vergrößert oder verkleinert werden.

c) In der absteigenden Reihe werden die Stufen gleich denen der aufsteigenden, oder

d) von ihnen verschieden gemacht.

G. Bei verschiedenen Normalreizen können die Stufen entweder:

a) ihnen proportional, oder

b) proportional der Veränderung der Schwelle, oder

c) ohne Rücksicht auf die Verschiedenheit der Normalreize gewählt werden.

H. Hinsichtlich der Wissentlichkeit des anzuwendenden Verfahrens lassen sich verschiedene Modifikationen der Methode der Minimaländerungen denken, je nach dem Grad und Umfang der Wissentlichkeit. Man könnte etwa folgende Grade aufstellen:

a) Dem Beobachter wird gar nichts von dem anzuwendenden Verfahren bekannt gegeben.

b) Der jeweilige Normalreiz wird bekannt gegeben.

c) Das allgemeinste Merkmal der Methode wird bekannt gegeben: ob sie eine Abzählungs- oder Abstufungsmethode ist.

d) In diesem letzten Falle kann der Beobachter auch erfahren haben, ob die Abstufung eine auf- oder eine absteigende ist.

e) Er kann ferner auch wissen, ob die Reizänderungen nur nach den absoluten Beträgen abgestuft werden, oder ob die Reihe lauter gleichgerichtete Reizänderungen enthält.

f) Er kann die Größe des Ausgangswertes der Vergleichsreize kennen, und dies entweder genau oder ungefähr.

g) Die Größe der Stufen kann bekannt gegeben werden, und dies entweder direkt oder aus dem der Versuchsperson bekannten Abstufungsprinzip.

h) Der Beobachter kann auch die Anzahl der in jeder Richtung der Versuchsreihe durchzugehenden Stufen kennen.

i) Wenn die Versuche in den einzelnen Stufen vielleicht wiederholt werden sollten, könnte der Beobachter die Anzahl der Wiederholungen und, falls die Abstufung lediglich nach den absoluten Beträgen erfolgte, die Ordnung etwa abzuwechselnder Reizänderungen gekannt haben.

k) Er könnte auch wissen, ob und ungefähr nach welchem Prinzip die Kontrollversuche eingeschaltet werden.

l) Er könnte am Ende auch sonst noch irgendwelche Kenntnis der übrigen Umstände des Verfahrens besitzen, so daß er absolut alles vor jedem einzelnen Versuche wüßte, was sich nur auf die zu beurteilende Reizänderung beziehen mag.

Die obigen acht Einteilungsprinzipien mit den angedeuteten Unterabteilungen geben uns einen Überblick über die hauptsächlichsten Elemente, aus deren Kombination sich eine in dem gegebenen Fall anzuwendende Form der Methode der Minimaländerungen ergibt. Auf welche Weise man die im konkreten Fall einzuschlagende Kombination bilden soll, das hängt selbstverständlich in erster Linie von den individuellen konkreten Umständen und von der zielbewußten Leitung der Versuche ab.

Meinen in der »Einleitung« erwähnten Zwecken entsprach die Anwendung und Prüfung möglichst vieler und möglichst mannigfaltiger Variierungen der Methode und ihrer Modifikationen. Deshalb habe ich in vorliegenden Versuchen alle Abänderungen, welche sich aus den miteinander kombinierten, eben aufgezählten Möglichkeiten nur zusammenstellen ließen, angewandt. Die wichtigsten Resultate habe ich teils bei andern Gelegenheiten schon mitgeteilt, teils führe ich sie im folgenden an. Sie beziehen sich unmittelbar und direkt auf die konkreten ausgeführten Versuche mit plötzlichen Druckänderungen, mittelbar aber und indirekt können sie auch von einem prinzipiellen und allgemeinen Standpunkt aus angesehen und betrachtet werden.

1. Der Ausgangswert der Vergleichsreize.

Bei dem aufsteigenden Verfahren braucht man nicht von einem sehr wenig von dem Normalreiz verschiedenen Wert des Vergleichsreizes auszugehen. Es hat sich auch erwiesen, daß schon drei unentschiedene (= »keine Veränderungen«) den drei nacheinander folgenden Stufen entsprechende Urteile etwas beunruhigend auf den Beobachter einwirken und sein Interesse vermindern. Es genügt, als Ausgangswert in der aufsteigenden Reihe einen Vergleichsreiz zu wählen, von welchem man aus den Vorversuchen voraussetzen kann, daß er sicher zwei Stufen unter der ersten Schwelle (»Veränderung«) liegt. Z. B. Normalreiz 600 g: Aus den Vorversuchen weiß man, daß die Veränderungsschwelle bei der objektiven Zunahme für den betreffenden Beobachter nicht unter 19 liegt, die Stufengröße will man = 2 g nehmen; so genügt es vollständig, als Ausgangswert der aufsteigenden Reihe die Reizänderung = + 12 (den Vergleichsreiz = 612) zu nehmen.

