

Beiträge zur Psychologie des Zeitsinns.

Von

Ernst Meumann.

(Fortsetzung.)

Mit 2 Figuren im Text.

Zweiter Abschnitt.

Psychologische Bedingungen der Vergleichung von Zeitintervallen.

Den Anlass zu den im Folgenden dargestellten Untersuchungen über die Psychologie der Zeitschätzung bildeten theils Erfahrungen bei eigenen Experimenten, theils die Wahrnehmung gewisser Einseitigkeiten in den bisherigen Zeitsinnversuchen. Ich prüfte zu Beginn des Wintersemesters 1891/92 den Gang der Unterschiedsempfindlichkeit bei »leeren«, durch Schalleindrücke begrenzten Intervallen von 0,05 bis 8,0 s Länge. Die von mir verwendete Methode bestand im wesentlichen darin, dass in einem unwissentlichen Verfahren eine von zwei Schalleindrücken begrenzte Gesamtzeit constant gehalten und durch sprungweise erfolgende ganz unregelmäßige Veränderung eines mittleren Schalleindrucks verschieden eingetheilt wurde. Die Veränderung des zweiten Intervalls wurde beurtheilt. Die Versuche zeigten verschiedene Fehlerquellen, weshalb ich sie nicht zu Ende führte, sondern die Untersuchung mit Hülfe unregelmäßiger Veränderung des dritten Schalleindrucks wieder aufnahm. Hier kehrten ähnliche Fehlerquellen wieder, ich entschloss mich deshalb einer Bearbeitung der qualitativen Verhältnisse der Zeitschätzung nachzugehen, um auf diese Weise die

geeigneten Mittel und Wege zu finden zur Beantwortung der die Unterschiedsempfindlichkeit¹⁾ betreffenden Fragen.

Die genannten Fehlerquellen waren die folgenden: 1) Stellten sich bei allen Beobachtern Neigungen zu bestimmten Urtheilen ein, z. B. zur Bevorzugung des Urtheils »kleiner«; diese schlugen dann plötzlich an einem Versuchstage in ihr Gegentheil um, es wurde eine Zeitlang das Urtheil »größer« bevorzugt u. s. f. Man konnte auf diese Weise bei einem und demselben Intervall bald Ueber-, bald Unterschätzung von Seiten desselben Beobachters finden. 2) Klagten die Beobachter bei den kleinsten Intervallen über die willkürliche Interpretirbarkeit der Zeitunterschiede. Waren die Unterschiede sehr klein, so konnte man die Vergleichszeit willkürlich ebenso gut kleiner wie größer hören; damit schien dann stets eine subjective Betonung eines der drei Schalleindrücke verbunden zu sein. 3) War das Urtheil bei den kleinsten Intervallen stets ein rhythmisches und mit der Bevorzugung bestimmter Takte, bez. mit der wechselnden Neigung bestimmte Takte herauszuhören, schienen jene relativ constanten Ueber- und Unterschätzungen und ihr plötzlicher Wechsel zusammenzuhängen. Alles das machte mich an der Brauchbarkeit einer Vergleichung »leerer« Intervalle für die Untersuchung der Zeitschätzung irre, namentlich weil die genannten Fehler die Intervalle je nach ihrer Größe in ganz verschiedener Weise betrafen. Welcher Experimentator wird, wenn er Raumstrecken vergleichen lässt, die Strecken bald auf weißem bald auf schwarzem Papier abstecken, und sich nicht darum kümmern, ob der Beobachter bald die Hand bald das Auge zur Ausmessung der Strecke gebraucht? Bei den größeren Zeiten ist aber die zufällige subjective Ausfüllung der Strecke eine ähnlich verschiedene, wie wenn bei Raumschätzungen Unregelmäßigkeiten der bezeichneten Art vorkommen, und der Unterschied des rhythmischen Urtheils bei kleinsten Zeiten von der Urtheilsweise bei größeren Intervallen entspricht etwa der Ausmessung einer Raumstrecke mit der Hand oder mit dem Auge. Im Gegensatz hierzu schien die Vergleichung der Dauer möglichst constant gehaltener Empfindungen

1) Statt des Wortes Unterschiedsempfindlichkeit werde ich in Folgendem stets die Abkürzung U.-E. gebräuchen.

wenigstens die meisten dieser Mängel zu vermeiden. Insbesondere ließ sich erwarten, dass bei kleinsten Zeiten der Rhythmus, bei größeren der Zufall der subjectiven Ausfüllung sich weit weniger einflussreich auf das Urtheil erweisen würde. Vorher aber beanspruchte die genauere Untersuchung jener Eigenthümlichkeiten der Vergleichung leerer Intervalle schon deshalb ein besonderes Interesse, weil fast alle bisherigen Untersuchungen mit diesem Mittel der Zeitschätzung gearbeitet hatten. Sodann schienen besondere Voruntersuchungen geeignet zu sein, um über allgemeinere Fragen der Zeitschätzung Aufklärung zu verschaffen, und für diese qualitativen Untersuchungen bildet gerade die Intervallvergleichung einen willkommenen Ausgangspunkt, weil sie je nach der Größe der leeren Intervalle ganz verschiedene Urtheilsvorgänge mit sich bringt und man infolge dessen hoffen darf, durch eine Analyse derselben mit einer größeren Zahl von Modificationen der Zeitschätzung bekannt zu werden. Die einzelnen Fragen, die bei dieser qualitativen Untersuchung der Intervallvergleichung zu verfolgen waren, gewann ich erst im Laufe der Experimente. Sie knüpften sich naturgemäß an die charakteristischen Merkmale kleiner Intervalle im Unterschiede von größeren, und an die Unterschiede der vergleichenden Thätigkeit bei diesen und jenen an. Die wesentlichen Unterschiede dieser Art, die für die fernere Untersuchung bestimmend wurden, sind die folgenden.

1) Bei kleinsten Intervallen (bis 0,5 s) dominirt im Bewusstsein durchaus der Wechsel der die Intervalle begrenzenden Empfindungen, bei den größeren hingegen die Zeit zwischen denselben. Bei jenen sind die Zwischenerlebnisse nichts, die begrenzenden Empfindungen alles, umgekehrt treten bei größeren Intervallen die begrenzenden Empfindungen für das Bewusstsein durchaus zurück. der leere Zwischenraum ist hier alles (von 0,5 s an scheint eine Uebergangszone zwischen beiden Typen zu beginnen). Hieraus ergibt sich die Aufgabe, den Einfluss der die Intervalle markirenden Empfindungen auf die Zeitschätzung festzustellen. Der zeitliche Verlauf dieser Empfindungen, die Schnelligkeit ihres Ansteigens zum Maximum und ihres Abklingens, die Zeit, die sie auf ihrem Maximum (an Intensität und Deutlichkeit) verharren, kann nicht ohne Einfluss auf die Zeitschätzung bleiben. Die Discontinuirlichkeit

und Schärfe, bez. die Unbestimmtheit und Verschmelzung, mit der eine schnelle Aufeinanderfolge von Empfindungen sich dem Bewusstsein darbietet, sind ebenso viele Ursachen einer scheinbaren Aenderung ihrer Zeitverhältnisse und damit der Congruenz oder Nichtcongruenz zwischen der subjectiven Zeit und ihrem objectiven Maß. Dieser Punkt ist in der bisherigen Zeitsinnlitteratur vernachlässigt worden. Nur Czermak hat hierüber Vermuthungen aufgestellt, die zeigen, dass er sich der Bedeutung der Frage bewusst war¹⁾. Mit einseitiger Voreiligkeit hat man die complexen Phänomene der Aufmerksamkeit (»Einstellung«) als Ursachen aller Anormitäten des Zeiturtheils betrachtet. Und doch sind gerade die Aufmerksamkeitsverhältnisse bei der Zeitschätzung zum großen Theil durch Empfindungsverhältnisse bedingt, und ohne sie nicht verständlich. Es sind insbesondere gewisse nie zu vermeidende Einflüsse der Schallsummation, welche bei kleinsten Intervallen die Arbeit der Aufmerksamkeit beeinflussen. Für die kleinsten Intervalle wird also der Einfluss der Intensität und Qualität (bez. des Intensitäts- und Qualitätswechsels) der intervallbegrenzenden Empfindungen sich als erste Aufgabe der Untersuchung darbieten. Für die größeren hingegen wird (da es »leere« Intervalle nicht gibt, sondern die »Leere« in der relativen Homogenität und Unveränderlichkeit des Zwischenzustandes gegenüber dem energischen Empfindungswechsel am Anfang und Ende des Intervalls einerseits und der qualitativen Unbestimmtheit der im Zustande der Concentration auf den Zeitverlauf übrig bleibenden Empfindungen andererseits besteht) der Einfluss der »erfüllenden« Empfindungen zu untersuchen sein.

2) Mit diesem Dominiren der Empfindungen im Bewusstsein bei der Wahrnehmung kleinster Zeitgrößen hängt zusammen, dass der Zeitinhalt selbst hier in einer andern Form zum Bewusstsein kommt, als bei größeren Intervallen. Es ist im ersten Falle die Aufeinanderfolge der Empfindungen, in dem andern die Dauer der zwischen dem Empfindungswechsel sich abspielenden Bewusstseinsvorgänge, was als Object der Zeitwahrnehmung vorhanden ist. Hieraus ergibt sich die Nothwendigkeit, die Eigenthümlichkeiten unseres Urtheils über Aufeinanderfolge im Unterschiede von

1) Vergl. Czermak, Moleschott's Untersuchungen. V, 1. 1858.

dem über Dauer von Empfindungen gesondert zu behandeln. Diese Eigenthümlichkeiten erschöpfen sich im wesentlichen in einer dritten charakteristischen Eigenschaft der Zeiturtheile über kleinste Intervalle. Es ist nämlich 3) die Auffassung kleinster Intervalle in der Regel eine rhythmische; bei Schallreizen insbesondere ist es der Takt, der Rhythmus der Schalleindrücke, der uns als Repräsentant der Zeitunterschiede dient. Eine Untersuchung der rhythmischen Verhältnisse der Zeitschätzung wird ferner 4) eine innige Beziehung ästhetischer Eindrücke zu den Aussagen des Zeiturtheils ergeben. Das Wohlgefallen oder Missfallen an den rhythmisch interpretirten Folgen der Schalleindrücke bewirkt die Neigung zu bestimmten Fehlern des Zeiturtheils. Man darf in dieser Hinsicht wohl von ästhetischen Factoren der Zeitschätzung¹⁾ sprechen. 5) Während es sich bei größeren Intervallen stets um eine successive Perception der *NZ* und *VZ* handelt, ist bei kleinsten Intervallen von einer successiven Perception gar keine Rede. Die beiden Intervalle bilden ein Ganzes, das »in einem Act« wahrgenommen und nachträglich zerlegt, d. h. auf das Verhältniss seiner Theile hin beurtheilt wird. Infolge dessen existirt der Gegensatz erinnerter und wahrgenommener Zeit hier nicht, während umgekehrt bei größeren Zeiten gerade das Zeitgedächtniss seinen Einfluss auf die Intervallschätzung geltend macht.

6) Mit dem bloßen Größenunterschiede der Zeitstrecken hängt ferner zusammen, dass die Aufmerksamkeitsvorgänge ganz andere sind bei kleinsten, mittleren und größeren Zeiten. Es liegt in der Natur der Sache, dass kleinste Intervalle nur äußerst flüchtig wahrgenommen werden, während mittlere vielleicht gerade den normalen Bedingungen der Adaptation unserer Aufmerksamkeit entsprechen, und größte Intervalle die Grenzen der möglichen Adaptation an die als Maß dienende Norm bei weitem überschreiten. Die Spannungsenergie der Aufmerksamkeit ist aus demselben Grunde constant eine andere bei kleinsten, mittleren und größeren Zeiten, sie ist ferner bei den kleinsten sowohl wie bei den größten Zeiten verschieden bei *NZ* und *VZ*. Daraus ergeben sich gewisse Schätzungs-

1) Indem ich einen Ausdruck von Lipps von der Raumschauung auf die Zeitschätzung übertrage.

fehler, die für bestimmte Gruppen von Intervallen charakteristisch sind.

Die beiden letztgenannten Punkte bezeichnen uns die Aufgaben hinsichtlich der allgemeineren psychischen Vorgänge, die auf ihre Beteiligung an der Schätzung kleinster Intervalle zu untersuchen sind, Aufgaben, deren genauere Formulierung erst später erfolgen kann. Indem ich zu der ersten der oben bezeichneten Fragen, der Abhängigkeit der Zeitschätzung von den Eigenschaften der begrenzenden Empfindungen, übergehe, behandle ich im Zusammenhange damit eine vorwiegend unter dem Einfluss der Intensität und des Intensitätswechsels stehende weitere Eigenthümlichkeit kleinster Intervalle, nämlich den rhythmischen Charakter der Zeitauffassung und die ästhetischen Factoren der Zeitschätzung¹⁾.

