

Beiträge zur Psychologie des Zeitbewusstseins.

Von

Ernst Meumann.

Dritte Abhandlung.

Mit 7 Figuren im Text.

Den Inhalt der vorliegenden Abhandlung bildet ein Versuchscyclus über Täuschungen des Zeitbewusstseins, die beim Abschätzen und Vergleichen verschieden ausgefüllter Zeitstrecken auftreten.

Ich unterbreche mit dieser Abhandlung den systematischen Gang, den nach meinem ursprünglichen Plan die von mir veröffentlichten Untersuchungen zur Psychologie des Zeitbewusstseins einhalten sollten.

Die Versuche, die ich hier als Basis zu einer künftigen Erklärung der charakteristischen Täuschungen der Zeitschätzung »durch differente Zeitausfüllung« (wie ich es kurz bezeichnen will) mittheile, wurden zum größten Theil schon 1892 und 1893 vollendet. Wenn ich sie bis heute nicht veröffentlicht habe, so entsprach das der erwähnten Absicht, die Ergebnisse meiner Untersuchungen über die Psychologie des Zeitbewusstseins¹⁾ in systematischer Folge erscheinen zu lassen. Inzwischen haben mich mehrfache Missverständnisse meiner Ansichten und Absichten, sowie

1) Ich vermeide von jetzt an den Ausdruck »Zeitsinn«, weil man immer wieder gelehrten Auseinandersetzungen darüber begegnet, dass der Zeitsinn kein »eigentlicher« »Sinn« (sense) sei, dass es kein Sinnesorgan des Zeitsinns gebe u. s. w.

die lange Verzögerung, welche die Bearbeitung dieses umfangreichen Gebietes den Veröffentlichungen meiner früheren Experimente auferlegen würde, dazu bestimmt, die bisher zum Abschluss gebrachten Versuchsreihen in rascher Folge herauszugeben.

Da sich die einzelnen Versuchsgruppen vielfach unter einander ergänzen, so sehe ich mich genöthigt, einerseits solche ergänzende Versuche (bzw. die Ergebnisse derselben), die einem anderen Gedankenzusammenhang entsprungen sind, vielfach einzuschieben, andererseits eine erschöpfende theoretische Verwerthung der gewonnenen Ergebnisse erst am Schluss der ganzen Veröffentlichung zu entwickeln.

Sogleich im Beginne meiner Versuche über Zeitschätzungen (im Winter 1891/92) drängte sich mir die Wahrnehmung auf, dass die Schätzung kleinster, durch bloße begrenzende Reize markirter Zeitintervalle als ein besonderer Fall der Zeitschätzung von derjenigen mittlerer und größerer Zeitstrecken unterschieden werden müsse. Es geht das einerseits aus den Aussagen der Versuchspersonen, aus den Ergebnissen der Selbstbeobachtung hervor und wird andererseits auch in den objectiven Versuchsergebnissen durch das Eintreten anderer constanter Fehler bei mittleren und größeren Zeitstrecken bestätigt. Ich charakterisirte schon früher die Beurtheilung solcher kleinster Zeitstrecken auf einander folgender Sinneseindrücke dadurch, dass sie mehr eine Auffassung der Successionsgeschwindigkeit der Eindrücke selbst, als eine Perception der Dauer des zwischen ihnen liegenden Intervalls bzw. der Dauer des durch sie selbst sammt dem Intervall repräsentirten Zeitganzen sei.

Diese meine Unterscheidung vorwiegender Auffassung der Successionsgeschwindigkeit der begrenzenden Eindrücke und vorwiegender Beurtheilung der Dauer und des Gesamtverlaufs der ein Zeitintervall begrenzenden und ausfüllenden Erlebnisse ist aber nicht dahin misszuverstehen, dass alle Beurtheilung kleinster Zeiten eine Beurtheilung der Successionsgeschwindigkeit von Eindrücken sei. Es kommt auch hierbei darauf an, wie uns die Zeiten durch die Sinneseindrücke repräsentirt werden. Die erstere Auffassung ist nur dann vorhanden, wenn die Zeitgrößen durch zwei begrenzende Empfindungen hergestellt werden. Es gelingt aber durch Herstellung der Zeiten mittels Töne, continuirlicher Geräusche,

continuirlicher Licht- und Tasteindrücke die eigentliche Dauer schätzung auch bis zu kleinsten Zeiten hinabzuführen, wo ihr schließlich dadurch eine Grenze gesetzt wird, dass der Eindruck der Dauer dem des Momentanen, des einzelnen Tonstoßes, Lichtblitzes u. s. w. Platz macht¹⁾.

Schon aus den bisherigen Bemerkungen folgt die Berechtigung, die Untersuchung kleinster Successionszeiten als die Behandlung eines speciellen Thatschaftsgebietes unserer Zeitschätzung abzutrennen, womit ich in meiner ersten Veröffentlichung von Experimenten über »den Zeitsinn« einen Anfang gemacht habe (Philos. Stud. IX, S. 264 ff.). Einerseits um diese Berechtigung aufs Neue zu erweisen, andererseits um eine Anzahl Thatfachen vorzuschicken, auf die ich im Folgenden öfter zurückgreifen muss, theile ich hier schon einige Ergebnisse meiner weiteren Untersuchungen über die Schätzungen kleinster Successionszeiten mit.

Die größten Successionsgeschwindigkeiten noch discontinuirlich wahrgenommener Sinneseindrücke zeichnen sich durch zwei sehr markante Eigenthümlichkeiten aus. Erstens gewinnen rein sinnliche Factoren bei ihnen einen großen Einfluss auf die Zeitschätzung, die bei mittleren und größeren Zeiten ganz zurücktreten. Die Zeiten sind hier recht eigentlich Gesichtszeiten, Gehörszeiten, Tastzeiten.

Zweitens gibt es eine Anzahl eigenthümlicher Aufmerksamkeits-thatsachen, die hier verändernd in die Zeitschätzung eingreifen, die nur bei kleinsten Successionszeiten sich geltend machen, und die von speciellen Beziehungen der Empfindungen verschiedener Sinne und des Qualitäts- und Intensitätswechsels der Empfindungen zur Aufmerksamkeit herrühren.

Stellt man kleinste Zeitstrecken (etwa bis 0,5 Sec.) durch momentane zeitbegrenzende Eindrücke her, so ist der Ausfall der Urtheile ein verschiedener, je nachdem man die Empfindungen

1) Ich habe früher drei elementare Thatbestände in der Wahrnehmung zeitlicher Verhältnisse angenommen: die Wahrnehmung der Dauer eines Eindruckes der Aufeinanderfolge mehrerer Eindrücke und der Wiederkehr in der Zeit. Ich habe Gründe, nunmehr auch die Wahrnehmung der Gleichzeitigkeit (die ich früher mit in dem zweiten Thatbestand inbegriffen glaubte) als vierte elementare Zeitwahrnehmungsthatfache abzutrennen.

eines oder des anderen Sinnesgebietes zur Begrenzung der Zeiten wählt, je nachdem diese Empfindungen mehr oder weniger intensiv sind, je nachdem sie (wie insbesondere die Schallempfindungen mit ihren rhythmischen Phänomenen) Beziehungen zu Aufmerksamkeitsvorgängen besitzen. Vergleicht man ferner zwei kleinste Intervalle unter einander, die je von zwei Empfindungen verschiedener Sinne begrenzt sind, z. B. ein Geräuschintervall mit einem Lichtintervall u. s. w., so ergibt sich, dass die objectiv gleichen Zeitintervalle der verschiedenen Sinne subjectiv in hohem Grade ungleich erscheinen. Diese Ungleichheit hat, wie schon Külpe, auf meine Untersuchungen gestützt, ausführte, die Bedeutung einer einfachen Incongruenz der kleinsten Zeitstrecken verschiedener Sinne, die wahrscheinlich durch die Zeitverhältnisse der Empfindungen selbst wesentlich, wenn auch nicht ausschließlich bedingt ist. Im einzelnen kann ich dabei folgende Thatsachen als gesicherte Ergebnisse meiner Versuche bezeichnen. Die zeitbegrenzenden Empfindungen müssen so gewählt werden, dass die Intensität derselben in den verschiedenen Sinnesgebieten sich entspricht. Das erreicht man nur dadurch, dass man der Schwelle nahe liegende Empfindungen verwendet. In diesem Falle erscheint dann eine von Funkengeräuschen begrenzte Zeitstrecke kleiner als eine gleich lange, die von bloß gesehenen Funken eingeschlossen ist, eine von Tastreizen (elektrischen) begrenzte Zeit erscheint kleiner als die Geräuschzeit, dazu stimmt, dass eine Tastzeit bei der quantitativen Bestimmung dieser Incongruenzen weit kleiner erscheint gegenüber der Lichtzeit, als die Geräuschzeit gegenüber der letzteren. (Es ist nothwendig, dabei die Elektroden an Hautstellen mit feinerer Tastempfindlichkeit anzulegen.)

Diese Incongruenzen erstrecken sich nur über einen kleinen Bereich (bis reichlich 0,4 Sec.) der Zeitintervalle; außerdem stimmen sie zu dem, was auch sonst über die zeitlichen Verhältnisse der verschiedenen Sinnesgebiete bekannt ist. Sie erhalten sich selbst bei maximaler Uebung der Versuchspersonen, sie bleiben selbst bestehen, wenn man künstliche Hilfsmittel wie Taktirbewegungen u. a. bei der Zeitschätzung zur Anwendung bringt. Durch alles dies geben sie sich als im wesentlichen rein sinnliche Factoren zu erkennen, die aus der Natur der einzelnen Sinnesgebiete selbst stammen und

wahrscheinlich in der Hauptsache auf den Erregungsablauf in den Sinnesorganen zurückzuführen sind.

Noch deutlicher treten solche rein sinnliche Factoren der Zeitwahrnehmung in ihrer speciellen Bedingtheit durch die Natur der einzelnen Sinnesgebiete bei gelegentlich von mir und meinen Versuchspersonen gemachten Beobachtungen hervor. Lässt man drei oder vier Schalleindrücke in kurzen Intervallen (von 0,08 bis zu etwa 0,2 Sec.) auf einander folgen, so tritt eine eigenthümliche Schallsummation gegen den Schluss auf. (Diese Schallsummation fängt an sich zu verlieren, wenn man fünf und mehr Eindrücke wählt.) Zugleich scheinen sich die Intervalle zu verkürzen, sie convergiren förmlich nach dem Schlussmomente zu. Bei langsamerer Aufeinanderfolge verschwindet dies Phänomen mehr und mehr. Es scheint, dass die Schallverschmelzung, welche infolge der Summation (die auch schon rein physikalisch besteht!) eintritt, diesen Effect der scheinbaren Zeitverkürzung hervorbringt. Etwas ähnliches bemerkt man bei Lichtempfindungen.

Dass indirect gesehene Funken von großer Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge (0,05—0,3 Sec.) langsamer zu verlaufen scheinen, wie direct gesehene, habe ich schon früher bemerkt. Es scheint, dass einerseits die dabei auftretende Dunkelpause, die wohl durch das schnellere Abklingen der Erregung auf der seitlichen Netzhaut veranlasst wird, andererseits aber auch die größere Ausbreitung der Funkenbilder im indirecten Sehen diese Täuschung hervorbringt. Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass auch die schwierige und ungewohnte Aufmerksamkeitsrichtung auf das seitliche Sehfeld sich mit an dem Zustandekommen des Phänomens betheilt. Der folgende Versuch scheint jedoch die Ueberlegenheit der genannten Empfindungsfactoren zu beweisen. Wenn man neben dem schalldichten Funkenkasten einen Spiegel so aufstellt, dass der Beobachter gleichzeitig indirect die Funken in dem Kasten und direct die im Spiegel erblickt, so glaubt der Beobachter zwei Funkenreihen von total verschiedener Zeitfolge zu sehen. Es gelingt durch keine noch so energische Concentration der Aufmerksamkeit auf die fixirten Funken, dieses höchst auffallende Phänomen abzuschwächen. Lässt man indirect gesehene Funken registriren (was ich in zahlreichen Versuchen so ausführte, dass ich den Beobachter auf einem Taster

die Zeitfolge der Funken mit Fingerbewegungen wiedergeben ließ, welche ebenso wie die Contactmomente der funkengebenden Contacte des Zeitsinnapparates auf der Kymographiontrommel aufgenommen wurden), so erhält man vielfach ein ganz paradoxes Ergebniss.

Fordert man nämlich den Beobachter auf, immer den 10. Funken zu registriren, so führt er das bei nicht zu großer Geschwindigkeit der Funken richtig aus — ein Beweis, dass die Funken alle gesehen werden —, lässt man ihn alle Funken registriren, so bewegt er den Finger viel zu langsam, er registriert oft nicht ein Drittel der vorhandenen Funken. Es erklärt sich das wohl so, dass im zweiten Falle mit den Fingerbewegungen der scheinbare zeitliche Eindruck der Successionsgeschwindigkeit wiedergegeben wird, und die Aufmerksamkeit sich nur mit diesem allgemeinen Eindruck des verlangsamten Zeitverlaufs beschäftigt, worüber das Registriren der einzelnen Funken versäumt wird. Da dieser allgemeine Eindruck der zeitlichen Folge indirect gesehener Funken der einer langsameren Aufeinanderfolge ist, als es den objectiven Verhältnissen entspricht, so wird der Finger zu langsam bewegt, d. h. es werden weniger Funken registriert. Ich versuchte sodann durch Verwendung räumlich ausgebreiteter Lichtreize im directen Sehen zur Abgrenzung kleinster Zeiten (wie des Aufleuchtens von Geißler'schen Röhren, Funken hinter Mattglasplatten u. a. m.) den Antheil der einzelnen Factoren an der Zeitschätzung festzustellen, werde aber darüber erst später genauere Mittheilungen machen.

Ganz andere Verhältnisse beherrschen die Zeitschätzung, wenn man je ein Intervall durch Empfindungen verschiedener Sinne begrenzt sein lässt. Am einfachsten wird das dadurch erreicht, dass man nur drei Eindrücke zur Abgrenzung von zwei Zeitintervallen verwendet (Versuche ohne Zwischenzeit oder Pause). In einer meiner früheren Abhandlungen habe ich schon einige Versuche dieser Art in anderem Zusammenhang mitgetheilt. Wird z. B. das erste von zwei kleinen Zeitintervallen von zwei Lichtreizen, das zweite (unmittelbar folgende) von einem Geräusch oder Tastreiz begrenzt, so erscheint die zweite Zeit länger als die erste. Analoge Täuschungen lassen sich durch den Wechsel des Sinnesgebietes bei der ersten Zeit hervorbringen. Hier scheint es nun

vorwiegend die stärkere Beschäftigung der Aufmerksamkeit zu sein, welche die Täuschungen bedingt. Eben deshalb darf man hier von »Täuschungen« des Zeiturtheils reden, im Gegensatz zu der einfachen Incongruenz der Sinnesempfindungen in den vorher erwähnten Fällen.

Es ließen sich zahlreiche ähnliche secundäre Beziehungen des Empfindungswechsels zur Aufmerksamkeit anführen, die erst durch ihre Beeinflussung der höheren Vorgänge der Zeitvergleichung charakteristische Täuschungen bewirken. Nur eine solche That- sache sei hier noch angeführt, die wiederum zu den in diesem Aufsatz behandelten Phänomenen der Zeitausfüllung in Beziehung steht. Zwei schnell auf einander folgende Schalleindrücke scheinen (bei Intervallen von 0,05 bis etwa 0,3 oder bei größerer Inten- sität bis 0,5 Sec.) langsamer zu folgen als vier, sechs oder eine längere Reihe. Dieser Effect nimmt zu mit der zunehmenden Inten- sität der Empfindungen, er ist ferner bei kleinsten Zeiten viel- leicht am deutlichsten. Die Ursache ist wohl auch hier vorwiegend in der stärkeren Schallsummation und der dadurch bedingten größeren Verschmelzung der Eindrücke zu suchen. Denn allgemein kann man sagen, dass, gleiche Intensitätsverhältnisse vorausgesetzt, eine Zeitfolge von Empfindungen um so kürzer erscheint, je mehr die Eindrücke verschmelzen (ihren discontinuirlichen Charakter verlieren); doch wirkt die andersartige Beschäftigung der Aufmerk- samkeit in secundärer Weise dabei mit.

Bei der letzterwähnten Erscheinung betheilt sich aber jeden- falls auch ein associativer Factor, der Eindruck der größeren Fülle von Empfindungen, die einer Beschleunigung ihres Ablaufs äqui- valent wird.

Die Hervorhebung dieser Eigenthümlichkeiten kleinster Suc- cessionszeiten von Sinneseindrücken möge vorläufig genügen zur Abgrenzung und Charakteristik dieses Gebietes unsrer Zeitschätzung.

Ein ganz anderes Gebiet von Thatsachen betritt man, sobald der Einfluss der Ausfüllung von Zeitstrecken auf die Beurtheilung der Länge (Dauer) der verflossenen Zeiträume zum Object der Untersuchung gemacht wird: Nicht die Natur der begrenzenden Eindrücke, sondern die Art, wie der ge- samnte Ablauf des Intervalls unserm Bewusstsein repräsentirt

wird, kommt jetzt für die Zeitschätzung zur Geltung. Alle hierher gehörigen Thatsachen betrachte ich daher als Dauerschätzungen im eigentlichen Sinne des Wortes, und nur in secundärer Weise kann vielleicht bei discontinuirlicher Zeitausfüllung die Successionsgeschwindigkeit der discontinuirlichen Eindrücke das Urtheil mit bestimmen.

Während es nun in der Natur der Sache liegt, dass die Beurtheilung der Schnelligkeit oder Kürze der Aufeinanderfolge von Eindrücken sich auf die Untersuchung kleinster Zeiten beschränkt, muss man bei Experimenten, die sich mit der Beurtheilungsweise der Dauer von Eindrücken beschäftigen, alle jeweils untersuchten Arten der Zeitrepräsentation durch alle überhaupt für die directe Zeitschätzung in Betracht kommenden Zeitgrößen verfolgen. Es wäre ein schwerer methodischer Fehler, wenn man an einem beliebig herausgegriffenen Zeitintervall Experimente machen und daraus allgemeine Folgerungen für die Zeitschätzung machen wollte, so lange man nicht weiß, ob sich bei größeren oder kleineren Intervallen nicht ganz andere Verhältnisse finden?¹⁾ Die ganze folgende Untersuchung wird eine Bestätigung dieser Auffassung sein. Überall bieten auch bei der Beurtheilung der Dauer von Eindrücken die kleinen Zeiten, einerlei ob sie verschiedenartig oder gleich ausgefüllt sind, andere, meist genau die entgegengesetzten Verhältnisse der Beurtheilung, der constanten Fehler, des Quantums der Urtheilstäuschungen dar, wie die mittleren und größeren, und gerade diese Verschiedenheit der Einwirkung von Zeitausfüllungen auf die Vergleichung mittlerer, kleinerer und größerer Zeiten wird einer der wesentlichsten Punkte meiner später darzustellenden theoretischen Deutung der Versuche über Zeitausfüllung sein.

Damit ist eine erste Vorfrage für die folgenden Experimente gegeben: Welche absolute Größe müssen die Zeitstrecken haben, bei denen man die Wirkung verschiedenartiger Zeitausfüllungen verfolgt? Es muss offenbar das ganze Gebiet derjenigen Zeit-

1) Dieses Herausgreifen irgend eines Zeitintervalls, an dessen Untersuchung dann die weitgehendsten Folgerungen geknüpft werden, ist die Methode Münsterberg's.

strecken, welche noch ohne den Zwang zur Eintheilung als ein einheitliches Ganzes wahrgenommen werden können, auf die Wirkung der Zeitausfüllungen hin untersucht werden, indem in einer ersten Versuchsgruppe jede einzelne Art der Zeitausfüllung, die als ein typischer Fall betrachtet werden kann, von den kleinsten bis zu den größten noch einigermaßen als Ganzes abschätzbaren Zeitstrecken hindurch verfolgt wird.

Diese erste Versuchsgruppe wird dann sogleich hervortreten lassen, bei welchen absoluten Größen der Zeitintervalle besonders wichtige und charakteristische Punkte liegen — Punkte, an denen ein hervorragender Einfluss der Ausfüllung auf die Zeitschätzung sich nach der einen oder andern Richtung geltend macht; und nun wird sich naturgemäß eine zweite Versuchsreihe ergeben, in welcher je eine dieser besonders charakteristischen Zeitgrößen herausgegriffen und bei constant gehaltener Zeitgröße die Wirkung verschiedener Ausfüllungen verfolgt wird.

Eine weitere Vorfrage ist diese: Wie sind die Ausfüllungen über die beiden verglichenen Zeiten zu vertheilen? Von vornherein steht man vor drei Möglichkeiten. Entweder kann man immer nur eine der zu vergleichenden Zeitstrecken »ausfüllen«, die andere »leer« lassen; richtiger gesagt, man kann die natürlichen Empfindungs- und Gefühlsvorgänge, die während einer leeren, durch Reize begrenzten Zeitstrecke als ausfüllende Bewusstseinsinhalte vorhanden sind, durch künstlich im Experiment eingeführte ersetzen, und dabei etwa in einem ersten Falle die eine von beiden Zeitstrecken ganz oder theilweise mit solchen willkürlich eingeführten Empfindungsvorgängen ausfüllen, die andere mit zwei Grenzreizen am Anfang und Ende markiren, und die zwischen diesen liegende Zeitstrecke der natürlichen Ausfüllung mit dem immer vorhandenen Complex von Spannungsempfindungen, Organempfindungen, Druckempfindungen der Haut, Gefühlsvorgängen u. s. w. überlassen. Man wird dann, wie ich mich kurz ausdrücken will, eine reizerfüllte und eine reizbegrenzte Zeit mit einander in Vergleich bringen¹⁾.

1) Ich werde in den folgenden Ausführungen die sogenannte ausgefüllte Zeit als »reizerfüllte« Zeit bezeichnen, und die leere von zwei Eindrücken irgend

Oder aber man füllt beide Zeiten mit willkürlich eingeführten Empfindungsvorgängen und anderen psychischen Processen aus, hält aber die Ausfüllung bei beiden gleich. Endlich drittens kann man beide Zeiten mit verschiedenen experimentell eingeführten Empfindungen, Gefühlen u. s. w. ausfüllen. Es gibt naheliegende methodologische Gesichtspunkte, nach denen zwischen diesen drei Möglichkeiten entschieden werden kann. Eine erste Regel alles psychologischen Experimentirens wird immer die sein, dass man die zu untersuchenden Phänomene auf den einfachsten Fall reducirt. Nun ist die unter 3. genannte Möglichkeit

eines Sinnesgebietes begrenzte als »reizbegrenzte« Zeit, oder auch als »leere« Zeit (in Anführungszeichen). Der Ausdruck »leere Zeit« ist ja gewiss nicht glücklich gewählt, weil natürlich die reizbegrenzte Zeit immer mit irgend welchen Empfindungs- oder Gefühlscomplexen und bei den größten an der Grenze der directen Vergleichbarkeit liegenden Zeiten auch gelegentlich mit Vorstellungsinhalten erfüllt ist; aber es lohnt sich doch nicht, über diese Binsenwahrheit, dass es keine leeren Zeiten gibt, so viel Worte zu verlieren, wie das in manchen neueren psychologischen Schriften geschieht (James und neuerdings namentlich Ziehen).

Mit dem Ausdruck »reizerfüllte« Zeitstrecke will ich bezeichnen, dass die betreffende Zeitstrecke dem Bewusstsein wesentlich durch solche Empfindungen repräsentirt wird, die mittelst willkürlich im Experiment eingeführter Reize hergestellt werden. Der Ausdruck »reizbegrenzte« Zeit soll andeuten, dass die willkürliche Herstellung der Zeiten im Experiment sich bei diesen Zeitstrecken auf die experimentelle Einführung von zwei Grenzreizen beschränkt, die Anfangs- und Schlussmoment der Zeitstrecke angeben.

Nebenbei bemerke ich, dass Ziehen in seiner Psychologie (3. Aufl. S. 101) ganz irrthümlich die leeren Zeiten als Vorstellungszeiten bezeichnet, es ist leicht, sich bis zu etwa 4—5 Sec., ja nach der individuellen Uebung, aller Vorstellungen zu entschlagen. Wir befinden uns gegenüber den Vorstellungen während der Concentration auf den Zeitverlauf irgend welcher Empfindungen in einem Zustand totaler Hemmung und können in diesem mehrere Secunden verharren.

Als den »normalen Zeitsinnversuch« bezeichne ich in der Folge denjenigen Versuch, bei welchem zwei auf gleiche Weise hergestellte Zeitstrecken mit einander verglichen werden, bei welchem also die experimentell hergestellte Begrenzung und Ausfüllung beider verglichenen Zeiten gleich sind, gleichgültig um was für eine Art von Begrenzung und Ausfüllung es sich handelt. Als typisches Beispiel des normalen Zeitsinnversuchs habe ich die bisher übliche Vergleichung reizbegrenzter Zeitstrecken im Auge, gleichgültig ob dieselbe mit oder ohne Einschlebung einer Zwischenzeit zwischen die verglichenen Zeitstrecken ausgeführt wird.

Da ich bei dem Ausdruck »reizerfüllte« Zeitstrecke immer an künstlich im Experiment hergestellte Zeitausfüllungen denke, so nenne ich die »leeren« reizbegrenzten auch wohl natürlich, die ersteren künstlich ausgefüllte Zeiten.

der complicirteste Fall. Wir wissen aus unmittelbar zugänglichen Beobachtungen, wie sie Jeder an einem Pendel oder Metronom anstellen kann, dass die Vergleichung »leerer« reizbegrenzter Zeiten, so lange es sich nicht um gar zu große Zeitstrecken handelt, leicht und sicher möglich ist. Wir kennen diesen Fall der Zeitschätzung außerdem aus der gesammten bisherigen Zeitsinnlitteratur und wissen, dass er innerhalb gewisser Grenzen eine sehr correcte und leichte Zeitvergleichung gestattet, während die bisher vorliegenden Experimente über Zeitausfüllung zeigen, dass ausgefüllte Zeiten äußerst schwierig zu schätzen sind. Dieser Fall der Schätzung »leerer« Zeiten kann also erstens als der bekannteste gelten. Zweitens bildet die Beurtheilung »leerer« Zeiten, wenn auch nicht wahrscheinlich den einfachsten Fall schlechthin, so doch jedenfalls einen der einfachsten Fälle. Nach meinen bisherigen Versuchen übertreffen nur die Vergleichen der Dauer nicht zu lauter Töne die Beurtheilung »leerer« reizbegrenzter Zeiten an Genauigkeit und Constanz des Urtheils, oder sie kommen ihnen bei einigen Individuen wenigstens gleich. Nimmt man die Genauigkeit der Beurtheilung, die Größe der variablen Fehler, die Größe der constanten, nicht durch Veränderung der äußeren Versuchsumstände eliminirbaren Fehler als Kriterium der einfachsten Bedingungen eines Vergleichsvorgangs, so kann man die Wahrnehmung »leerer« Zeiten als einen relativ einfachsten Fall der Zeitwahrnehmung bezeichnen.

Die Vergleichung aller Ausfüllungen mit »leeren« Zeiten ist also schon aus diesen Gründen methodologisch als Ausgangspunkt der Untersuchung nahe gelegt, sie wird es noch mehr, wenn man berücksichtigt, dass die »leeren« reizbegrenzten Zeiten auch fast in jeder Hinsicht einen Grenzfall darstellen. Namentlich gegenüber den willkürlichen im Experiment eingeführten »Ausfüllungen«. Während bei diesen letzteren der Empfindungsinhalt stark für das Bewusstsein dominirt, tritt dieser bei den »leeren« Zeiten so gut wie gar nicht hervor. Ihr Empfindungsinhalt ist immer diffus und unbestimmt. Er ist außerdem von minimaler Intensität im Vergleich zu irgend welchen künstlich eingeführten Schall- oder Lichtempfindungen. Sobald wir dagegen im Versuch willkürliche Zeitausfüllungen einführen, ziehen diese immer mehr oder weniger die Aufmerksamkeit auf sich; den Organempfindungen u. s. w. gegenüber, welche den

Inhalt der »leeren« Zeiten bilden, befinden wir uns in einem Zustande totaler Hemmung, wir lassen ihre qualitativ intensiven Verhältnisse möglichst wenig zum Bewusstsein kommen. Der natürliche Empfindungsinhalt der reizbegrenzten leeren Zeiten bildet also auch in der Hinsicht einen Grenzfall, dass er sich am meisten der besonderen Beachtung seiner qualitativ intensiven Verhältnisse entzieht. Die bei sonstiger »Leere« reizbegrenzter Zeiten restingenden Empfindungen sind ferner von großer Homogenität ihres Verlaufs, und einem sehr geringen oder (bei kleinen Zeiten) gar keinem Qualitäts- und Intensitätswechsel unterworfen. Die meisten Ausfüllungen bringen (von Tönen abgesehen) einen mehr oder weniger großen Qualitäts- oder Intensitätswechsel des erfüllenden Inhaltes mit. Bei den reizbegrenzten Zeiten ist ferner Anfangs- und Schlussmoment der Zeitstrecke kräftig und möglichst »momentan« markirt, die Zeiten stehen scharf begrenzt vor der inneren Wahrnehmung da. Die ausgefüllten Zeiten hingegen verlieren durch die Ausfüllung stets an Bestimmtheit ihres Anfangs- und Schlussmomentes¹⁾. Lässt man also alle Zeitausfüllungen zunächst einmal mit leeren bloß reizbegrenzten Zeiten vergleichen, so hat man damit in der That für die Wirkungen der Ausfüllung das geeignetste Vergleichsobject.

Die »leeren« Zeiten sind also 1) gerade in dem Punkte, auf den es hier ankommt, nämlich den Ausfall der Urtheile und die Größe der Fehlschätzungen, der bekannteste Fall. Sie sind 2) wenigstens ein relativ einfachster Fall für die Zeitwahrnehmung. Sie sind 3) auch in jeder Hinsicht als Grenzfall zu bezeichnen. Denn bei ihnen sind Anfangs- und Schlussmoment am bestimmtesten markirt; die Empfindungsinhalte, Gefühle u. s. w., die bei ihnen den Zeitverlauf für die Schätzung repräsentiren, treten am vollständigsten für das Bewusstsein zurück und die Aufmerksamkeit

1) Man könnte vielleicht versucht sein, zu behaupten, die bloß durch abgrenzende Reize hergestellten »leeren« Zeiten seien vielmehr der unbekannteste Fall von Wahrnehmung einer Zeitstrecke, weil bei ihnen sich am meisten der objectiven und subjectiven Controle entzieht, was in der Zwischenzeit zwischen den Grenzureizen vor sich gehe. Ich bemerke dem gegenüber nur, dass ich das Prädicat »bekannt« nur auf dasjenige beziehe, worauf es bei meinem jetzigen Vorhaben, die Größen von Zeittäuschungen zu bestimmen, ankommt, nämlich auf die Möglichkeit, die Fehlergrößen und die Richtungen der Fehler als abnorm und speciell durch die Art der Zeitausfüllung bedingt beurtheilen zu können.

ist am wenigsten durch sie beschäftigt. Diese Inhalte sind bei ihnen am meisten diffus und unbestimmt; an Homogenität und Gleichförmigkeit des Ablaufs können sie durch künstliche Zeitausfüllungen kaum übertroffen werden.

Dieses vollständige Zurücktreten des ausfüllenden Inhaltes gegenüber den begrenzenden Reizen, und für die Repräsentation des Zeitverlaufs macht sie gewissermaßen zu den am wenigsten ausgefüllten, daher stellen sie denjenigen Fall dar, bei welchem das Zeitbewusstsein am empfindlichsten reagiren muss, wenn sie mit künstlich ausgefüllten in Vergleich gebracht werden, da der Unterschied der Vergleichsobjecte dann am größten ist. Aus diesen Gründen erscheint mir eine Vergleichung aller Zeitausfüllungen mit »leeren« Zeiten der methodologisch gebotene Ausgangspunkt der Untersuchung über die Wirkung von Zeitausfüllungen auf das Zeitbewusstsein überhaupt zu sein. Daneben wird man die zweitgenannte Möglichkeit, die Vergleichung gleich ausgefüllter Zeitstrecken zunächst heranziehen müssen. Sind beide Zeiten mit der gleichen Art und Zahl von Eindrücken ausgefüllt, so arbeitet die Zeitschätzung bei Normalzeit¹⁾ und Vergleichszeit²⁾ unter relativ gleichen Bedingungen, und alle hierbei auftretenden constanten Fehlschätzungen wird man auf das verschiedene Verhalten der Aufmerksamkeitsvorgänge bei *NZ* und *VZ* an sich beziehen können, zumal da dieses schon als charakteristische Erscheinung beim Vergleichen »leerer« Zeiten bekannt ist. (Vgl. meine Ausführungen Philos. Stud. IX, S. 268 u. 287). Es wird sich dann aber ferner bei dem Vergleichen gleich ausgefüllter Zeiten die wichtige Frage entscheiden lassen, welche Art der Herstellung der Zeitstrecken im Experiment den günstigsten Fall für die Zeitschätzung überhaupt darstellt, bei welcher die Bewusstseinsvorgänge, die die Vergleichung bedingen, sich in der gleichmäßigsten Weise bei verschiedenen absoluten Zeitgrößen erhalten, und wie daher eine Prüfung der *UE* am besten durchzuführen ist.

Den allercomplicirtesten Fall stellt aber die dritte erwähnte Möglichkeit dar. Wenn *NZ* und *VZ* beide verschieden aus-

1) In Zukunft immer mit *NZ* bezeichnet.

2) In Zukunft immer mit *VZ* bezeichnet.

gefüllt werden, so häuft man damit die complicirenden Bedingungen in einer Weise, die sich aller Erfahrung und Controle entzieht¹⁾. Bei beiden Zeiten wird nun ein verschiedener die Zeitschätzung alterirender Factor eingeführt, infolge dessen sind dann die mannigfachsten Interferenzen, Gegenwirkungen, oder Summationen der Einwirkung beider Ausfüllungen möglich, nur nicht der Einblick in diese Vorgänge. Weiß man hingegen durch vorherige Vergleichung mit »leeren« Zeiten, oder mit einem andern, relativ gleich einfache Bedingungen der Zeitschätzung darstellenden Fall, wie es etwa die Vergleichung aller Ausfüllungen mit Tonzeiten sein würde, wie jede von beiden Arten der Ausfüllung das Zeitbewusstsein abnorm beeinflusst, so ist die Deutung der Ergebnisse bei verschiedenartiger Ausfüllung beider Zeiten leicht, ja man wird in allen Fällen diese Ergebnisse einfach voraussagen können; die Prüfung einer solchen aus 2 Ausfüllungen resultirenden Einwirkung auf den Ausfall der Urtheile ist fast überflüssig, wie immer, wenn man die Wirkung der Componenten kennt, sie hat höchstens den Werth einer Controle. Findet man z. B., dass eine mit 12 Metronomschlägen erfüllte Zeit von etwa 1,0 s im Vergleich mit einer reizbegrenzten stärker, eine mit 5 Schlägen erfüllte schwächer überschätzt wird, so müssen zwei Zeiten von 12 und 5 Schlägen unter einander verglichen eine geringe Ueberschätzung der zwölfgliedrigen Strecke ergeben.

Ich möchte mir am liebsten eine Auseinandersetzung so elementarer methodologischer Grundsätze wie der vorliegenden ganz ersparen, sie sind aber angesichts einer solchen logischen Verwilderung, wie sie in die Methodik der Zeitsinnversuche durch Schriftsteller wie Münsterberg gebracht worden ist, leider nicht überflüssig.

Es fragt sich für die Methodik der Versuche über Zeitausfüllung endlich noch: Wo ist die Ausfüllung anzubringen, bei der NZ, bei der VZ, oder soll man beide Zeitlagen der Ausfüllung

1) Das ist die von Münsterberg bevorzugte Methode. (Vgl. dessen Beiträge u. s. w. Heft IV, S. 89 ff.) Die von M. in Amerika veranlassten Schülerarbeiten sind so unvollständig mitgetheilt, dass sie keine Berücksichtigung verdienen, so lange M. keine ausführlichere Angabe der Versuchsbedingungen veröffentlicht.

herstellen und vielleicht sogar die Urtheile beider Zeitlagen addiren (die Zeitlagen »ausgleichen«), um die Abhängigkeit der Zeitschätzung von der Ausfüllung »im allgemeinen« festzustellen? Es bedarf kaum der Bemerkung, dass ein solcher »Ausgleich« der Urtheile, welche in den beiden Zeitlagen der Ausfüllung abgegeben werden, nur dann erlaubt wäre, wenn sich die Ausfüllung der *NZ* und die der *VZ* als zwei ganz analoge psychische Thatsachen erweisen sollten. In Wahrheit zeigt sich nun, dass die Wirkung der Ausfüllung eine ganz verschiedene ist, je nachdem man sie in der *NZ* oder in der *VZ* anbringt. Fast immer sind die constanten Fehler der Schätzung in beiden Fällen verschieden groß, häufig hat dieselbe Ausfüllung in der *NZ* eine starke Ueberschätzung, in der *VZ* eine ebenso starke Unterschätzung der ausgefüllten Zeit zur Folge, ja gewisse Ausfüllungen sind geradezu dadurch charakterisirt, dass sie bei bestimmten Zeiten, einmal bei der *NZ*, das andere Mal bei der *VZ* angebracht, die entgegengesetzte Wirkung auf das Zeiturtheil haben (vgl. z. B. Tabelle b und c in dieser Abhdlg.). Es hängt das einerseits mit dem schon oben erwähnten verschiedenen Verhalten der Aufmerksamkeit bei *NZ* und *VZ* zusammen; die Adaptation an die *NZ* muss je nach der Art der Ausfüllung ganz verschieden gelingen; es ist aber auch schon durch das experimentelle Verfahren (bei ungleicher Ausfüllung der Zeiten) nothwendig gegeben. Es kann für das Bewusstsein nicht dasselbe sein, ob z. B. bei der Vergleichung von Tonzeiten und mit Hammerschlägen begrenzten Zeiten die continuirliche Empfindung des Tons verlängert oder verkürzt wird, oder ob sich die mit Hammerschlägen begrenzte »leere« Zeit ändert, beides sind zwei total verschiedene Wahrnehmungen. Wenn überhaupt beide Ausfüllungen eine verschiedene Wirkung auf die Zeitschätzung haben, so muss es auch für die Zeitschätzung etwas anderes sein, ob die eine oder die andere Ausfüllung verändert wird. Die Verschiedenheit der Beurtheilungsweise bei Veränderung der einen oder anderen Art der Ausfüllung ist eine so handgreifliche, drängt sich dem Beobachter so unmittelbar auf, dass sie keinem einigermaßen sorgfältigen Experimentator entgehen kann. Damit aber verbietet sich die Addition der Urtheile aus beiden Zeitlagen der Ausfüllung von selbst¹⁾.

1) Diese Addition ist die Methode Münsterberg's.

Es stellte sich nun im Laufe der Versuche heraus, dass die Ausfüllung der vorangehenden Zeit derjenige Fall ist, bei welchem die Einwirkung der Zeitausfüllungen auf die Zeitschätzung die constantesten Verhältnisse darbietet, bei welchem die constanten Urtheilsfehler am reinsten hervortreten und welcher schon darum zu bevorzugen ist, weil die Art der Ausfüllung bisweilen verbietet, die ausgefüllte Zeit zu variiren; folgt in diesem Falle die ausgefüllte Zeit an zweiter Stelle, so muss die erste Zeit zur veränderlichen gemacht werden, was immer eine gewisse Erschwerung des Urtheils mit sich bringt. Aus diesen Gründen habe ich immer in erster Linie die Wirkung der Zeitausfüllung in erster Zeitlage geprüft (reizerfüllte Zeit voran), und die Ausfüllung der nachfolgenden Zeit immer nur an denjenigen Intervallen der Prüfung der ersten Zeitlage gegenübergestellt, die mir (nach dem Ausfall der Urtheile in der ersten Zeitlage) besonders charakteristische Verhältnisse darzubieten schienen (nur einzelne Reihen sind vollständig oder nahezu vollständig in beiden Zeitlagen durchgeführt). Der Ausfall der Versuche wird dies Verfahren rechtfertigen.

1. Die Vergleichung reizerfüllter und reizbegrenzter leerer Zeitstrecken.

a. Vorbemerkungen über Methode und Technik der Versuche.

