

(Aus dem psychologischen Laboratorium der Universität Breslau.)

Die Wahrnehmung von Tonveränderungen.

Von

L. WILLIAM STERN.

Zweite Mittheilung:

Tonunterschiede und Tonänderungen.

(Paralleluntersuchung nach der Methode des Urtheilsganges.)

(Mit 5 Fig. im Text.)

Als ich im Sommer 1896 die erste Mittheilung über die Wahrnehmung von Tonveränderungen veröffentlichte, hoffte ich, ihr bald weitere folgen lassen zu können. 1897 wurden im psychologischen Laboratorium der Breslauer Universität zwei Versuchsgruppen mit verbessertem Apparat, vervollkommneter Methode und zum Theil ganz anderer Problemstellung abgeschlossen, aber mannigfache äußere Umstände verzögerten die Publication. Inzwischen habe ich an anderem Ort¹ bereits das Verfahren in seinen Grundzügen, sowie einige Hauptergebnisse kurz mitgetheilt und ihre psychologische Bedeutung besprochen; auf diese Darlegungen werde ich daher zum Theil zurückgreifen können, wenn ich in Folgendem eine eingehendere Schilderung der Untersuchungen und eine Erörterung ihrer verschiedenen Resultate geben werde.

Die vorliegende Mittheilung soll nur über die erste jener beiden Versuchsgruppen berichten.

Die Frage, wie sich die Wahrnehmung discreter Reize (successiver Verschiedenheiten) zu der Wahrnehmung stetig sich ändernder Reize verhalte, ist meines Wissens bisher

¹ Psychologie der Veränderungsauffassung, Breslau 1898.

noch nicht in den Kreis der Untersuchung gezogen worden. Man studirte die Unterscheidungsfähigkeit für auf einander folgende Einzelreize unter den verschiedensten Bedingungen, z. B. unter Variation der dazwischen liegenden Zeit; man hat neuerdings auch die Wahrnehmungsschwelle für stetige Veränderungen, ebenfalls unter mannigfachen Bedingungen, namentlich in Abhängigkeit von der Aenderungsgeschwindigkeit, untersucht — aber in Beziehung hat man diese beiden, doch so analogen Phänomene, noch nicht gebracht. Suchte man einmal auf die Frage: wird ein Reizunterschied besser bemerkt, wenn die Zwischenzeit zwischen Anfangs- und Endphase durch eine reizleere Pause oder wenn sie durch die continuirliche Ueberleitung des Reizes dargestellt wird? . . . eine provisorische Antwort zu geben, so lautete dieselbe wohl immer zu Gunsten des discreten Reizunterschiedes.¹ Die im Folgenden beschriebenen Experimente zeigen, daß diese Antwort falsch ist, wie sie auch eine andere „selbstverständliche“ Annahme der natürlichen Reflexion, daß nämlich schnellere Veränderungen stets besser bemerkt werden als langsamere desselben Umfangs, ad absurdum führen.

Ich stellte mir die Aufgabe, die Unterscheidungsfähigkeit für discrete Tonhöhenunterschiede und für continuirliche Tonhöhenveränderungen in durchgehender Parallele zu untersuchen, und zwar beide zugleich in ihrer Abhängigkeit, 1. von der GröÙe der Tondifferenz, 2. von der Zeitdifferenz zwischen Anfangs- und Endphase, d. h. der Geschwindigkeit der Reizänderung, 3. von der Richtung der Veränderung.

Der Apparat.

Der benutzte Apparat glich in seinem Grundprincip dem früher benutzten, war aber durch eine Reihe von Verbesserungen in seinen Leistungen ungleich exakter, mannigfaltiger und zuverlässiger, in seiner Bedienung bequemer geworden (Fig. 1).

„Der Ton² wird erzeugt durch Anblasen einer Flasche *F*, die Tonveränderung dadurch, daß während des Anblasens in der Flasche Quecksilber nach einer bestimmten Gesetzmäßigkeit zum Steigen oder Fallen gebracht wird. Unter der Flasche be-

¹ Auch ich selbst habe dies früher geglaubt. Siehe: *Wahrn. v. Tonv. I, diese Zeitschr.* 11, 25.

² *Psychol. d. Veränd.* S. 82 f.

findet sich ein mit Quecksilber gefüllter Cylinder *C*, auf der einen Seite abgeschlossen durch einen quecksilberdicht schließenden Kolben, welcher durch Kurbeldrehung vorwärts oder rückwärts bewegt werden kann.

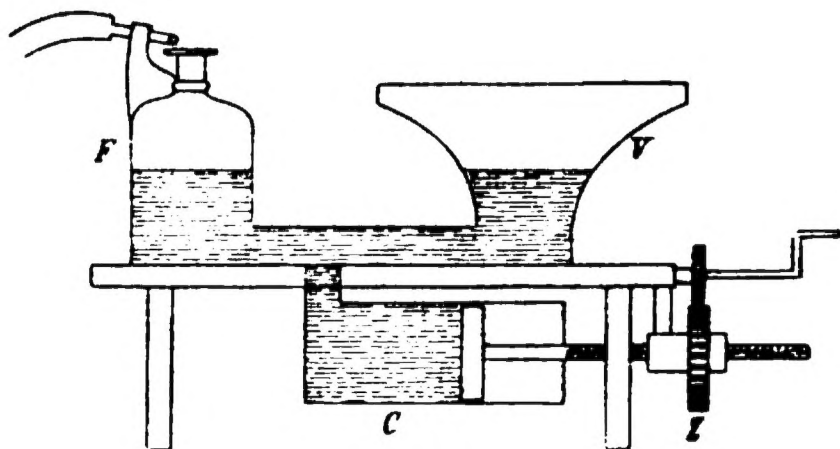


Fig. 1.

Da in der Flasche der Ton sich in den höheren Regionen, d. h., wenn sie mehr gefüllt ist, schneller ändert als bei niederem Niveaustande, für uns aber die Gleichmäßigkeit der Tonänderung nothwendiges Erforderniß ist, so muß die Steigungsgeschwindigkeit in *F* regulirt werden. Diesem Zwecke dient der mit *F* communicirende „Variator“ *V*, ein eigenthümlich geformtes Gefäß, welches von unten nach oben an Weite stark zunimmt.¹

Das aus dem Cylinder *C* nach oben gepresste Quecksilber vertheilt sich nun auf die beiden Gefäße *F* und *V*, und zwar wird es, je höher es steigt, zu einem um so größeren Bruchtheile von *V* absorbirt, d. h. es steigt in *F* mit abnehmender Geschwindigkeit. Das ist aber — nach obigem — nöthig, um eine gleichmäßige Tonänderung in *F* zu erzielen. Der in *C* laufende Kolben, welcher mit einer Schraubenspindel fest verbunden ist, wird durch Kurbeldrehung und Zahnradübertragung zur Verschiebung gebracht.“ In der Figur ist nur eine Kurbel dargestellt; der von mir verwandte Apparat besitzt deren zwei, eine größere, deren jedesmalige ganze Umdrehung eine Tonveränderung von $3\frac{1}{2}$ Schwingungen bewirkt, eine kleinere, deren ganze Um-

¹ Die genaue Berechnung dieser Form siehe: *diese Zeitschr.* 11, 7ff. Dieselbe ergab den Satz: Um eine gleichmäßige Tonänderungsgeschwindigkeit zu erzielen, muß man die Summe der Querschnitte (von *F* und *V*) proportional der dritten Potenz der Schwingungszahl steigen lassen.

drehung den Ton nur um $1\frac{1}{2}$ Schwingung verändert. Bei den folgenden Versuchen habe ich lediglich die kleinere Kurbel benutzt. Rotation im Uhrzeigersinne führt Erhöhung, in entgegengesetzter Richtung Vertiefung des Tones herbei.

