

(Aus dem psychologischen Institut der Universität Berlin.)

Zur Schätzung leerer, von einfachen Schalleindrücken begrenzter Zeiten.

Von
F. SCHUMANN.

Bei Untersuchungen über die Schätzung leerer Zeiten kommt in erster Linie die Frage in Betracht, ob das Urtheil ein unmittelbares oder mittelbares ist. Da die Lösung dieser Frage bei dem jetzigen Stande der Psychologie durch theoretische Erörterungen jedenfalls nicht herbeigeführt werden kann, sind wir auf die Ergebnisse der experimentellen Forschung angewiesen. Durch meine Untersuchungen bin ich nun zu der Ueberzeugung gelangt, daß mindestens das genaue Urtheil ein mittelbares ist, daß insbesondere die Einstellung der Aufmerksamkeit eine große Rolle dabei spielt. Die vorliegende Abhandlung soll meine Ansicht gegen die von anderer Seite erhobenen Einwände vertheidigen und ausführlicher, als es früher geschehen, begründen. Da meine Theorie mehrfach mißverstanden ist, werde ich zunächst die Hauptpunkte noch einmal kurz darstellen.

I.

Werden mir drei kurze Signale gegeben mit dem Auftrag, das Längenverhältniß der eingeschlossenen Intervalle zu beurtheilen, so erwarte ich zunächst gespannt das erste Signal. Nach Eintritt desselben hört bei nicht zu kleinen Zeiten in der Regel für einen Augenblick die Aufmerksamkeitsspannung auf, um gleich darauf wieder anzuwachsen; dasselbe wiederholt sich nach dem zweiten Signal. Je größer das Intervall, zu desto größerer

Intensität schwillt auch die Erwartungsspannung an. Tritt andererseits das zweite Signal ein, so lange die Aufmerksamkeit noch entspannt ist, so ruft es einen Nebeneindruck der Ueberraschung hervor. Ich habe nun die Ansicht ausgesprochen und zu beweisen gesucht, daß diese Nebeneindrücke der Erwartungsspannung und der Ueberraschung die Schätzung der Intervalle vermitteln und zwar in der Weise, daß ein Intervall, vor dessen Endsignal eine lebhaftere Erwartungsspannung auftritt, länger erscheint als ein Intervall, bei welchem sich nur eine schwächere Erwartungsspannung geltend macht und daß jedes durch Erwartungsspannung ausgefüllte Intervall für länger gehalten wird als ein Intervall, dessen Endsignal unerwartet kommt.

Gestützt habe ich diese Annahme durch eine Reihe von Versuchsthatfachen, welche durch sie ihre Erklärung finden. Hierher gehören erstens die Contrasterscheinungen. Operirt man bei Versuchen über die Unterschiedsempfindlichkeit öfter hintereinander mit einer und derselben Normalzeit, so paßt sich (innerhalb gewisser Grenzen) die Aufmerksamkeit dem Intervall an. Nach dem ersten Signal setzt z. B. bei größeren Intervallen die neue Erwartungsspannung allmählich später und später ein, bis das abschließende Signal immer gerade in dem Momente, wo es eintritt, erwartet wird. Geht nun der Experimentator zu einer nur wenig kleineren Normalzeit über (z. B. von 0,8 Secunden zu 0,6 Secunden), so erscheint dieselbe der Versuchsperson beim ersten Male auffallend kurz, und die innere Wahrnehmung ergiebt, daß das abschließende Signal eine besonders lebhafte Ueberraschung hervorruft. Bei den nächsten Wiederholungen derselben kleineren Normalzeit hört dann die Ueberraschung allmählich auf, indem die Aufmerksamkeit sich von Neuem anpaßt, und die Normalzeit scheint größer zu werden. Wird andererseits plötzlich zu einer verhältnismäßig wenig größeren Normalzeit übergegangen (z. B. von 0,8 zu 1,0 Secunden), so erscheint dieselbe bei den ersten Versuchen auffallend groß; und die innere Wahrnehmung ergiebt, daß vor dem Endsignal des Intervalls eine besonders lebhafte Erwartungsspannung sich geltend macht. Allmählich läßt dann wieder die Erwartungsspannung nach, und das Intervall scheint kleiner und kleiner zu werden.

Nach vollzogener Einstellung der Aufmerksamkeit kann man also eine Vergrößerung der Normalzeit an der eintretenden Er-

wartungsspannung und ihre Verkleinerung an dem Eintritt der Ueberraschung erkennen. Verhält sich nun die Aufmerksamkeit der Vergleichszeit gegenüber in derselben Weise, so wird (bei unmittelbar auf einanderfolgenden Intervallen) die Erwartung des dritten Signals eintreten, wenn nach dem zweiten Signal eine der Normalzeit gleiche Zeit verflossen ist, und das Urtheil über das Verhältniß der Vergleichszeit zur Normalzeit kann sich auf dieselben Nebeneindrücke stützen. Daß dies nun wirklich der Fall ist, dafür spricht die innere Wahrnehmung. Wenn ich die Urtheile „Vergleichszeit gröfser“ oder „Vergleichszeit kleiner“ mit Sicherheit abgeben konnte, glaubte ich auch immer die entsprechenden Nebeneindrücke zu bemerken. Daß ich mich bei der Selbstbeobachtung nicht getäuscht habe, dafür spricht eine zweite wichtige Versuchsthatsache. Bei Versuchen, welche ich nach der Methode der richtigen und falschen Fälle ausgeführt habe, gaben die Versuchspersonen von selbst an, sie wüßten häufig nicht, ob das dritte Signal früher als gewöhnlich eingetreten oder ob es stärker als gewöhnlich gewesen sei. Da ein stärkeres Signal ebenfalls Ueberraschung hervorruft, so erklärt sich diese Aussage in einfacher Weise durch meine Theorie. Nun stand aber dieser Erklärung eine Angabe MEHNER's entgegen, nach welcher das zweite Intervall länger erscheinen soll, wenn das abschließende Signal einmal objectiv stärker ist. Ich prüfte deshalb die Wirkung des objectiv stärkeren Schalles noch weiter, indem ich in eine Reihe gleich starker und in gleichen Intervallen aufeinanderfolgender Schalleindrücke plötzlich ein stärkeres Signal einschaltete. Sämmtliche Versuchspersonen gaben an, daß Ihnen das dem stärkeren Signal vorangehende Intervall kürzer erschiene. Hiernach glaubte ich die Angaben MEHNER's als ein Versehen betrachten zu dürfen. Daß ich die Versuche nicht mit drei Signalen machte, sondern mit einer längeren Reihe, lag an später zu erörternden Gründen.

Drittens sprechen für meine Annahme die Resultate von Versuchen, welche VIERORDT zuerst angestellt hat. Er forderte Versuchspersonen auf, die verschiedenen Schlagfolgen eines Metronoms dem subjectiven Eindrucke nach in die Kategorien: „sehr langsam“, „langsam“, „mäfsig langsam“, „adäquat“, „mäfsig schnell“, „schnell“, „sehr schnell“ einzuordnen. Die innere Wahrnehmung ergiebt bei derartigen Versuchen, daß wir diejenige Schlagfolge für adäquat halten, bei der die Aufmerk-

samkeit sich nach jedem Eindruck gerade eben bequem wieder auf den folgenden vorbereiten kann. Bei den langsameren ist Anfangs die Erwartungsspannung bemerkbar und bei den schnelleren Anfangs die Ueberraschung. Allmählich paßt sich die Aufmerksamkeit dann der langsamen oder raschen Aufeinanderfolge an, aber bei letzterer macht sich nachher noch eine Aufregung bemerkbar, bei ersterer die Langeweile.

Viertens erklärt sich in einfacher Weise die Thatsache, daß ein Intervall kleiner erscheint, wenn man mehr apathisch zuhört, als dann, wenn man besser aufpaßt. Denn mit der größeren Aufmerksamkeit ist ja eine lebhaftere innere Spannung verknüpft. Auch ist beim apathischen Zuhören die Aufmerksamkeit nicht so rasch wieder auf den folgenden Eindruck vorbereitet.

Fünftens ist noch die Thatsache anzuführen, daß von zwei gleichen leeren Intervallen, die durch eine Pause von mehreren Secunden von einander getrennt waren, mir selbst und zwei anderen Versuchspersonen das zweite deutlich kleiner erschien, vorausgesetzt, daß die Aufmerksamkeit die Pause hindurch lebhaft auf den Eintritt des folgenden Signals gespannt war. Dadurch daß die Aufmerksamkeit verhältnismäßig lange gespannt ist, tritt nämlich leicht eine Ermüdung ein, welche bewirkt, daß nach dem dritten Signal die Aufmerksamkeit nicht so früh wie sonst wieder eintritt.

Sechstens wird durch die von mir behauptete Anpassung der Aufmerksamkeit an die Intervalle verständlich, daß wir die Fähigkeit besitzen, fast gleichzeitig mit Schalleindrücken, welche sich in constanten Intervallen wiederholen, Registrirbewegungen auszuführen. Denn mit dem Eintritt der Erwartung gehen ja die verschiedensten Innervationen einher, und viele Versuchspersonen begleiten schon von selbst die Schläge eines Metronoms mit kleinen ruckartigen Bewegungen.¹

¹ Ich habe früher noch eine weitere Versuchsthatsache anführen zu können geglaubt (a. a. O. S. 3f.): „Vergleicht man nämlich öfter hinter einander dieselben zwei unmittelbar auf einander folgenden Zeitintervalle, von denen das zweite etwas länger oder kürzer als das erste ist, so scheint der Unterschied der beiden Intervalle, auch wenn man ihn bei den ersten Versuchen deutlich wahrgenommen hat, allmählich kleiner zu werden und selbst (bei nicht zu großen Differenzen) ganz zu verschwinden.“ Ich schloß hieraus, daß die Aufmerksamkeit sich auch zwei verschiedenen

Außerdem habe ich dann noch zur Unterstützung meiner Theorie Beobachtungen herangezogen, welche ich nebenher bei Gedächtnisuntersuchungen nach EBBINGHAUS'scher Methode gemacht habe. Bei diesen Versuchen erschienen in dem kleinen Ausschnitte eines Schirmes der Reihe nach sinnlose Silben in bestimmten constanten Zwischenzeiten und wurden von einer vor dem Schirme sitzenden Versuchsperson laut vorgelesen. Obwohl nun die Aufmerksamkeit ganz auf das Auswendiglernen der Silben concentrirt war, bemerkten die Versuchspersonen es doch sofort, wenn der betreffende Apparat die Silben einmal rascher oder langsamer als gewöhnlich vorführte. Außerdem traten unter bestimmten Umständen Täuschungen auf, aus denen hervorging, daß die Schätzung der Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge gleichfalls auf der Einstellung der Aufmerksamkeit beruhte.

Wenn ich nachzuweisen gesucht habe, daß die Nebeneindrücke der Erwartungsspannung und der Ueberraschung eine Grundlage bilden für die Schätzung kleiner Intervalle, so habe ich doch keineswegs behauptet, daß sie allein für die Beurtheilung in Frage kommen. Nur soll auf der Einstellung der Aufmerksamkeit die so außerordentlich feine Unterschiedsempfindlichkeit für kleine Zeiten beruhen, welche sich bei vielen Versuchspersonen zeigt, wenn man längere Versuchsreihen hinter einander mit derselben Normalzeit macht. Auf die Wahrscheinlichkeit, daß weitere (mir damals noch unbekannte) Factoren bei

unmittelbar auf einander folgenden Intervallen anpassen könnte. Inzwischen habe ich mich jedoch überzeugt, daß dieser Schluss nicht berechtigt ist. Wenn ein Unterschied, welcher anfangs deutlich merkbar ist, bei öfterer Wiederholung derselben, beiden Intervalle kleiner zu werden scheint, so kann dies verschiedene Gründe haben. Einmal kommt der constante Zeitfehler in Betracht. Sind z. B. die Intervalle größer als 0,6 Sec., so macht sich bei den ersten Versuchen leicht vor dem dritten Signal eine besonders lebhaftere Erwartungsspannung geltend, die dann bei weiteren Versuchen nachläßt (vgl. unten III, 3). Falls daher das zweite Intervall größer ist als das erste, kann der Unterschied anfangs besonders deutlich erscheinen und nachher weniger merklich werden. In gleicher Weise kann auch bei den ersten Versuchen mit sehr kleinen Intervallen ($< 0,4$ Sec.) ein constanter Zeitfehler auftreten, der das zweite Intervall besonders klein erscheinen läßt und der bei den folgenden Versuchen sich allmählich verliert. Außerdem kommen dann noch die rhythmische Auffassung mit ihrem Einfluß auf das Zeiturtheil und andere Factoren in Betracht.

der Schätzung mitwirken, habe ich aufmerksam gemacht und auf einen bestimmten anderen Factor habe ich direct hingewiesen. Viele Versuchspersonen begleiten nämlich die Schläge eines Metronoms mit Bewegungen des Zeigefingers, indem sie, die Hand ruhig auf dem Tische liegen lassend, mit jedem Schlage ruckweise eine Senkbewegung des Fingers ausführen und dann denselben langsamer wieder bis zu einer bestimmten Höhe heben. Wenn diese nun (unterstützt durch den motorischen Automatismus) die Bewegungen immer in möglichst gleicher Weise wiederholen, können sie das rechtzeitige Eintreffen eines Schlages nach dem Zusammentreffen mit den ruckweisen Fingerbewegungen beurtheilen. Dieses Hilfsmittel bzw. ein ähnliches wird dann auch gelegentlich bei der Beurtheilung des Verhältnisses zweier unmittelbar auf einander folgender Zeiten angewendet.

Ferner habe ich auch noch darauf hingewiesen, daß bei Zeiten, welche 2 Secunden wesentlich überschreiten, wohl noch ganz andere indirecte Kriterien in Frage kommen.

II.

1. Diese Theorie ist nun von MEUMANN einer eingehenden Kritik unterzogen worden.¹ In Folge seiner eigenartigen, von mir an anderer Stelle (*Zeitschr. f. Psych.*, Bd. 17, S. 141 ff.) schon besprochenen theoretischen Anschauungen, mußte er meinen Versuch, die „Einstellung der Aufmerksamkeit“ zur Erklärung des mit voller Aufmerksamkeit abgegebenen Zeiturtheils heranzuziehen, von vornherein als verfehlt betrachten. Außerdem glaubt er aber auch, meine Theorie durch zahlreiche Gründe vollständig widerlegen zu können. Um Mißverständnisse, wie sie früher vorgekommen, möglichst zu vermeiden, werde ich seine Einwendungen in allen wesentlichen Punkten wortgetreu wiedergeben.

Von den Einwüfen sucht der eine, meine Ansicht geradezu

¹ Da ich meine früheren Untersuchungen im psychologischen Institut zu Göttingen ausgeführt habe, hat man Herrn Prof. MÜLLER für meine Arbeit verantwortlich machen wollen, indem man die Berechtigung von MEUMANN'S Kritik ohne Weiteres voraussetzte. Ich möchte deshalb nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, daß ich die Verantwortung ganz allein zu tragen habe. Herrn Prof. MÜLLER verdanke ich zwar meine ganze psychologische Ausbildung, aber bei der in Frage stehenden Arbeit hat er sich absichtlich all und jeder Einwirkung enthalten.

als unsinnig hinzustellen: „Es läßt sich zeigen, daß diese Aufstellungen rein logisch betrachtet vollkommener Nonsens sind. SCHUMANN verspricht die Inhalte näher zu bezeichnen, auf die wir uns beim Vergleichen kleiner Zeiten stützen. Nun stützen wir uns beim Vergleichen doch natürlich auf die Inhalte, welche mit einander verglichen werden. SCHUMANN muß also entweder die Absurdität behaupten, daß wir Ueberraschung und Erwartung mit einander vergleichen, oder er muß zugeben, daß bei einem Urtheil, das sich auf Erwartung und Ueberraschung stützt, von Vergleichen keine Rede sein kann. Schon aus diesem logischen Grunde ist also die ganze Theorie geradezu unsinnig.“ — Ich vermag in dieser Erörterung nur Wortklauberei zu erblicken. Im Wesentlichen handelt es sich bei meiner Theorie um das Zustandekommen des Zeiturtheils unter den speciellen Bedingungen des Zeitsinnversuchs. Daß das Urtheil aber in der von mir angegebenen Weise durch die Nebeneindrücke der Erwartungsspannung und der Ueberraschung überhaupt bestimmt sein kann, unterliegt keinem Zweifel, auch gesteht dies MEUMANN selbst zu. Ob man noch von einem „Vergleichen“ reden kann, wenn das Urtheil in solcher Weise zu Stande kommt, ist eine nebensächliche Frage. Angenommen, es könnte wirklich von „Vergleichen“ keine Rede sein, so brauchte doch sachlich nichts an meiner Theorie geändert zu werden, es würde sich vielmehr nur um eine Correctur des Ausdruckes handeln.