Die äußere Anordnung aller im Folgenden mitgetheilten Versuche ist durchweg dieselbe, wie bei meinen früheren Experimenten über den Einfluss der Intensität der zeitbegrenzenden Empfindungen auf die Schätzung von kleinen Zeitstrecken, ich beschränke mich daher, so weit ich nicht die wenigen Abweichungen von der früheren Anordnung zu beschreiben habe, auf einige nothwendigste Angaben. Experimentator und Versuchsperson arbeiteten, wie früher, getrennt von einander. Die Versuchsperson saß im Dunkelzimmer (das zugleich das ruhigste Zimmer der gegenwärtigen interimistischen Räume des hiesigen Instituts ist). Der Verkehr zwischen Experimentator und Beobachter geschah durch verabredete Signale. Innerhalb jeder Versuchsreihe wurden je nach deren Dauer

eine bis drei Pausen gemacht. Die Pausen benutzte ich stets, um die Versuchspersonen nach ihren Selbstwahrnehmungen in Betreff der Versuche zu befragen. (Ueber die Grundsätze, nach denen ich dieses Ausfragen der Versuchspersonen betrieb, vgl. die »Schlussbemerkungen«.) Da die Schwierigkeit der Vergleichen verschieden ausgefüllter Zeiten¹⁾ eine sehr bedeutende ist, so verfallen die Beobachter im Anfang leicht auf künstliche Hilfsmittel, um die Zeitschätzung — nach ihrer Meinung — zu erleichtern. Diese untersagte ich stets, und erbat mir immer eine rein passive Hingabe an den Eindruck der Zeitstrecken. Es ist interessant zu beobachten, dass im Laufe der Versuche alle solche Hilfsmittel wie Taktirbewegungen, Kopfnicken, Athemstöße, Kehlkopf-innervationen, rhythmisches Zählen u. a. m. sehr rasch verschwinden, sie werden von den Versuchspersonen selbst bald als störend empfunden. Ich werde später einen eigens sich mit diesen »Hilfsmitteln« beschäftigenden Versuchscyklus veröffentlichen, der sehr drastisch zeigt, dass die Unterstützung eine eingebildete ist, alle diese »Hilfsmittel« erzeugen lediglich constante Fehler²⁾. Einen Theil dieser Versuche mit motorischen »Hülfen« theile ich in dieser Abhandlung mit.

Alle weiteren, die äußere Anordnung dieser Versuche betreffenden Einzelheiten werde ich bei der Schilderung der einzelnen Versuchsreihen angeben.

Als Apparate und technische Hilfsmittel dienten mir in allen folgenden Versuchen der früher beschriebene neue »Zeitsinnapparat«, von dessen universaler Brauchbarkeit ich mich immer wieder überzeugte. Ein besonderer Vorzug dieser Verbindung von Kymographion und Zeitsinnapparat (Contactrad) ist die leichte Einstellung bestimmter absoluter Rotationszeiten. Hat man den Apparat erst auf eine Anzahl absoluter Umdrehungszeiten geachtet, so genügen ein Blick in die Aichungstabelle und ein paar Handgriffe, um mit Sicherheit die gewünschte absolute Umdrehungszeit sofort zu erhalten. Ich habe das mir zur Verfügung stehende

1) Dieser Ausdruck bedeutet für mich dasselbe, wie »ausgefüllte und leere Zeiten«.

2) Das Verschwinden secundärer Urtheilskriterien im Lauf der Versuche ist mir aus zahlreichen anderen experimentellen Arbeiten bekannt.

Exemplar dieses Apparats mit einer besonders feinen versilberten Scala und mit ganz spitzem Index zur Einstellung der Frictionsrolle versehen lassen.

Alle von mir verwendeten zeitausfüllenden Sinneseindrücke wurden auf elektrischem Wege (fast alle durch Contact-Oeffnung) vermittelt. Ich halte das für unerlässlich, wenn man die Wirkung der Ausfüllung von den kleinsten Zeiten an (wo eine rein mechanische, von aller Handgeschicklichkeit unabhängige Herstellung der Eindrücke nöthig ist) bis zu größeren Zeitstrecken unter gleichen experimentellen Bedingungen verfolgen will. Ich erreichte das dadurch, dass ich alle Zeitausfüllungen mit zwei Arten von Contactapparaten herstellte. So oft es sich um Zeitausfüllungen mit discontinuirlichen Eindrücken handelte, verwendete ich die schon früher erwähnten Federcontacte, von denen mir drei Arten zur Verfügung standen, und von denen die ersten sehr bequem in der Handhabung, aber weniger genau, die zweiten genauer, aber weniger bequem, die dritten sehr genau, aber von peinlicher Handhabung waren. Je nach den Anforderungen, die durch die Feinheit des Urtheils an die Genauigkeit der experimentellen Bedingungen gestellt wurden, griff ich zur einen oder anderen Art dieser Contacte. Aber selbst die ungenauesten zeigten eine mV von etwa 1σ auf 10 Prüfungen, die bei größter Geschwindigkeit des Apparats an gestellt wurden. Da die geringeren Geschwindigkeiten nur bei größeren Zeiten, also beständig sich vermindender Unterschiedsempfindlichkeit zur Anwendung kamen, so möge diese Angabe genügen. Sie ist in Anbetracht der geradezu erstaunlichen Größe der constanten Fehler bei Zeitausfüllungsversuchen mehr als genügend¹⁾.

Die Federcontacte der ersten Art waren einfache spiralisch gebogene Messingfedern, die von dem mit einer Hohlrinne versehenen Contactzeiger gestreift wurden (Fig. 1). Die Metalltheile des Contactes, der im übrigen aus der beigegebenen Figur verständlich sein dürfte, waren auf einem schmalen Hartgummiblock angeschraubt, der mit seinem abgeschrägten unteren Fortsatz in

1) Ich bemerke übrigens, dass ich in Kurzem bei der Veröffentlichung meiner Versuche über die Unterschiedsempfindlichkeit bei Zeitschätzungen einen detaillirten Bericht über die Fehlerquellen meiner Apparate geben werde.

der Rinne des Contactapparates leicht gleitet. Ich schraubte diese Contacte nur dann fest, wenn sie während des Versuchs ihre Stellung nicht zu ändern brauchten. Es genügt ein leichter senkrechter Druck mit dem Finger, um sie so fest in die schräg ausgeschnittene Rinne des Zeitsinnapparates einzudrücken, dass der

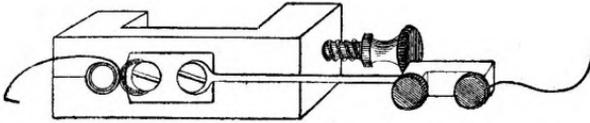


Fig. 1.

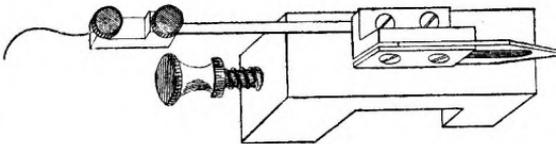


Fig. 2.

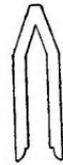


Fig. 3.

Contactzeiger sie auf keinen Fall bewegen kann. Durch dieses bloße Eindrücken ermöglicht man sich, nicht nur einen, sondern zur Noth eine ganze Reihe dieser Contacte während des Versuchs rasch zu verschieben, was unter Umständen (z. B. bei der Verkleinerung ausgefüllter Zeiten) nothwendig wird.

Die zweiten Federcontacte waren ganz nach Art der ersten construirt, nur mit anderer Feder. Diese besteht in einer dünnen Lamelle aus feinstem Uhrfederstahl (Fig. 2 und 3), dieselbe steht über dem Gradbogen des Apparats. Die Federn sind aufgeschlitzt (Fig. 3), damit sie möglichst nachgiebig werden, als Contactzeiger wird für sie ein Messingzeiger mit Platinbeleg und einem eigens für die Einstellung der Contacte eingerichteten Ausschnitt verwendet (Fig. 4). Zieht man die (durch Schrauben fixirbaren) Federn bis in den Ausschnitt vor (wobei der Zeiger dem Contact radial gegenüber stehen muss), so erhält man sofort eine für die Contactgebung gleichmäßige Stellung aller Federn. Wegen der Verbrennung des Uhrfederstahles sind diese Contacte auf die Dauer nur bei schwachen Strömen verwendbar. Die dritte Contactart war ein Schleifcontact, bei welchem eine feine am Zeiger angebrachte Contactfeder von Platin über kleine, auf schmalen Hartgummiblöcken

montirte Platinplatten von verschiedener Form schleifte. Da ich diese Contactart bei den in gegenwärtiger Abhandlung mitgetheilten Versuchen noch nicht verwendet habe, so gebe ich erst an anderem Orte eine Beschreibung derselben.

Für alle continuirlichen Zeitausfüllungen verwendete ich eine neue Art von Contacten, die ich kurz als Sterncontacte (oder auch Drehcontacte) bezeichnen will¹⁾. Ich gestehe, dass ihre Construction mir einige Schwierigkeit gemacht hat. Dafür sind sie von nie versagender Leistungsfähigkeit. Die Construction derselben

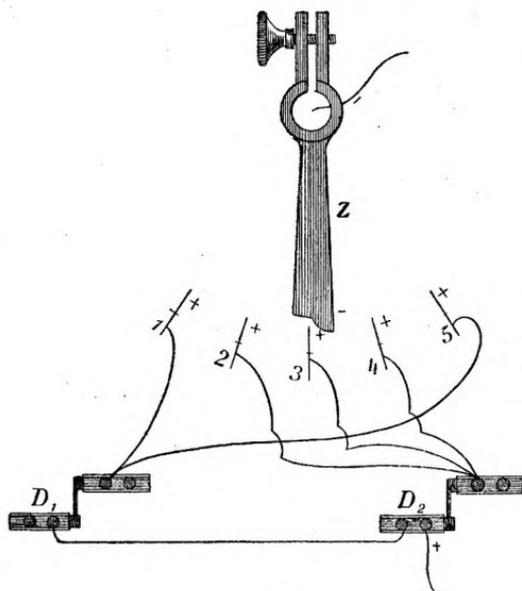


Fig. 4.

ergibt sich aus der beigegebenen halbschematischen Abbildung (Fig. 5). Auf einem Hartgummiblock, der etwas mehr als die doppelte Breite von dem der früher beschriebenen Contacte besitzt (und in der gleichen Weise wie diese in der Rinne des Apparats gleitet), sind sechs Messingarme nach Art der Speichen eines Rades, um eine breite Achse (a, a_1) drehbar, angebracht. Drei dieser Arme (in der Zeichnung und in dem Schema Fig. 6 und 7 schwarz schraffirt) enden in vertical stehenden verstellbaren Messingschrauben, sind also ganz stromleitend und können als Contactgeber dienen. Die drei zwischen ihnen liegenden Arme enden in Hartgummischrauben, sie leiten nicht und dienen nur zur Weiterbewegung des Sternes. An zwei Punkten der unter dem Stern liegenden Hartgummiplatte treten kleine Metallstäbe zu Tage (cy-

1) Sie können übrigens ebenso gut zu momentanem Contacte verwendet werden.

lindrische Messingstücke mit Platinbeleg in Fig. 5 bei K und K_1 , K' und K'_1), von denen sowie von der breiten metallenen Achse der Sterne die Stromzuleitung erfolgen kann. Die glatte Oberfläche der Metallstäbe liegt mit der Oberfläche der Hartgummiplatte genau in derselben Ebene. So oft die Schraube eines der leitenden Arme über einem der Metallstäbe steht, ist die zur Achse gehende Stromzuleitung mit der zu diesem Metallstück gehenden Zuleitung leitend verbunden. Jeder Vorbeigang des mit dem Rade des Zeitsinnapparates verbundenen Zeigers schiebt den jeweils gerade

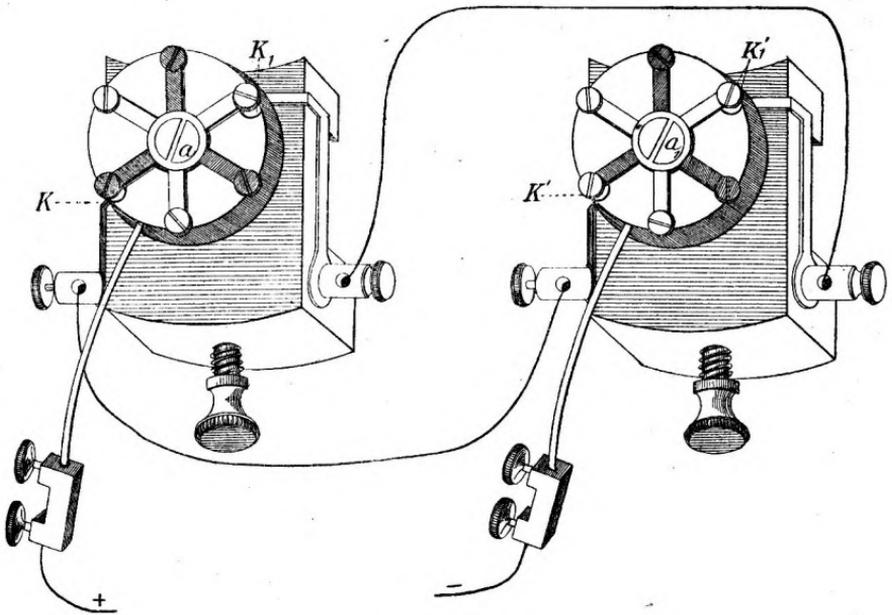


Fig. 5.

nach vorn stehenden Arm des Sterns um annähernd 60° weiter. Der Betrag dieser Verschiebung kann ein für allemal eingestellt werden, er wird dadurch regulirt, dass die Curve der Bewegung des Zeigers hinreichend weit über die Kreisplatte des Sterncontactes übergreift. Sind die Contactflächen in ihrer Lage zu der Anfangsstellung des Sterns richtig justirt, und ist im übrigen der Stern in allen Theilen symmetrisch gearbeitet, so muss der ganze Stern bei jedem Vorbeigang des Zeigers nothwendig in die richtige

Lage kommen¹⁾. Je zwei solcher Drehcontacte werden für continuirlichen Stromschluss zusammengeschaltet. Die Schaltung kann sehr verschieden eingerichtet werden, je nachdem man bei jedem

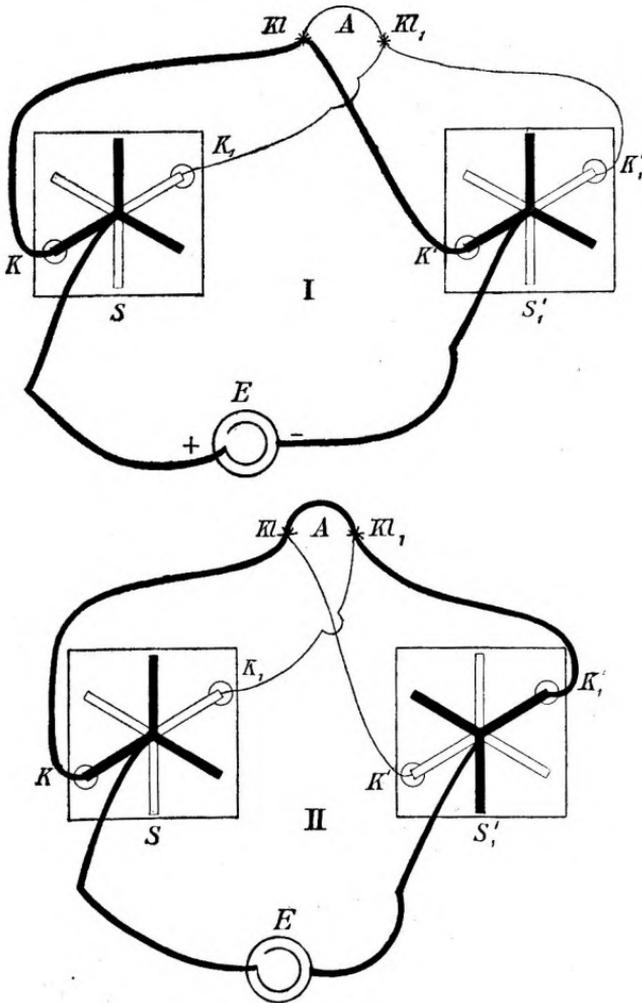


Fig. 6.

Umgang des Zeigers Stromschluss erhalten will oder nur bei jedem zweiten. Will man bei jedem Umgang Schluss in dem gerade

1) Ich beabsichtigte anfangs die Kreisplatten in radialer Richtung nach vorn und hinten verstellbar zu machen, zog aber später die einmal genau justirten feststehenden Platten vor.

verwendeten Apparat erhalten, so ist die in dem Schema der Leitungen Fig. 6 und 7 angegebene Schaltung anzuwenden. (Die stärker gezeichneten Linien bezeichnen jedesmal die geschlossene Leitung). In Fig. 6 I bezeichnet E die Batterie, bei K und K_1 liegen die Contactflächen des ersten, bei K' und K'_1 die des zweiten

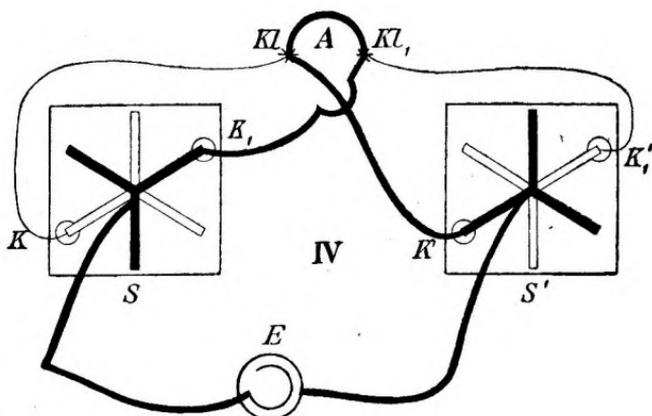
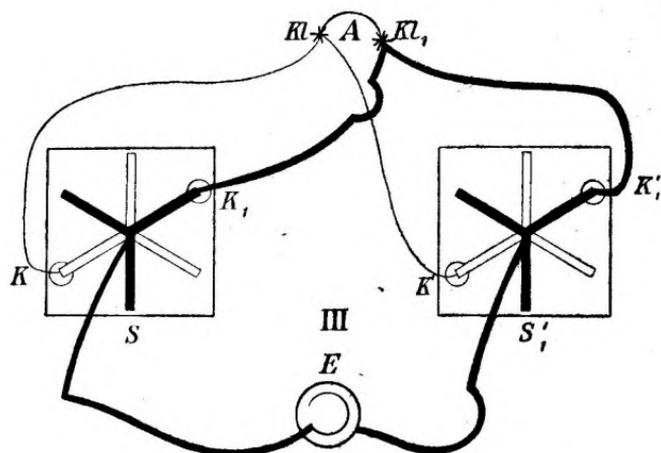


Fig. 7.

Sternes. In dem Bogen bei A ist der jeweils benutzte Apparat zu denken, dessen zuleitende Klemmen durch die Sternchen bei KL und KL_1 angedeutet werden. Die mit einem starken Strich bezeichneten Arme jedes Drehcontactes sind immer als die leitenden zu denken. In Fig. 6 I ist die Anfangsstellung wieder-

gegeben. Bei dieser ist Stromschluss in der Leitung $E K K_1 K' E$, der Apparat ist also außerhalb des Stromes. Nun beginne die erste Tour des Zeigers, der von rechts nach links an den Contacten vorbeigeht. Dann wird zunächst der Stern des rechten Contactes (S') um 60° gedreht, und auf die Contactfläche K'_1 tritt ein leitender Arm. Der Strom geht nun über den Apparat, da die Leitung $E K K_1 A K'_1 K' E$ geschlossen ist. Rückt der Zeiger weiter, so hebt er diesen Schluss auf, sobald der linke Stern (S) in Fig. 6 II gedreht wird, indem bei K der leitende Arm abbrückt und durch einen nicht leitenden ersetzt wird. Nunmehr ist die in Fig. 7 III gezeichnete Stellung erreicht, der Schluss in der Leitung $E K_1 K'_1 K' E$ geht wiederum nicht über den Apparat. Darauf beginnt der zweite Vorbeigang des Zeigers, dann ist bei S' in Fig. 7 IV wieder die Anfangsstellung erreicht, sobald der Zeiger diesen Contact gestreift hat, es herrscht nun Schluss in der Leitung $E K_1 K'_1 A K K' E$, dieser Schluss geht also wieder über den Apparat. Er dauert wiederum an, bis der linke Contact in Fig. 7 IV gedreht wird, dann ist die Anfangsstellung beider Contacte wieder da, das Schema Fig. 6 I tritt wieder in Kraft.

Will man, was bei Zeitsinnversuchen unter Umständen geboten ist, nur jeden zweiten Umgang des Zeigers zur Gewinnung von Dauercontact benutzen (bezw. je zwei Leitungen in jeder zweiten Umdrehung dauernd schließen), so erreicht man das, wie leicht zu sehen, durch die in Fig. 5 eingezeichnete, einfachere Schaltung.

Beide Leitungen führte ich jedesmal über Stromschlüssel, um nach Belieben die eine oder andere unterbrechen zu können. Will man z. B. eine Stimmgabel oder ein Inductorium anregen, bezw. eine Nebenschließung an eine beständig arbeitende Stimmgabel anschalten, so kann jeder der beiden in Fig. 6 II und IV eingezeichneten Stromkreise dazu benutzt werden.

Der Vorzug dieser Sterncontacte besteht in ihrem sicheren Gang, der keinerlei Schleuderung hat, auf der breiten Achse und den sechs Unterstützungspunkten genau dieselbe Rotationsebene behält, in dem festen, durch zwei auf einander schließende Metallstücke vermittelten Contact (bei Contactstellung bilden die in der Hartgummiplatte stehenden Metallstücke die Fortsetzung der von den Armen abgehenden Schrauben), und ihr größter Vorzug ist der

negative, dass bei ihnen keinerlei Federcontact zur Verwendung kommt, der immer veränderlich ist. Sie bedürfen keiner besonderen Präcisionseinstellung, sobald sie ein für allemal justirt sind, sie lassen sich ohne besondere Vorbereitung sofort gebrauchen und mit größter Leichtigkeit handhaben¹⁾. Die mV der Contactschließung und -öffnung erreicht für 10 Controlen, bei größter Geschwindigkeit des Apparats, nicht 1σ .

Sollten nun ausgefüllte und »leere« Zeiten hergestellt werden, so geschah das in folgenden Verfahrensweisen. Handelte es sich um Ausfüllung mit discontinuirlichen Reizen, so wurden immer beide Zeitstrecken mit denselben Contacten hergestellt, wodurch ich von allen etwa vorhandenen Ungleichheiten der einzelnen Contacte derselben unabhängig war. Ich erreichte das durch die einfache, in dem Schema der Fig. 4 angegebene Stromanordnung. Wenn z. B. 1 2 3 4 5 fünf Federcontacte darstellen, die zur Ausfüllung der ersten Zeit dienen, so geht eine erste Stromzuleitung von dem Du Bois-Schlüssel D_1 nur zu den Endcontacten 1 und 5, eine zweite durch den Schlüssel D_2 zu den übrigen (die Ausfüllung besorgenden) Contacten. Oeffnet man D_2 bei Schluss von D_1 , so erhält man die »leere«, schließt man D_1 und D_2 , so erhält man die erfüllte Zeit (die Stromableitung geht bei diesen Contacten über den bei Z angedeuteten Zeiger des Zeitsinnapparats). Da ich immer mit einer Zwischenzeit arbeitete; so konnte z. B. beim ersten Zeigerumgang die ausgefüllte, beim zweiten die leere Zeit eingestellt werden. Die absoluten Zeiten der zu vergleichenden Strecken und der Zwischenzeit zwischen ihnen (im Folgenden meist durch ZZ bezeichnet) sind natürlich durch die Regulirung des Apparats herzustellen. Man sieht, wie auf diese Weise immer dieselben Endcontacte die beiden verglichenen Zeiten begrenzen, es kann also für die Frage der Gleichheit der Zeiten von den Ungleichheiten der Federcontacte abstrahirt werden, und eine Uncorrectheit im Stromöffnungs- bzw. Schlussmoment höchstens die eingestellte absolute Zeit (um ein sehr

1) Ich habe übrigens inzwischen die Construction der Drehcontacte noch vereinfacht, aber über diese vereinfachte Construction noch keine Erfahrungen gesammelt.

geringes) verändern. Ueberdies überzeugte ich mich vor jeder Stunde durch langsames Vorbeischieben des Zeigers vor den Contacten von dem correcten Eintritt des Stromschlusses bezw. der Oeffnung, und sobald eine Feder mangelhaft zu werden schien, konnte ich sie leicht durch Einschaltung einer neuen ersetzen. Alle übrigen technischen Hilfsmittel gebe ich bei den einzelnen Versuchsreihen an.

Die Methode, der ich bei diesem ganzen Versuchscyklus folgte, entsprach im wesentlichen dem früher bei der Untersuchung des Einflusses der Intensität der Reize auf die Schätzung kleinster Zeiten verwendeten und dort näher beschriebenen Abstufungsverfahren mit sprungweiser Einstellung unregelmäßig wechselnder Zeitunterschiede, in vollständig unwissentlichem Verfahren. Ihr allgemeiner Zweck ist hier, wie früher, eine quantitative Bestimmung der durch die Zeitausfüllung bewirkten »Urtheilstäuschungen«. Ich habe jedoch (hauptsächlich um die einzelnen quantitativen Bestimmungen der Zeittäuschung mit größerer Sicherheit vergleichbar zu machen) eine Anzahl Modificationen gegen früher eingeführt. Erstens verwendete ich auch schon bei den kleinsten Zeiten größere Stufen, entsprechend der sehr geringen Feinheit der Unterscheidung bei differenter Zeitausfüllung. Sodann vermehrte ich die Zahl der Einzelversuche, die auf jede Differenz kommen, auf mindestens 10, und ging je nach der Unsicherheit des Urtheils bis zu 15, 20, 25 und gelegentlich noch mehr Versuchen auf die einzelne Differenz. Drittens führte ich (allerdings erst im Laufe der Versuche) Gewichte für die einzelnen Urtheile ein, und zwar so, dass jede Versuchsperson wenigstens zwischen drei Gewissheitsstufen für jedes Urtheil zu unterscheiden hatte. Es wurde also z. B. geurtheilt für scheinbare Verkleinerung der *VZ*: kleiner zweifelhaft, kleiner (ohne besondere Bezeichnung), kleiner deutlich. Einige Versuchspersonen konnten über diese drei Stufen nicht hinausgehen. Von anderen erhielt ich außer den vorigen noch die zwei weiteren Stufen: kleiner sehr zweifelhaft, kleiner sehr deutlich. Bei diesen konnte ich also fünf Urtheilstufen verwenden. (Ueber die Art ihrer Verwendung siehe unten S. 155 f.).

Die Berechnung des Quantums der subjectiven Ueber- bezw. Unterschätzung einer ausgefüllten Zeit geschah ferner auch hier

mittels der Grenzwerte, bei denen das betreffende Unterschiedsurtheil constant wird. In diesen Grenzwerten liegt der einzig mögliche Anhaltspunkt für eine einwandfreie Berechnung der Ueber- und Unterschätzung, — das hat in folgenden Eigenthümlichkeiten des Ganges der Urtheile bei differenter Zeitausfüllung seine Ursache. Zuerst ist es unmöglich, das Gleichheitsurtheil zur Berechnung zu verwenden, denn die Gleichheitsurtheile sind 1) hier fast immer reine Verlegenheitsurtheile, und 2) verschwinden sie bei manchen Versuchspersonen bei der Vergleichung verschieden ausgefüllter Zeiten ganz oder fast ganz. Ich fand z. B. bei den Beobachtern *Rky* und *Gle* manchmal in den ersten 60—80 Einzelbestimmungen einer Versuchsreihe kein einziges Gleichheitsurtheil. Wo im Folgenden ein Beobachter einmal etwas mehr zu Gleichheitsurtheilen tendirt, da habe ich vergleichsweise auch die Verschiebung der scheinbaren Gleichheit gegen die objective angegeben. Es ist das Verschwinden des Gleichheitsurtheils übrigens eine für die Deutung der Versuchsergebnisse nicht unwichtige Thatsache, ich gehe daher im Verlauf der Abhandlung noch öfter darauf ein.

Ferner ist aber auch eine Berechnungsweise aus den Unterschiedsurtheilen nach den Vorschlägen von Wundt (vgl. Grundzüge 4. I S. 344) bei den Versuchen über Zeitausfüllung nicht durchführbar. Die Schwierigkeit der Vergleichung verschieden ausgefüllter Zeiten bringt es mit sich, dass die Unterschiedsurtheile über die ganze Skala der eingestellten Differenzen bis zu den Grenzwerten reichen. Es ist fast niemals so, dass das Urtheil »kleiner« etwa dem Urtheil »gleich« Platz macht, und dieses dann dem Urtheil größer, sondern durchweg reichen die Unterschiedsurtheile der einen Art bis zu dem Grenzwert des entgegengesetzten Unterschiedes (in derselben Weise pflegen die Gleichheitsurtheile versprengt zu sein), so dass man die Mitte aus ganz enormen Urtheilsbreiten berechnen müsste, wodurch ein ganz ungenaues Bild der Urtheilsvertheilung entsteht.

Es bleibt also nur übrig, die Quanta der Ueber- und Unterschätzung durch diejenigen Werthe zu bestimmen, von denen an das Urtheil kleiner und größer constant wird. Außer diesen Grenzwerten habe ich in den unten folgenden Tabellen meist auch die Beurtheilung des objectiven Gleichheitsverhältnisses

beigefügt¹⁾, ferner habe ich, sofern der eine oder andere Beobachter mehr zur Abgabe von Gleichheitsurtheilen tendirte, zum Vergleich die mittlere Lage des Gleichheitsurtheils (Mitte der scheinbaren Gleichheit) beigefügt, man wird sehen, wie diese beiden Bestimmungen durchweg der Lage der Grenzwerte entsprechend ausgefallen sind. Bei der Bedeutung, welche die Grenzwerte daher für alle folgenden Versuche erhalten, musste ich natürlich auf ihre möglichst einwandfreie Bestimmung ganz besondere Sorgfalt verwenden. Ihre Feststellung geschah unter Berücksichtigung der folgenden Umstände. Zuerst verwerthete ich die von den Versuchspersonen abgegebenen Urtheilsgewichte, so weit dies irgend möglich war, um über die Lage jedes Grenzwertes zu entscheiden. Im allgemeinen galt mir als Princip, dass zwei correspondirende Grenzwerte (Constanz des Urtheils kleiner und größer) in demselben Versuch nur dann als gleichwerthig betrachtet würden, wenn sie nicht nur die gleiche Zahl richtiger Urtheile, sondern auch die annähernd gleichen Gewichte der Urtheile bekommen hatten. Nur bei den ausgeprägtesten Ueber- und Unterschätzungen ist die Durchführung dieses Grundsatzes ausgeschlossen, weil bei diesen die Bezeichnungen »deutlich« in der Richtung der Täuschung oft überhaupt ausbleiben, obgleich das Unterschiedsurtheil schon durch mehrere Stufen constant wird²⁾. In diesem Falle kann nur die Constanz des Urtheils als Kriterium für die Festsetzung des Grenzwertes dienen. Es ist nun ein Mangel dieser Methode, richtiger gesagt, es ist ein Mangel in der Ausbildung der Methode, dass es bisher keine befriedigende Wahrscheinlichkeitsüberlegung gibt, nach welcher man über die Sicherheit oder Unsicherheit der Bestimmung der Grenzwerte durch eine bestimmte Zahl richtiger Urtheile entscheiden kann. So lange diese Frage nicht durch die

1) Es fehlt diese Angabe in einigen der frühesten Versuchsreihen, bei denen ich nur dann das objective Gleichheitsverhältniss in der vollen Zahl der Einzelbestimmungen mit einstellte, wenn dasselbe einem der beiden Grenzwerte nahe lag.

2) Es hat das seine Ursache in dem eigenthümlichen Sinn dieses quantitativen Ausgleichs, der subjectiv zum Theil mehr den Charakter eines qualitativen Ausgleichs hat. Vergl. den Schlussparagraphen dieser Abhandlung und Phil. Stud. IX, S. 283.

Erfahrung an Normalversuchen der Zeitschätzung, die unter einfachsten Bedingungen angestellt sind, beantwortet ist, dürfte es bei Versuchen, bei denen die quantitative Bestimmung nur zur Eruirung von in der Regel ziemlich groben Ueber- und Unterschätzungen dient, immer das Beste sein, lieber allgemein zu große Werthe für die »Urtheilstäuschungen« zu erhalten, und dafür die relativen Ueber- und Unterschätzungen in einem vergrößerten Bilde ablesen zu können, als dass man auf Grund eines willkürlich gewählten Procentsatzes richtiger Urtheile den Grenzwert früher ansetzt, als da, wo das Unterschiedsurtheil in einer bestimmten Zahl der ersten eingeführten Einstellungen dieser Differenz constant wird. Bei der Kleinheit der Stufen, die ich früher verwendete (durchweg Differenzen von 0,011, sogar bisweilen 0,005 s), machte es nichts aus, wenn auch einmal der Grenzwert auf Grund eines einzigen Gleichheitsurtheils um eine Stufe hinausgeschoben werden musste. Empfindlicher ist dagegen auch nur ein Fehlurtheil bei den in den folgenden Versuchen verwendeten größeren Stufen. Hier kann unter Umständen der Sinn der quantitativen Bestimmung der Täuschung schon beträchtlich verändert werden, je nachdem man die Constanz des Unterschiedsurtheils um eine Stufe früher oder später ansetzt. (Ich verwendete in den unten folgenden Versuchen bei Zeiten bis zu 1 s je nach der Größe der vorkommenden Täuschung Stufen von 0,028 und 0,05 sec, bei Zeiten von 1 bis 3 s Stufen von 0,05 s bis 0,1 s, bei den größeren Zeiten 0,1 bis [in einigen Fällen] 0,2 s). Es genügt daher nicht, einfach den Grenzwert da anzusetzen, wo die ersten 10 (15, 20 u. s. w.) Urtheile richtig sind, da ein einzelnes Fehlurtheil bei der Schwierigkeit des Vergleichsobjectes hier sehr leicht sporadisch auftritt, bei einer Differenz, die man zweifellos als sicher erkennbar ansetzen kann. Ich verfuhr daher nach folgenden Grundsätzen und Vorsichtsmaßregeln: 1) als Grenzwert für die beginnende Constanz des Unterschiedsurtheils galt diejenige Stufe, von welcher an kein Fehlurtheil mehr vorkam; 2) der Grenzwert konnte nur richtige Urtheile oder ein Fehlurtheil enthalten auf das Minimum der ersten 10 Einstellungen, wenn sich die übrigen Verhältnisse der Urtheile (vgl. Nr. 3) entsprachen. Ein Gleichheitsurtheil galt ebenso als Fehlurtheil wie ein falsches Unterschiedsurtheil, weil das Gleichheitsurtheil bei diesen Versuchen

in der Regel ein reines Verlegenheitsurtheil ist und ein entschiedenes Nichterkennen des Unterschiedes bezeichnet. Das falsche Unterschiedsurtheil kennzeichnet hier (wie übrigens auch manchmal im Normalversuch) oft ein sichereres Erkennen wie das Gleichheitsurtheil, weil es aus einer Vermuthung des wahren Unterschieds hervorgeht, die von dem Beobachter unrichtig interpretirt wird; 3) der Grenzwert für das eine Unterschiedsurtheil wurde immer (mit Berücksichtigung der oben hierfür angeführten Beschränkung bei den größten Täuschungen) mit Rücksicht auf den Ausfall der Urtheile bei dem zu bestimmenden Grenzwert für das entgegengesetzte Urtheil festgestellt. Es galt dabei als Grundsatz, dass, wenn z. B. das Urtheil kleiner bei einer gewissen Stufe constant wurde und bei dieser Stufe mehr als 5 Deutlich-Bezeichnungen vorkamen, während das Urtheil größer bei der Stufe seiner nach dem unter Nr. 1 angegebenen Gesichtspunkt erreichten Constanz weniger als 5 Deutlichkeitsbezeichnungen erhielt, so wurde nicht diese erste Stufe, sondern das Mittel aus dieser und der folgenden Stufe als Grenzwert angesetzt; 5) da es vorkam, dass zwei Stufen nur ein Fehlurtheil enthielten, so wurde, wenn nicht die Zweifelhaft- oder Deutlich-Bezeichnungen für die höheren Stufen entschieden, das Mittel aus diesen beiden Stufen genommen. 6) Ein zweifelhaftes Urtheil wurde als ein halbes gerechnet, sowohl hinsichtlich der Fehlurtheile, wie der richtigen Angaben. 7) Wenn ich noch irgend welchen Zweifel in der Ansetzung der Grenzwerte hatte, so machte ich nach beendetem Experiment einen Controlversuch. Ich stellte die beiden vermutheten Grenzwerte in zwei Fällen für sich ein und ließ den Beobachter urtheilen, ob bei beiden das gleiche Gewissheitsgefühl vorhanden war. Diese Controle bestätigte mir die Angabe der Grenzwerte nur bei den größten vorkommenden Urtheiltäuschungen nicht, da hier, wie erwähnt, ein wirkliches Gegengewicht durch die Vergrößerung »leerer« Zeiten gegenüber reizerfüllten auch mit den constant beurtheilten Unterschieden nicht geschaffen wird.

Was ferner die Handhabung des abstufenden Verfahrens anlangt, so berücksichtigte ich dabei die folgenden experimentellen Erfahrungen. Es ist nicht gleichgültig für den Ausfall des einzelnen Urtheils, in welcher Reihenfolge (auch abgesehen

von dem Princip des unregelmäßigen Wechsels) die Urtheile aufeinanderfolgen, die Urtheile beeinflussen sich vielmehr gegenseitig, und zwar sowohl gleichsinnig, d. h. so dass z. B. durch ein Urtheil kleiner die Tendenz gesetzt wird, auch die nächste Differenz als kleiner zu beurtheilen; als auch im Sinne des Contrastes, indem durch ein Urtheil die Tendenz zum entgegengesetzten gegeben wird. Es scheint mir nicht möglich, dies durch die Art des Wechsels mit den Unterschieden auszugleichen, da hier vielmehr der jeder unwissentlichen Methode anhaftende Mangel fühlbar wird, dass die Erwartungseinflüsse zwar zurückgedrängt, aber nicht vollständig eliminirt sind, dafür sich aber der Controle entziehen. Es sind aber keineswegs bloß Erwartungseinflüsse, die dabei die Urtheilsfehler bestimmen, sondern außer diesen macht sich von Fall zu Fall, durch jede einmalige Perception eines bestimmten Unterschiedes eine in dem Beobachter erzeugte Adaptation an diesen Unterschied (man könnte sie vielleicht auch »Einstellung« auf den Unterschied nennen) geltend. Diese Thatsache ist, wie so manche andere den psychophysischen Mechanismus des Urtheilsvorgangs betreffende Erscheinung, in der bisherigen Begründung der psychophysischen Maßmethoden ganz übersehen worden¹⁾. Nichtsdestoweniger ist dieser gleichsinnige Einfluss eines Urtheils auf das folgende eine sehr häufige Erscheinung, die sich leicht aus der Adaptation an den vorausgegangenen Unterschied erklärt, auch ohne dass man dabei an eine Erwartung des gleichen Unterschiedes auf Grund dieser Adaptation zu denken braucht. Eine allgemeine Regel über das Eintreten einer gleichsinnigen oder im Sinne des Contrastes

1) Ich fand bei einer Prüfung der Methode der Minimaländerungen in verschiedenen Modificationen ihrer Anwendung, dass, wenn man vom (subjectiven) Gleichheitsfall bei den Abstufungen ausgeht, und dann vom sichermerklichen Unterschied zurückgeht, die beiden Δr -Werthe, die man dann erhält, in vielen tausend Versuchen nicht ein einziges Mal so lagen, wie sie gewöhnlich angegeben werden, und wie sie z. B. das von Külpe in seinem »Grundriss der Psychologie« S. 60 angegebene Schema zeigt, sondern die $\Delta r'o$ und $\Delta r''o$ (bzw. $\Delta r'u$ und $\Delta r''u$) griffen stets über einander. Auch darin zeigt sich, dass bei beiden Richtungen der Abstufung das Urtheil unter verschiedenen psychischen Bedingungen zu Stande kommt. Geht man vom Gleichheitsfall aus, so macht sich die Erwartung des Unterschieds geltend, geht man vom Unterschied aus, so wirkt die Einstellung auf den Unterschied stärker wie die Erwartung der Gleichheit.

erfolgenden Beeinflussung der aufeinanderfolgenden Urtheile kann ich bis jetzt nur vermuthungsweise geben, da erst eine Statistik, die an Normalversuchen ausgeführt wäre, darüber entscheiden kann. Es scheint mir, dass eine gleichsinnige Beeinflussung eines Urtheils durch die vorausgehende Unterschiedsperception vor allem dann eintritt, wenn von einem relativ deutlichen Urtheil der einen Unterschiedsrichtung zu einem relativ undeutlichen (nahe der Schwelle liegenden) Unterschied der entgegengesetzten Richtung übergegangen wird. Die Contrastbeeinflussung greift hingegen dann Platz, wenn von einem relativ deutlichen Unterschied der einen Unterschiedsrichtung zu einem deutlichen Unterschied der entgegengesetzten übergegangen wird, dieser erzwingt sich dann die Bahn und erscheint zu groß. In den Gewichten der Beobachterprotokolle kommt dies deutlich zu Tage.