Um nun eine gleichmäßige Tonveränderung zu erzielen, muß die Kurbel gleichmäßig gedreht werden, und hierin liegt die hauptsächlichste, ja die einzige Schwierigkeit in der Handhabung des Apparates. Da mir keine mechanischen Kräfte zum Betrieb der Kurbel zur Verfügung standen¹, so mußten die Kurbeldrehungen mit der Hand vorgenommen werden. Hierbei hat man nun erstens darauf zu achten, daß jede Einzeldrehung in der gleichen Zeitspanne vollführt wird wie jede andere; um dies zu ermöglichen bediente ich mich eines „stummen Metronoms“, nach dessen Tact ich die Drehung vollführte. Das stumme Metronom stellte ich mir her durch Aufhängung eines Metallstückes an einem Faden; einmal angestoßen, pendelte dasselbe sehr lange völlig geräuschlos hin und her. Durch Benutzung verschiedener Fadenlängen konnte ich die Tactdauer beliebig abstufen; die verschiedenen von mir gebrauchten Tactzeiten wurden durch eine Fünftelsecundenuhr bestimmt und durch Zeichen am Faden markirt. Das zweite Erforderniß ist aber, daß innerhalb der Einzeldrehung das Gleichmaafs der Bewegung gewahrt bleibe. Um hier genügende Constanz zu erreichen, ist einige Uebung nöthig; denn im Allgemeinen hat man die Neigung, die abwärts gehenden Phasen der Drehung schneller zu vollziehen als die aufwärts gehenden. Diese Tendenz glaube ich durch Umgewöhnung überwunden zu haben; da ich außerdem mit ziemlich langsamen Geschwindigkeiten arbeitete, so war ich meist in der Lage, eine Drehung auf mehrere Pendelschläge zu vertheilen und hierbei darauf zu achten, daß in den Einzeltacten gleich große Bruchstücke der Drehungsperipherie zurückgelegt wurden. Bedenkt man endlich, daß eine ganze Drehung der Kurbel den Ton erst um eine halbe Schwingung verändert, so wird man wohl die Zuversicht haben, daß die trotz alledem unvermeidlichen Schwankungen der Geschwindigkeit innerhalb der einzelnen Tour jedenfalls weit unterhalb der

¹ Es wird überhaupt schwer halten, einen Motor ausfindig zu machen, der völlig gleichmäßige langsame Rotationen ermöglicht und außerdem so geräuschlos läuft, daß er nicht die gleichzeitigen akustischen Versuche empfindlich stört.

Schwelle liegen. Es ist mithin das für die Versuche nöthige Gleichmaafs der Tonveränderung zur vollen Genüge gewährleistet.

Der als Luftquelle dienende Blasebalg wurde vor jedem Versuch bis oben mit Luft gefüllt, während des Versuches aber nicht bedient, da jeder Tritt nicht nur Geräusch, sondern auch kleine Tonschwankungen herbeiführte, die das Experiment illusorisch machten. Der einzelne Versuch konnte daher im besten Falle über 20 Secunden ausgedehnt werden, da die im Blasebalg nach einmaliger Füllung vorhandene Luft nicht länger reichte. Hierdurch war den anzuwendenden Geschwindigkeiten leider eine untere Grenze gesetzt. Der Tonveränderungsapparat gestattet die Anwendung beliebig langsamer Geschwindigkeiten.

Methode und Technik der Versuche.

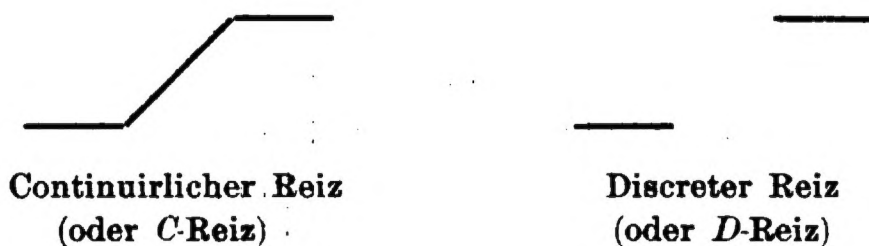
Die Herren Dr. med. KALMUS und cand. phil. REICHEL stellten sich mir als Reagenten freundlichst zur Verfügung; ihnen sei an dieser Stelle für ihre Bereitwilligkeit mein herzlichster Dank ausgesprochen. Dafs die an nur zwei Personen gefundenen Resultate keine absolute Allgemeingültigkeit beanspruchen dürfen, ist gewifs. Da aber die Resultate nach derselben Richtung hin liegen, wie die der früher publicirten Versuchsreihen, da ferner, wie die Versuche selbst zeigen werden, K. und R. zwei ziemlich verschiedene Typen repräsentiren und dennoch zahlreiche Uebereinstimmungen aufweisen, so ist eine gewisse Generalisation des Befundes wohl immerhin gestattet.

Das Tongebiet, für welches die Untersuchungen angestellt wurden, war stets die Gegend um 240 Schwingungen (etwa *b* der kleinen Octave).

Von den beiden für Veränderungsversuche anwendbaren Verfahrungsweisen, dem Beurtheilungsverfahren und dem Reactionsverfahren¹ stand für eine solche Fragestellung lediglich das erstere zur Verfügung, da ein Reactionsact der Versuchsperson im Momente der Wahrnehmung nur da möglich ist, wo der Reiz dauernd in allmählicher Wandlung dargeboten wird, nicht aber dort, wo nur zwei Reizetappen mit dazwischen liegender Trennungspause vorhanden sind. Um die Parallelität zu wahren, mußte daher ein vom Experimentator bestimmter und

¹ Psychol. d. Veränd. S. 90 ff.

begrenzter Reiz dem Beobachter zur Beurtheilung vorgelegt werden. „Die schematische Grundform der Reize war die folgende:



d. h. sie bestanden aus einem in sich constanten Anfangstone, einem in sich constanten Endtone und dem Uebergang dazwischen; der Unterschied zwischen beiden Reizarten bestand lediglich darin, daß während der Ueberführung aus der Anfangs- zur Endphase das eine Mal der Ton weiter tönte, das andere Mal unterbrochen wurde.“¹ Die Unterbrechung konnte mit Leichtigkeit dadurch geschehen, daß der zur Flasche strömende Anblaseluftstrom vermittelt eines Schiebers momentan abgesperrt und ebenso momentan wieder freigegeben werden konnte. In jede Reihe wurden auch einige Gleichheiten eingeschaltet, d. h. Versuche, bei welchen der Ton von Anfang bis zu Ende constant blieb. Nach jedem Versuche hatte der Beobachter dann ein Urtheil abzugeben, ob er Erhöhung, Vertiefung oder Gleichheit gehört habe.

Es ist klar, daß bei einer solchen Versuchsanordnung die Parallelität zwischen C- und D-Reihen sowohl in Bezug auf die GröÙe der Tonverschiedenheit wie auf die Veränderungsdauer mit völliger Consequenz durchgeführt werden konnte. Der Tonunterschied wird durch die Anzahl, beziehungsweise Bruchtheile der hinzugefügten oder fortgenommenen Schwingungen gemessen; unter Veränderungsdauer verstehe ich lediglich die Zeit, die zwischen den beiden Grenzphasen liegt, ohne diese mitzurechnen. Jede Anfangsphase, sowie jede Endphase dauerte durchgehends je 1 Secunde.

Die zur Anwendung kommenden Zeitdistanzen betrugen 2, 4, 6 und 8 Secunden, die angewandten Tondistanzen bei Versuchsperson K. $\frac{1}{2}$, 1 und 2 Schwingungen, bei R., der eine feinere Empfindlichkeit besaß, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1 und $1\frac{1}{2}$ Schwingungen. Jede Zeitdistanz wurde mit jeder Tondistanz combinirt. Die

¹ Psychol. d. Veränd. S. 188—189.

etwas complicirten Verhältnisse werden sofort durch das folgende Schema der bei K. angewandten Veränderungsgrößen klar.

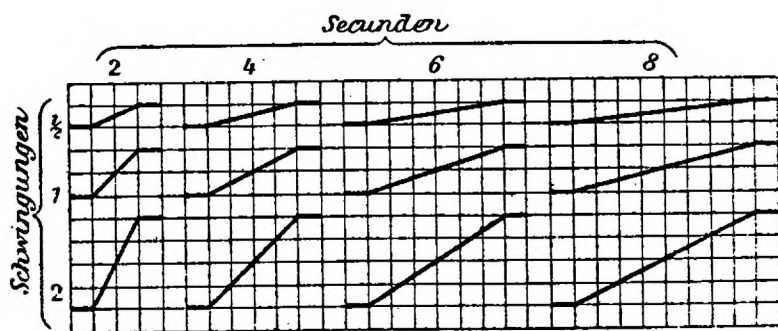


Fig. 2.

Schema der angewandten Reizformen.

Jede Veränderungsgröße wurde nun in genau gleicher Häufigkeit und in vorher bestimmtem Wechsel dargeboten; Erhöhung, Vertiefung und Constanz kamen ebenfalls in völlig übereinstimmender Zahl vor. Durch Innehaltung dieser von vornherein festgestellten systematischen Anordnung war es am Schluss der Versuche möglich, die Ergebnisse nach den verschiedensten Gesichtspunkten zu verarbeiten. Der Umfang: 1 Schwingung war (bei *D*- sowohl wie bei *C*-Reizen) ebenso häufig dargeboten, wie die Umfänge $\frac{1}{2}$ und 2, die Veränderungsdauer 4 Sec. ebenso oft wie 2, 6, 8 Sec., Erhöhung ebenso oft wie Vertiefung und Gleichheit, *D*-Versuche ebenso oft wie *C*-Versuche. Im Einzelnen gestaltete sich die Anordnung der Experimente folgendermaßen:

An jedem einzelnen Versuchstage wurde nur ein bestimmter Tonumfang, z. B. 1 Schwingung, vorgenommen. Jeder Versuchstag brachte 4 Doppelreihen, deren jede eine *C*- und die entsprechende *D*-Reihe enthielt. In jeder Doppelreihe war die Zeitdistanz eine andere.