Ein zweiter Einwurf wirft mir eine „höchst durchsichtige Erschleichung“ vor. „Was ist es denn, das uns überrascht, wenn Ueberraschung bei Intervallvergleichung eintritt? Doch natürlich das frühere Eintreten des letzten Schalleindrucks! Also die Perception des zeitlichen Verhältnisses »früher« geht nothwendig der Ueberraschung als ihre Ursache voraus und nur weil die Ueberraschung in diesem speciellen Falle eine Ueberraschung über das »früher« ist, konnte der Schein entstehen, als wenn mit Ueberraschung, die ja an sich nur ein emotioneller Zustand ist, der specielle psychologische Thatbestand angegeben wäre, aus dem ein ganz bestimmtes Zeiturtheil hervorgehen kann.“ — Hieraus geht hervor, daß MEUMANN den fundamentalen Unterschied zwischen sinnlicher und intellectueller Ueberraschung nicht kennt. Wird mir das Eintreten eines unerwarteten Ereignisses berichtet (etwa einer Kriegserklärung), so tritt allerdings erst nach vollzogener Auffassung des Berichtes die Ueberraschung

ein. Ganz anders verhält es sich dagegen bei der sinnlichen Ueberraschung. Bin ich in Gedanken versunken, so kann ein verhältnißsmäßig leises Geräusch hinter meinem Rücken Ueberraschung hervorrufen, mich zusammenfahren lassen. In diesem Falle fasse ich nicht zuerst das Geräusch auf und bin dann überrascht durch die Geringfügigkeit desselben, sondern die innere Wahrnehmung zeigt unmittelbar, daß das die sinnliche Ueberraschung Charakterisirende der Auffassung vorangeht. Auch WUNDT äußert sich in diesem Sinne. Nach ihm ist die Ueberraschung außer durch die verlangsamte Auffassung noch durch die „ungewöhnliche Dauer und Intensität des überall das erste Stadium der Apperception kennzeichnenden Gefühles des Erleidens“ charakterisirt (Phys. Psych. 4. Aufl., II, S. 281). Ob hierdurch das Wesen der sinnlichen Ueberraschung genau und vollständig angegeben ist, lasse ich hier dahingestellt. Jedenfalls ist aber bei der Ueberraschung durch ein zu früh eintretendes Signal etwas Charakteristisches (ein Nebeneindruck) vorhanden, das nicht durch „die Perception des zeitlichen Verhältnisses früher“ bedingt ist.

Drittens wendet sich MEUMANN dagegen, daß ich die Erscheinungen des Contrastes heranziehe, um wahrscheinlich zu machen, daß sich das Zeiturtheil auf die Nebeneindrücke stützt: „Eine unvoreingenommene Analyse kann nun unzweifelhaft in diesen Phänomenen nur das finden, daß die Nebeneindrücke Ueberraschung und Erwartung Störungserscheinungen sind, Begleiterscheinungen gewisser Urtheilstäuschungen, welche in dem Maasse vorhanden sind, als das Urtheil irre geht, aber in dem Maasse verschwinden, wie das Urtheil richtiger wird.“ — Tatsache ist, daß die Nebeneindrücke den falschen Urtheilen parallel gehen. Ein unvoreingenommener Forscher wird daher sowohl die Möglichkeit in Rechnung ziehen, daß beide Erscheinungen parallel laufen, obwohl kein innerer Zusammenhang vorhanden ist, als auch die zweite Möglichkeit, daß die Nebeneindrücke die falschen Urtheile veranlassen. Da nun für die erste Möglichkeit nichts spricht, während durch die Annahme der zweiten eine ganze Reihe weiterer Erscheinungen verständlich werden, so hat man sich selbstverständlich für die letztere zu entscheiden.

Viertens beruft sich MEUMANN auf meine Angabe, daß sich bei kleinen Differenzen zwischen Haupt- und Vergleichszeit jene Nebeneindrücke durch Selbstbeobachtung nicht mehr constatiren

lassen, und er sucht nachzuweisen, daß sie bei den kleinen Differenzen überhaupt nicht vorhanden sein können. „Wenn ich zunächst einmal von Erwartung absehe und mich lediglich an die Ueberraschung halte, so tritt die letztere nach SCHUMANN's eigener Meinung immer ein, wenn wir mit unserer Erwartung auf andere Eindrücke als die objectiv eintretenden gefaßt (»eingestellt« in diesem Sinne) waren. Wir erwarten nun in der Regel sowohl eine bestimmte Normalgröße, die uns als constant gehaltene Größe während des Versuches ganz besonders vertraut wird, als auch Vergleichsgrößen von einem gewissen mittleren, den Versuchsumständen entsprechenden Unterschiede von der Normalgröße. Und es giebt zweifellos auch eine Adaptation der Aufmerksamkeit an die im Experiment gehandhabten Unterschiede, ebenso ist unsere Erwartung durchaus auf das Eintreten einer kleineren oder größeren Vergleichsgröße gefaßt, und es ist undenkbar, daß wir von einer Vergleichszeit überrascht werden, die sich in dem Durchschnitt der gewöhnlich im Laufe des einen Experimentes vorkommenden Vergleichsgrößen hält. Kommt aber einmal ein Unterschied, der diesen Durchschnitt beträchtlich überschreitet, so werden wir in der That überrascht. Wechselt man regelmäßig mit großen Unterschieden, so ist dann auch sehr bald von Ueberraschung nichts mehr zu spüren.“ — Bei dieser Schlußfolgerung ist übersehen, daß sorgfältig auseinander zu halten ist einerseits die allgemeine Erwartung, welche dem Versuche vorausgeht und welche etwa in dem Gedanken besteht, daß eine erheblich größere Vergleichszeit kommen wird, und andererseits die specielle Erwartung eines bestimmten Signals in einem bestimmten Momente. Nach meinen Ausführungen tritt nach vollzogener Anpassung der Aufmerksamkeit in einem bestimmten Zeitintervall nach dem ersten Signal die Erwartung des zweiten Signals ein und dann wieder nach dem zweiten Signal in einem bestimmten Momente die Erwartung des dritten Signals. Diese Anpassung der Aufmerksamkeit vollzieht sich ganz unwillkürlich, sie ist relativ unabhängig von der dem Versuche vorausgehenden Erwartung d. h. von dem Gedanken, daß die Hauptzeit größer oder kleiner als bisher sein wird. Habe ich z. B. eine Versuchsperson auf eine Hauptzeit von 300 σ eingeübt und gehe ich dann zu einer Hauptzeit von 200 σ über, so kann ich vorher ganz ruhig die Veränderung ankündigen: das zweite Signal ruft trotzdem bei den nächsten Versuchen die Ueberraschung

hervor. Oder operire ich zuerst länger mit Vergleichszeiten, die nur wenig von der Hauptzeit sich unterscheiden und gehe ich dann zu grösseren Differenzen über, so sind bei vorheriger Ankündigung die Nebeneindrücke im Allgemeinen ebenso deutlich wie bei einer unerwarteten Aenderung der Differenzen. Operirt man dann länger mit den grossen Differenzen, so lassen allerdings die Nebeneindrücke im Allgemeinen wohl etwas nach. Dafs dann aber von Ueberraschung bald überhaupt nichts mehr zu spüren sei, mufs ich entschieden bestreiten. Ich habe die Nebeneindrücke z. B. bei einer Hauptzeit von 300 σ und einer Differenz $\pm 10 \sigma$ auch bei längeren Versuchsreihen in vielen Fällen noch deutlich zu bemerken geglaubt und in den Fällen, wo ich sie nicht besonders constatirte, können sie natürlich trotzdem vorhanden und wirksam gewesen sein. Wissen wir doch häufig bei unsicheren Urtheilen nicht, wodurch sie veranlasst sind. Um die Nebeneindrücke bei so kleinen Differenzen constatiren zu können, dazu gehört allerdings grosse Uebung und zwar sowohl im Zeitschätzen wie in der Selbstbeobachtung. Das Nachlassen der Nebeneindrücke zu erklären, bietet aber weiter keine Schwierigkeiten. Wird länger mit derselben Hauptzeit operirt und wird dabei hin und wieder eine grössere oder eine kleinere eingeschaltet, so sind die Nebeneindrücke sehr deutlich; wechselt man dagegen fortwährend mit der Grösse der Hauptzeit, so werden die Nebeneindrücke weniger deutlich. Das rührt einfach daher, dafs eine präzise Einstellung auf ein bestimmtes Intervall sich nicht ausbilden kann, und ebenso haben wir anzunehmen, dafs durch die grossen Differenzen die Einstellung auf eine der Hauptzeit gleiche Vergleichszeit mehr oder weniger gestört wird.

Fünftens werden Thatsachen in das Feld geführt, welche zeigen sollen, dafs Ueberraschung nichts mit dem Zeiturtheil zu thun haben kann: „Dr. KÜLPE theilte mir aus seinen Erfahrungen beim Vergleichen von Schallintensitäten mit, dafs, wenn der intensive Schall zuerst kam, eine Ueberraschung und damit Ueberschätzung des betreffenden Schalleindruckes stattfand. Ueberraschung kann sich mit jedem beliebigen Urtheil über alle möglichen experimentellen Verhältnisse verbinden; wo sie aber auftritt, ist sie stets mit Störungserscheinungen verbunden. Stört sie die Urtheilsbildung bei Schallintensitäten, so wird das Urtheil »stärker« übertrieben, stört sie die Urtheilsbildung bei Zeitsinnverhältnissen, so wird das Urtheil »kleiner« übertrieben —

wenn die Ueberraschung bei Verkürzung des zweiten Intervalls — das Urtheil »größer«, wenn sie unter geeigneten Versuchs-umständen bei Verlängerung des Intervalles auftritt. Bei meinen Versuchen mit intensiver Verstärkung eines Schlages habe ich sowohl wenn der erste, wie wenn der zweite oder dritte Schlag verstärkt wurde, stets Ueberraschung und Verlängerung eines von beiden Intervallen gefunden. Und was hindert, daß dies stattfinden könne? Endlich wenn in MÜLLER's und SCHUMANN's Gewichtsversuchen Ueberraschung eintrat, so wurde das »leichter« oder auch das Urtheil »schwerer« übertrieben! Und diese allgemeine Begleiterscheinung gestörter Urtheilsbildung soll für unser Bewußtsein die Bedeutung eines specifischen Kriteriums für ein bestimmtes Zeiturtheil besitzen?“ —

Darauf habe ich Folgendes zu erwidern. Beabsichtige ich die Qualität eines kurz dauernden Tones zu beurtheilen und tritt derselbe dann unerwartet früh ein, so vermag ich vielfach kein Urtheil abzugeben. Hat man ferner eine Versuchsperson zunächst Intervalle von 0,4 Secunden schätzen lassen und geht dann plötzlich zu Intervallen von 0,2 Secunden über, so wird sie vom zweiten und dritten Signal überrascht und vermag kein Urtheil über das Verhältniß der Intervalle abzugeben, auch wenn der Unterschied relativ groß war; oft vermag sie sogar nicht einmal zu beurtheilen, ob zwei oder drei Signale da waren. Solche und ähnliche Beispiele zeigen, daß allerdings mit der Ueberraschung eine Störung der Urtheilsbildung verbunden ist, aber diese Störung ist dadurch charakterisirt, daß gar kein Urtheil bzw. ein sehr unsicheres Urtheil eintritt. Falsch ist es aber, die Störung in einer Uebertreibung des Urtheiles zu suchen. Denn nehmen wir zunächst die Zeitsinnversuche, so würde mit MEUMANN's Behauptung zwar übereinstimmen, daß nach längerem Operiren mit einer constanten Hauptzeit schon eine verhältnißmäßig geringe Verkürzung derselben das Urtheil „auffallend klein“ hervorruft, aber unerklärt bliebe die Thatsache, daß bei Gleichheit beider Intervalle oder sogar bei Vergrößerung des zweiten Intervalls eine durch Verstärkung des dritten Signals hervorgerufene sinnliche Ueberraschung das Urtheil „kleiner“ bewirkt. Daß dies wirklich stattfindet, dafür werde ich im nächsten Abschnitt die Beweise bringen. MEUMANN behauptet allerdings, daß das Urtheil „größer“ übertrieben würde, wenn die Ueberraschung bei Verlängerung des Intervalls

auftritt. Er beruft sich dabei auf Versuche mit intensiver Verstärkung eines Schlages, bei denen er stets Ueberraschung und Verlängerung eines von beiden Intervallen gefunden habe, sowohl wenn der erste wie wenn der zweite oder dritte Schlag verstärkt wurde. Ueber diese Versuche berichtet er in einer weiteren Abhandlung (Phil. Stud. IX. S. 292 ff.), aber ich suche in dem Berichte vergeblich den Nachweis, daß durch die Ueberraschung eine Uebertreibung des Urtheils „größer“ bewirkt wird. Bei den betreffenden Versuchen wußten die Versuchspersonen vorher, daß ein bestimmtes Signal objectiv stärker sein würde. Auch wurde bei einer ganzen Reihe von Versuchen dasselbe Stärkeverhältniß festgehalten, so daß die Versuchspersonen sich jedenfalls an die größere Stärke des betreffenden Signals gewöhnten und im Allgemeinen wohl nicht überrascht wurden. Nur bei intensiver Verstärkung des ersten Signals wurde bei einer Versuchsperson die Ueberraschung sicher constatirt und die Wirkung war, daß das dem intensiven Signal nachfolgende Intervall überschätzt wurde. Es steht dies ganz in Uebereinstimmung mit der von MEUMANN gefundenen Thatsache, daß bei unerwarteter Einschaltung eines sehr intensiven Signals in eine Reihe gleicher und in gleichen Zeiten sich wiederholender Signale, das dem intensiven Signal nachfolgende Intervall verlängert erscheint. In diesen Fällen verhält es sich aber nicht so, daß ein objectiv größeres Intervall etwa nur in übertriebener Form für auffallend groß erklärt wird — das müßte man doch nach der angeführten Aeußerung MEUMANN's erwarten, sondern die Ueberraschung bewirkt erst, daß das objectiv gleiche (bezw. kleinere) Intervall länger erscheint. Die Erklärung dieser Thatsache wird im nächsten Abschnitt erfolgen.

Ebenso willkürlich ist die Behauptung, daß bei den Gewichtsversuchen, welche ich in Gemeinschaft mit Prof. MÜLLER ausgeführt habe, in Folge der Ueberraschung die Urtheile „leichter“ und „schwerer“ übertrieben worden wären. Wir haben die Urtheile „auffallend leicht“ und „auffallend schwer“ in anderer Weise erklärt. Ueber die Versuche mit Schallintensitäten endlich vermag ich zwar aus eigener Erfahrung nicht zu urtheilen, doch gestattet die angeführte Thatsache eine andere Erklärung. Wir wissen aus Erfahrung, daß ein Schalleindruck, der eine sinnliche Ueberraschung (ein Zusammenfahren) bedingt, im Allgemeinen stärker ist als ein anderer, der nicht von Ueber-

raschung begleitet ist. Dementsprechend urtheilen wir auch, wenn die Ueberraschung nicht durch die grössere Intensität, sondern etwa durch das zu frühe Eintreten bedingt ist.