Für die Unregelmäßigkeit der Abstufung habe ich mir keine objective Garantie (etwa durch vorherige Mischung der einzustellenden Differenzen) verschafft, sondern nach freiem Ermessen während des Versuchs die möglichste Unregelmäßigkeit der Stufenfolge zu erreichen gesucht. Es ist natürlich besser, wenn man sich durch vorherige Mischung der einzustellenden Differenzen von dem Einfluss der eigenen Wünsche möglichst befreit, denn wenn es auch bei diesem Verfahren unregelmäßiger unwissentlicher Abstufung unmöglich sein dürfte, wirkliche Kunstproducte der Beurtheilung zu schaffen¹⁾, so kann man doch durch die Art der Urtheilsfolge eine Begünstigung des einen von beiden Unterschiedsurtheilen schaffen. Aber die vorherige Festsetzung der Differenzen ist bei Versuchen der hier vorliegenden Art praktisch undurchführbar. Es geht hier ja nicht so einfach zu, wie bei Versuchen über die Unterschiedsempfindlichkeit, wo man etwa bei Versuchen mit 1,2 sec. voraussehen kann, wie die Urtheile von statten gehen werden, nachdem man bei 1,0 sec. den Gang des Urtheils kennen gelernt hatte. Sondern man steht bei jedem Versuch vor einem vollständig neuen Fall, man hat z. B. bald Vergrößerungen einzustellen, die den Betrag der *NZ* überschreiten, bald reichen wenige kleine Stufen

1) Vorausgesetzt, dass man eine Regel berücksichtigt, die ich in den Schlussbemerkungen dieser Abhandlung angebe.

hin, um die Grenzwerte nach beiden Seiten zu bestimmen. Damit verbietet sich ferner für die Untersuchung der Zeittäuschungen eine Methode, bei der man etwa ein für allemal eine oder zwei Differenzen von immer gleicher Größe ausschließlich einstellt; diese müssen nothwendig bei sehr verschiedenen Quanten der Täuschung die gleiche Beurtheilung ergeben (man versuche das z. B. mit mehreren Vielfachen der von mir gewählten Differenzen bei irgend einer der folgenden Tabellen), und man kann auf diese Weise höchstens die Richtung der Täuschung, nicht das Quantum derselben mit einiger Sicherheit angeben; wie weit dieses letztere in der Beurtheilung einer z. B. für einen bestimmten Fall zu klein oder zu groß gewählten Differenz zum Ausdruck kommt, bleibt — der hypothesenbauenden Phantasie überlassen¹⁾.

Ich bemühte mich daher lediglich, 1) eine Adaptation eines Beobachters an eine bestimmte Folge der Differenzen zu verhüten und 2) nach Möglichkeit ebenso oft von »größer« zu »kleiner« (bezw. gleich) wie umgekehrt abzustufen. Eine weitere Vorsichtsmaßregel für die Wahl der Stufen theile ich in den Schlussbemerkungen dieser Abhandlung mit, da sie nur auf Grund der Bekanntschaft mit den eigenthümlichen Urtheilsverhältnissen bei verschieden ausgefüllten Zeiten verständlich werden kann (vgl. den Schluss d. Abhdlg.). Endlich habe ich aus eben dort zu erwähnenden Gründen die ersten 10 Urtheile der ersten Versuchsstunde, und die 5 ersten Urtheile jeder folgenden, in der ein und derselbe Fall zur Beurtheilung kam, ohne Rücksicht auf ihren Ausfall gestrichen. (Diese Regel befolgte ich auch bei den Philos. Stud. IX mitgetheilten Versuchen.) Ueber die Einübung der Beobachter muss ich bemerken, dass alle an diesen Versuchen theilnehmenden Herren längere Zeit hindurch in anderen Zeitsinnversuchen eine maximal zu nennende Fertigkeit in der Zeitschätzung erlangt hatten.

Ich habe endlich noch einiges über die Wahl der Zwischenzeiten (zwischen *NZ* und *VZ*) hinzuzufügen. Dass ich überhaupt hier überall mit Zwischenzeiten arbeite, hat seinen Grund darin, dass bei unmittelbarer Aufeinanderfolge verschieden ausgefüllter Zeiten ein reines Hervortreten des Einflusses der Ausfüllung gegenüber

1) Dies ist die Methode Münsterberg's.

den zahlreichen Störungen gar nicht möglich ist. Ist bei dieser Anordnung z. B. die zweite Zeit eine reizbegrenzte, »leere«, so verarbeitet der Beobachter während der leeren Zeit noch eine Weile die Perception der ersten Zeit, er kommt gar nicht recht zur Auffassung der zweiten. Ferner wirken die Nachempfindungen von der ersten Zeit her sehr störend, man hört während der zweiten Zeit bei Schallversuchen den Nachhall der Schalleindrücke oder Töne, man sieht bei Lichtversuchen die Nachbilder bezw. das unmittelbare Abklingen der Funken u. s. w.

Wenn ich nun die zweite Zeit immer erst nach einer Zwischenzeit folgen ließ, so konnte die Wahl der Größen dieser Zwischenzeiten möglicherweise von Einfluss auf die Täuschung sein. Ich habe daher eine umfangreiche Untersuchung darüber angestellt, wie die Größe der *ZZ* im Normalversuch und bei differenter Ausfüllung auf das Urtheil einwirkt. Diesen Versuchscyklus werde ich gesondert veröffentlichen. Als allgemeines Ergebniss desselben theile ich hier mit, dass die Wahl der Zwischenzeiten nach folgenden Regeln geschehen muss. Ist die Zwischenzeit gleich der *NZ*, so hat man immer einen günstigsten Fall. Der *NZ* gleiche Zwischenzeiten lassen sich immer verwenden, obwohl sie dem Beobachter in der Regel nicht gleich der *NZ* zu sein scheinen (eine Thatsache, die ich mit zu den Zeittäuschungen rechne, die durch das verschiedene Verhalten der Aufmerksamkeit bei den verglichenen Zeiten und ihren Zwischenpausen herbeigeführt werden). Bei kleineren und mittleren Zeiten ist eine *ZZ* von 2 sec. das Normale, geht man über 2 sec. *ZZ* hinaus, so nimmt die *UE* sehr langsam ab, selbst bei 15—21 sec. *ZZ* bemerkt man erst eine geringe Abnahme in der Genauigkeit des Urtheils (der Größe und Constanz der Schwellen), über 20 sec. hinaus beginnt eine raschere Abnahme der *UE*. Am meisten ungünstig beeinflussen das Urtheil zu kleine Zwischenzeiten, und zwar durch Erzeugung constanter Fehler. Wird eine größere Zeitstrecke, z. B. 5 sec. bei zu kleinen Zwischenzeiten beurtheilt, so erhält man Unterschätzung der *VZ*, bezw. Ueberschätzung der *NZ*, das Urtheil kleiner wird sofort constant, die obere Schwelle dagegen kann bis zur Verdreifachung und weiter zunehmen. Dieser Fehler nimmt gleichmäßig mit der Verkleinerung der *ZZ* zu. Wie groß die

weniger als 2 sec. betragende *ZZ* noch sein darf, das hängt von der absoluten Größe der *NZ* ab. Bei kleinsten Zeiten bis zu 1,0 sec. kann man auf 1 sec. *ZZ* herabgehen, ohne wesentliche Aenderungen des Urtheils zu bemerken (bei sehr kleinen Zeiten sogar noch weiter), bei größeren Zeiten von mehr als zwei Secunden ist eine *ZZ* von 1 sec. schon zu klein, es tritt subjective Verkleinerung der *VZ* ein (wohl darauf zurückzuführen, dass der Beobachter sich während der *VZ* noch mit der Verarbeitung des Eindruckes der *NZ* beschäftigt). Allgemein also kann man nicht leicht fehlgreifen durch die Wahl zu groß, wohl aber durch Verwendung zu kleiner Zwischenzeiten. Ich habe daher in den folgenden Versuchen für Zeitstrecken von 0,2—1 s Zwischenzeiten von 1,2—2 s verwendet, für Zeiten von 1—6 sec. Zwischenzeiten von 2—3 s, für alle größeren Zeitstrecken Zwischenzeiten von 3—5 s.

Zum Verständniss der Tabellen und ihrer theoretischen Deutung ist nach den bisherigen Ausführungen nun folgendes zu beachten. Die erste Verticalreihe gibt den absoluten Zeitwerth der eingestellten constanten Zeit an; die zweite diejenige Differenz zwischen *NZ* und *VZ*, bei welcher das Urtheil kleiner constant wird. Sie gilt als absolutes Maß der sicher erkannten Verkleinerung der *VZ* und hat daher in der Regel negatives Vorzeichen. Wird das Urtheil kleiner schon bei objectiver Gleichheit beider verglichenen Zeiten constant, so setze ich an Stelle einer Zahlenangabe den Ausdruck: »bei $t=t_1$ « (d. h. das Urtheil kleiner constant bei $t=t_1$). Wenn das Urtheil kleiner noch constant bleibt bei Vergrößerungen der *VZ*, so hat diese Zahl positives Vorzeichen, d. h. das Urtheil kleiner ist noch constant bis zu der mit + angegebenen objectiven Vergrößerung der *NZ*. Beide Fälle bezeichnen natürlich eine enorme Unterschätzung der *VZ*, oder scheinbare Vergrößerung der *NZ*. In diesen beiden Fällen ist dann der relative Werth der Differenz für die Constanz des Urtheils »kleiner« nicht berechnet (die dritte Verticalreihe bleibt ohne Angabe), da das nun keinen Sinn mehr hat. Die zweite Verticalreihe enthält den analogen absoluten Betrag der Differenz (Vergrößerung der *VZ*), bei der das Urtheil größer constant wird, diese Zahl hat daher positives Vorzeichen. Aus beiden genannten absoluten Werthen wird (in Verticalreihe 3 und 4) ein relativer Werth berechnet

(Quotient der absoluten Differenz in die *NZ*). An den Größenunterschieden dieser Quotienten lässt sich daher sogleich die relative herrschende Ueber- oder Unterschätzung von Intervall zu Intervall verfolgen, an den Zahlen der ersten beiden Reihen die absolute Ueber- oder Unterschätzung für jedes einzelne Intervall. Die vierte Verticalreihe enthält, wo es (der Zahl der vorhandenen Gleichheitsurtheile wegen) angeht, diejenige Differenz, welche der Mitte der scheinbaren Gleichheit entspricht, ausgedrückt im Verhältniss zur absoluten Größe der Zeit, also den Quotienten aus der Mittelzahl aller vorkommenden Gleichheitsurtheile und dem Betrage der *NZ* in Secunden.

Die fünfte Verticalreihe gibt den Ausfall der Urtheile beim objectiven Gleichheitsverhältniss der Zeiten an. Da ich bei einer Anzahl der früheren Versuche die volle Zahl der Einstellungen der Stufen nur bei den um die Grenzwerte liegenden Stufen erreichte, so habe ich die Region der objectiven Gleichheit nicht immer vollständig eingestellt, und die Beurtheilung dieses Werthes in solchen Fällen aus den Tabellen ganz weggelassen. Die Urtheile über das Gleichheitsverhältniss sind mit den Gewichten mitgetheilt, man wird sehen, dass die Vertheilung derselben durchweg dem Gang der constanten Fehlschätzung entspricht.

b. Die einzelnen Versuchsgruppen.

Erste Gruppe. Versuche mit Schallreizen.

Durch die bisherigen Erfahrungen bei Zeitsinnversuchen waren mir Zeitausfüllungen mit Schalleindrücken, hergestellt durch die Schläge des elektromagnetischen Schallhammers (s. dessen Abbildung S. 272 meiner früheren Abhdlg. Philos. Stud. IX, 1894) als einfachste Variation der bisher üblichen Vergleichung von Zeitstrecken nahe gelegt. Die erste Versuchsgruppe beschäftigt sich daher mit der Frage, welchen Einfluss es auf die Vergleichung von zwei Zeitstrecken hat, wenn bei der einen von ihnen eine geringere oder größere Zahl von Schalleindrücken der angegebenen Art zwischen die begrenzenden Schallreize eingeschoben wird. Diese Schalleindrücke sind im folgenden immer zu denken als kurze scharfe Schläge (ähnlich denen des Metronoms) von gut zu ertragen-

der Intensität. Eine und dieselbe Zahl ausfüllender Reize soll zunächst in ihrer Wirkung bei den verschiedensten absoluten Zeitgrößen untersucht werden. Die Zwischenzeiten der Hammerschläge bleiben zunächst immer unter sich gleich. Ihre Successionsgeschwindigkeit nimmt also mit der Zunahme der Gesamtzeit gleichmäßig ab. Dabei entsteht ein entschiedener rhythmischer Effect für den Zuhörenden, der bei jeder Zeitgröße ein anderer ist. Constant bleibt also in den nächsten Versuchen nur die Zahl der erfüllenden Eindrücke, verändert wird die absolute Größe der Zeiten, und man muss sich von vornherein vergegenwärtigen, dass das für die zahlreichen möglicherweise an den Zeittäuschungen als Mitursachen beteiligten anderen Factoren, wie der rhythmischen Effecte, der Successionsgeschwindigkeit der Schläge u. a. m. mancherlei Veränderungen mit sich bringt.

Die allgemeine Absicht der ersten Versuche ist die Beantwortung der Frage: Wie verändert sich der Einfluss einer solchen Ausfüllung der Zeiten mit der absoluten Größe der Zeit?

Es wurde zuerst immer die vorangehende Zeit als ausgefüllte behandelt und constant gehalten, die zweite »leere« Zeit wird verändert. Die Vergrößerung der zweiten leeren Zeit, bei welcher das Urtheil größer constant wird, misst also hier die Verschiebung der oberen Schwelle, d. h. die Ueberschätzung der erfüllten, die Unterschätzung der leeren Zeit; der entsprechende Verkleinerungswerth hat die umgekehrte Bedeutung. In einer ersten Versuchsreihe (Tabelle 1) wurde die vorausgehende Zeit mit einem Schalleindruck ausgefüllt. Die verglichenen Zeiten lassen sich also durch das Schema versinnbildlichen: $\begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ 1- & & 2 \end{matrix}$ ¹⁾.

1) In den folgenden Tabellen sind die von den Versuchspersonen als »deutlich« bezeichneten Zahlen (in der letzten Rubrik: *O G!*) durch stärkeren Druck ausgezeichnet.

Tabelle 1.

t constant, drei Schalleindrücke; t_1 verändert, zwei Schalleindrücke.

Schema $\begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & - & 2 \end{matrix}$.

<i>NZ</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>	<i>S Gl</i>	<i>O Gl</i>
a) Beobachter Hlr.						
0,1	bei $t = t_1$	+ 0,211	—	2,11	?	10 <
0,2	$t = t_1$	+ 0,288	—	1,4.	0,64	10 <
0,3	$t = t_1$	+ 0,611	—	2,037	0,93	10 <
0,5	$t = t_1$	+ 0,316	—	0,63.	0,3	10 <
0,8	— 0,038	+ 0,311	0,034	0,38.	0,27	6 < 4 =
1,2	— 0,055	+ 0,411	0,045	0,342	0,15	7 < 3 =
1,8	— 0,144	+ 0,177	0,0802	0,098	0,012	5 > 4 < 1 =
2,5	— 0,288	+ 0,055	0,15.	0,02	0,053	6 > 4 <
3,0	— 0,377	+ 0,11	0,125	0,036	0,05	—
b) Ksw.						
0,3	— 0,027	+ 0,12	0,092	0,407	?	$\begin{matrix} 3 < 3 = 3 = ? \\ 2 < 2 < ? 2 > ? \end{matrix}$
1,2	— 0,11	+ 0,5	0,046	0,208	?	$\begin{matrix} 3 < 2 = \\ 4 < 1 = \end{matrix}$
1,8	— 0,16	+ 0,27	0,092	0,154	0,05.	$\begin{matrix} 2 < 2 > ? \\ 5 = 1 = ? \end{matrix}$
4,0	— 0,44	+ 0,28	0,11	0,027	0,011	$\begin{matrix} 3 < 5 = \\ 2 > 5 > \end{matrix}$
c) Hpfr.						
1,7	— 0,1	+ 0,177	0,059	0,104	0,02	4 = 3 > 3 <
2,0	— 0,11	+ 0,122	0,055	0,061	0,011	5 = 4 > 1 <

Man sieht aus der Tabelle, dass die Ausfüllung der ersten Zeit mit einem Schläge des Schallhammers bei den kleineren Zeitstrecken eine sehr beträchtliche Ueberschätzung (scheinbare Vergrößerung) der ausgefüllten Zeit, bezw. eine entsprechende Unterschätzung (scheinbare Verkleinerung) der leeren Zeit bewirkt.

Bei 0,3 Sec. z. B. wird für den Beobachter Kiesow (Tabelle 1b) das Urtheil kleiner schon bei der ersten Verkleinerungsstufe der VZ (0,027) constant. Das Urtheil größer dagegen wird erst constant bei einer Vergrößerung der VZ um reichlich $\frac{1}{10}$ Sec. Das heißt also, die leere, reizbegrenzte Zeit muss um mehr als $\frac{1}{3}$ ihrer Dauer vergrößert werden, damit eine Vergrößerung derselben sicher erkannt werden kann. Darin, dass die Unterschiedsempfindlichkeit bei 0,3 Sec. im Normalversuch so groß ist, dass Vergrößerungen von $\frac{1}{6}$ der NZ von wenig geübten Beobachtern schon erkannt werden, hat man einen ungefähren Anhaltspunkt zum Maße der Fehlschätzung. Die Gleichheitsurtheile verschwinden hier fast vollständig. Die Beurtheilung des objectiven Gleichheitswerthes (vgl. Beob. Kiesow) entspricht der herrschenden Urtheiltäuschung. Ich ziehe zur weiteren Analyse der Tabelle zuerst einmal die Selbstbeobachtung der Versuchspersonen zu Rathe. Die Beobachter wissen von einer constanten Fehlschätzung oder gar von dem Quantum derselben nichts. Ein Beweis für die vollkommene Unwissentlichkeit der Methode. Aber in sehr bezeichnender Weise geben sie übereinstimmend den Thatbestand so wieder, wie er ihnen bei gänzlicher Unkenntniss der Größe der eingestellten objectiven Differenzen allein zum Bewusstsein kommen kann: das Urtheil kleiner werde durchschnittlich mit einem viel größeren Sicherheitsgefühl abgegeben, wie das Urtheil größer. Selbst die constant beurtheilten Vergrößerungen erzeugen nicht dieses positive Gefühl der absoluten Gewissheit des Urtheils, das die Mehrzahl der Urtheile »kleiner« begleitet. Auch das Gleichheitsurtheil wird selten mit dem Gefühl der Gewissheit abgegeben. Bei Verhältnissen wie diesen muss man daher in der Ansetzung der Grenzwerte häufig auf die Gleichheit der Gewichte verzichten.

Die Beobachter Ksw., Gle., Hlr. haben bisweilen ein sicheres Gleichheitsurtheil, alle übrigen fast niemals. Die Selbst-

aussage aller Beobachter gibt aber ein weiteres beachtenswerthes Factum an. Die Vergleichung der reizerfüllten und »leeren« Zeiten, so erklären sie, hat beinahe ebenso sehr den Charakter einer qualitativen Vergleichung, wie den einer quantitativen Abschätzung der Größenverhältnisse. Die reizerfüllte Zeit macht den Eindruck der Fülle, die reizbegrenzte den der Aermlichkeit und »Leere«. Diese qualitative Differenz des sinnlichen Inhalts muss durch die Veränderung der zweiten Zeit ausgeglichen werden. Ich füge aus meiner eigenen Beobachtung hinzu, dass die »leere« Zeit gewissermaßen an Gewicht gewinnen muss gegenüber dem Eindruck größerer sinnlicher Fülle und des »Erlebnissreichen«, den die reizerfüllte Zeit macht. Aber es ist nun interessant, dass die quantitative Veränderung (Vergrößerung) der »leeren« Zeit das in der That leistet. Man sieht daraus, 1) dass die »leere« Zeit ihren eigenthümlichen Empfindungsinhalt hat — wenn dies überhaupt noch gezeigt zu werden brauchte —, dass dieser natürliche Empfindungsinhalt (Organempfindungen u. s. w.) einen ungemein geringen Zeitwerth besitzt, und dass er durch seine längere Einwirkung auf das Bewusstsein an subjectivem Zeitwerth dem kürzer einwirkenden Bewusstseinsinhalt der fast momentanen Schallempfindungen allmählich gleich kommt. Man sieht aber 2) allgemein die von mir schon bei der Deutung rhythmischer Thatsachen öfter hervorgehobene Eigenthümlichkeit des Zeiturtheils, dass bei dem Zustandekommen desselben ganz specielle Aequivalenzen von quantitativen und qualitativen Verhältnissen eine bedeutende Rolle spielen.

Damit erklären sich leicht einige Selbstaussagen der Beobachter. Zuerst die schon erwähnte, dass die Vergleichung der reizerfüllten und reizbegrenzten »leeren« Zeit nicht den Charakter einer einfachen Abschätzung des Quantums der leeren Zeit gegenüber der Größe der reizerfüllten trage, sondern dass die Vergrößerung der »leeren« Zeit ein qualitatives Aequivalent gegen die reizerfüllte schaffe. Weiter erklärt sich damit der Unterschied des Gewissheitsgefühls beim Urtheil größer und kleiner. Dieser qualitative Ausgleich der so verschieden im Bewusstsein repräsentirten Zeiten ist eben nie ein ganz vollständiger. Bei sehr starken Vergrößerungen der leeren Zeit wird schließlich das Urtheil ein

quantitatives, man hat unmittelbar das Bewusstsein: Jetzt ist die zweite leere Zeit wirklich bedeutend größer, aber ärmlicher erscheint sie noch immer. Da das Urtheil nun sich auf die quantitativen und qualitativen Verhältnisse bezieht, so hat man bei »größer« nie dasselbe Gefühl der Beruhigung, wie bei dem Urtheil kleiner. Fragte ich die Beobachter: Ist das Urtheil ein rein qualitatives? so wurde das stets mit Bestimmtheit verneint. Waren, wie häufig im Folgenden, die Zeiten an Empfindungsinhalt weniger different, so kam der qualitative Charakter des Zeitausgleichs dem Beobachter oft gar nicht zum Bewusstsein.

Ich kehre zur Analyse des Inhalts der Tabelle zurück, und bleibe bei den Zahlen des Beobachters Kiesow.

In der Größe der verglichenen Zeiten machte ich zunächst einen größeren Schritt. Die nächste *NZ* ist 1,2 s. Das Phänomen bleibt hier im wesentlichen dasselbe. Das Urtheil kleiner ist bei 0,11 s schon constant, das Urtheil größer erst bei einem fast fünf Mal so großen Unterschied für Vergrößerung. Bei 1,8 s hingegen nähern sich die constant beurtheilten Grenzwerte sichtbar einander an. Bei 4,0 ist das entgegengesetzte Phänomen wie anfangs vorhanden: Die leere Zeit erscheint jetzt beträchtlich größer, wie die ausgefüllte. Sie wird bei einer Vergrößerung von 0,28 s constant als größer beurtheilt, aber erst bei der bedeutenden Verkleinerung um 0,44 s wird das Urtheil kleiner constant. Dem Beobachter erscheint nun das Urtheil »größer« als beständig mit dem größeren Gewissheitsgefühl verbunden. Für die Frage nach der Ursache dieses Urtheilsumschlags kann die folgende, mir öfter spontan mitgetheilte Beschreibung des Urtheilsvorgangs bei diesen größeren Zeiten als Anhaltspunkt dienen. Während der reizerfüllten Zeit ist man durch den Wechsel der Schalleindrücke angenehm beschäftigt, man bemerkt die Länge der Zeit, aber man empfindet sie nicht als unangenehm lang. Während der »leeren« dagegen ist eine viel größere Concentration erforderlich, um sie sicher zu percipiren, auch die Hemmung von Vorstellungen wird schon schwieriger, diese vermehrte Concentration bewirkt Unlustgefühle, Erwartung, dass der Schluss der Zeit eintrete, Spannungsempfindungen u. a. m. Die »leere« Zeit hat jetzt daher ein größeres Gewicht für das Bewusstsein wie

die reizerfüllte, man tendirt zu dem Urtheil »größer«, und empfindet jede Verlängerung der ohnehin schon unangenehm langen Zeit sehr genau, während ihre Verkleinerungen sich in den meisten Fällen von dem scheinbaren Gleichheitsverhältniss wenig unterscheiden.

Hier hat also die »leere« Zeit gewissermaßen an Zeitwerth zu verlieren, um der erfüllten gleich zu erscheinen. Die Ausfüllung mit einem Schalleindruck bedeutet nun nicht viel, daher verliert sich die zeitrepräsentirende Bedeutung desselben schon bei einer nicht sehr schwierig zu beurtheilenden Zeitstrecke, gegenüber dem zunehmenden Zeitwerth der leeren Zeit. Der Bewusstseinsinhalt dieser letzteren, der hier, bei 4,0 s schon so viel an Gewicht, an scheinbarem Zeitwerth gewinnt, können nur die Unlustgefühle, die Organ- und Spannungsempfindungen sein, und alles das, was uns sonst noch den vermehrten Aufwand an Concentrationsenergie zum Bewusstsein bringt. Andererseits ist es wichtig zu beachten, dass die Ausfüllung der ersten Zeit mit einem Schalleindruck also schon genügen muss, um das Hervortreten solcher Unlustgefühle und Spannungsempfindungen selbst bis zu größeren Intervallen zu verhindern. Ich sehe endlich hierin wiederum den Beweis dafür, dass für kleine »leere« Zeiten der Bewusstseinsinhalt, den wir zwischen dem Eintreten und Aufhören der begrenzenden Empfindungen erleben, für die Zeitwahrnehmung als relativ bedeutungslos hinter dem Eindruck der Grenzepfindungen zurücktritt.

Es bleibt nun noch eine Anzahl wichtiger Fragen hinsichtlich der Wirkung der Ausfüllung auf das Zeiturtheil offen. Nimmt das Quantum der Ueberschätzung der reizerfüllten Zeit gleichmäßig ab mit der Vergrößerung der Zeiten? Lässt sich zwischen dem Umschlag des Urtheils von der Ueberschätzung der erfüllten Zeit bei kleinen Zeiten zu ihrer Unterschätzung bei großen eine wirkliche Indifferenzlage der beiden Unterschiedsurtheile, eine Indifferenz der Wirkung der Zeitausfüllung nachweisen?

Die gleichmäßige Verkleinerung der relativen Werthe bei 1,2 (Beob. Kiesow) lässt einen unregelmäßigen Gang des Urtheils erwarten. Nach der Aussage des Beobachters war diese Zeit besonders leicht zu beurtheilen wegen des angenehmen und ausgeprägten Rhythmus, den hier die Schalleindrücke zu haben

scheinen. (Es ist der Rhythmus des Menuetts, so gibt der Beobachter an.)

Die obigen Fragen beantwortet nun aber bestimmter die Versuchsreihe des Beobachters Hlr. (Tabelle 1a). Die Versuche zeigen im allgemeinen denselben, höchst charakteristischen Gang des Urtheils wie bei Ksw. Bei kleinen Zeiten erscheint die reizerfüllte Strecke sehr beträchtlich größer, bei den mittleren nähern sich die Grenzwerte einander an, so dass eine Indifferenzzone für die Wirkung der Zeitausfüllung entsteht, bei den größeren Zeiten schlägt die anfängliche Ueberschätzung der reizerfüllten Zeit in ihr Gegenteil um, die »leere« Zeit erscheint jetzt ebenso bedeutend größer als die reizerfüllte, wie vorher diese über die leere das Uebergewicht hatte. Bei 1,2 s sieht man eine Annäherung an die Indifferenzlage, bei 1,8 ist diese fast vollständig vorhanden (Grenzwerte in den absoluten Beträgen: 0,144 und 0,177). Bei 2,5 ist der vollständige Umschlag des Urtheils da, bei 3,0 hat sich die Ueberschätzung der »leeren« Zeit beträchtlich gesteigert.

Man wird erwarten müssen, dass diese Unterschätzung der reizerfüllten Zeit bei noch größeren Zeiten wieder abnehme, da sich nunmehr auch bei den drei Schalleindrücken der vermehrte Aufwand von Aufmerksamkeitsenergie geltend machen muss. Leider verfolgte ich in meinen früheren Versuchen den Gang des Urtheils nicht weiter, in den späteren tritt ein solcher zweiter Rückgang des Urtheils zur Indifferenzlage einmal in auffallender Weise ein (vgl. Tabelle dieser Abhdlg).

Man sieht aus der Tabelle ferner, dass das Quantum der Täuschung individuell sehr verschieden ist. Bei Hlr. ist die Wirkung der Ausfüllung eine viel größere wie bei Ksw. In dieser Hinsicht repräsentirt jeder Beobachter einen festen Typus, dessen Eigenschaften sich in zahlreichen Einzelheiten des Urtheils entsprechen. Die »leere« Zeit muss für Hlr. bei 0,1, 0,2 und 0,3 s mehr als verdoppelt werden, damit sie größer erscheint wie die reizerfüllte. Ebenso wird bei den kleinsten Zeiten die VZ consequent schon beim Gleichheitsverhältniss als kleiner beurtheilt.

Es ist für den Experimentator ein geradezu komischer Anblick, wenn er auf dem Zeitsinnapparat diese enormen Vergrößerungen

der zweiten Zeit als Raumstrecken vor sich sieht, und dann in einzelnen Fällen noch das Urtheil kleiner bekommt. Die Beobachter, denen ich zum Theil die Ergebnisse nach Beendigung ihrer Reihen vorführte, waren aufs höchste überrascht, sie hatten diesen Grad der Täuschung, deren Richtung sie nur aus dem Gewissheitsgefühl vermuthen konnten, nicht annähernd erwartet.

Verfolgt man den Gang der Ueberschätzung der erfüllten Zeit bei Hlr. durch die verschiedenen Zeiten hindurch, so zeigt sich keine große Regelmäßigkeit. Aber die Aussagen der Versuchsperson vermögen manche Unregelmäßigkeiten zu erklären. Bei 0,1 wird die Ueberschätzung der reizerfüllten Zeit gesteigert durch die starke Schallsummation der Hammerschläge. Von 0,2 an nimmt die scheinbare Größe der erfüllten Zeit zunächst zu, bis sie bei etwa einer halben Secunde das Maximum erreicht hat, von 0,6 an nimmt sie mit Annäherung an die Indifferenzlage ab. Ebenso scheint sich nach dem Umschlag des Urtheils die Ueberschätzung der reizbegrenzten Zeit ziemlich gleichmäßig zu steigern.

Tabelle Ic zeigt einen Ergänzungsversuch an Beobachter Hpf., der speciell dazu bestimmt war, möglichst die Indifferenzzeit zu treffen. Man sieht, dass bei 2,0 die Grenzwerte sich fast genau entsprechen. Die Größe der Zeit, bei welcher Indifferenz eintritt, ist keine constante, das Aufhören der Wirkung der Ausfüllung im Sinne scheinbarer Vergrößerung ist nicht von der absoluten Zeit als solcher abhängig, sondern die Indifferenzzone ist 1) individuell verschieden und wird durch die allgemeine Zugänglichkeit des Beobachters für die Täuschung bedingt, sie hängt 2) ab von der Zeitlage der Ausfüllung und 3) von der Art und Zahl der ausfüllenden Eindrücke. Das wird im Folgenden seine nähere Begründung finden. Allgemein jedoch scheinen nach den bisherigen Versuchen die Indifferenzzeiten für eine und dieselbe Ausfüllung sich für verschiedene Individuen nicht weit von einander zu entfernen, und für die Ausfüllung mit einem Schalleindruck lässt sich etwa die Zeit von 2,0 s als mittlere Angabe für die Indifferenzzone bei erster Zeitlage der Ausfüllung bezeichnen. Natürlich darf man bei der Indifferenzzeit nicht von einer Unwirksamkeit der Ausfüllung schlechthin sprechen, sondern nur von einer Unwirksamkeit im Sinne der Erzeugung von Ueber-

oder Unterschätzungen. Ihre Wirksamkeit zeigt sich bei den Indifferenzzeiten in der bedeutenden Abnahme der *UE* nach beiden Seiten hin, nach der Richtung der Vergrößerung und der Verkleinerung im Vergleich mit dem Normalversuch.

Bei Hlr. ließ sich vielfach auch die mittlere Lage der scheinbaren Gleichheit berechnen. Man sieht, dass der Quotient der Mittelzahl der Gleichheitsurtheile und der absoluten Größe der Zeiten (unter *S Gl* mitgetheilt) den Gang der Täuschungen ziemlich genau wiedergibt, bis 1,8 incl. bezeichnet er scheinbare Vergrößerung, von da ab Verkleinerung der ausgefüllten Zeit. (Allgemein bemerke ich, dass der Sinn dieses Quotienten immer dem des größeren der beiden unter *r Kl* und *r Gr* mitgetheilten Werthe entsprechen muss, weil in allen mitgetheilten Versuchen die scheinbare Gleichheit sich im gleichen Sinne mit den Grenzwerten gegen die objective Gleichheit verschiebt.)

Nach diesen Versuchen prüfte ich zunächst die Wirkung derselben Ausfüllung bei der zweiten Zeitlage (ausgefüllte Zeit nachfolgend [Tabelle 2]). Bei Ksw. ist die ganze Reihe seiner Versuche in erster Zeitlage auch in umgekehrter Zeitlage der Ausfüllung durchgeführt, bei Hlr. habe ich nur einige Vergleichsversuche gemacht. Zum Verständniss der Tabelle muss man festhalten, dass ich hier die erste (»leere«) Zeit verändert habe, während das Urtheil nach wie vor der zweiten Zeit gilt. Der Sinn der ersten Rubrik (*a Kl*) ist daher jetzt dieser, dass sie den absoluten Betrag der Vergrößerung der ersten Zeit angibt, bei welchem das Urtheil kleiner über die zweite Zeit constant wird. Entsprechend ist der Sinn der Rubrik *a Gr* verändert. Daher müssen jetzt auch die Vorzeichen der absoluten Zahlen andere sein, unter *a Kl* steht ein Vergrößerungsbetrag, daher positives Vorzeichen, umgekehrt bei *a Gr*. Die absolute Vergrößerung der ersten Zeit, bei der das Urtheil kleiner über die zweite Zeit constant wird, misst also jetzt die scheinbare Vergrößerung der zweiten reizerfüllten Zeit. Die Gründe, die mich hier zur Variirung der ersten Zeit bewogen, werde ich zum Theil später anführen. Der Hauptgrund, soweit es speciell die Ausfüllung mit Schalleindrücken betrifft, ist der, dass die Vergrößerung der erfüllten Zeit bei discontinuirlichen Eindrücken nur geschehen kann, indem man entweder die

Zahl oder das Tempo der erfüllenden Eindrücke verändert. Beides führt einen völlig neuen Thatbestand ein, das Urtheil hat gar nichts mehr mit dem des vorigen Falles gemein, da es etwas ganz anderes ist, ob die Vergrößerung eines Zeitintervalls beurtheilt wird, oder das Tempo succedirender Reize, oder ob die Zahl der erfüllenden Eindrücke abgeschätzt wird.

Aber auch das von mir eingeschlagene Verfahren, die erste, »leere« Zeit zu verändern, bringt einen Mangel mit sich, weil die Beurtheilung bei Veränderung der ersten Zeit erschwert wird, denn es muss gewissermaßen rückwärts geurtheilt werden, dazu kommt, dass die constante Größe, an die man sich adaptirt, hier an zweiter Stelle eintritt. Aber es bleiben doch die verglichenen zeitlichen Verhältnisse dieselben, und es ist also in der That eine Veränderung der Zeitlage derselben Ausfüllung, nicht eine neue Art der Zeitausfüllung da, wie bei den beiden vorher erwähnten Veränderungen der reizerfüllten Zeit.

Tabelle 2.

t zwei Schalleindrücke, verändert; t_1 drei Schalleindrücke, constant.

<i>NZ</i>	<i>a. Kl.</i>	<i>a. Gr.</i>	<i>r. Kl.</i>	<i>r. Gr.</i>	<i>S. Gl.</i>	<i>O. Gl.</i>
a) Hlr.						
0,1	+ 0,205	− 0,028	2,005	0,27	?	6 < 4 >
0,3	+ 0,2	− 0,028	0,66	0,093	?	6 < 1 = 3 >
b) Ksw.						
0,3	+ 0,138	− 0,027	0,463	0,092	0,185	$\begin{matrix} 5 > 1 > ? \\ 2 > 5 = ? 1 = 1 < \end{matrix}$
1,2	+ 0,55	$t = t_1$	0,463	—	?	10 >
1,8	+ 0,33	− 0,11	0,185	0,061	0,049	$\begin{matrix} 3 > 2 > ? \\ 3 > 4 = \\ 1 = 2 = ? \end{matrix}$
4,0	+ 0,48	− 0,6.	0,12.	0,16	?	$\begin{matrix} 3 < ? 4 = \\ 2 > 3 > ? \end{matrix}$

Ueberblickt man die Tabelle, so zeigt sich, dass bei (Ksw.) Ausfüllung der zweiten Zeit mit einem Schalleindruck dieselben allgemeinen Erscheinungen eintreten, wie wenn die erste Zeit in entsprechender Weise ausgefüllt war. Die reiz-erfüllte Zeit erscheint anfangs beträchtlich größer, so dass die »leere« (erste) Zeit sehr viel vergrößert werden muss, wenn die reizerfüllte (zweite) constant als kleiner beurtheilt werden soll; während z. B. bei 0,3 s schon eine sehr geringe Verkleinerung der ersten »leeren« Zeit constante Größerschätzung der reiz-erfüllten Zeit bewirkt. Bei 1,2 s ist die Erscheinung gesteigert, bei 1,8 s, wo in der vorigen Tabelle (und ersten Zeitlage der Ausfüllung) schon eine deutliche Annäherung an die Indifferenzlage hervortritt, ist (bei dem gleichen Beobachter) noch ausgeprägte Ueberschätzung der reizerfüllten Zeit vorhanden. Man sieht also schon hier, wofür wir später noch viel drastischere Beispiele erhalten werden, dass die Indifferenzzone bei den verschiedenen Zeitlagen für eine und dieselbe Ausfüllung verschieden liegt, und dass allgemein die Größe der Täuschung einen ganz anderen Verlauf hat, wenn die Ausfüllung bei der zweiten Zeit angebracht wird, wie wenn man sie in der ersten Zeit einführt.

Der Zweck der nächsten Versuche war der, den Gang der Zeittäuschungen bei differenter Zeitausfüllung zu verfolgen, wenn die Zahl der erfüllenden Empfindungen vergrößert wird. Deshalb wird in Tabelle 3 und 4 die reizerfüllte Zeit mit vier Hammer-schlägen des Schallhammers ausgefüllt, so dass die reizerfüllte Zeit im Ganzen aus sechs Schlägen gebildet wird; Tabelle 5 und 6 zeigen das Ergebniss von Versuchen mit fünf und neun Schallein-drücken in der reizerfüllten Zeit. (In technischer Hinsicht be-merke ich, dass, wenn bei diesen Versuchen die erfüllte Zeit voran-geht, man gut thut, den letzten Schlag etwas intensiver zu machen, da der Beobachter sonst anfangs einen Augenblick im Zweifel bleibt, ob die Zeit zu Ende ist oder nicht.)