Die Serie eines Tages hatte also z. B. folgende Gestalt:

Erster Versuchstag.

Tonumfang: 1 Schwingung.

I. Doppelreihe		II. Doppelreihe		III. Doppelreihe		IV. Doppelreihe	
Veränderungs- dauer		Veränderungs- dauer		Veränderungs- dauer		Veränderungs- dauer	
4 Secunden		6 Secunden		2 Secunden		8 Secunden	
<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>C</i>
9 Vers.	9 Vers.	9 Vers.	9 Vers.	9 Vers.	9 Vers.	9 Vers.	9 Vers.

Am folgenden Tage wurde dann etwa durchgehends mit $\frac{1}{2}$ Schwingung gearbeitet, am dritten mit 2 Schwingungen. Dann begann die Anordnung wieder von vorn, um schließlich noch ein drittes Mal durchgemacht zu werden. In Folge dessen dauerten die Versuche für K., bei dem ich nur 3 verschiedene Tonumfänge benutzte, 9 Tage, für R., mit 4 Tonumfängen, 12 Tage. Die Reihenfolge der Zeiten innerhalb des Versuchstages und die

Reihenfolge von *D* und *C* innerhalb der Doppelreihe wechselten von Tag zu Tag.

Jede Einzelreihe bestand aus 9 Versuchen, indem in unregelmässiger Mischung 3 Erhöhungen, 3 Vertiefungen und 3 Gleichheiten dargeboten wurden. Von dieser gleichen Zahl innerhalb der Reihe, sowie von der Art der Reihenfolge der 4 Versuche, wufste der Reagent nichts, so dafs das Verfahren als unwissentliches zu bezeichnen ist. Er wufste bei jedem Versuch nur, dafs er zu einer Reihe gehörte, bei der ein bestimmter Tonumfang in einer bestimmten Zeit durchgemessen wird; dagegen mufste er darüber ohne jedes Vorwissen entscheiden, ob er im Einzelfalle überhaupt eine Veränderung oder eine Constanz (bezw. bei dem *D*-Versuch: Verschiedenheit oder Gleichheit) gehört habe, ferner ob die eventuell gehörte Veränderung (Ungleichheit) ein „höher“ oder „tiefer“ bedeutet. Durch diese Unwissentlichkeit unterscheiden sich die Versuche vortheilhaft von denen meiner früheren Experimente, bei welchen ich in Folge der Unvollkommenheit des Apparates stets nur Tonerhöhung vorführen konnte.

Da in jeder Reihe Erhöhung, Vertiefung und Gleichheit schon dreifach vorkamen und ausserdem die Versuche jedes Tages noch 3 Mal wiederholt wurden, so ist im Ganzen für jede nach Umfang und Dauer bestimmte Veränderungsform, jede Veränderungsrichtung bei den *C*- wie bei den *D*-Versuchen 9 Mal dargeboten worden. Da nun im Ganzen solcher Veränderungsformen bei K. 12 vorhanden sind, so sind innerhalb jeder Gruppe $12 \times 9 = 108$ Erhöhungen, 108 Vertiefungen und 108 Gleichheiten vorgeführt worden, die sich auf die 3 Umfänge oder 4 angewandten Dauern gleichmässig vertheilen. Nimmt man die *C*- und *D*-Versuche zusammen, so ergibt sich für K. eine Gesamtsumme von $2 \times 3 \times 108 = 648$ Versuchen; für R., bei welchem 16 Veränderungsformen zur Anwendung gelangten, steigt diese Zahl auf $2 \times 3 \times 144 = 864$ Versuche.

Die Versuche eines Versuchstages währten etwa $\frac{5}{4}$ Stunden; die einzelnen Reihen wurden durch genügende Pausen getrennt; eine grössere Pause fand nach der zweiten Doppelreihe statt.

Jeder Einzelversuch wurde, nachdem der Blasebalg gefüllt war, durch ein Signal eingeleitet. Eine Secunde später öffnete der Experimentator die Luftzufuhr zur Flasche durch Zug an einem Knopf mit der linken Hand: der Ton erklang. Nachdem er eine Secunde constant getönt hatte, begann der Experimentator die Kurbel nach dem Tact des stummen Metronoms mit der rechten Hand so zu drehen, dafs bei gleichmässiger Rotation der gewünschte Umfang in der gewünschten Zeit erreicht wurde. Sodann liess er die Endphase eine Secunde bestehen, um schliesslich durch Absperrung des Tones den Versuch zu beenden: der Reagent hatte nun sein Urtheil niederzuschreiben. Bei den *D*-Versuchen wurde natürlich in dem Augenblick, wo die Drehung begann, der Ton abgesperrt und erst wieder freigegeben in dem Moment, da die Drehung abgeschlossen war.

Bei beiden Versuchspersonen war eine mehrtägige Vorübung den eigentlichen Versuchen vorangegangen.

Die verhältnißmäßig complicirte Fragestellung: Haben Sie Erhöhung oder Vertiefung oder Gleichheit bemerkt? hatte naturgemäß auch eine verhältnißmäßig große Mannigfaltigkeit der Urtheilsäußerungen zur Folge. „Ist eine Veränderung von bestimmter Dauer an dem Beobachter vorbeigezogen, und soll er dann seine Wahrnehmung formuliren, so ist es nicht etwa jedesmal mit einer der drei Antworten „ja“, „unbestimmt“, „nein“ gethan. Bei gewöhnlichen Versuchen über Unterschiedsempfindlichkeit kann man meist mit Leichtigkeit eine Beschränkung der Urtheile auf jene Dreizahl herbeiführen; bei Veränderungen, namentlich bei allmählichen, liegt die Sache viel complicirter. Man bedenke, daß die Beobachtung eine Zeit hindurch währt, und daß während dieser Zeit der Beobachter die mannigfaltigsten Erlebnisse haben kann und auch meistens hat. Jetzt glaubt er eine Veränderung wahrzunehmen, im nächsten Moment wird er wieder zweifelhaft, bald, ob er Veränderung oder Constanz, bald, ob er Veränderung der einen oder der anderen Richtung wahrgenommen hat u. s. w.; wenn dann das Schlufssignal kommt und er ein Facit aus seinen Beobachtungen ziehen soll, so ist es natürlich, daß seine Antworten eine ganze Stufenreihe von Sicherheitsgraden enthalten können. Es ist ferner verständlich, daß zwei in Dauer, Geschwindigkeit und Richtung übereinstimmende Veränderungsprocesse das eine Mal so und das andere Mal anders beurtheilt werden können.“¹ Und so wurden denn auch durch unsere Versuche nicht weniger als 10 Urtheilskategorien provocirt, die folgendermaßen lauteten (die daneben stehenden Zeichen drücken die Symbole aus, welche bei der Protokollirung der Urtheile benutzt wurden):

Erhöhung deutlich /!	Vertiefung deutlich \!
Erhöhung /	Vertiefung \
Erhöhung fraglich /?	Vertiefung fraglich \?
Erhöhung oder Vertiefung ^	
Erhöhung oder Gleichheit /	Vertiefung oder Gleichheit \
Gleichheit deutlich —!	
Gleichheit —	
Gleichheit fraglich —?	

Was ließ sich mit diesen vielgestaltigen Urtheilen, die zudem noch in bunter Weise über die verschiedenen Veränderungs-Größen und -Formen zerstreut waren, anfangen?

¹ Psychol. d. Veränd. S. 91.

Dafs bei der schon oben erwähnten starken Streuung der Urtheile die Bezeichnung einer einzelnen Veränderungsgröfse als Schwellenwerth unmöglich sei, war von vornherein klar; dafür aber war etwas Anderes möglich, was vielleicht mindestens ebenso werthvoll wie die Constatirung des Schwellenpunktes ist: für jede einzelne Veränderungsgröfse liefs sich feststellen, wie sich die gefällten Urtheile zu den dargebotenen Reizen verhielten, d. h. wie häufig und mit welcher Sicherheit richtig geurtheilt worden war. Und so liefs sich, da nach der Art der Versuchsanordnung die Ergebnisse für die einzelnen Veränderungsgröfsen ohne Weiteres vergleichbar waren, der Gang der Urtheilsrichtigkeit und Urtheilssicherheit von Stufe zu Stufe verfolgen.

Da ich eine eingehendere Begründung dieses neuartigen Darstellungsverfahrens, das ich als „Methode des Urtheilsganges“ bezeichne, in dem mehrfach erwähnten Buche gebe¹, so bleibt nur übrig, an dieser Stelle zu berichten, wie ich für unsere vorliegenden Versuche die Berechnung angestellt habe.

Es sei

N die Anzahl der dargebotenen Fälle irgend einer Veränderungsform,

r die Anzahl der richtigen Urtheile.