1. Die Abhängigkeit der Zeitschätzung von der Intensität und dem Intensitätswechsel der zeitbegrenzenden Empfindungen.

Die Empfindungen, an denen wir den Einfluss der Intensität untersuchen werden, sollen in erster Linie Schallempfindungen sein, da sie die leichteste und sicherste Abstufung der Intensität gestatten; zum Vergleich werde ich auch Lichtempfindungen für die Untersuchung heranziehen. Nun sind die zeitlichen Verhältnisse der Aufeinanderfolge von Schalleindrücken, insbesondere wenn man ihre Beziehungen zu den Zeitsinnexperimenten im Auge behält, am einfachsten in folgende Theilphänomene zu sondern: Die Schalleindrücke können uns als beständig weitergehende Reihe dargeboten werden, oder in einfachen Gruppen. Der Analogie mit den Zeitsinnexperimenten wegen werde ich nur die Gruppierung zu drei und zu vier Schalleindrücken in Betracht ziehen (entsprechend den

1) Man kann nach den oben geltend gemachten Merkmalen der Intervalle Gruppen bilden, die sich einigermaßen zahlenmäßig abgrenzen lassen. Von 0,05—0,3 s herrscht die Wahrnehmung in einem Act, von 0,1—0,5 die streng unwillkürliche rhythmische Auffassung, von 0,5—1,0 (individuell bis 1,5) geschieht der Uebergang zur unrythmischen oder willkürlich rhythmischen Zeitschätzung. Von 0,6 an wird successiv die Auffassung der Empfindungsfolge durch die der Dauer der Zwischenereignisse verdrängt. Die späteren Abgrenzungen sind unbestimmt und unterliegen großen individuellen Schwankungen.

Versuchen mit oder ohne »Zwischenzeit«). Alle complicirteren Verhältnisse lassen sich als Zusammensetzungen der drei- und viergliedrigen Reihe auffassen. Eine Ergänzung durch die Versuche mit längeren Schallreihen ist unerlässlich, weil manche charakteristische Schätzungsfehler durch die analogen Verhältnisse bei Schallreihen ihre Erklärung finden.

Bevor ich zur Darstellung der Versuche übergehe, gebe ich einige Andeutungen über die benutzten experimentellen Hilfsmittel, indem ich, um Wiederholungen zu vermeiden, die genauere Beschreibung der speciellen Versuchsanordnung und der

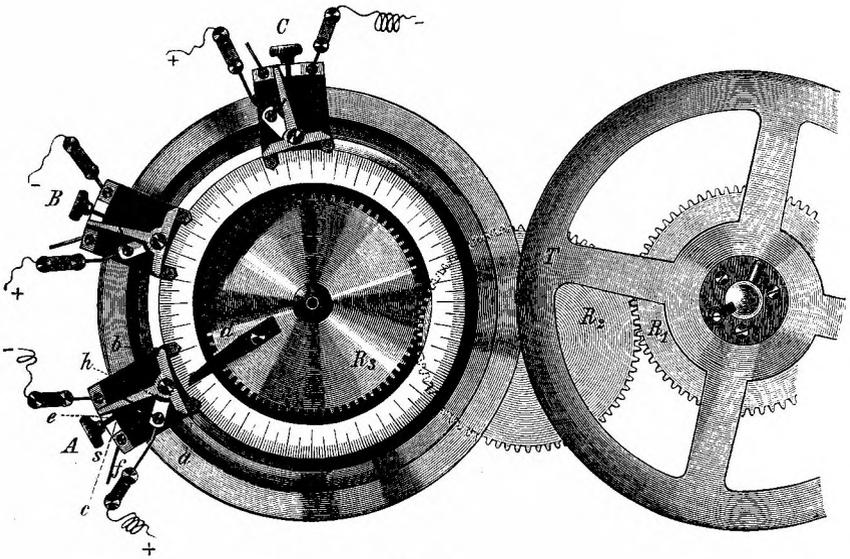


Fig. 1.

benutzten Contacte bis zur Mittheilung der zur Messung der U.-E. angestellten Versuche verschiebe. Zu allen Versuchen verwendete ich den neuen Wundt'schen Zeitsinnapparat (Fig. 1). Dieser besteht aus zwei Theilen, einem Baltzarschen Kymographion und einem nach dem Princip des älteren Zeitsinnapparates (Wundt, *Physiol. Psychol.* II³, S. 356f.) eingerichteten Contactrade (R_3 der Abbildung), das von dem Kymographion aus getrieben wird und zwar so, dass die Geschwindigkeit des Contactrades stets dieselbe

ist, wie die der Trommel (T) des Kymographions (vermöge der gleichen Zahl von Zähnen an den Uebertragungsrädern $R_1 R_2 R_3$). Die Abbildung zeigt nur den eigentlichen Zeitsinnapparat, senkrecht von oben gesehen. Das Contactrad R_3 trägt den Zeiger d , der sowie ein zweiter auf den mittleren Conus des Rades aufsetzbarer Klemmzeiger) als eigentlicher Contactgeber dient. Als Contacte verwendete ich in der Regel nicht die in der Abbildung gezeichneten Hebelcontacte, sondern einfache verstellbare Federcontacte, die von dem Zeiger d gestreift wurden, wobei die Stromzuleitung einerseits auf den (in der Abb. nicht sichtbaren) eisernen Fuß des Zeitsinnapparates, anderseits auf die Klemme des Federcontactes geführt wurde. Diese Contacte gleiten in der (rautenförmig eingeschnittenen) Rinne der Messingscheibe mit solcher Sicherheit, dass die rascheste und genaueste Einstellung während der Bewegung des Rades, also während des Versuchs, möglich ist. Der Hartgummikörper des Contactes liegt mit seiner vorderen Fläche fest an dem in 360° getheilten inneren Metallringe an (die Kreiszahlen sind in der Abb. natürlich nicht sichtbar), so dass der weiße Noniusstrich des Contactes einfach die Verlängerung eines der Kreisgradstriche bildet, wodurch ohne besonderes Visiren eine vollkommen genaue Einstellung ermöglicht wird. Die Dauer des Stromschlusses kann durch Verstellung der Federn beliebig verändert werden.

Da die höchste Umlaufgeschwindigkeit des Apparates $2 s$ beträgt, so konnte ich bei dieser durch Einstellung des ganzen Theilstrichs $\frac{2}{360} = \frac{1}{180} s$, durch Einstellung des halben $\frac{1}{360} s$ betragende Zeitdifferenzen herstellen. Die kleinste mit Genauigkeit einzustellende und noch variirbare absolute Zeit betrug $0,05 s$, doch ist hierbei Verkleinerung nur innerhalb geringer Grenzen möglich. Durch Gegenüberstellung zweier Zeiger und Contacte konnte ich absolute Zeitlängen von fast unmessbarer Kleinheit herstellen. Die benutzte Umlaufgeschwindigkeit stellte ich stets zunächst mit der Fünftelsecundenuhr fest und controlirte sie dann genauer auf der Trommel des Kymographions mit einem schwingenden Stabe von 112 Schwingungen in der Secunde. Von diesen Prüfungsergebnissen theile ich hier mit, dass die verhältnissmäßig sehr genauen Controlen mittelst des Stabes niemals eine größere mV als 1 bis 2σ in 10 Umläufen ergaben.

Da die Prüfungen aus sehr verschiedener Dauer der Ablaufszeit eine Abnahme der Geschwindigkeit bis zu 4 ja 5 Schwingungen in den letzten $1\frac{1}{2}$ Minuten derselben zeigten, so ließ ich das Uhrwerk nicht annähernd ablaufen, sondern erhielt es auf einem mittleren Stande der Federspannung. Da das Kymographion ferner nicht mit der vollen Geschwindigkeit einsetzt, so ließ ich für gewöhnlich den Apparat während der Versuchsstunde ununterbrochen durchlaufen und nahm, wenn ich einmal arretiren musste, erst 4 Umläufe vor der ersten Contactschließung. Nachdem ich mich von der unveränderlichen Gleichmäßigkeit des Apparates überzeugt hatte, prüfte ich in Zeiträumen von 4—5 Wochen die Umlaufgeschwindigkeit mittelst des Chronographen. Bei der Anwendung der Federcontacte verhinderten technische Schwierigkeiten die Elimination der Fehler der Elektromagnete des Chronographen mit dessen Controlapparat (vergl. Wundt, *Physiol. Psychol.* II³. S. 281 ff.), es gehen also in die mitgetheilten mittleren Variationen diese Fehler ein. Ich prüfte die Federcontacte 1) hinsichtlich der Gleichmäßigkeit der Contactdauer; es ergab sich z. B. in 10 Umläufen eine

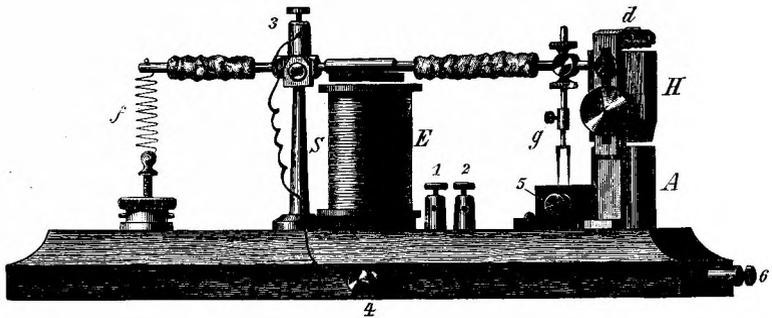


Fig. 2

mV von nicht ganz 1σ ; 2) hinsichtlich der Genauigkeit der Einhaltung sehr kleiner eingestellter Zeiten. Es ergab sich z. B. in 10 Umläufen bei $0,4 s mV = 2,5$ und $2,4\sigma$ für Stromöffnung bez.-Schluss. Sodann wurde die ganze Umlaufszeit des Apparates an den Hebelcontacten (vergl. die Abb.) geprüft unter strenger Anwendung der chronographischen Messung mit dem Controlapparat. Eine aus 20 Einzelwerthen bei 5 Umläufen (unter Anwendung von

4 Contacten) berechnete Controle ergab $mV = 0,0024 s$; bei einer geringeren Umlaufgeschwindigkeit (annähernd $3,0 s$) $mV = 0,0031 s$. Außerdem hatte ich mit Rücksicht auf die zu qualitativ psychologischen Zwecken unternommenen Versuche die bei diesen verwendeten Schallhämmer, deren einen die Fig. 2 darstellt, zu prüfen. Dies geschah so, dass bei der gewöhnlichen Tiefstellung des Hammerkopfes H bei starkem Strome der Hammerkopf mit einem Schreibhebel fest verbunden wurde, der auf der Trommel des Kymographions unmittelbar den Niedergang des Hammers aufzeichnete. Hierbei erhielt ich also nur die Abweichungen, die zwischen Eintritt des Contactmomentes und den Hammerzeiten vorhanden waren. Sie ergaben sich stets als so gering, dass eine Berechnung einer mV durch Eintheilung der Schwingungen des Stabes sich nicht verlohnte. Ueber dem Hammer ist ein Polster d angebracht, das auf halbe Millimeter verstellt werden kann. (Wendete ich dabei den Hammer ohne das Polster d an, so fand ich unregelmäßiges Wechseln zwischen nicht unbedeutenden Verfrühungen und Verspätungen der Schläge.) Hierdurch sowie durch Regulirung der Spannung der Feder f und des bei 1 und 2 eingeleiteten Stromes konnte ich eine Variation der Schlagstärke innerhalb beträchtlicher Grenzen erreichen¹⁾. Wo in den späteren Versuchen andere Schallquellen benutzt werden, erfahren sie eine besondere Beschreibung. Zwei solche Schallhämmer standen mir zur Verfügung, der eine von ihnen wurde stets abgedämpft, indem er auf eine fingerdicke Unterlage von Filz und Watte gestellt wurde, der stählerne Stiel war mit Watte umwickelt (übrigens mit einer stärkeren Watteschicht, als die Abb. angibt). Dieser Hammer gab einen tiefen matten, aber vermöge der Kürze des Contactes scharf begrenzten Schlag. Der zweite Hammer wurde einfach auf den Tisch gestellt und seine Schlagstärke wurde in der angegebenen Weise verändert. Für gewöhnlich ist bei den folgenden Versuchen an einen sehr beträchtlichen Unterschied der Schallintensität der beiden Hämmer zu denken; der ungedämpfte Hammer hatte außerdem eine hohe

1) Die Beschreibung der weiteren Bestandtheile des elektrom. Schallhammers kann hier unterbleiben. Theils sind dieselben aus Fig. 2 leicht ersichtlich, theils finden sie bei unsern Versuchen keine Verwendung.

Schallfarbe¹⁾. Mit diesen Hilfsmitteln unternahm ich folgende Versuche.

1. Versuch: Eine Reihe von etwa 50 Hammerschlägen des ungedämpften Schallhammers in Intervallen von 0,25 s auf einander folgend wird mit einer gleich schnell ablaufenden Reihe von schwächeren Schlägen des gedämpften Hammers verglichen (nach einer Pause von etwa 2 Secunden). Keiner der Beobachter wusste, ob die Geschwindigkeit der Schalleindrücke verändert wurde oder nicht. Fragestellung: Erscheinen die Intervalle beider Reihen gleich oder verschieden? Beobachter H.: Die Reihe der schwachen Schalleindrücke geht langsamer, die der intensiven schneller. Beobachter Sm.: So oft es gelingt, auf die Intensität der Schläge als solche zu achten, erscheint die intensive Schallreihe schneller. Daneben macht sich aber die Association einer weit ausholenden Bewegung geltend, so oft diese auftritt, erscheint die intensive Schallreihe langsamer. Beobachter G. macht genau dieselben Aussagen wie Sm.