Richtig ist demnach zwar, daß die sinnliche Ueberraschung von Urtheilsstörungen begleitet ist, indem sie vielfach das Zustandekommen eines unmittelbaren Urtheils über den Eindruck, welcher uns unvorbereitet getroffen hat, verhindert. Das hindert dann aber nicht, daß die Ueberraschung als ein mittelbares Criterium für das Urtheil von uns benutzt wird. Ebenso steht es mit der Erwartungsspannung. Auch sie tritt bei allen möglichen experimentellen Verhältnissen auf, trotzdem kann sie natürlich bei Zeitschätzungen als ein mittelbares Hauptcriterium für das Urtheil dienen.

Sechstens soll sich nach meiner Theorie das Gleichheitsurtheil nicht erklären lassen: „SCHUMANN muß also entweder das Gleichheitsurtheil aus dem Fehlen von Ueberraschung und Erwartung erklären, das wäre geradezu falsch, denn wir haben nicht nur ein negatives, sondern auch ein positives, aus dem positiven Bewußtsein der Gleichheit hervorgehendes Gleichheitsurtheil; oder er muß hier lediglich die »Einstellung« bzw. die automatische Wiedererneuerung des zweiten Schalles als Grundlage unserer Kenntniss der Gleichheit annehmen, wozu dann die »Nebeneindrücke« beim Unterschiedsurtheil? Sind diese nicht nach SCHUMANN's eigener Theorie eine völlig überflüssige Annahme?“ — Hierzu habe ich Folgendes zu bemerken. Es kommen nach meinen neueren Erfahrungen zwei Arten von Gleichheitsurtheilen vor. Bei der ersten Art würde die Versuchsperson auch statt „gleich“ etwa sagen können „ich habe keine Verschiedenheit bemerkt“. Diese Urtheile würden sich sehr gut aus dem Fehlen von Erwartungsspannung und Ueberraschung erklären lassen. Daneben kommt allerdings, wenn auch in weniger zahlreichen Fällen, ein „positives“ Gleichheitsurtheil vor. Ich selbst habe in solchen Fällen immer den Eindruck gehabt, daß die drei Signale ein angenehmes, wohlgeordnetes Ganzes bildeten, deren Theile in jeder Beziehung genau gleich erschienen. Es kam also noch ein ästhetischer Eindruck hinzu. Demnach würde meine Theorie hinsichtlich des Gleichheitsurtheiles zu ergänzen sein und wenn ich auch zur Zeit diese Ergänzung noch nicht geben kann, so liegt darin doch kein Beweis gegen meine Theorie.

Der letzte Theil von MEUMANN's Bemerkung beruht auf einem Mißverständniß, das auch noch bei einer anderen Schlussfolgerung von Bedeutung ist. Meine Annahme, daß in einem bestimmten Momente eine Erwartung des dritten Signals eintritt, wird nämlich dahin ausgelegt, daß in dem bestimmten Momente eine bewusste Vorstellung des dritten Signals auftauchen soll. Ich habe aber nur als wahrscheinlich hingestellt, daß in dem Momente ein Proceß in den betreffenden centrosensorischen Partien des Gehirnes eintritt, welcher dem erwarteten Eindruck entspricht, habe damit aber nicht eine bewusste Vorstellung gemeint.

Siebentens soll es falsch sein „Ueberraschung und Erwartung zu coordiniren als zwei ebenbürtige Bestandtheile der Grundlage des Zeiturtheils“. Erwartung sei immer da, Ueberraschung aber nicht; es könne sich also nur um einen Erwartungszuwachs handeln, der der Ueberraschung gegenüberzustellen sei. — Ich muß entschieden bestreiten, daß der Nebeneindruck der Erwartungsspannung, von dem ich rede, immer da ist. Bei größeren Intervallen (über 0,4 Sec.) hört die Erwartungsspannung nach jedem Signal für eine mehr oder weniger große Zeitpause auf. Allerdings liegt bei kleinsten Zeiten die Sache vielleicht anders und ich habe selbst (a. a. O. S. 4 Anmerk.) hervorgehoben, daß bei diesen die Aufmerksamkeit dem subjectiven Eindruck nach gespannt bleibt, bis alle drei Signale erfolgt sind, und daß daher die in diesem Falle vor dem abschließenden Signale noch besonders auftretende Erwartungsspannung vielleicht nur als ein Zuwachs zur ersten aufzufassen ist. Ich habe aber zugleich auf eine zweite Möglichkeit hingewiesen. Der allgemeine Eindruck, die Aufmerksamkeit sei während des ganzen Versuches gespannt, kann durch Spannungsempfindungen der Muskeln bedingt sein, während es sich bei der das Zeiturtheil bedingenden Erwartungsspannung vielleicht um ein innerlich erzeugtes Gefühl handelt, welches natürlich nicht mit den Muskelempfindungen zu verschmelzen braucht. Endlich kommt aber auch noch eine dritte Möglichkeit in Frage. Die während des ganzen Versuchs andauernde Spannung bleibt mehr im Hintergrunde des Bewusstseins, während die bei Verlängerung eines Intervalles auftretende Spannung durchaus im Vordergrund sich befindet: sie bildet mit den zeitbegrenzenden Signalen ein einheitliches Ganzes. Es ist nun denkbar, daß bei Verlängerung eines Intervalls die zu-

nächst im Hintergrunde befindliche Spannung in den Vordergrund tritt und dadurch den Einfluß auf das Urtheil gewinnt.

Achtens wendet sich MEUMANN dagegen, daß ich Beobachtungen bei Gedächtnisversuchen nach EBBINGHAUS'scher Methode herangezogen habe. Bei den fraglichen Versuchen erschienen sinnlose Silben in constanten Zwischenzeiten der Reihe nach einzeln in dem Ausschnitte eines Schirmes und wurden von einer vor dem Schirm sitzenden Versuchsperson laut vorgelesen. Es ergab sich dabei, daß die Versuchspersonen die constanten Intervalle in gewissen Fällen überschätzten, in anderen Fällen unterschätzten, und ich konnte nachweisen, daß auch bei diesen Täuschungen die Einstellung der Aufmerksamkeit eine große Rolle spielte. MEUMANN behauptet nun, daß aus derartigen Versuchen sich nichts schließen lasse in Bezug auf die eigentliche Intervallvergleiche, da die sinnlosen Silben die Aufmerksamkeit der Versuchsperson ganz in Anspruch nähmen, während bei der eigentlichen Intervallschätzung die zeitlichen Erlebnisse selbst Gegenstand der Aufmerksamkeit wären. Dieser Einwand trafe ja zu, wenn man mit MEUMANN als selbstverständlich voraussetzen könnte, daß die zeitlichen Verhältnisse besondere Bewusstseinsinhalte wären, die sich durch die Aufmerksamkeit im Bewusstsein relativ isoliren ließen. Da aber eine solche Annahme bisher in keiner Weise begründet ist, da ferner bisher auch nicht im Geringsten wahrscheinlich gemacht ist, daß bei Zeitsinnversuchen, wenn die Aufmerksamkeit auf die zeitlichen Verhältnisse gerichtet ist, überhaupt ein unmittelbares Zeiturtheil eintritt, so wird man mit der Möglichkeit eines mittelbaren Zeiturtheils unbedingt rechnen können. Es liegt daher mindestens nahe, dasselbe mittelbare Criterium, auf welches die bei Gedächtnisversuchen gefundenen Täuschungen hinweisen, auch zur Erklärung der analogen bei eigentlichen Zeitsinnversuchen auftretenden Täuschungen heranzuziehen.

Bei Besprechung der Gedächtnisversuche habe ich noch folgende Bemerkung gemacht (a. a. O. S. 12): „Wie groß nun die Unterschiedsempfindlichkeit bei längerer Einübung auf eine bestimmte Geschwindigkeit werden kann, zeigt die oben an zweiter Stelle erwähnte Thatsache, daß Aenderungen der gewohnten Geschwindigkeit um $\frac{1}{30}$ schon häufig unangenehm stark empfunden wurden.“ MEUMANN giebt den Inhalt dieser Bemerkung entstellt wieder, indem er behauptet, ich hätte aus der erwähnten Thatsache auf die „Unterschiedsempfindlichkeit des Zeitsinnes“ geschlossen, indem er unter „Zeitsinn“ hier das directe Zeitbewusstsein ver-

steht. MEUMANN hat aber die gesperrt gedruckten Worte einfach hinzugesetzt. Auch geht aus den Ausführungen des betreffenden Paragraphen genügend hervor, daß ich die bei den Gedächtnisversuchen abgegebenen Zeiturtheile als mittelbare Zeiturtheile betrachtet habe.

Endlich ist noch das schwerste Geschütz zu erwähnen, welches MEUMANN gegen meine Theorie in den Kampf führt. Zwei wichtige Versuchsthatfachen, von denen die eine gerade eine Hauptstütze meiner Theorie ist, werden als falsch hingestellt. Ich habe nämlich erstens behauptet, daß eine unerwartete Verstärkung eines Signales in Folge des Nebeneindrucks der Ueberschätzung eine Unterschätzung des vorangehenden Intervalles hervorruft. MEUMANN giebt diese Unterschätzung nur zu für den Fall, daß in eine Reihe gleicher und in gleichen Intervallen sich wiederholender Signale plötzlich ein stärkeres Signal eingeschaltet würde, behauptet aber, daß nach seinen Versuchen bei der Vergleichung unmittelbar auf einander folgender Intervalle eine objective Verstärkung des dritten Signals im Gegentheil eine Ueberschätzung hervorriefe. Um diese Widersprüche aufzuklären, habe ich neue Versuche angestellt, über deren Ergebnis ich im nächsten Abschnitt ausführlich berichten werde. Ich glaube, die Aufklärung ist mir völlig gelungen.

Ferner stellt MEUMANN die von mir behauptete Thatsache in Abrede, daß von zwei gleichen leeren Intervallen, die durch eine Pause von mehreren Secunden von einander getrennt sind, das zweite unterschätzt wird — vorausgesetzt daß die Aufmerksamkeit die Pause hindurch lebhaft auf Eintritt des dritten Signales gespannt bleibt. Er behauptet dagegen, Versuche mit Zwischenzeiten von 10—20 Secunden gemacht, aber keine Täuschung gefunden zu haben. — Da ich über die fraglichen Versuche nähere Einzelheiten nicht mitgetheilt habe, so ist es mir besonders angenehm, daß ich Herrn Professor MÜLLER als Zeugen anrufen kann, der gerade nur bei diesen Versuchen Versuchsperson war. Außerdem war ich selbst noch Versuchsperson. Ich hatte damals zunächst eine durch mehrere Signale ausgefüllte Zeit mit einer nach einer größeren Pause (ca. 10 Sec.) nachfolgenden objectiv gleichen aber leeren Zeit verglichen; dabei war mir aufgefallen, daß die leere Zeit nicht nur kleiner erschien als die vorangehende volle, sondern auch viel kleiner, als leere Zeiten von gleicher GröÙe mir sonst wohl erschienen waren. Ich verglich daher zwei gleiche leere Zeiten unter denselben Bedingungen, und in der

That zeigte sich die auffallende Unterschätzung der zweiten Zeit in gleicher Weise. Dasselbe sagte Herr Professor MÜLLER aus, und zwar hatten wir beide bei einer Reihe von Versuchen die Täuschung immer mit größter Deutlichkeit. Bei größeren Pausen entschwand zwar das erste Intervall fast ganz dem Gedächtnis, doch erschien das zweite Intervall so auffallend kurz, daß trotzdem ein sicheres Urtheil entstand. Dabei fiel uns beiden auf, daß während der großen Zwischenzeit (ca. 10 Sec.) die Erwartungsspannung eine außerordentliche Intensität erreichte; wir vermutheten daher, daß dadurch vielleicht eine Ermüdung der Aufmerksamkeit hervorgerufen würde, welche dann die Unterschätzung des zweiten Intervalles bewirkte. Wir prüften dies, indem wir absichtlich während der Pause die Aufmerksamkeit etwas ablenkten, während ein kurz vor dem zweiten Intervall eintretendes Signal eine Vorbereitung der Aufmerksamkeit ermöglichte. In der That hörte unter diesen Umständen die Täuschung im Wesentlichen auf.

Neuerdings habe ich diese Versuche mit Intervallen von 2 Secunden und Pausen von ca. 5—12 Secunden wiederholt. Ich war selbst Versuchsperson und ich konnte wieder in zahlreichen Fällen eine auffallende Verkürzung des zweiten Intervalles constatiren. Auch ergab die innere Wahrnehmung mit Sicherheit, daß in diesen Fällen die sonst bei Intervallen von 2 Secunden sehr lebhaft auftretende Erwartungsspannung innerhalb des zweiten Intervalles fast ganz ausblieb, ja daß das abschließende Signal mich sogar vielfach noch bei ganz unvorbereiteter Aufmerksamkeit antraf. Allerdings habe ich diesmal auch oft andere Fälle constatirt, wo die Erwartungsspannung das ganze zweite Intervall hindurch anhielt, dann war die fragliche Täuschung nicht vorhanden.

Wenn nun MEUMANN die Täuschung nicht gefunden hat, so beweist das nichts gegen meine Theorie. Denn diese verlangt nur, daß ein größeres Intervall (über 0,6 Sec.) auffallend klein erscheint, wenn etwa in Folge von Ermüdung die Aufmerksamkeit dem Endsignal noch nicht entgegenkommt; sie verlangt aber nicht, daß unter den bestimmten äußeren Umständen etwa das Entgegenkommen der Aufmerksamkeit stets und bei allen Versuchspersonen ausbleiben muß. Ob eine Spannung auftritt oder nicht, das hängt eben zum Theil von subjectiven Bedingungen ab, die wir nicht in der Gewalt haben. Die Aussage

einer nicht nur in Selbstbeobachtung im Allgemeinen, sondern speciell auch bei Zeitschätzung geübten Versuchsperson wird daher nicht umgestossen, wenn andere Personen nicht das Gleiche auszusagen vermögen. Nun habe ich allerdings früher noch behauptet, daß die Täuschung, welche eintritt, wenn man eine durch mehrere Signale ausgefüllte Zeit mit einer nach längerer Pause folgenden leeren Zeit vergleicht, allgemein in gleicher Weise zu erklären sei. Vielleicht habe ich da zu viel behauptet. Möglicherweise war nur bei mir und Prof. MÜLLER damals derselbe Factor wirksam, während bei anderen Versuchspersonen vielleicht ein ganz anderer Factor mitspielt. Das ist indessen eine Frage, die für die Theorie der Vergleichung leerer Intervalle, die hier in Frage steht, nur geringe Bedeutung hat.

Wie stark eine grössere Ermüdung der Aufmerksamkeit auf die Zeitschätzung wirkt, das habe ich bei anderen Versuchen sicher constatiren können. Als eines Tages Herr Prof. MÜLLER Versuchsperson war bei Versuchen, welche die Wirkung eines stärkeren Schlages innerhalb einer Reihe gleicher und in gleichen Intervallen sich wiederholender Schläge betrafen, operirten wir zunächst mit einem Intervall von 0,67 Secunden. Darauf machten wir eine große Pause, während welcher Herr Professor MÜLLER andere Versuche leitete, die ihn sehr ermüdeten. Als wir dann unsere Versuche mit einem erheblich grösseren Intervall von 1,0 Secunden fortsetzten, glaubte er, das Intervall wäre erheblich verkürzt. Er war äusserst überrascht, als ich ihm von der erheblichen Vergrößerung Mittheilung machte.