Es bedeute ferner

$(r)_d$ die Anzahl der richtigen „Deutlich“-Urtheile,

$(r)_b$ die Anzahl der richtigen prädicatlosen „Bemerkt“-Urtheile,

$(r)_u$ die Anzahl der richtig tendenzirten „Unsicher“-Urtheile.

So giebt der für jede Veränderungsform berechenbare Quotient $\frac{r}{N}$ an, in welcher relativen Häufigkeit richtige Urtheile vorgekommen sind.

Ich bezeichne daher $\frac{r}{N}$ als den Quotienten der Urtheilsrichtigkeit.

Bei dieser einfachen Berechnung kommt aber gar nicht die Thatsache zum Ausdruck, dafs die Urtheile mit sehr verschiedener Sicherheit gefällt worden

sind; der Quotient $\frac{r}{N}$ ist der gleiche, wenn unter 9 Fällen 6 Mal „Erhöhung fraglich“, wie wenn 6 Mal „Erhöhung deutlich“ geurtheilt worden ist. Um nun auch das verschiedene Gewicht der Urtheile bei der Berechnung zur Geltung kommen zu lassen, berechnete ich noch einen anderen Quotienten, in welchem die Deutlich-Urtheile den Werth des Zählers heraufdrückten, die Unsicherheits-Urtheile ihn verminderten. Dies war nur möglich durch verschiedene Bezifferung der Urtheilsgewichte: ich zählte nicht einfach jedes richtige Urtheil = 1, sondern die richtigen

¹ S. 95 ff.

Deutlich-Urtheile = $1\frac{1}{2}$, die einfachen prädicatlosen richtigen Urtheile = 1, die unsicheren Urtheile, so weit sie noch eine richtige Tendenz hatten (also nicht einfach \wedge oder unbestimmt lauteten), = $\frac{1}{2}$. Der so entstehende Quotient: $\frac{1\frac{1}{2}(r)_d + 1(r)_b + \frac{1}{2}(r)_u}{N}$ giebt nun in der That nicht nur ein Bild von der durchschnittlichen Richtigkeit der Urtheile für eine bestimmte Veränderungsform, sondern darf als Maass dienen für den durchschnittlichen Sicherheitsgrad, mit welchem jede Veränderungsform erkannt wird.¹

Im Allgemeinen habe ich die Feststellung der Urtheilsicherheit vorgezogen, in manchen Fällen aber mich mit der Urtheilsrichtigkeit begnügt.

Die Urtheilsrichtigkeit hat einen oberen Grenzwert $\frac{r}{N} = 1$, welcher bedeutet, daß alle dargebotenen Fälle einer Veränderungsform richtig beurtheilt worden sind. Der untere Grenzwert liegt dort vor, wo r mit der Wahrscheinlichkeitszahl zusammenfällt, welche besagt, wie viel Urtheile schon durch bloßen Zufall richtig sein können.²

„Die Urtheilssicherheit³ hat drei Hauptwerthe:

den Deutlichkeitswerth = 1,5; d. h.: sämtliche dargebotenen Fälle einer Veränderungsform sind richtig und deutlich bemerkt worden;

den Vollwerth = 1; d. h.: im Durchschnitt sind alle Fälle richtig bemerkt worden;

den Unsicherheitswerth = 0,5; d. h.: im Durchschnitt sind alle Fälle mit Unsicherheit richtig bemerkt worden.

Die Sicherheitswerthe sind selbstverständlich nur dann zu benutzen, wenn für dasselbe Versuchsmaterial die Formel $\frac{r}{N}$ oberhalb des Wahrscheinlichkeitswerthes liegt.“

Durch diese Werthe ist die Bedeutung der dazwischen liegenden Zahlen bestimmt, welche sich bei den Berechnungen ergeben. Doch sei hier sofort betont, daß nicht in diesen absoluten Zahlen-

¹ Ich bin mir dessen voll bewußt, daß jede derartige Bezifferung eine gewisse Willkür einschließt. Dennoch bin ich der festen Ueberzeugung, daß sie nicht werthlos ist; auch die Resultate sprechen dafür. Das Nähere zur Rechtfertigung dieses Verfahrens siehe Psychol. d. Veränd. S. 100. Auch in meiner ersten Mittheilung über Tonveränderung habe ich bereits durch eine ähnliche Bezifferung den Grad der Urtheilssicherheit festzustellen gesucht.

² Psychol. d. Veränd. S. 104.

³ Ebda. S. 105.

werten die eigentliche Bedeutung der Methode liegt, sondern in den Beziehungen, welche zwischen den für verschiedene Tondistanzen oder Veränderungsdauern oder Veränderungsrichtungen u. s. w. gefundenen Quotienten bestehen. Hierdurch werden wir in den Stand gesetzt, die Urtheilsfähigkeit hier und dort zu vergleichen, den Gang derselben festzustellen, eventuelle Maxima und Minima aufzuzeigen u. s. w. Deswegen wird auch oft die graphische Veranschaulichung der gefundenen Werthe nützlich sein, wobei die Resultate der *C*-Reihe durch continuirliche, die der *D*-Reihe durch punktierte Linien dargestellt sein werden.

Ergebnisse.

Ich formulire und belege zunächst sämtliche Ergebnisse, um sie dann zu discutiren.

Auf Grund unserer Versuche lautet die Antwort auf die im Anfang aufgeworfene Frage:

I. Continuirliche Tonveränderungen werden besser bemerkt als die entsprechenden Tonunterschiede.

Beide Versuchspersonen zusammen haben bei 756 *C*-Versuchen 457 richtige Urtheile gefällt, bei gleich viel und durchaus gleich angelegten *D*-Versuchen nur 407. Die Urtheilssicherheit beider Beobachter hatte die Werthe (die *D*-Zahlen sind zur besseren Unterscheidung hier und im Folgenden stets cursiv gedruckt):

Tabelle 1.

Urtheilssicherheit für Tonänderungen und Tonunterschiede.

K.		R.	
<i>C</i> -Reize	<i>D</i> -Reize	<i>C</i> -Reize	<i>D</i> -Reize
0,707	0,508	0,740	0,676

Die gelieferten Urtheile ließen sich nun nach verschiedenen Gesichtspunkten fractioniren, so daß in jeder Fraction stets gleich viel und entsprechende Reizformen vorhanden sind, die eine Vergleichung der Werthe ohne Weiteres erlauben. Die

Gruppierung nach Tondistanzen ergibt die folgenden Sicherheitswerthe, deren jeder aus 108 Urtheilen abgeleitet ist:

Tabelle 2.

Urtheilssicherheit, abhängig von der Tondistanz.

K.			R.		
Reizumfang i. Schwingg.	Urtheilssicherheit		Reizumfang i. Schwingg.	Urtheilssicherheit	
	C-Reize	D-Reize		C-Reize	D-Reize
			$\frac{1}{4}$	0,421	0,495
$\frac{1}{2}$	0,477	0,440	$\frac{1}{2}$	0,651	0,588
1	0,597	0,481	1	0,741	0,708
2	1,046	0,626	$1\frac{1}{2}$	1,162	0,921

Die Zahlen lassen sich graphisch darstellen:

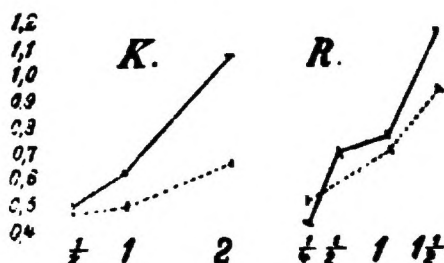


Fig. 3. Urtheilssicherheit, abhängig von der Tondistanz.

II. Die Urtheilsfähigkeit steigt mit zunehmendem Tonumfang; doch ist diese Zunahme eine viel geringere bei discreten Reizen als bei continuirlichen.

Für ganz kleine Tonumfänge ist die Sicherheit im Urtheilen ziemlich gleich und zwar gleich gering, mögen dieselben in continuirlicher oder in discreter Form wahrgenommen werden; wächst aber die Tondistanz, so erreicht die Beurtheilung von Veränderungen mit Geschwindigkeit die höchste Stufe der Sicherheit, während die Beurtheilung von getrennten Reizen nur langsam ein mittleres Niveau erklimmt.

Wir fractioniren weiter, und zwar indem wir die Resultate für Erhöhungen, Vertiefungen und Gleichheiten gesondert wiedergeben. Hierbei wird es von Interesse sein, sowohl die Urtheilsrichtigkeit, wie die Urtheilssicherheit kennen zu lernen. Tabelle 3 giebt die erstere, Tabelle 4 die letztere an. Jede Zahl

basirt hier auf 36 Versuchen. Dafs auch die „Gleichheiten“ nach Tondistanzen geordnet auftreten, ist, denke ich, verständlich; unter $\frac{1}{4}$ Schwingung stehen die Urtheile über diejenigen Gleichheiten, welche in Veränderungsversuche von $\frac{1}{4}$ Schwingung Umfang eingestreut waren, u. s. w.