2. Versuch: Die Schläge des ungedämpften Hammers werden durch Auf- und Abdrehen der Stellschraube der Spannfeder so verändert, dass sie zuerst langsam und gleichmäßig an Stärke zunehmen, dann langsam wieder abnehmen u. s. f. Die Geschwindigkeit ist dieselbe wie im ersten Versuch. Fragestellung: Bleiben die Intervalle der Schalleindrücke sich gleich oder verändern sie sich? Dieselben drei Beobachter geben übereinstimmend an: dass bei der steigenden Schlagstärke die Geschwindigkeit zuzunehmen scheint und umgekehrt. (Ich bemerke dazu, dass keiner der Beobachter den durch einen Schirm verdeckten Schallhammer sah, ebenso hatte Keiner eine Kenntniss von den vorgenommenen Veränderungen.)

1) Meine Versuche, den Unterschied der Schallintensität durch Vergleich mit den Schallstärken der Elfenbeinkugeln des Fallphonometers auf einen numerischen Ausdruck zu bringen, verliefen wegen der großen Verschiedenheit der Schallfarbe ziemlich resultatlos. Für gewöhnlich verließ ich mich darauf, dass die Stellung des Hammers unverändert geblieben war, und dass ich immer die gleiche Zahl von Meidinger-elementen benutzte, die bei einigermaßen sorgfältiger Behandlung lange Zeit hindurch von gleicher Stromstärke bleiben. Endlich war der Unterschied der Schläge der Hämmer so bedeutend, dass kleine Aenderungen nicht von Einfluss sein konnten.

Diese Beobachtungen scheinen zu lehren, dass eine gleichmäßig weiter gehende Reihe intensiverer Schalleindrücke schneller abzufließen scheint, als eine gleichschnelle Reihe von schwächeren Eindrücken. Als Ursache dieser Täuschung des Zeiturtheils geben die Beobachter selbst an, dass die größere Schallintensität eine stärkere Verschmelzung der Schalleindrücke bewirkt; die ganze Reihe erscheint dadurch weniger discontinuirlich, die einzelnen Eindrücke näher zusammengerückt. In dieser unscheinbaren Thatsache ist nun ein erstes rein aus der Natur der Empfindungen stammendes Merkmal gegeben, das eine Beziehung zu unserer Zeitschätzung hat: Die Verschmelzung auf einander folgender Empfindungen lässt ihren Ablauf beschleunigt, die größere Discontinuirlichkeit lässt ihn langsamer erscheinen; dasselbe bestätigte mir eine Wiederholung des Versuchs mit Inductionsfunken, die innerhalb eines schalldichten Kastens mit doppelter vorderer Glaswand erschienen und bloß gesehen werden konnten. So lange man nicht die Lichtstärke der Funken so groß und die Zeitintervalle so klein macht, dass die Aufeinanderfolge der intensiveren Funken gar zu unbestimmt wird, erscheint die letztere stets als die geschwindere¹⁾. Kaum ein Versuch vermag aber den Einfluss der bloßen Empfindungsveränderung auf die Zeitschätzung so drastisch zu zeigen, wie der folgende. Fixirt man die Funken des schalldichten Kastens in völlig dunkler Umgebung (Dunkelzimmer), während sie mit einer Geschwindigkeit von 0,3 bis 0,4 s gleichmäßig wiederkehren, so scheint die »Bewegung« der Funken zunächst äußerst rasch zu verlaufen, zwischen den einzelnen Funkenbildern treten keine Ruhepausen ein, in denen die Netzhaut dunkel wird, das Ganze ist ein bloß intensives Auf- und Abschwellen der Lichtbilder. Nun betrachte man die Funken, allmählich mit den Augen nach oben oder seitwärts gehend, immer mehr im indirecten Sehen, dann scheinen sie sich successiv zu verlangsamen, während gleichzeitig jedes einzelne Aufleuchten (trotz großer Ausbreitung) klar und bestimmt von dem folgenden unterschieden wird, von dem es durch eine dunkle Pause getrennt ist.

1) Ein Versuch mit Hilfe des Stroboskops von controlirbarer Geschwindigkeit, in dessen Innenraum eine veränderliche Beleuchtungsquelle aufgestellt werden sollte, für die obigen Beobachtungen eine quantitative Bestimmung einzuführen, scheiterte an den unzureichenden experimentellen Hilfsmitteln.

Geht man mit den Augen wieder zurück, so nimmt die Zeitfolge der Funken genau mit der Abnahme der Dunkelpause und der Zunahme der Verschmelzung zu, und man glaubt im directen Sehen einen zeitlich, qualitativ und intensiv völlig andern Vorgang zu sehen. Die Täuschung ist so groß, dass ein Beobachter (Dr. Klp.) die Geschwindigkeit der direct gesehenen Funken auf das »4- bis 5fache« der indirect gesehenen schätzte und deshalb zweifelte, ob nicht die einzelnen Funken sich theilweise zu einem Eindruck summirten. Ich ließ ihn zählen und jeden zehnten Funken mit einem Klingelschlage begleiten, wobei sich zeigte, dass keine solche Summirung stattfand¹⁾.

Ganz andere Täuschungen des Zeiturtheils bewirkt ein Wechsel der Intensität der Schalleindrücke, der etwa durch einen plötzlich in eine längere Reihe schwächerer Hammerschläge eingeschalteten beträchtlich stärkeren Schlag hervorgebracht wird. Das Intervall vor dem intensiven Schlage wird scheinbar verkürzt, das nachfolgende verlängert, dabei fasst man rhythmisch die Eindrücke um den intensiven Schall zusammen, so dass den meisten Beobachtern der vorausgehende schwächere als ein kurzer Vortakt, der spätere als Beginn einer neuen Taktreihe nach einer »Pause« erscheint. Lässt man in einer continuirlich weiter gehenden Schallreihe (von gleichen Intervallen = 0,3 bis 0,4) einen durch Intensitätswechsel hergestellten Rhythmus z. B. $\overset{1}{1} \overset{2}{2} \overset{3}{3}$ in regelmäßigen Zeiträumen wiederkehren (z. B. nach 2, 4 oder 8 s), so ordnet der Beobachter das Ganze zu einer rhythmischen Reihe, in der meist ein intensiver Schlag als erster der Reihe gehört wird, und die übrige Reihe durch secundäre (z. Th. subjective) Betonungen der verschiedensten Art gegliedert wird zu einem rhythmischen Ganzen, bei dem durch den Betonungsrhythmus jedesmal auch entsprechende

1) Hiergegen kann aus den Fick-Kirschmann'schen Versuchen über Helligkeitsempfindung im indirecten Sehen natürlich nicht gefolgert werden, dass die Intensität der Funken im indirecten Sehen zunehmen, also die scheinbare Schnelligkeit der Aufeinanderfolge wachsen müsse. Da es ja lediglich der Verschmelzungseffect bezw. die Art des Abklingens der intensiven Empfindungen ist, was den Schein rascherer Aufeinanderfolge erzeugt, und es jedenfalls das raschere Abklingen der Funken (und die dunkle Pause) auf der seitlichen Netzhaut ist, was umgekehrt den Schein größerer Zeitintervalle hervorbringt. Vergl. Kirschmann, Phil. Stud. V, S. 485.

zeitliche Verschiebungen der Eindrücke gehört werden. Die zeitlichen Verschiebungen (subjectiven Verkürzungen und Verlängerungen der Intervalle) sind dabei ganz und gar von dem Rhythmus bestimmt. So hörte ich selbst, wenn in eine Reihe von 6 Schalleindrücken (Intervalle = 0,33 s) der Rhythmus $\acute{1} \ 2 \ \acute{3}$ in gleichmäßiger Wiederkehr eingeschaltet war, stets den Rhythmus $1 \ 2 \ \acute{3} \ 4 \ \acute{5} \ 6$, wobei die Intervalle vor 5 und nach 6 am längsten, die Intervalle vor 3, nach 3 und nach 5 am zweitlängsten erschienen, während Beobachter Dr. K. den Rhythmus $\acute{1} \ 2 \ 3 \ 4 \ \acute{5} \ 6$ und infolge dessen die »Pause« (wie er sich ausdrückte) vor 1 und nach 6 als das längste Intervall, die Zeit vor 5 als die zweitlängste, die Zeiten nach den betonten Eindrücken (1 und 5) als die drittlängsten und die Intervalle zwischen den schwachen Schlägen (2 3 und 4) als die kürzesten hörte. Aehnliche Versuche mit demselben Resultat machte ich mit Herrn Gale. Es lässt sich aus diesen Vorversuchen jedenfalls feststellen, dass in der Empfindungsintensität und in dem Intensitätswechsel zwei Empfindungsfactoren gegeben sind, die unsere Zeitschätzung beeinflussen. Ihre eigenthümliche Wirkungsweise werden wir im Folgenden näher zu untersuchen haben.

Um über die Unsicherheit der bloßen Aussage der Selbstbeobachtung hinauszukommen, ging ich in allen folgenden Versuchen zu einem quantitativen Bestimmungsverfahren über. Die Principien dieses Verfahrens mögen hier ausführlicher dargestellt werden. Es ist 1) unerlässlich, zum Zwecke genauerer Bestimmung von Abnormitäten der Zeitschätzung, streng unwissentliche Verfahrensweisen mit unregelmäßiger Veränderung der *VZ* zum Ausgangspunkt zu machen und wissentliche höchstens vergleichsweise heranzuziehen. 2) Jede Veränderung der Urtheilsbedingungen ist indirect durch quantitative Bestimmungen zu constatiren. Der Werth dieser quantitativen Bestimmungen liegt lediglich in der Sicherheit, mit der die Phänomene ihrer qualitativen Seite nach erkannt werden. Soll z. B. die Wirkung untersucht werden, welche die Verstärkung des ersten von drei Schalleindrücken auf die Abschätzung ihrer Intervalle hat, so kann die einfache Aussage des Beobachters wegen der Mitwirkung associativer Vorstellungen, ferner wegen der Erschwerung des Vergleichens, die durch den Intensitätswechsel herbeigeführt wird, sehr verschieden ausfallen. (Man

vergleiche in dieser Hinsicht die Beobachtungen von Mehner und mir mit den entsprechenden von Schumann¹⁾.) Insbesondere wird dies der Fall sein, wenn man nur das Gleichheitsverhältniss der Intervalle, oder der Gleichheit nahe liegende Fälle beurtheilen lässt. Verändert man dagegen die *VZ* sprungweise in beträchtlichen Unterschieden, so tritt für den Beobachter an Stelle der unsicheren Beurtheilung des Gleichheitsfalles die sichere Beurtheilung der großen Unterschiede. Ferner werden für den Experimentator die etwaigen constanten Fehler der Schätzung ohne weiteres ersichtlich, indem eine beträchtliche objective Vergrößerung der *VZ* durch die subjective Vergrößerung der *NZ* compensirt wird, und also eine Zeitlang das Gleichheitsurtheil bez. das Urtheil »kleiner« bei Vergrößerung von t_1 constant bleiben muss, während das Urtheil »größer« erst bei sehr bedeutender Vergrößerung constant wird.

3) Man gewinnt in den so erhaltenen Zahlen Maßbestimmungen für das Quantum der subjectiven Vergrößerung, und erst hiermit ist man im Stande, den qualitativen Verhältnissen der Zeitschätzung gerecht zu werden. Insbesondere kann bei Einführung neuer oder Veränderung bisher schon verwendeter Factoren ein Einblick in die Bedingungen gewonnen werden, von denen die Ueber- oder Unterschätzung abhängt, durch welche sie quantitativ zu- oder abnimmt, und so allein kann man hoffen, einen unzweideutigen Einblick zu gewinnen in die Ursachen der verwickelten Phänomene der abnormen Zeitschätzung.

4) Hiermit kann zugleich ein weiterer Mangel vermieden werden, dem die bisherigen qualitativen Zeitsinnversuche vielfach ausgesetzt waren. Für alle die Zeitwahrnehmung verändernden Einflüsse bestehen ganz bestimmte Intervallgrößen, bei denen sie wirksam sind, in anderen verschwinden sie. Bisweilen kehrt sich eine bestimmte Zeittäuschung bei Veränderung der Größe der Intervalle unter sonst gleichen Bedingungen in ihr Gegentheil um. Diese Veränderungen der Zeitphänomene nach der Größe der Intervalle bilden aber wiederum eines der wichtigsten Hilfsmittel zur richtigen Deutung der Erscheinungen. Indem man nun die quantitativen Bestimmungen einer und derselben Erscheinung

1) Phil. Stud. II, S. 550. VIII, S. 495. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. IV, S. 41 und 66.

von Intervall zu Intervall fortsetzt, gelangt man auf diese Weise zu einer von den besonderen Bedingungen der gerade gewählten Intervallgröße unabhängigen Bestimmung der gesuchten Ueber- oder Unterschätzung. 5) Die quantitative Bestimmung geschieht nun, indem sprungweise ganz unregelmäßig mit Verkleinerung und Vergrößerung der *VZ* gewechselt wird. Dabei werden diejenigen Unterschiede, bei denen das Urtheil »kleiner« und »größer« constant zu werden beginnt, am häufigsten eingestellt. Man gewinnt auf diese Weise drei Zahlengruppen, mittelst deren die Feststellung des constanten Schätzungsfehlers geschehen könnte. Der Werth, bei welchem das Urtheil »größer« constant wird, kann z. B. direct als Maß der subjectiven Vergrößerung, indirect als Maß der subjectiven Verkleinerung der *NZ* gedeutet werden, umgekehrt ist der Werth zu deuten, bei welchem das Urtheil »kleiner« constant wird. Eine dritte Bestimmung desselben Thatbestandes scheint das Gleichheitsurtheil geben zu müssen. Besteht z. B. subjective Vergrößerung der *NZ*, so müssten die eingestellten Vergrößerungen, bei denen sich die Gleichheitsurtheile am meisten häufen, diejenige objective Größe der *VZ* anzeigen, bei welcher subjective Gleichheit beider Intervalle vorhanden ist. Indem man den absoluten und relativen Werth dieser objectiven Vergrößerung als Maß der subjectiven Vergrößerung betrachtete, würde man daraus eine Zahlenbestimmung der Ueberschätzung gewinnen können. Allein die Verwendung der Gleichheitsurtheile zu einer solchen Maßbestimmung ist unmöglich. Denn 1) geben die Beobachter eine äußerst geringe Zahl von Gleichheitsurtheilen ab: es kam nicht selten vor, dass in den ersten 50—60 Versuchen mit derselben *NZ* nur Unterschiedsurtheile abgegeben wurden¹⁾. 2) Wo das Gleichheitsurtheil abgegeben wird, ist es stets reines Verlegenheitsurtheil, und daher kommt es, dass