In diesem konkreten Falle wäre die Reizänderung + 12 subjektiv = 0, oder der Vergleichsreiz 612 wäre für den Beobachter zunächst gleich dem Normalreiz 600. Ähnlich verhält sich die Sache in andern Fällen. Ganz zutreffend also scheint die Beschreibung des Verfahrens zu sein, wenn man mit Wundt¹⁾ sagt, es werde der Ausgang von einem dem Normalreize, r , gleich erscheinenden Vergleichsreize, r' , genommen und dieser dann so lange verstärkt, bis eben $r' > r$

¹⁾ A. a. O. S. 476.

(in den vorliegenden Versuchen zuerst r' von r verschieden) erscheint. G. E. Müller findet aber diese Beschreibung »nicht zutreffend«¹⁾. Er meint nämlich: »In vielen Versuchsgebieten ist die zufällige Variabilität der Unterschiedsschwelle so groß, daß es einen dem H (d. h. dem Normalreiz) stets gleich erscheinenden Vergleichsreiz gar nicht gibt«. Ich sehe in diesem Einwand G. E. Müllers ein ziemlich grobes Mißverständnis seinerseits: Es handelt sich doch bei Anwendung dieser Methode und in der Beschreibung derselben bei Wundt nicht um einen Ausgangswert, der stets das Urteil »unentschieden« oder »unverändert« zur Folge hat, sondern um einen Ausgangswert der, *hic et nunc*, in diesem konkreten Fall, als gleich erscheint. Der Begriff der Zufälligkeit, der zufälligen Variabilität, der zufälligen Fehlervorgänge und dergleichen, spielt bei G. E. Müller eine ganz sonderbare Rolle²⁾. Wenn jene »zufällige Variabilität« in jenen »vielen Versuchsgebieten« so groß wäre, daß es für eine konkrete, jetzt anzustellende Versuchsreihe keinen Vergleichsreiz gäbe, der sicher als nicht von dem Normalreiz verschieden erschiene, würde das nicht beweisen, daß irgend etwas nicht in Ordnung wäre, sei es in der Anstellung der Versuche, sei es im Verhalten der Versuchsperson?

Nicht die Beschreibung bei Wundt finde ich unzutreffend, sondern im Gegenteil: den Einwand G. E. Müllers finde ich völlig unbegründet; seine Beschreibung des Verfahrens aber scheint mir insofern ganz unzutreffend zu sein, als sie das Wort »stets« und »niemals« hier unrichtig anwendet³⁾.

¹⁾ A. a. O. S. 166.

²⁾ In den »Gesichtspunkten« kommt wohl kein Wort so häufig vor wie das Wort »zufällig« in ganz verschiedenen Verbindungen und Zusammenstellungen.

³⁾ »Es liegt im Prinzip der Methode, daß der Ausgangswert von r im Falle der Bestimmung einer oberen (unteren) Unterschiedsschwelle bei einem absteigenden Versuche so groß genommen werde, daß man sicher ist, er werde der Versuchsperson stets größer (niemals kleiner) erscheinen als H , und bei einem aufsteigenden Versuche so gewählt werde, daß man sicher ist, er werde von der Versuchsperson niemals für größer (stets für kleiner) erklärt werden als H .« A. a. O. S. 166.

2. Der letzte Vergleichsreiz.

Es gibt in einer gegebenen Versuchsreihe so viele letzte Vergleichsreize, als Schwellen in ihr bestimmt werden sollen. Also würde man nach dem oben (S. 58—59) beschriebenen Verfahren, in welchem jede Versuchsreihe, sowohl die aufsteigende als die absteigende, unsere vier Veränderungsschwellen ergibt, in jeder Versuchsreihe vier letzte Vergleichsreize haben.

Es zeigte sich in den vorliegenden Versuchen, daß die einschlagende Vorschrift Wundts (man solle den Vergleichsreiz durch Zwischenstufen so lange verstärken bzw. vermindern, bis eben $r' > r$ bzw. $r' = r$ erscheint, diesen Punkt aufzeichnen, aber zur Sicherstellung desselben r noch etwas weiter verstärken bzw. etwas vermindern¹⁾) eine ganz notwendig zu befolgende ist: sonst läuft man Gefahr, etwa unkritische und unsichere Urteile als sichere Ergebnisse zu notieren.

In der oben (S. 58—59) beschriebenen Form des Verfahrens hat sich die Praxis bewährt, unmittelbar nach dem ersten Urteil über die Wahrnehmung einer bestimmten Reizänderung die Stufengröße zu verkleinern und durch eine nur sehr wenig in derselben Richtung verstärkte Reizänderung das eben gefällte Schwellenurteil zu prüfen.