Wie erwähnt war ich auf den eben besprochenen constanten Zeitfehler dadurch gekommen, daß ich zunächst ein durch mehrere Signale ausgefülltes Intervall mit einem nach einer grösseren Pause folgenden leeren Intervall verglichen hatte. Es handelte sich dabei um eine Orientirung über Versuche, welche ST. HALL und JASTROW angestellt haben, um festzustellen, ob eine ausgefüllte Zeit ebenso wie eine getheilte Linie überschätzt wird. Da sich meine Untersuchungen damals nur auf die Vergleichung leerer Intervalle erstreckten, erhielten diese Versuche erst dadurch einiges Interesse für mich, daß ich durch sie auf den Zeitfehler aufmerksam wurde. In meiner früheren Abhandlung habe ich demnach diese Versuche nur bei Gelegenheit eines kritischen Berichtes über die Ergebnisse früherer Untersuchungen ganz nebenbei erwähnt und habe dabei auf einige

Fehlerquellen aufmerksam gemacht, die mir bei der Nachprüfung aufgefallen waren. Meine Bemerkungen über die fraglichen Versuche hat nun MEUMANN in so heftiger Weise angegriffen, daß ich mich ausführlich vertheidigen muß, obwohl die in Betracht kommenden Fragen gänzlich nebensächlich sind.

ST. HALL und JASTROW haben gefunden, daß die Ueberschätzung der ausgefüllten Zeit besonders bei grossen und bei sehr kleinen ($< \frac{3}{4}$ Sec.) Zwischenzeiten eintritt und zwar vor Allem dann eintritt, wenn die leere Zeit nachfolgt. Wurde dagegen das leere Intervall zuerst genommen, so reducirte sich die Täuschung auf ein Minimum und verschwand bei einigen Versuchspersonen gänzlich. MEUMANN behauptet nun erstens, ich hätte einen falschen Bericht gegeben. Er schreibt: „Indem SCHUMANN dann die ganze Erscheinung auf den Zeitfehler zu reduciren versucht, wird Seite 66 die Thatsache, daß die Täuschung bei kleinsten Zeiten ein Maximum erreicht, einfach ignorirt, indem SCHUMANN hier berichtet: »Da die Täuschung nicht (?) bei der umgekehrten Zeitlage der beiden Intervalle eintritt und ausserdem nur bei gröfseren Pausen von mehreren Secunden, so liegt die Vermuthung nahe, daß sie durch den constanten Zeitfehler hervorgerufen ist« (!). In der letzten Hälfte des Satzes wird eine Thatsache ignorirt, in der ersten ausserdem ein falscher Bericht erstattet.“ — Der von MEUMANN citirte Satz befindet sich nun aber gar nicht in meinem Bericht über die Versuche von ST. HALL und JASTROW, denn dieser Bericht findet sich auf Seite 42 meiner Abhandlung, während der von MEUMANN citirte Satz auf Seite 66 steht. Auf Seite 42 habe ich ganz richtig angeführt, daß die Täuschung auch bei den kleinsten Zeiten ein Maximum erreicht. Zugleich habe ich dort bemerkt, daß die Täuschung, soweit sie bei gröfseren Pausen stattfindet, auf den constanten Zeitfehler zurückzuführen sei, und ich habe hinsichtlich der Erklärung auf einen folgenden Paragraphen verwiesen. Bei Gelegenheit des Erklärungsversuches, dem der von MEUMANN citirte Satz entnommen ist, habe ich mich dann allerdings zu kurz ausgedrückt, indem ich die Thatsache überging, daß die Täuschung auch noch bei sehr kleinen Zeiten ein Maximum erreicht. Aber für meine Schlusfolgerung war dies ohne alle Bedeutung; auch bei Berücksichtigung der übergangenen Thatsache hätte ich in genau derselben Weise schliessen können. Wenn ich ferner geschrieben habe: „Da die Täuschung

nicht bei umgekehrter Zeitlage eintritt“, während im Originalbericht steht: „Bei umgekehrter Zeitlage reducirt sich die Täuschung auf ein Minimum und verschwindet bei einigen Personen ganz,“ so ist das eine geringfügige Aenderung, auf die wiederum nicht das Geringste ankommt.

MEUMANN greift noch weiter kritische Bemerkungen an, die ich an die Versuche mit den kleinsten Zwischenzeiten ($< \frac{3}{4}$ Sec.) angeknüpft habe. Es mag durchaus richtig sein, wie MEUMANN behauptet, daß diese Bemerkungen für die mit ausgedehnten Versuchsreihen erhaltenen Resultate nicht passen, weil sie Fehlerquellen betreffen, die durch Uebung beseitigt werden. Es ist aber zu berücksichtigen, daß HALL und JASTROW bei der Mittheilung der Ergebnisse ihrer Untersuchungen alle Angaben über Einzelheiten unterlassen haben. Der ganze Bericht umfaßt nur wenige Zeilen; es ist mit keinem Worte erwähnt, daß die Resultate erst durch längere Versuchsreihen gewonnen sind. Ich nahm daher an, daß diese Täuschung, ebenso wie die analoge Gesichtstäuschung, sich sofort bei den ersten Versuchen zeigen sollte. Dementsprechend glaubte ich mich berechtigt, auf Factoren aufmerksam zu machen, die bei den ersten Versuchen in Frage kommen. Weiter verfolgt habe ich die Sache nicht, weil die Vergleichung einer ausgefüllten Zeit mit einer leeren für mich nicht in Frage kam.

So steht es mit dieser Angelegenheit, die MEUMANN zu einem Capitalverbrechen aufgebauscht hat.

Indem ich hiermit die Besprechung der Einwände MEUMANN's beschliesse, will ich nur noch eine kurze Bemerkung hinzufügen. Einem Manne, der sich nicht scheut, dem Gegner das wissentliche Verschweigen einer mit dessen Theorie unvereinbaren That-
sache vorzuwerfen; der sich zu dem Satze versteigt: „Unfähig zum Verständniß der Absichten Anderer und präventiös in der Kritik — das charakterisirt meinen Gegner,“ hätte ich am liebsten überhaupt nicht geantwortet. Da ich indessen einerseits die Untersuchungen über Zeitwahrnehmung fortzusetzen gedenke, und da andererseits MEUMANN's Ausführungen für denjenigen, der nicht über reiche Erfahrungen auf diesem Gebiete verfügt, wohl etwas Bestechendes haben könnten, durfte ich eine eingehende Erwiderung nicht unterlassen. Wie man gesehen haben wird, habe ich die Entgegnung in durchaus sachlichem Tone gehalten. Sollte

aber MEUMANN in seinen persönlichen Angriffen fortfahren, so werde ich sie unbeachtet lassen.

2. Außer MEUMANN haben auch noch WUNDT und KÜLPE Einwände erhoben, die sich jedoch im Wesentlichen gegen eine Theorie richten, die nicht die meinige ist. Ich soll nämlich, wie ich dies schon an anderer Stelle besprochen habe, „in der Einstellung der sinnlichen Aufmerksamkeit die eigentliche Zeitvorstellung erblicken“ und „die zeitliche Eigenschaft an eine besondere Bewusstseinsqualität binden“. Während aber WUNDT seine Kritik gegen eine Ansicht richtet, die ich auch nicht entfernt irgendwo angedeutet habe, hat er seine eigene Ansicht im Sinne meiner wirklichen Ausführungen erheblich geändert. In der neuesten Auflage seiner „Phys. Psych.“ führt er aus, daß die Zeitschätzung nur bei sehr kleinen Intervallen bis ca. 0,5 Sec. eine unmittelbare sei (ohne indessen diese Behauptung eingehender zu begründen), bei größeren Zeiten dagegen eine mittelbare. Für letztere schildert er den wahrscheinlichen Verlauf des Schätzungsvorganges folgendermaßen: „Bei dem Eintritt des Anfangseindrucks der zweiten Zeitstrecke wird der Anfangseindruck der ersten assimilierend reproducirt und es wird nun mit dieser Reproduction die nämliche Folge der Aufmerksamkeitsspannung eingeleitet, welche das erste Zeitintervall begleitete, so daß der Endeindruck der zweiten Zeitstrecke in einem Moment erwartet wird, der annähernd dem Endeindruck der ersten Zeitstrecke entspricht. Offenbar handelt es sich hier nicht mehr um eine unmittelbare, sondern um eine mittelbare Zeitvergleichung; denn nicht die Zeitstrecken selbst werden verglichen, sondern die Vergleichen resultirt erst aus der Reproduction des Aufmerksamkeitsvorganges.“ — Ganz klar ist mir aus dieser Beschreibung nicht geworden, wie sich WUNDT den Vorgang im Einzelnen denkt, doch ist die Aehnlichkeit mit meiner Anschauung deutlich zu erkennen: Wenn nach dem zweiten Signal ungefähr eine der Hauptzeit gleiche Zeit verflossen ist, soll doch auch eine Erwartung des dritten Signals eintreten und der rechtzeitige Eintritt dieser Erwartung soll dadurch ermöglicht werden, daß sich der während der Hauptzeit stattfindende Aufmerksamkeitsvorgang während der Vergleichszeit wiederholt.

Noch mehr nähert sich WUNDT meinen Anschauungen in dem später erschienenen „Grundriss der Psychologie“. Bei der Auffassung einer Reihe regelmäßiger Tactschläge soll jedes leere

Intervall durch ein „allmählich wachsendes Gefühl gespannter Erwartung“ ausgefüllt sein, das bei Eintritt des nächsten Eindruckes „plötzlich von seinem Maximum auf Null herabsinkt, um dem sehr rasch steigenden und wieder sinkenden Gefühl der Erfüllung Platz zu machen, worauf dann der nämliche Verlauf von Neuem beginnt“. Auch wird angenommen, daß von zwei objectiv gleichen Intervallen dasjenige länger erscheint, welches durch eine intensivere Erwartungsspannung ausgefüllt ist. Von hier aus ist, wie man leicht übersieht, nur noch ein kleiner Schritt bis zu meiner Anschauung nöthig. Man hat nur noch hinzuzufügen, daß nach jedem Eindruck eine je nach Umständen mehr oder weniger kurze Zeit verfließt, bis die Erwartungsspannung wieder einsetzt, und daß ein innerhalb dieser Zeitspanne eintretender Eindruck von einem Nebeneindruck der Ueberraschung, einem Gefühl des Erleidens (oder wie man sonst das innerlich Erlebte bezeichnen will) begleitet ist.

KÜLPE hat in derselben Weise wie WUNDT meine Ausführungen mißverstanden. Außerdem erhebt er noch drei Einwände, von denen der erste, nämlich die Behauptung, daß sich die Ueberschätzung kleiner und die Unterschätzung großer Zeiten nicht durch meine Theorie erklären lasse, im nächsten Abschnitt seine Erledigung finden wird. Der zweite Einwand beruht auf einem Mißverständniß. Ich habe nämlich nie behauptet, daß bei kleinsten Zeiten, wo die Unterschiedsempfindlichkeit am größten ist, die Nebeneindrücke kaum bemerkt werden könnten, sondern ich habe dies nur für kleinste Differenzen erwähnt. Auch der dritte Einwand bietet keine Schwierigkeiten: Die Nebeneindrücke sollen keine eindeutige Beziehung zu den Urtheilen „größer“ und „kleiner“ haben, da wir auch über eine zu lange Dauer eines Intervalls überrascht sein könnten und unsere Erwartung sich nicht nothwendig auf ein dem ersten Intervall folgendes, ihm gleiches zu richten oder ganz einzustellen brauchte. Hier übersieht KÜLPE, daß die Ausdrücke „Ueberraschung“ und „Erwartung“ nicht eindeutig sind. Wenn Jemand über eine zu lange Dauer überrascht ist, so heißt das mit anderen Worten: er wundert sich. Dem eintretenden psychischen Zustande fehlt aber ganz das Charakteristische der sinnlichen Ueberraschung, die ein unerwarteter Eindruck hervorruft und nur von letzterer ist bei meiner Theorie die Rede. Ferner kann zwar die

Erwartung einer gröfseren oder kleineren Vergleichszeit eintreten, doch handelt es sich dabei um die dem Versuche vorausgehende Erwartung, von der die in einem bestimmten Momente eintretende Erwartung des dritten Signals verschieden ist, wie ich dies schon oben (S. 71) ausführlich auseinander gesetzt habe.

III.

Sind nun schon die Einwände gegen meine Theorie wenig stichhaltig, so wird dieselbe durch die folgenden Versuchsthat-sachen und Aussagen von Versuchspersonen über innerlich Erlebtes geradezu bewiesen.

1. Sehr erfreut bin ich, dafs ich mich auf Beobachtungen von HERBART¹ berufen kann, der doch gewifs ein ganz unverdächtiger Zeuge ist. Er hat schon festgestellt, dafs es bei Schlagfolgen einen Unterschied des Bequemen im Gegensatze des Langsamen und des Geschwinden giebt, indem er beobachtete, dafs bei den langsamen Schlagfolgen ein Gefühl des Aufschubs und des Wartens erzeugt wird, bei den schnellen ein Gefühl der Aufregung. Er bemerkt hierüber: „Gesetzt der nächstfolgende Schlag komme später: so hat sich, weil derselbe schon innerlich vorgebildet wurde, ein Gefühl des Aufschubs und des Wartens erzeugt, welches selbst ein Gegenstand der inneren Apperception wird; die Folge der Schläge wird nun als mehr oder weniger langsam empfunden. Der nächstfolgende Schlag kommt früher: so beschleunigt er die Reproduction und es entsteht ein Gefühl der Aufregung; für die Apperception die Empfindung des Schnellen und Eilenden.“ Diese Gefühle sollen uns dann auch als Zeitmaafs dienen. So sollen wir beim Versuch, im äufseren Handeln eine Schlagfolge hervorzubringen, welche einer gehörten ähnlich ist, zunächst probiren. Wenn wir nun nicht zufällig gleich das rechte Maafs trafen, so entstünde nicht dasselbe Gefühl des Langsamen oder Schnellen oder Bequemen, und wir probirten dann durch Abänderung des Versuchs weiter, bis eine dasselbe Gefühl hervorrufende Schlagfolge entstünde. Für die „bequeme“ Schlagfolge giebt dann HERBART ungefähr denselben Werth an wie VIERORDT für die „adäquate“ Zeit: Eine bequeme

¹ HERBART'S sämtliche Werke, herausgegeben von HARTENSTEIN Bd. VII, S. 310.

Schlagfolge erhält man nach ihm, wenn man zwischen je zwei aufeinander folgenden Schlägen der Secundenuhr noch einen in Gedanken einschaltet. Geschieht dies Einschalten nicht, so findet man ihre Schläge eher etwas langsam, sie lassen auf sich warten.

Diese Ausführungen stimmen mit den meinigen gut überein, nur nimmt HERBART statt des Nebeneindrucks der Ueberraschung ein Gefühl der Aufregung an. Dieser Unterschied verschwindet, wenn man in Rücksicht zieht, daß HERBART von längeren Schlagfolgen redet, bei denen auch nach meiner Ansicht der Nebeneindruck der Ueberraschung nur bei den ersten Schlägen eintritt, während ein Gefühl der Aufregung andauernd besteht. Ich halte nun durchaus für wahrscheinlich, daß dies Gefühl das Urtheil mit beeinflusst, doch kenne ich keine That-sachen, durch die diese Annahme bewiesen werden könnte.

Ferner kann ich mich auf die Aussagen einer größeren Zahl von Studenten berufen, die an den von mir im hiesigen Institut abgehaltenen Uebungen theilgenommen haben. So betheiligten sich z. B. im Winter-Semester 1895/96 fünf Studenten, die sich schon näher mit Psychologie beschäftigt hatten, an einigen kurzen Versuchsreihen über Zeitschätzung. Vorher hatte ich mit ihnen die allgemeine Psychologie der Zeitanschauung durchgenommen, wobei von mir auf die Möglichkeit einer unmittelbaren Zeitschätzung hingewiesen war. Auch hatte ich besonders auf die Ansicht aufmerksam gemacht, nach welcher jedes Signal noch einige Zeit im Bewußtsein bleibt und dabei eine qualitative Veränderung erleidet, ein Zeitzeichen erhält. Dagegen kannte von den fünf Herren nur einer meine Ansicht über die Bedeutung der Erwartungsspannung und der Ueberraschung für das Zustandekommen des Zeiturtheiles, den übrigen war sie völlig fremd. Trotzdem gaben schon nach einer kurzen Versuchsreihe mit einer Hauptzeit von 400 σ und mit verhältnißmäßig großen Differenzen ($\pm \frac{1}{10}$), die nur unsicher beurtheilt wurden, zwei Herren an, daß sie das dritte Signal in einem bestimmten Momente erwarteten und nun „länger“ oder „kürzer“ urtheilten — das Urtheil bezieht sich auf das zweite Intervall — je nachdem es früher oder später als erwartet einträte. Unmittelbar würde das Urtheil nicht hervorgerufen. Dieser Aussage schlossen sich gleich darauf nach einer weiteren kurzen Versuchsreihe noch zwei Herren an, während nur der fünfte behauptete, nichts

Sicheres aussagen zu können. Gerade dieser letztere (Stud. philos. K. EBHARDT) hatte sich aber vorher mit der Literatur über die Frage der Zeitschätzung bekannt gemacht und war speciell, wie er später erklärte, durch das Studium von MEUMANN's Arbeiten, die für Anfänger viel Bestechendes haben, gegen meine Theorie eingenommen. Erst später hat er sich auf Grund seiner Erfahrungen bei eigenen Untersuchungen meiner Ansicht angeschlossen.