1) Hierin zeigt sich vielleicht, dass auch diese Methode nicht ganz frei von Erwartungseinflüssen ist. Indem naturgemäß die der scheinbaren Gleichheit naheliegenden Unterschiede viel seltener eingestellt werden, macht sich der Beobachter weit mehr auf Unterschiede als auf das Gleichheitsverhältniss gefasst. Dazu kommt freilich als weitere Ursache, dass bei der disparaten Natur der Intervalle ein wirkliches Gefühl von Gleichheit derselben fast niemals vorhanden ist. Ich bemerke übrigens, dass man auf diese Weise in den absoluten Zahlen natürlich ein vergrößertes Bild der Fehlschätzung erhält.

sich 3) die Gleichheitsurtheile in vollkommen unregelmäßiger Weise über die ganze Scala der Unterschiede zerstreuen und sich also schon deswegen in keiner Weise zu einer quantitativen Bestimmung benutzen lassen. Man kann daher die Ueber- oder Unterschätzung nur durch die Lage der Unterschiedsurtheile bestimmen, und hier benutzte ich den Zahlenwerth, bei welchem 1) das Urtheil »kleiner« (bez. »größer«) in den ersten 6 Versuchen richtig abgegeben wurde, und von dem an 2) keine Fehlurtheile (d. h. Gleichheits- und Unterschiedsurtheile entgegengesetzter Richtung) mehr vorkamen, als Maß der subjectiven Ueber- oder Unterschätzung. Die Zahl 6 ist natürlich rein willkürlich gewählt. Ich begnügte mich mit 6 richtigen Urtheilen wegen der beträchtlichen Größe der meisten Fehlschätzungen und wegen der Sicherheit, die die große Zahl und Kleinheit der Differenzen gewährte¹⁾. (Ich stellte bei den qualitativen Versuchen meist nur den zweiten Theilstrich ein, wobei die Differenz $\frac{1}{90}$ bis $\frac{1}{60}$ s betrug, je nach der Regulirung des Uhrwerks). Ein Verfahren wie dieses hat selbstverständlich mit einer Schwellenbestimmung nichts gemein, es will nichts weiter sein als eine Sicherung und Vergleichbarmachung der Aussagen der inneren Wahrnehmung der jeweils eingeführten Störungen. Die Abnormität der Zeitschätzung unter dem Einfluss der im Folgenden eingeführten Empfindungsveränderungen tritt zwar überall deutlich genug hervor, verlangt jedoch Normalversuche, die als Vergleichsmaßstab dienen können. Es wäre das Ideale gewesen, an allen zu jeder gelegentlichen Versuchsreihe herangezogenen Beobachtern solche Normalversuche anzustellen. Die Erfüllung dieser Aufgabe war bei der Menge der verwendeten Versuchspersonen und der zu einer Sicherung der Normalversuche bei dieser Methode unerlässlichen Häufung der Versuchszahlen unmöglich. Ich begnüge mich daher, die bei zwei der am meisten verwendeten Beobachter angestellten Normalversuche mitzuthemen, von denen Sm. (Tabelle B) als Typus der Zeitschätzung mit unmittelbarer Wiederholung, Rky. (Tabelle A) als Typus der Schätzung mit einer Zwischenzeit (von 2 s) dienen

1) Bei allen späteren Versuchen steigerte ich die Zahl der Versuche bis 10 auf die Differenz. Bisweilen stellte ich jede einzelne Differenz ein. Ich halte das Einhalten zahlreicher Differenzen mit weniger Versuchszahlen für richtiger bei den qualitativen Versuchen als die Häufung von Zahlen auf wenige Differenzen.

möge. Die Methode der Versuche ist genau die im vorigen angegebene (unwissentliche) Methode unregelmäßiger Variation der Unterschiede, nur dass hier bis $0,6 s$ jeder Theilstrich des Apparates eingestellt wurde (von da ab der zweite) und auf jede Differenz bei Sm. 15, bei Rky. bis jetzt annähernd 20 Versuche kamen. Indem ich diese (sowie ähnliche Versuche an weiteren Beobachtern) zur Bestimmung der U.-E. bei Intervallvergleichen benutze, ergeben sich dabei außer den zu einer Schwellenbestimmung brauchbaren Werthen auch diejenigen Differenzen, in denen die Unterschiedsurtheile constant werden, und die ich als die Mercklichkeitswerthe bezeichnen will. Sie mögen als einigermaßen sicherer Anhaltspunkt für die Beurtheilung der im Folgenden dargestellten abnormen Zeitschätzungen dienen. Es handelt sich freilich in den meisten derselben um Abnormitäten, zu deren Erkennung die Erfahrungen des täglichen Lebens vollkommen ausreichen. Diese Mercklichkeitswerthe führe ich in den absoluten und relativen Zahlen in den Rubriken *a Kl* bis *r Gr* (= absolute und relative Vergrößerung u. s. w.) an, die relativen Werthe sind aus den Kreisgradzahlen berechnet. Eine quantitative Bestimmung, wie sie die folgenden Versuche erstreben, unterliegt nun gewissen natürlichen Beschränkungen. Viele für die Zeitschätzung charakteristische Abnormitäten können mit der durch die quantitative Bestimmung unzertrennlich verbundenen Einübung und Gewöhnung der Beobachter an bestimmte Schätzungsverhältnisse vermindert werden¹⁾. Andererseits tritt manchmal eine abnorme Steigerung der Täuschung ein. Der Beobachter adaptirt sich scheinbar an die Abnormität und sein Urtheil zeigt allmählich eine Größe des constanten Fehlers, die den Anfangsurtheilen gar nicht mehr entspricht. So zeigte z. B. Beobachter Sm. das unverminderte Fortbestehen einer Täuschung bei $3,0 s$, die bei andern Beobachtern schon bei $1,0 s$ verschwunden war. Er selbst erklärte, von dem Einfluss der untersuchten Störung sich nicht mehr los machen zu können. In diesem Falle kann man häufig nichts anderes thun, als die Ergebnisse mehrerer Versuchs-

1) Die Bemerkung Phil. Stud. VIII, S. 454 konnte sich natürlich nur auf meine bis dahin gemachten Erfahrungen beziehen. Es gibt in der That Zeit-täuschungen, die durch keine Uebung vermindert werden, und dass solche vorkommen, genügt vollkommen als Grund gegen das einheitliche Zeitmaß.

stunden neben einander stellen und die Veränderungen des Phänomens unter dem Einflusse der Uebung constatiren. Trotz dieser Schwierigkeiten glaube ich, dass die Vortheile einer solchen quantitativen Bestimmung die Mängel derselben überwiegen, jedenfalls

Tabelle A.

Rky.

<i>NZ</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>
0,1	0,015	0,022	0,16	0,22
0,2	0,011	0,015	0,055	0,083
0,3	0,011	0,015	0,037	0,055
0,4	0,011	0,022	0,027	0,055
0,5	0,015	0,022	0,033	0,044
0,6	0,022	0,015	0,037	0,027
0,8	0,038	0,027	0,048	0,034
1,0	0,055	0,044	0,055	0,044

Tabelle B.

Sm.

<i>NZ</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>
0,1	0,015	0,033	0,166	0,33
0,2	0,011	0,027	0,055	0,138
0,3	0,011	0,027	0,037	0,092
0,4	0,011	0,033	0,027	0,083
0,5	0,027	0,027	0,055	0,055
0,6	0,038	0,044	0,064	0,074
0,8	0,044	0,044	0,055	0,055
1,0	0,050	0,033	0,050	0,033

bildet sie das einzige Mittel, die Aussagen der Selbstbeobachtung in verschiedenen Fällen vergleichbar zu machen und den psychologischen Thatbestand in einem möglichst unwissentlichen Verfahren unmittelbar aufzusuchen. Man hat sich ferner zu vergegenwärtigen, dass es unrichtig wäre, den Zahlen einen rein quantitativen Sinn unterzulegen. Es kann gar nicht davon die Rede sein, dass, wenn wir z. B. eine subjective Vergrößerung der *NZ* durch Vergrößerung der *VZ* compensiren, die gewonnene Maßzahl einfach das Quantum subjectiver Vergrößerung der *NZ* ausdrücke, dass damit lediglich bestimmt sei: so und so viel erscheint uns die *NZ* länger als die *VZ*. In Wahrheit kommt in erster Linie die qualitative Verschiedenheit der beiden Intervalle darin zum Ausdruck. Es wird daher bei einer solchen Bestimmung immer erst einer theoretischen Discussion darüber bedürfen, was wir aus den Zahlen eigentlich lesen können. Lässt man z. B. eine ausgefüllte und eine leere Zeitstrecke vergleichen, so erscheint die ausgefüllte unter gewissen Bedingungen größer als die leere, der Beobachter versichert in diesem Falle aber stets, dass er das Bewusstsein habe, zwei ganz disparate Thatbestände vergleichen zu müssen: die ausgefüllte Zeit macht den Eindruck der Fülle, die leere den der Aermlichkeit, und die Vergrößerung der leeren Zeit muss zugleich jenen Eindruck der Fülle compensiren. Tritt also nach beträchtlicher Vergrößerung der Vergleichszeit das Urtheil »gleich« ein, so ist die leere Zeit nicht etwa damit von derselben quantitativen Länge geworden, wie die Normalzeit, sondern sie hat subjectiv ihrerseits den Charakter einer erlebnissreicheren Zeit bekommen, wodurch sie nunmehr der Fülle der *NZ* die Wage hält. Daraus folgt aber weiter, dass auch die Vergrößerung oder Verkleinerung der variirten Zeit psychologisch nicht bloß die Bedeutung einer quantitativen Zu- oder Abnahme hat, sondern dass zugleich durch die qualitative Veränderung der psychischen Vorgänge, welche die Perception dieser Vergleichszeit begleiten, ein qualitatives Aequivalent für den Eindruck der Normalzeit hergestellt wird.

Nach den obigen Bemerkungen sind nun die folgenden Tabellen so zu verstehen. Ich betrachte z. B. als das Maß einer subjectiven Vergrößerung der *NZ* unter Voraussetzung der Veränderung und Beurtheilung von t_1 denjenigen absoluten Zahlenwerth, bei welchem

das Urtheil »größer« zuerst in der angegebenen Weise constant wird. Er ist unter der Rubrik *aGr* aufgeführt. Als Controlwerth hierfür prüfte ich denjenigen Werth, bei welchem das Urtheil »kleiner« constant wird, und wenn die subjective Vergrößerung eine sehr beträchtliche war, begnügte ich mich damit, festzustellen, dass der erste eingestellte Verkleinerungswerth ($t_1 = NZ - 0,011 s$) constant als »kleiner« beurtheilt wurde, um auf diese Weise die vollzählige Einstellung einiger Mittelwerthe zu sparen. Die zweite Rubrik der Tabelle bringt daher unter *aKl* denjenigen Werth, der als Controlbestimmung für den Gang des Urtheils »kleiner« gilt. Es bedeutet z. B. $aKl = 0,011$, dass der erste eingestellte Verkleinerungswerth und alle auf ihn folgenden sofort constant als kleiner beurtheilt wurden, und $aKl = 0,055$ deutet z. B. eine Abnahme des erwähnten Schätzungsfehlers an. In den ersten beiden Rubriken führe ich die betreffenden absoluten Maße in Secundentheilen auf, in der dritten und vierten die entsprechenden relativen Maße, die aber der Genauigkeit halber nicht aus jenen absoluten Zahlen der Tabelle berechnet sind, sondern aus den ihnen entsprechenden Gradzahlen der Scala des Zeitsinnapparates. Alles Uebrige ist aus den Tabellen verständlich¹⁾. Alle Zahlenwerthe bedeuten Secundentheile.