Die vorhin erwähnte Vorschrift Wundts scheint übrigens so einfach und selbstverständlich zu sein, daß man erstaunen muß, wenn man die folgende Bemerkung G. E. Müllers liest:

»Durch Wundts Darstellung der Methode ist gelegentlich die irrige Ansicht entstanden (Foucault . . .), man soll z. B. in dem Falle, wo es sich um Bestimmung einer oberen Unterschiedschwelle handelt, bei dem absteigenden (aufsteigenden) Verfahren nicht denjenigen Wert des Unterschieds notieren, bei welchem der Unterschied soeben unmerkbar (soeben merkbar) geworden sei, sondern vielmehr einen Wert, der um ein geringes kleiner (größer) sei als dieser Wert. Eine solche Modifikation würde jeder Begründung entbehren«²⁾.

Wenn Foucault oder andere eine so klare und selbstverständliche Sache irrtümlich aufgefaßt haben, so müßte man doch nur ihnen selbst, nicht der Darstellung Wundts die Schuld zuschreiben.

¹⁾ A. a. O. S. 476.

²⁾ A. a. O. S. 164—165.

3. Das aufsteigende und das absteigende Verfahren.

In den vorliegenden Versuchen hat sich als ganz unzweifelhaftes Ergebnis in Hunderten von Versuchsreihen erwiesen, daß die absteigende Reihe niedrigere Schwellenwerte ergibt. Dieses Ergebnis stimmt nicht mit der Angabe Strattons überein, der folgendes bemerkt: »In den beiden Verfahrungsweisen der sogenannten auf- und absteigenden Versuchsreihen wird in diesem Falle kein konstanter Unterschied in den Schwellenwerten derselben bemerkt«¹⁾. Seine Tabellen zeigen wirklich große Unregelmäßigkeiten der Abweichungen in dieser Beziehung. Wie dieser Widerspruch zu erklären ist, weiß ich nicht. Das aber weiß ich sicher, daß in den vorliegenden Versuchen die absteigenden Reihen in der Regel kleinere Schwellen ergaben.

Allerdings muß man zwei Fälle unterscheiden:

a) Eine absteigende Reihe kann unmittelbar der aufsteigenden folgen. Die beiden zusammen machen erst eine vollständige Versuchsreihe aus im Sinne der Ausführungen Wundts (a. a. O.).

b) Sie können getrennt, an verschiedenen Versuchstagen, voneinander unabhängig angestellt werden. Das entspricht dem Rate G. E. Müllers²⁾.

Nur für den ersten Fall, den ich auch als im Prinzip der Methode liegend betrachte, gilt die obige, in den vorliegenden Versuchen beobachtete Regel. Im zweiten Falle wird im allgemeinen die letzte Schwelle (von den vier bzw. von den zwei Veränderungsschwellen³⁾) des aufsteigenden Verfahrens kleiner als die entsprechende Schwelle der dazu gehörenden absteigenden Reihe; und umgekehrt: die letzte Schwelle der absteigenden Reihe wird kleiner als die entsprechende Schwelle der zu ihr gehörenden aufsteigenden Reihe.

¹⁾ A. a. O. S. 539.

²⁾ »Es ist nicht notwendig, ja nicht einmal empfehlenswert, daß einem absteigenden Versuche jedesmal gerade der darauf folgende oder der unmittelbar vorhergehende Versuch aufsteigender Art hinsichtlich der Stufengröße entspreche. Die volle Rekonstruierbarkeit des Verfahrens bleibt gewahrt, wenn man den Wechsel der Ausgangswerte und Stufen nach einer der Versuchsperson selbstverständlich undurchsichtigen Regel vor sich gehen läßt.«

³⁾ Man wendet entweder das Verfahren *Ac* (oben S. 73) oder unabhängig voneinander *Aa* und *Ab* an. In den beiden letzten Modifikationen bestimmt man selbstverständlich nur je zwei Veränderungsschwellen.

4. Unwissentlichkeit.

Für die vorliegenden Versuche hat sich als besonders geeignet das Verfahren erwiesen, in welchem der Beobachter von der Richtung und Größe der jeweiligen Reizänderung keine Kenntnis hat. Die vorherige Kenntnis der Richtung der Reizänderungen macht die kritische Kontrollierung des Verhaltens der Versuchsperson fast unmöglich und beraubt den Experimentator eines notwendigen objektiven Kriteriums für die Verwertung und richtige Beurteilung der Versuchsergebnisse.