In den folgenden Semestern habe ich dann noch öfter mit neuen Versuchspersonen kurze Versuchsreihen angestellt und immer fanden sich einige, welche nach wenigen Versuchen in ganz gleicher Weise aussagten. Besonders zu erwähnen sind Aussagen des Herrn stud. phil. KÜHL, der sich öfter an kurzen Versuchsreihen betheiligte. Er sagte: „das dritte Signal klingt anders, wenn das zweite Intervall kürzer erscheint“. Zu verschiedenen Zeiten gab er an, das dritte Signal wäre ihm bei Verkürzung des zweiten Intervalles „schärfer“ erschienen. Ein anderes Mal sprach er von einem Eindruck des „Stechens“. Auch behauptete er bei einer Versuchsreihe mit größeren Zeiten, daß er bei kleineren Vergleichszeiten öfter „zusammengefahren“ wäre.

Daß bei einer kleineren Vergleichszeit das dritte Signal „unerwartet käme“, während bei einer größeren die Erwartung schon einige Zeit vor dem dritten Signal vorhanden wäre, sagten weiter Dr. phil. WEINMANN und stud. phil. SPECK aus, die sich an längeren Versuchsreihen betheiligten und denen meine Theorie zu damaliger Zeit unbekannt war. Ersterer zeigte von vornherein ein ausgezeichnetes Schätzungsvermögen. Er machte die Aussage schon am allerersten Versuchstage nach der zweiten Versuchsreihe mit einer Hauptzeit von 400 σ ; er urtheilte an diesem Tage schon Differenzen $\pm \frac{1}{30}$ fast ausnahmslos richtig. Nachdem er dann mehrere Monate Versuchsperson gewesen war, sprach er die Ueberzeugung aus, daß seine Schätzung noch immer auf denselben Grundlagen beruhe. Allerdings seien die Nebeneindrücke bei den kleinsten Differenzen nicht mehr so deutlich, daß er ein ganz sicheres Urtheil abgeben könne. — Herr SPECK machte seine Aussage am zweiten Tage bei Vorversuchen, nachdem er nur wenige Male mit einer Hauptzeit von ca 400 σ verschiedene Vergleichszeiten verglichen hatte.

Alle diese Herren haben also gleich nach Beginn der Versuche, nachdem sie nur eine kurze Versuchsreihe mit unveränderter Hauptzeit gemacht hatten, meine Ansicht, von der sie vorher nichts gehört hatten, bestätigt. Ich betone dies besonders, weil MEUMANN behauptet, daß höchstens bei massenhafter Häufung der Versuche die Versuchspersonen allmählich auf die Nebeneindrücke verfallen könnten.

Von der Bedeutung der Erwartungsspannung hat sich endlich auch noch Herr Professor MÜLLER überzeugt, der so freundlich war, sich an einigen Versuchsreihen zu betheiligen. Er gab gelegentlich an, daß er in den Fällen, in denen ihm das zweite Intervall deutlich länger erschienen wäre, auch die Erwartungsspannung subjectiv deutlich gehabt hätte. Ferner gab er bei Zeiten von 1 Sec. zu Protokoll, daß die Spannungsverhältnisse bei der Hauptzeit und Vergleichszeit nicht gleich wären, und er wies selbst auf die Bedeutung dieser Thatsache für die Erklärung des constanten Zeitfehlers hin. Bei Zeiten von 0,7 und 1,0 Sec. drängte sich ihm sodann die Wahrnehmung auf, daß beim Urtheil „kürzer“ die vom dritten Hammerschlage hervorgerufene Empfindung stärker war, und er sprach selbst die Vermuthung aus, daß der Nebeneindruck der Ueberraschung bei ihm vielleicht nur in einer Verstärkung der Empfindung bestände. An einem der folgenden Tage gab er zu Protocoll, „der dritte Schall klingt anders als die übrigen bei einer Verkürzung des zweiten Intervalles“. Diese Aussagen beziehen aber nur auf die Versuche mit Zeiten über 0,4 Sec. Bei den kleineren Zeiten hatte seine Schätzung andere Grundlagen: es machte sich nämlich eine rhythmische Auffassung geltend. Mit aller Bestimmtheit machte er gleich am ersten Tage, an dem Versuche mit einer Hauptzeit von 300σ gemacht wurden, die Aussage, daß er im Wesentlichen nur nach dem Eindruck des dritten Signals urtheile. Habe er von dem dritten Schall einen bestimmten Eindruck, so sage er „zweites Intervall länger“, habe er einen bestimmten anderen Eindruck, so sage er „kürzer“. In den folgenden Tagen stellte er dann fest, daß das dritte Signal stärker oder schwächer erschien, je nach dem das zweite Intervall länger oder kürzer war. Im letzteren Falle falle das dritte Signal gleichsam ab. Eine rhythmische Auffassung war also bei ihm eingetreten und er konnte nur schwer gegen die subjective Betonung ankämpfen. Daß aber die subjective Verstärkung oder

Schwächung des Schalls in diesen Fällen ganz allein für das Urtheil maafsgebend gewesen wäre, möchte ich bezweifeln. Prof. MÜLLER hatte nämlich kurz vorher angegeben, das Urtheil „kürzer“ schiene häufiger dadurch veranlaßt, daß zwischen dem zweiten und dritten Signal ein leeres Intervall nicht merkbar wäre. Nun sahen wir, daß bei den anderen Versuchspersonen eine Aufmerksamkeitsspannung zwischen dem zweiten und dritten Signal bemerkbar wurde, wenn das zweite Intervall länger war. Diese Spannung wird aber jedenfalls auch bei rhythmischer Auffassung vorhanden sein, da sich ja die Aufmerksamkeit dem betonten dritten Signal besonders zuwendet; sie bedingt dann das Urtheil, daß zwischen dem zweiten und dritten Schall ein merkbares leeres Intervall ist. Mit der Verkürzung des zweiten Intervalles tritt aber die Spannung zurück und der Eindruck eines leeren Intervalles schwindet, während das dritte Signal gleichzeitig eine subjective Schwächung erleidet. Da nun die Verstärkung des Signales immer mit dem deutlich erkennbaren leeren Intervall, die Schwächung ohne ein solches erkennbares Intervall auftritt, so bilden sich Associationen aus und das Urtheil knüpft sich später auch an die scheinbare Stärke oder Schwäche des dritten Signals. Daß dies bei Professor MÜLLER der Fall war, dafür spricht die weitere Thatsache, daß bei ihm eine objective Verstärkung des dritten Signales das Urtheil „länger“ auffallend begünstigte.

Dies Vorherrschen der rhythmischen Auffassung bei Professor MÜLLER stimmt nun mit dem überein, was MEUMANN gefunden hat. Wenn aber bei seinen sämtlichen Versuchspersonen die rhythmische Auffassung stets eingetreten ist, so dürfte das zufällig gewesen sein oder aber an besonderen Umständen gelegen haben. Denn von meinen Versuchspersonen war Professor MÜLLER der einzige, bei dem eine überwiegende rhythmische Auffassung hervortrat. Gerade bei ihm waren aber Versuche mit absichtlicher rhythmischer Auffassung vorangegangen, so daß sich diese Auffassung vielleicht erst durch Gewöhnung festgesetzt hatte. Da nun MEUMANN viele Versuche über rhythmische Auffassung angestellt hat, können seine Versuchspersonen in ähnlicher Weise beeinflusst sein. Gelegentlich hat sich die rhythmische Auffassung allerdings auch bei einigen anderen Versuchspersonen noch gezeigt. So gab Dr. WEINMANN einige Male zu Protokoll, daß sie sich bemerkbar gemacht hätte; er glaubte

aber bestimmt versichern zu können, daß es nur ausnahmsweise der Fall gewesen wäre. Ferner habe ich selbst als Versuchsperson die rhythmische Auffassung häufiger bemerkt; und so wird es wohl auch bei den anderen in Selbstbeobachtung weniger geübten Herren gewesen sein. Daß sie aber bei allen anderen Versuchspersonen nur in geringem Maasse aufgetreten ist, geht aus deren Aussage hervor, daß bei einer Verkürzung des zweiten Intervalles das dritte Signal stärker erschiene, denn bei rhythmischer Auffassung ruft im Gegentheil eine Verkürzung des zweiten Intervalles eine subjective Schwächung des dritten Signales hervor, während gerade die Verlängerung eine Verstärkung bewirkt. Man kann die beiden verschiedenen Fälle, in denen die Verstärkung auftritt, im Bewußtsein sehr wohl unterscheiden. Tritt sie bei Verkürzung des zweiten Intervalles auf, so hat das dritte Signal gleichzeitig etwas Unerwartetes, das im anderen Falle ausbleibt; auch ist im zweiten Falle ein merkbares leeres Intervall vorhanden, im ersten nicht. Ich glaube als Versuchsperson diese beiden Fälle sicher beobachtet zu haben. Einige Male hatte ich nur die Verstärkung bemerkt, dann kam ich zu keinem bestimmten Urtheil. In den Protokollen sind diese Fälle mehrfach vermerkt und zwar mit dem Urtheil „länger oder kürzer“.

Hinsichtlich der kleinsten Zeiten sind also meine früheren Ausführungen zu ergänzen. Es sind, wie sich jetzt ergeben hat, zwei Factoren, welche bei ihnen in Frage kommen, und je nachdem bei einer Versuchsperson der eine oder der andere Factor überwiegt, sind die Versuchsergebnisse erheblich verschieden. Es zeigt dies, wie wenig Werth Versuche haben, bei denen man einfach Zahlenresultate zu erhalten sucht und etwa bei einer oder einigen wenigen Versuchspersonen feststellt, welchen Einfluß verschiedene äußere Umstände auf die Resultate haben; denn der Einfluß äußerer Umstände fällt ganz verschieden aus, je nach der psychischen Verfassung. Das Wichtigste ist daher immer eine sorgfältige Selbstbeobachtung. Eine solche kann man aber nur von sorgfältig ausgewählten Versuchspersonen erwarten, denn gar viele Personen haben außerordentlich wenig Anlage zur Selbstbeobachtung. Kurze Versuchsreihen mit richtig ausgewählten Versuchspersonen ergeben im Allgemeinen viel wichtigere Resultate als zahlreiche Versuche, die man mit einer beliebigen Person anstellt.

Auf die rhythmische Auffassung gedenke ich in einer weiteren Abhandlung ausführlicher einzugehen; ich werde daher im Folgenden nur die Resultate von Schätzungsversuchen behandeln, bei denen die rhythmische Auffassung keine bzw. nur eine ganz nebensächliche Rolle spielt.

Weitere Aussagen von Versuchspersonen habe ich bei Reproduktionsversuchen erhalten, bei denen die Versuchsperson durch eine kleine Bewegung die zweite Zeit selbst zu begrenzen hatte. Bei kleineren Zeiten zählten die Versuchspersonen innerlich mit oder sie begleiteten die Signale mit irgend welchen „motorischen Rucken“ (Muskelcontractionen des Kehlkopfes u. dgl. m.). Der Automatismus führte dann einen dritten Ruck herbei, mit dem sie gleichzeitig die Registrirbewegung auszuführen suchten. Dabei traten aber bei kleinsten Zeiten verhältnißmäßig große Fehler auf, ohne daß die Versuchspersonen es merkten. So habe ich z. B. Dr. WEINMANN Hauptzeiten von 400 und 300 σ reproduciren lassen, indem ich in derselben Versuchsstunde noch zum Vergleich Versuche nach der Methode der r. u. f. Fälle machte. Während er nun bei den Schätzungsversuchen am ersten Tage eine Differenz, welche den dreißigsten Theil der Hauptzeit betrug und an dem folgenden Tage sogar eine Differenz, welche den sechzigsten Theil der Hauptzeit betrug, fast immer richtig erkannte, betrug die mittlere Variation bei den Reproduktionsversuchen immer mehr als das Doppelte der sicher erkannten Differenz. Dabei habe ich sämtliche Fälle gestrichen, in denen Dr. WEINMANN selbst erkannt hatte, daß die Vergleichszeit zu lang oder zu kurz ausgefallen war. Dies Resultat ist nun leicht erklärlich. Das genaue Zeiturtheil bei den kleinsten Zeiten ist nämlich nur möglich, wenn das Bewußtsein ganz für die Signale frei bleibt. Es wird durch begleitende motorische Innervationen bzw. durch die damit verbundenen Muskelempfindungen gestört. So erklärte Dr. WEINMANN, daß er bei den Reproduktionsversuchen viel unsicherer wäre als bei den eigentlichen Schätzungsversuchen. Andere Versuchspersonen sagten dasselbe aus.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß bei einigen Versuchspersonen Gesichtsvorstellungen als Begleiterscheinungen auftraten. So sah Professor MÜLLER innerlich 2 Bogen. Bei dem Versuch, bei dem es ihm zum ersten Male auffiel, hatte er zunächst eine Tendenz gespürt, „länger“ zu urtheilen. Gleich darauf bemerkte

er aber die beiden Bogen, von denen der zweite kleiner war, und dadurch wurde er unwillkürlich veranlaßt, das Urtheil „kürzer“ abzugeben. Solche begleitende Gesichtsvorstellungen können also auch noch beim Zustandekommen des Urtheils eine gewisse Rolle spielen.

2. Die Wirkung eines unerwartet starken Signales auf die Schätzung. Wird in eine Reihe gleicher und in gleichen Intervallen auf einander folgender Signale ein stärkeres Signal eingeschaltet, ohne daß die Versuchsperson es vorher weiß, so ist nach meiner Theorie zu erwarten, daß das dem intensiveren Signal vorangehende Intervall im Allgemeinen für kürzer gehalten wird, da ja die plötzliche Verstärkung eine Ueberraschung bewirkt. Diese Vermuthung habe ich schon früher durch besondere Versuche geprüft und bestätigt gefunden. Ebenso hat man natürlich auch zu erwarten, daß bei Versuchen mit zwei unmittelbar auf einander folgenden Intervallen eine Verstärkung des dritten Signales im Sinne einer Unterschätzung des zweiten Intervalles wirkt. Doch braucht dies nur der Fall zu sein, wenn das zweite Intervall dem ersten objectiv gleich oder nur ganz wenig größer ist, da ja sonst die Erwartungsspannung vor dem dritten Signal eintritt und den Eindruck der längeren Zwischenzeit bedingt. Nun hatte ich früher indessen die Wirkung einer objectiven Verstärkung des dritten Signales nicht durch besondere Versuche geprüft. Ich konnte mich zur Begründung nur auf die Aussagen meiner Versuchspersonen berufen, welche angegeben hatten, sie wüßten häufig nicht, ob das dritte Signal früher als gewöhnlich eingetreten oder ob es stärker als gewöhnlich gewesen wäre. Diese Verstärkung war aber nur subjectiv gewesen, objectiv waren die Signale bei den betreffenden Versuchen immer gleich gewesen. Die Wichtigkeit dieser Aussage für meine Theorie kam mir indessen erst lange nach Beendigung der betreffenden Versuche bei der Ausarbeitung der Abhandlung zum Bewußtsein und ich kam dadurch erst auf den Gedanken, daß die unerwartete Verstärkung eines Signales die Unterschätzung des vorangehenden Intervalles bewirken müßte. Da mir nun zu dieser Zeit keine geübte Versuchsperson mehr zur Verfügung stand, so prüfte ich die Vermuthung nur mit einer längeren Reihe in gleichen Intervallen auf einander folgender Signale, weil sich bei einer solchen Reihe die Ein-

stellung der Aufmerksamkeit auch bei ungeübten Versuchspersonen rasch zu vollziehen pflegt.