Tabelle 3.

t sechs Schalleindrücke, constant; t_1 zwei Schalleindrücke, verändert.

Schema $\begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ 1 & \text{---} & & & & 2 \end{matrix}$.

NZ	$a Kl$	$a Gr$	$r Kl$	$r Gr$	$S Gl$
a) Ksw.					
0,2	-0,028	+0,144	0,140	0,72	?
0,5	-0,028	+0,122	0,056	0,25.	?
1,2	bei $t = t_1$	+0,38	—	0,324	?
2,0	-0,055	+0,33	0,028	0,16.	?
4,5	-0,22	+0,288	0,049	0,046	0,02
5,5	-0,4	+0,755	0,072	0,137	0,11
b) Gle.					
1,2	-0,028	+0,361	0,023	0,3008	0,14
4,0	-0,11	+0,277	0,028	0,138	0,11
6,0	-0,355	+0,311	0,059	0,0518	?

Tabelle 4.

t zwei Schalleindrücke, verändert; t_1 sechs Schalleindrücke, constant.

Beob. Ksw.

NZ	$a Kl$	$a Gr$	$r Kl$	$r Gr$	$S Gl$	$O Gl$
0,3	+0,788	bei $t = t_1$	—	—	—	—
0,5	+0,028	-0,388	—	0,7	?	—
1,0	+0,166	-0,055	0,166	0,055	?	$2 < 5 = 2 = ?$ $8 >$
4,5	+0,6	-1,28.	0,133	0,232	0,123	$6 < 2 >$ $3 = 2 = ? 2 < ?$
8,0	+0,611	-1,055	0,076	0,131	?	$8 < 4 =$ $3 >$

Tabelle 5.

t fünf Schalleindrücke, constant; t_1 zwei Schalleindrücke, verändert.

Schema $\begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & \text{---} & & & 2 \end{matrix}$.

<i>N Z</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>	<i>S Gl</i>
a) Hlr.					
0,2	- 0,028	+ 0,105	0,140	0,527	?
0,25	- 0,028	+ 0,055	0,112	0,2.	?
0,3	- 0,028	+ 0,11	0,093	0,370	?
0,5	- 0,028	+ 0,138	0,056	0,27.	?
1,2	- 0,005	+ 0,15	0,046	0,12	?
4,5	- 0,208	+ 0,11	0,0643	0,014	0,039
5,5	- 0,533	+ 0,11	0,096	0,018	0,037
b) Gle.					
0,8	- 0,028	+ 0,322	0,035	0,409	?
1,8	- 0,055	+ 0,366	0,031	0,205	0,19

Die Tabelle 3 zeigt bei den beiden Versuchspersonen Ksw. und Gle. übereinstimmend, dass die sechs Schalleindrücke in der ersten Zeitlage die ausgefüllte Zeit bedeutend größer erscheinen lassen, wie die reizbegrenzte leere. Zu einer Vergleichung der Quanta der Ueberschätzung (wie sie bei Ksw., an dem diese und die vorigen Versuche ausgeführt sind, denkbar wäre) eignen sich aber die Schallversuche überhaupt nicht, da die subjective Rhythmisierung der Schalleindrücke, deren großen Einfluss ich in mehreren Versuchsreihen (vgl. insbesondere Tabelle b und d) zeigen werde, der vergrößernden Wirkung der Ausfüllung entgegenarbeitet. Natürlich in schwer controlirbarer Weise. Ich

Tabelle 6.

t . neun Schalleindrücke, constant; t_1 zwei Schalleindrücke, verändert.

Schema $\begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \\ 1 & \text{---} & & & & & & & 2 \end{matrix}$.

NZ	$a Kl$	$a Gr$	$r Kl$	$r Gr$	$S Gl$	$O Gl$
Beobachter Twn. a) Erste Zeitlage.						
0,5	bei $t = t_1$	+ 0,44	—	0,88	?	$7 < 7 <$ $1 =$
1,2	— 0,11	+ 0,27	0,092	0,231	?	$11 < 5 =$ $4 >$
4,5	— 0,88	+ 0,33	0,197	0,074	?	$9 >$ $5 = 1 <$
8,0	— 1,33	+ 0,44	0,166	0,055	?	$5 >$ $4 < ? 1 <$
b) Zweite Zeitlage der Ausfüllung. Schema $\begin{matrix} 1 & \text{---} & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \end{matrix}$.						
0,5	+ 0,5	bei $t = t_1$	1,0	—	?	$11 > 9 >$
4,5	+ 1,95	bei $t = t_1$	0,434	—	?	$5 > 2 >$ $2 > ? 1 =$

versuchte noch mit fünf und neun Schalleindrücken das Quantum der Täuschung festzustellen, mit so unbestimmtem Erfolg, dass ich die Versuche zum Theil gar nicht anführe. Die Tabellen 4 und 6 dagegen (zum Theil an anderen Beobachtern ausgeführt) zeigen wenigstens, dass der Gang des Urtheils durchweg derselbe bleibt. Was dagegen als bestimmtes Resultat der Ausfüllung mit einer größeren Zahl von Eindrücken angesehen werden muss, ist dies, dass die Täuschung (scheinbare Vergrößerung der erfüllten Zeit) sich bei vermehrter Zahl der erfüllenden Schalleindrücke bis zu viel größeren Zeiten hält, der Umschlag des Urtheils bzw. die Indifferenzzeit erst bei beträchtlich größeren Zeiten eintritt, als wenn weniger Eindrücke die Zeiten erfüllen. In Tabelle III (Ausfüllung mit 6 Eindrücken) ist für Ksw. selbst bis 5,5 s nur eine langsame Annäherung an die Indifferenzlage spürbar, bei 10,0 zeigt sie sich deutlicher,

weiter hinauf konnte sie wegen der Unsicherheit des Urtheils bei so großen Zeitstrecken nicht verfolgt werden. Bei Gle. hingegen tritt vermuthlich oberhalb 4,0 s der Umschlag ein, der bei 6,0 s gerade deutlich wird. Bei Hlr. und Twn. in Tabelle 5 und 6 liegt bei 4,5 s vollständiger Umschlag des Urtheils vor, der für Hlr. unter dem Einfluss von nur 3 Schalleindrücken auf die erste Zeit (Tabelle 1) schon bei etwa 2,0 s eintrat. Es scheint demnach 4,5 Sec. die Zeitgröße zu sein, welche sich, individuelle Schwankungen eingerechnet, als ungefährender Anhaltspunkt für den Umschlag des Urtheils angeben lässt, wenn 5 bis 9 Schalleindrücke die erste Zeit erfüllen. Mit Sicherheit ergibt sich aber als übereinstimmendes Resultat aller dieser Versuche, dass eine Ausfüllung mit einer größeren Zahl von Eindrücken die Indifferenzlage der Unterschiedsurtheile hinausschiebt.

In Tabelle 4 sehen wir die Ausfüllung mit 6 Schalleindrücken in zweiter Zeitlage (für Ksw.), in Tabelle 6 b die 9 Schallreize in zweiter Zeitlage (bei Twn.). Der Gang der Täuschungen ist für Ksw. wieder im allgemeinen derselbe, wie wenn die erste Zeit ausgefüllt wurde, bis 1,0 erscheint die ausgefüllte Zeit weit größer¹⁾. Bei 4,5, also früher wie bei der ersten Zeitlage derselben Ausfüllung, ist für diesen Beobachter entschiedener Umschlag des Urtheils vorhanden. Wiederum ist die Indifferenzzone für beide Zeitlagen der Ausfüllung eine beträchtlich verschiedene, ebenso wie vorher bei Ausfüllung mit 3 Schallempfindungen. Bei Twn. hingegen tritt der Umschlag des Urtheils, wenn 9 Schalleindrücke die zweite Zeit ausfüllen, wohl erst beträchtlich oberhalb von 5 s ein.

Zweite Versuchsgruppe.

Einfluss künstlicher Unterstütmittel auf die Vergleichung
reizerfüllter und reizbegrenzter Zeitstrecken.

Bei allen bisher beschriebenen Experimenten über die Abhängigkeit der Zeitschätzung von der Zeitausfüllung war mir aufgefallen,

1) Bei 1,0 nehmen die absoluten und relativen Werthe immer die gleichen Zahlen an, weil bei der Umrechnung der absoluten Werthe für Verkleinerung und Vergrößerung die absolute Zahl der Zähler und 1 der Nenner des relativen Werthes ist.

dass die Versuchspersonen sich bei der Beurtheilung sehr verschieden verhielten, und dass dieses verschiedene Verhalten einen großen Einfluss hatte auf den Ausfall der Urtheile. Einige Beobachter neigten, namentlich anfangs, dazu, sich durch Kopfnicken, Kehlkopfnervationen, kurze Athemstöße, kurz durch motorische, rhythmische Vorgänge der verschiedensten Art bei der Vergleichung zu »unterstützen«, indem Anfangs- und Schlussmoment der reizerfüllten wie der »leeren« Zeit mit solchen Bewegungsinervationen begleitet wurden. Andere Unterschiede ergaben sich auf meine Fragen hinsichtlich des Verhaltens während der »leeren« Zeit: die einen Versuchspersonen gaben an, sie reproducirten das »Bild« der reizerfüllten Zeit, also hier die Schallempfindungen während der reizbegrenzten. Wieder andere wussten davon nichts und versicherten, dass sie sich ganz passiv dem Eindruck beider Zeiten hingäben. Bei größeren Zeitstrecken wurde während der leeren, reizbegrenzten Zeit ein anderer Unterschied in der Urtheilbildung angegeben. Die Versuchspersonen schienen bald den Schlussmoment der Zeit beständig vorzustellen und bestimmt zu erwarten, bald war von solchem »Erwarten« nichts zu bemerken, und das Verhalten wurde auch da als ganz passive Hinnahme des Eindrucks der reizbegrenzten Zeit beschrieben. Einige Beobachter (ganz besonders Jdd.) gaben mir an, dass sie ohne erkennbare Ursache zwischen beiden Verhaltensweisen alternirten. Ich verlangte, wie erwähnt, immer »passive Hingabe an den Eindruck beider Zeiten«. Dazu bestimmte mich die Erfahrung, dass in allen Gebieten der Sinneswahrnehmung eine solche aufmerksame Gleichgültigkeit, oder wenn man will gleichgültige Aufmerksamkeit, die günstigste subjective Verfassung zur correcten Beobachtung ist. In den meisten Fällen aber ist die bestimmte Erwartung eines Eindrucks nur dazu geeignet, die treue Beobachtung zu erschweren.

Ich versuchte nun, diese verschiedenen unwillkürlich benutzten Hilfsmittel und die verschiedenen Verhaltensweisen der Beobachter absichtlich in den Versuch einzuführen, um zu prüfen, wie weit sie die Einwirkung der Zeitausfüllungen auf die Zeitschätzung modificiren können. Für die Verhaltensweisen der Beobachter gelang das nur mit sehr unbestimmtem Erfolg. So lange man keine sichere objective Controle dafür hat, ob die Versuchsperson in einer bestimmten Art der

Beurtheilung verharret oder nicht, so lange kann man auch die Versuchsperson nicht dazu anleiten, und die Selbstcontrole der Beobachter genügt nicht, sie verfallen in eine andere Art des Verhaltens, ohne es zu bemerken, oder sie geben vielfach selbst an, dass die Regelung der Erwartung bezw. des passiven Verhaltens nach einer bestimmten vorher gegebenen Anweisung sehr unsicher sei. Ich theile daher nur solche Versuche mit, bei denen objectiv controlirbare, oder vom Beobachter selbst leicht einzuhaltende »Unterstützungen« eingeführt wurden. Diese können zugleich die Frage prüfen, ob motorische Vorgänge, wie diejenigen, auf welche die Beobachter instinctiv zu verfallen pflegen, dem Einfluss der Zeitausfüllung entgegenarbeiten oder nicht, ob ferner eine Aufhebung der durch differente Zeitausfüllung bewirkten Täuschungen eintritt, wenn ein zweiter Ablauf zeitlich begrenzter Vorgänge (wie etwa rhythmischer Bewegungen) von dem Beobachter selbst eingeführt wird. Es wäre ja denkbar, dass z. B. Taktirbewegungen, welche Anfangs- und Schlussmoment beider Zeitstrecken begleiten, der Versuchsperson so bestimmt die wirkliche Zeitlänge der reizerfüllten Zeit zum Bewusstsein bringen, dass die Ueberschätzung völlig aufhört.

Der einfachste Fall einer solchen Unterstützung des Beobachters beim Vergleich different erfüllter Zeiten ist wohl der, dass man bei der reizerfüllten Zeit die begrenzenden Schalleindrücke stärker markirt. Anfangs- und Endreiz treten dadurch bestimmt hervor, die ausgefüllte Zeit hat nicht mehr die im andern Falle stets spürbare Unbestimmtheit der Begrenzung, und es wird zu erwarten sein, dass die Versuchsperson mehr von der objectiven Zeitdistanz der Endreize wie von den zwischen ihnen ablaufenden Erlebnissen beeinflusst wird.

Tabelle 7.

**Einfluss willkürlicher Zeitmarkirung auf die Vergleichung
ausgefüllter und leerer Zeiten.**

- a) Rky., mit Verstärkung des ersten und fünften Schallreizes.
 b) Klbs., mit Taktirbewegungen, Zählen und periodischem Athmen.
 c) Ksw., mit Taktirbewegungen und Zählen.

<i>NZ</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>	<i>S Gl</i>	<i>O Gl</i>
a) Rky.						
1,0 mit fünf Schalleindrücken	-0,22	bei $t=t_1$	0,22	—	?	$2 > 1 > ? 7 >$
Dasselbe mit Verstärkung von 1 und 5	-0,094	+0,05	0,094	0,05.	?	$10 > 5 =$
b) Klbs. $NZ = 1,0$ Zehn Funkengeräusche, constant; VZ zwei Funkengeräusche, verändert.						
1) Normalversuch, ohne Hilfsmittel	-0,027.	+0,33	0,027	0,33	0,138	$1 > 1 = 18 <$ $(3 < ? 15 <)$
2) t mit Taktiren begleitet	bei $t=t_1$	+0,44	—	0,44	?	$10 <$
3) t und t_1 mit Taktiren begleitet	-0,027.	+0,416	0,027	0,416	0,138	$1 > 4 = 10 <$
4) t und t_1 mit Athmen begleitet	-0,083	+0,33	0,083	0,33	0,11	$1 > 3 = 11 <$
c) Kw. $NZ = 1,0$. t zwei Schalleindrücke verändert; t_1 sechs Schalleindrücke constant.						
1) Normalversuch, ohne Hilfsmittel	+0,166	+0,055	0,16	0,05.	?	$2 < 5 = 2 = ?$ $8 >$
2) Taktiren und Zählen bei t und t_1	+0,166	+0,055	0,16	0,05.	0,05	$10 >$ $5 =$

Die Tabelle 7a zeigt einen solchen Versuch. Es wurde zuerst die Zeit von 1,0 s, mit fünf Hammerschlägen des Schallhammers ausgefüllt und in erster Zeitlage mit einer reizbegrenzten verglichen. Die Hammerschläge sind in eine rhythmisch geordnete Zeitfolge gebracht, damit die Rhythmisierung nicht dem subjectiven Ermessen des Beobachters verblieb (wobei sie innerhalb einer Versuchsstunde mehrfach wechseln kann). Der Ausfall des Versuchs zeigt, dass die reizerfüllte Zeit für diesen Beobachter (Rky.) schon bei 1,0 (unter

dem Einfluss des Rhythmus!) kleiner erscheint, das Urtheil größer ist sofort constant. In einem der späteren Versuche (vgl. Tabelle B dieser Abhdlg.) werde ich zeigen, dass die Rhythmisirung der Schläge schon bei verhältnissmäßig so kleinen Zeiten den Umschlag des Urtheils (zur Ueberschätzung der reizbegrenzten Zeit) herbeiführen kann. In einem zweiten Versuch (zweite Horizontalreihe der Tabelle) wurde nun der erste und letzte Schlag des Schallhammers verstärkt, die mittleren Schläge gegen früher wenig abgeschwächt. Die Verstärkung von 1 und 5 ist als eine sehr beträchtliche zu denken. Das Resultat ist eine Verminderung der Täuschung und zugleich eine sehr beträchtliche Verfeinerung des Urtheils. Immerhin aber bleibt die Täuschung bestehen, es wird also durch eine stärkere Markirung des Anfangs- und Schlussmomentes der reizerfüllten Zeit die Wirkung der Ausfüllung auf das Zeiturtheil nicht aufgehoben, sondern nur mäßig geschwächt.

Sodann führte ich motorische »Hülfen« bei der Zeitvergleichung ein (Tabelle 7 b). Der Beobachter, der bei diesen Versuchen verwendet wurde (Klbss.), war durch eine größere vorausgegangene Reihe von Zeitsinnexperimenten sicher eingeübt. Um die Ergebnisse möglichst sicher zu gestalten, machte ich (ausgenommen bei dem 2. Versuch) 15 bezw. 20 Einzelbestimmungen auf die Differenz. Ferner stellte ich die Schalleindrücke nicht mit dem Schallhammer her, um die unberechenbaren Einflüsse der subjectiven Rhythmisirung möglichst zu verhindern, sondern ich verwendete Funkengeräusche von Inductionsfunken, die in einem Funkenzieher mit nur 0,25 mm Schlagweite übersprangen¹⁾. Ich stellte zuerst einen Versuch ohne Einführung künstlicher Hülfen an, den ich kurz als den Normalversuch bezeichnen will. Dieser hatte jetzt folgende Anordnung: Sechs Funkengeräusche erfüllen die erste Zeit, die zweite, »leere« wird von zwei Funkengeräuschen begrenzt. Die Tabelle zeigt, dass der Ausfall der Grenzwerte bei diesem Normal-

1) Es machte mir anfangs Schwierigkeiten, die Funken immer ganz gleich stark zu erhalten. Man erreicht das in befriedigender Weise, wenn man die Spannung des Inductionsstroms für die von dem Inductionsfunken zu leistende Schlagweite viel zu stark nimmt. Die schwächeren Entladungen müssen immer noch im Vergleich zur nöthigen Schlagweite zu stark sein.

versuch der gewöhnliche ist: die reizerfüllte Zeit erscheint viel größer wie die reizbegrenzte. Klbs. repräsentirt augenscheinlich denjenigen Beobachertypus, bei welchem die Ueberschätzung sehr große Werthe annimmt. Nachdem dies festgestellt war, ließ ich in einem zweiten Versuch die erste Zeit mit einer rhythmischen, taktirenden Fingerbewegung begleiten, in der Weise, dass auf den Tisch, vor dem der Beobachter saß, mit dem Zeigefinger der rechten Hand geklopft wurde, wenn der erste und letzte Funke der ausgefüllten Zeit gehört wurde. Es sollte dabei zunächst nur eine möglichst correcte Adaptation an die Gesamtdauer der erfüllten Zeit erzielt werden. Dabei wandte ich nun ganz besondere Vorichtsmaßregeln an, um dem Beobachter ein correctes Mittaktiren zu ermöglichen. Es ist nämlich zwecklos, eine solche Bewegung ausführen zu lassen, wenn der Beobachter nicht Anfangs- und Schlussmoment der mit der Bewegung zu begleitenden Zeitstrecke kennt; hat er erst abzuwarten, wann das erste Geräusch kommt, so muss nothwendig seine erste Bewegung zu spät innervirt werden, und etwas Aehnliches wiederholt sich am Schluss der Zeit. Daher ließ ich unmittelbar vor dem Versuch die Bewegung einüben, in der Weise, dass die Funken in gleichmäßigem Tempo von 1,0 s aufeinander folgten und der Beobachter sie so lange mit seinem Fingertippen begleitete, bis er selbst angab, die Bewegung zu beherrschen. Als Minimum der Wiederholungen der Bewegung setzte ich 30 maliges Taktiren fest. Ferner wurde während des Versuchs selbst, genau 1 s vor Beginn der NZ, ein Funkengeräusch hörbar gemacht, bei welchem der Beobachter mit dem Taktiren einzusetzen hatte, und diesem ging in 2 Sec. das Aufmerksamkeitssignal voraus. Auf diese Weise traf er leicht und sicher Anfangs- und Schlussmoment der ersten Zeit. Wenn nun überhaupt durch Willkürbewegungen eine Befreiung von der Täuschung möglich ist, so musste sie auf diese Weise erreicht werden können.

Das Ergebniss des Versuchs ist, dass die Täuschung unvermindert fortbesteht, bezw. sich sogar etwas verstärkt. Gehen wir sogleich zum nächsten Versuch weiter. Er unterscheidet sich nur dadurch von dem vorigen, dass 1) beide Zeitstrecken, die reizerfüllte und die reizbegrenzte, mit dem Fingertippen begleitet werden, und dass 2) in den ersten sechs Umdrehungen des

Apparats vor dem jedesmaligen Eintreten der ausgefüllten Zeit das Normalintervall durch Funkengeräusche dem Beobachter angegeben wurde. Alle 6 Funken hatte er mit dem Fingertaktiren zu begleiten, und da die Zwischenzeit bei allen diesen Versuchen ebenfalls eine Secunde war, so konnte er bis zum Schluss der *VZ* mit seiner gleichmäßigen Taktirbewegung fortfahren. Die ausgefüllte Zeit trat gewissermaßen in die gleichmäßig ablaufende Taktirbewegung ein. Das Ergebniss des Versuchs ist, dass die Täuschung auch jetzt noch größer ist, wie beim Normalversuch (ohne Taktiren), gegen den vorigen Versuch dagegen ist eine Abnahme der Ueberschätzung der erfüllten Zeit sichtbar. Begreiflicher Weise, denn die noch sorgfältiger vorbereitete Taktirbewegung bei *NZ* und *VZ* konnte einen andern Erfolg haben, wie die bloße Begleitung der Normalzeit. Von dem Ergebniss dieser Versuche war ich selbst überrascht, da ich zum mindesten eine Abnahme der Täuschung erwartet hatte. Aber die Aussagen der Beobachter erklären das Factum vollständig. Ehe ich zu einer Verwerthung derselben übergehe, stelle ich die weiteren Versuche mit motorischen Hülfen dar.

Als ein weiteres vermuthlich unterstützendes Hilfsmittel bot sich der Athem dar, mit dem Münsterberg so wunderbare Erfolge in der Zeitschätzung erzielt hat (vgl. dessen Beiträge, II, S. 54 ff.). Obgleich ich früher gezeigt habe, dass die Münsterberg'schen Athemversuche in der Weise, wie er sie schildert, gar nicht ausführbar sind¹⁾, so ließ sich doch vermuthen, dass hinter dem blinden Glauben an die Bedeutung des Athems für die Zeitschätzung irgend ein Thatbestand stecke. Ich habe daher zahlreiche Versuche, mit willkürlicher periodischer Athmung Zeiten abzuschätzen, ausführen lassen, aber die darauf verwendete Zeit bereut, weil diese Athemzeitschätzung in dem ganzen Bereich der kleineren und mittleren Zeiten, in denen noch eine größere *UE* herrscht, nur störend wirkt und die Schwellen sehr beträchtlich vergrößert, während bei größeren Zeiten mit jeder beliebigen periodischen Theilung derselben mit Fingerbewegungen, Arm-bewegungen, rhythmischem Zählen u. s. w. derselbe bzw. ein besserer Erfolg zu erzielen ist wie mit dem periodischen Athmen. (Ich werde

1) Phil. Stud. Bd. VIII, S. 442 ff.

diese Versuche bald in einem kleinen Aufsätze zusammenfassen.) Es fragte sich aber immerhin, ob periodische Athembewegungen nicht doch vielleicht die Täuschungen bei differenter Zeitausfüllung aufheben können? Der Beobachter Klbs. wurde deshalb zunächst auf eine gleichmäßige Expirations- und Inspirationsbewegung für 3 s eingeübt, während Funkengeräusche die »leeren« Zeiten begrenzten: $NZ + ZZ + VZ$ machen bei diesen Versuchen 3 s aus; das erste Inspirium fällt dabei mit dem ersten Schallreiz zusammen, das erste Expirium mit dem zweiten, d. h. also es wurde in den 3 s zweimal geathmet, das ist für willkürliche Atheminnervation ein sehr bestimmter und gut einzuhaltender Rhythmus. Nachdem der Beobachter selbst erklärt hatte, dass er Anfang und Ende der NZ und VZ leicht mit dem Athem zu treffen wisse und dass der Athemrhythmus ihm bequem erscheine, beginnt der Versuch. Wiederum wird 3 Sec. vorher ein Signal gegeben, bei welchem die Athembewegung einsetzen kann. (Horizontalreihe 4 der Tabelle.) Das Ergebniss des Versuchs ist ein fast unvermindertes Fortbestehen der Täuschung im Vergleich mit dem Normalversuch. Dagegen vermindert sich die Täuschung beträchtlich gegenüber den Taktirversuchen. Die rhythmische Athembewegung hebt also die Täuschung nicht auf, sondern diese bleibt fast ungeschwächt bestehen.

Schließen wir sogleich noch den letzten Versuch dieser Art an! Es hatte noch einiges Interesse zu sehen, wie die motorischen Hülfen wirken, wenn die Ausfüllung in zweiter Zeitlage eingeführt wird. Ich versprach mir kein Gelingen des Versuchs, da ich hierbei die erste Zeit verändern musste, und der Beobachter also, wenn er mit der veränderten ersten Zeit mittaktiren musste, ja schon bei dieser die eingestellten Unterschiede erkennen konnte. Aber zahlreiche Erfahrungen, die ich bei rhythmischen Versuchen über den großen Einfluss von Erwartungsvorstellungen auf die Ausführung rhythmischer Bewegungen gemacht hatte, bewogen mich, die Sache zu versuchen, da der Beobachter Ksw. nicht wusste, dass ich die erste Zeit variiren würde. Herr Ksw. hatte zwar die Versuche mit zweiter Zeitlage der Ausfüllung mitgemacht, aber sowohl er, wie die meisten andern meiner Versuchspersonen hatten kein bestimmtes Bewusstsein, dass dabei die erste Zeit die veränderte

sei¹⁾. Herr Ksw. wurde also zunächst wiederum durch 30 Fingerbewegungen²⁾ auf die Zeit von 1,0 s eingeübt. Nach diesen 30 Bewegungen erklärte er selbst, das Tempo sicher zu beherrschen. Sodann wird sogleich danach der Versuch in der angegebenen Weise ausgeführt. Das Ergebniss ist ein vollkommen unvermindertes Fortbestehen der Täuschung, gegenüber dem Normalversuch ohne Taktirbewegung (Tabelle 7c, Ksw. 1 u. 2). Die Schätzung unterschied sich auch in dem Gang der Rohzahlen, soweit das innerhalb der Zufallsgrenzen zu erwarten war, nicht von der in dem vorigen Versuch.

Wie erklärt sich diese Wirkungslosigkeit bzw. diese die Täuschung sogar begünstigende Einwirkung der Bewegungen? Man muss die Versuche an sich selbst ausführen lassen, dann bemerkt man, dass die rhythmische Bewegung uns nicht nur nicht sicherer macht, sondern das Vergleichen der Zeiten erschwert. Man hat das bestimmte Bewusstsein, dass die Feinheit, mit der man die Unterschiede beim bloßen Anhören herausfinden würde, durch das Taktiren verloren geht; alle Versuchspersonen empfinden denn auch die Einführung der Bewegungen als Störung, und ein Beobachter sagte mir, es sei, wie wenn man gezwungen würde, ein feineres Schätzungsmittel durch ein gröberes zu ersetzen, man »fühle« nicht mit derselben Sicherheit, ob der letzte Schall mit der letzten Bewegung coincidire, mit der man »heraushören« könne, ob er mit dem erwarteten Schlussmoment zusammenfalle oder nicht.

Es liegt vielleicht der Einwand nahe, dass die Versuchspersonen an eine ganz andere Urtheilsweise gewöhnt waren, und daher das Fingertippen als ungewöhnliche Vergleichungsweise stören musste. Aber wenn sie störend wirkte, warum macht sich diese Störung im Sinne desselben constanten Fehlers geltend, wie die Wirkung der Ausfüllung? Warum nicht im Sinne einer Vergrößerung der Grenzwerte nach beiden Seiten hin? Aber der Einwand ist auch abgesehen von diesem Bedenken ganz hin-

1) Ich habe bei Versuchen über Localisationsschärfe der Haut ähnliche Erfahrungen gemacht.

2) Ich wählte die Zahl von 30 Bewegungen als Minimum mit Rücksicht auf die Erfahrungen von G. E. Müller und F. Schumann über motorische Einstellung.

fällig. Man erwäge, dass die Beobachter bei diesen Versuchen zum Theil mehrere Stunden (Versuchstage) hindurch viele hundert Einzelbestimmungen in der taktirenden Schätzungsweise ausführen mussten!

Die Aussage der Beobachter über die Vorgänge bei der Zeitvergleichung mittels Bewegungen gibt eine Andeutung, die vieles erklären und bestätigen kann, was in den objectiven Versuchsergebnissen zu Tage tritt. Die Herren Klb. und Ksw. geben an, dass, sobald die erfüllte Zeit eintritt, die Bewegung »mit unter den Einfluss der Ausfüllung geräth«, »die ausfüllenden Schalleindrücke treiben einen fort« sagte mir wörtlich Herr Ksw. Die motorische Innervation wird also entweder in ihrem Rhythmus durch die sensorische Zeitperception bei der Ausfüllung beeinflusst, wenn die Versuchspersonen richtig beobachtet haben, oder man muss annehmen, dass sie überhaupt nicht den Gang der sensorischen Perception berührt. Für die Richtigkeit der ersteren Auffassung spricht der Unterschied in der Einwirkung von Fingerbewegung und Athem, und von dem Fingertippen bei Klbs. und Ksw. Bei Klbs. vermindert rhythmisches Athmen schwach die Täuschung, Fingertippen vermehrt sie etwas. Nun beherrschen wir unsere Fingerbewegungen sehr leicht; wird die motorische Innervation also durch die Ausfüllung in ihrem Rhythmus beeinflusst, so ist es leicht möglich, dass die Verspätung der Bewegung bei der Normalzeit etwas zu groß wird. Der Athem dagegen entzieht sich einer so momentanen Veränderung (durch eine Secunde Zeitausfüllung), weil der Bewegungsmechanismus desselben ein complicirter und trägerer ist und mehr Selbststeuerung hat, wie der des Fingers, er kann mehr in seinem Rhythmus beharren, und folglich thatsächlich als eine, wenn auch schwach wirkende, »Hülfe« gegenüber der Täuschung betrachtet werden. Ebenso würde sich mit der Annahme eines Einflusses der Ausfüllung auf die motorische Innervation der Unterschied des taktirenden Vergleichens bei Ksw. und Klbs. erklären lassen. Ksw. ist geübter Clavierspieler, Klbs. nicht, der letztere wird daher durch die Ausfüllung im Einhalten der gleichen Taktirzeit mehr gestört, wie der erstere. (Vgl. die in Tabelle d mitgetheilten Experimente.) Man kann den Ausfall der Urtheile aber auch so erklären, dass

die »motorischen Hülfen« deshalb unwirksam blieben, weil man außer Stande sei, die Coincidenz der letzten Bewegung mit dem letzten Funken der veränderten Zeit correct aufzufassen. Die Entscheidung lässt sich durch graphische Aufnahme der Taktirbewegungen experimentell herbeiführen. Ich theile das Ergebniss solcher Versuche bei der Darstellung derjenigen Experimente mit, die sich direct mit der Erklärung aller der durch differente Zeitausfüllung entstehenden Täuschungen beschäftigen.

Gegenüber dem Ausfall dieser Zeitvergleichen mit motorischen Hülfen liegt ein schwerwiegendes Bedenken nahe, auf das ich um so mehr eingehen muss, als auch die Ausfüllungsversuche ohne Taktiren davon berührt werden. Wenn zwei objectiv gleiche Zeitstrecken, die mit verschiedenartigen Sinneseindrücken ausgefüllt sind, unserm Zeitbewusstsein so eminent verschieden erscheinen, wie ist es dann möglich, dass in der Rhythmik beim Anhören von Takten mit ungleicher Notenzahl u. s. w. diese Täuschungen nicht eine ganz unheilvolle Rolle spielen? Wie kommt es, dass etwa achtel Triolen sich nicht bedeutend länger anhören wie zwei Achtel, wenn sie auf die gleiche Zeit wie diese gespielt werden? Und doch würden — nach dem Anblick unserer ersten Tabelle zu schließen — bei flottem Tempo solche Takte etwa in das (erste) Maximum der Täuschung fallen. Dazu ist erstens zu bemerken, dass diese Täuschungen auch thatsächlich in der Musik existiren. Man darf dabei aber natürlich nicht an die Beobachtung denken, die man jederzeit machen kann, dass der Anfänger Takte, auf die mehr Noten kommen, langsamer spielt, wie einfachere rhythmische Figuren, sondern man muss womöglich bei dem an Zusammenspiel gewöhnten perfecten Musiker Beobachtungen machen. Bei dem Spiel eines solchen hören sich in der That oft die ausgefüllteren Taktzeiten länger an, wie die weniger notenreichen. Aber die Täuschung entspricht in ihrer scheinbaren Größe doch nicht annähernd dem Quantum der Ueberschätzung, das die vorigen Experimente zeigen! Zweierlei ließ sich vermuthen zur Erklärung des weniger auffallenden Unterschiedes verschieden ausgefüllter Zeiten in der Musik und im Experiment: 1) dass der Zuhörer eine beständige, immer wiederkehrende gleiche Taktfolge vernimmt, die noch dazu meistens gleichzeitig durch mehrere Tonreihen von verschiedener Tonhöhe und

Klangfarbe markirt wird, er erreicht also eine viel vollkommenere Adaptation an die Taktreihe wie die Versuchsperson im Experiment, er bleibt beständig in derselben; und 2) führt der Musiker die Zeiten (Takte) so aus, wie er sie hören will, beschleunigt also die ausgefüllte Zeit.

Da es leicht ist, nach der von mir früher angegebenen Methode die Zeitverhältnisse von Taktirbewegungen sehr genau zu messen (vgl. Philos. Stud. X), so bat ich zwei meiner Versuchspersonen, Herrn Prof. Klp. und Herrn Rky., auf einem Telegraphentaster eine einfache Taktfolge, die möglichst entsprechend den Zeitsinnversuchen in Tabelle 1 gegeben wurde, mit dem Zeigefinger zu taktiren. (Der Taster gibt einen kurzen scharfen Schlag, der vordere Aufschlag desselben wurde mit Filz belegt, um den Doppelschlag zu vermeiden¹.) Es wurde also eine erste Taktzeit durch zwei Schläge auf dem Taster begrenzt, nach einer beliebigen, der Versuchsperson bequem erscheinenden Zwischenzeit sollte eine zweite, aus drei Taktirbewegungen bestehende Gesamtzeit durch Klopfen hergestellt werden, die der ersten genau gleich schien. Das Tempo gab ich durch Vorklopfen ungefähr an, doch bat ich, ein recht flottes, wohlgefälliges Tempo etwa von der angegebenen Geschwindigkeit selbst zu wählen. Ueber Rhythmisirung der Bewegungen machte ich zuerst keine Vorschrift.

Es ist interessant, dass die Versuchspersonen sofort die Schläge rhythmisirten, und zwar in dem Takte $\overset{1}{1}-\overset{2}{2}$
 $\underset{1}{1} \underset{2}{2} \underset{3}{3}$. Erst nachdem sich

die Trommel in volle Bewegung gesetzt und der Taktirende den Rhythmus etwa 10 mal wiederholt hatte, schloss ich den Registrirstrom. Es wurden möglichst 20 Wiederholungen der ganzen Taktfolge ($\overset{1}{1}-\overset{2}{2} = \overset{1}{1} \underset{2}{2} \underset{3}{3}$ oder $1-\overset{2}{2} = 1 \underset{2}{2} \underset{3}{3}$) aufgenommen und bis auf halbe Millimeter ausgemessen, das arithmetische Mittel aus den 20 Wiederholungen möge die mittlere Taktirzeit für jeden der beiden Takte

1) Der Taster stand im Dunkelzimmer. Der Stromschluss erfolgte so lange, wie die Hand unten liegen blieb. Auf der Kymographiontrommel des mit dem Zeitsinnapparat verbundenen Kymographions wurden in der früher beschriebenen Weise mit einem elektromagnetischen Schreibapparat die Contactzeiten aufgenommen. Die Messung kann bis auf $\frac{1}{250}$ Secunde als fehlerfrei angesehen werden.

1—2 und 1 2 3 angeben, die *mV* gewährt einen Einblick in die Präcision der Ausführung beider Takte¹⁾. Man kann darüber streiten, wie die Taktzeit anzugeben sei. Der Zeitmarkirer schreibt immer Contactzeiten und als die Zwischenräume zwischen diesen die eigentlichen Bewegungszeiten auf, d. h. die Zeiten vom Aufheben des Fingers bis zu seinem nächsten Niederschlagen. Ich muss aus meiner Analyse der Vertheilung der Impulse bei rhythmischen Bewegungen schließen, dass man eine Taktirbewegung so zu messen hat, dass als Taktirzeit für ein rhythmisches Ganze immer gelten muss: die Bewegungszeit addirt zu der vorausgehenden Contactzeit. Also z. B. für den einfachen Takt 1—2 muss die erste Contactzeit (Zeit des ersten Niederschlagens) addirt werden zur Zeit der freien Bewegung bis zum zweiten Niederschlagen (bis zur zweiten Contactzeit). Man kann immerhin aber die unten folgenden Tabellen auch anders berechnen, es kommt immer dasselbe Ergebniss heraus. Ich habe sogar hierbei die für mich ungünstigste Berechnungsweise herausgegriffen, da das unten mitgetheilte Resultat deutlicher zu Tage tritt, wenn man die letzten Contactzeiten mit in die Bewegungszeiten einrechnet. Nimmt man jedoch an, dass der Taktirende (Spielende) den Rhythmus immer so ausführt, wie er ihn hören will, so bleibt es zweifelhaft, wie weit das letzte Liegenbleiben des Fingers auf dem Taster (der Taste) mit als rhythmische Zeit verrechnet werden kann, da dieses Liegenbleiben des Fingers weder bei Tönen noch bei Schalleindrücken der Dauer des letzten Tones oder gar des Schalles entspricht. Zu den Tabellen von Klp. und Rky. habe ich noch Folgendes erklärend zu bemerken: *KZ* bedeutet Contactzeit, *ZZ* Zwischenzeit (zwischen einer Contactzeit und der nächsten), *BZ* bedeutet Bewegungszeit, *AM* der 1. *BZ* bezeichnet daher: Arithmetisches Mittel der ersten Bewegungszeiten u. s. w. Im übrigen sind die Tabellen so aufgeführt, wie sie ursprünglich — zum Zwecke ganz anderer Verwendung — angelegt waren. Ausdrücklich bemerke ich, dass weder ich selbst noch eine meiner

1) Bei allen Versuchspersonen machte ich Messungen nach beiden Betonungsformen 1 2 und 1 2. Ich theile nur einige Proben mit und bemerke ausdrücklich, dass ich bis jetzt eine Abweichung von den in diesen enthaltenen Resultaten nicht gefunden habe.

Versuchspersonen bei der Veranstaltung dieser Taktirversuche die bestimmte Beziehung derselben zu Experimenten über Zeitausfüllung im Auge gehabt haben. Erst bei einem Ueberblick über ihre Ergebnisse fiel mir diese Beziehung auf. Ganz übereinstimmend machen nun beide Versuchspersonen die dreigliedrige Zeit im Mittel ($\overset{1}{1} \ 2 \ 3$) etwas kürzer wie die zweigliedrige ($\overset{1}{1} \ 2$). Die der reizbegrenzten Zeit entsprechende Taktfolge $\overset{1}{1}-2$ beträgt im Mittel aus 20 Messungen bei Klpe. $0,455 \text{ s}$ ($= 113,75 \text{ mm}$), bei Rky. $0,459 \text{ s}$ ($= 114,8 \text{ mm}$), dagegen die der reizerfüllten Zeit bei Klpe. $0,427 \text{ s}$ ($= 106,93 \text{ mm}$), bei Rky. $0,4428 \text{ s}$ ($= 110,7 \text{ mm}$).