Die nach dem herkömmlichen wissentlichen Verfahren angestellten Versuche zeigen eine viel größere Inkonstanz und Unregelmäßigkeit der Ergebnisse als die Versuchsreihen, welche ich nach dem oben (S. 58—59) beschriebenen Verfahren ausgeführt habe.

5. Die Stufen.

Es hat sich gezeigt, daß objektiv gleiche Stufen bei demselben Normalreiz keineswegs auch immer subjektiv als gleich erscheinen: an gewissen Stellen des ganzen Gebietes der vier Veränderungsschwellen können sie leicht zu groß, in andern wieder zu klein erscheinen. Aus den Vorversuchen dürfte man ersehen, wie die Reihen hinsichtlich der Schwellen im allgemeinen einzurichten sind, im Laufe der Versuche selbst kann man weitere Abänderungen der unmittelbar zu wählenden Stufengrößen vornehmen.

Insbesondere hat sich bei den vorliegenden Versuchen die Notwendigkeit erwiesen, für die negativen Reizänderungen die Stufengröße beträchtlich zu erhöhen. Als Beispiel für die Unrichtigkeit der allgemeinen Vorschrift, dieselbe Stufengröße zur Bestimmung der oberen und der unteren Unterschiedsschwelle zu nehmen, können die folgenden zwei Versuchsreihen dienen, die nach der herkömmlichen (wissentlichen) Modifikation der Methode der Minimaländerungen ausgeführt wurden.

Versuchsperson Herr Dr. Wirth, 15. 5. 1903. An diesem Tage wollte ich bei dem Normalreiz 600 g mit der Stufengröße 2 g nur eine absteigende Reihe für die positiven Reizänderungen (also zur Bestimmung der Schwellen S_2 und S_1 ¹⁾) anstellen. Aus den Vor-

¹⁾ Oben S. 59.

versuchen konnte ich entnehmen, daß die zweite der vier Schwellen (S_2) in die Nähe von 30 g fallen würde¹⁾. Deshalb nahm ich als Ausgangswert die Änderung 40 g. Es zeigte sich bald, daß meine Voraussetzung sich für diesen Versuchstag nicht bewährte. Die Urteile enthält die folgende Tabelle (D = Reizänderung):

Tabelle X.

| D | Urteil | D | Urteil |
|------|--------|------|-------------------|
| + 40 | Druck | + 22 | Druck |
| + 38 | » | + 20 | » |
| + 36 | » | + 18 | » |
| + 34 | » | + 16 | » |
| + 32 | » | + 14 | » |
| + 30 | » | + 12 | Veränderung |
| + 28 | » | + 10 | Keine Veränderung |
| + 26 | » | + 8 | » » |
| + 24 | » | | |

Wir ersehen daraus, daß der Ausgangswert viel zu groß war, daß aber die Stufen eher zu klein als zu groß genommen wurden.

Am folgenden Versuchstage (18. 5. 03) wollte ich bei demselben Normalreiz 600 g mit den Stufen von derselben Größe, 2 g, eine vollständige Versuchsreihe zur Bestimmung der Veränderungsschwellen S_3 und S_4 anstellen. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Tabelle XI.

| D | Urteil | D | Urteil |
|------|--------------------------|------|-------------|
| - 14 | Keine Veränderung | - 30 | Veränderung |
| - 16 | » » | - 32 | » |
| - 18 | » » | - 34 | » |
| - 20 | Veränderung | - 36 | » |
| - 22 | Veränderung, zweifelhaft | - 38 | » |
| - 24 | Keine Veränderung | - 40 | » |
| - 26 | » » | - 42 | » |
| - 28 | » » | - 44 | » |

¹⁾ Es ergaben u. a. vier Versuchsreihen in den letzten Versuchstagen bei dem Normalreiz 400 g im Durchschnitt folgende Schwellen: $S_1 = 17$, $S_2 = 24$.

| <i>D</i> | Urteil | <i>D</i> | Urteil |
|----------|--------------|----------|-------------------|
| — 46 | Veränderung | — 46 | Verminderung |
| — 48 | » | — 44 | » |
| — 50 | » | — 42 | » |
| — 52 | » | — 40 | » |
| — 54 | Verminderung | — 38 | » |
| — 56 | » | — 36 | Keine Veränderung |
| — 58 | » | — 34 | Veränderung |
| — 60 | » | — 32 | » |
| — 58 | » | — 30 | » |
| — 56 | » | — 28 | Keine Veränderung |
| — 54 | » | — 26 | » » |
| — 52 | » | — 24 | » » |
| — 50 | » | — 22 | » » |
| — 48 | » | | |

In dieser Versuchsreihe waren die Stufen entschieden zu klein. Ein derartiges Verfahren, wie in den beiden obigen Versuchsreihen, ist zweifellos ganz verwerflich, wenn es sich nicht gerade um bestimmte Zwecke handelt, wie es eben hier der Fall war.