Es erübrigt schließlich noch eine Bemerkung über die Einübung der Beobachter. Maximale Einübung halte ich bei diesen rein qualitativen Versuchen für kein unbedingtes Erforderniss. Es ist sogar unter Umständen besser, die Feststellung eines qualitativen Thatbestandes an einem ganz ungeübten Beobachter vorzunehmen. Auch in dieser Hinsicht sind Versuche zur Erforschung qualitativer Verhältnisse unter ganz andere Gesichtspunkte zu stellen, als die rein messenden Versuche über die Unterschiedsempfindlichkeit. Man hat dann aber die Verpflichtung über den Uebungszustand

1) Man hat dabei zu beachten, dass der Sinn dieser Bestimmungen sich ändert, wenn (wie dies im Folgenden häufig geschehen wird) nicht t_1 , sondern t variirt, wohl aber t_1 beurtheilt wird. Herrscht z. B. wiederum subjective Vergrößerung der *NZ* vor, so wird das Urtheil »kleiner« sofort constant werden, wenn t vergrößert wird und die absolute Verkleinerung von t (welche eingestellt werden kann, bis das Urtheil »größer« constant wird) drückt jetzt das Maß der subjectiven Vergrößerung von t selbst aus.

der Beobachter jederzeit genaue Angaben zu machen. Bei den folgenden Versuchen hatten die Beobachter Gale, Kiesow, Smith maximale Fertigkeit; sie waren ein ganzes Semester hindurch schon anderweitig in Zeitschätzungen geübt worden, während Rostosky, Heller, Richter und Hupfer einen mittleren Grad von Fertigkeit besaßen. Es ist selbstverständlich, daß immer nur die Werthe desselben Beobachters unter einander vergleichbar sind. In dieser Hinsicht bereitete mir die große Zahl der zu behandelnden Fälle die Schwierigkeit, dass ich die Versuche auf mehrere Versuchspersonen vertheilen musste. Wo es von Wichtigkeit war, die quantitativen Bestimmungen verschiedener verändernder Einflüsse zu vergleichen, habe ich stets denselben Beobachter verwendet, oder wenigstens einige Controlversuche gemacht zur Feststellung individueller Abweichungen. Im übrigen genügte hier meist die Constatirung der Thatsache der Ueber- oder Unterschätzung als solche, und diese konnte auch an verschiedenen Beobachtern erfolgen.

Für die äußere Veranstaltung der Versuche ist zu bemerken, dass die Beobachter in einem vom Versuchszimmer entfernten Raume des Gebäudes möglichst in derselben Stellung vor dem Hammer saßen, der durch einen Pappschild vor ihnen verdeckt war, später verwendete ich wegen der Lichtreize das Dunkelzimmer. Bei Versuchen mit bloß gesehenen Funken wandte ich anfangs Antiphone oder sonstige Verschließung des Ohres an; da alle diese Hilfsmittel sehr lästig sind, so ließ ich mir einen schalldichten Kasten machen aus festgefugtem Holz, dessen vordere Wand zunächst durch eine in Filzschienen laufende Glasscheibe verschlossen war. Ueber dieser befestigte ich in 1 cm Entfernung eine zweite Glasscheibe. Auf diese Weise waren die Funken des in dem Kasten befindlichen Funkenziehers, selbst wenn man das Ohr in unmittelbare Nähe der äußeren Scheibe brachte, vollkommen unhörbar¹⁾.

1) Um sehr zeitraubende Wiederholungen zu vermeiden, werde ich bei der Darstellung der Versuche über den Einfluss der Intensität und des Rhythmus auf die Zeitschätzung folgende Abkürzungen gebrauchen: t ist die Normalzeit, t_1 die Vergleichszeit. Normalzeit und Vergleichszeit werde ich wie bisher mit NZ und VZ , die Zwischenzeit oder Pause zwischen beiden mit ZZ bezeichnen. Die Schalleindrücke, welche die Intervalle begrenzen, gebe ich stets durch Zahlen

Nach diesen Principien veranstaltete ich folgende Versuche¹⁾.

1. Versuch: Das erste Intervall wird von den gedämpften Schlägen des ersten Hammers, das zweite von den intensiveren Schlägen des zweiten Schallhammers begrenzt (ZZ 2,0 s).

Tabelle I.

Schema: 1 2 — 3 4. Rky.

<i>NZ</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>
0,1	0,011	0,033	0,11	0,33
0,2	0,022	0,050	0,11	0,25
0,3	0,022	0,055	0,09	0,16
0,5	0,011	0,055	0,022	0,11
0,8	0,033	0,077	0,041	0,097
1,0	0,055	0,044	0,055	0,044

Die Tabelle zeigt als Ergebniss des Versuchs, dass die von den intensiven Schalleindrücken begrenzte Zeit beträchtlich kleiner erscheint als die von den schwächeren begrenzte. Das relative Maß

an; die Zahlen »1 2 3« bezeichnen also zwei Intervalle, die von drei Schalleindrücken begrenzt werden (also ohne ZZ mit unmittelbarer Wiederholung). »1 2 3 4« bezeichnen drei Intervalle von gleicher Länge, bez. eine gleich lange *NZ* und *VZ* mit gleicher *ZZ*. Die zeitlichen Unterschiede der Intervalle gebe ich durch wagerechte Striche an, »1 2 — 3 4« bezeichnet also, dass bei gleicher *NZ* und *VZ* eine längere *ZZ* angewandt wird; 1 2 — 3 bezeichnet, dass bei unmittelbarer Wiederholung des zweiten Intervalls dasselbe länger ist als das erste, bez. 1 — 2 3, dass das erste länger ist, als das zweite. Die Intensitätsunterschiede der Schalleindrücke bezeichne ich durch Accente über den Zahlen: $\acute{1} 2 3$ bezeichnet z. B., dass der erste, $1 2 \acute{3}$, dass der dritte Schalleindruck objectiv verstärkt wird. Werden mehrere Intensitätsstufen eingeführt, so bezeichne ich den niederen Intensitätsgrad durch den Gravis $\grave{}$ über der betreffenden Zahl, $\acute{1} 2 3 \grave{4}$ bezeichnet also eine von vier Schalleindrücken begrenzte Aufeinanderfolge drei gleicher Intervalle, bei welcher der erste Eindruck den höheren, der vierte den geringeren Grad der Schallverstärkung erfahren hat.

1) Ich bemerke ausdrücklich, dass ich sowohl diese wie die rhythmisch-ästhetischen Versuche des nächsten Paragraphen schon im Sommersemester 1892 begonnen und zum größten Theile vollendet habe.

der Verkleinerung rKl zeigt, dass die subjective Verkleinerung am stärksten ist bei den kleinsten Zeiten 0,2 und 0,3 s. Nach der Aussage des Beobachters ist es die starke Schallverschmelzung der intensiveren Schläge, welche die scheinbare Zeitverkürzung bewirkt. Damit stimmt überein, dass die Erscheinung bei größeren Zeiten verschwindet und bei 1,0 s das normale Verhältniss der Mercklichkeitswerthe in den Versuchszahlen hervortritt. Dass die Erscheinung bei 0,1 s nicht wesentlich zunimmt, liegt daran, dass hier durch Summation der Empfindungen die Intensität sich bedeutend steigert, und der Nachhall mitgeschätzt wird, indem die Schalleindrücke nicht mehr als ein eigentliches Intervall, sondern als eine einzige Empfindung mit zwei intensiven Anschwellungen erscheinen. Das Ergebniss entspricht also dem ersten Vorversuch: Die längere Reihe intensiver Schläge erschien schneller als die schwächere Reihe.

2. Versuch: Die von intensiven Schalleindrücken begrenzte Zeit geht voran, die von schwächeren begrenzte folgt. Alles übrige wie vorher. Tabelle II, Schema 1 2 — 3 4. Das Maß der Verkleinerung der zweiten von den schwachen Eindrücken begrenzten Zeit muss jetzt als Beweis der subjectiven Verkleinerung der intensiv begrenzten Zeit dienen¹⁾.

Tabelle II.

Schema 1 2 — 3 4.

Rky.

Hpfr.

<i>NZ</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>
0,1	0,033	0,050	0,33	0,50	0,033	0,055	0,33	0,55
0,2	0,011	0,061	0,05	0,305	0,011	0,061	0,05	0,305
0,3	0,011	0,066	0,037	0,22	0,011	0,055	0,037	0,185
0,5	0,038	0,088	0,077	0,17	0,050	0,083	0,10	0,166
0,8	0,050	0,088	0,062	0,11				

1) Die Ausdrücke Ueber- und Unterschätzung sind nicht unzweideutig. Ich spreche von Uberschätzung der Normalzeit und Unterschätzung der VZ , wenn die untere Unterschiedsschwelle kleiner, die obere größer ist. Denselben Thatbestand drücke ich aus durch die Bezeichnung subjective Vergrößerung der NZ und subjective Verkleinerung der VZ .

Die Tabelle zeigt scheinbar ein dem vorigen entgegengesetztes Resultat. Fast überall überwiegt die Möglichkeit, die zweite Zeit objectiv zu vergrößern. Es muss also t subjectiv größer erschienen sein. Genauer betrachtet zeigen die Zahlen zwei ganz verschiedene Erscheinungen. Bei den kleinsten Werthen kämpfen offenbar zwei Einflüsse mit einander. Es macht sich nach den Aussagen der Beobachter bald die Schallverschmelzung in ihrer verkürzenden Wirkung geltend, daneben aber erscheint unter der Einwirkung des Contrastes gegen die vorausgehende intensiv begrenzte Zeit die zweite Zeit ärmlicher als die Normalzeit, wodurch ein associativer Factor Einfluss auf die Schätzung gewinnt. Bei 0,2 und 0,3 s herrscht die subjective Vergrößerung der NZ vor; von 0,5 s an macht sich allmählich das normale Verhältniss der Mercklichkeitswerthe geltend (vergl. die Normalversuche). Der Vergleich mit Tabelle I zeigt, dass die subjective Vergrößerung der NZ wesentlich der Zeitlage verdankt wird. Geht also die intensiv begrenzte Zeit voran, so wird sie subjectiv vergrößert, kommt sie nach, so wird sie subjectiv verkleinert. Es ist nach der Aussage der Selbstwahrnehmung die stärkere Beschäftigung der Aufmerksamkeit, welche diese eigenthümliche Wirkung hervorbringt. Die Thätigkeit der Aufmerksamkeit ist eine andere bei der NZ wie bei der VZ . Alle störenden und ablenkenden Factors, die man bei Zeitsinnversuchen anbringt, haben eine ganz andere Wirkung, wenn sie bei der Normalzeit angebracht werden, wie wenn sie während der Vergleichszeit stattfinden. Die Ausfüllung einer Zeitstrecke wirkt innerhalb gewisser Grenzen subjectiv vergrößernd, wenn sie während der NZ stattfindet; wird dagegen die VZ ausgefüllt, so ist die vergrößernde Wirkung oft kaum spürbar (vergl. die Versuche von Stanley-Hall: Mind XI, S. 62). Diese eigenthümliche Wirkungsweise der Aufmerksamkeit kann erst im Folgenden näher erklärt werden. Die beiden Tabellen zeigen ferner, wie wichtig es ist, jede die Zeitschätzung verändernde Bedingung durch mehrere Intervalle zu verfolgen. Von 0,8 s an fängt die Erscheinung an, sich zu verlieren, während die vorausgehenden intensiveren Eindrücke aber noch bei 0,8 s eine störende Wirkung geltend machen, ist bei der umgekehrten Zeitlage hier schon annähernd das normale Verhältniss der Schwellen sichtbar.

Der folgende Versuch beschäftigt sich mit dem Einfluss des

Wechsels intensiverer und schwächerer Eindrücke auf die Zeitschätzung bei unmittelbarer Aufeinanderfolge der Intervalle.

3. Versuch: Das erste Intervall wird von zwei intensiven, das zweite von einem gedämpften Schalleindruck begrenzt, Tabelle III. Schema: 1' 2' 3.

Tabelle III.

Schema: 1' 2' 3.

Ksw. a) t_1 verändert.Ksw. b) t verändert.G. t_1 verändert.

NZ	a Kl	a Gr	r Kl	r Gr	a Kl	a Gr	r Kl	r Gr	a Kl	a Gr	r Kl	r Gr
0,2	0,055	0,011	0,27	0,05	0,015	0,044	0,083	0,22	0,066	0,015	0,33	0,083
0,4	0,066	0,011	0,16	0,027	0,050	0,044	0,125	0,055	0,055	0,015	0,13	0,091
0,6	0,055	0,038	0,092	0,064	0,038	0,022	0,064	0,037	0,044	0,22	0,074	0,037

Die Tabelle zeigt eine entschiedene Tendenz zu subjectiver Verkleinerung der intensiv begrenzten Zeit. Sie ist am größten bei dem kleinsten Werth 0,20 s, hält sich eine Zeitlang in den absoluten Zahlen, verschwindet aber schon bei 0,6 s. Gerade dieser Umstand weist darauf hin, dass es sich bei der Verkürzung um eine specielle Wirkung der Intensität bei kleinsten Intervallen handelt, dass sie also wahrscheinlich durch Schallverschmelzung bez. durch die Art des Abklingens oder des Nachhalls herbeigeführt wird. Die Richtigkeit dieser Deutung beweist der folgende Versuch. Er ging aus der Ueberlegung hervor, dass die Wirkung der Verschmelzung sich anders äußern müsse, wenn das vorangehende intensiv begrenzte Intervall variirt wurde, indem dessen Vergrößerung die Schallverschmelzung rascher aufhebt durch die zeitliche Entfernung der beiden Schalleindrücke von einander. Tabelle III b) derselbe Beobachter. Schema: 1' 2' 3. t wird verändert. Es muss also jetzt die Möglichkeit beträchtlicher objectiver Vergrößerung von t , bis das Urtheil » t_1 kleiner« constant wird, als Beweis der subjectiven Verkleinerung von t selbst gelten, weil der Einfluss der subjectiven Verkleinerung der ersten Zeit durch Vergrößerung ihrer selbst compensirt wird.

Die Wirkung der Veränderung von t tritt so schlagend hervor, dass sie kaum der Erläuterung bedarf. Es kommt hierbei freilich nach Aussage des Beobachters noch ein anderer Factor zur Geltung. Bei Gleichstellung der Schalleindrücke hört man einen ausgeprägten Rhythmus, in welchem 1 und 2 wie ein einziger kräftiger Vorschlag klingen, auf den 3 nach einer gewissen Pause folgt. Indem durch die Vergrößerung von t dieser Rhythmus rascher aufgehoben wird, als durch die Vergrößerung von t_1 , verschwindet damit schneller die scheinbare Verkürzung von t .