Nun behauptet MEUMANN, ich hätte ganz verschiedene Fälle durch einander geworfen. Die Zeittäuschung, welche durch Verstärkung eines Signales hervorgerufen würde, sei in einer continuirlichen Schallreihe eine ganz andere als bei zwei unmittelbar auf einander folgenden Intervallen. Wenn der dritte Schlag objectiv stärker sei, so erscheine nach seinen Versuchen das zweite Intervall im Gegentheil länger, was ja auch schon MEHNER richtig beobachtet habe. Es sei eine ganz andere Thatsache, daß der dritte Schlag, wenn er einmal bedeutend früher als erwartet eintreffe, Ueberraschung bewirke und zugleich intensiver erscheine. In diesem Falle liege keine objective Schlagverstärkung vor, sondern eine subjective Ueberschätzung; diese könne ebensowohl wie die Ueberraschung als ein Nebeneffect eintreten, der mit der Urtheilsbildung gar nichts zu thun habe.

Daß nach MEUMANN's Versuchen eine objective Verstärkung des dritten Signales eine Ueberschätzung des zweiten Intervalles hervorruft, ist natürlich eine wichtige Versuchsthatsache, welche ganz geeignet erscheint, meine Theorie zu widerlegen. Indessen es kam, wie ich schon oben (S. 74) erwähnt habe, bei den Versuchen, über die MEUMANN berichtet hat, die Verstärkung des dritten Signals den Versuchspersonen nicht unerwartet. Außerdem ist aber vor Allem noch ein zweiter Gesichtspunkt zu berücksichtigen. Bei den kleinen Zeiten kommt außer der Einstellung der Aufmerksamkeit noch die rhythmische Auffassung in Frage. Wir sahen schon, wie sich hierdurch entgegengesetzte Aussagen von Versuchspersonen erklären. Ist die Einstellung der Aufmerksamkeit für die Schätzung maßgebend, so wird bei einer kürzeren Vergleichszeit das dritte Signal vielfach für stärker gehalten; ist dagegen die rhythmische Auffassung maßgebend, so erscheint im Gegentheil das Signal bei einer längeren Vergleichszeit verstärkt. Da nun MEUMANN's Versuchspersonen, wie er selbst angiebt, rhythmisch auffaßten, so kann man vermuthen, daß bei Versuchspersonen, die rhythmisch auffassen, die Wirkung der objectiven Verstärkung eine ganz andere ist als bei Versuchspersonen, deren Schätzung auf der Einstellung der Aufmerksamkeit beruht.

In der That hat sich diese Vermuthung durch meine neueren Versuche vollständig bestätigt.

Ich hatte zunächst Gelegenheit mit einer meiner früheren Versuchspersonen (Dr. phil. PILZECKER) neue Versuche anzustellen. Ich übte sie wieder auf die Schätzung kleiner Intervalle ein, bis sie annähernd mit derselben Genauigkeit die Unterschiede erkennen konnte wie bei den früheren Versuchen. Darauf machte ich Versuchsreihen nach der Methode der r. u. f. Fälle mit regellosem Wechsel mehrerer Differenzen, indem ich in der Regel drei gleich starke Signale benutzte (Telephonknaelle) und nur hin und wieder, ohne daß die Versuchsperson es vorher wufste, das dritte Signal etwas verstärkte. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle enthalten. Die Zahlen in der ersten Verticalreihe geben an, um wie viel die Vergleichszeit größer bzw. kleiner war als die Hauptzeit; in der zweiten Reihe sind die Urtheile enthalten, welche bei Versuchen mit gleichstarken Signalen abgegeben wurden, und zwar beziehen sie sich auf das zweite Intervall (l = länger, g = gleich, k = kürzer, kl = kürzer oder länger); in der dritten folgen die Resultate der Versuche mit verstärktem dritten Signal.

I. Hauptzeit 320 σ		
Differenz	Gleiche Signale	3. Signal verstärkt
+ 16 σ	19 l 13 g 1 k	— l — g 4 k
0	1 l 14 g 2 k	1 l 1 g 12 k 1 kl
— 16 σ	12 g 14 k	—
II. Hauptzeit 640 σ		
+ 32 σ	8 l 3 g — k	—
0	2 l 6 g — k	— l — g 3 k 2 lk
— 32 σ	1 l 9 g — k	— l — g 4 k
— 53 σ	— l 8 g 1 k	— l — g 5 k

Da aus diesen Resultaten die Unterschätzung des zweiten Intervalles bei Verstärkung des dritten Signales schon mit größter Sicherheit hervorging und da ferner die Versuchsperson zum Schluß den Zweck der Versuche errathen hatte, also nicht mehr unbeeinflusst war, brach ich die Versuche ab. Besonders bemerkenswerth ist, daß bei den Versuchen mit der Hauptzeit 320 σ einmal und bei denjenigen mit der Hauptzeit 640 σ zweimal das Urtheil „länger oder kürzer“ abgegeben wurde. Die Versuchsperson gab zu Protocoll, ein Moment hätte zum Urtheil

„länger“ und ein anderes zum Urtheil „kürzer“ angetrieben. Dies wird sofort erklärlich, wenn wir bedenken, daß vor dem abschließenden Signal mit seiner Ueberraschung event. eine Erwartungsspannung vorangeht. Hier kann die Ueberraschung zum Urtheil „kürzer“, die Spannung zum Urtheil „länger“ antreiben. Ist die Spannung sehr schwach, so kann die nachfolgende Ueberraschung bewirken, daß sie für das Urtheil unwirksam wird; ist sie dagegen stark, so wird die Versuchsperson wohl das Hauptgewicht auf sie legen, weil sie den Eindruck der Dauer liefert.

In ähnlicher Weise habe ich dann mit einer zweiten Versuchsperson (Dr. phil. WENTSCHER) Versuche angestellt, indem ich sie auch erst auf die Zeitschätzung einübte, bis sie gut schätzen konnte. Ich operirte mit 7 verschiedenen Differenzen ± 0 , $\frac{1}{80}$, $\frac{2}{80}$, $\frac{3}{80}$ und einer Hauptzeit von 330 σ . Bei der Hälfte der Nullfälle (d. h. der Fälle, in denen Haupt- und Vergleichszeit gleich waren) wurde ohne Vorwissen der Versuchsperson das dritte Signal verstärkt. Es ergab sich für die Nullfälle:

Alle Signale gleich 19 l 16 g 3 k.

Drittes Signal verstärkt 5 l 10 g 23 k.

Auch diese Zahlen ergeben mit größter Deutlichkeit eine scheinbare Verkürzung des zweiten Intervalles.

Ich bemerke noch besonders, daß diese Versuchsperson ganz unvoreingenommen war, da sie sich bis dahin mit der Frage der Zeitschätzung überhaupt noch nicht befaßt hatte. Vor Beendigung der Versuche haben wir auch absichtlich mit einander nicht über die Frage der Zeitschätzung gesprochen.

Bei einer Hauptzeit von $\frac{2}{3}$ Secunden, mit welcher ich vorher Versuche gemacht hatte, erhielt ich nicht dasselbe Resultat. Dies erklärt sich in einfacher Weise daraus, daß Dr. WENTSCHER, wie er angab, bei diesen größeren Zeiten auf Grund eines anderen mittelbaren Kriteriums schätzte. Er „tactirte nämlich innerlich mit“ und theilte die Zeiten in kleinere, durch „motorische Rucke“ begrenzte ein. Seine Schätzung beruhte demnach auf dem motorischen Automatismus.

In demselben Sinne, sagten ferner zwei weitere ungeübte Versuchspersonen aus, die ich gelegentlich prüfte, ohne indessen systematische Versuchsreihen mit ihnen anzustellen (Dr. MAX MEYER und Stud. phil. KÜHL). Beide Herren gaben sofort bei Verstärkung des dritten Signales das Urtheil „kürzer“ mit größter Sicherheit ab, während sie sonst nur sehr unsicher urtheilten.

Bei Herrn KÜHL zeigte sich diese Wirkung sogar noch, als ich bei einer Versuchsreihe das dritte Signal constant stärker liefs. Obwohl er demnach auf die Verstärkung vorbereitet war, spürte er doch während der ganzen Versuchsreihe eine Tendenz, „kürzer“ zu sagen. Indessen corrigirte er vielfach dieses zunächst sich aufdrängende Urtheil, weil er wufste, daß längere Vergleichszeiten vorkamen. Offenbar hatte sich eine feste Association zwischen der scheinbaren Verstärkung des dritten Signales und dem Urtheil „kürzer“ ausgebildet.

Nun habe ich aber von anderen Versuchspersonen genau das entgegengesetzte Resultat erhalten. Ein stärkeres Signal, welches unerwartet kommt, kann auch bewirken, daß das vorangehende Intervall länger erscheint. Ich theile zunächst die Versuchsergebnisse mit.

Versuchsperson: Professor MÜLLER. Es wurden zwei Versuchsreihen von je 32 Versuchen mit einer Hauptzeit von 330 σ gemacht. Benutzt wurden Differenzen $\pm \frac{1}{30}$, $\frac{1}{20}$ und außerdem kamen in jeder Reihe acht Nullfälle mit Verstärkung des dritten Signales vor und ebenso viele ohne Verstärkung. Vorher waren an mehreren Tagen Vorversuche gemacht, bis die Versuchsperson Differenzen, die den dreißigsten Theil der Hauptzeit betrugen, im Allgemeinen richtig erkannte. Für die Nullfälle ergab sich:

Alle Signale gleich 3 l 1 g 12 k.

Drittes Signal verstärkt 12 l 2 g 2 k.

Die Ueberschätzung bei Verstärkung des dritten Signales geht deutlich aus den Zahlen hervor. Außerdem gab Professor MÜLLER auch noch zu Protokoll, er urtheile „länger“, wenn der dritte Eindruck stärker sei und „kürzer“, wenn dieser Eindruck abfalle. Schon an den vorangegangenen Tagen (an denen Vorversuche mit objectiv gleichen Signalen gemacht wurden) sei ihm diese Verstärkung und Schwächung aufgefallen. Es machte sich also bei Professor MÜLLER die rhythmische Auffassung geltend und diesem war offenbar das entgegengesetzte Resultat zu verdanken. Es hatte sich eben allmählich eine feste Association zwischen der größeren Stärke des dritten Eindruckes und dem Urtheil „länger“ ausgebildet.

Damit ist die oben ausgesprochene Vermuthung voll bestätigt. Bei Versuchspersonen, deren Schätzung auf der Einstellung der Aufmerksamkeit beruht, wirkt die Verstärkung des dritten Signales im Sinne einer Verkürzung des zweiten Inter-

valles, während sie bei Versuchspersonen mit rhythmischer Auffassung eine Verlängerung desselben Intervalles bewirkt.

Das stärkere Signal wirkt natürlich auch dann nicht im Sinne einer Verkürzung des vorangegangenen Intervalles, wenn die Versuchsperson schon nach den ersten Versuchen den Zweck derselben erräth und sich innerlich auf die grössere Stärke vorbereitet. Dann kann die zweite Zeit sogar grösser erscheinen, weil die Erwartung dem dritten Signal unwillkürlich besonders lebhaft entgegenkommt. Hierauf ist es wohl zum Theil zurückzuführen, daß sich bei Dr. WEINMANN die Verkürzung nicht zeigte. Ausserdem gab er zu Protocoll, er sei sich immer bewußt gewesen, daß das stärkere dritte Signal nicht früher als erwartet eingetreten wäre. Dasselbe haben mir noch andere Versuchspersonen erklärt, die sich vor Kurzem an einigen Versuchsreihen betheiligten. Nur wenn sie nicht lebhaft mit der Erwartung den einzelnen Signalen entgegenkamen, sondern mehr apathisch zuhörten, erschien ihnen das dem stärkeren Signal vorangehende Intervall verkürzt. Dies ist ein dritter Gesichtspunkt, der bei den in Rede stehenden Versuche in Frage kommt. Auch wenn das stärkere Signal eine Ueberraschung hervorgerufen hat, braucht die Versuchsperson das vorangehende Intervall doch nicht für kürzer zu halten, weil sie ja wissen kann, daß die Erwartung schon da war, als das dritte Signal eintrat.

Prof. MÜLLER und Dr. WEINMANN haben nun auch an Versuchen mit einer continuirlichen Schallreihe theilgenommen, in die plötzlich ein stärkeres Signal eingeschaltet wurde. Auch bei diesen Versuchen trat keine Unterschätzung des vorangehenden Intervalles ein. Entweder kam gar kein Urtheil zu Stande oder nur ein sehr unsicheres und zwar lautete das letztere gewöhnlich „eher länger“. Andererseits habe ich auch von den vier erstgenannten Versuchspersonen, bei denen die scheinbare Verkürzung auftrat, drei hinsichtlich der continuirlichen Schallreihe geprüft: die Täuschung bestand unverändert. Demnach ist die Zeittäuschung bei einer continuirlichen Schallreihe bei derselben Versuchsperson im Allgemeinen dieselbe wie bei zwei unmittelbar aufeinander folgenden Intervallen. Ich habe also nicht, wie MEUMANN behauptet, früher zwei ganz verschiedene Fälle durcheinander geworfen. Natürlich ist nicht ausgeschlossen, daß eine Versuchsperson gelegentlich in den beiden Fällen ganz verschiedene Täuschungen zeigt. Bei der continuirlichen Reihe

kann die Einstellung der Aufmerksamkeit wirksam sein, während nachher bei unmittelbar aufeinander folgenden Intervallen etwa rhythmische Auffassung eintritt. Ferner sagten bei Versuchen mit continuirlichen Reihen einige Herren aus, sie hätten die Vorstellung, daß Jemand mit einem Hammer in gleichmäßigem Tact aufschlüge und bei dem stärkeren Schlage erst weiter ausholen müßte. Dadurch würden sie veranlaßt, das dem stärkeren Signal vorangehende Intervall für länger zu halten.

Nun hat MEUMANN weiter gefunden, daß in der continuirlichen Reihe „hinter dem intensiven Schlage ein sehr auffallend längerer Zeitraum zu liegen scheint“. Diese Thatsache hält er für unvereinbar mit meiner Theorie, denn dieselbe Ueberraschung könne doch nicht zugleich Verkürzung und Verlängerung bewirken. „Oder — so fragt er ironisch — ist vielleicht sogleich nach dem intensiven Schlage (z. B. in einer Reihe von 0,2 bis 0,3 Sec. Intervallzeit!) schleunigst eine Erwartungsspannung da, welche das nächste Intervall verlängert?“

Ich wüßte nun zunächst nicht, weshalb nicht sofort eine Erwartungsspannung da sein sollte. Bei einer stärkeren Ueberraschung ist ja allerdings das Bewußtsein zunächst leer; bei einem so minimalen Grade dagegen, wie er im Allgemeinen bei derartigen Versuchen in Betracht kommt, ist das nicht mehr der Fall. Hier kann doch eine Erwartungsspannung sehr rasch einsetzen. So kann man z. B. auch bei Thieren, welche zunächst schläfrig daliegen, leicht beobachten, daß sie bei Eintritt eines verhältnißmäßig leisen unerwarteten Geräusches sofort voller Aufmerksamkeit sind. Falls diese Erwartungsspannung aber wirklich noch nicht nach 0,2—0,3 Sec. Intervallzeit sollte eintreten können, so würde das auch keine Schwierigkeiten bereiten. Denn mit der Ueberraschung gehen immer Muskelcontractionen einher, welche Spannungsempfindungen hervorrufen. Diese können aber jedenfalls nach so kurzer Zeit im Bewußtsein auftreten und können sich zwischen die Signale einschieben. Sie liefern dann den Eindruck, daß zwischen den betreffenden beiden Signalen noch etwas zwischenliegt, während man im Allgemeinen bei so kleinen Intervallen nicht mehr einen Zwischenraum zwischen den Signalen erkennt.¹

¹ Uebrigens ist die Täuschung nicht allgemein. Herrn Prof. MÜLLER erschien das nachfolgende Intervall im Gegentheil kürzer. „Er klebte

Dieselbe Täuschung tritt auf, wenn etwa das erste Signal eines Intervalles in Folge zu frühzeitigen Eintretens Ueberschung hervorruft. So machte ich gelegentlich Versuche über die Vergleichung zweier Intervalle, die durch eine Pause von wechselnder Gröfse getrennt waren. Die Hauptzeit betrug 1,5 Sec.; Versuchsperson war Dr. PILZECKER. Als ich hierbei die Pause kleiner als die Hauptzeit nahm, wurde die Versuchsperson von dem ersten Signal des zweiten Intervalles überrascht und es erschien ihr das zweite Intervall ganz auffallend lang. Sie gab dies unaufgefordert zu Protokoll und erklärte, ihr wäre bis dahin nie eine Vergleichszeit in solchem Maafse vergrößert erschienen.