Nach dem von mir schon wiederholt erwähnten Verfahren (S. 58 bis 59) würde man mehrere von den obigen Stufen überspringen und somit die Anzahl der Stufen verringern.

6. Die Vorteile der Methode der Minimaländerungen.

Vor der Methode der richtigen und falschen Fälle hat die Methode der Minimaländerungen, wenn man sie in geeigneter Weise modifiziert, zwei Hauptvorteile:

a) Sie läßt die Unterschiedsschwellen, bzw. Veränderungsschwellen, im strengen Sinne des Wortes (als eben wahrnehmbare bestimmte Reizänderungen) für jeden konkreten Fall möglichst genau bestimmen. Sie ist allein geeignet, das natürlichste und direkteste Maß der Unterschiedsempfindlichkeit, bzw. der Veränderungswahrnehmbarkeit, zu ergeben.

b) Sie gestattet, das durchsichtigste und methodischste Verfahren sowohl hinsichtlich der ganzen Versuchsreihen und Versuchsgruppen, wie auch ganz besonders hinsichtlich jedes einzelnen Versuches

anzuwenden. Durch eine geeignete Modifikation dieser Methode in allen ihren konkreten Einzelheiten kann man die psychischen und methodischen Versuchsumstände und -bedingungen beliebig bestimmen und in annähernder Konstanz verfolgen.

Um den letzterwähnten ganz hervorragenden Vorteil würde die Methode der Minimaländerungen kommen, wollte man die Reizänderungen zufällig wechseln, wie es G. E. Müller vorschlägt¹⁾.

Eine derartige kombinierte Methode würde mit der herkömmlichen Anwendung der Methode der richtigen und falschen Fälle den größten Nachteil der letzteren teilen, der meines Erachtens darin besteht, daß man hinsichtlich der einzelnen Versuche unmethodisch vorgeht, sich auf die Macht des »Zufalls« verläßt.

7. Die angeblichen Fehlerquellen bei der Anwendung dieser Methode.

G. E. Müller faßt das aufsteigende und das absteigende Verfahren als Quellen von konstanten Fehlern auf. Auch hier möchte ich bemerken, daß eine solche Auffassung nicht korrekt ist. Es liegt doch im Prinzip der Methode, daß man durch die auf- oder absteigende Abstufung die betreffenden Versuchsbedingungen absichtlich und zweckmäßig bestimmt: man darf also eine solche methodische, absichtlich herbeigeführte Determinierung nicht als Fehlerquelle betrachten. Hier aber verhält sich die Sache insofern anders wie bei der Betrachtung des Einflusses der Zeit- und Raumlage, als hier die Elimination des Einflusses einer bestimmten Abstufungsweise einen guten Sinn hat: eine Abstufung ist nämlich kein wesentlicher und notwendiger Faktor des Zustandekommens der Unterschieds- und Veränderungswahrnehmung, sondern eine willkürlich herbeigeführte Bedingung, die den Schwellenwert beeinflusst; hier kann man die Einflüsse der beiden entgegengesetzten Abstufungsweisen ausgleichen, indem man das arithmetische Mittel von den in den beiden Abstufungsrichtungen erhaltenen Schwellenwerten nimmt. Dieser Mittelwert bedeutet, daß die betreffende Schwelle in dem gegebenen Fall annähernd einen solchen Wert hat, unabhängig von der methodischen Ermittlung.

¹⁾ A. a. O. S. 179 ff.

Das auf- und absteigende Verfahren ist keine Fehlerquelle, sondern vielmehr das wesentliche Prinzip der Abstufung; ihm verdankt die Methode ihren größten Vorteil.

Was die übrigen »Fehlerquellen« betrifft, die nach G. E. Müller bei der Anwendung der »Grenzmethode« zu beachten sind (Einfluß der Erwartung, der inneren Einstellung, der Nebenvergleichen u. dgl.¹⁾), so brauche ich kaum zu bemerken, daß sie nicht im Prinzip der Methode und ihrer Anwendung, sondern in dem Verhalten der Versuchspersonen liegen, die vielleicht in der psychologischen Beobachtung ungeschult oder auch überhaupt übungsunfähig sind.

III. Wahrnehmung und Beurteilung der plötzlichen Druckänderungen.

Eine plötzliche Druckänderung kann entweder:

- a) gar nicht gemerkt, wahrgenommen werden; oder
- b) sie wird als eine Druckzunahme oder
- c) als eine Druckabnahme erkannt; oder endlich
- d) sie wird nur als eine Veränderung wahrgenommen, gleichviel, ob sie objektiv eine Druckzunahme oder Druckabnahme war.