Tabelle 3.

Urtheilsrichtigkeit für Erhöhung, Vertiefung und Gleichheit,
abhängig von der Tondistanz.

K.

Reiz- umfang i. Schwingg.	Urtheilsrichtigkeit $\frac{r}{N}$					
	Erhöhungen		Vertiefungen		Gleichheiten	
	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
$\frac{1}{2}$	0,39	0,36	0,58	0,47	0,39	0,44
1	0,61	0,44	0,56	0,61	0,53	0,42
2	0,86	0,67	0,75	0,67	0,81	0,44

R.

Reiz- umfang i. Schwingg.	Urtheilsrichtigkeit $\frac{r}{N}$					
	Erhöhungen		Vertiefungen		Gleichheiten	
	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
$\frac{1}{4}$	0,53	0,64	0,44	0,56	0,22	0,19
$\frac{1}{2}$	0,72	0,47	0,47	0,72	0,58	0,33
1	0,69	0,56	0,64	0,83	0,67	0,47
$1\frac{1}{2}$	1,00	0,78	0,81	0,89	0,81	0,36

Multipliziert man die Richtigkeitszahlen in Tabelle 3 mit 100, so erhält man den Prozentsatz der richtigen Urtheile. Da in den Versuchen stets die drei Reizformen, Erhöhung, Vertiefung, Gleichheit in gleicher Anzahl vorkamen, so ist die Wahrscheinlichkeit, schon aus bloßem Zufall richtig zu urtheilen $\frac{1}{3} = 0,33$. Diese Zahl wird (mit zwei Ausnahmen) überall überschritten. Wir dürfen somit von einer positiven Richtigkeit der Urtheile sprechen, bewegen uns nicht mehr auf dem Gebiet des absolut Untermerkllichen. R. ist im Stande, Veränderungen und Unter-

schiede von dem ausserordentlich geringen Umfange einer Viertelschwingung ziemlich häufig richtig zu erkennen; er besitzt somit eine sehr feine Empfindlichkeit für Tonhöhen. K. steht bei $\frac{1}{2}$ Schwingung (wenigstens für Erhöhung) noch ziemlich nahe der unteren Richtigkeitsgrenze; seine Empfindlichkeit ist geringer, wenn auch absolut genommen immer noch recht gut. Die obere Grenze 1 (Richtigkeit aller Urtheile) wird von R. bei continuirlichen Erhöhungen von $1\frac{1}{2}$ Schwingungen erreicht; seine anderen Werthe für denselben Umfang kommen ihr ziemlich nahe. Dagegen ist K. bei 2 Schwingungen noch weiter von der völligen Richtigkeit entfernt. Wir können hiernach sagen, daß die ganzen gewählten Reizgrößen bei beiden Versuchspersonen innerhalb des ziemlich breiten Schwellengebietes liegen.

Die Urtheilsrichtigkeit zeigt übrigens einen durchaus proportionalen Gang zu der Urtheilssicherheit, die in Tabelle 4 numerisch und zugleich in Figur 4 graphisch dargestellt ist.

Tabelle 4.

K.

Reiz- umfang i. Schwingg.	Urtheilssicherheit $\frac{1\frac{1}{2}(r)_d + 1(r)_b + \frac{1}{2}(r)_u}{N}$					
	Erhöhungen		Vertiefungen		Gleichheiten	
	C	D	C	D	C	D
$\frac{1}{2}$	0,44	0,32	0,61	0,56	0,37	0,44
1	0,69	0,44	0,61	0,64	0,49	0,36
2	1,19	0,68	0,90	0,69	1,04	0,40

R.

Reiz- umfang i. Schwingg.	Urtheilssicherheit $\frac{1\frac{1}{2}(r)_d + 1(r)_b + \frac{1}{2}(r)_u}{N}$					
	Erhöhungen		Vertiefungen		Gleichheiten	
	C	D	C	D	C	D
$\frac{1}{4}$	0,58	0,68	0,47	0,64	0,21	0,17
$\frac{1}{2}$	0,83	0,57	0,53	0,85	0,58	0,35
1	0,85	0,62	0,74	1,04	0,64	0,46
$1\frac{1}{2}$	1,43	1,07	1,04	1,22	1,01	0,44

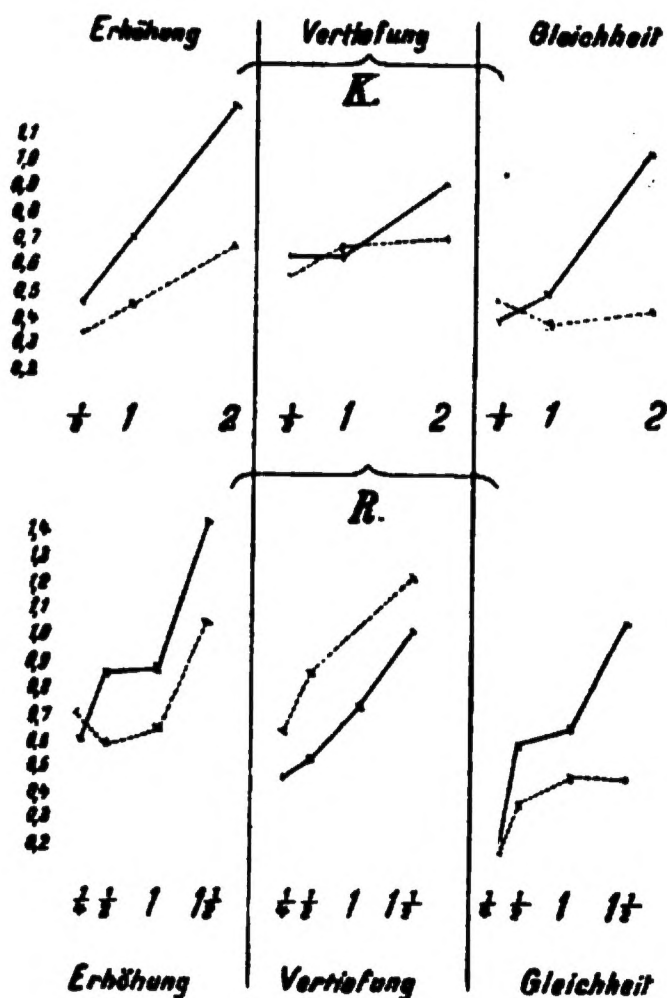


Fig. 4. Urtheilssicherheit für Erhöhung, Vertiefung und Gleichheit, abhängig von der Tondistanz.

In den K.'schen Curven ist die verschiedenartige Steilheit der Linien mit großer Anschaulichkeit ausgeprägt. Man sollte es in der That kaum erwarten, daß die Beurtheilung discreter Tonunterschiede von 1 zu 2 Schwingungen so wenig an Sicherheit gewinnt, und doch ist es so. Bei R. bewegen sich die Sicherheitswerthe für discrete Erhöhungen um $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ und 1 Schwingung in fast demselben Niveau.

Eigenthümliche Ergebnisse zeigt die Vergleichung der Urtheils-Sicherheit für die drei Reizformen. Die Erhöhungen und Vertiefungen verhalten sich nämlich in gewisser Hinsicht ganz entgegengesetzt. Aus den Curven läßt sich dies ohne Weiteres ablesen.

III. Bei continuirlichen Veränderungen wird Erhöhung sicherer beurtheilt als Vertiefung (die Erhöhungscurven liegen

höher und sind steiler) während Vertiefungen besonders gut bei discreten Reizen erkannt werden.¹

Diese günstigere Stellung der *D*-Vertiefung führt bei K. dazu, sie den Sicherheitswerthen der *C*-Vertiefung stark zu nähern, während sie bei R. sogar einen beträchtlichen Vorsprung vor jenen erhält.

Am meisten divergiren die *C*- und *D*-Curven bei den Gleichheiten.

IV. Die Wahrnehmungsfähigkeit für die Gleichheit zweier successiver Töne ist außerordentlich gering, weit geringer als die für das Gleichbleiben eines anhaltenden Tones, ferner geringer als die Wahrnehmungsfähigkeit für discrete Verschiedenheiten.

Sehr bemerkenswerth ist das steile Aufsteigen der Curve für *C*-Gleichheiten: es bedeutet Zunahme der Sicherheit in der Beurtheilung der Gleichheiten mit Zunahme der Veränderungsgrößen, zwischen welchen sie eingestreut worden waren. Je größer die Veränderungen sind, um so mehr heben sich die Constanzen von ihnen ab. Diese ja eigentlich von vornherein zu erwartende Contrastwirkung ist vor Allem deswegen von Interesse, weil sie sich nur bei continuirlichen Reizen findet. „Die durchweg sehr geringe Sicherheit in der Beurtheilung zweier getrennten gleichen Töne scheint gar nicht oder wenig davon abhängig zu sein, ob unmittelbar vor und nach jenen Gleichheiten große oder geringe Tonunterschiede gehört wurden.“² Die Curve läuft so gut wie horizontal. Wir formuliren:

V. Die Wahrnehmung continuirlicher Constanzen ist wesentlich abhängig von dem Contrast, in dem sie zu unmittel-

¹ Berechnet man die Urtheilssicherheiten für die drei Reizformen ohne Fractionirung nach Tondistanzen, so ergibt sich:

Versuchs- person	Urtheilssicherheit					
	Erhöhungen		Vertiefungen		Gleichheiten	
	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
K.	0,78	0,48	0,71	0,69	0,63	0,39
R.	0,92	0,74	0,69	0,93	0,61	0,36

² Psychol. d. Veränd. S. 194.

bar vorher und nachher vorkommenden Veränderungen stehen. Bei discontinuirlichen Gleichheiten fehlt diese Contrastwirkung völlig.