4. Versuch: Das erste Intervall beginnt mit einem schwachen, schließt mit einem starken, das zweite Intervall schließt ebenfalls mit einem starken Schalleindruck. Schema: 1 $\acute{2}$ $\acute{3}$, Tabelle IV. Um den Einfluss der Schallverschmelzung möglichst rein zu Tage treten zu lassen, wird das erste Intervall verändert. (Natürlich wird auch in diesem Falle das zweite Intervall beurtheilt, damit der Unterschied der Urtheilsrichtung nicht unnöthig complicirende Bedingungen einführe. Ueber die Wirkung, welche die Veränderung der ersten Zeit an sich auf das Urtheil hat, kann ich mich erst später äußern, es genüge hier die Bemerkung, dass ich sie niemals so bedeutend fand, dass sie die Resultate der hier geschilderten Versuche beeinträchtigen könnte, da der Beobachter stets t als Normalzeit betrachtet.) Es dient also jetzt die objective Verkleinerung der ersten Zeit als Kriterium der subjectiven Verkleinerung der zweiten Zeit, indem durch die objective Verkleinerung der ersten Zeit die subjective Verkleinerung von t_1 compensirt wird.

Tabele IV.

Schema 1 $\acute{2}$ $\acute{3}$. Ge.

<i>NZ</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>
0,1	0,044	0,022	0,44	0,22
0,2	0,066	0,011	0,33	0,05
0,4	0,115	0,011	0,29	0,027
0,6	0,055	0,072	0,092	0,12
1,0	0,017	0,11	0,077	0,11

Die Tabelle zeigt wiederum die Tendenz zur subjectiven Verkleinerung der intensiv begrenzten Zeit und zwar diesmal noch in weit verstärktem Maße. Der Einfluss der Zeitlage, welcher bei demselben Phänomen unter Anwendung einer Zwischenzeit (Tabelle I und II) so entscheidend war, ist hier also auch vorhanden: Die subjective Verkleinerung des intensiv begrenzten Intervalls ist eine geringere, wenn dasselbe vorangeht.

Wesentlich anders werden sich die Verhältnisse gestalten, wenn entweder nur ein intensiver Schall eingeführt wird, oder wenigstens zwei von einander durch einen schwächeren Schall getrennte intensive Empfindungen verwendet werden. Die Wirkung der Empfindungsintensität kann sich jetzt auf keinen Fall mehr als Schallverschmelzung äußern, wohl aber können drei neue Factoren in Wirksamkeit treten, deren Einfluss auch schon in den vorigen Versuchen spürbar gewesen sein muss, die ich aber erst hier erwähne, weil ihr Einfluss erst in den folgenden Versuchen mit Bestimmtheit hervortritt. Eine einzelne intensive Empfindung kann als solche von Einfluss auf die Zeitschätzung werden, indem sie rascher zu ihrem Maximum (der Intensität und Deutlichkeit) ansteigt, länger auf demselben verharrt, und möglicherweise langsamer (bez. mit einem wirklichen Nachhall) abklingt¹⁾. In erstgenannter Hinsicht kann sie sich am Anfang, in zweitgenannter am Schlusse eines Intervalls verlängernd geltend machen. Ferner kann die intensivere Empfindung mittelbar die Zeitschätzung beeinflussen, indem sie die Aufmerksamkeit stärker beschäftigt. Dass aber die Zeitschätzung von dem Maß der Aufmerksamkeitsspannung beeinflusst

1) Versuche über den zeitlichen Verlauf kurzer Geräusche und die Abhängigkeit desselben von der Intensität der Reizung existiren, so viel mir bekannt ist, noch nicht. Was nach den zahlreichen Versuchen über diese Verhältnisse bei Lichtempfindungen und Tönen etwa geschlossen werden kann, würde allerdings nur rascheres Ansteigen, längeres Verharren auf dem Maximum, wahrscheinlich aber rascheres Abklingen der intensiven Empfindung beweisen. Doch ist die Analogie zwischen den Zeitverhältnissen der Licht-, Ton- und Geräuschempfindungen eine zu gewagte, um derartige Folgerungen als zulässig erscheinen zu lassen. Vergl. die Versuche von Plateau, Poggend. Ann. 1830. S. 304 ff., Emsmann, Burkhardt und Faber, insbesondere auch Kunkel, S. Exner, Aubert u. s. w. Die Zeitveränderungen von Geräuschempfindungen unter dem Einfluss der Intensität werden sicherlich als sehr geringe aufzufassen sein. Deswegen können sie wahrscheinlich nur als secundäre Einflüsse berücksichtigt werden.

wird, ist schon nach den Erfahrungen bei den bisherigen Versuchen a priori anzunehmen. Sodann aber muss der Wechsel zwischen intensiven und schwächeren Empfindungen als solcher die Aufmerksamkeit beschäftigen, d. h. er kann die Aufmerksamkeit von dem rein zeitlichen Eindruck ablenken, und dadurch insofern eine indirecte Zeitschätzung herbeiführen, als nicht bloß der zeitliche Eindruck, sondern auch der Intensitätswechsel die Urtheilbildung beherrscht. Diese Art der Urtheilbildung vollzieht sich nun, wie es scheint, ausschließlich in der Form, dass der Rhythmus, welcher durch den Intensitätswechsel herbeigeführt wird, und der zunächst nur ein intensiver, ein Betonungsrhythmus ist, subjectiv stets zugleich als eine zeitliche Gliederung bestimmter Art erscheint, auf Grund deren wir, um ein Beispiel anzuführen, mit dem intensiven Rhythmus $\acute{1} \ 2 \ 3$ zugleich eine entsprechende zeitliche Gliederung der Eindrücke in der Form $1 - 2 \ 3$ wahrzunehmen glauben. Es ist endlich nicht abzuweisen, dass auch periphere und centrale Accommodation an die verschiedenen intensiven Eindrücke das Zeitbild verändernd beeinflussen. Wir haben von jetzt ab also zu sondern zwischen den Einflüssen der Empfindungsintensität auf die Zeitschätzung, die sich unmittelbar als Wirkungen der veränderten Empfindungszeit darstellen, und mittelbaren Einflüssen der Empfindungsintensität bez. des Wechsels derselben, die durch ihre Beziehungen zur Aufmerksamkeit und zum Rhythmus entstehen. Diese Gesichtspunkte werden bei den folgenden Versuchen in Betracht zu ziehen sein.

5. Versuch. Das erste Intervall wird von einem intensiven Schall begonnen, von einem schwächeren geschlossen, das zweite wird von einem intensiven Schall geschlossen. Alles übrige wie vorher. Erste Modification des Versuchs: Das erste Intervall wird verändert, das zweite beurtheilt. Schema $\acute{1} \ 2 \ \acute{3}$. (Tabelle V.) Da die Vergrößerung von t sofort richtig erkannt wird, dagegen t bedeutend verkleinert werden kann, ehe das Urtheil »kleiner« constant wird, so dient die objective Verkleinerung von t dazu, die subjective Vergrößerung zu compensiren. (Ich bemerke dazu, dass die Ausdrücke »subjective Vergrößerung« oder »Verkleinerung« nicht ohne weiteres durch die entgegengesetzten auf das andere Intervall bezogenen ersetzt werden können. Ich gebe sie so, wie

sie der Aussage des Beobachters jedesmal entsprechen, eine Entscheidung über die wirkliche Tendenz der subjectiven Veränderung kann natürlich nur durch den Vergleich mit den Normalversuchen gegeben werden.)

Tabelle V.
 Schema 1 2 3.

a) Hlr. t verändert. b) Hlr. t_1 verändert.

<i>NZ</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>
0,3	0,16	0,011	0,55	0,037	0,011	0,077	0,25	0,037
0,6	0,072	0,011	0,12	0,018	0,011	0,044	0,074	0,018
1,0	0,088	0,011	0,88	0,011	0,011	0,055	0,055	0,011

Die Tabelle zeigt eine beträchtliche subjective Vergrößerung der ersten Zeit. Ich schließe ohne Discussion sogleich den nächsten Versuch an. Zweite Modification des vorigen Schemas: Das zweite Intervall wird verändert und beurtheilt. Jetzt dient die Vergrößerung von t_1 dazu, die subjective Verlängerung von t zu compensiren. (Tabelle Vb).

Die Tabelle zeigt bei demselben Beobachter auffallend geringere Vergrößerungswerthe von t . Zur Erklärung dieses zweifachen Thatbestandes, nämlich einerseits jener durch die hier angeführte Verstärkung von 1 und 3 bewirkten scheinbaren Vergrößerung von t und sodann der schnelleren Abnahme der Vergrößerung bei Variation von t_1 , nehmen wir die oben aufgestellten Gesichtspunkte zu Hülfe. Es ist zunächst klar, dass man mit der bloßen Veränderung der Empfindungszeiten nicht auskommt. Zwar könnte 1 rascher ansteigend und daher t verlängernd gedacht werden, aber warum soll t_1 nicht ebenfalls durch die Zeitverhältnisse von 3 verlängert werden, nämlich durch die längere Dauer? Oder setzen wir etwa das Ende des zweiten Intervalls beim Beginn der dritten Empfindung und nicht bei ihrem Ende an? In diesem Falle würde allerdings beidemale das raschere Ansteigen (von 1 und 3) in demselben Sinne wirken, t würde verlängert, t_1 verkürzt. Aber keinesfalls

kann das die alleinige Ursache einer so großen scheinbaren Zeitveränderung sein. Vielmehr weist uns der zweite oben namhaft gemachte Thatbestand auf eine entscheidende Mitwirkung des Rhythmus zum Zustandekommen der scheinbaren Vergrößerung von t hin. Indem 2 als schwacher Vortakt des stärkeren 3 gehört wird, ordnet es sich demselben rhythmisch unter, wir gruppieren 2 und 3 zusammen, während 1 uns isolirt erscheint, wir glauben den Zeitrhythmus 1—2 3 zu hören, der unmittelbar mit dem Eindruck des bloßen Betonungsrhythmus 1 2 3 verbunden ist. Dass dieser rhythmische Einfluss durch alle folgenden Versuche hin oft so lange (bei relativ großen Intervallen) wirksam bleibt, erklärt sich daraus, dass wir anfangs, bei kleinsten Intervallen unwillkürlich zu einer den Intensitätsunterschieden entsprechenden subjectiven, inneren Betonung angeregt werden, die wir dann später mehr willkürlich fortsetzen. Soweit die Angaben der Selbstbeobachtung. Wird nun in den obigen Versuchen bei Vergrößerung von t_1 3 zeitlich von 2 entfernt, so wird der rhythmischen Zusammenfassung von 2 und 3 durch die Veränderung direct entgegengearbeitet, während bei Annäherung von 1 an 2 (erste Modification d. V.) diese Wirkung des Rhythmus nicht berührt wird. Dieses stete Zusammengehen von Intensitätswechsel, rhythmischem Eindruck und einer scheinbaren zeitlichen Gliederung der Eindrücke ist eine höchst auffallende Erscheinung, die uns zur Erklärung einer Menge abnormer Zeitschätzungen dienen wird. Ist nun wirklich der Rhythmus die wesentlichste Ursache aller dieser Urtheilstäuschungen, so sollte man a priori vermuthen, dass individuelle Verschiedenheiten in der Richtung der Täuschung vorkämen, indem ja durch Einführung bloß eines intensiven Schalles weder der Betonungsrhythmus noch die Art der subjectiven zeitlichen Gliederung, Gruppierung der Eindrücke eindeutig bestimmt ist. Wenn ich solche individuelle Abweichungen nur in zwei Fällen gefunden habe, obwohl ich die meisten der hier mitgetheilten Täuschungen noch an wenigstens einem Intervall für mehrere Beobachter feststellte, so lag das, wie die nächsten Versuche zeigen werden, in der Bestimmtheit, mit der durch die sorgfältige Abstufung und den großen Intensitätsunterschied der Schalleindrücke die Art der rhythmischen Interpretation

objectiv bedingt war, indem sie keine secundären Hebungen (subjectiver Natur zuließ und) objectiver Natur enthielt.

6. Versuch. Der mittlere von den drei Schalleindrücken wird verstärkt, der erste und letzte sind gedämpft. Schema: 1 $\overset{2}{\underset{3}{}}$; Tabelle VI. Erste Modification: t verändert, t_1 beurtheilt. Da die erste Zeit (siehe Tabelle) subjectiv verändert wird, so dient ihre Verkleinerung zur Compensation dieses Einflusses, ihre objective Verkleinerung (bis das Urtheil » t_1 größer« constant wird) dient als Maß ihrer subjectiven Vergrößerung.

Tabelle VI.

Schema: 1 $\overset{2}{\underset{3}{}}$ Sm.a) t verändert.b) t_1 verändert.