Von der Natur jedes von den eben erwähnten Bewußtseinserlebnissen, wie sie in den vorliegenden Versuchen zustande kamen, kann folgendes als sicher festgestellt gelten.

i. Die Wahrnehmung einer Veränderung.

Eine Veränderung als solche, d. h. ohne jede Richtungskenntnis, wird ganz sicher erkannt und klar im Bewußtsein unterschieden von einer Druckzunahme oder Druckabnahme. Man erlebt unmittelbar »etwas Neues«, apperzipiert einen eigentümlichen »Ruck«. Man ist sicher, daß etwas mit der empfundenen Belastung geschehen ist. Man hat den Eindruck, als ob der drückende Stift sich bewegte, obgleich man nichts Näheres von dieser Bewegung, von ihrer Art und Richtung sagen kann.

Die Wahrnehmung einer Veränderung als solcher wird im Bewußtsein qualitativ nicht unterschieden, mag sie objektiv eine Zunahme oder eine Abnahme gewesen sein.

¹⁾ A. a. O. S. 172 ff.

Die Wahrnehmung einer Veränderung als solcher ist ein einfacher psychischer Vorgang, der sich weiter nicht analysieren läßt.

Diese wenigen Worte drücken einfach den experimentell bei den vorliegenden Versuchen erwiesenen Tatbestand aus. Wenn man mit L. Wiliam Stern das Wesen der Veränderungswahrnehmung in einem »Übergangsanzeigen« als einem »Charakter« der gewissen Gattung von Empfindungen¹⁾ finden wollte, so würde man nicht die Erfahrungstatsachen beschreiben, sondern in das Gebiet der theoretischen Spekulationen übergehen. Jedenfalls hat die bei den vorliegenden Versuchen gewonnene Erfahrung keinen Anhaltspunkt gegeben, die Richtigkeit der Sternschen Auffassung zu bestätigen.

Eine ganz sonderbare Widerlegung der oben angedeuteten Tatsache, daß man gelegentlich eine Veränderungswahrnehmung hat, ohne ihre Richtung erkannt zu haben, kann man lesen in einer kritischen Besprechung der angeführten Sternschen Arbeit in der »Zeitschrift für Psychologie«²⁾. Wir lesen dort u. a.: »Eine Veränderung an sich ist eine Abstraktion, die nicht wahrgenommen werden kann. Und wenn jemand behauptet, eine Veränderung wahrgenommen zu haben, aber nicht ihre Richtung, so ist seine Behauptung falsch und nicht auf Grund der Wahrnehmung der Veränderung aufgestellt. Das Faktum ist dann eben nicht ‚erkannt‘, sondern ‚erschlossen‘«. — Der Kritiker verwechselt zunächst offenbar zweierlei: die abstrakte Veränderung, das Sichverändern und ein verändertes Etwas, ein konkretes Element, welches soeben im Bewußtsein erscheint. Was ferner das Faktum einer richtungslosen Veränderung (im konkreten Sinne) anbelangt, so kann ich nur sagen: schade, daß der Herr Kritiker nicht an einer wenn auch kleinen Versuchsreihe mit den plötzlichen Veränderungen teilgenommen hat.

2. Die Druckvermehrung.

Wenn eine objektive Druckzunahme hinreichend groß ist, ruft sie im beobachtenden Bewußtsein ein Erlebnis hervor, auf Grund dessen das Urteil gefällt wird: »Erschwerung«, »Druck«, »Druckzunahme« u. ä. Dieses Erlebnis ist nach Aussagen der Beobachter und nach eigener

¹⁾ »Psychologie der Veränderungsauffassung« S. 29 ff.

²⁾ Max Meyer, Zt. für Psych. und Phys. der Sinnesorgane. Bd. XXI. S. 127 bis 139.

Beobachtung eine unmittelbare Wahrnehmung, welche sich in eine Druckempfindung und eine Bewegungswahrnehmung des drückenden Gegenstandes zerlegen läßt. Diese zwei Komponenten sind einzig und allein Erkenntnismotive für das zu fallende Urteil. Die Beurteilung des Schwererwerdens geschieht auf Grund dieser Komponenten: man erschließt nicht, sondern konstatiert die Tatsache. Es findet im Bewußtsein keine Vergleichung des früher wahrgenommenen Normaldruckes mit dem nach dem Augenblick des Übergangs empfundenen »Vergleichsdrucke« statt. Die Druckvermehrung wird direkt als neue Druckreizeinwirkung perzipiert. Sie ist für das Bewußtsein der Beobachter wie ein neuer Druckreiz, der einen »absoluten Eindruck« des Druckes hervorruft.