Die Fractionirung der Urtheile nach den angewandten Zeitdistanzen liefert uns eine fernere Gruppe von Ergebnissen. Vereinigen wir zunächst beide Versuchspersonen, so erhalten wir folgende Sicherheitswerthe, deren jeder aus 189 Urtheilen abgeleitet ist:

Tabelle 5.

Urtheilssicherheit, abhängig von der Zeitdistanz.

Zeitdistanz (Veränderungsdauer in Secunden)	Urtheilssicherheit	
	<i>C</i>	<i>D</i>
2	0.69	0.59
4	0.71	0.62
6	0.83	0.63
8	0.67	0.53

Die Tabelle widerlegt auf das Bündigste die scheinbar über jeden Zweifel erhabene Annahme, daß bei gleicher Veränderungs- bzw. Unterschieds-Größen deren Wahrnehmbarkeit mit wachsender Zeitdistanz abnehme. Zwischen zwei und sechs Sekunden ist das Gegentheil der Fall: Tonveränderungen werden besser gemerkt, wenn sie zur Erreichung eines bestimmten Umfanges 6, als wenn sie dafür 2 oder 4 Secunden brauchen; zwei getrennte Einzeltöne werden besser unterschieden, wenn ihre Trennungszeit 6, als wenn sie nur 2 oder 4 Secunden beträgt. Von 6 zu 8 Secunden tritt dann eine Abnahme der Urtheilssicherheit ein, die bei weiter wachsender Zeitdauer wahrscheinlich anhalten würde. Es stellt also die Zeit von 6 Secunden einen optimalen Zeitwerth für die Wahrnehmung von Veränderungen und Verschiedenheiten dar.

Dies Ergebniss deckt sich durchaus mit jenen, welche ich in Bezug auf continuirliche Veränderungen in meiner ersten Mittheilung über Tonveränderung veröffentlichen konnte. Das Beurtheilungsverfahren führte mich zu dem Satze: „Bei gleichem

Umfange der Veränderung ist das Urtheil um so sicherer, je geringer die Geschwindigkeit (oder je länger die Dauer) ist“.¹ Und das Reactionsverfahren hatte gelehrt: „Es giebt eine gewisse Zeitgegend, innerhalb welcher die Tendenz zur Fällung des Veränderungsurtheils am größten ist.“² Ein gleiches ergeben die in der dritten Mittheilung zu veröffentlichenden Versuche, so daß heute die Existenz der Optimalzeit auf unserem Wahrnehmungsgebiet als ein durchaus gesichertes Factum gelten kann.

Ein specielles Beispiel veranschauliche diese Verhältnisse: K. hatte continuirliche Tonerhöhung von einer Schwingung 6 mal (unter 9 Fällen) richtig erkannt, wenn die Erhöhung binnen 2 Secunden sich vollzog, dagegen 5 mal bei 4 Secunden, 7 mal bei 6 Secunden, 4 mal bei 8 Secunden Dauer. Die entsprechenden Zahlen für Vertiefung sind: 4, 4, 8, 4.

Das Phänomen der Optimalzeit ist bei Untersuchungen über Unterschiedsempfindlichkeit bisher noch wenig bemerkt worden. Das liegt wohl zum größten Theile daran, daß man continuirliche Reizänderung noch selten zum Gegenstande des Versuchs gemacht hatte. Denn in der That scheinen stetige Aenderungen eine ganz besonders günstige Vorbedingung für die auffällige Bevorzugung eines bestimmten Zeitwerthes zu sein.

Soweit man früher die Wahrnehmbarkeit discreter Reize bei verschiedenen Zeitdistanzen untersucht hatte, ergab sich nie eine scharfe Culmination zu einer bestimmten Zeit, wohl aber fand man, daß innerhalb eines gewissen Zeitgebietes die Unterscheidungsfähigkeit für discrete Reize nicht abnahm. WOLFE³, der ebenfalls Tonhöhenunterscheidung prüfte, fand, daß zwischen 4 und 7 Secunden der Procentsatz der richtigen Fälle gleich blieb; LEWY⁴ constatirte bei der Gleichheitsbeurtheilung successiv gesehener Linien zwischen 3" und 7" Constanz des mittleren Fehlers, und LEHMANN⁵ fand bei Untersuchung der Empfindlichkeit für Tonstärken ein schwaches Ansteigen der Urtheilssicherheit zwischen 4" und 6".⁶

¹ Diese Zeitschr. 11, 19.

² Diese Zeitschr. 11, 24.

³ Philos. Stud. 3, 534.

⁴ Diese Zeitschr. 8, 231.

⁵ Philos. Stud. 7, 207.

⁶ Zusammengestellt in: Psych. d. Veränd. 197.

Hiermit aber stimmen meine Resultate durchaus überein. Denn die *D*-Versuche haben, wie obige Tabelle zeigt, keine mit den *C*-Versuchen irgendwie vergleichbaren Culminationen der Urtheilssicherheit bei 6 Secunden Zeitdistanz zu Tage gefördert, vielmehr bleibt für discrete Reize die Sicherheit des Urtheils zwischen 2 und 6 Secunden nahezu constant.

Die Ergebnisse betreffs der Zeitdistanz lassen sich somit folgendermaassen zusammenfassen:

- VI. Wenn *ceteris paribus* die Zeitdistanz zwischen den beiden Grenzphasen wächst, so findet zwischen 2" und 6" weder bei continuirlichen Veränderungen noch bei discreten Unterschieden eine Abnahme der Wahrnehmungsfähigkeit statt. Vielmehr zeigt sie für Veränderungen bei 6" eine starke Culmination, für discrete Unterschiede bleibt sie innerhalb der angegebenen Zeit ziemlich constant. Von 6"—8" stellt sich bei beiden Reizformen eine Abnahme der Urtheilssicherheit ein.
- VI^a.
VI^b.

Diese allgemeinen Verhältnisse sind nun aber noch einer Specification fähig, zu welchem Zweck wir die Urtheilssicherheiten der beiden Versuchspersonen in ihrer Abhängigkeit von der Veränderungsdauer gesondert geben und hierbei noch die drei Veränderungsformen scheiden. Jede Zahl beruht bei K. auf 56, bei R. auf 72 Urtheilen.

Tabelle 6.

Urtheilssicherheit für Erhöhung, Vertiefung und Gleichheit, abhängig von der Zeitdistanz.

K.

Zeitdistanz (Ver- änderungs- dauer) in Secunden	Urtheilssicherheit $\frac{1\frac{1}{2}(r)_d + 1(r)_b + \frac{1}{2}(r)_u}{N}$					
	Erhöhungen		Vertiefungen		Gleichheiten	
	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
2	0,81	0,46	0,57	0,65	0,70	0,39
4	0,70	0,51	0,70	0,68	0,67	0,46
6	0,94	0,48	0,83	0,72	0,68	0,35
	0,65	0,46	0,72	0,46	0,48	0,41

R.

Zeitdistanz (Ver- änderungs- dauer) in Secunden	Urtheilssicherheit $\frac{1^{1,2}(r)_d + 1(r)_b + 1^{1,2}(r)_u}{N}$					
	Erhöhungen		Vertiefungen		Gleichheiten	
	C	D	C	D	C	D
2	0,87	0,68	0,65	0,89	0,54	0,47
4	0,85	0,75	0,62	0,93	0,72	0,36
6	1,06	0,81	0,75	1,03	0,69	0,35
8	0,92	0,71	0,75	0,90	0,49	0,24

Da sehen wir zunächst, daß die Gleichheitswahrnehmung sich nicht der Optimalzeit fügt. Die C-Gleichheiten zeigen wenigstens zwischen 2" und 6" keine Abnahme der Urtheilssicherheit, die D-Gleichheiten, die überhaupt, wie wir schon früher erwähnten, mit besonderer Unsicherheit beurtheilt wurden, weisen völlige Regellosigkeit auf. Um so wichtiger sind die Versuche, in denen der Ton nicht gleich blieb.