Mit einem Wort, die mehr Noten enthaltende Takteinheit wird von dem Spieler beschleunigt wiedergegeben, gegenüber der einfacher zusammengesetzten, und diese Erscheinung ist nach meinen rhythmischen Versuchen eine ganz allgemeine, die ihre Grenzen nur findet an der technischen Fertigkeit des einzelnen Spielers, bezw. an der Grenze der Schnelligkeit menschlicher Fingerbewegung. Je mehr »Technik« der Spieler hat, desto mehr prägt sie sich aus.

Ich bin nun weit entfernt, als die einzige Ursache dieses Phänomens anzunehmen, dass der Taktirende damit lediglich der Zeitäuschung durch differente Ausfüllung entgegenarbeiten wolle! Es ist sogar wohl ziemlich sicher, dass die Ursache des beschleunigten Taktirens bei größerer Zahl der Noten hauptsächlich darin liegt, dass der Taktirende jetzt eine größere motorische Leistung zu vollbringen hat, er innervirt also überhaupt stärker und das wirkt auch beschleunigend auf die Zeitfolge der Schläge, — sowie wir überall beobachten können, dass mäßig anstrengende Bewegungen gern in einem schnelleren Tempo ausgeführt werden. Als Mitursache aber ist ohne Zweifel diese zu betrachten, dass der Spielende die Zeiten so ausführt, wie er sie hören will. Man wird vielleicht darauf hinweisen, dass das Quantum der Beschleunigung in den Taktirversuchen ein ungleich geringeres sei, wie das der Ueberschätzungen durch differente Ausfüllung. Das ist aber nur scheinbar der Fall, denn 1) geben meine obigen Messungen der Ueberschätzung durch die Grenzwerte, wie ich öfter betont habe, ein vergrößertes Bild der Täuschungen; und 2) handelt es sich hier um rhythmisirte Ausfüllung, die, wie die auf S. 228 folgenden Versuche zeigen (Tabelle a, b, d), eine weit geringere

Graphische Messung von Taktirzeiten.

Versuchsperson: Klp. Ohne Rhythmus: 1—2 = 1 2 3.

	1 KZ	1 ZZ	BZ	2 KZ	Pause	1 KZ	1 ZZ	1 BZ	2 KZ	2 ZZ	2 BZ	3 KZ	Pause
1.	58	70	128	60	71	37	39,5	76,5	48	47	95	56	52
2.	59	67	126	60	63	48	45	93	47	46	93	45	57
3.	49	64	113	56	72	44	41	85	45	49	94	49	59
4.	57	60	117	63	61	44	48	92	45	48	93	41	53
5.	61	64	125	56	73	46	46	92	45	53	98	48	56
6.	58	65	123	59	65	42	53	95	50	56	106	57	65
Summen:	342	390		354	405	261	272,5		280	299		296	342
AM:	57	65		59	67,5	43,5	45,41		46,6	49,8		49,3	57
<p>AM der BZ: 122 mV = 4,66 AM der 1. BZ: 88,91 AM der 2. BZ: 96,4 96,4 AM der BZ: 185,31 mV = 6,916.</p>													

Durchschnittliche Bewegungszeit des zweigledrigen Rhythmus: 122 mm = 0,488 Sec.

Durchschnitt der beiden Bewegungszeiten des dreigledrigen Rhythmus: 185,41 - = 0,742 -
 (500 mm = 2 Sec.; 1 mm = 0,004 Sec.)

Graphische Messung von Taktirzeiten.

Versuchsperson: Klp. Rhythmus: $\overbrace{1\ 2}^{\prime} = 1\ 2\ 3.$

	1 KZ	1 ZZ	BZ	2 KZ	Pause	1 KZ	1 ZZ	BZ	2 KZ	BZ	2 KZ	2 ZZ	BZ	3 KZ	Pause	
1.	29	95,75	124,71	22,5	88,5	16,5	34	50,5	17	38,5	17	38,5	55,5	19,5	92	
2.	22,5	91,5	114	20	88	15	35	50	15,25	34	15,25	34	49,25	18	90	
3.	20	90	110	21,75	83,5	17	36	53	14,5	34,5	14,5	34,5	49	18	89	
4.	18	90	108	23,5	85	16	43,5	59,5	15,5	33,5	15,5	33,5	49	17,5	96	
5.	19	93,5	112,5	20	83	17,5	34,5	52	19,5	37	19,5	37	56,5	29,5	88,5	
6.	26	84	110	27,5	76	20	34	54	18	35	18	35	53	25,5	87	
7.	21,5	91	112,5	24	86	16	41	57	17	34,5	17	34,5	51,5	21,5	90	
8.	24	90	114	25,5	69	17	35	52	18	39	18	39	57	18	100	
9.	21	98	119	18	111	15	37	52	16	39,5	16	39,5	55,5	17	93	
10.	20	95	115	17	94	15,5	37	52,5	15,5	36	15,5	36	51,5	16,5	99	
11.	17,5	99	116,5	17	90	14	40	54	16	37	16	37	53	19,5	95	
12.	19,5	92,5	112	20	89	15,5	37,5	53	13	33,5	13	33,5	46,5	19	90	
13.	22	93	115	20	91,5	15	38,5	53,5	16,5	41,5	16,5	41,5	58	18	92	
14.	19	99	118	22	85,5	16	37	53	15	37	15	37	52	16	96	
15.	19,5	92	111,5	18	87	16,5	41,5	58	14,5	39	14,5	39	53,5	18	95	
16.	17,5	96	113,5	17,5	87	12,5	38,75	51,25	13	40	13	40	53	15,5	88	
17.	19	91	110	18	95	13	42	55	13	38,5	13	38,5	51,5	15	98	
18.	15	97,5	112,5	17	92,5	14	40,5	54	13,5	41	13,5	41	54,5	16	95	
Summen:	370	1677,5		369,25	1581,5	282	682,75		280,75	679	280,75	679		338	1574,5	
AM:	20,55	93,20		20,51	87,86	15,66	37,93		15,59	37,75	15,59	37,75		18,77	87,47	
				AM der BZ: 113,75 mV = 2,649		AM der 1. BZ: 53,59			AM der 2. BZ: 53,34							
						53,34										
						AM der BZ: 106,93 mV = 2,44.										

Durchschnittliche Bewegungszeit des zweigliedrigen Rhythmus:

Durchschnitt der Summe der beiden Bewegungszeiten des dreigliedrigen Rhythmus: $113,75\text{ mm} = 0,455\text{ Sec.}$
(500 mm = 2 Sec.; 1 mm = 0,004 Sec.)

Graphische Messung von Taktirzeiten.
 Versuchsperson: Klp. Rhythmus: $\overbrace{1\ 2}^1 = 1\ 2\ 3.$

	1 KZ	1 ZZ	BZ	2 KZ	2 ZZ	1 KZ	1 ZZ	1. BZ	2 KZ	2 ZZ	1. BZ	3 KZ	Pause
1.	28,5	71	99,5	47	74	16,5	21	37,5	15	38	53	32	178,5
2.	47,5	58	105,5	69	61,5	13,2	31	44,2	15,75	32,5	48,25	39	81
3.	27	90	117	47	66	16,75	24	40,75	18,5	37,75	56,25	35	93
4.	25	89	114	54,5	59,5	22	31,5	53,5	22	34,5	56,5	30	90
5.	29,5	78	107,5	56	66	12	37	49	16	42	58	40,5	84,5
6.	24	85	109	64	54	23	36	59	27	37	64	44	81
7.	30,5	78	108,5	63	58	19	35	54	16	37	53	52	76
8.	16	94	110	58	63	17	35	52	19,5	35,5	55	47,5	74
9.	36	83	119	50	76	15	39	54	24	39	63	40	84
10.	25	84	109	65,5	60,75	18,5	39	57,5	23	33	56	56	62,5
11.	31	93	124	62	61	16	42,5	58,5	22,5	41	63,5	45	82,5
12.	18	87	105	58	68	15,5	41	56,5	17	44	61	46	79
13.	32,5	94	126,5	56	66	16,5	39	55,5	17,5	41	58,5	46	76
14.	25	89	114	59	62	12,5	41	53,5	16,5	47	63,5	62	73
15.	28	88	116	56,5	60,5	23	32,5	55,5	17	37	54	55	60
16.	29	94	123	52	56,5	16	36	52	20	40	60	60	62,5
17.	35	89	124	57	63	16,5	40	56,5	16,5	43	59,5	35	91
18.	27	98	125	58,5	54,5	17,5	40	57,5	13	43	56	41	70
19.	33	90	123	51	72	14	44	58	14	47	61	55	72
20.	28	89	117	58	70	16	38	54	19,5	38	57,5	38,5	81
Summen:	575,5	1731		1142	1272,25	336,45	722,5	370,25	370,25	787,25		899,5	1651,5
AM:	28,77	86,05		57,1	63,61	16,82	36,12	18,51	18,51	39,36		44,97	82,57
	AM der BZ: 114,92 mV = 6,5												
	AM der 1. BZ: 52,94												
	AM der 2. BZ: 57,87												
	AM der BZ: 110,81 mV = 6,605												

Durchschnittliche Bewegungszeit des zweigliedrigen Rhythmus: 114,82 mm = 0,459 Sec.
 Durchschnitt der Summe der beiden Bewegungszeiten des dreigliedrigen Rhythmus: 110,81 „ = 0,443 „
 (500 mm = 2 Sec.; 1 mm = 0,004 Sec.)

Graphische Messungen von Taktirzeiten.

Versuchsperson: Rky. Rhythmus: $1-\overset{\wedge}{2} = 1\ 2\ \overset{\wedge}{3}$.

	1 KZ	1 ZZ	BZ	2 KZ	Pause	1 KZ	1 ZZ	1 BZ	2 KZ	2 ZZ	2 BZ	3 KZ	Pause
1.	28,5	71	99,5	47	74	16,5	21	37,5	15	38	53	32	73,5
2.	47,5	58	105,5	69	61,5	13,2	31	44,2	15,75	32,5	48,25	39	81
3.	27	90	117	47	66	16,75	24	40,75	18,5	37,75	56,25	35	93
4.	25	89	114	54,5	59,5	22	31,5	53,5	22	34,5	56,5	30	90
5.	29,5	78,5	108	56	66	12	37	49	16	42	58	40,5	84,5
6.	24	85	109	64	54	23	36	59	27	37	64	44	81
7.	30,5	78	108,5	63	58	19	35	54	16	37	53	52 (!)	76
8.	16	94	110	58	63	17	35	52	19,5	35,5	55	47,5	74
9.	36	83	119	50	76	15	39	54	24	39	63	40	84
10.	25	84	109	65,5	60,75	18,5	39	57,5	23	33	56	56	62,5
11.	31	93	124	62	61	16	42,5	58,5	22,5	41	63,5	45	82,5
12.	18	87	105	58	68	15,5	41	55,5	17	44	61	46	79
13.	32,5	94	126,5	56	66	16,5	39	55,5	17,5	41	58,5	46	76
14.	25	89	114	59	62	12,5	41	53,5	16,5	47	63,5	62 (!)	73
15.	28	88	116	56,5	60,5	23	32,5	55,5	17	37	54	55	66
16.	29	94	123	52	56,5	16	36	52	20	40	60	60 (!)	62,5
17.	35	89	124	57	63	16,5	40	56,5	16,5	43	59,5	35	91
18.	27	98	125	58,5	54,5	17,5	40	57,5	13	43	56	41	70
19.	33	90	123	51	72	14	44	58	14	47	61	55	72
20.	28	89	117	58	70	16	38	54	19,5	38	57,5	38,5	81
Summen:			2297					1056,95					
AM:		AM der BZ: 114,8				AM der 1. BZ: 52,8			AM der 2. BZ: 57,9				
						57,9							
							AM der BZ: 110,7						

Durchschnittliche Bewegungszeit des zweigliedrigen Rhythmus: 114,8 mm = 0,459 Sec.
 Durchschnitt der beiden Bewegungszeiten des dreigliedrigen Rhythmus: 110,7 » = 0,4428 »

Ueberschätzung der ausgefüllten Zeiten ergeben. Es entsprechen also die obigen Zeitverhältnisse beider Takte höchst wahrscheinlich genau der scheinbaren Taktgleichheit, der Taktirende glaubt bei dieser geringen Beschleunigung der dreigliedrigen (zweitheiligen) Zeit, sie gleich der ersten gemacht zu haben. Die obigen Taktirversuche verlocken zu einer Menge interessanter Abschweifungen. Man sieht wieder, mit welcher überraschender Gesetzmäßigkeit der intensivere (betonte) Schlag die längere Contactzeit hat. Ferner wie verschieden die mV bei den zwei eingeführten Betonungsarten ist (vgl. Klpe. $\overset{1}{1}$ — $\overset{1}{2}$, $\overset{1}{1}$ $\overset{1}{2}$ $\overset{1}{3}$ und $\overset{1}{1}$ — $\overset{2}{2}$, $\overset{1}{1}$ $\overset{2}{2}$ $\overset{3}{3}$). Ferner, wie die Rhythmisirung der Bewegung augenscheinlich das eigentliche Mittel ist, mit dem die Einhaltung der Taktgleichheit erreicht wird, denn wenn man unrythmische Bewegungen von der Versuchsperson fordert (was manchen die Sache unmöglich macht), so wird die dreigliedrige Zeit bei weitem zu lang gemacht (vgl. meine Ausführungen über Psychologie und Aesthetik des Rhythmus, Philos. Stud. Bd. X, 1894). Allen diesen Abschweifungen widerstehe ich, um bei der nächsten Veröffentlichung meiner Rhythmusexperimente ausführlich darauf zurückzukommen.

Dritte Versuchsgruppe.

Die Zeittäuschungen bei der Vergleichung different ausgefüllter Zeiten in den übrigen Sinnesgebieten.

Es ist von größtem Interesse für die Psychologie des Zeitbewusstseins, die Beziehungen unserer Zeitschätzung zu den psychischen Inhalten festzustellen, durch welche uns jeweils die Zeiten psychisch repräsentirt werden. Daher fragt sich auch bei den Zeittäuschungen durch differente Ausfüllung, ob neue Erscheinungen in dem Gang des Urtheils auftreten, wenn man die experimentelle Zeitausfüllung mit den Empfindungen anderer Sinne, wie des Gehörssinns herstellt? Ich musste nach meinen bisherigen Erfahrungen erwarten, dass der allgemeine Charakter der Zeittäuschungen durch differente Ausfüllung der gleiche blieb, wenn man die reizgefüllten Zeiten (ebenso wie die reizbegrenzten) mit Tast- oder Lichtempfindungen ausfüllte¹⁾, dass aber jedes Sinnesgebiet seine ihm eigen-

1) Geschmacks- und Geruchsempfindungen kommen für die Zeitschätzung wohl kaum in Betracht.

thümlichen Besonderheiten in der Wirkung der Ausfüllungen auf das Urtheil zeigte. Dies bestätigte sich.

Ich trennte zunächst, nach wenigen Vorversuchen, die Zeitausfüllung mit kinästhetischen (Bewegungs-) Empfindungen ab, sie bietet wegen des Gegensatzes activer und passiver Bewegungen und wegen der Complicirtheit des Empfindungsmaterials ein besonders schwieriges Untersuchungsgebiet mit mancherlei eigenartigen Verhältnissen dar. Es blieben also nur Tast- und Lichtempfindungen.

Verwendet man nur reine, vollkommen lautlose Lichtempfindungen und elektrische Taktreize, die so abgestuft werden, dass sie gänzlich schmerzlos sind, so erhält man bei Versuchen nach Art der eben mitgetheilten Vergleichen different ausgefüllter Schallzeiten im allgemeinen ein durchgängig mit den Schallversuchen übereinstimmendes Resultat. Die reiz erfüllten Zeitstrecken erscheinen bei kleinsten absoluten Zeiten weit aus größer, wie die reizbegrenzten, bei einer mittleren Länge der Zeiten stellt sich eine Zone scheinbarer Gleichheit beider, der reizerfüllten und reizbegrenzten Zeit ein (Indifferenzzone), und bei größeren Zeiten schlägt das Urtheil vollkommen um: die leeren Zeiten erscheinen größer als die ausgefüllten. Es möge, wegen dieser Wiederkehr der gleichen Erscheinungen, genügen, wenn ich nunmehr die Analyse der Versuchsergebnisse immer möglichst kurz fasse. Ich bitte ferner, mir die vielleicht allzugroße Häufung der Versuche mit Lichtreizen, die ja nur vergleichsweise zu den Schallversuchen hätten unternommen werden können, nicht als bloße Sammelarbeit auszulegen. Die zahlreichen Unregelmäßigkeiten im Gang des Urtheils bei Schallversuchen bewogen mich zu dieser Wiederaufnahme aller entsprechenden Verhältnisse bei Lichtreizen (ich lasse in den Tabellen zahlreiche nichts Neues bringende Versuche weg), bis ich fand, dass bei Ausfüllung mit Lichtreizen neue Complicationen, wie die Verschmelzung der Funkenbilder, die allgemeine Schwierigkeit der Beurtheilung der Zeitverhältnisse von Lichtempfindungen, den Gang des Urtheils hier nicht minder unregelmäßig gestalten.

Tabelle I.

t sechs Lichtreize, constant; *t*₁ zwei Lichtreize, verändert.

Beob. Rky.

<i>NZ</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>	<i>S Gl</i>
0,8	- 0,028	+ 0,283	0,035	0,298	?
2,5	- 0,055	+ 0,244	0,022	0,097	?
5,0	- 0,11	+ 0,8	0,022	0,160	0,035
8,0	- 0,583	+ 0,27.	0,0729	0,037	0,019

Tabelle II.

t fünf Lichtreize, constant; *t*₁ zwei Lichtreize, verändert.

<i>NZ</i>	<i>a Gr</i>	<i>a Kl</i>	<i>r Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>S Gl</i>
a) Hlr.					
0,5	- 0,028	+ 0,194	0,056	0,38	?
2,0	- 0,055	+ 0,177	0,028	0,08	?
5,0	- 0,266	+ 0,11	0,053	0,022	?
7,0	- 0,694	+ 0,13	0,099	0,018	?
b) Gle.					
0,4	- 0,05	+ 0,11	0,138	0,277	?
0,8	- 0,028	+ 0,322	0,035	0,402	0,208
3,8	- 0,11	+ 0,44	0,028	0,073	?
4,5	- 0,22	+ 0,33	0,049	0,074	?
5,5	- 0,66	+ 0,22	0,121	0,04	0,069

Tabelle III.

t drei Lichtreize, constant; t_1 zwei Lichtreize, verändert.

<i>NZ</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>	<i>S Gl</i>
a) Hlr.					
0,5	- 0,028	+ 0,322	0,056	0,64	?
0,8	- 0,028	+ 0,216	0,035	0,201	?
1,8	- 0,055	+ 0,144	0,031	0,082	?
3,8	- 0,133	+ 0,11	0,035	0,028	?
4,5	- 0,55	+ 0,11	0,123	0,024	0,093
b) Hpf.					
0,3	- 0,028	+ 0,11	0,093	0,703	?
0,5	- 0,028	+ 0,272	0,056	0,54	0,27
1,2	- 0,028	+ 0,127	0,023	0,212	0,083
2,0	- 0,11	+ 0,22	0,055	0,11	?
2,5	- 0,4	+ 0,055	0,16	0,022	?
4,5	- 0,4	+ 0,11	0,089	0,024	?
c) Gle.					
0,4	- 0,055	+ 0,166	0,251	0,416	?
0,5	- 0,088	+ 0,166	0,177	0,33	?
4,5	- 1,33	+ 0,11	0,295	0,024	0,14

Tabelle IV.

t zwölf Lichtreize, constant; t_1 zwei Lichtreize, verändert.
Beob. Hpf.

<i>NZ</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>	<i>S Gl</i>
0,8	- 0,128	+ 0,322	0,160	0,409	0,35
3,8	- 0,11	+ 0,933	0,029	0,245	0,146
5,0	- 0,22	+ 0,466	0,045	0,093	?

Tabelle V.

t zwei Lichtreize, verändert; t_1 drei Lichtreize, constant.
Beob. Gle.

<i>NZ</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>	<i>S Gl</i>
0,5	+ 0,33	- 0,055	0,6	0,11	?
4,5	+ 0,22	- 0,84	0,16	0,187	?

Tabelle VI.

t drei Tasteindrücke, constant; t_1 zwei Tasteindrücke, verändert.

<i>NZ</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>	<i>S Gl</i>	<i>O Gl</i>
a) Hecks.						
0,4	beiz = t_1	+ 0,44	—	1,11	0,736	$\frac{10}{1} < \frac{3}{=} <$
0,8	beiz = t_1	+ 0,33	—	0,416	0,312	$\frac{3}{1} < \frac{6}{=} <$
3,0	- 0,083	+ 0,33	0,27	1,11	0,37	$\frac{6}{3} < \frac{1}{=} >$
5,0	- 0,81	+ 0,27	0,1805	0,055	?	$\frac{6}{2} > \frac{3}{=} =$ $\frac{2}{=} > \frac{?}{=} 1 = ? 3 <$
b) Rky.						
0,3	- 0,055	+ 0,138	0,277	0,694	?	$\frac{3}{2} < \frac{4}{=} < \frac{1}{=} < ?$
0,5	- 0,055	+ 0,305	0,11	0,61	0,22	$\frac{1}{4} < \frac{1}{=} < \frac{3}{=} < ?$ $\frac{4}{=} = \frac{1}{=} >$
2,0	- 0,388	+ 0,166	0,194	0,083	0,09	$\frac{1}{3} < \frac{?}{=} 1 <$ $\frac{3}{=} = \frac{?}{=} 4 > 1 >$
2,0 ¹⁾	+ 0,55	- 0,166	0,277	0,083	0,11	$\frac{2}{3} > \frac{3}{=} > \frac{?}{=} ?$ $\frac{3}{=} = \frac{?}{=} 2 < ?$

1) 2,0 zum Vergleich in zweiter Zeitlage der drei Tastreize.

Die Tabellen zeigen dieselben Versuche mit Lichtreizen, die ich bei den Schallversuchen (in Tabelle 1—6) ausgeführt habe. Die Inductionsfunken wurden erhalten bei 1,0 mm Weite der Spitzen des Funkenziehers. Die Funken wurden im halbdunkeln Zimmer gesehen, damit der Beobachter den Fixationspunkt nicht verlor¹⁾.

Die Zeitschätzung ist, wenn bloße Lichtreize die »leeren« Zeiten begrenzen, schwierig und ungenau. Aber es tritt hier etwas Aehnliches ein, wie bei der Schätzung von Raumstrecken mittels wenig geübter Hautstellen: die Beurtheilung wird in den ersten Versuchen manchmal als »fast unmöglich«, als »ganz dem Vermuthen anheim gegeben« u. s. w. bezeichnet, nimmt dann aber schnell durch die Einübung an Genauigkeit zu und zwar verhältnissmäßig viel mehr wie die Zeitschätzung von Gehörsreizen, sie bleibt aber immer an Genauigkeit hinter dieser zurück. Der Gesichtssinn ist eben so sehr Raumsinn, dass wir weder gewohnt sind, rein visuelle Zeiten abzuschätzen, noch jemals darin die Fertigkeit des Ohres erlangen können. Daraus folgt, dass Versuche über Zeitausfüllung mit reinen Lichtreizen nur nach vorheriger Einübung der Versuchspersonen auf die Vergleichung von Lichtzeiten ausgeführt werden dürfen. Demgemäß habe ich die Versuchspersonen, sofern sie nicht durch

1) Ueber die Technik dieser Versuche habe ich noch folgendes zu bemerken: Die Funken wurden mittelst eines Ruhmkorff'schen Inductoriums von 4 cm Funkenweite erzeugt. Der Wagner'sche Hammer desselben bleibt bei den Versuchen angeschraubt. Der Zeitsinnapparat functionirte dabei als Unterbrecher des primären Stroms. Die Zuleitung des primären Stroms geschah nach demselben Schema, wie bei den Schallzeiten (vergl. S. 146 dieser Abhandl.), so dass ich auch hier auf die Fehler der Contacte keine Rücksicht zu nehmen brauchte. Der secundäre Strom wurde von den Klemmen des Inductoriums durch eine besondere, gut isolirte Leitung zum Beobachterzimmer geleitet. Hier geht er auf den Funkenzieher in dem früher beschriebenen schalldichten Kasten, der nach vorn mit mehreren (bis zu 3) Glasplatten zwischen Filzlagen abgeschlossen ist. Arbeitete ich, wie anfangs immer, im ganz verdunkelten Zimmer, so musste ich den Fixationspunkt (auf der innersten Glasplatte) mit Leuchtfarbe bezeichnen, da sonst der Beobachter die Fixationsrichtung beständig verliert und die Funken bald direct, bald indirect sieht. Später ließ ich eine schwache Gasflamme im Dunkelzimmer brennen, wobei der Fixationspunkt leicht beizubehalten ist und die Augen des Beobachters weniger ermüden. Für die Gleichmäßigkeit der Lichtstärke der Funken gilt dasselbe, was früher für die Schallstärke derselben bemerkt wurde. Man erreicht nur dann gleichmäßig helle Funken, wenn man mit hoher Stromspannung und einer im Verhältniss zu dieser sehr geringen Öffnungsweite der Funken des Funkenziehers arbeitet.

Normalversuche mit Lichtreizen eingeübt waren, erst längere Zeit hindurch Ausfüllungsversuche machen lassen, ohne ihre Ergebnisse zu verwenden.

Verfolgt man nun z. B. die erste Tabelle (Tab. I), so zeigt sich eine sehr beträchtliche Ueberschätzung der ausgefüllten Zeit, von dem kleinsten eingestellten Intervall 0,8 an bis 5 Sec. Auch die Funkenzeiten zeigen den unregelmäßigen Gang der constanten Fehlschätzung. Bei 0,8 s hat die Ueberschätzung der reizerfüllten Zeit ein Maximum, bei 2,5 geht sie etwas zurück, um bei 5,0 wieder etwas zu wachsen. Ich machte daher hier einen größeren Schritt und fand bei 8,0 einen völligen Umschlag des Urtheils. Die Ausfüllung der ersten Zeit wirkt also bis zu ziemlich großen Zeiten im Sinne der Ueberschätzung. Ebenso ist in Tab. II für Hlr. bei 5,0 s, für Gle. bei 5,5 s der bestimmte Umschlag des Urtheils da. Herr Gle. zeigt sich vielleicht auch darin als auditiv veranlagter Beobachter, dass er die Lichtzeiten dauernd ungemein schwierig zu beurtheilen findet, charakteristisch ist für ihn die Vergrößerung der Grenzwerte nach beiden Seiten. In Tabelle III, bei Ausfüllung mit drei Funken, zeigt sich derselbe allgemeine Gang der Erscheinung. Ein Vergleich aller Tabellen I—V ergibt, dass auch für Ausfüllung mit Lichtreizen wieder nicht allgemein gesagt werden kann, dass das Quantum der Ueberschätzung mit der Funkenzahl zunimmt, wohl aber schiebt sich, genau wie bei den Schallversuchen, die Indifferenzzone um so weiter hinaus, tritt die Ueberschätzung der leeren Zeit bei um so größeren Zeiten ein, je größer die Zahl der ausfüllenden Reize ist. Zu vergleichen sind in dieser Hinsicht 1) die Urtheile von Gle. und Hlr. in Tabelle II und III. Hat die erste Zeit drei Lichtreize, so ist für Hlr. schon bei 3,8 s, für Gle. bei 4,5 der Umschlag des Urtheils da, während Ausfüllung mit fünf Lichtreizen (im Ganzen) für Hlr. erst bei 5,0 s, für Gle. bei 5,5 s den entschiedenen Umschlag des Urtheils herbeiführt. Noch auffallender wird 2) der Unterschied bei Beobachter Hpf. Bei Ausfüllung mit 3 Lichtreizen tritt bei 2,5 s, dagegen bei Ausfüllung mit 12 Funken noch nicht bei 5,0 der Umschlag ein.

Darin dürfte also eine allgemeine, von der speciellen Natur der Sinnesreize unabhängige Erscheinung gesehen werden.

Je differenzirter und zahlreicher die Erlebnisse während eines Zeitraumes sind, desto mehr sind wir geneigt, ihn zu überschätzen, und das muss so lange hervortreten, wie der Maßstab, der uns in der »leeren« Zeit gegeben ist, nicht seinerseits dazu tendirt überschätzt zu werden. Ohne in eine nähere theoretische Verwerthung dieser Thatsache einzutreten, deute ich doch hier schon an, dass damit die vor einigen Jahren von mir gemachte Voraussage, dass die »leeren« Zeiten je nach ihrer absoluten Größe einen total verschiedenen Zeitwerth repräsentiren, sehr wahrscheinlich gemacht ist.

In Tabelle V theile ich endlich als Stichprobe einen Versuch an Gle. mit, bei welchem die ausfüllenden Lichtreize in zweiter Zeitlage angebracht werden. Der Gang des Urtheils ist wiederum (wenn die zweite Zeit mit 3 Lichtreizen hergestellt wird) derselbe, wie bei dem entsprechenden Schallversuch, er entspricht ferner dem Lichtversuch mit 3 Reizen in erster Zeitlage. Beidemale ist bei 4,5 s der Urtheilsumschlag vorhanden, nur ist er entschiedener, wenn die reizerfüllte Zeit vorangeht.

Ich durfte nach dem Ausfall der Versuche mit Lichtreizen schon als sicher annehmen, dass Tastzeiten mit differenter Ausfüllung ein gleiches Resultat ergeben würden, wie die bisherigen Versuche mit Ausfüllung durch Schall- und Lichtreize.

Doch führte ich an 2 Versuchspersonen noch Versuche mit elektrischen Hautreizen aus, bei denen eine aus drei Tasteindrücken hergestellte erste Zeit mit einer bloß reizbegrenzten leeren Tastzeit verglichen wurde (Tab. VI a u. b).

Dass ich gerade drei Tastreize zur Herstellung der ausgefüllten Zeit wählte, hat darin seinen Grund, dass rasch aufeinanderfolgende Inductionsschläge, in größerer Zahl auch bei großer Abschwächung sich leicht zu einem Schmerzeffect summiren. Die Technik der Versuche war sehr einfach. Der Zeitsinnapparat ist auch hierbei in den primären Stromkreis des Inductoriums eingeschaltet. Die Ableitung von der secundären Rolle geht auf die Klemmen eines kleinen, eigens für solche Tastreizungen hergestellten Reizapparates. Dieser besteht aus einer schwach gebogenen Hartgummiplatte, die auf dem Handrücken der linken Hand des Beobachters aufliegt und mit breiten Binden angelegt wird. Die Binden gehen über eine dicke Tuchmanschette, damit der Beobachter nicht unter dem Druck

der Binden den Puls fühlt. Von den Klemmen der Hartgummiplatte treten zwei halbkreisförmig gebogene starke Messingdrähte nach vorn, die in kleine Kugeln auslaufen. Diese werden auf dem Handrücken etwa zwischen der Sehne des zweiten und dritten Fingers aufgedrückt. Sie liegen aber nicht unmittelbar auf der Haut, sondern sind von dieser durch starke Schichten feuchten Papiers getrennt. Die Hand des Beobachters ist auf einem schrägen Brett gelagert, so dass er durch die stärkere oder schwächere Beugung des Handgelenks bzw. durch Annäherung der auf dem Brett aufliegenden Fingerspitzen an die Hohlhand die Kugeln mehr oder weniger andrücken kann; damit regulirt er in etwas die Reizstärke für den Fall, dass das Papier im Laufe des Versuchs trocknet und die Reize schwächer werden. Es wurde nie eine so bedeutende Abschwächung der Reize beobachtet, dass sie sich nicht durch etwas stärkeres Heben der Hand ausgleichen ließ. Die Lage der Hand war durchaus bequem. Vor Beginn jedes Versuchs stufte ich zuerst durch Einlegen oder Wegziehen von Papierschichten die Schläge des Inductoriums so ab, dass sie ganz schmerzlos als einfache »Berührungen« empfunden wurden. Vor allem darf die Versuchsperson keine spürbaren Muskelzuckungen bemerken. Auch bei diesen Tastversuchen erhält man durch Anwendung einer relativ hohen Spannung und richtigen Abschwächung der Schläge durch Papierschichten eine sehr gleichmäßige Stärke der Reizung.

Die beiden Beobachter Hcks. und Rky. hatten früher schon Normalversuche über Zeitvergleichen bei Tastreizen mitgemacht. Sie waren also an die Art der Reizung gewöhnt. Beobachter, die dauernd ängstlich gegenüber elektrischen Reizen bleiben, darf man natürlich nicht verwenden.

Die Versuchsreihe an Hcks. zeigt, ebenso wie die an Rky., dass der allgemeine Gang der Zeitvergleichung bei differenter Ausfüllung mit Tastreizen der gleiche ist, wie derjenige bei differenter Ausfüllung in anderen Sinnesgebieten. Bei kleinsten Zeiten erscheint die reizerfüllte Zeitstrecke sehr viel größer als die »leere« (bei Hcks. wiederum mit individuell beträchtlich stärkerer Ueberschätzung der ausgefüllten Zeit, wie bei Rky.).

Bei 0,5 s ist für Hcks. der vollständige Umschlag des Urtheils vorhanden; bei Rky. ist, entsprechend der allgemein geringeren

Einwirkung der Ausfüllungen für diesen Beobachter schon bei 2,0 der Umschlag deutlich. An Rky. prüfte ich (letzte Horizontalreihe der Tab. VI b) auch die Ausfüllung mit drei Tastreizen in zweiter Zeitlage bei 2,0 s. Auch da ist die Umkehrung des constanten Fehlers sichtbar; die reizbegrenzte Zeit erscheint jetzt, wenn sie vorausgeht, noch beträchtlich größer wie bei entgegengesetzter Zeitlage.

Die Zeitausfüllung mit Tastreizen zeigt also dieselben Erscheinungen in dem Einfluss differenter Zeitausfüllungen auf das Urtheil, wie die Ausfüllung von Zeitstrecken mit Empfindungen der übrigen Sinnesgebiete. Dieser charakteristische Gang des Urtheils muss demnach als eine allgemeine von der besonderen Natur des Sinnesgebietes — in seiner typischen Form — unabhängige Eigenthümlichkeit der Zeitvergleichung aufgefasst werden. Wie weit aber die einzelnen Sinnesgebiete etwa Besonderheiten zeigen, das konnte wegen des Wechsels der absoluten Größe der verglichenen Zeitintervalle, wegen der großen oft wochenlangen Zwischenräume zwischen der Ausführung der dafür in Vergleich zu bringenden Versuchsgruppen mit diesen bisherigen Experimenten nicht entschieden werden. Eine folgende Versuchsgruppe wird daher diese Frage speciell in Angriff nehmen.

Vorher theile ich noch die Ergebnisse von einigen Versuchen mit continuirlicher Zeitausfüllung mit.

Vierte Versuchsgruppe.

Die Abhängigkeit der Zeitvergleichung von der Ausfüllung der Zeitstrecken mit continuirlichen Eindrücken.

Alle in den bisher mitgetheilten Versuchen zur Ausfüllung der Zeiten verwendeten Sinneseindrücke hatten den Charakter von discontinuirlichen, in kleinen Zeiträumen aufeinanderfolgenden Einzelempfindungen, die sich nur bei den kleinsten Zeiten und größerer Zahl der Eindrücke einer continuirlichen Ausfüllung der zwischen den Grenzreizen liegenden Intervalle nähern. Indem ich wieder von der bloßen Weiterentwicklung der experimentellen Bedingungen aus fortschreite, fragt sich zunächst, wie wirken relativ continuirliche und ganz continuirliche Zeitausfüllungen, wenn sie mit dem bis-

herigen ständigen Maßstab, dem Grenzfall leerer, reizbegrenzter Zeiten in Vergleich gebracht werden?

Die Frage ist um so wichtiger, als die »leeren« Zeiten ebenfalls als relativ homogen und continuirlich ausgefüllt angesehen werden müssen, entsprechend etwa dem Charakter der Tonzeiten.

Was bei der Concentration auf reizbegrenzte »leere« Zeiten etwa noch an Bewusstseinsinhalt übrig bleibt, das sind Druckempfindungen der Haut, ausgehend von den Körpertheilen, an denen wir unsere Stützpunkte haben, und vom Druck der Kleider, von der Reibung der Kleider während des Athmens; schwache Geräusche unserer Umgebung, Organ- und Gemeinempfindungen höchst unbestimmter und diffuser Natur von unbestimmter Localisation und solche Hautempfindungen, die sich an die Veränderungen der Spannung der Haut des Brustkorbes knüpfen, welche das Athmen periodisch mit sich bringt; endlich Spannungsempfindungen, welche jede natürliche Anspannung der Aufmerksamkeit begleiten, sofern wir uns nicht künstlich in völlige musculäre Ruhe versetzen.

Alle diese Empfindungscomplexe zeigen keine abrupten Veränderungen, wie rasch succedirende Schall- oder Lichtreize, sie alle verlaufen langsam, bleiben längere Zeit hindurch relativ homogen und könnten danach als Zeitausfüllungen von homogenem, continuirlichem Charakter angesehen werden. Muss man also nicht erwarten, dass Tonzeiten ihnen sehr ähnlich erscheinen werden und viel leichter mit ihnen zu vergleichen sind, wie Zeitausfüllungen mit discontinuirlichen Schall-, Licht- und Tastempfindungen? Gewiss werden Tonzeiten in ihrem subjectiven Zeitcharakter, ihrem scheinbaren Zeitverlauf und ihrer scheinbaren Zeitlänge den Organ- und Spannungsempfindungszeiten näher stehen, aber sie müssen sich für unsere Zeitwahrnehmung doch immerhin von diesen natürlich ausgefüllten Zeiten sehr unterscheiden. Erstens dominirt bei Tonzeiten der Ton im Bewusstsein, bei den reizbegrenzten »leeren« Zeiten tritt der Empfindungs- und Gefühlsinhalt derselben so sehr für die Aufmerksamkeit zurück, dass wir ihn nur mit einiger Mühe feststellen und immer nur mit einer annähernden Genauigkeit und Vollständigkeit beschreiben können. Sodann ist der größte Theil der während der »leeren« Zeiten noch restingen Empfindungs-

inhalte beständig vorhanden, er setzt nicht mit der willkürlich im Experiment abgegrenzten Zeitstrecke ein, wohl aber der Ton.

In diesen immer vorhandenen Empfindungsinhalt tritt vielmehr die experimentelle abgegrenzte Zeitstrecke beliebig hinein, was ganz besonders vom Athemempfindungscomplex gilt. Die durch unser Athmen vermittelten Empfindungen müssten, wenn sie etwas mit der Zeitschätzung zu thun hätten, nothwendig so lange geradezu störend und verwirrend wirken, als nicht die experimentell abgegrenzten Zeiten zufällig mit den sich entsprechenden Athemphasen zusammenfielen. Davon bemerkt man aber im Experiment nicht das Geringste! (Vgl. meine Ausführungen über die Beziehungen des Athems zur Zeitschätzung S. 181 f. dieser Abhdlg.).

Der einzige Bestandtheil, der in diesem beständig vorhandenen Empfindungscomplex etwa mit der experimentell abgegrenzten Zeitstrecke einsetzt und aufhört, wäre derjenige Bestandtheil unserer Spannungsempfindungen, der mit dem speciellen Achten auf die abgegrenzte Zeitstrecke eintritt und aufhört, und auch dieser kann durch absichtlich passives Verhalten auf ein Minimum reducirt, wo nicht ganz aufgehoben werden, und gerade bei solchem Verhalten scheint nach meinen Erfahrungen die Zeitschätzung am genauesten zu sein.

Es hat also aller Wahrscheinlichkeit nach der psychophysische Mechanismus der Zeitschätzung lediglich in gewissen allgemeinen Eigenschaften des Bewusstseins (als welche ich z. B. die Thatsachen der »Einstellung« betrachte, ohne diese für die allein zur Erklärung zureichenden zu halten) seinen letzten Erklärungsgrund, und man schiebt das Problem nur hinaus, wenn man gewissen Empfindungsgebieten, wie den Spannungsempfindungen, einfach die mystische Fähigkeit zudictirt, die Zeitschätzung vermitteln zu können.