NZ	a Kl	a Gr	r Kl	r Gr	a Kl	a Gr	r Kl	r Gr
0,2	0,115	0,011	0,58	0,05	0,011	0,066	0,05	0,33
0,3	0,066	0,011	0,22	0,037	0,011	0,077	0,037	0,25
0,6	0,16	0,011	0,41	0,027	0,011	0,066	0,027	0,16
0,6	0,10	0,011	0,16	0,018	0,011	0,055	0,018	0,092
1,0	0,13	0,011	0,13	0,011	0,022	0,061	0,022	0,061

Die Tabelle zeigt eine beträchtliche subjective Vergrößerung des ersten Intervalls. Ursache der Erscheinung ist nach der unmittelbaren Beobachtung die, dass 1 eine relative Intensität hat gegenüber 3, der unter dem unmittelbaren Contrast gegen die mächtige Hebung bei $\overset{2}{\underset{3}{}}$ als ein schwacher Nachtakt desselben klingt, und daher rhythmisch mit demselben zusammengefasst wird. Und diesem Betonungsrhythmus entspricht ohne weiteres der elementare Eindruck einer entsprechenden Zeitgliederung, indem $t > t_1$ gehört wird. Es ist klar, dass a priori nicht zu sagen wäre, welches Intervall durch Verstärkung von $\overset{2}{\underset{3}{}}$ einer Fehlschätzung anheimfallen würde und in welchem Sinne, indem sowohl der Zeitrhythmus 1 — 2 3 wie 1 2 — 3 mit dem Betonungsrhythmus 1 $\overset{2}{\underset{3}{}}$ vereinbar ist. Aber die Entstehung jener in den

(bis das Urtheil » t_1 größer« constant wird) als Maß seiner subjectiven Vergrößerung. (Ich bemerke nur vorläufig, dass bei diesem Versuch wie bei allen vorigen außer dem Intensitätsunterschied auch der Qualitätsunterschied der Hämmer zur Verstärkung des rhythmischen Eindrucks mitwirkte. Darüber später mehr.)

Die Tabelle zeigt eine bedeutende subjective Vergrößerung des ersten Intervalls. 2 und 3 erscheinen als ein einziger schwächerer Doppelschlag nach dem kräftigen 1. Für eine secundäre Betonung von 2 oder 3 ist wegen des großen Intensitätsunterschiedes keine Möglichkeit, daher unmittelbar der Intensitätswechsel 1 2 3 als der Zeitwechsel 1 — 2 3 gehört wird. Gewissermaßen die Umkehrung dieses Falles ist der folgende

8. Versuch. Die beiden ersten Schalleindrücke sind gedämpft, der dritte verstärkt. Schema 1 2 3. (Tabelle VIII a.) t wird verändert, t_1 beurtheilt. Da das zweite Intervall jetzt subjectiv verlängert wird, so dient die objective Vergrößerung von t (bis das Urtheil » t_1 kleiner« constant wird) als Maß der subjectiven Vergrößerung von t_1 .

Tabelle VIII.

Schema: 1 2 3 (t_1 verändert). Sm.

a) Intensitäts- und Qualitätsunterschied. b) bloßer Intensitätsunterschied.

NZ	a Kl	a Gr	r Kl	r Gr	a Kl	a Gr	r Kl	r Gr
0,2	0,115	0,011	0,58	0,05	0,11	0,011	0,55	0,011
0,4	0,077	0,011	0,19	0,027	0,066	0,022	0,15	0,055
Rehtr. nur a)								
0,2	0,011	0,044	0,055	0,22	0,066	0,088	0,066	0,88
0,3	0,011	0,11	0,037	0,37	NZ = 1,0			

Man sieht aus der Tabelle jedenfalls, dass bei beiden Beobachtern die zweite Zeit verlängert erscheint. Beide versichern, den Rhythmus 1 2 3 zugleich als den Zeitrhythmus 1 2 — 3 zu hören,

schon bei Gleichstellung der Contacte erscheint daher beiden t_1 constant als größer. Es scheint ferner, wie wenn die Verstärkung von 1 mehr verlängernde Wirkung auf t , als die Verstärkung von 3 auf t_1 ausübe. Doch stehen mir bis jetzt nicht die nöthigen Controlversuche hierüber zur Verfügung. Ich wiederhole jetzt die Frage nach den Ursachen der dargestellten Zeittäuschungen. Man könnte zunächst, namentlich bei 1 2 3 an eine Ueberraschungswirkung denken. In der That versicherte auch Beobachter Rchtr. bei einer (ihrer Unvollständigkeit wegen nicht mitgetheilten) Versuchsreihe: 1 2 3, dass er namentlich anfangs beim Eintritt von 1 förmlich erschrecke, und sich sammeln müsse. Es ist keine Frage, dass namentlich bei dem Typus 1 2 3 die Ueberraschung durch Ablenkung der Aufmerksamkeit, mangelnde Adaptation eine Art Zeitverschiebung (Verspätung) von 2 bewirken kann, wofür geradezu ein Beweis vorzuliegen scheint in der auffallenden Thatsache, dass bei Sm. (Tabelle VIIa) die Täuschung sich bei relativ großen Zeiten erhält. Allein es dürfte wohl etwas schwer fallen, aus der zeitverändernden Wirkung, die eine emotionelle Erscheinung wie die Ueberraschung haben kann, die ganze Summe der allerverschiedensten Zeittäuschungen in den bisherigen und den folgenden Versuchen herauszuconstruieren. Sodann ist »Ueberraschung«, wie ich schon in meinem ersten Artikel gegen Schumann erklärt habe¹⁾, ein mindestens unaufgeklärteres und complexeres Phänomen als irgend eine der hier behandelten Fehlschätzungen. Endlich ist die Beziehung dieses Phänomens zum Zeiturtheil eine so unbekanntere, dass es doch den Thatsachen mit dogmatischen Behauptungen Gewalt anthun heißt, wenn man »Ueberraschung« einfach mit einem bestimmten Zeiturtheil und nun gar mit Zeitverkürzung verbunden sein lässt! Man könnte sodann an Veränderungen der Empfindungszeiten denken. Dass diese bei 1 2 3 und 1 2 3 wohl in Betracht kommen (in der angedeuteten Weise), bedarf kaum der Ausführung, ebensowenig aber, dass sie nur secundär zur Erklärung so prägnanter Thatsachen herangezogen

1) Vergl. Schumann, Ueber die Schätzung kleiner Zeitgrößen. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. S. IV, S. 3 ff. und dazu meine Polemik in Phil. Stud. VIII, S. 484 ff.

werden können. Wohl aber könnten wir zu allgemeineren Aufmerksamkeits-thatsachen unsere Zuflucht nehmen. Denn dass der Grad der Aufmerksamkeitsspannung auf unsere Zeitschätzung von Einfluss ist, kann als vielfach angenommene Ansicht gelten und ist in der ebenso bekannten wie nichtssagenden Redensart, dass die »Zeit eine Function« der Aufmerksamkeitsspannungen sei, wiederholt zum Ausdruck gekommen. Immerhin könnte die größere Intensität eines Eindrucks als solche, oder der Wechsel der Eindrücke die Aufmerksamkeit z. B. im Falle 1 2 3 bei 1 anders beschäftigen als bei 2 und 3, oder beides könnte als indirectes Kriterium größerer Zeitlänge von t dienen. Ferner sind rein associative Erklärungen denkbar, wie die, dass in der Musik, beim Trommeln, bei rhythmischen Bewegungen ein Betonungsrhythmus 1 2 3 thatsächlich stets als Zeitrhythmus 1 — 2 3 ausgeführt werde. Dem steht freilich entgegen, dass in der Musik z. B. alle möglichen Combinationen von Intensitätswechsel und Zeitveränderungen sich durchkreuzen, und es scheint daher, dass es nur möglich bleibt in den Aufmerksamkeits-thatsachen oder im Gebiete des Rhythmus nach bestimmteren Vorstellungen für die Erklärungen zu suchen¹⁾.

Ich beabsichtigte in den folgenden Experimenten die Entscheidung dadurch herbeizuführen, dass ich 1) Versuche machte, in denen ein Wechsel der Ereignisse analog dem der Intensität und damit eine ungleiche Beschäftigung der Aufmerksamkeit gegeben war, der Rhythmus aber ausgeschlossen schien, und denen dann 2) Versuche gegenübergestellt wurden, die den Rhythmus in einer Weise zur Wirksamkeit kommen ließen, die jene Gleichsetzung von Aufmerksamkeitsenergie und Zeitverlängerung einfach ausschließen musste.

9. Versuch. Da der ungedämpfte Hammer außer der größeren Schlagstärke auch eine ganz andere Schallfarbe hatte, so versuchte ich den Schlag desselben so abzdämpfen, dass er — dem Urtheile mehrerer Beobachter nach — an Intensität dem des früher allein

1) Die Bemerkungen von Horwicz über diesen Punkt (Psychol. Anal. II, 2, S. 139 ff.) bleiben leider bei dem »Rhythmus« als einer elementaren Thatsache stehen. Immerhin hat H. das Verdienst, die fundamentale Bedeutung des Rhythmus für die unmittelbare Zeitwahrnehmung erkannt zu haben.

gedämpften gleichkam. Der jetzt noch übrig bleibende Qualitätsunterschied musste, so glaubte ich, keinen oder nur einen unbestimmten rhythmischen Eindruck zulassen. Außerdem führte ich den Versuch zunächst nicht an Sm. aus, damit die Erinnerung an den früheren Intensitätsrhythmus nicht wirksam werde. Erste Modification des Versuchs: der gedämpfte Schlag des ersten Hammers beginnt bei gleicher Intensität das erste Intervall. Ich bezeichne dies mit dem Schema: $a \ b \ b$. Beobachter Ksw. NZ 0,3 s. Ergebniss: $aKl = 0,027$; $aGr = 0,011$; $rKl = 0,011$; $rGr = 0,037$. Da t verändert wird (der Analogie mit dem früheren 7. Versuch wegen), so herrscht also eine gewisse Tendenz, die erste Zeit größer zu hören. Da die Normalversuche eine ähnliche Verschiebung der Mercklichkeitswerthe zeigen (vergl. auch die Ergebnisse der Schumann'schen Versuche), so ergibt sich in Anrechnung, dass Ksw. eine weit größere U.-E. besitzt als Sm. (wie aus den an den beiden Beobachtern angestellten Versuchen über die U.-E. mir bekannt war), dass bei $a \ b \ b$ die Neigung zu vergrößern nicht in dem Maße besteht, wie bei $1 \ 2 \ 3$. Dass sie besteht, beweisen wenigstens mit Wahrscheinlichkeit die zur Controle an Sm. unternommenen Versuche mit bloßem Intensitätsunterschied¹⁾, die in Tabelle VII b und VIII b mitgetheilt sind und eine bedeutend geringere Ueberschätzung des ersten (letzten) Intervalls zeigen, wenn der Intensitätsunterschied an demselben Hammer hergestellt wurde. (Dies geschah mittelst eines in die 2 letzten [ersten] Contactzuleitungen eingeschalteten Rheostaten). Da der Intensitätsunterschied möglichst groß genommen wurde, so scheint der Ausfall dem Wegfall des Qualitätsunterschiedes zu entsprechen. Andererseits versuchte ich nun an Ksw., wie die bloße Qualitätsänderung von 3 das Urtheil beeinflusse. Es ergab sich, dass dabei das zweite Intervall verlängert wurde. $NZ = 0,3$; $aKl = 0,033$; $aGr = 0,015$; $rKl = 0,11$; $rGr = 0,055$, da t_1 verändert wurde, so ist also die zweite Zeit subjectiv vergrößert. Fragte ich den Beobachter, wie die Qualitätsveränderung dabei wirksam werde, so erwiderte er, dass er auch jetzt den charakteristischen Rhythmus höre, der durch den Qualitätswechsel ebenso wohl erzeugt zu sein schien,

1) Soweit bei Geräuschen von einem solchen die Rede sein kann.

wie durch den Intensitätswechsel. In der That kann man sich am Clavier beim Wechsel mit etwa den Noten *c e e* in gleichen Intervallen (etwa = 0,4) oder bei beliebigen mit dem Zeitsinnsapparat hergestellten Geräuschen, von welchen das erste qualitativ verschieden ist von 2 und 3, überzeugen, dass sie alle denselben einheitlichen rhythmischen Charakter zeigen und alle mit dem Eindruck einer zeitlichen Gliederung 1 — 2 3 verbunden sind. Der Rhythmus war also im vorigen Versuch nicht eliminirt, sondern nur in anderer Form hergestellt worden. Der nächste Versuch sollte die Wirkung qualitativer Unterschiede unter sicherem Ausschluss des Rhythmus beweisen. Beobachter Sm. machte einen Versuch mit, bei dem aus Versehen die beiden Hämmer, die sonst stets hinter einander standen, neben einander gestellt waren, so dass die Schalleindrücke von beiden die Ohren des vor ihnen sitzenden Beobachters verschieden trafen. Er versicherte mir, dass ihn das im Urtheilen sehr störe, und ich benutzte den Localisationsunterschied, um eine möglichst wenig von dem Rhythmus berührte Verschiedenheit der Schalleindrücke einzuführen. Drei Versuchsreihen wurden gemacht (Tabelle IX, Schema $t_1 \ l \ l$, $t = 0,2$ s und verändert, t_1 beurtheilt), in denen die Stellung

Tabelle IX.

Schema: $t_1 \ l \ l$. Sm. Localisationsänderung.