3. Der constante Zeitfehler. Bei Zeiten, welche merklich gröfser sind als die „adäquate Zeit“, überschätzen viele Versuchspersonen anfangs die Vergleichszeit in starkem Maafse, wie ja auch schon frühere Experimentatoren gefunden haben. Die Erklärung ergibt sich in einfacher Weise aus einer Aussage von Professor MÜLLER. Am ersten Tage, an dem wir mit unmittelbar aufeinander folgenden gröfseren Intervallen (0,7 Sec.) Versuche machten, gab er an, die inneren Spannungsverhältnisse wären während der Hauptzeit und Vergleichszeit nicht gleich. Vor dem dritten Signal wäre eine lebhaftere Spannung und es wäre eine Tendenz vorhanden immer „länger“ zu sagen. Dafs sich die Aufmerksamkeit den beiden zu vergleichenden Intervallen gegenüber nicht ganz gleich verhält, berichtet ferner schon MEHNER (*Philos. Stud.* II, S. 560): „Ich habe nämlich bei den Versuchen an mir folgende interessante Beobachtung gemacht. Bei Zeiten bis 5 Secunden, namentlich von 2,5 Secunden an, bemerkt man sehr leicht, dafs sich unser Bewusstsein den beiden zu vergleichenden Zeitstrecken gegenüber ganz verschieden verhält. Während man nämlich sich den beiden ersten Hammerschlägen gegenüber ganz passiv verhält, ist man geneigt, den dritten Hammerschlag mit einer gröfseren Spannung der Aufmerksamkeit zu erwarten, indem man den zweiten Hammerschlag als Signal für den dritten betrachtet; dazu gesellt sich noch ein eigenthümliches Gefühl der Unruhe. Je gröfser nun die Intervalle sind d. h. je länger also der dritte Schlag auf

gleichsam mit dem Bewusstsein an dem stärkeren Signal“, so dafs die Aufmerksamkeit auf das nächste Signal nicht frühzeitig genug wieder vorbereitet war.

sich warten läßt, um so gespannter wird die Aufmerksamkeit und um so größer die Unruhe und die Erwartung auf denselben, so daß wir geneigt sind, das zweite Intervall größer zu schätzen als das erste.“

Aus diesen beiden Aussagen geht deutlich hervor, daß die größere Erwartungsspannung vor dem dritten Signal die Ueberschätzung des zweiten Intervalles bewirkt.¹ Die Ursache für die größere Erwartungsspannung und die Unruhe dürfte darin zu suchen sein, daß die Versuchsperson das erste Intervall nur aufzufassen braucht, daß sie dagegen das zweite Intervall nicht nur auffassen, sondern auch in seinem Verhältniß zum ersten Intervall beurtheilen soll.

Auch bei Versuchen über die Schätzung von Fühlstrecken, welche ich vor einigen Jahren einmal anstellte, zeigte sich bei den ersten Vorversuchen fast immer eine große Ueberschätzung der Vergleichsstrecke, die auch darauf zurückzuführen ist, daß sich die Aufmerksamkeit der Haupt- und der Vergleichsstrecke gegenüber nicht ganz gleich verhielt. Ich sah deutlich, wie die Versuchspersonen die Hauptstrecke ganz ungenirt mit dem Finger durchliefen, während die Vergleichsstrecke viel bedächtiger durchgemessen wurde. Der Unterschied in der Geschwindigkeit der Bewegung war vielfach außerordentlich auffallend und mit der größeren Langsamkeit der Bewegung ging der constante Fehler parallel. Offenbar durchmaassen die Versuchspersonen die Hauptstrecke viel ungenirter, weil sie nur die GröÙe derselben auffassen sollten, bei der Vergleichsstrecke waren sie dagegen viel gespannter, weil sie zugleich noch ihr Verhältniß zur Hauptstrecke beurtheilen sollten und weil sie sich dieser Aufgabe gegenüber sehr unsicher fühlten. Diese Unsicherheit gaben sie besonders zu Protokoll. Noch stärker wurde der constante Zeitfehler bei der Aufgabe, eine der Hauptstrecke gleiche Vergleichsstrecke selbst herzustellen. Da betrug die nachgemachte Strecke zuweilen nur den dritten Theil der Hauptstrecke und wieder war an der langsamen, zögernden Bewegung die Unsicherheit der Versuchsperson deutlich zu erkennen.

In einigen Fällen kommt ein etwas anderer Gesichtspunkt für die Erklärung des constanten Zeitfehlers bei größeren Zeiten

¹ Auch ESTEL ist es schon aufgefallen, daß ein Intervall, dem die Aufmerksamkeit weniger zugewandt ist, verkürzt erscheint. Er schreibt (*Philos. Stud.* II, S. 49): „Bei einer gewissen mittleren GröÙe der Intervalle fassen wir eine Reihe derselben nicht gleichmäÙig auf, sondern wenden unsere Aufmerksamkeit vorzugsweise den ungeraden Intervallen zu; die geraden überspringen wir und verwenden die Zeit ihres Vorübergangs zur Verarbeitung des vorher erhaltenen Eindrucks; diese geringere Aufmerksamkeit läßt die geraden Intervalle etwas kürzer erscheinen, als wenn sie mit voller Aufmerksamkeit verfolgt würden.“

in Frage. Sind nämlich Versuche mit kleinen Intervallen vorangegangen, so tritt nachher bei größeren Intervallen die Erwartungsspannung Anfangs besonders stark auf, und es ist vielleicht für die Ueberschätzung des zweiten Intervalles gar nicht nöthig, daß die Erwartungsspannung vor dem dritten Signal stärker ist als vor dem zweiten. Denn da die Versuchsperson gewöhnt ist, hauptsächlich das zweite Intervall zu beachten und (nach vollzogener Einstellung der Aufmerksamkeit) allein auf Grund der dem dritten Signal vorangehenden Erwartungsspannung das Urtheil „länger“ abzugeben, so hat vor vollzogener Adaptation die starke Erwartungsspannung vor dem dritten Signal an und für sich schon eine Tendenz, das Urtheil „länger“ hervorzurufen. Dies glaubte Dr. WEINMANN nach der ersten Versuchsreihe mit größeren Zeiten (ca. 1 Sec.) aussagen zu können. In ganz ähnlicher Weise hatte er schon einige Monate früher bei Versuchen mit einer Hauptzeit von 200 σ ausgesagt. Nachdem wir zuerst Versuche mit Hammersignalen gemacht hatten, gingen wir am folgenden Tage zu kürzer dauernden Telephonknallen über und nun erschienen die Intervalle wesentlich länger als am Tage zuvor. Dr. WEINMANN gab nun ebenfalls an, es wäre fast immer eine Tendenz da, „länger“ zu urtheilen; er wäre nämlich gewöhnt, bei einer vor dem dritten Signal eintretenden Erwartungsspannung „länger“ zu urtheilen und zwar ganz unabhängig von dem Eindruck, den er vom ersten Intervall gehabt hätte.

In ganz analoger Weise kann natürlich auch beim Uebergang von größeren zu kleineren Zeiten der Nebeneindruck der Ueberraschung wirken und dadurch eine Unterschätzung des zweiten Intervalles hervorrufen. Aber auch sonst tritt bei kleinsten Zeiten anfangs leicht eine starke Unterschätzung des zweiten Intervalles ein und hierfür ist besonders folgender Grund mit maafsgebend. Giebt man einer Versuchsperson zum ersten Male drei aufeinander folgende Signale in Intervallen von 200 oder 300 σ , so bilden die drei Empfindungen anfangs ein ganz unklares, ineinander fließendes Ganzes und die Versuchsperson kann häufig nicht einmal sagen, ob zwei oder drei Signale eingetreten waren. Aus diesem unklar aufgefaßten Ganzen sondert sich dann bei den folgenden Versuchen zunächst das erste Signal, auf dessen Eintritt die Aufmerksamkeit ja am besten vorbereitet

ist, und es erscheint isolirt, während das zweite und dritte Signal noch länger zeitlich zusammenhängend erscheinen.

Die vorstehenden Bemerkungen beziehen sich auf solche Versuchspersonen, bei denen die Einstellung der Aufmerksamkeit maafsgebend für das Urtheil ist. Werden dagegen die Signale rhythmisch aufgefaßt, so tritt, wie MEUMANN gefunden hat, eine wechselnde Neigung ein, bestimmte Tacte heraus zu hören. Bald ist eine Tendenz da, das dritte Signal betont zu hören, bald klingt es häufiger als Nachtact. Dementsprechend treten bald Ueber- bald Unterschätzungen des zweiten Intervalles ein.

Der constante Zeitfehler, den man durch längere Versuchsreihen erhält, kann ganz verschieden ausfallen, je nachdem bei der Versuchsperson allein die rhythmische Auffassung oder die Einstellung der Aufmerksamkeit oder — bei etwas gröfseren Zeiten ($> 0,4$ Sec.) der motorische Automatismus die Grundlage für die Zeitschätzung abgibt, oder die verschiedenen Factoren neben einander maafsgebend sind. Wenn Dr. WEINMANN sich bei seinen Aussagen nicht geirrt hat, so war bei ihm fast allein die Einstellung der Aufmerksamkeit maafsgebend. Ein merklicher, constanter Fehler war aber bei den kleinsten Zeiten nicht vorhanden.

Vorausgesetzt habe ich bisher, dafs die beiden zu beurtheilenden Intervalle objectiv gegeben sind. Giebt man dagegen der Versuchsperson nur zwei Signale und stellt man ihr die Aufgabe, durch eine kleine Fingerbewegung ein dem gegebenen Intervall unmittelbar folgendes gleiches Intervall zu begrenzen, so kommen noch andere Factoren in Frage. Ist das Intervall gröfser als die adäquate Zeit, so verläuft bei den ersten Versuchen der Vorgang vielfach folgendermaafsen. Nach dem ersten Signal setzt die Erwartungsspannung für kurze Zeit aus, um gleich darauf wieder anzuwachsen, so dafs bei Eintritt des die Hauptzeit abschließenden Signales die Erwartungsspannung eine gewisse Intensität erreicht hat. Nach dem zweiten Signal wiederholt sich dann das Aussetzen und Wiederanwachsen der Aufmerksamkeit und die Versuchsperson wartet mit der Registrirbewegung, bis ihr die innere Spannung dieselbe Intensität erreicht zu haben scheint. Nun wird sich aber vielfach die Aufmerksamkeit dem zweiten Intervall wieder besonders zuwenden und lebhafter anwachsen, weil das erste Intervall nur aufgefaßt

zu werden braucht, während für das zweite Intervall noch die besondere Aufgabe der Registrirbewegung besteht.

Auf einen zweiten Factor habe ich schon in meiner früheren Arbeit hingewiesen. Die Reproductionsversuche sind nämlich offenbar ganz analog solchen Versuchen nach der Methode der Minimaländerungen, bei welchen immer ein deutlich kleinerer Reiz allmählich vergrößert wird, bis er dem Hauptreiz gleich erscheint; nie dagegen ein größerer Reiz verkleinert wird. Das wird natürlich dahin wirken, daß die Vergleichszeit kleiner als die Hauptzeit ausfällt.

Zu diesen beiden Factoren kommen aber andere entgegengesetzt wirkende. Einmal fühlt sich die Versuchsperson bei den ersten Versuchen sehr unsicher, wodurch sie leicht veranlaßt wird, eher etwas länger zu warten, bis dieselbe Intensität ganz sicher erreicht ist. Zweitens muß sich die Versuchsperson erst innerlich sagen, daß die Intensität wieder erreicht ist und kann dann erst den Impuls zur Bewegung geben.¹ Das wirkt natürlich auch im Sinne einer Verzögerung der Bewegung.

Diese Factoren kommen hauptsächlich bei den ersten Versuchen einer längeren Versuchsreihe in Frage. Bei den späteren macht sich dann die Einstellung der Aufmerksamkeit und der motorische Automatismus geltend. In der bestimmten Zeit nach dem ersten Signal ist die Aufmerksamkeit gerade wieder auf den Eintritt des zweiten Signales vorbereitet; nach dem zweiten Signal tritt dann zur richtigen Zeit von Neuem eine Erwartung ein und gleichzeitig mit ihr sucht man die Registrirbewegung auszuführen. Außerdem gehen aber mit der Erwartung motorische Innervationen einher. Man begleitet die Signale mit Finger-, Kopf- oder Fußbewegungen, oder man zählt innerlich mit; der motorische Automatismus führt dann die dritte Innervation ungefähr zur richtigen Zeit herbei. Vielleicht wird jedoch der Automatismus dadurch gestört, daß sich die Aufmerksamkeit dem zweiten Intervall besonders zuwendet.

Bei den kleinsten Zeiten liegen die Verhältnisse etwas anders. Zuerst kommt das zweite Signal unerwartet, so daß die Versuchsperson überrascht wird und die Bewegung zu spät ausführt. Werden längere Versuchsreihen mit derselben Hauptzeit

¹ Dieser Gesichtspunkt ist auch von WUNDT hervorgehoben. Vergl. *Physiol. Psychol.* 3. Aufl., II, S. 351.

gemacht, so kommt, wie schon oben erwähnt, der motorische Automatismus in Frage. Die Versuchsperson zählt innerlich „eins“, „zwei“, „drei“, oder sie begleitet die Signale mit „motorischen Rucken“.

Ob nun bei längeren Versuchsreihen mit derselben Hauptzeit der constante Fehler positiv oder negativ ausfällt, diese Frage hat wenig Interesse. Es können alle möglichen Nebenumstände in Betracht kommen, die eventuell schwer festzustellen sind.

4. MEUMANN erwähnt gelegentlich¹: „Eine größere Anzahl von Schalleindrücken scheint bei gleicher objectiver Successionsgeschwindigkeit beträchtlich schneller zu verlaufen wie zwei oder drei Töne von gleicher Intensität und Qualität.“ Ich habe diese Behauptung durch Versuche näher geprüft. Versuchspersonen waren Dr. WEINMANN und Stud. SPECK.