Kurz, es muss nothwendig für das Bewusstsein eine ganz andere Art der psychischen Repräsentation einer Zeitstrecke vorhanden sein, wenn die abgeschätzte Zeitstrecke mit dem Eintreten, dem Verlauf und dem Schlussmoment einer Tonempfindung gegeben ist, wie wenn nur Anfangs- und Schlussmoment einer »leeren« Zeit durch zwei kurzdauernde Empfindungen markirt werden. Darum ist von vornherein zu erwarten, dass auch die Tonzeiten eine andere Beurtheilung erfahren wie objectiv gleichlange, reizbegrenzte Zeiten.

Ich suchte nun zunächst eine Art von Uebergang zwischen discontinuirlichen und continuirlichen Zeitausfüllungen einzuführen. Ein Empfindungsverlauf, der etwa dem entspricht, ist z. B. das schnurrende Geräusch des Wagner'schen Hammers eines kleinen Inductoriums. Wenn der intermittirende Strom eines solchen Hammers auf ein Telephon geleitet wird, so bringt er Schwingungen der Telephonplatte hervor, die ihrem Schallcharakter nach etwa in der Mitte zwischen Ton und Geräusch stehen und in denen man noch deutlich die Intermissionen hört, so lange die Hammer-schwingungen nicht zu schnell werden. Bei dem von mir verwendeten Hammer war die Zahl der Stromunterbrechungen immer etwa 80 in der Secunde. An den Hauptstrom des Hammers wurde eine Nebenschließung angeschaltet, die zu einem im Beobachterzimmer aufgestellten Telephon ging. Die Nebenschließung wurde durch die Sterncontacte geschlossen, das tonartige Geräusch des Telephons also für den ganzen Vorbeigang des Zeigers von dem einen Drehcontact bis zum nächsten im Beobachterzimmer hörbar. Der Wagner'sche Hammer stand im Zimmer des Experimentators. Die reizbegrenzte leere Zeit wurde durch zwei kurze Telephonknalle begrenzt. Diese schienen mir anfangs als Grenzreize geboten, damit die Grenzreize von dem Charakter der ausfüllenden Empfindungen nicht zu verschieden waren. Später überzeugte ich mich, dass, so lange man innerhalb desselben Sinnesgebietes bleibt, die Qualität der begrenzenden Empfindungen nicht sehr wichtig ist, wenn nur kein Wechsel derselben eintritt. Die reizerfüllte Zeit wird also in den nächsten Versuchen durch das Tongeräusch des vom Wagner'schen Hammer angeregten Telephons gebildet, die »leere« wird von zwei kurzen Telephonknallen begrenzt. Diese Telephonknalle wurden mittels der Federcontacte hergestellt. Es ist bei schneller Rotation des Apparates leicht, den Contact derselben so kurz zu machen, dass der Doppelschlag des Telephons als ein Eindruck gehört wird. Bei den langsamsten Umdrehungen gelang mir dies nicht nach Wunsch, da diese jedoch für die großen Zeiten in Betracht kommen, bei denen die Unterscheidungsfeinheit schon beim Normalversuch eine sehr herabgesetzte ist, so ließ ich diesen Fehler bestehen. Als »Fehlerquelle« könnte dies bei Versuchen über die *UE* sehr wohl, bei den gegenwärtigen Versuchen überhaupt nicht in Betracht kommen.

Die beiden verwendeten Telephone wurden nach einigen Versuchen mit etwas anderer Anordnung so angebracht, dass das Telephon, in dem das sehr laute Schnurren des Wagner'schen Hammers übertragen wurde, etwas entfernt vom Ohre des Beobachters auf einem Stativ befestigt war. Es wurde, um den Schall noch etwas zu dämpfen, in ein Tuch eingeschlagen. Das zweite Telephon stand auf einem Stativ in 20 cm Entfernung vom Ohre der Versuchsperson. Die Entfernung des Kopfes wurde durch einen Index, der vom Stativ ausging, geregelt, doch überzeugte ich mich, dass die Telephongeräusche in ihrer Intensität nicht viel variiren, so lange man dem Schalltrichter des Telephons nur nicht näher kommt. Als Versuchsperson diente bei diesen Versuchen Herr Jdd. Er hatte im vorausgehenden Semester einige tausend Versuche über die *UE* für Zeitstrecken bei Normalversuchen mitgemacht. Bei den folgenden Versuchen geht wiederum zunächst die reizerfüllte Zeit voraus.

Tabelle A.

t Geräusch des Wagner'schen Hammers, constant, t_1 zwei Telephongeräusche, verändert.

Beob. Jdd.

<i>NZ</i>	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>	<i>S Gl</i>	<i>O Gl</i>
0,2	bei $t = t_1$	+ 0,33	—	1,66	0,734	10 <
0,3	+ 0,005	+ 0,338	—	1,12	0,88	10 <
0,5	+ 0,061	+ 0,211	—	0,43	0,255	10 <
0,8	+ 0,11 !	+ 0,55	—	0,6	0,45	9 < 1 <
2,0	bei $t = t_1$	+ 1,0	—	0,5	0,31	7 < 3 <
4,0	— 0,44	+ 1,55	0,11	0,38	0,1	8 < 2 =
6,0	— 1,38	+ 1,0	0,231	0,16	0,046	2 < 4 = 4 >
10,0	— 1,66	+ 1,66	0,16	0,16	$t \parallel t_1$	6 < 5 = 4 >

Ein Blick auf die Tabelle zeigt einen äußerst charakteristischen Gang des Urtheils. Die mit dem annähernd continuirlichen Geräusch des auf das Telephon übertragenen Schnurrens des Wagner'schen Hammers erfüllten Zeiten werden sehr beträchtlich überschätzt. Die reizbegrenzten leeren Zeiten erscheinen weit kleiner als die ausgefüllten. Die scheinbare Vergrößerung der reizerfüllten Zeiten ist eine so eminente, dass mehrfach das Urtheil kleiner noch bei beträchtlicher Vergrößerung der VZ sich constant erhält (so bei 0,3, 0,5 und 0,8 s), und dass bei 0,2 und bei 2,0 s die reizbegrenzte Zeit constant als kleiner beurtheilt wird, wenn sie der reizerfüllten objectiv gleich ist. Dabei ist weiter für diesen Fall (oder diesen Beobachter?) eigenthümlich, dass die Ueberschätzung sich sehr lange, bis zu sehr großen Zeiten fast unvermindert erhält. Noch bei 4,0 s ist sie deutlich vorhanden, erst bei 6 s erfolgt auch hier der Umschlag des Urtheils; die reizbegrenzte leere Zeit erscheint jetzt größer, und bei 10 s verliert sich, wie es scheint, die Wirkung der Ausfüllung überhaupt. Andeutungen dieser Erscheinung habe ich auch für discontinuirliche Ausfüllung wiederholt gefunden. Die Berechnung eines Ueberschätzungsquotienten aus der Lage der scheinbaren Gleichheit ist hier möglich, weil der Beobachter wiederum mehr Gleichheitsurtheile abgibt, wie die meisten übrigen. Sowohl dieser Werth (fünfte Verticalreihe) wie die Beurtheilung des objectiven Gleichheitsfalles (sechste Reihe) gibt den charakteristischen Gang des Urtheils wieder.

Auch der unregelmäßige Gang der Täuschung ist hier scheinbar vorhanden; nimmt man jedoch 0,5 aus der Reihe weg, so ist eine ganz gleichmäßige Abnahme der Ueberschätzung bis zum Umschlag des Urtheils vorhanden. Es fallen hier eben jene zahlreichen interferirenden Factoren, die bei discontinuirlichen Schall- und Lichtreizen störend wirkten, weg.

Von besonderem Interesse sind nun gerade bei diesen Versuchen die Zeitvergleichen bei der zweiten Zeitlage der reizerfüllten Zeit. Denn die continuirliche Ausfüllung gestattet hier eine Veränderung der zweiten, ausgefüllten Zeit, ohne dass man dabei einen vollständig neuen Thatbestand einzuführen gezwungen wäre, wie das bei dis-

continuirlicher Ausfüllung der Fall ist (vgl. S. 171 f. d. Abhandl.)¹⁾. Wenn man also in den früheren Versuchen mit Ausfüllung der zweiten Zeit den verschiedenen Ausfall der Täuschung im Vergleich mit den Ergebnissen bei vorausgehender Ausfüllung vielleicht darauf zurückführen konnte, dass hier eben die erste Zeit zur variabeln gemacht wurde, so ist das bei den jetzigen Versuchen nicht mehr möglich. Ein verschiedener Ausfall des Urtheils ist also nunmehr lediglich darauf zurückzuführen, dass die reizgefüllte Zeit an zweiter Stelle kommt. Tabelle B gibt das Resultat der Versuche an, bei denen die reizbegrenzte Zeit vorausgeht, die mit dem Geräusch des Wagner'schen Hammers erfüllte Zeit nachfolgt, verändert und beurtheilt wird.

Tabelle B.

t zwei Telephongeräusche, constant; t_1 Geräusch des Wagner'schen Hammers, verändert.

Beob. Jdd.

NZ	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>	<i>S Gl</i>	<i>O Gl</i>
0,2	- 0,027	+ 0,05	0,138	0,276	?	8 < 2 =
0,3	- 0,027	+ 0,066	0,092	0,22	0,370	2 < 5 = 8 <
0,5	- 0,11	+ 0,083	0,22	0,166	?	3 > 1 = 2 > 1 < 3 > ?
0,8	- 0,11	+ 0,083	0,139	0,104	?	5 > 3 < ? 4 = 2 = ? 1 <
2,0	- 0,22	+ 0,55	0,11	0,277	?	1 < 3 < 1 < ? 3 = 1 > 1 > ?
6,0	- 0,55	+ 2,94	0,002	0,463	?	2 < 7 < 1 =
10,0	- 1,11	+ 4,44	0,11	0,44	0,14	8 < 6 = 6 >

1) Einen neuen Thatbestand, eine andere Art der Ausfüllung der ganzen Zeitstrecke führt man ein, wenn man bei Zeitausfüllung mit discontinuirlichen Reizen das Tempo oder die Anzahl der Reize verändert, um die zweite Zeit verlängern zu können. Dies ist wohl zu unterscheiden von meiner weiteren Behauptung, dass es für das Bewusstsein nicht dasselbe ist, ob von zwei different ausgefüllten Zeiten die eine oder andere verändert wird.

Als allgemeines Ergebniss scheint die Tabelle einen etwas complicirteren Gang der Täuschung zu zeigen. Sehen wir aber zuerst einmal ab von dem Ausfall der Vergleichung bei 0,2 und 0,3, den beiden kleinsten, an Größe sehr wenig verschiedenen Zeiten, so ist (von 0,5 s an) derselbe allgemeine Gang des Urtheils da wie früher. Bei kleinen und mittleren Zeiten (0,5 und 0,8) erscheint die reizerfüllte Zeit, auch wenn sie nachfolgt, größer wie die vorausgehende reizbegrenzte; bei 2,0 s ist schon entschiedener Umschlag des Urtheils da; die reizerfüllte zweite Zeit erscheint zu klein und diese Beurtheilung bleibt bis 10 s, wo der obere Grenzwert viermal so groß ist, wie der untere.

Aber abgesehen von dieser Uebereinstimmung in den allgemeinsten Verhältnissen unterscheidet sich der Ausfall der Urtheile in fast allen anderen, sonst für den Gang der Täuschung in Betracht kommenden Punkten. Zuerst ist bei den kleinsten Zeiten 0,3 und 0,2 ein entschiedener zweiter Umschlag des Urtheils vorhanden: die annähernd continuirlich ausgefüllte Zeit erscheint wiederum kleiner wie die reizbegrenzte, leere. Es ist sehr auffallend, schon bei bloß gelegentlicher Beobachtung, wie ausgeprägt diese Täuschung hervortritt. Sie hat darin ihre Ursache, dass continuirliche Eindrücke, wie namentlich Töne, wenn sie sehr kurz dauern, bald überhaupt den Charakter des dauernden verlieren und stoßartig und momentan erscheinen. Verkleinert man also z. B. eine Tonzeit von 0,2 s, so nähern sich diese verkürzten Zeiten schnell dem Eindruck des Momentanen an, sie werden für zu kurz gehalten, wogegen die Vergrößerung jetzt sehr ins Gewicht fällt, als diejenige Veränderung, welche der Tendenz des Urtheils, das auf die Schätzung einer Dauer gerichtet ist, entgegenkommt. Dagegen behält die Succession der kurzen Grenzreize der reizbegrenzten leeren Zeit bis zu weit größeren Verkleinerungen noch den Intervallcharakter, dem gegenüber nun der stoßartige Ton kürzer erscheint.

Weiter ist ein auffallender Unterschied von der Wirkung der gleichen Reizerfüllung bei erster Zeitlage, dass das Maß der Täuschung, insbesondere das Quantum der Uberschätzung durchweg ein viel geringeres ist, wenn die continuirlich erfüllte Zeit nachfolgt.

Ganz dem entsprechend ist die Ueberschätzung nur bei einer kleinen Zone von Intervallen vorhanden, sie dürfte bis etwas über 1 s hinausreichen. Addirte man also — nach Münsterberg — z. B. die Zahlenwerthe von 0,8 bei erster und zweiter Zeitlage, so würde man zwei genau entgegengesetzt gerichtete constante Fehlschätzungen zusammenwerfen, damit also dann — nach Münsterberg — die Abhängigkeit des Zeiturtheils von der Zeitausfüllung »im allgemeinen« erhalten.

Kann es noch deutlicher gezeigt werden, als durch diese Versuche, dass die Anbringung einer künstlichen Ausfüllung bei der ersten und der zweiten von zwei verglichenen Zeitstrecken zwei psychologisch verschiedene Thatsachen sind?

Nunmehr bot sich eine vollkommen continuirliche Ausfüllung der einen von beiden Zeiten als der einzige Fall dar, der für die Herstellung different ausgefüllter Zeiten mit Variation der ausfüllenden Empfindungen übrig blieb. Ich erreichte dies annähernd durch Ausfüllung der einen der verglichenen Zeitstrecken mit dem Ton einer Stimmgabel von 150 Schwingungen, der wiederum dem Telephon im Beobachterzimmer zugeleitet wurde. Nur annähernd repräsentirt meine Versuchsanordnung den gewünschten Fall, weil ich den Stimmgabelton so übertrug, dass das Telephon wiederum einfach an eine Nebenschließung der permanent tönenden Stimmgabel angeschaltet wurde. Dabei kann kein reiner Ton entstehen, weil der Stimmgabelton der Telephonplatte zwar beim Schluss des intermittirenden Stromes im Tempo ihrer Schwingungszahl Anstöße (Anziehungen) ertheilt, aber die Platte schwingt 1) nach jeder Anziehung frei zurück, und sie ist 2) zwischen den Ringen des Telephontrichters nicht gleichmäßig genug befestigt, so dass sie auf die periodischen Anstöße der Stimmgabel mit einer wahrscheinlich weit complicirteren Schwingungsform antwortet, die ihrem Ton einen gewissen näselnden Geräuschcharakter gibt, und ihn nicht ganz so homogen erscheinen lässt, wie den reinen Stimmgabelton. Die Nebenschließung wurde wiederum durch die Sterncontacte nur für die zu schätzende Zeitstrecke geschlossen. Die Stimmgabel stand im Zimmer des Experimentators.

Die reizerfüllten Zeiten werden also jetzt mit dem Stimmgabelton hergestellt, die reizbegrenzten wiederum mit zwei kurzen Tele-

phongeräuschen. Es gelang mir nicht, hinreichend kurze Tonstöße zu erzeugen, ohne dass dieselben im Telephon Geräuschcharakter annahmen, die Versuche beanspruchen also nur als Vergleichen von Tonzeiten mit geräuschbegrenzten leeren Zeiten aufgefasst zu werden. In Tabelle C a) ist, wiederum an dem Beobachter Jdd., das Ergebniss der Vergleichung bei erster Zeitlage des Tons, in Tabelle C b) bei zweiter Zeitlage desselben aufgeführt.

Tabelle C.

t (t_1) Stimmgabelton; t_1 (t) zwei Telephongeräusche.

Beob. Jdd.

NZ	a Kl	a Gr	r Kl	r Gr	S Gl	O Gl
a) Stimmgabelton in erster Zeitlage, reizbegrenzte Zeit verändert.						
0,3	+ 0,027	+ 0,183	—	0,462	?	$\frac{7}{2} < 1 < ?$
0,5	bei $t = t_1$	+ 0,22	—	0,44	?	$\frac{3}{2} < \frac{10}{2} < ?$
1,2	bei $t = t_1$	+ 0,55	—	0,462	?	$10 <$
5,0	— 0,277	+ 1,77	0,055	0,355	0,11	$6 < 3 = 1 >$
10,0	— 0,55	+ 2,22	0,055	0,22	0,077	$\frac{7}{1} < 1 < ?$ $1 = 1 = ?$
b) Stimmgabelton in zweiter Zeitlage, Tonzeit verändert.						
0,2	— 0,033	+ 0,055	0,166	0,277	?	$5 < 4 > 1 =$
0,3	— 0,083	+ 0,055	0,277	0,185	?	$\frac{7}{3} >$ $3 =$
0,5	— 0,138	+ 0,055	0,277	0,11	?	$\frac{7}{2} >$ $2 = 1 <$
1,2	— 0,055	+ 0,66	0,046	0,55	?	$10 <$
10,0	— 1,11	+ 2,22	0,11	0,22	0,05	$\frac{7}{3} < 5 =$ $3 >$

Die Tabelle C a) zeigt nicht ganz denselben Gang der Urtheile, den wir in allen bisherigen Versuchen bei differenter Zeitausfüllung

eintreten sahen: die vorangehende Tonzeit erscheint allerdings bei kleinen und mittleren Zeiten (von 0,3 bis 1,2 s) weitaus zu groß. Deshalb machte ich von 1,2 an einen größeren Schritt in der Wahl der nächst größeren absoluten Zeit, und fand bei 5,0 s eine Abnahme der Ueberschätzung. Aber noch bei 10,0 s bleibt dieselbe in sehr ausgeprägter Weise bestehen, einen Umschlag des Urtheils kann ich hier also nicht constatiren. Der Beobachter wurde schon bei 10,0 s so unsicher in der Beurtheilung der Zeiten, dass ich von einer Prüfung desselben Falls bei größeren Intervallen nichts zu hoffen hatte. Worin diese Constanz der Ueberschätzung der Tonzeiten ihre Ursache hatte, konnte ich nicht herausfinden. Ob hier eine specielle Eigenthümlichkeit der Tonzeiten oder des urtheilenden Individuums vorliegt, habe ich bis jetzt nicht festgestellt.

Die Vergleichung der Tonzeit und der »leeren« Geräuszeit stimmt dagegen wieder fast ganz zu dem Ergebniss der vorigen Ausfüllung mit dem Geräusch des Wagner'schen Hammers, wenn die Tonzeit nachfolgt. (Auch hier wird die Tonzeit selbst variirt und beurtheilt. Bei 0,2 s findet eine geringe Unterschätzung der Tonzeit statt — das oben als »zweiter Umschlag« charakterisirte Resultat —, bei 0,3 und 0,5 s Ueberschätzung derselben. Sehr bald erfolgt der Umschlag des Urtheils, schon bei 1,2 s, worauf bei 10,0 s Ueberschätzung der leeren, reizbegrenzten, Unterschätzung der Tonzeit vorhanden ist. Auffallend ist der plötzliche, entschiedene Charakter des Umschlags der Beurtheilung zur Unterschätzung der Tonzeit bei 1,2 s. Es gehören diese abrupten Schwankungen des Urtheils bei verschiedenen großen Zeiten, die auch die Versuchspersonen selbst bemerken, indem ihnen manchmal bei gleichmäßigem Aufsteigen in den Zeiten plötzlich eine absolute Intervallgröße besonders angenehm und leicht zu beurtheilen, eine andere besonders schwierig erscheint, mit zu den allgemeinen Eigenthümlichkeiten unseres Zeiturtheils, die ihrer Erklärung noch harren. Ich werde in dem Schlussparagraphen dieser Abhandlung einige Andeutungen über Erklärungsmöglichkeiten für diese Thatsache geben¹⁾).

1) Ich muss zu den vorigen Versuchen bemerken, dass ich bei ihnen die beiden Zeitlagen immer möglichst kurz nach einander prüfte. Anfangs habe ich eingemalde die beiden Zeitlagen der Ausfüllung in einer und derselben Versuchsstunde eingestellt, doch verwarf ich diese Versuche, weil die Beobachter den

Fünfte Versuchsgruppe.

Die Wirkungen verschiedener Arten von differenter Zeitausfüllung auf das Zeiturtheil bei demselben Zeitintervall unter einander verglichen.

Bisher verfolgte ich den Einfluss, den eine nach Möglichkeit constant gehaltene Art differenter Zeitausfüllung bei verschiedenen großen Zeiten auf den Ausfall der Zeitvergleichung hat. Das wesentliche, unter allen Versuchsumständen wiederkehrende Resultat dieser Prüfung war das, dass die Einführung künstlicher Zeitausfüllungen in einer der verglichenen Zeitstrecken ganz verschieden auf die scheinbare Größe der Zeiten wirkt, je nachdem man sie bei der einen oder andern absoluten Zeitgröße anbringt. Die bisherigen Versuche gestatten aber noch nicht, die Einwirkung verschiedener Arten von Zeitausfüllung, die bei der gleichen absoluten Zeit angebracht werden, unter einander in ihrer Einwirkung auf die Beurtheilung der Zeitstrecken zu vergleichen. Vor allem sind die Quanta der Ueber- und Unterschätzungen nach den bisherigen Versuchen unvergleichbar. Ich brauche wohl nicht näher auszuführen, aus welchen mancherlei Gründen sich Versuche, bei denen mir ganz andere Zwecke vorschwebten, nicht dazu verwenden lassen, nachträglich die Größe der constanten Fehlschätzungen in Vergleich zu bringen. Einen solchen Vergleich der Wirkung verschiedener Zeitausfüllungen zu ermöglichen, ist der specielle Zweck der Versuchsgruppe dieses Abschnitts.

Ich konnte auf Grund der bisherigen Versuche nur diejenigen absoluten Zeitgrößen herausgreifen, bei denen für bestimmte Versuchspersonen die Hauptgegensätze in der Einwirkung differenter Zeitausfüllung auf die Zeitvergleichung hervortreten. Ich hatte einerseits die verschiedenen Fälle differenter Zeitausfüllung bei kleinsten Zeiten zu prüfen, bei denen die Ueberschätzung der reiz erfüllten, bezw. Unterschätzung der reizbegrenzten Zeit gleichmäßig vorherrscht. Zweitens war eine größte Zeit zu wählen, bei welcher der »Umschlag der Urtheils« zu Ueberschätzung der reizbegrenzten »leeren« Zeit bestimmt hervortritt. Endlich musste eine

Uebergang zur andern Zeitlage der Ausfüllung als schwierig empfinden, und es zeigt sich das auch im Ausfall der Urtheile.

in der Indifferenzzone liegende Zeitstrecke ausgewählt werden, — eine Wahl die besonders schwierig zu treffen war, weil diese Zone individuell sehr verschieden zu liegen scheint, und nach dem Ergebniss der bisherigen Versuche immer nur für bestimmte Ausfüllungen wirklich Indifferenzzone ist. Es wäre das Ideal gewesen, alle Versuche an einer Versuchsperson auszuführen oder womöglich mehrere Versuchspersonen an allen diesen Versuchen Theil nehmen zu lassen. Aber das ist ein Ideal, das außer aller Möglichkeit liegt für einen Experimentator, der gezwungen ist, seine Versuche über Jahre zu vertheilen, und der demgemäß darauf angewiesen ist, mit einem beständig wechselnden Beobachterpersonal zu arbeiten! Doch führte ich wenigstens die Experimente für je eine der untersuchten absoluten Zeitgrößen immer an einem Beobachter durch. Ich wählte als Zeiten 0,4 s (Beob. Hcks.), 1,0 s (Beob. Rky.) und 8,0 s (Beob. Twn.); eine Parallelreihe für 1,0 s führte ich noch an Herrn Gale aus, da dieser Herr wegen seines ausgebildeten rhythmischen Gefühls sich am besten zu einer speciellen Prüfung rhythmischer Einflüsse bei der Zeitschätzung eignete. Bei der kleinsten dieser Zeiten (0,4 s) prüfte ich im Ganzen elf verschiedene Ausfüllungen, die sämmtlich, mit Ausnahme der continuirlichen, nur in erster Zeitlage eingeführt sind. Die continuirlichen Ausfüllungen habe ich bei beiden Zeitlagen untersucht. Wo also nichts anderes bemerkt ist, gilt in den Versuchen dieser Gruppe (Tabelle a—d) immer, dass die angegebene Ausfüllung vorausgeht und eine »leere« mit zwei kurzen Reizen desselben Sinnesgebietes begrenzte Zeitstrecke nachfolgt.

Die Auswahl der Ausfüllungen geschah auf Grund der vorausgegangenen Versuche nach folgendem Plan: Zuerst sollten zwei recht verschiedene Zahlen von Schalleindrücken eingeführt werden, ich wählte zunächst drei, sodann sechs Hammerschläge des Schallhammers. Da sich bei Schalleindrücken der Einfluss der subjectiven Rhythmisirung gezeigt hatte, so sollte demnächst festgestellt werden, in welchem Sinne eine objective, aber sehr verschieden angeordnete rhythmische Zeitfolge der Schläge, sowie ein Rhythmus mit Betonungs- bzw. Intensitätsunterschieden der Schalleindrücke wirksam sei. Sodann wurden Tast- und Lichtreize eingeführt. Bei diesen beiden hätte sich schon eher der Einfluss der Zahl der ausfüllenden

Reize auf das Quantum der Täuschung prüfen lassen, wie bei Schallreizen. Doch verbot sich eine größere Zahl von Tastreizen leider bei 0,4, weil sie entweder schwach und dann undeutlich, oder deutlich genug, aber dann zu stark, d. h. schmerzhaft wurden. Sodann wurden die bisher verwendeten beiden Stufen continuirlicher Ausfüllung verwendet und diese in zwei Zeitlagen geprüft.

Es verlohnt sich die Reihenfolge anzugeben, in der die Versuche ausgeführt wurden, damit man sieht, dass diese keinen Einfluss auf die Quanta der Schätzung übt. Der Beobachter steht vor jeder neuen Ausfüllung wie vor einer völlig neuen Erscheinung und hat sich erst an jede zu gewöhnen, eine allgemeine Fertigkeit im Ausfüllungsschätzen wird er ja immerhin erwerben, nehmen wir an, die vier Herren hätten sie bei diesen Versuchen schon besessen, da sie später als die früher mitgetheilten Ausfüllungsversuche stattfanden. Ich gebe die Reihenfolge zunächst für Tabelle a an. Die Versuche 1—3 waren die ersten der Reihe, sodann folgten 7—10, darauf 5 und 6, endlich 4. Einzelne Reihen habe ich zur eigenen Beruhigung später noch einmal mit geringerer Versuchszahl durchgeprüft. Ich fand nie einen Rückgang der Täuschung.

Die Tabelle zeigt, dass die sämtlichen verwendeten Zeitausfüllungen eine bedeutende Ueberschätzung der reiz erfüllten Zeit bewirken; die reizbegrenzte »leere« Zeit erscheint überall beträchtlich kleiner als die reizerfüllte. Wie aber verhalten sich die Quanta der Ueberschätzung? Ein Vergleich zwischen Horizontalreihe 1 und 2 (Ausfüllung mit drei und sechs Hammerschlägen im Ganzen) zeigt eine bedeutend stärkere Ueberschätzung der reizerfüllten Zeit bei der größeren Zahl erfüllender Schalleindrücke. Die relative Ueberschätzung beträgt bei Ausfüllung mit sechs Schalleindrücken 1,9 der *NZ*, sie ist die größte dieser ganzen Versuchsreihe. Die dritte Horizontalreihe zeigt den Einfluss einer lediglich durch die Zeitordnung der Hammerschläge gewonnenen Rhythmisierung der sechs ausfüllenden Schalleindrücke, zu der der Beobachter eine subjective Betonung hinzubringt. Schematisch lässt sich die Zeitfolge etwa wiedergeben durch $1 - - 2 - \overbrace{3\ 4\ 5\ 6}$, es wurde subjectiv betont: $\hat{1}\ 2\ \hat{3}\ 4\ 5\ \hat{6}$. Ich nenne einen solchen Rhythmus kurz: Rhythmus mit beschleunigender Tendenz, die Zwischenräume der einzelnen Schläge waren: 0,22,

Tabelle a.

Prüfung der Wirkung verschiedener Ausfüllungen bei der gleichen absoluten Zeit. $t = 0,4$.

Beob. Heks.

Art der Ausfüllung der ersten Zeit (t)	aKl	aGr	rKl	rGr	SGl	OGl
1) t drei Hammerschläge t_1 zwei »	bei $t=t_1$	+ 0,272	—	0,694	?	14 < 1 =
2) t sechs Hammerschläge t_1 zwei »	+ 0,055	+ 0,77	--	1,94	1,38	15 <
3) t sechs Schläge, rhythmisch t_1 zwei Hammerschläge	+ 0,055	+ 0,611	--	1,527	1,25	15 <
4) t drei elektrische Tastreize t_1 zwei »	bei $t=t_1$	+ 0,44	—	1,11	0,736	10 < 4 < 1 = ?
5) t drei Lichtreize t_1 zwei »	+ 0,055	+ 0,38	—	0,972	?	9 < 1 <
6) t sechs Lichtreize t_1 zwei »	+ 0,055	+ 0,55	—	1,388	?	15 <
7) t acht Lichtreize t_1 zwei »	+ 0,055	+ 0,44	—	1,11	?	20 <
8) t Geräusch d. Wagn. Hamm. t_1 zwei Telephongeräusche	+ 0,055	+ 0,38	—	0,972	?	5 < 10 <
9) Dasselbe in umgek. Zeitlage t_1 verändert	+ 0,25	bei $t=t_1$	0,625	—	0,25	10 > 5 >
10) t Stimmgabelton t_1 zwei Telephongeräusche	bei $t=t_1$	+ 0,166	—	0,416	?	6 < 3 < 1 =
11) Dasselbe in umgek. Zeitlage Tonzeit verändert	- 0,11	+ 0,055	0,27	0,136	?	2 = ? 1 = 1 > ? 5 > 1 >

0,08, 0,05, 0,05 s. Der Versuch ergibt, dass die Ueberschätzung der reizerfüllten Zeit durch die Rhythmisierung abnimmt. Dass sie nicht mehr abnimmt (vergl. dagegen die entsprechenden Versuche an Gle. und Rky., Tabellen b und c) ist 1) durch die starke Schallsummation zu erklären, die eine gut wahrnehmbare Nachdauer erzeugt (die Schallreize rücken gegen den Schluss des Intervalls ja zusammen) und 2) durch die sehr geringe Empfänglichkeit der Versuchsperson für rhythmische Eindrücke. Immerhin sieht man schon hier, dass Rhythmisierung der Schalleindrücke der Ueberschätzung der reizerfüllten Zeit entgegenarbeitet. Die 4. Reihe,

drei Tastreize als Ausfüllung der ersten Zeit, zeigt eine Ueberschätzung der NZ, welche diejenige bei Schall- und Lichtreizen (in entsprechender Zahl) übertrifft (0,69 für drei Hammerschläge, 1,1 für drei Tastreize, 0,9 für drei Lichtreize sind die Zahlen der relativen Ueberschätzung dieser drei Arten von Eindrücken). Vergleicht man wiederum die Wirkung der drei und sechs Lichtreize (Reihe 5 und 6), so ergibt sich eine beträchtlich stärkere Ueberschätzung bei den sechs Lichtreizen. Also dasselbe Resultat wie bei der größeren Zahl von Schallreizen.

Die Ausfüllungen mit continuirlichen Empfindungen (Reihe 8—11) zeigen durchschnittlich eine geringere Ueberschätzung der reizerfüllten Zeit. Die Ueberschätzung der Tonzeit ist dabei die geringere, und das Urtheil bei der Tonausfüllung überhaupt genauer. Die Ausfüllung mit dem Stimmgabelton kommt also in jeder Hinsicht dem Grenzfall der »leeren« reizbegrenzten Zeit am nächsten. Beachtenswerth ist, dass das tonartige Geräusch des Wagner'schen Hammers in erster Zeitlage etwas mehr Ueberschätzung zeigt, als die einfache Ausfüllung mit drei Schallreizen (erste Horizontalreihe) und ebensoviel als die Lichtreize (dritte Reihe). Es mag das daher kommen, dass das tonartige Geräusch sehr intensiv war, und ich muss schon jetzt aus meinen Versuchen mit verschiedener Ausfüllung beider Zeiten mittheilen, dass intensivere Töne länger erscheinen wie schwächere (in erster Zeitlage der intensiveren Töne). Es wäre also auch eine ideale Forderung für alle vorigen Versuche gewesen, die Intensitätsstufen aller ausfüllenden Eindrücke vollständig gleich zu machen. Das habe ich wenigstens für die Schalleindrücke und die Licht- und Tasteindrücke unter sich nach bestem Ermessen versucht, bei der Schwierigkeit entsprechender objectiver Messungen verzichtete ich auf diese.

Die Wirkung der continuirlichen Ausfüllungen in zweiter Zeitlage ist hier, ebenso wie früher bei Jdd., eine schwächere.

Ich gehe weiter zu den entsprechenden Versuchen bei 1,0 s (Beob. Rky.). Für Rky. lag, wie ich mich durch Vorversuche überzeugte, die Zeit von 1,0 s so, dass eine Indifferenz für gewisse Ausfüllungen, für andere Ueberschätzung, für wieder andere Unterschätzung zu erwarten war. Gerade diese scheinbare Regel-

losigkeit des Ausfalls der Urtheile fügt sich aber dem Gesamtergebniss bei 0,4 s (Hcks.) in überraschender Weise ein! Es ist doch zum mindesten sehr wahrscheinlich, dass eine Ausfüllung ihre subjectiv vergrößernde Wirkung um so eher verlieren wird, bezw. dass die reizbegrenzte »leere« Zeit an Gewicht ihr gegenüber um so schneller gewinnen wird, je geringer das Quantum der Ueberschätzung dieser Ausfüllung bei den kleinen Zeiten war. Dazu stimmen die beiden Thatsachen, dass erstens die größere Zahl von Eindrücken größere Ueberschätzung bewirkt — in den Versuchen, bei denen wegen der Gleichheit der übrigen Bedingungen die Quanta der Ueberschätzung vergleichbar sind — und dass zweitens die größere Zahl der Eindrücke die Indifferenzzone erst bei größeren absoluten Zeitwerthen eintreten lässt — das gemeinsame Ergebniss der ersten und dritten Versuchsgruppe.

Gilt nun diese Regel, so muss man erwarten, dass in der Zone der Indifferenz der Ausfüllungen die stärkere Ueberschätzung bewirkenden Ausfüllungen noch eine gewisse vergrößernde Tendenz behalten, während diejenigen Ausfüllungen, die bei kleinsten Zeiten weniger Ueberschätzung bewirkten, schon in die Indifferenz eingetreten sind, oder gar die mittelst ihrer hergestellte Zeit schon kleiner erscheinen lassen. Das dürfte die Regel sein, die in dem Ergebniss der vergleichweisen Prüfung verschiedener Zeitausfüllung bei Rky. an der Gesamtzeit von 1,0 s herrscht. Zwölf verschiedene Fälle differenter Ausfüllung wurden bei Rky. geprüft. Sie entsprechen im Ganzen denen der vorigen Reihe bei 0,4 s, neu ist hier, 1) dass statt mit sechs Hammer schlägen mit fünf ausgefüllt wurde, weil Rky. den geradzahligen Rhythmus »unerträglich« fand (Horizontalreihe 3); 2) dass neben dem beschleunigenden Rhythmus ein solcher mit verzögernder Tendenz geprüft und der erstere dann noch einmal mit objectiver Verstärkung des ersten und letzten Schlages eingeführt wurde (Reihe 3, 4 und 5); 3) dass mit der Wirkung von zwei elektrischen Tastreizen die von fünf verglichen wurden, was bei dieser Zeitfolge der Reize schon ohne schmerzhaft Affectionen möglich war; 4) dass neben fünf Lichtreizen noch die Wirkung von neun Funken geprüft wurde, die für den Anblick als schon fast continuirliches Leuchten erscheinen.

Tabelle b.

Prüfung der Wirkung verschiedener Ausfüllungen bei der gleichen absoluten Zeit. $t = 1,0$.

Beob. Rky.

Art der Ausfüllung der ersten Zeit	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>	<i>S Gl</i>	<i>O Gl</i>
1) t drei Hammerschläge t_1 zwei »	- 0,055	+ 0,11	0,055	0,11	0,05	$3 > 6 =$ $6 <$
2) t fünf Hammerschläge t_1 zwei »	- 0,055	+ 0,11	0,055	0,11	0,027	$5 < 4 =$ $1 >$
3) t fünf Hammerschl., rhythm. t_1 zwei »	- 0,027	+ 0,063	0,027	0,063	?	$8 < 3 =$ $4 >$
4) Dasselbe mit anderem Rhythmus	- 0,22	bei $t=t_1$	0,22	—	?	$10 >$
5) Dasselbe wie 4), aber 1 und 5 verstärkt	- 0,094	+ 0,05	0,094	0,05	?	$10 < 5 =$ $5 >$
6) t mit fünf elektr. Tastreizen t_1 » zwei »	- 0,55	+ 0,22	0,055	0,22	?	$2 < ? 2 = ?$ $1 <$ $3 < 2 > ?$
7) t mit fünf Lichtreizen t_1 » zwei »	- 0,066	+ 0,1	0,066	0,1	?	$3 < 5 < ?$ $2 = 4 > ?$ $1 >$
8) t mit neun Lichtreizen t_1 » zwei »	- 0,11	+ 0,138	0,11	0,138	?	$3 < 1 < ?$ $2 = 4 > ?$
9) t mit Geräusch. d. W. Hamm. t_1 » zwei Telephongeräusch.	- 0,083	+ 0,05	0,083	0,05	?	$2 < 4 = ?$ $5 > ? 4 >$
10) Dasselbe in umgek. Zeitlage t_1 verändert	- 0,16	+ 0,05	0,16	0,05	?	$8 >$ $2 =$
11) t mit Stimmgabelton t_1 » zwei Telephonger.	- 0,083	+ 0,027	0,083	0,027	0,05	$5 > 5 =$ $2 = 3 < ?$
12) Dasselbe wie 11), in umgek. Zeitlage. Tonzeit verändert	- 0,083	+ 0,05	0,083	0,05	—	$6 > ? 6 >$ $1 > 2 < ?$

Reihenfolge der Versuche: 1) Nr. 1. 2) Nr. 2. 3) Nr. 3. 4) Nr. 4. 5) Nr. 5.
6) Nr. 9. 7) Nr. 10. 8) Nr. 11. 9) Nr. 12. 10) Nr. 7. 11) Nr. 8. 12) Nr. 6.

Die Tabelle zeigt eine stark ausgeprägte Tendenz zur Ueberschätzung der erfüllten Zeit, wenn diese mit discontinuirlichen Reizen ausgefüllt wird, hingegen bei Verwendung continuirlicher Reize und rhythmischer Ordnung der Schalleindrücke sogar durchweg Unterschätzung der reizerfüllten oder Ueberschätzung der leeren reizbegrenzten Zeit.