Localisationsänderung	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>
rechts 25 cm	0,14	0,011	0,72	0,05
links 50 cm	0,13	0,011	0,66	0,05
links 97 cm	0,166	0,011	0,83	0,05

des ersten Hammers, wie in der Tabelle angegeben, wechselte, nachdem derselbe vorher nach dem Urtheile des Beobachters gleich dem zweiten Hammer abgedämpft worden war. Die Tabelle zeigt einen sehr bedeutenden, das erste Intervall verlängernden Einfluss der Localisationsverschiedenheit in den Schalleindrücken. Womit der Rückgang bei »links 50 cm« zusammenhing, konnte ich nicht finden (vielleicht mit der gewohnheitsmäßigen Körperhaltung des Beobachters). Die Steigerung bei »links 97 cm« ist zu auffallend, um

zufällig zu sein. Nach der Aussage des Beobachters war in den beiden letzteren Fällen die »Störung« stärker und bei 97 cm am stärksten. Zugleich aber erfuhr in diesen drei Fällen, wie ich mich selbst überzeugte, der rhythmische Charakter des Eindrucks durch die Steigerung der Verschiedenheit des ersten Schalls gegenüber den beiden letzten auch seinerseits eine Steigerung. Der Versuch bewies damit zwar vielleicht, dass die Rhythmusbildung eben mit der verschiedenen Energie der Aufmerksamkeitsarbeit zusammenhängt, keineswegs aber war der Rhythmus ausgeschlossen. Deshalb experimentirte ich am Beobachter Ge. in der Weise, dass bei $NZ = 0,3$ die ersten beiden Eindrücke Funkengeräusche, der letzte ein bloß gesehener Funke war. Der Versuch ging aus der Ueberlegung hervor, dass Takt und Rhythmus ganz speciell dem Gebiete der Schallempfindungen angehören; der lautlose Funke am Schlusse des Intervalls brachte nichts einem Takte ähnliches hervor. Das Ergebniss des äußerst schwierigen, für Beobachter wie Experimentator gleich mühsamen Versuchs¹⁾ war, dass die Grenze der Constanz der richtigen Unterscheidurtheile sich enorm nach beiden Seiten hinauschiebt, dass aber das zweite Intervall etwas kürzer erscheint. Mit einem Worte, das Verhältniss der Schwellen ist, soweit nach den bisherigen Zeitsinnversuchen darüber überhaupt ein Urtheil erlaubt ist, das normale. $NZ = 0,3$ s $aKl = 0,10$; $aGr = 0,14$; $rKl = 0,33$; $rGr = 0,48$. t_1 wird verändert und beurtheilt. Dass nun bei diesem Versuche die ungleiche Beschäftigung der Aufmerksamkeit bei t_1 (bez. bei dem letzten Funken) und damit der Wechsel der Erlebnisse vorlag, daran ist kein Zweifel. Der außergewöhnlichen Schwierigkeit wegen, welche das Zeiturtheil in dem unbestimmt abklingenden Lichtreize findet, ist sicherlich auch die größte Spannungsenergie an den Schluss des Intervalls verlegt. Dennoch erscheint es eher kürzer wie länger. Hält man nun diesen Versuch mit dem Localisationsversuch zu-

1) Ein Zeitfehler der Versuchsanordnung war ganz ausgeschlossen, derselbe Contact, der sonst zur Herstellung der Geräuschfunken diente, machte den dritten, bloß gesehenen Funken. Außer dem Schallkasten war bei allen drei Funken alles gleich. Dass ferner bei drei Funkengeräuschen ein sehr ausgeprägter Rhythmus hörbar wird, davon habe ich mich bei den zahlreichen Versuchen, die ich bisher mit Funken machte, zur Genüge überzeugt.

sammen, so ergibt sich jedenfalls dies, dass die Verschiedenheit der Eindrücke, sei sie intensiver, qualitativer oder räumlicher Natur, durchaus im gleichen Sinne zeitverändernd wirkt, wenn dabei ein analoger rhythmischer Eindruck durch die Art der Vertheilung von Verschiedenheit und Gleichheit ($\acute{1} 2 3, a b b, c e e, t_1 l l$ u. s. w.) gegeben ist, womit wiederum gesagt ist, dass es Schalleindrücke sind, für welche diese Regel gilt; fehlt aber der rhythmische Eindruck, so ist die Wirkung des Empfindungswechsels nur die, dass das Urtheil erschwert wird, das scheinbare Größenverhältniss der Zeiten bleibt das gleiche.

Es mag, bevor wir die Ergebnisse der Untersuchung zusammenfassen, aus einem andern Versuchscyclus ein Versuch mitgetheilt werden, der aus der obigen zweiten Ueberlegung hervorging, einen rhythmischen Effect hervorzubringen, der die Erklärung mit der Spannungsenergie der Aufmerksamkeit möglichst ausschließe. Ich stellte ein Intervall von $0,3 s$ ein, das nach annähernd $2,0 s$ wiederholt wurde. Der erste Schall des ersten Intervalls ist bedeutend verstärkt (Hammer 1). Schema: $\acute{1} 2 - 3 4$. Also Zeitschätzung mit Zwischenzeit, t_1 wird verändert und beurtheilt. Der sehr gefällige Rhythmus, den man jetzt hört, lässt den zweiten Schall des ersten Intervalls als kurzen Nachtakt von $\acute{1}$ erscheinen, wogegen t_1 relativ kräftig, wie ein selbständiges Taktglied klingt. Beim bloßen Hinhören erscheint t bedeutend kürzer als t_1 . Die quantitative Bestimmung ergibt, dass in der That jetzt die Verstärkung des ersten Schalls **verkürzend** auf das erste Intervall wirkt. $NZ = 0,3 s$, Beobachter Ksw. t_1 verändert und beurtheilt. $aKl = 0,044$; $aGr = 0,022$; $rKl = 0,15$; $rGr = 0,092$. Die Tendenz des Urtheils ist um so auffallender, als das normale Verhältniss der Schwellen bei $0,3 s$ das entgegengesetzte ist.

Dieselbe Intensitätsveränderung bewirkt also bei $1 2 3$ scheinbare Verlängerung, bei $\acute{1} 2 - 3 4$ scheinbare Verkürzung des vom intensiveren Schlage begonnenen Intervalls! Damit scheint mir die maßgebende Bedeutung des Rhythmus für alle obigen Erscheinungen allerdings mit einiger Sicherheit bewiesen.

Die ganze bisherige Behandlung dieses Thatsachegebiets entbehrt freilich noch einer wichtigen weiteren Erscheinung, nämlich der stets neben der objectiven einhergehenden subjectiven

Betonung. Stets taktiren wir innerlich mit, wenn die Reizunterschiede uns zur Perception eines Rhythmus veranlassen. Und wo ich individuelle Unterschiede fand, in der Wirkung des Intensitätswechsels auf die Zeitschätzung, da schien stets eine abweichende subjective Betonung vorzuliegen, die den Effect hervorbrachte. Die beiden einzigen Male, in denen ich individuelle Abweichungen constatirte¹⁾, waren bezeichnenderweise Urtheile über das Schema $\acute{1} \ 2 \ \grave{3}$. Dabei hat nämlich 3 die Tendenz, durch Schallsummation relativ stärker zu erscheinen. Der Rhythmus tritt sofort in den zeitlich ganz anders erscheinenden $\acute{1} \ 2 \ \grave{3}$ über, der wahrscheinlich 2 als Nachtakt von 1 und damit $t < t_1$ erscheinen lässt. Ein Versuch, in dem absichtlich 3 relativ verstärkt wurde, hatte keinen sicheren Erfolg, doch fand ich bei Beobachter Hicks, dass er nach seiner eigenen Aussage, bei $\acute{1} \ 2 \ 3$ in einer Stunde stets taktirte $\widehat{1} \ 2 - 3$, was ich nach meiner Beobachtung auf eine relative Stärke von 3 schieben musste. Hicks schätzte ausnahmsweise bei $\acute{1} \ 2 \ 3$ (Intensitätsunterschied an demselben Hammer $t = 0,3 \text{ s}$) constant die erste Zeit als kürzer. Andererseits hatte bei Sm. die absichtliche Einführung eines relativ stärkeren Schalls bei 3, also der Typus $\acute{1} \ 2 \ \grave{3}$ fast keine Wirkung auf das Urtheil (die Vergrößerung von t wurde etwas abgeschwächt), weil der Beobachter subjectiv weiter taktirt hatte $\acute{1} \ 2 \ 3$, er hatte die (recht beträchtliche) Verstärkung von 3 nicht bemerkt, die subjective Betonung war dieselbe geblieben wie vorher.

Die subjective Betonung, die wir hier als so sehr wirk-samen Factor finden, stellt das weitere bisher noch fehlende Begleitphänomen jener objectiven Taktursachen dar. Ein ganzes Gebiet rhythmischer Thatsachen liegt in ihr auf der subjectiven Seite vor, das, wie wir sehen werden, zu jenen objectiv verursachten Takten ganz gesetzmäßige Beziehungen hat. Die subjective Betonung

1) Ich prüfte zur Controle individueller Abweichungen noch die Verhältnisse $\acute{1} \ 2 \ \grave{3}$ an Sm., $\acute{1} \ 2 \ \grave{3}$ an Rky. und Ksw., $\acute{1} \ 2 \ 3$ an Rehtr., $\acute{1} \ 2 \ 3$ an Dr. Klp., fand aber stets dieselben Erscheinungen. Außer diesen Versuchen habe ich in den Tabellen eine Reihe von Prüfungen der Einwirkung der Intensität an größeren Intervallen weggelassen, da ihre Ergebnisse des mühsamen Verfahrens wegen unsicher blieben.

scheint nach den obigen Erfahrungen von großer Bedeutung für das Zustandekommen der Takte zu sein, das wissen wir aus jenen scheinbar rein innerlich veranlassten Betonungen, die beim Anhören ganz gleicher Eindrücke und Intervalle sich einstellen. In der subjectiven Betonung ist jedenfalls auch ein Aufmerksamkeitsphänomen gegeben, denn sie scheint im wesentlichen in einem periodisch wechselnden Beachten und Nichtbeachten zu bestehen. Wir werden so auch von Seiten der subjectiven Rhythmusbildung, die jene objectiv verursachten Takte begleitet, auf das allgemeine That-sachen-gebiet des Rhythmus hingewiesen. Gelingt es, die rhythmischen That-sachen zu erklären, die elementaren Factoren, die darin wirksam sind, aufzufinden und die Bedingungen ihrer Wirksamkeit zu erkennen, so ist damit nicht nur die Erklärung der bisher betrachteten Abnormitäten der Zeitschätzung unter dem Einfluss der Intensität der Reize, sondern vielleicht die Beantwortung einer weiteren Reihe den Zeitsinn betreffender Fragen erreicht. Der nächste Paragraph wird sich daher mit der Psychologie des Rhythmus zu beschäftigen haben. Vorher fasse ich die allgemeinsten Ergebnisse des Bisherigen kurz zusammen.

1. Die Intensität der Empfindungen, welche Zeitintervalle begrenzen, ist für den Ausfall der Zeiturtheile nicht gleichgültig. Sowohl wenn zwei durch eine Pause getrennte Intervalle je 2 verschieden starke begrenzende Empfindungen haben, wie wenn die Empfindungsintensitäten unregelmäßig wechseln, entstehen bestimmte Abnormitäten des Zeiturtheils. Diese erklären sich jedenfalls nur zum geringsten Theil aus der Veränderung der Empfindungszeiten als solchen (wenigstens bei Schallreizen). Sie erklären sich auch nicht vorwiegend aus auftretenden Associationen. Sie sind jedenfalls in ihrer für die Intervallvergleichung mittels Schallempfindungen charakteristischen Form auch nicht auf allgemeine Aufmerksamkeitserscheinungen zurückzuführen (Funkenversuch), sondern weisen auf das specielle Gebiet des Rhythmus oder des Taktes als Specialfälle taktartiger Zeitauffassung hin.

2. Es ist aber wiederum eine ganz besondere Thatsache des Taktgebietes, die hierfür in Frage kommt. Die Thatsachen der Zeitschätzung bei verschieden intensiven, qualitativen u. s. w. Empfindungen weisen darauf hin, dass eine elementare Verwandt-

schaft des rhythmischen Eindrucks besteht, wenn ein Wechsel der Empfindungsverschiedenheit jeweils analoge Verhältnisse der Gleichheit und Verschiedenheit der Eindrücke einhält. Oder mit anderen Worten, es kann ein und derselbe rhythmische Eindruck entstehen aus den allerverschiedensten Ursachen, wenn Gleichheit und Verschiedenheit der Eindrücke analog bleiben. Bei dem Beispiel 1 2 3 kann ein Rhythmus von verwandtem Charakter entstehen 1) durch die zeitliche Gliederung 1 — 2 3; 2) durch den Intensitätswechsel 1 2 3; 3) durch qualitative oder räumliche Verschiedenheiten irgend welcher Art, wenn das Schema $l_1 l l, a b b$, bez. die Töne $c e e$ eingehalten werden (d. h. die analogen Verhältnisse der Gleichheit und Verschiedenheit); endlich 4) durch subjective Betonung von 1 (Nichtbeachtung von 2 und 3).

Und diese elementare Thatsache des verwandten rhythmischen Eindrucks so verschiedenartigen Empfindungswechsels ist, wie es scheint, die Ursache dafür, dass uns ein Intensitäts-Qualitätswechsel u. s. w. immer zugleich unmittelbar als eine entsprechende zeitliche Gliederung der Eindrücke erscheint, ein Wechselverhältniss, in dem offenbar eine bestimmte noch näher zu erforschende Gesetzmäßigkeit herrscht. Dieser Zusammenhang zeitlicher Gliederung und qualitativ intensiver Verschiedenheit der Eindrücke ist nicht aus den qualitativ intensiven Verhältnissen als solchen ableitbar, sondern weist auf ein ganz specielles Gebiet von Aufmerksamkeits-thatsachen hin. Es ist möglich, dass die subjective Betonung diejenige Aufmerksamkeitsthatsache ist, welche die Vermittelung zwischen dem Wechsel der Eindrücke und der Zeiten übernimmt.

(Fortsetzung folgt.)