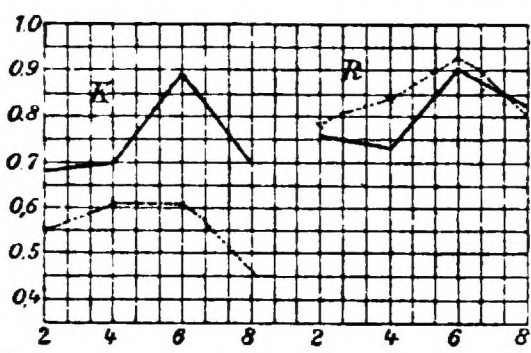


Fig. 5. Urtheilssicherheit für Veränderungen und Unterschiede, abhängig von der Zeitdistanz.

Figur 5 giebt für jede Person die Veränderungs- (d. h. die vereinigten Erhöhungs- und Vertiefungs-) Werthe wieder; sie läßt eine sehr charakterische Verschiedenheit beider Beobachter anschaulich hervortreten. In Bezug auf die stetige Veränderung stimmen sie überein; beide zeigen ziemliche Constanz zwischen 2" und 4", starkes Anschwellen der Urtheilssicherheit von 4" bis 6" und sodann mehr oder minder starken Abfall von 6" bis 8". Die (punctirte) D-Curve zeigt von 2" bis 4" ebenfalls noch Uebereinstimmung: schwaches Ansteigen der Urtheilssicherheit, ebenso von 6" bis 8" beide Mal Abfall; in der kritischen

Zeit aber, von 4" bis 6", strebt bei R. die Urtheilssicherheit schnell einem Optimalwerth zu, während bei K. die Fähigkeit der Beurtheilung sich auf gleichem Niveau erhält. Wir werden weiter unten sehen, daß dies verschiedene Verhalten für die differentielle Charakterisirung beider Versuchspersonen von Bedeutung ist.

Discussion der Ergebnisse.

Wie ist zunächst das erste Hauptergebnis (I), daß continuirliche Reizänderungen besser wahrgenommen werden als die entsprechenden discontinuirlichen Reizunterschiede, zu erklären? Aus einer grobkörnigen Vorstellungsmechanik heraus müßte das Gegenteil erwartet werden; „denn das Erinnerungsbild der Anfangsphasen kann bei den *D*-Versuchen, soweit es nicht von selbst verblaßt, ungestört verharren, bis der zweite Reiz eintritt; bei den *C*-Versuchen dagegen wird es durch den anhaltenden und allmählich sich ändernden Eindruck überdeckt und unterdrückt“.¹ In Wirklichkeit aber sträubt sich das psychische Leben an allen Ecken und Enden gegen solche, nicht nur zu HERBART's Zeiten beliebten Mechanisirung; so auch in unserem Falle.

Die Wahrnehmung continuirlicher Reize vollzieht sich nicht so einfach, daß die verschiedenen Etappen successiv mit der Reproduction der Anfangsphase verglichen werden. Eine solche Zersplitterung des Wahrnehmungsinhaltes in isolirte Phasen, die mit einander confrontirt werden, ist zunächst nicht vorhanden; vielmehr bildet für den Beobachter eine mehr oder minder große Strecke des zeitlichen Ablaufs einen durchaus ungetrennten Bewußtseinsinhalt, den er als ein einheitliches Ganzes auffaßt und gleichsam mit einem Blicke überschaut. Die Gegenwart ist für ihn kein Punkt, sondern eine kleine Zeitspanne, die ich als „psychische Präsenzzeit“ bezeichnet habe.² Der diese Zeit hindurch währende Reizablauf ist dem Beobachter durchaus Anschauungsthatsache, genau wie eine simultane Helligkeitsscala für ihn Anschauungsthatsache ist; und er bedarf gar keiner wirklichen Reproduction, um über sie ein Urtheil zu fällen. Freilich ist die Dauer der Zeit, die so zum Gegenstand eines Anschauungsactes gemacht werden kann, nur kurz, sie wird wohl zwei

¹ Psychol. d. Veränd. S. 190.

² Diese Zeitschr. 13, 325.

Secunden kaum überschreiten. Ist nun also der Beobachter diesem continuirlichen Reiz ausgesetzt, so zerfällt der Act nicht sowohl in lauter zu vergleichende momentane Phasen, als vielmehr in einige wenige in sich zusammenhängende Stadien, deren jedes für sich schon ein evidentes Urtheil über die Reizform zu extrahiren vermag. Es ist nämlich entweder innerhalb des einzelnen Stadiums die Veränderung schon als Anschauungsdatum gegeben; oder sie ist nicht gegeben; d. h. es wird constantes Anhalten des Reizes anschaulich wahrgenommen. Hat ein einzelnes Stadium Constanz ergeben, so kann nunmehr noch weitere Beobachtung controllirend und modificirend eingreifen; es kann jetzt eine reale Vergleichung späterer Etappen mit den Erinnerungsbildern früherer hinzukommen und entweder dazu führen, das provisorische Constanzurtheil zu bestätigen, oder dazu, es aufzuheben. Wir sehen also: bei den C-Versuchen beruhen die Constanzurtheile stets auf wirklichen Anschauungsdaten. Die Veränderungsurtheile beruhen zuweilen, nämlich wenn schon das einzelne Präsenzstadium sie zum Bewusstsein brachte, d. h. bei größeren Tonumfängen, ebenfalls auf directer Anschauung; es wird, wie meine Versuchspersonen mehrmals spontan ausagten, ein wirkliches „Gleiten“ des Tones gehört, zuweilen aber bedürfen auch sie der unanschaulichen Vergleichung einer gegenwärtigen Phase mit einer früheren; das gilt da, wo der Umfang der Veränderung so gering ist, daß innerhalb des einzelnen Anschauungsactes die Schwelle noch nicht überschritten wird.

Die Urtheile über successive getrennte Reize dagegen können immer und immer nur durch unanschauliche Vergleichung zu Stande kommen; außerdem fehlt bei ihnen die Gelegenheit, schon während des Versuchs selbst ein vorläufiges Urtheil mehrmals zu controlliren und zu revidiren.

Der Vorzug der Veränderungsversuche beruht also auf zwei Factoren: auf der Möglichkeit mehrfacher Controlle des Urtheils, ehe man es definitiv fällt, und auf der Möglichkeit, die Reizformen nicht durch bloße Vergleichung, sondern durch Anschauung aufzufassen, eine Möglichkeit, die namentlich bei Constanzen und bei den größeren Veränderungen gewährleistet ist. Und was lehren nun unsere Tabellen und Curven? Man vergleiche Ergebniss II. Gerade bei größeren Tonumfängen

übertrifft die Urtheilssicherheit für Veränderungen die für Verschiedenheiten so beträchtlich. Ergebniss IV: die anschaulich wahrnehmbaren Constanzen werden unvergleichlich viel besser erkannt, als die unanschaulich aufzufassenden successiven Gleichheiten. Endlich Ergebniss V: sind Constanzen in Veränderungen grossen Umfanges eingestreut, so werden sie durch den Contrast gehoben, weil hier Anschauung gegen Anschauung steht; bei den discreten Reizen, wo die Anschauung fehlt, fehlt auch der Contrast.

Das eben geschilderte Verhältniss der C-Wahrnehmung zur D-Wahrnehmung ist freilich nicht ohne Weiteres über die von mir angewandten Veränderungsgrössen und Zeitdauern hinaus auszu-dehnen; bei Anwendung noch langsamerer Veränderungen und noch längerer Zeiten halte ich vielmehr eine Umkehrung der Beziehung für wahrscheinlich. Wird z. B. eine Reizänderung um 1 Schwingung so langsam vollzogen, dass sie erst nach 10 Secunden erreicht ist, so hat, glaube ich, die discrete Wahrnehmung der beiden Grenzphasen grössere Aussicht auf Erfolg als die continuirende Wahrnehmung des ganzen Processes. Denn hier ist von einer Anschauung der Veränderung innerhalb des einzelnen Präsenzstadiums keine Rede mehr; die blofse Vergleichung der Endphase wird aber sicherlich durch das unaufhörliche Tönen des Uebergangs erschwert; ausserdem ermüdet die Aufmerksamkeit, welche ununterbrochen auf der Wacht sein muss, während sie bei discreten Tönen sich ausruhen kann.