In Horizontalreihe 1 und 2 sieht man, dass die Ausfüllung der ersten Zeit mit drei und fünf Hammerschlägen ganz gleich beurtheilt wird. Die subjective Rhythmisirung (scheinbarer Rhythmus $\overset{1}{1} \overset{2}{2} \overset{3}{3} \overset{4}{4} \overset{5}{5}$), tritt so entschieden hervor, dass die vermehrte Tendenz zur Ueberschätzung, aus Anlass der größeren Zahl erfüllender Eindrücke, nicht zum Ausdruck kommt. Dass eine solche Compensation stattfindet, zeigen entscheidend die folgenden Versuche: Wenn bei diesen die (objective) Rhythmisirung so eminent der Täuschung entgegenarbeitet, dass vollständiger Urtheils-umschlag eintritt, so musste eine Abnahme der Tendenz zur Ueberschätzung bei den fünf Schalleindrücken zufolge der subjectiven Rhythmisirung erwartet werden. Ist sie nicht vorhanden, so muss die vermehrte Tendenz zur Ueberschätzung der stärker ausgefüllten Zeit ihr entgegen gewirkt haben. Dass ich subjective und objective Rhythmisirung in der Tendenz ihres Einflusses (nicht in der Größe desselben!) gleich setze, dafür stütze ich mich 1) auf die Ergebnisse zahlreicher Versuchsreihen über Zeittäuschungen durch rein subjective Betonung; 2) auf die Aussagen der Versuchspersonen, die mir selbst häufig angaben, dass diese oder jene Ausfüllung mit Schalleindrücken einen ausgeprägten Rhythmus habe — regelmäßig war dann ein Rückgang der constanten Fehlschätzung vorhanden; 3) auf die oft zu beobachtende Ununterscheidbarkeit objectiver und subjectiver Rhythmisirung, manche Versuchspersonen hörten den rein subjectiven Rhythmus der Zeitordnung und Betonung mit so illusionärer Bestimmtheit, dass ich sie erst durch eine Demonstration der Versuchsanordnung und eine langsamere Folge der Schläge von dem subjectiven Charakter des rhythmischen Eindrucks überzeugen konnte; 4) auf gewisse Thatsachen dieser Versuche selbst. Es wurden ja die einfacheren Fälle von objectiver Rhythmisirung nur durch eine bestimmte Zeitordnung der Schläge gewonnen. Wenn dabei ein Rhythmus gehört wird, so ist er stets zugleich ein Betonungsrhythmus, die Betonung aber ist subjective Zuthat des Beobachters. Diese halbobjective Rhythmisirung wirkt nun, der Tendenz nach, gerade so auf die Zeitvergleichung wie die ganz objective mit gleichzeitiger Einführung von Betonungs- d. h. Intensitätsunterschieden in den Hammerschlägen.

Ich deute daher die Resultate der folgenden drei Versuche (Horizontalreihe 3, 4 und 5) so, dass der Einfluss einer partiell oder ganz objectiven Rhythmisirung der Schalleindrücke, wie er in diesen drei Versuchen hervortritt, zugleich angibt, wie der Einfluss gelegentlich auftretender rein subjectiver Rhythmisirungen von Schalleindrücken aufgefasst werden muss. Nun zeigt der Ausfall der drei Versuche, dass unter dem Einfluss der rhythmischen Ordnung der Schläge 1) die Schätzung überhaupt genauer wird, beide Grenzwerte verkleinern sich gegen die vorigen Versuche; dass 2) die Ueberschätzung der reizerfüllten Zeit entweder bedeutend abnimmt oder (Reihe 4) in eine Unterschätzung dieser Zeit umschlägt. Damit ist wohl bewiesen, dass meine frühere, damals nur auf den Vergleich der Aussagen der Versuchspersonen und der objectiven Resultate gestützte Vermuthung, dass die auffallenden Unregelmäßigkeiten im Gang der Täuschung bei Schallausfüllung auf subjective Rhythmisirung zurückzuführen sind, — eine berechtigte war.

Wichtiger als dieser Rückblick ist eine Betrachtung der eminenten Wirkungen des objectiven Rhythmus der Schalleindrücke auf die scheinbare Größe der Zeiten. Reihe 3) zeigt einen Versuch mit beschleunigtem Rhythmus (die Zwischenzeiten verkürzen sich vom ersten Schalleindruck an, ungefähres Schema 1 — — 2 — 3 4 5) die Grenzwerte, bei denen hier die Urtheile kleiner und größer constant werden, sind nur wenig größer wie die desselben Beobachters im Normalversuch mit »leeren« Zeiten. Das Urtheil wird für »leicht und sicher« erklärt. Die vergrößernde Wirkung der Ausfüllung ist verschwunden. In Reihe 4) versuchte ich einen Rhythmus mit retardirendem Charakter einzuführen, um den Eindruck einer Zeitverlängerung durch die Ausfüllung zu bewirken. Gegen meine Erwartung hatte das den gegentheiligen Erfolg. Die Gesamtzeit von 1,0 s ist nämlich zu kurz, als dass bei mehrfacher Unterbrechung der Zeit dem Rhythmus noch eine deutlich hervortretende verzögernde Tendenz gegeben werden könnte. Der Beobachter fand den verwendeten Rhythmus ganz besonders »flott«, dazu kam, dass jetzt nicht mehr, wie im vorigen Versuch, die Schallsummation auf den Schluss der Zeit fiel, was stets Zeitverlängerung bewirkt. Daher schlägt jetzt

die Ueberschätzung der rhythmisch erfüllten Schallzeit sogar in Unterschätzung um. Ebenso bewirkte eine beträchtliche objective Verstärkung des ersten und letzten Schlages, bei dem gleichen beschleunigenden Rhythmus wie im ersten Fall, wiederum Unterschätzung der rhythmisch erfüllten Zeit, doch stört — wie mir Herr Rky. sich beschwerend mittheilte — die Stärke der begrenzenden Schläge etwas die Vergleichung, daher wohl die Vergrößerung des oberen Grenzwertes. Reihe 6, 6a), 7 und 8 zeigen Ausfüllungen der ersten Zeit mit verschiedenen Anzahlen von Tast- und Lichtreizen. Aehnlich wie bei Hcks. (Tabelle a, Reihe 1 und 2 verglichen mit 4 ff.) ist die subjectiv vergrößernde Wirkung der Tastreize etwas stärker als die der gleichen Zahl von Schallreizen. Die Lichtreize wirken dagegen übereinstimmend bei Rky. und bei Hcks. in dem Sinne verschieden nach ihrer Zahl, dass eine gewisse mittlere Vermehrung der Anzahl erfüllender Funken (bei Hcks. auf 6 für 0,4 s, bei Rky. auf 5 für 1,0 s), die Ueberschätzung zunehmen, eine weitere Vermehrung (bei Rky. auf 9, bei Hcks auf 8) sie abnehmen lässt. Der letztere Erfolg erklärt sich daraus, dass mit zunehmender Zahl von Funken das Bild der succedirenden Lichtblitze ein mehr continuirliches wird. Wenigstens ist das die einzige unmittelbare Ursache einer Veränderung des Zeiturtheils, die 1) direct aus den Versuchsumständen zu entnehmen ist, und die 2) dem Ausfall der Urtheile bei continuirlicher Ausfüllung der ersten Zeit entspricht. Nur andeuten will ich, dass es sich für mich von selbst versteht, dass damit auch Aenderungen in dem gesammten Verlauf der inneren Erlebnisse während der ausgefüllten Zeit, also auch Aenderungen des Aufmerksamkeitszustandes gegeben sind. Das auszuführen geht aber schon über meine gegenwärtigen Ziele hinaus.

Ganz andere Ergebnisse liefern die Zeitausfüllungen mit continuirlicher Ausfüllung. Sowohl bei Anwendung des Wagnerischen Hammers wie beim Stimmgabelton werden die reizerfüllten Zeiten unterschätzt. Die Kleinheit des oberen Grenzwertes für die Tonzeitvergleichung (Reihe 11, 0,27) zeigt, dass die Tonzeit genauer beurtheilt wird. Die Ausfüllung mit dem Ton kommt also auch hier, wie bei Hcks. (für 0,4 s), dem Grenzfall der »leeren« reizbegrenzten Zeit am nächsten — mit Ausnahme einzelner Ver-

suche mit rhythmischer Ordnung der Schalleindrücke. In zweiter Zeitlage wird das Geräusch des Wagner'schen Hammers ebenso wie der Stimmgabelton in entgegengesetzter Weise beurtheilt, sie erscheinen beide größer als die »leere« Zeit.

Es war nun meine Absicht, den eigenthümlichen Antagonismus in dem Einfluss der Rhythmisirung und der Ausfüllung mit discontinuirlichen Eindrücken noch einmal an einem besonders für rhythmische Perception veranlagten Beobachter zu verfolgen. Ich gebe einige Andeutungen der Ueberlegungen, die mich dabei leiteten.

Alle bisher verwendeten Arten künstlicher Zeitausfüllung gestatten der Aufmerksamkeit sich mit dem Zeitverlauf selbst zu beschäftigen. Die ganze Energie des Bewusstseins ist auf die Zeitverhältnisse selbst gerichtet. Die discontinuirlichen Schall-, Licht- und Tastreize werden geradezu als Zeitmarken, als ebenso viele Stadien des Zeitverlaufs selbst beurtheilt, und ähnlich repräsentiren die Töne und tonartigen Geräusche der inneren Wahrnehmung unmittelbar eine bestimmte Art und Länge des Zeitverlaufs selbst. Ein extrem von diesem verschiedener Fall der Zeitbeurtheilung ist dann gegeben, wenn wir z. B. die Zeitdauer einer geistigen Beschäftigung, einer Reflexion, oder des Lesens fesselnder Lectüre u. s. w. angeben sollen. Dabei ist eine Beachtung des Zeitverlaufs selbst unmöglich, die »Inhalte«, Erlebnisse nehmen uns ganz in Anspruch und diese radicale Ablenkung der Aufmerksamkeit vom Zeitverlauf selbst ist dann die Ursache neuer eigenthümlicher Zeittäuschungen. Von dem Fall der differenten Zeitausfüllung nach Art der bisherigen Versuche unterscheidet sich die Beurtheilung reizbegrenzter leerer Zeiten wahrscheinlich nur graduell. Die Aufmerksamkeit kann sich in beiden Fällen noch mit dem Zeitverlauf selbst beschäftigen, aber dieser wird dem Bewusstsein im einen Falle anders repräsentirt als im andern.

In der nächsten Versuchsgruppe werde ich nun jenes Extrem totaler Ablenkung der Aufmerksamkeit vom Zeitverlaufe selbst einführen. Zwischen beiden Fällen lassen sich aber zahlreiche Uebergangsstufen herstellen. Eine solche Uebergangsstufe dürfte dann gegeben sein, wenn zeitausfüllende Schalleindrücke in rhythmischer Form gegeben werden. Sie wirken dann nicht mehr als wech-

selnde Empfindungsinhalte schlechthin auf die Zeitvergleichung ein (und bringen gewisse secundäre Aenderungen in der Art der Beschäftigung der Aufmerksamkeit mit), sondern sie sind als einfache Rhythmusformen wirksam: als mehr oder weniger elementare Formen einer Gruppe nur für das Zeitbewusstsein existirender ästhetischer Thatbestände. Sie sind, wie ich früher in Anlehnung an einen von Lipps in die Erklärung optischer Täuschungen eingeführten Ausdruck sagte, als ästhetische Factoren der Zeitschätzung wirksam. Als solche aber gestatten sie der vergleichenden Thätigkeit des Bewusstseins schon weniger eine directe Beschäftigung mit dem Zeitverlauf selbst, die einzelnen Schalleindrücke der Zeitstrecke dienen jetzt nicht mehr einfach zur Markirung des Fortschritts in der Zeit, sondern es knüpfen sich an sie Gefühlszustände und ästhetisch associative Interpretationen mannigfaltiger Art, und mit diesem ihrem ästhetischen Werth und seiner associativen Interpretation beschäftigt sich ein Theil der verfügbaren Aufmerksamkeit. Die eigenthümlichen neuen Functionen des Bewusstseins, die dabei in Kraft treten, habe ich schon früher beschrieben (vgl. Philos. Stud. X). Es tritt bei aller Rhythmusbildung eine synthetische, zusammenfassende Thätigkeit des Bewusstseins ein.

Die Schalleindrücke werden aus der Isolirung, mit der sie als einzeln ablaufende Empfindungen thatsächlich erscheinen, so lange wir z. B. beim Anhören einer einfachen objectiv nicht rhythmisirten Schallreihe noch nicht subjectiv rhythmisirend thätig sind, herausgehoben und als zu Gruppen zusammengehörig aufgefasst. Innerhalb dieser Gruppen herrschen eigenthümliche Verhältnisse der Coordination gleicher Betonungsstufen und der Subordination der minder betonten unter die stärker betonten Elemente, und dieser etwa wieder unter diejenigen Schalle, welche als Träger der Hauptbetonung erscheinen.

Sobald die chaotische Menge succedirender Schalleindrücke zu solchen Gruppen und einer periodischen Wiederkehr analog gegliederter Gruppen zusammengefasst wird, entstehen scheinbare Zeitveränderungen, rhythmische Zeittäuschungen, die der allgemeinen Regel folgen, dass das rhythmisch zusammengehörige auch zeitlich zusammengerückt, das rhythmisch getrennte auch

zeitlich getrennt erscheint. Dass solche rhythmische Zusammenfassungen in die Zeitschätzung bei Ausfüllungen der bisherigen Art eingreifen mussten, war mir von vornherein sicher. Die Versuche bei Hcks. und Rky. haben es sodann bestätigt.

Aber ich wollte an einem ganz speciell rhythmisch veranlagten Beobachter noch einmal prüfen, ob sich eine bestimmtere Beziehung zwischen Rhythmusperception und Zeittäuschung durch differente Ausfüllung finden ließe, insbesondere, ob etwa die Bestimmtheit der Rhythmisierung und der ästhetische Charakter des Rhythmus die Aufstellung einer einfachen Regel für den Antagonismus zwischen rhythmischer Gruppierung und Ueberschätzung reizerfüllter Zeit aufstellen ließen. Ich wählte für die betreffenden Versuche den mehrfach erwähnten Herrn Gale, der mir auch bei meinen rhythmischen Experimenten mit seinem ausgebildeten Sinn für Rhythmus gute Dienste geleistet hatte.

Als *NZ* wurde in allen Versuchen 1,0 s gewählt. Diese Zeit hielt ich auch hier bei, weil sie 1) eben noch lang genug ist, um die Hervorbringung verschiedenartiger rhythmischer Effecte zu gestatten, und weil sie 2) bei diesem Beobachter, der den Typus der stärkeren Ueberschätzungen reizerfüllter kleiner Zeiten repräsentirt, bloße Ueberschätzungen der reizerfüllten Zeit erwarten ließ. Daran war mir gelegen, weil ich das complicirtere Bild, wie es die Täuschungen an Rky. darbieten, vermeiden wollte.

Die Zeitlage ist immer die erste: Ausgefüllte Zeit voran. Zuerst prüfte ich die Ausfüllung mit sechs Hammerschlägen, die als Ausgangs- oder Normalversuch den rhythmischen Abänderungen zu Grunde liegen möge.

Die Tabelle zeigt im allgemeinen, dass Gle. den Beobachtertypus repräsentirt, der durch den Einfluss der Ausfüllung sehr starken Täuschungen verfällt; ferner, dass diese Täuschung, welche stets im Sinne einer beträchtlichen Ueberschätzung der reizerfüllten Zeit eintritt, durch alle Arten von Schallrhythmen vermindert wird.

Bei Versuch Nr. 1 (Ausfüllung mit sechs in gleichen Zeiträumen folgenden Schalleindrücken) bat ich den Beobachter, möglichst wenig der Rhythmisierung nachzugeben. Die gerade Zahl der Schläge zusammen mit ihrer gleichen Zeitdistanz findet er

Tabelle c.

Prüfung der Einwirkung rhythmisch geordneter Schallreize auf die
Vergleichung erfüllter und leerer Schallzeiten. $t = 1,0$.

Beob. Gle.

Art der Ausfüllung der ersten Zeit. (t_1 stets zwei Hammerschläge)	$a Kl$	$a Gr$	$r Kl$	$r Gr$	SGl
1) Sechs Hammerschläge in gleichen Zwischenräumen	bei $t=t_1$	+ 0,611	—	0,611	10 <]
2) Unregelmäßige Vertheilung der Hammerschläge	- 0,028	+ 0,722	0,028	0,722	8 < 2 =
3) Wohlgefälliger beschleuni- gender Rhythmus	- 0,028	+ 0,208	0,028	0,208	7 < 3 =
4) Wohlgefälliger verzögernder Rhythmus	- 0,028	+ 0,238	0,028	0,238	8 < 2 =
5) Wie 3), aber mit Verstär- kung von 1 und 3	- 0,028	+ 0,233	0,028	0,233	7 < 2 = 1 >
6) Rhythmische Beschleunigung der 5 letzten Schalle	- 0,028	+ 0,2	0,028	0,2	8 < 1 = 1 >
7) Wie 3), aber mit Taktiren und Zählen	- 0,055	+ 0,127	0,055	0,127	7 < 3 >
8) Wie 1), aber mit Taktiren und Zählen	- 0,055	+ 0,427	0,055	0,427	7 < 1 = 2 >

Reihenfolge der Versuche: 1) Nr. 3. 2) Nr. 4. 3) Nr. 1. 4) Nr. 5. 5) Nr. 6.
6) Nr. 7. 7) Nr. 8. 8) Nr. 2.

unangenehm. Der Ausfall der Vergleichung zeigt, dass die erfüllte
Zeit sehr stark überschätzt wird (das Urtheil größer wird erst bei
+ 0,611 constant). Bei Versuch Nr. 2 wurde eine nach Möglich-
keit musikalisch unbrauchbare, ästhetisch unangenehme Schlagfolge
vorher ausprobiert. Die Täuschung nimmt jetzt noch beträchtlich
zu und gleichzeitig erscheint die Vergleichung überhaupt erschwert
(der Quotient der relativen Ueberschätzung steigt auf 0,72).

Sodann wird (Reihe 3) ein wohlgefälliger Rhythmus vor dem
Versuch aufgesucht und zunächst nur durch die Zeitfolge der
Schläge hergestellt. Die mit voller Illusion des objectiven Vor-
handenseins von dem Beobachter eingeführte subjective Betonung

folgte dem Schema: $\overset{\frown}{1} \overset{\frown}{2} \overset{\frown}{3} \overset{\frown}{4} \overset{\frown}{5} \overset{\frown}{6}$. Der Rhythmus hatte beschleunigende Tendenz. Durch den Einfluss dieser Rhythmisierung nimmt die Täuschung bedeutend ab, die Ueberschätzung vermindert sich gegen den Ausgangsversuch fast um $\frac{1}{3}$.

Der nächste Rhythmus sollte verzögernde Tendenz haben (gleichmäßige Zunahme der Zwischenzeiten der Schläge nach dem Zeitende hin). Das gelang auch diesmal nicht nach Wunsch, da der Beobachter den Rhythmus kräftig betont hörte und nicht unangenehm fand (scheinbare Betonung: $\overset{\frown}{1} \overset{\frown}{2} \overset{\frown}{3} \overset{\frown}{4} \overset{\frown}{5} \overset{\frown}{6}$). Immerhin scheint sich der retardirende Charakter des Rhythmus in einer geringen Zunahme der Ueberschätzung zu zeigen (relative Ueberschätzung 0,238).

Bei Versuch Nr. 5 wird objective Verstärkung des ersten und dritten Schlages eingeführt, wodurch der Rhythmus in zwei Gruppen aufgelöst wurde, von denen die eine der anderen subordinirt

ist. (Schema: $\overset{\frown}{1} \overset{\frown}{2} \overset{\frown}{3} \overset{\frown}{4} \overset{\frown}{5} \overset{\frown}{6}$.) Die Reihenfolge der Schläge blieb wie in Nr. 3, repräsentirt also ein accelerando. Der Erfolg ist der, dass die Täuschung wieder etwas abnimmt gegen den vorigen Fall, doch macht sich wiederum die größere Intensität der gesammten Schallwirkung darin geltend, dass die Täuschung stärker bleibt, als in Nr. 3.

In der sechsten Reihe ist die Wirkung einer dichten Zusammenrückung der fünf letzten Schläge (mit gleichmäßig abnehmender Zwischenzeit, nach einer Pause von 0,2 s zwischen dem ersten und zweiten Schall) sichtbar. Der Rhythmus erschien stark accelerando und crescendo, der Schluss des Intervalls erscheint förmlich

abrupt. (Schema der subjectiven Auffassung etwa: $\overset{\frown}{1} - - \overset{\frown}{2} - \overset{\frown}{3} \overset{\frown}{4} \overset{\frown}{5} \overset{\frown}{6}$.) Die scheinbare Vergrößerung der reizerfüllten Zeit ist wiederum beträchtlich vermindert, sie erreicht hier gegenüber den bisherigen Ueberschätzungen den Minimalwerth.

Die Versuche 7 und 8 geben, wie es auf den ersten Blick scheinen könnte, ein anderes Resultat als die früheren Zeitschätzungen mit motorischen Hülfen bei Rky., Kl. bss. und Ksw. (Tabelle 7).

Ich übte Herrn Gale auf Mittaktiren bei 1,0 s ein, und bat ihn, in zwei Versuchsreihen seine Zeitvergleichung durch das früher beschriebene Anfang und Ende der Zeiten markirende Fingertippen auf dem Tisch zu begleiten. Während nun bei Klbs. die Täuschung zunahm und bei Ksw. sich überhaupt kein Einfluss zeigte, ist bei Gle. in beiden Versuchsreihen eine Verminderung der Täuschung eingetreten. Allein der Widerspruch ist nur ein scheinbarer. Zuerst ist zu beachten, dass auch bei Gle. die Täuschung bestehen bleibt, in Versuch Nr. 8, bei dem einfach wieder mit sechs gleichdistanten Schalleindrücken ausgefüllt wurde, ist sie sogar noch sehr stark. Dass aber eine Verminderung eintritt, muss speciell auf zwei besondere Umstände dieser Versuche zurückgeführt werden: 1) darauf, dass in Versuch Nr. 1, der das Minimum der Täuschung für die ganze Reihe zeigt, objective Rhythmisirung der Schläge und Fingertippen zusammenwirken; 2) auf die musikalische Technik dieser Versuchsperson, während Ksw. nur selten Clavier spielte und Herr Kolbassin gar nicht ausübender Musiker war. Man kann also annehmen, dass bei den motorischen Hülfen viel darauf ankommt, wie weit der Beobachter den Rhythmus der Schalleindrücke mit seinen Bewegungen zu treffen und festzuhalten weiß, und da zeigen diese Versuche an Klbs., Ksw. und Gle., dass, wenn differente Zeitausfüllung vorhanden ist, es selbst dem geübten Musiker nur unvollkommen, dem Nichtmusiker aber gar nicht gelingt, die Täuschung durch Zeitausfüllung zu vernichten, obgleich es sich um eine so simple Sache handelt, wie das Fingertippen mit Schallen, die in der bequemen Zeit von 1,0 s aufeinanderfolgen! (Ich bemerke ausdrücklich, dass die Geräusche des Fingertippens weder die Hammerschläge, noch das durchdringende, knisternde Funkengeräusch irgendwie über-tönt!)

Welche Regel wird nun den Einfluss rhythmisirter Schalleindrücke auf die Zeitschätzung beherrschen? Die rhythmische Ordnung bzw. Betonung von Schalleindrücken wirkt dem Einfluss der Ausfüllung mit Schallreizen dadurch entgegen, dass sie die Tendenz zur Ueberschätzung der schallerfüllten Zeit vermindert. Dieser Einfluss der objectiven Rhythmisirung scheint sich um so stärker geltend zu machen, je mehr der Rhythmus ein ästhetisch

wohlgefälliger ist, je mehr er den Charakter eines beschleunigten Zeitverlaufs trägt (die Association eines beschleunigten Zeitverlaufs weckt), je strenger gegliedert der Rhythmus ist (vgl. die Analyse von Versuch Nr. 5). Dieser ganze Thatbestand zeigt also den bedeutenden Einfluss ästhetischer und associativer Factoren auf den Ausfall der Zeiturtheile.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass bei diesen Versuchen mit rhythmisirten Schallempfindungen auch ein beträchtlicher Einfluss von Lustgefühlen auf die scheinbare Größe der Zeiten angenommen werden muss. Und zwar kann dieser Einfluss der Lustgefühle sowohl positiv gedeutet werden, indem der Lust eine zeitverkürzende Tendenz zugeschrieben werden darf (Erfahrungen des täglichen Lebens), als auch negativ, indem der lustbetonte Rhythmus das Auftreten unlustvoller Spannungs- und Erwartungszustände verhindert. Diesen letzteren aber kommt, ebenfalls schon nach den Erfahrungen des täglichen Lebens, zeitverlängernde Tendenz zu.

Nur anhangsweise theile ich eine Versuchsreihe an 8,0 s mit, die ebenfalls dem Vergleich der Ueberschätzungs- bzw. Unterschätzungsquanta gewidmet war. Eine exacte Bestimmung dieser Quanta unter möglichst vergleichbaren Versuchsbedingungen ist bei Zeiten von 8—10 s kaum noch erreichbar. Das Urtheil wird schon sehr unsicher, die Ergebnisse der einzelnen Versuchsstunden weichen oft bei derselben Zeit und derselben Ausfüllung sehr von einander ab, außerdem würde man eine längere Reihe von 10 oder 12 verschiedenen Arten der Ausfüllung über eine viel zu lange Zeit vertheilen müssen, als dass die einzelnen Versuche gut unter einander vergleichbar wären.

Ich gebe in Tabelle c. die Resultate einer Versuchsreihe von Beobachter Twn., in der bei 8,0 s drei Zeitausfüllungen von recht verschiedenem Charakter geprüft wurden.

Tabelle d.

Prüfung der Wirkung verschiedener Ausfüllungen bei der gleichen absoluten Zeit. $t = 8,0$.

Beob. Twn.

Art der Ausfüllung der ersten Zeit	<i>a Kl</i>	<i>a Gr</i>	<i>r Kl</i>	<i>r Gr</i>	<i>S Gl</i>	<i>O Gl</i>
1) t sechs Hammerschläge t_1 zwei	-1,38	+0,27	0,173	0,034	?	$5^* >$ $2 > 1 > ?$ $1 < 1 < ?$
2) t zwölf Hammerschläge t_1 zwei	-0,27	+0,83	0,034	0,104	?	$5 < ? 3 = ? 1 = 1 >$
3) t Stimmgabelton t_1 zwei Telephongeräusche	-1,11	+1,66	0,139	0,208	?	$6 < 4 =$ $4 > ? 1 >$
4) Dasselbe in umgekehrter Zeitlage, Tonzeit veränd.	-1,88	+1,11	0,236	0,139	?	$5 > 3 > ?$ $2 <$

Zuerst wurde die erste Zeit mit sechs Hammerschlägen ausgefüllt, die zweite »leere«, wie immer bei meinen Schallhammerversuchen, mit zwei Schlägen begrenzt. Das Ergebniss ist, dass die reizbegrenzte Zeit bei dieser absoluten Zeitgröße schon überschätzt wird, die reizerfüllte Zeit erscheint als die kleinere.

Anders bei Ausfüllung der ersten Zeit mit 12 Hammerschlägen. Wie in den früheren Versuchen, so wirkt auch hier die größere Zahl von ausfüllenden Empfindungen in der Weise, dass die Indifferenzzone erst bei größeren Zeiten eintritt. (Vergl. Tabelle 6, wo sich zeigt, dass die Ausfüllung mit neun Schalleindrücken bei 8,0 der mit 6 in der Wirkung auf das Urtheil näher steht.)

Wird die erste Zeitstrecke mit einem Stimmgabelton ausgefüllt, so erscheint sie wieder größer, als die reizbegrenzte zweite Zeit, und dasselbe tritt bei zweiter Zeitlage des Tones ein. Es stimmt das zu den Tonversuchen bei Jdd. (Tabelle c), wo sich die Ueberschätzung des Tons bis zu sehr großen Zeiten erhält. Der Ton, so scheint es, wird gegenüber der »leeren« Zeit noch beträchtlich überschätzt, wenn auch nicht so viel, wie die continuirliche Ausfüllung (Tabelle a—c), aber seine Ueberschätzung bleibt (in erster Zeitlage) sehr lange bestehen. Das würde vielleicht daraus zu erklären sein, dass der Ton sich viel mehr dem Bewusstsein aufdrängt, wie der

unbestimmte Empfindungs- und Gefühlsinhalt der »leeren« Zeit, dass er aber andererseits, wenn die Zeitstrecken größer werden, denselben Charakter des langweiligen, spannenden, unlusterregerden trägt, der zur Erwartung des Abschlusses drängt, wie der homogene Inhalt der »leeren« Zeiten. Daher treten die Spannungs- und Unlustzustände, die vielleicht den »leeren« Zeiten mehr Gewicht verleihen, wenn sie größer werden, auch bei den größeren Tonzeiten auf, und hindern die Ueberschätzung der mit der Tonzeit verglichenen »leeren« Zeit; während sie bei den discontinuirlich erfüllten fehlen, oder doch weit schwächer sind. Schon die tägliche Erfahrung ergibt, dass das Anhören eines continuirlichen Tons viel peinlicher ist, als das Anhören einer Reihe einzelner Schallempfindungen. Damit wären vielleicht die beiden Eigenthümlichkeiten der Tonzeiten zu erklären: ihre scheinbare Länge gegenüber reizbegrenzten Zeitstrecken, und die Thatsache, dass die scheinbar längere Dauer auch bei größeren Zeiten bleibt.

Sechste Versuchsgruppe.

Die Abhängigkeit der Zeitschätzung von der Ausfüllung der Zeitstrecken mit geistiger Arbeit.

Nur als eine Art von Anhang lasse ich den bisher geschilderten Versuchen einen Theil eines Cyklus von Experimenten folgen, die gegenüber der Zeitausfüllung mit Sinneseindrücken jenes vorher erwähnte Extrem darstellen, nämlich eine Zeitschätzung bei totaler Ablenkung der Aufmerksamkeit von dem Zeitverlauf der Erlebnisse. Ich beabsichtige den Versuchscyklus ganz zu veröffentlichen, wenn ich diese Versuche ebenfalls bis auf die Schätzung kleinster Zeiten durchgeführt habe, was mir wegen der technischen Schwierigkeiten bis jetzt nur unvollkommen gelungen ist. Hier mögen einige Experimente an größeren Zeiten folgen¹⁾, die das Bild der Zeitschätzungen unter dem Einfluss differenter Ausfüllung, bei welcher der Grenzfall der »leeren« Zeit als Maßstab genommen

1) Auch diese Versuche habe ich schon 1893 begonnen und 1894 zum ersten Mal erwähnt (Phil. Stud. X, 1894. S. 398).

wird, mit Rücksicht auf das bezeichnete extreme Verhalten der Aufmerksamkeit vervollständigen.

Eine die Aufmerksamkeit der Versuchsperson vollkommen in Anspruch nehmende geistige Beschäftigung ließ sich am leichtesten dadurch erreichen, dass ich die Zeitintervalle mit Leseversuchen ausfüllte, bei denen die Versuchspersonen unter so erschwerenden Bedingungen Buchstaben lesen und zu Worten zusammensetzen mussten, dass sie zu größter Concentration auf die Beschäftigung des Lesens gezwungen waren.

Die Technik solcher Versuche ist durch die bekannten Verfahrensweisen bei Gedächtnissversuchen nahe gelegt. Die Trommel des mit meinem Zeitsinnapparate verbundenen Kymographions wurde mit einer Papierrolle überzogen, auf der in Horizontalreihen Buchstaben (in kleinem und großem Antiquadruck) angebracht waren, die jeder annähernd einen Quadratcentimeter füllten. Die Buchstaben setzten sich zu gleichgültigen, der Versuchsperson geläufigen Worten zusammen, wie »Auge«, »Sache«, »Farbe« u. s. w. Die Buchstabenzahl der Worte je einer Reihe wurde möglichst gleich gehalten. Die Trommel wurde nun horizontal gelegt, und dicht vor dieselbe in schwacher Neigung gegen die Trommel ein hölzerner geschwärzter Schirm gestellt, der in einer Holzschiene verschiebbar war, und einen 1 cm breiten, 10 cm langen Ausschnitt hatte. Ueber dem Brett lag ein zweites horizontal gegen das untere verschiebbare Brett mit einer 1 qcm großen Oeffnung (Fenster). Da das Fenster genau über dem Ausschnitt lag, so konnte man dasselbe beliebig vor der Trommel herschieben, ohne den unteren Schirm mitzubewegen. Fenster und Ausschnitt lagen in der Höhe des Schirms, in der Schirm und Trommel sich am nächsten kommen (0,5 cm über dem Berührungspunkt der Tangente). Sitzt die Versuchsperson in bequemer Haltung, angelehnt, vor dem Schirm, so kann sie durch das Fenster immer nur je einen Buchstaben auf der Trommel vollständig sehen. Wenn die Trommel nun rotirte, so erschienen, von unten nach oben ablaufend, die Buchstaben einzeln vor dem Fenster des Doppelschirms.

Die Beobachter hatten während des Versuchs die Buchstaben halblaut zu lesen und zu Worten zusammenzusetzen. Das Ende eines Wortes kündete sich durch einen schwarzen Horizontalstrich

an, der Anfang eines neuen Wortes wurde durch einen großen Buchstaben eingeführt. Waren die Buchstaben eines ganzen Wortes gelesen, so musste dieses kurz ausgesprochen werden. Auf diese Weise hatte ich, neben dem Apparat stehend, eine Controle über den Ausfall des Lesens.

Das Kymographion stand auf einer Filzunterlage. Ein in diesen ersten hier mitgetheilten Versuchen noch nicht beseitigter Fehler war der, dass das schnurrende Geräusch der Windflügel (das übrigens bei den hier verwendeten langsameren Geschwindigkeiten sehr schwach ist) nicht beseitigt war. Fragte ich während der Versuche die Beobachter, ob dasselbe störend sei, so erklärten sie, es gar nicht bemerkt zu haben.

So einfach nun die Technik solcher Versuche ist, so schwierig wurde die Ausbildung der Methoden zu wirklich genauer quantitativer Bestimmung der Täuschungen, welchen die Versuchsperson etwa verfällt, wenn sie die Zeit des Lesens abschätzen soll. Es schienen sich zwei Möglichkeiten zu bieten. Entweder man lässt immer eine Reihe Buchstaben lesen, dann wird diese natürlich von Fall zu Fall dem Beobachter geläufiger und der Grad der Aufmerksamkeitsablenkung nimmt beständig ab. Dieses Verfahren könnte man benutzen, um speciell die Veränderung festzustellen, welche die Täuschung durch das Bekanntwerden der Buchstabenreihe erfährt.

Sodann könnte man versuchen, mehrere Reihen, die möglichst gleichmäßig nach Buchstaben- und Wortzahl, wie nach neutralem Charakter des Inhalts der Worte construiert wären, zu einer quantitativen Bestimmung zu vereinigen. Man ginge etwa bei jeder einzelnen Schätzung zu einer neuen Reihe über, und müsste die Beurtheilungen dieser natürlich immer verschiedenen Urtheilsfälle zusammenstellen. Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass die einzelnen Buchstabenreihen immer beträchtlich verschiedenartige Perceptionsbedingungen mit sich bringen. Ungleiche phonetische Schwierigkeiten, ungleiche Beziehungen der einzelnen Worte zum Interessenkreis der Versuchsperson u. a. m. machen die Reihen nie in Hinsicht der Lesebedingungen vergleichbar.

Man kann weiter fragen, ob man besser thut, bei den Leseversuchen eine vergleichende Methode anzuwenden, so dass

etwa nach einer Zwischenzeit eine reizbegrenzte »leere« Zeit mit der Zeitstrecke des Lesens verglichen würde; oder ob die Herstellung einer gleichen Zeit wie der Lesezeit durch die Versuchsperson, etwa mittels graphischer Registrirung derselben, vortheilhafter ist? Ich combinirte aus Gründen, die ich bei einer Gesamtdarstellung der Versuche mit Zeitschätzung bei totaler Ablenkung der Aufmerksamkeit darlegen werde, je eine der obigen Verfahrensweisen mit einer dieser Methoden zu zwei Arten der quantitativen Bestimmung der etwa vorhandenen Zeittäuschungen.

Es wurde zunächst immer eine Reihe gelesen, bis dieselbe der Versuchsperson ganz geläufig zu sein schien; sobald diese zu Ende war, wurde eine scheinbar gleich lange Zeit abgewartet, und wenn der Schluss derselben gekommen schien, markirte die Versuchsperson denselben mit einer Registrirvorrichtung auf der Kymographiontrommel. Zugleich war damit gegen die früheren Versuche ein weiterer Unterschied gegeben: die Fehlzeit, wenn ich so sagen darf, musste ohne Einschiebung der Zwischenzeit registrirt werden. Die Einschiebung einer Zwischenzeit erschwert das ohnehin schwierige Abschätzen der Lesezeit so sehr, dass die Registrirungen geradezu lächerliche Schwankungen aufweisen. Ist dagegen die Lesezeit noch frisch im Gedächtniss — wie bei unmittelbarer Wiedergabe derselben, ohne Zwischenzeit — so zeigt sich ein einigermaßen constanter Gang der Schätzung.

Die Versuche nach diesem ersten Verfahren wurden nun so ausgeführt. Der Beobachter hatte immer dieselbe Reihe zu lesen. Vor dem Versuche wurde der obere Schirm so geschoben, dass eine Buchstabenreihe unter seinem Fenster ablief. Durch einen Schieber hielt ich das Fenster verschlossen, bis ich die Buchstabenreihe kommen sah, dann rief ich der Versuchsperson »jetzt« zu, zugleich mit dem »jetzt« schnellte ich den Schieber zurück, der Beobachter blickte auf die Trommel und las die Buchstabenreihe. Sobald dieselbe zu Ende war, schloss er die Augen und wartete, die Hand am Registrirapparat, bis ihm eine der Zeitdauer des Lesens gleiche Zeitstrecke abgelaufen schien. (Bei einigen Vorversuchen ließ ich nach beendetem Lesen die Trommel fixiren. Sehr bald habe ich das als störend erkannt und die betreffenden Versuche verworfen.) Den Schlussmoment derselben suchte er mit

der Registrirbewegung möglichst genau zu treffen. Anfang und Schluss der Lesezeit wurden bei einigen Versuchsreihen noch besonders, in zweifacher Weise markirt. Den Beginn wie den Schluss der Buchstabenreihe bezeichnete nämlich auf der Trommel eine horizontale rothe Linie; und durch eine an der Trommel angebrachte Contactspitze, die ganz momentan eine dünne Kupferlamelle streifte, wurde ein schwacher Glockenschlag ausgelöst. (Die Glocke befand sich hinter dem Kymographion.) Der Contact muss in diesem Falle übrigens so angebracht sein, dass das Glockensignal auch wirklich dem ersten bzw. letzten Moment des Lesens entspricht, er muss daher mit dem zunehmenden Bekanntwerden der Reihe öfter verschoben werden, sonst empfindet ihn der Beobachter als störend. Kommt das Glockensignal hingegen nicht gerade in störender Weise zu früh oder zu spät, so wird es von der Versuchsperson überhaupt nicht beachtet. Ich ließ es daher in späteren Versuchen wieder weg und fand, dass das weder für das Sicherheitsgefühl der Versuchsperson noch für den Ausfall der Urtheile etwas zu bedeuten hatte. Eine etwas veränderte Anordnung hatte noch die Versuchsreihe des Herrn Klbs. Bei dieser ließ ich den Beobachter nur durch Aussprechen des Wortes »jetzt« den Schlussmoment der zweiten Zeit angeben. Dann schnellte ich selbst den Schreiber von der Trommel ab. Bei den Zahlen dieser Reihe wäre also meine Reaction auf Schall zu subtrahiren. Da sie als ziemlich constanter Werth (ich besitze im Reagiren einige Uebung) hinzukommen dürfte, so habe ich diese Abrechnung nicht ausgeführt, weil hier der Gang der Zahlen lediglich in Betracht kommt.

Ich hatte nun am Schluss jedes Einzelversuchs nur nachzusehen, wo die Linie des Schreibers auf der Trommel endigte, und las deren Länge an einer auf der Trommel selbst angebrachten Halbmillimetertheilung ab. Die Justirung des Schreibers geschah so, dass als seine Nullstellung derjenige Moment markirt wurde, bei welchem die horizontale rothe, den Anfang der Buchstaben bezeichnende Linie voll ins Gesichtsfeld trat. Es ist nöthig, für eine gleichmäßige Kopfhaltung der Versuchsperson zu sorgen, doch sind die Fehler, die durch kleine Schwankungen der Kopfhaltung entstehen können, verschwindend gegen die subjectiven Schätzungsfehler.