Für das Bewußtsein des Beobachters entspricht eine plötzliche Druckvermehrung, welche eben merklich wird, eher einer Reizschwelle als einer Unterschiedsschwelle. Die Versuche mit plötzlichen Veränderungen sind daher prinzipiell von den Versuchen über Vergleichung sukzessiver Reize verschieden.

3. Die Druckverminderung.

Das Urteil des Beobachters über die Verminderung, Erleichterung des Druckes wird gefällt auf Grund eines komplizierten Erlebnisses, welches sich vielfach von dem Erlebnis der Druckzunahme unterscheidet. Um dies etwas näher zu erörtern, erwähne ich zunächst die folgende Thatsache: eine Versuchsperson, die noch nie an den Versuchen mit plötzlichen Druckveränderungen teilgenommen hat, erkennt von selbst gleich in der ersten Vorversuchsreihe die Druckvermehrungen mit Leichtigkeit, auch wenn sie noch ganz schwach und undeutlich aufgefaßt werden; die Druckverminderungen werden von ihr nicht erkannt, obgleich sie objektiv schon die Hälfte vom Normalreiz betragen und als sehr starke Veränderungen wahrgenommen werden. Nur bei noch beträchtlicherer Verminderung des Normalreizes bis auf $\frac{1}{4}$ des ursprünglichen Wertes wird eine solche Reizänderung als Erleichterung aufgefaßt und beurteilt. Erst wenn die Versuchsperson durch derartige überdeutliche Druckveränderungen (oder durch die Belehrung von seiten des Experimentators bei weniger starken Verminderungen) auf den eigentümlichen Charakter der bisher unbekanntem Erlebnisse aufmerksam geworden ist, erkennt sie die

Druckverminderungen, auch wenn sie objektiv beträchtlich kleiner und subjektiv weniger eindringlich werden.

Diese weniger (als bei den Druckvermehrungen) unmittelbare Perzipierung der Druckverminderungen erklärt die früher erwähnte Tatsache, daß die Urteilszeiten für die nicht überdeutlichen Verminderungen im allgemeinen bedeutend länger sind als bei den auch schwachen Vermehrungen: die Versuchsperson muß das den Verminderungen parallel gehende Erlebnis erst einigermaßen analysieren, um unter den in der Analyse entdeckten Faktoren die mit der überdeutlichen Verminderung gemeinsamen zu erkennen und auf deren Grund ihr Urteil zu stützen. Die beträchtliche Verlängerung der Urteilszeiten bei den nicht überdeutlichen Verminderungen erklärt wieder eine andere Tatsache, daß nämlich die Urteilszeiten sowohl bei den nicht überdeutlichen Vermehrungen, wie auch bei den richtungslosen Veränderungen, eine Weile dauerten, trotz der Unmittelbarkeit des Eindruckes: die Versuchsperson hat erfahren, daß der Verminderungsvorgang kompliziert und subtil ist, deshalb sucht sie in allen nicht ganz ausgeprägten Erlebnissen vorsichtig vorzugehen, damit sie nicht etwa einen Verminderungsfaktor des Erlebnisses verpaßt. Sie erwägt und betrachtet genauer die in die Erinnerung zurückgerufene Vorstellung der erlebten schwachen Eindrücke; das aber erfordert mehr oder weniger Zeit, je nach der Ausgeprägtheit, Eindringlichkeit und Deutlichkeit der Erlebnisse.

Da der unmittelbare Eindruck einer Erleichterung als solcher erst bei sehr hohen Werten erfolgt, sind die beiden Schwellen, der Verminderung und der Vermehrung, in dieser Hinsicht nicht miteinander vergleichbar: die eben merkbare Verminderung und die eben merkbare Vermehrung sind beide eben merkbar, aber nicht mit gleicher Klarheit erkennbar.

Die Verminderungswahrnehmung wird im Bewußtsein in mehrere Komponenten zerlegt, deren erste bei dem nicht ganz großen Stärkegrad als ein leiser Druck aufgefaßt wird; dieser Druckempfindung folgt dann eine eigentümliche, mit dem Schwirren vergleichbare Tastempfindung, mit welcher zugleich oder gleich unmittelbar darauf man eine leise Bewegung des drückenden Stiftes nach oben wahrnimmt. Von diesen drei Komponenten wird die letzterwähnte gewöhnlich für ein entscheidendes Kriterium des Verminderungsurteils

gehalten. Die beiden ersten Komponenten können gelegentlich fehlen, besonders bei stärkeren, ausgeprägteren Verminderungswahrnehmungen.

4. Gegenstand des Veränderungsurteils.

Worauf bezieht sich das Urteil, auf die Wahrnehmung einer Reizänderung, oder auf die Auffassung dieser Wahrnehmung, oder endlich auf die objektive Reizänderung? Diese Frage hat prinzipielle Bedeutung, sowohl für die messende Psychologie wie auch für die Erkenntnistheorie.