Zunächst nahm ich ein Intervall von 0,4 Secunden. Verglichen wurden erst drei und dann zwei Hammerschläge mit zwölf Schlägen bei Wechsel der Zeitlage. Die Intervalle waren objectiv gleich, doch war dies den Versuchspersonen unbekannt. Ihre Urtheile waren sehr unsicher und schwankten zwischen „kürzer“, „gleich“ und „länger“ hin und her. Eine irgend wie erhebliche Täuschung war nicht vorhanden. Indessen ergab sich aus den Aussagen der Versuchspersonen, daß sie beim Urtheil nicht den Gesamteindruck von den zwölf Schlägen in Rechnung zogen, sondern sich für das Urtheil das erste oder die ersten beiden Intervalle aussonderten. Kamen die zwölf Schläge an zweiter Stelle, so wurde das Urtheil schon nach dem zweiten oder dritten Schlage gebildet. Dr. WEINMANN hielt bei dieser Zeitlage unter zwölf Fällen sieben Mal die Aufeinanderfolge der zwölf Schläge für langsamer und fünf Mal für gleich. Er gab indessen zu Protokoll, daß diese Urtheile gleich nach den ersten beiden oder ersten drei Signalen sich gebildet hätten. Dreimal hatte er neben den von ihm niedergeschriebenen Urtheilen bemerkt, von den folgenden Schlägen hätte er dagegen den Eindruck einer schnelleren Aufeinanderfolge gehabt.

Ich ging darauf zu kleineren Intervallen über. Dr. WEIN-

¹ Untersuchungen zur Psychologie und Aesthetik des Rhythmus, Habilitationsschrift, Leipzig 1894, S. 65.

MANN hielt beim Intervall 0,3 Secunden die Aufeinanderfolge der zwölf Schläge drei Mal für langsamer, neun Mal für gleich und zwei Mal für schneller. Aber diese Urtheile bezogen sich wieder nur auf das erste bzw. die ersten beiden Intervalle der größeren Gruppe von Schlägen, während ihm die folgenden Schläge rascher aufeinander zu folgen schienen. Dem konnte er jedoch, wie er zu Protokoll gab, entgegenwirken, indem er die Schläge nicht passiv über sich ergehen liefs, sondern von Schlag zu Schlag immer wieder von Neuem dem jeweils folgenden Schlage entgegenkam.

In ganz ähnlicher Weise verhielt sich Herr SPECK. Auch er legte seinem Urtheil das erste Intervall der zwölf Schläge zu Grunde, und aus seinen Urtheilen war auf keine merkliche Täuschung zu schliessen. Doch erklärte er ebenfalls, dafs bei mangelnder Aufmerksamkeit die späteren Intervalle der größeren Gruppe kürzer erschienen.

Bei Intervallen von 0,2 Secunden endlich gelang es beiden Versuchspersonen nicht, das erste Intervall für die Auffassung zu isoliren. Sie behaupteten nur schwer urtheilen zu können und beurtheilten die Gruppe von Intervallen im Allgemeinen als kürzer.

Wir sehen also, dafs die Täuschung durch ein Nachlassen der Aufmerksamkeit bei der größeren Gruppe von Schlägen bedingt ist; sie tritt dann ein, wenn die Versuchspersonen den einzelnen Schlägen der größeren Gruppe nicht mehr mit der Erwartung entgegen kommen. Dies steht in voller Uebereinstimmung mit meiner Theorie, welche ja verlangt, dafs ein Intervall, dessen Endsignal der Erwartung entgegenkommt, länger erscheint als ein Intervall, dessen Endsignal eintritt, bevor die Erwartung wieder vorbereitet ist.

Eine analoge Erscheinung habe ich schon früher (*Zeitschr. f. Psych.* 4, S. 15) erwähnt. Beobachtet man eine rotirende Kymographiontrommel, auf welche ein liniirter Bogen Papier geklebt ist, so folgen die Augen, falls die Geschwindigkeit nicht zu groß oder der Abstand der Linien nicht zu klein ist, unwillkürlich jeder Linie eine kleine Strecke und springen dann zur nächstfolgenden über. Bei zunehmender Geschwindigkeit mufs man aber rascher und rascher die Aufmerksamkeit von jeder Linie losreißen, bis man bei Ueberschreitung einer gewissen Grenze den Wechsel der Empfindungen mehr passiv über sich ergehen läfst, weil es nicht mehr gelingt, jeder Linie noch einen Augenblick die Aufmerksamkeit zuzuwenden. Hat man nun einige Zeit die Bewegung der Linien beobachtet, so scheint die

Geschwindigkeit zuzunehmen, wenigstens wenn die Geschwindigkeit so groß ist, daß die Einzelbeobachtung jeder Linie einige Anstrengung der Aufmerksamkeit erfordert. In Folge des Nachlassens der Aufmerksamkeit läßt man den Wechsel der Empfindungen auch mehr passiv über sich ergehen.

5. Die Vergleichung eines von intensiveren Schalleindrücken begrenzten Intervalles mit einem objectiv gleich großen aber von schwächeren Signalen begrenzten. MEUMANN hat hierüber Versuche angestellt und dabei gefunden, daß das von stärkeren Signalen begrenzte Intervall bei kleinsten Zeiten erheblich verkürzt erscheint. Die Versuche, aus denen diese Täuschung hervorging, waren von doppelter Art.

a. Eine Reihe von intensiven Hammerschlägen in Intervallen von 0,25 Secunden aufeinander folgend wurde mit einer Reihe schwächerer Schläge verglichen. Als Ursache der Täuschung gaben die Beobachter selbst an, daß durch die größere Schallintensität eine stärkere Verschmelzung der Schalleindrücke bewirkt würde.

b. Es wurden zwei einzelne in einer Zwischenzeit von zwei Secunden aufeinander folgende Intervalle miteinander verglichen bei wechselnder Zeitlage. Kam das von stärkeren Signalen begrenzte Intervall an zweiter Stelle, so erschien es beträchtlich verkürzt und zwar zeigte sich dies am stärksten bei ganz kleinen Zeiten (0,2 und 0,3 Sec.). Nach Aussage der Versuchspersonen bewirkte die starke Schallverschmelzung der intensiven Schläge die Zeitverkürzung. Wurde dagegen das von schwächeren Signalen begrenzte Intervall an zweiter Stelle genommen, so ergab sich ein entgegengesetztes Resultat: die intensiv begrenzte Zeit erschien größer. Es machte sich einerseits, wie die Beobachter aussagten, die Schallverschmelzung in ihrer verkürzenden Wirkung geltend; andererseits erschien aber „unter der Einwirkung des Contrastes die zweite Zeit ärmlicher als die Normalzeit“. Es kam also noch ein anderer Factor für die Schätzung in Betracht. MEUMANN fügt dann hinzu: „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 Normalzeit wie

bei der Vergleichszeit. Alle störenden und ablenkenden Factoren, die man bei Zeitsinnversuchen anbringt, haben eine ganz andere Wirkung, wenn sie bei der Normalzeit angebracht werden wie wenn sie bei der Vergleichszeit stattfinden. Diese eigenthümliche Wirkung der Aufmerksamkeit kann erst im Folgenden näher erklärt werden.“

Ich habe nun diese Versuche wiederholt, dabei aber durchaus keine irgend wie erhebliche Tendenz zur Unterschätzung der intensiv begrenzten Zeit entdecken können.

Betrachten wir zunächst die Resultate, welche sich bei der Vergleichung zweier längerer Reihen von Signalen ergeben haben. Die Intervalle waren immer objectiv gleich; die Versuchspersonen wußten dies jedoch nicht.

Die erste Versuchsperson war Dr. WEINMANN, der wie schon erwähnt, eine auffallend feine Unterschiedsempfindlichkeit besitzt. Sowohl bei Hammersignalen in Intervallen von 0,3 Sec. als auch bei Telephonknallen in Intervallen von 0,16 Secunden und bei beiden Zeitlagen hielt er eigentlich die beiden Aufeinanderfolgen immer für gleich; nur bei den Hammersignalen zeigte sich einige Male eine ganz schwache Tendenz die stärkeren für rascher aufeinander folgend zu halten. Das Urtheil war sehr unsicher und die verschiedene Stärke bewirkte eigentlich nur eine Störung des Urtheiles.

Zweite Versuchsperson war Stud. SPECK. Die Signale bestanden in Telephonknallen, welche in Intervallen von 0,3 und 0,16 Secunden gegeben wurden. Auch bei mehrfacher Wiederholung der Versuche zu verschiedenen Zeiten und bei beiden Zeitlagen erhielt ich immer das Urtheil: „die starken Schläge langsamer“.

Gelegentlich habe ich dann noch Herrn Dr. MEYER und Herrn Stud. KÜHL geprüft. Ersterer hielt bei Telephonknallen in Intervallen von 0,16 Secunden die Reihe der starken Signale immer für langsamer ablaufend; letzterer gab bei Versuchen mit Hammersignalen schwankende Urtheile ab.

Außerdem habe ich noch gelegentlich bei Uebungen mit vorgeschrittenen Studenten eine größere Anzahl von Herren gleichzeitig eine Reihe starker Hammerschläge mit einer Reihe schwacher (Intervalle 0,3 Sec.) vergleichen lassen. Keiner der Herren hatte eine irgendwie deutliche Tendenz, die starken für rascher aufeinander folgend zu halten; einige Herren meinten,

sie folgten eher langsamer aufeinander. Ich selbst konnte nichts von einer Täuschung bemerken.

Es zeigt sich demnach im Gegentheil, daß eher eine Tendenz vorhanden ist, die lauten Signale für langsamer aufeinander folgend zu halten. Hiermit stehen die Resultate der Versuche mit nur 2 (durch eine Pause von ca. 2 Secunden voneinander getrennten) Intervallen ganz im Einklang. Dr. WEINMANN zeigte auch bei diesen Versuchen keine erhebliche Täuschung. Bei einer Versuchsreihe mit Hammerschlägen in Intervallen von 0,3 Secunden, bei der die intensiv begrenzte Zeit voranging, erkannte er eine Vergrößerung oder Verkleinerung der zweiten Zeit um 20σ fast ausschließlich, nur wurde die zweite Zeit, wenn sie der ersten gleich war, fast immer für kürzer gehalten. Es war demnach höchstens eine schwache Tendenz zur Unterschätzung der von schwächeren Signalen begrenzten Zeit zu constatiren. Bei umgekehrter Zeitlage wurden Vergrößerungen oder Verkleinerungen von 20 oder auch 13σ richtig erkannt, eine irgendwie deutliche Tendenz zur Unter- oder Ueberschätzung war überhaupt nicht merkbar. Bei einer zweiten Versuchsreihe mit Intervallen von 0,4 Secunden gab er bei Differenzen von $\pm 13 \sigma$ immer richtige Urtheile ab und auch bei Differenzen von $\pm 7 \sigma$ kam es nie vor, daß er eine grössere Vergleichszeit für kleiner und eine kleinere für grösser gehalten hätte; höchstens hielt er sie für gleich. Ich habe dann dieselbe Versuchsperson noch gelegentlich Intervalle, die durch Telefonsignale begrenzt waren, schätzen lassen, wobei ich allerdings die Vergleichszeit immer unverändert der Normalzeit gleich liess (ohne daß die Versuchsperson es wufste), auch hier zeigte sich bei Intervallen von 0,2 und 0,16 Secunden und beiden Zeitlagen keine deutliche Täuschung. Das Urtheil war immer sehr unsicher und höchstens war eine schwache Tendenz vorhanden, die intensiveren Signale für langsamer aufeinander folgend zu halten. Als ich ihn zum Schluß fragte, ob die intensiveren Signale keine Schallverschmelzung hervorriefen, erklärte er, daß ein Nachhall da wäre und daß man sich auf Grund desselben allenfalls einreden könnte, die Zeit wäre kürzer. Eine ursprüngliche Tendenz zu diesem Urtheil wäre jedoch nicht vorhanden.

Herrn SPECK liess ich gleiche Intervalle von 0,2 Secunden, die durch Telefonsignale begrenzt waren, mit einander vergleichen. Bei beiden Zeitlagen hielt er bei wiederholten Versuchen die

intensiv begrenzte Zeit für länger. In gleicher Weise urtheilten auch Dr. MEYER und Stud. KÜHL.

Dafs die intensiv begrenzte Zeit länger erscheint, wird durch eine Angabe der Versuchspersonen erklärt. Die intensiven Signale scheinen sich gleichsam über einen längeren Raum zu erstrecken, jedes einzelne Signal erscheint ausgedehnter und man beurtheilt nicht die Zwischenzeit, sondern ein ausgedehntes Ganzes von längerer Dauer. Dabei kommt nicht nur der Nachklang in Betracht, sondern ausserdem noch eine reflectorisch ausgelöste Spannungsempfindung, welche sich unmittelbar an die starken Signale anschliesst und die ich schon oben besprochen habe. Daneben kommt in Betracht, dafs die von schwachen Signalen begrenzte Zeit, wenn sie der anderen nachfolgt, einen eigenartigen Eindruck macht; sie erscheint ärmlicher, wie MEUMANN's Versuchspersonen sich ausdrückten. Eine nähere Beschreibung des Eindruckes vermag auch ich nicht zu geben.

Meine Resultate stehen demnach in vollstem Gegensatz zu den Resultaten MEUMANN's. Man kann einmal daran denken, dafs meine Versuchspersonen auf Grund eines anderen Nebeneindruckes ihr Urtheil abgegeben haben als die Versuchspersonen MEUMANN's. Es kann aber auch an einem anderen Umstande liegen. MEUMANN operirte nämlich mit zwei verschiedenen Schallhammern. Der eine wurde abgedämpft, indem er auf eine fingerdicke Unterlage von Filz und Watte gestellt wurde, nachdem vorher noch der stählerne Stiel mit Watte umwickelt war. Der zweite Hammer wurde einfach auf den Tisch gestellt. Da nun der letztere immer die intensiven, der erstere die weniger intensiven Schläge angab, so hatten die intensiveren Schläge einen besonders langen Nachhall, der nicht allein durch die gröfsere Intensität bedingt war. Bei meinen Versuchen wurden sämtliche Signale durch denselben gedämpften Hammer angegeben. Dafs aber Intervalle, die durch länger dauernde Schallempfindungen begrenzt sind, kürzer erscheinen, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man eine Versuchsperson erst Intervalle, die durch Hammerschläge begrenzt sind, mit einander vergleichen läfst und dann zu Versuchen mit Telephonknallen (die in denselben Intervallen aufeinander folgen) übergeht. Die Versuchsperson glaubt dann nicht, dafs die von Telephonknallen begrenzten Intervalle den anderen gleich sind, sie hält sie für viel länger. Diese Thatsache ist aber nach meiner

Theorie leicht verständlich. Denn die Ruhepause der Aufmerksamkeit, welche erst nach dem Aufhören der Schallempfindung beginnt, ist bei länger dauernden Reizen verkürzt, und die Aufmerksamkeit ist demgemäß nicht frühzeitig genug auf den folgenden Reiz vorbereitet.

Die vorstehenden Ausführungen werden genügen, um die Ansicht, daß mindestens das feinere Zeiturtheil auf mittelbaren Kriterien beruht, sicher zu stellen. Um sich von der Richtigkeit dieser Ansicht durch eigene Erfahrung ganz zu überzeugen, dazu gehören allerdings viele eigene Versuche, insbesondere auch viel Versuche, bei denen man selbst Versuchsperson ist. Wir dringen hier bis zur äußersten Grenze der inneren Wahrnehmung vor, und da ist natürlich die größte Vorsicht am Platze. Demgemäß habe ich mich nicht nur auf meine eigene, durch langjährige Erfahrung geschulte Selbstbeobachtung verlassen, sondern ich habe noch durch andere gänzlich unvoreingenommene Versuchspersonen die Ergebnisse meiner inneren Wahrnehmung controliren lassen. Da ich nun außerdem noch zahlreiche Versuchsthatfachen durch die Theorie zu erklären vermag, die sonst gänzlich unerklärt bleiben, so kommt den Ausführungen eine Beweiskraft zu, die wir bisher in der Psychologie nur selten erreicht haben.

Hervorheben möchte ich zum Schluß, daß die bisher von mir angeführten Factoren nicht die einzigen sein sollen, welche für die Schätzung leerer Intervalle in Frage kommen. Ich halte es vielmehr für wahrscheinlich, daß die weitere Forschung noch einige andere Factoren aufweisen wird. So habe ich z. B. Grund zu vermuthen, daß auch die Zusammenfassung von Empfindungscomplexen zu Einheiten eine gewisse Rolle spielt; doch vermag ich diese Vermuthung zur Zeit noch nicht genügend zu begründen.

(Eingegangen den 26. April 1898.)