Wenn ich übrigens oben immer davon sprach, dass die D-Urtheile auf Grund von Vergleichung zu Stande kommen, so darf man nicht glauben, dass hierzu stets der erste Reiz bewusst reproducirt und mit dem zweiten confrontirt werden müsste. Meine beiden Versuchspersonen suchten freilich, wie ihre Selbstaussagen ergeben, den ersten Ton so lange wie möglich im Gedächtniss fest zu halten; doch gelang dies nicht immer, namentlich nicht bei den längeren Zwischenpausen. Trat dann der zweite Ton ein, so „urtheile ich direct. Es fällt mir der Ton von vorhin gar nicht mehr ein, ich rufe ihn mir nicht etwa mehr ins Gedächtniss. Aber ich habe die Empfindung, als ob er noch unbewusst in mir wäre“. (R.) Hier liegt dasjenige Phänomen vor, welches ich in meinem Buche als „latente Reproduction“ beschrieben habe.¹ Die Nachwirkung des früheren Eindrucks

¹ Psychol. d. Veränd. S. 52.

hat nicht mehr Energie genug, um als selbständiges Bewusstseinsgebilde sich neben dem neuen Eindruck zu behaupten, zeigt aber darin noch ihre psychische Valenz, daß sie der neuen Wahrnehmung eine bestimmte eigenartige Nüance verleiht. Diese Nüance, auf Grund deren wir dann sagen: der zweite Ton erscheint mir höher oder tiefer, beruht wahrscheinlich zum größten Theil auf Gefühlsmomenten. Die auf latente Reproduktionen gegründete Vergleichung spielt eine weit größere Rolle, als man gemeiniglich annimmt; ihr Vorzug liegt vor Allem darin, daß sie über Zeitstrecken hin, über welche ein klares und bewußtes Gedächtnisbild nicht mehr existenzfähig ist, doch noch Urtheile über Verschiedenheiten und Gleichheiten ermöglicht.

Für die Thatsache, daß die Urtheilssicherheit für Erhöhung und Vertiefung bei *C* sich gerade umgekehrt verhält wie bei *D* (Ergebnis III.), vermochte ich keine befriedigende Erklärung zu finden.¹

Das die Zeit betreffende Hauptergebnis (VIa) lautete: es stellt die Dauer von 6 Secunden einen optimalen Werth für die Wahrnehmung von Veränderungen dar, so daß eine Veränderung bestimmter Größe, die 6 Secunden währt, besser erkannt wird, als eine Veränderung, welche ein gleich großes Reizgebiet in 4 Secunden durchmisst. Die Thatsache der Optimalzeit, die uns eigenthümliche Einblicke thun läßt in die Dynamik des seelischen Bestehens, wird uns in einem nächsten Artikel so ausführlich zu beschäftigen haben, daß hier eine kurze Besprechung genügen muß. Sie zeigt, daß das geistige Leben nicht einem glatt und träge dahin fließenden Strom gleicht, sondern eher einer Kaskade, welche in schneller Periodik zwischen Stellen ruhigeren Ablaufs und solchen starker Energieentfaltung wechselt. Daß im Großen — z. B. im Verlaufe eines Tages oder noch längerer Frist — ein solches Auf und Nieder der geistigen Frische und Energie besteht, ist allbekannt, minder bekannt sind die kleineren Oscillationen, die nur wenige Secunden währen. Und doch beherrscht diese psychische Rhythmik alles seelische Geschehen; „diese innerpsychische Periodik macht sich nun besonders dort bemerk-

¹ In meiner „Psychol. d. Veränd.“ S. 193 Anm. erwähne ich eine Vermuthung, die eine kleine Unvollkommenheit des Apparates als mitwirkende Ursache obiger Erscheinungen hinstellt. Doch scheint mir die Bedeutung jenes Factors nur sehr secundärer Natur zu sein.

lich, wo äusserlich zu einer solchen gar kein Anlaß gegeben ist; hier schafft sich eben erst die Psyche aus eigener Machtvollkommenheit, aber auch aus eigenem Drange und Zwange zeitliche Abgrenzungen, rhythmische Gliederungen, inhaltliche Differenzirungen.“¹

Ich sprach vorhin von „Präsenzzeiten“, d. h. jenen Beobachtungsstadien, die zu einem anschaulichen Bewusstseinsganzen zusammengefaßt werden; die Optimalzeit scheint dann einen Culminationspunkt eines solchen Beobachtungsstadiums darzustellen. Wenn wir erwägen, daß die Zahl „6 Secunden“ die Zeit des Uebergangs zwischen Anfangs- und End-Phase bedeutet, daß aber jede dieser beiden Phasen selbst je eine Secunde dauert, so ergibt sich, daß eine Dauer des Gesamtversuchs von 8 Secunden die beste Bedingung für die Fällung des Urtheils liefert. Da nun das einzelne Präsenzstadium nicht annähernd so lange dauert, so dürfen wir annehmen, daß wir es hier mit der Culmination einer zweiten Präsenzzeit zu thun haben; das erste Beobachtungsstadium diene dann vor Allem dazu, den Anfang des Reizes entgegenzunehmen, der zweite führe das Urtheil herbei.²

Uns hat hier vor Allem die Frage zu interessiren, aus welchem Grunde die scharfe Culmination der Optimalzeit bei Vergleichung successiver Unterschiede so viel weniger in die Erscheinung tritt, als bei der Beobachtung continuierlicher Veränderungen (Ergebnis VIb). Wir citirten oben eine Reihe von Versuchen anderer Forscher, welche zeigen, daß die Urtheilssicherheit sich ungefähr gleich bleibt, wenn die Pause zwischen zwei successiven Reizen von 4—6 Secunden variirte; und ihnen schließt sich unsere Versuchsperson K. durchaus an. (Siehe die punktirte Curve von K. in Figur 5.) Zur Erklärung dieser Erscheinung müssen wir annehmen, daß das oben geschilderte periodische Auf- und Nieder-Schwellen der psychischen Energie in gewissem Maasse durch Willkür geleitet und modificirt werden kann, daß aber diese souveräne Verfügungsfähigkeit nur dort sich geltend machen kann, wo der Bewusstseins-

¹ Psychol. d. Veränd. S. 235.

² Die in der nächsten Mittheilung zu veröffentlichenden Versuche haben ebenfalls einen Optimalwerth von 8 Secunden und zwar dort ausgesprochenenmaassen als zweiten Culminationspunkt ergeben.

inhalt selbst nicht ununterbrochen die Seele in Anspruch nimmt. Bei der Veränderung ist der Zwang zu einer stetigen Beobachtung vorhanden; und gerade unter diesem Zwange folgt die Aufmerksamkeit gleichsam mechanisch ihrer inneren Funktionsnorm des Auf- und Nieder-Schwingens; sie hat ja gar keine Gelegenheit, sich selbst einen Zeitmoment auszusuchen, in welchem ihr Nachlassen den relativ geringsten Nachtheil bietet. „Anders bei discreten Unterschieden. Hier ist nicht die Aufmerksamkeit dauernd in Anspruch genommen; sie hat in der Pause Zeit, sich zu entspannen, und vermag dann mit einer gewissen Willkür auf den zweiten Reiz die Entfaltung maximaler Energie einzustellen. So kommt es, daß innerhalb weiter Grenzen die Länge der Pause von wenig merklichem Einfluß ist“.¹

So ist denn die Wahrnehmung continuirlicher Veränderungen psychologisch auch deswegen so interessant, weil bei ihr die Wirkung der Optimalzeit in einer Reinheit und einer Stärke, wie vielleicht bei keinem anderen Phänomen zum Ausdruck kommt.

Schließlich noch ein Wort über die Abweichung, welche meine beiden Versuchspersonen gerade in den eben besprochenen Punkten zeigen, eine Abweichung, die von typischer Bedeutung ist. K. zeigt, wie gesagt, bei discreten Reizen keine eigentliche Optimalzeit, sondern nur eine längere Constanz der Urtheilssicherheit; bei R. dagegen culminirt die Optimalzeit in *D*-Versuchen mit ziemlich derselben Schärfe wie in *C*-Versuchen. (Siehe Figur 4.) Nach unserer obigen Erklärung ist R. somit nicht, wie K., in der Lage, die zeitliche Periodik seiner Aufmerksamkeit den dargebotenen Verhältnissen entsprechend willkürlich zu beeinflussen. Vielmehr wird er von jenen Oscillationen selbst beherrscht, daher er aufeinanderfolgende Reize, wenn der zweite gerade in ein Optimum der psychischen Energie fällt, gut, und wenn nicht, weniger gut beurtheilt. Sein psychischer Habitus ähnelt sich gegenüber *C*- und *D*-Reizen stark, was auch darin zum Ausdruck kommt, daß er beide mit ziemlich gleicher Sicherheit erkennt. Man könnte hier somit von zwei Typen des Urtheilens, einem inhaltlichen und einem zeitlichen sprechen. K. gehört dem ersteren an, er sucht

¹ Psychol. d. Veränd. S. 196.

sich in der Dynamik seines Urtheilens dem zur Beurtheilung stehenden Inhalt möglichst anzupassen. R. repräsentirt den letzteren: er wird in seinen Urtheilen stark durch die zeitliche Periodik seiner eigenen Psyche bestimmt. Unsere nächste Mittheilung wird auf Grund anderer Versuche diese differentiell-psychologische Erforschung der Urtheilstypen weiter führen; sie wird die hier gefundene Unterscheidung von K. und R. aufs Genaueste bestätigen, zugleich aber noch die individuellen Aspekte beider Personen um wichtige Züge vermehren.

(Eingegangen am 21. Juni 1899.)