Auf Grund der vorliegenden Versuche kann folgendes bemerkt werden:

a) Die Vermehrungs- und Verminderungsurteile werden auf die Reizänderungen bezogen, insofern sie auf Grund der inneren Erlebnisse geschätzt, erkannt und beurteilt werden. Der Beobachter denkt bei den Urteilsaussagen direkt und unmittelbar an die Zunahmen, bzw. Abnahmen, des Druckes, der Gewichte, welche auf seine Haut drücken; erst indirekt und mittelbar kann er auf den psychischen Akt selbst achtgeben, in welchem er sich des Eindrucks bewußt war. Die Empfindungen und Wahrnehmungen werden erst durch eine Reflexion erkannt und zum Gegenstand des Veränderungsurteils gemacht. Das ist eine eigentümliche Tatsache, daß wir direkt objektive Änderungen beurteilen; obgleich eine solche Beurteilung erst nach den Empfindungen und Wahrnehmungen geschieht, werden diese nicht zuerst aufgefaßt. Wir beurteilen in erster Linie objektive Reizänderungen nach unserer unmittelbaren Auffassung und nicht diese Auffassung selbst.

b) Bei den richtungslosen Veränderungsurteilen verhält sich die Sache etwas anders. Hier ist beides möglich: entweder konstatiert die Versuchsperson in ihrer Aussage das Anderswerden der Reizänderung, insofern sie unmittelbar wahrgenommen wurde, oder sie sagt, daß etwas in ihrem Bewußtseinsbestand, in ihren Empfindungen verändert sei.

Inhalt.

| | Seite |
|---|--------------|
| Einleitung | 3— 4 |
| A. Das Versuchsverfahren | 4—34 |
| Vorbemerkung | 4— 5 |
| I. Beschreibung des Apparates | 5—10 |
| II. Versuchsanordnung und Handhabung des Apparates | 10—17 |
| III. Andere Faktoren des Versuchsverfahrens | 17—34 |
| 1. Versuchspersonen | 17—20 |
| 2. Untersuchungsgegenstand | 21—22 |
| 3. Wahl der zu benutzenden psychischen Maßmethode | 22—24 |
| 4. Die Urteilsausdrücke | 24—28 |
| 5. Die Urteilszeiten | 29—30 |
| 6. Die Urteilsrichtung | 31—32 |
| 7. Unwissentlichkeit des Verfahrens | 32—34 |
| B. Bestimmung der Schwellen | 34—67 |
| I. Natur der Schwelle | 34—36 |
| II. Faktoren der Schwellenveränderlichkeit | 36—49 |
| 1. Reizänderungen und ihre Reihenfolgen | 37—41 |
| 2. Der Apparat und seine Handhabung | 41 |
| 3. Die Umgebung | 41 |
| 4. Die physiologischen Bedingungen | 42—43 |
| 5. Die Aufmerksamkeit | 43—44 |
| 6. Die Übung | 44—45 |
| 7. Die Ermüdung | 45—46 |
| 8. Das psychische Verhalten | 46—48 |
| 9. Die Nebenvergleichen | 48—49 |
| 10. Die Suggestionen | 49 |
| III. Die sogenannten konstanten und zufälligen Fehler | 50—55 |
| IV. Die numerische Bestimmung | 55—59 |
| V. Die vier Veränderungsschwellen | 59—61 |
| VI. Die relativen Veränderungsschwellen | 61—64 |
| VII. Die Bestimmung der vier Veränderungsschwellen unter möglichst denselben Versuchsbedingungen | 64—67 |

| | Seite |
|---|--------------|
| C. Weitere Resultate | 68—88 |
| I. Einiges über die Methode der richtigen und falschen Fälle | 68—72 |
| II. Die Methode der Minimaländerungen | 72—84 |
| 1. Der Ausgangswert der Vergleichsreize | 76—77 |
| 2. Der letzte Vergleichsreiz | 78 |
| 3. Das aufsteigende und das absteigende Verfahren | 79 |
| 4. Unwissentlichkeit | 80 |
| 5. Die Stufen | 80—82 |
| 6. Die Vorteile der Methode der Minimaländerungen | 82—83 |
| 7. Die angeblichen Fehlerquellen bei der Anwendung dieser Methode | 83—84 |
| III. Wahrnehmung und Beurteilung der plötzlichen Druckänderungen | 84—88 |
| 1. Die Wahrnehmung einer Veränderung | 84—85 |
| 2. Die Druckvermehrung | 85—86 |
| 3. Die Druckverminderung | 86—88 |
| 4. Gegenstand des Veränderungsurteils | 88 |