Durch besondere Versuche überzeugte ich mich endlich davon, mit welcher Genauigkeit eine Registrirung eines bestimmten Zeitmomentes von der Versuchsperson ausgeführt werden könne. Eine ausreichende Controle hierfür erhält man natürlich nie, da es sich bei dem Markiren des Schlussmomentes der abgewarteten Zeit ja um die Wiedergabe des Momentes eines inneren Erlebnisses handelt. Wohl aber kann man die Versuchsperson daraufhin prüfen, wie constant sie einen erwarteten Zeitmoment, z. B. das Erscheinen von Linien auf der Trommel in leicht zu beurtheilender Zeitfolge registriert. So oft ich diesen Versuch ausführen ließ, fand ich nicht unbeträchtliche Registrirfehler, die im Maximum bis 0,2 s reichten. Innerhalb der Grenzen von $\pm 0,2$ s dürften also die unten mitgetheilten Einzelregistrirungen (von Jdd. und Hcks.) ungenau sein, obwohl man beachten muss, dass das eine maximale Angabe für die mögliche Fehlerbreite ist. Von Fall zu Fall, d. h. nach jeder Einzelregistrirung fragte ich die Versuchsperson nach der etwa vermutheten Fehlerrichtung. Ich erhielt dann meist Antworten, welche den auffallenderen objectiven Schwankungen der Registrirzahlen entsprachen. Dagegen waren sich meine Versuchspersonen des constanten Fehlers, den sie begehen, gar nicht bewusst. Numerisch verwerthen lassen sich diese Selbstangaben der Versuchspersonen wohl nicht.

Die Zahl der gelesenen Buchstaben betrug stets 25 (außer in der Versuchsreihe von Klbs., bei welcher 15 Buchstaben gelesen wurden), sie bedeckten also die Hälfte der Trommel. (Alle Baltzar-Zimmermann'schen Kymographiontrommeln haben 50 cm Umfang.) Bei allen Versuchen, mit Ausnahme derer von 15 Worten, beträgt also die Lesezeit die Hälfte der Umdrehungszeit der Trommel. Ein Wiederauftauchen der Buchstaben vor dem Blick des Beobachters war übrigens nicht möglich, da 1) die Versuchsperson die Augen schloss und 2) der Schieber des Schirmfensters von mir sogleich nach dem Lesen wieder zugeschoben wurde.

Ich theile zuerst eine kurze Versuchsreihe des Beobachters Jdd. mit. Die Rotationszeit der Trommel ist 10,0 s, die Lesezeit also, da 25 Buchstaben gelesen werden, 5,0 s. Die einzelnen Registrirungen (Fehlzeiten) werden in cm und Secudentheilen angegeben, 1 cm ist hier also = 0,2 s. Die 25 Buchstaben bilden sechs Worte.

Beob. Jdd. Lesezeit 5,0 s = 25 cm.

Registrierte Zeiten	in cm	in Sec.
1.	22,4	4,48
2.	24	4,80
3.	24,3	4,86
4.	24,5	4,90
5.	26,5 ¹⁾	5,30
6.	22,5 ²⁾	4,50
7.	24,5	4,90
8.	24	4,80
9.	22,6	4,52
10.	22,2	4,44

Mittel der registrierten Zeiten: 4,75 s.

Man sieht sogleich, dass die Lesezeit durchweg unterschätzt, die »leere« Zeit überschätzt wird³⁾. Der Mittelwerth der geschätzten Zeit 4,75 s hat aber hier keinen besonderen Werth, sondern was interessiren muss, ist der Gang des Urtheils, denn in diesem muss der Einfluss des Bekanntwerdens der Reihe auf die Zeitschätzung zu Tage treten. Die Versuche wurden so lange fortgesetzt, bis die Versuchsperson das Lesen völlig zu beherrschen erklärte. Zum Verständniss der Versuche muss man sich vergegenwärtigen, dass das Lesen einer Buchstabenreihe unter den Umständen dieses Experiments an sich schon schwierig ist; sollen die Buchstaben wohl gar zu Worten zusammengesetzt werden, so erfordert das bei dem successiven Auftreten und fast augenblicklichen Wiederverschwinden die ganze Concentration des Beobachters, weil wir gewohnt sind, Worte immer so zu lesen, dass uns der gleichzeitige Anblick aller Buchstaben gestattet ist. Es wird also auch das Gedächtniss der Versuchsperson in Anspruch genommen, sie hat immer die soeben verschwundenen Buchstaben festzuhalten, um sie zu Worten zusammensetzen zu können. Dazu kommt, dass

1) Vom Beobachter selbst als zu lang bezeichnet.

2) Vom Beobachter selbst als zu kurz bezeichnet.

3) Wenn, wie hier, nach Art der Methode der mittleren Fehler die zweite Zeit von der Versuchsperson producirt wird, so muss sich Ueberschätzung derselben darin zeigen, dass sie zu kurz gemacht wird. Die Versuchsperson hält die subjectiv erlebte Zeit für länger, als sie ihrem objectiven Zeitwerthe nach ist, darum gibt sie dieselbe mit einem zu kleinen Zeitwerthe wieder.

das Aussprechen der Worte vor dem Auftreten der ersten Buchstaben des neuen Wortes schnell und pünktlich geschehen muss. Für den geistigen Act der Combination der successiv gelesenen Buchstaben zum Worte ist also nur ein Moment verfügbar, wenn die Versuchsperson für das nächste Buchstabenbild bereit sein soll. Die ganze Leistung liegt bei den von mir verwendeten Zeitverhältnissen gerade an der Grenze der Leistungsfähigkeit der Versuchspersonen. Infolge dessen war bei den ersten 4—5 Vorbeigängen der Buchstabenreihen immer nur eine partielle Lesung und Combination der Buchstaben zu Worten möglich. Vom fünften Vorbeigang an pflegte die Reihe richtig gelesen zu werden. Dann wurde sie schnell bekannt, etwa bis zum siebenten Versuch. Darauf wurde sie als bekannte mit dem Bewusstsein der Sicherheit gelesen. Dementsprechend war die Abschätzung und Registrirung der Lesezeit anfangs mit dem Gefühl größter Unsicherheit verbunden. Vom fünften Versuche an pflegten die Versuchspersonen sich sicherer zu fühlen, etwa bei der neunten und den folgenden Wiederholungen erklärten sie sogar, einigermassen auf die Lesezeit selbst achten zu können, und wenn ich weiter zu völliger Bekanntheit der Reihe ging, wie bei Hcks., so wurde der Versuch mit einem gewissen Grade von Lust über die leichte Art des Gelingens der vorher als äußerst mühsam empfundenen Thätigkeit ausgeführt.

Diese Bemerkungen mögen eine Andeutung zur Erklärung des auffallenden Ganges der Einzelschätzungen geben.

Man sieht aus der Zahlenreihe von Jdd. zunächst, dass anfangs die Lesezeit beträchtlich zu kurz wiedergegeben wird. Nach den Erfahrungen des täglichen Lebens hat man das zu erwarten, denn es dürfte sich das Experiment des Abschätzens einer Lesezeit mit den bekannten Thatsachen decken, dass wir einen mit interessanter oder anstrengender geistiger Thätigkeit ausgefüllten Zeitraum für zu kurz halten. Die Aufmerksamkeit — so will ich in der Sprechweise des täglichen Lebens kurz sagen — ist von der Wahrnehmung des Zeitverlaufs ganz abgelenkt, wir sind ganz mit unserer Arbeit, mit dem Zeitinhalt also, beschäftigt, und darum erscheint uns die Zeit zu kurz. Auch das entspricht der täglichen Erfahrung, dass in dem Maße, wie die Buchstabenreihe bekannt wird, nun die Aufmerksamkeit sich mehr dem Zeitver-

laufe selbst zuwenden kann, zu erwarten ist, dass dann die Zeitschätzung correcter wird, die registrirten Zeiten müssen also größer werden. Ganz entsprechend lesen wir in den Versuchsergebnissen, dass die registrirten Zeiten sich schnell dem Werth der *NZ* nähern, und beim fünften Versuch wird sogar die »leere« Zeit zu groß gemacht. Da der Beobachter hier selbst angibt, zu spät registriert zu haben, so ist wahrscheinlich dieser Fehler kein allzugroßer. Dann aber tritt in überraschender Weise eine gleichmäßige Wiederabnahme der geschätzten Zeit ein. Beim zehnten Einzelversuch ist die Ueberschätzung der zweiten Zeit wieder beinahe dieselbe wie anfangs.

Wie ist dieser zweite Rückgang in den Zahlen der registrirten Zeit zu erklären?

Ich zeige zunächst, dass diese Erscheinung keine vereinzelte und individuelle ist. Der nächste Versuch ist in derselben Weise ausgeführt wie bei Jdd., Beobachter ist Hcks., die Lesezeit ist hier 8,0 s, die Umdrehungszeit der Trommel 16 s (1 cm also = 0,32 s). Es werden 25 Buchstaben (5 Worte) gelesen. Das Lesen der Reihe wird so lange fortgesetzt, als sich noch keine Ermüdung des Beobachters geltend machte.

Beob. Hcks. Lesezeit 8,0 s = 25 cm.

Registrierte Zeit	in cm	in Sec.
1.	17,80	5,70
2.	18,90	6,05
3.	21,05	6,70
4.	20,40	6,50
5.	21,30	6,80
6.	20,55	6,57
7.	22,90	7,32
8.	21,50	6,88
9.	20,75	6,64
10.	21,80	6,97
11.	23,15	7,40
12.	23,25	7,44
13.	20,20	6,46
14.	19,90	6,36
15.	22,00	7,04
16.	23,00	7,36
17.	19,85	6,35
18.	19,10	6,10
19.	17,60	5,63
20.	19,50	6,04
21.	16,60	5,31

Mittel der registrirten Zeiten = 6,416 s.

Der Gang der Urtheile bei diesem Versuch entspricht demjenigen bei Jdd., der constante Fehler aber hat viel entschiedenere Ausprägung, der Beobachter unterschätzt die Lesezeit bei weitem, er gibt sie anfangs um etwa 2 Sec. zu kurz an, erst ganz allmählich wird die Schätzung correcter, bei der elften und zwölften Wiederholung derselben Buchstabenreihe erreicht die registrierte Zeit ihr Maximum, bleibt aber auch da noch hinter dem objectiven Zeitwerth der Lesezeit zurück. Vom 13. Einzelversuch an tritt wieder der Rückgang des Zeitwerthes der Lesezeit, bezw. eine Ueberschätzung der registrierten Zeit auf (allerdings zunächst mit großer Unregelmäßigkeit). Die registrierte Zeit kommt dann zuletzt gar zu kleineren Zahlen wie bei dem ersten Einzelversuch.

Dieses erstaunliche Maß der ganzen Täuschung erklärt sich gegenüber dem Ergebniss des vorigen Versuchs wohl 1) daraus, dass hier eine längere Zeit gelesen wird, und es ist danach wahrscheinlich, dass zwischen 5 und 8 Secunden die Täuschung durch Ablenkung der Aufmerksamkeit auf den Zeitinhalt noch im Zunehmen begriffen ist; sodann 2) dadurch, dass der Beobachter damals (Sommer 1893) der deutschen Sprache nicht sehr mächtig war, er bedurfte zum Lesen einer ungewöhnlichen Concentration; es ist endlich Hcks. derselbe Beobachter, der auch bei den Versuchen mit Zeitausfüllung durch einfache Sinnesreize den Typus der starken Ueberschätzung repräsentirt. (Das Ergebniss aller dieser Versuche bedarf natürlich zu seinem vollen Verständniss einer Prüfung der constanten Fehler beim normalen Zeitsinnversuch nach der Methode der mittleren Fehler.)

Der Rückgang der Zeitwerthe der registrierten Zeit könnte vorläufig vielleicht so erklärt werden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Art und Weise, auf welche die Versuchsperson bei diesen Abschätzungen der Zeitdauer des Buchstabenlesens zu einer Vorstellung von der Zeit, die sie zum Lesen gebrauchte, gelangt, drei verschiedene Stadien durchläuft. Das erste Stadium wird dadurch charakterisirt, dass das Lesen die ganze verfügbare Aufmerksamkeitsenergie in Anspruch nimmt. Der Zeitverlauf selbst, die Zeitverhältnisse des Lesens als solche können nicht beachtet werden, deshalb scheint uns die Lesezeit zu kurz. Allmählich wird die Reihe

bekannter, dadurch gelingt es vielleicht der Versuchsperson ein gewisses Maß von Aufmerksamkeit den zeitlichen Verhältnissen selbst zuzuwenden, diese werden infolgedessen correcter beurtheilt. Nun aber, nachdem die Lesereihe bekannt geworden ist, gewinnt das Lesen den Charakter einer lustvollen, leicht von statten gehenden Thätigkeit (ganz besonders im Gegensatz zu der vorigen Anstrengung), die schon nach den Erfahrungen des täglichen Lebens mit scheinbarer Zeitverkürzung verbunden ist. (»Lust und Beschäftigung verkürzen die Zeit« sagt das Sprichwort.) Worin die Beziehung der Lust- und Unlustgefühle zu unserer Zeitschätzung ihre Erklärung findet, darauf gehe ich hier nicht ein. Ich hoffe in Kurzem zeigen zu können, dass unsere Zeittäuschungen nicht bloß auf dem öfter erwähnten Gegensatz der Aufmerksamkeitsrichtung beruhen, der neuerdings von einigen Psychologen so einseitig betont wird, sondern dass das verschiedene Maß von Differenzirung des Zeitinhaltes und die Bildung von Maßstäben zwei selbständige Ursachen eigenthümlicher Täuschungen sind.

Die Erklärung von Zeittäuschungen aus dem Unterschied der Aufmerksamkeitsrichtung (auf die Zeitverhältnisse oder den Zeitinhalt) war übrigens auch der älteren Psychologie nicht unbekannt. (Vgl. die vortreffliche Analyse der »Langenweile« bei J. E. Erdmann, Psychologische Briefe S. 271 ff. 1856.) Für die obige Auffassung spricht noch, dass die zweite Unterschätzung der Lesezeit nach dem Bekanntwerden der Wortreihe nicht immer eintritt. Sie kommt nur vor, wenn man den Beobachter ganz sich selbst überlässt. Sie bleibt vielfach aus, wenn man ihn während der Versuchsstunde ermahnt, beständig auf die Zeitverhältnisse der Buchstabenreihe zu achten.

Ich theile noch zwei weitere Versuche mit, die die Richtigkeit dieser Auffassung bestätigen. In dem nächsten Experiment werden nur 15 Buchstaben (fünf Worte) gelesen. Die Zeitdauer des Lesens ist 4,8 s, die ich kurz als fünf Secunden bezeichne (aber unten immer ihrem wahren Zeitwerth nach berechne). Die Umdrehungszeit der Trommel ist 16 s. Beobachter Klbs. (1 cm = 0,32 s).

Beob. Klbss. Lesezeit 5,0 (4,8) s = 15 cm.

Registrierte Zeit	in cm	in Sec.
1.	9,50 (!)	3,04
2.	10,80	3,45
3.	12,10	3,87
4.	13,90	4,44
5.	11,95	3,80
6.	13,35	4,27
7.	13,50	4,32
8.	14,50	4,64
9.	13,95	4,46
10.	13,15	4,20
11.	12,25	3,92
12.	12,80	4,09

Mittel der registrierten Zeiten = 4,041 s.

Es wurde gelesen, bis der Beobachter die Reihe für ganz bekannt erklärte. Die Lesezeit wird auch hier sehr beträchtlich unterschätzt. Anfangs beträgt der Fehler (ähnlich wie vorher für Hcks. bei 8,0 s) etwa anderthalb Sekunden! Ebenso wie bei Hcks. wird die objective Dauer der Lesezeit durch die ganze Reihe zu kurz angegeben. Bei der achten Wiederholung des Versuchs erreicht die Schätzung der ersten Zeit ihr Maximum, wobei sie noch immer um 0,16 s zu kurz angegeben wird. Dann tritt auch hier aufs neue stärkere Unterschätzung der Lesezeit ein, obgleich diese nicht soweit in den registrierten Zeitwerthen zurückgeht wie bei Hcks.

Dieser Versuch, mit den beiden früheren (an Jdd. und Hcks.) zusammengestellt, dürfte bestätigen, dass die Wiederzunahme der Unterschätzung der Lesezeit keine vereinzelte oder individuelle Erscheinung ist, um so interessanter ist die Thatsache, dass sie bei einer anderen Art von Versuchen, bei denen auf eine nur wenig von den Leseversuchen verschiedene Art die Ablenkung der Aufmerksamkeit vom Zeitverlauf erreicht wurde, dieser Rückgang der geschätzten Zeitwerthe nicht eintritt. Ich variirte unter anderen den Versuch so, dass statt der Buchstaben Reihen von etwa 7 mm langen Linien und von Punkten auf der Trommel gezeichnet wurden (ich erwähne hier nur die Linienversuche näher). Die Linien waren in Gruppen von 2—5 zusammengeordnet. Die Zahl der Linien in den Gruppen wechselte unregelmäßig; auf je

1 qcm der Trommel kam eine Liniengruppe, die etwa den Raum eines der in den vorigen Versuchen verwendeten Buchstaben einnahm. Die gesammte übrige Anordnung blieb dieselbe. Der Beobachter hatte durch das Fenster des Schirms auf die vorbeiziehenden Linien hinzublicken, und dieselben zu zählen. Es erschien immer nur eine Liniengruppe vollständig im Gesichtsfeld. Je nachdem, ob die Linien horizontal oder vertical gezogen waren, musste das Zählen sehr verschiedene Schwierigkeit bereiten, ebenso je nach der Anzahl der Linien in den Gruppen. Hierdurch und durch die verschiedene Geschwindigkeit der Trommel konnte die zum Linienzählen erforderliche Aufmerksamkeitsenergie in weiten Grenzen abgestuft werden.

Ich theile von diesen Versuchen nur einen mit, da er für den Ausfall der Zeitschätzung bei dem Zählen von Linien typisch ist. Beobachter ist Jdd. Die Zählzeit¹⁾ 5,0 s. Die Zahl der Linien einer Gruppe schwankt zwischen 2 und 4, die Zahl der Gruppen ist 25 (die Hälfte der Trommel bedeckend). Die Umlaufgeschwindigkeit der Trommel ist 10 s. Die registrirten Zeiten werden wieder in cm und Sec. angegeben; 1 cm = 0,2 s.

Beob. Jdd. Zählzeit 5,0 s = 25 cm.

Registrierte Zeit	in cm	in Sec.
1.	17,4	3,48
2.	20,00	4,00
3.	22,50	4,50
4.	24,50	4,90
5.	20,00	4,00
6.	19,50	3,90
7.	20,40	4,08
8.	23,90	4,78
9.	21,00	4,20
10.	21,50	4,30
11.	23,00	4,60
12.	23,40	4,68
13.	22,60	4,52
14.	22,00	4,40
15.	23,40	4,68
16.	22,6	4,52

Mittel der registrirten Zeiten = 4,19.

1) Sie kann natürlich auch als »Lesezeit« bezeichnet werden.

Gemeinsam ist dem Ergebniss dieses Versuchs mit dem der vorigen zweierlei, 1) dass die Zeit des Linienzählens constant unterschätzt, also durch zu kleine Zeitwerthe der registrierten Zeit wiedergegeben wird; nicht ein einziges Mal wird die Zählzeit correct, d. h. in der vollen Länge registriert; 2) ist anfangs bei den ersten zwei Abschätzungen diese Unterschätzung am größten, sie nimmt dann schnell zu, um in sehr unregelmäßigen Schwankungen bis zum Schluss immer unter dem Werth der objectiven Zählzeit zu verharren. Dagegen fehlt hier ganz der Rückgang der registrierten Zeitwerthe nach erreichtem Maximum der Schätzungsgenauigkeit. Es tritt also kein zweites Stadium der Unterschätzung der Zähl- oder Lesezeit ein! Es erklärt sich das daraus, dass die Linienreihen selbst bei längerer Fortsetzung der Versuche mit einer und derselben Reihe nie »auswendig gelernt«, nie vollständig bekannt werden. Bei jedem Versuche erscheint die Reihe wieder neu, und bereitet fast die gleichen Schwierigkeiten. Es kann also bei dem Abschätzen der Zeit des Linienzählens das dritte Stadium der angenehmen und leichten Abschätzung gar nicht eintreten. Da dieses Nichtbekanntwerden der Linienreihen der einzige durchgreifende Unterschied im ganzen Verlauf der Zeitschätzung bei den Zählversuchen und denen mit Buchstabenlesen ist, so dürfte das zweite Stadium der Unterschätzung der Lesezeiten bei den ersteren Versuchen auf diesen einzigen verschiedenen Umstand, d. h. das vollständige Bekanntwerden der Wortreihe und die dadurch verursachte Aenderung in der Urtheilsbildung zurückzuführen sein.

Damit, dass die Linienreihe fast gar nicht bekannt wird, erklärt sich auch, dass das erste Stadium der Urtheilsbildung hier anders verläuft, wie in den früheren Versuchen mit Buchstabenlesen. Während dort nämlich die Unterschätzung der Lesezeit langsam abnahm, ist hier streng genommen nur in der ersten Registrirung ein auffallend niedriger Zeitwerth angegeben. Schon die zweite Registrirung nähert sich dem Durchschnittswerth der geschätzten Zeiten an ($21,7 \text{ cm} = 4,54 \text{ s}$) und die sechste Wiederholung des Versuchs ergibt eine niedrigere Schätzung wie die zweite.

Es fehlt eben hier das Stadium des Bekanntwerdens und die erste Schätzung der Reihe verdankt ihren niedrigen Werth der

besonderen Schwierigkeit des Zählens, die aus der mangelhaften Adaptation des Beobachters an die Versuchsumstände stammt. Andererseits kann die Thatsache, dass beim Linienzählen 1) das Stadium des Bekanntwerdens der Reihe fehlt, und dass 2) bei diesem Versuch zugleich die gleichmäßige Zunahme des scheinbaren Zeitwerthes der Lesezeit fehlt, zum Beweis dafür dienen, dass das Bekanntwerden der Buchstaben wirklich die Ursache für die anfängliche Zunahme der scheinbaren Länge der Buchstaben-Lesezeit ist.

Schlussbemerkungen.

Zum Abschluss dieser Arbeit möchte ich eine kurze Zusammenfassung ihrer wichtigsten Resultate geben und sodann einige Erfahrungen und Beobachtungen etwas ausführlicher erörtern, die ich zum Theil schon im Vorigen flüchtig berührt habe.

Unsere Zeitschätzung ist in hohem Maße abhängig von der Art der Ausfüllung der Zeitstrecken.

Diese Abhängigkeit äußert sich in ganz verschiedener Weise bei kleinen, mittleren und größeren Zeiten.

Werden zwei different ausgefüllte Zeitstrecken miteinander verglichen, von denen die erste eine reizerfüllte, die zweite eine »leere«, reizbegrenzte ist, so erscheint bei kleinsten und kleinen Zeiten die reizerfüllte Zeit größer wie die reizbegrenzte Zeitstrecke; bei großen Zeiten tritt das Umgekehrte ein, die reizerfüllte Zeit erscheint kleiner wie die reizbegrenzte. Zwischen diesen beiden Richtungen der constanten Fehlschätzung unter dem Einfluss differenter Ausfüllung lässt sich fast immer eine Indifferenzzone nachweisen, innerhalb deren die different ausgefüllten Zeitstrecken gleich oder annähernd gleich erscheinen, innerhalb deren also weder Ueber- noch Unterschätzung einer von beiden Zeitstrecken herrscht.

Diese Regel gilt streng nur von der Ausfüllung einer der verglichenen Zeiten mit discontinuirlichen Empfindungen, ihre Anwendbarkeit auf die Vergleichung von Tonzeiten mit reizbegrenzten Zeiten ist noch zweifelhaft.

Wird eine mit geistiger Arbeit ausgefüllte Zeit ihrer Dauer nach abgeschätzt (reproducirt), so wird diese viel zu kurz angegeben.

Der Fehler scheint sich einerseits nach dem Maß der aufgewendeten Aufmerksamkeitsenergie zu richten, andererseits nach dem Lustcharakter der Thätigkeit.

Am eingehendsten ist durch unsere bisherigen Untersuchungen festgestellt worden, welchen Einfluss differente Ausfüllung auf die Zeitschätzung hat, wenn discontinuirliche Empfindungen des Gehörs-, Gesichts- und Tastsinns zur Ausfüllung der einen der beiden verglichenen Zeiten verwendet werden. Die Einwirkung dieser Art von Zeitausfüllung lässt sich auf folgende Regeln bringen:

Durch Ausfüllung einer von zwei verglichenen Zeiten mit einem oder mehreren Schall-, Licht- oder Tasteindrücken werden, wenn die andere Zeitstrecke bloß durch Reizbegrenzung hergestellt wird, kleinste bis mittlere reizerfüllte Zeiten (bis im Maximum reichlich 4,0 s) sehr beträchtlich überschätzt, bei mittleren verliert sich allmählich der Einfluss der Ausfüllung in dem Sinne, dass keine constante Fehlschätzung nach einer Richtung mehr sichtbar ist und die Wirkung der differenten Ausfüllung der Zeiten zeigt sich nur in einer Vergrößerung beider Schwellen. Bei größeren Zeiten (mindestens bei 8–10 s) tritt ein Umschlag des Urtheils ein, so dass die reizbegrenzten Zeiten überschätzt werden.

Die Zahl der ausfüllenden Eindrücke ist für den Effekt der Zeitausfüllung nicht gleichgültig. Ihr Einfluss dürfte am stärksten sein bei kleinen Zeiten. Für diese gilt folgende Regel. Bei Schalleindrücken bewirkt zunehmende Zahl der zeiterfüllenden Eindrücke nicht nothwendig zunehmende Ueberschätzung, da die häufig eintretende subjective Rhythmisirung der Schallempfindungen der Ueberschätzung der reizerfüllten Zeit entgegenarbeitet. Bei Lichteindrücken wie (abgesehen von der Rhythmisirung) bei Schalleindrücken nimmt das Quantum der Ueberschätzung mit zunehmender Zahl der ausfüllenden Reize zu, so lange nicht die Empfindungen sich der Continuirlichkeit (Verschmelzung) annähern. Für Tasteindrücke ist in den bisherigen Versuchen nur Zunahme der Ueberschätzung mit der Zunahme der Reizzahl festgestellt.

Die Zahl der Eindrücke bewirkt ferner, dass die Indifferenzzone erst bei um so größeren Zeiten eintritt, je mehr Eindrücke in der reizerfüllten Zeit ablaufen.

Die Ausfüllung einer der verglichenen Zeiten mit continuirlichen

Empfindungen (z. B. Tönen) gibt im allgemeinen dasselbe Resultat, wie die Ausfüllung mit discontinuirlichen Eindrücken. Aber das Quantum der Täuschungen ist unter sonst gleichen Bedingungen bei Ausfüllung mit continuirlichen Empfindungen geringer. Für größere Zeiten ist das noch nicht sicher festgestellt, bei Tonzeiten scheint überdies der Umschlag des Urtheils unter dem Einfluss der Vergrößerung der Zeiten nicht einzutreten, sondern die anfängliche Ueberschätzung der Tonzeit nur einer Indifferenz des Einflusses der Ausfüllung Platz zu machen.

Alle diese »Täuschungen des Zeiturtheils« gelten streng nur, wenn die künstliche Zeitausfüllung bei der vorausgehenden Zeit angebracht wird. Die Wirkung, welche irgend eine Art der Zeitausfüllung in der zweiten Zeitlage auf das Zeiturtheil zeigt, ist fast immer von der bei erster Zeitlage der Ausfüllung verschieden, häufig ist sie gerade die entgegengesetzte.

Aus diesen und anderen im Vorigen entwickelten Gründen muss man annehmen, dass die Anbringung der Ausfüllung bei der ersten oder zweiten von zwei verglichenen Zeiten zwei psychologisch verschiedene Thatbestände bezeichnet¹⁾.

Alle bis hierher entwickelten Regeln für die Abhängigkeit der

1) Man vergleiche dazu die verschiedene Wirkung intensiverer zeitbegrenzender Schallempfindungen gegenüber einer von schwächeren Schalleindrücken begrenzten Zeit, je nach der Zeitlage der intensiveren Schläge, Phil. Stud. IX, S. 286 ff. Ich erkläre an dieser Stelle meiner früheren Abhandlung, über den Einfluss der Intensität der begrenzenden Empfindungen auf die Zeitvergleiche, diesen Unterschied in der Beurtheilung intensiv und schwach begrenzter Schalleiten ausdrücklich aus dem verschiedenen Verhalten der Aufmerksamkeit bei NZ und VZ, zufolge dessen erst die Thatsache erklärbar wird, dass Schallverschmelzung sich nur in zweiter Zeitlage geltend macht im zeitverkürzenden Sinne. Schumann, der diesen Zusammenhang nicht begreift, behauptet in einem Referat über meine Abhandlung, dass ich nur die Schallverschmelzung als Erklärungsursache herbeizöge. Obgleich ich dann in einer »Berichtigung« auf diese falsche Auffassung der angeführten Stelle von Seiten Schumann's aufmerksam gemacht hatte, so hat Schumann in einer darauf folgenden »Erwiderung« auf seinem Irrthum bestanden und mir übrigens durch eine nähere Analyse der angeführten Stelle meiner Arbeit mit wünschenswerther Deutlichkeit gezeigt, dass er thatsächlich den Zusammenhang nicht verstanden hat. Dafür erhebt er den Vorwurf gegen mich, dass ich meine eigene Arbeit nicht kenne. Unfähig zum Verständniss der Absichten Anderer und präntiös in der Kritik — das charakterisirt meinen Gegner.

Zeitschätzung von der differenten Zeitausfüllung gelten für die Zeitausfüllung mit Empfindungen aller Sinnesgebiete gemeinsam.

Daneben lassen sich Besonderheiten geltend machen, die der Wirkung der Zeitausfüllung mit Empfindungen eines speciellen Sinnesgebietes auf das Zeiturtheil zukommen. Diese besonderen Wirkungen der einzelnen Sinnesgebiete auf das Zeiturtheil bei differenter Zeitausfüllung zeigen sich: 1) in dem Quantum der »Täuschung des Zeiturtheils«, der Ueber- und Unterschätzung, das unter sonst gleichen Bedingungen, d. h. insbesondere bei gleicher Zeitgröße und gleicher Zahl und analoger Intensität der erfüllenden Empfindungen für Empfindungen jedes Sinnesgebietes ein anderes zu sein scheint. Insbesondere ist bei kleinen Zeiten die Ueberschätzung der reizerfüllten Zeit für Tastempfindungen am größten, für Lichtempfindungen etwas schwächer und für Schallempfindungen am schwächsten, — gleiche Anzahl der erfüllenden Empfindungen vorausgesetzt. 2) In der verschiedenen Regelmäßigkeit, die der Gang der Täuschung mit der Zunahme der absoluten Größe der Zeitstrecken annimmt. Dieser ist am regelmäßigsten bei der Anwendung von Tastreizen, weniger regelmäßig bei Lichtreizen, noch weniger bei Schallreizen. 3) Das Gebiet der Schallempfindungen weist in seinen rhythmischen Verhältnissen eine Reihe von eigenthümlichen Täuschungen des Zeiturtheils auf. Objective oder subjective Rhythmisirung der Schalleindrücke, die nur bei kleinen Zeiten in Betracht kommt, verhält sich bei diesen antagonistisch zur Ueberschätzung der reizerfüllten Zeit. Objective Rhythmisirung der Schalleindrücke der reizerfüllten Zeit bewirkt einen um so stärkeren Rückgang der Ueberschätzung dieser Zeit, je lebhafter, ästhetisch wohlgefälliger und strenger gegliedert der Rhythmus ist und je mehr er die Vorstellung der Beschleunigung mit sich bringt. Es muss aus mehreren Gründen angenommen werden, dass der Einfluss der subjectiven Rhythmisirung auf die Schätzung different erfüllter Zeiten denselben Regeln folgt, obgleich derselbe wahrscheinlich quantitativ hinter dem der objectiven zurücksteht.

In der Nähe der Indifferenzzone kann durch (subjective oder objective) Rhythmisirung der Schalleindrücke Ueberschätzung der reizerfüllten Zeit in Unterschätzung derselben verwandelt werden.

Nach diesem Ueberblick über die wesentlichsten Ergebnisse der

in der vorliegenden Abhandlung mitgetheilten Experimente trage ich einige gelegentliche Erfahrungen und Beobachtungen nach, die ich zum Theil selbst gemacht habe, zum Theil den Aussagen meiner Versuchspersonen entnehme. Alle die früher festgestellten quantitativen Bestimmungen von Ueberschätzungen oder Unterschätzungen der einen von zwei different ausgefüllten Zeiten lassen eine sehr verschiedene Auffassung zu, je nachdem man die »leere« reizbegrenzte Zeit dabei als einen constanten Maßstab betrachtet oder nicht. Thut man das nicht, so lassen sich die Ueber- und Unterschätzungen zum größten Theil ebensowohl darauf beziehen, dass die reizbegrenzte leere Zeit je nach ihrer absoluten Größe einen verschiedenen Zeitwerth für das Bewusstsein besitzt, wie darauf, dass eine und dieselbe Reizausfüllung je nach der Größe der Zeit, bei welcher sie angebracht wird, eine andere Vorstellung von der Zeitgröße der erfüllten Zeit erweckt. Die Frage der Deutung der obigen Versuchsergebnisse complicirt sich aber noch dadurch, dass, wie ich wiederholt bemerkte, die Vergleichung reizerfüllter und reizbegrenzter Zeiten theilweise einen qualitativen Charakter trägt, dass die Quanta der Ueber- und Unterschätzung auch den qualitativen Gegensatz zweier Zeitstrecken, d. h. die verschiedene Lebhaftigkeit, den Gefühlston und die Differenzirung der Zeitinhalte zum Ausdruck bringen. Nur so kann man es verstehen, dass unter Umständen eine »leere« Zeit mehr als doppelt genommen werden muss, um einer reizerfüllten an Größe (Dauer), an subjectivem Zeitwerth überlegen zu sein. Ich deute diese verschiedenen Möglichkeiten der Auffassung jener quantitativen Bestimmungen nur an, um mit meinen späteren auf die Erklärung aller jener Phänomene der Zeittäuschung gerichteten Experimenten an diesem Punkte anknüpfen zu können.

Die Ausführung solcher quantitativen Bestimmungen von Zeittäuschungen durch differente Ausfüllung stößt auf gewisse sehr auffallende Schwierigkeiten, sobald man mehr erreichen will als eine bloße Bestimmung des einzelnen Falles, d. h. sobald man die Ergebnisse ganzer Versuchsreihen untereinander vergleichbar machen will. Die Wirkung der Ausfüllung auf die Zeitschätzung ist außerordentlich verschieden nach der jeweiligen Disposition der Versuchsperson, sie verändert sich oft von Stunde zu Stunde, sie ist

— dem Quantum nach — individuell sehr verschieden, und eine andere bei demselben Individuum zu sehr verschiedenen Zeiten. Man beobachtet nicht selten, dass die ersten fünf bis zehn Urtheile in einer Versuchsstunde ganz correct sind, die Wirkung der Ausfüllung ist gar nicht sichtbar. Mit einem Male tritt sie hervor und nun steigert sich der constante Fehler schnell bis zu der Größe, auf der er bis zum Schluss der Versuchsstunde verharret. Ermüdung der Versuchspersonen steigert ebenfalls die täuschende Wirkung der Ausfüllung in hohem Maße. Große Uebung scheint sie etwas zu vermindern, aber nur bei bestimmten Individuen, bei anderen bewirkt eine längere Fortsetzung desselben Ausfüllungsversuchs eher eine Zu- als Abnahme der Täuschung.

Unter allen Umständen findet man vergleichbare Täuschungsquantum nur bei in kurzer Zeit beendigten Versuchsreihen, bei welchen auch die Disposition des Beobachters, sein Verhalten während des Versuchs, seine Urtheilsweise u. s. w. gleich geblieben sind.

Die individuellen Unterschiede erklären sich vielleicht aus dem mehr directen oder indirecten, mehr qualitativen oder quantitativen Charakter des Zeiturtheils einzelner Personen. Je weniger sich ein Beobachter von dem Eindruck der sinnlichen Fülle des Inhalts der reizerfüllten Zeit losmachen kann, je mehr er also von der Art, von der Differenzirung dieses Inhaltes, von dem Eindruck der großen Zahl erfüllender Eindrücke in seiner Urtheilsbildung bestimmt wird, desto größer wird die Täuschung, desto inconstanter ist sein Urtheil. Je mehr ein Beobachter zur rein quantitativen Schätzung gelangt, desto constanter ist sein Urtheil, desto geringer die Täuschung. Sie bleibt aber niemals aus und vermindert sich durch die längere Fortsetzung der Versuche nur etwa dann, wenn der Beobachter zu einer mehr quantitativen Auffassung der verglichenen Zeiten übergeht. Das kann man auf den Einfluss der »Uebung« beziehen, denn es kommt das von einer Stunde zur andern vor. Am auffallendsten ging von meinen Versuchspersonen Rky. zu einem andern Urtheilstypus über. Anfangs hatte er große Täuschungen und sehr inconstantes Urtheil, als ich nach längerer Unterbrechung die Versuche wieder aufnahm, waren die Urtheile sehr constant und die Täuschungen gering. Ich versuchte daher gerade bei diesem Beobachter durch öftere Wiederholung einer und

derselben Ausfüllung ein Verschwinden der Täuschung zu erreichen, aber die Täuschung blieb bei ihrem festen Typus.

Für die quantitative Bestimmung hat man folgende wichtige Regel zu beachten. Die Vergleichung »erfüllter« und »leerer« Zeiten ist namentlich anfangs so schwierig, dass die Versuchspersonen geneigt sind, von Versuch zu Versuch immer die »leere« Zeit des folgenden Versuchs mit der leeren des vorigen zu vergleichen. Würde man nun die quantitative Bestimmung so ausführen, dass man bei etwaiger Ueberschätzung der ersten und Unterschätzung der zweiten Zeit sehr wenig Verkleinerungen der »leeren« *VZ*, dagegen sehr viele Vergrößerungen derselben einstellte, so müsste die Gefahr eintreten, dass der Beobachter, die leeren Zeiten untereinander vergleichend, sich eine falsche (d. h. in diesem Falle zu große) Vorstellung von der mittleren Länge der eingestellten Vergleichszeiten bildete. Die Ueberschätzung der reizerfüllten Zeit könnte dadurch ganz unnatürlich gesteigert werden. Daher hat man, auch wenn das Urtheil kleiner, z. B. schon bei objectiver Gleichheit der verglichenen Zeiten constant wird, doch noch selbst die größeren Verkleinerungen einzustellen, damit man nicht der erwähnten Tendenz des Beobachters Vorschub leistet. Im Laufe der Versuche verschwindet übrigens diese wie so manche andere Abnormität in den Urtheilsvorgängen.

Wegen des variablen Charakters der Zeittäuschungen bei differenter Zeitausfüllung hat man sich ganz besonders vor Beeinflussung der Versuchspersonen zu hüten. Die Fragestellungen, mit denen man die Selbstbeobachtung der Versuchspersonen gewinnt, müssen so unbestimmt wie möglich gehalten sein. Es gibt Fragen, die immer unverfänglich sind, z. B. die nach dem verschiedenen Sicherheitsgefühl der einzelnen Urtheile. Diese bestätigten mir stets den Ausfall der objectiven Versuchsergebnisse. Man kann aber durch taktloses Ausfragen der Versuchspersonen geradezu Urtheilsfehler bei ihnen züchten, ja sie für bestimmte Versuche unbrauchbar machen, ich habe darüber bei Hautsinnversuchen, die im hiesigen Institut ausgeführt wurden, ganz eigenartige Beobachtungen gemacht, die ich später vielleicht einmal zu verwerthen denke. Ich wartete daher in der Regel einfach die spontane Aussage meiner Versuchspersonen ab, stenographirte diese aber sogleich wörtlich nach, um sie nicht mit eigenen theoretischen Vorstellungen zu vermengen.

Man könnte vielleicht von mir an dieser Stelle Ausführungen darüber erwarten, ob ich die in den obigen Experimenten hervortretenden Täuschungen für Aussagen des directen Zeitbewusstseins ansehe oder ob ich sie auf die Benutzung indirecter Kriterien zurückführe. Allein meiner Absicht gemäß, in eine theoretische Verwerthung der Versuchsergebnisse noch nicht eintreten zu wollen, bis ich das wesentlichste Thatfachenmaterial meiner bisherigen Experimente veröffentlicht habe, spreche ich darüber noch keine Meinung aus. Derselben Zurückhaltung in der theoretischen Deutung der Versuchsergebnisse denke ich mich in den nächsten Veröffentlichungen zu befleißigen¹⁾.

1) Ich theile hier noch die Namen der Herren mit, die mir als Versuchspersonen und bisweilen auch in der Rolle des Experimentators mit ihrer Ausdauer und ihrer unermüdlichen Bereitwilligkeit bei diesen mühsamen und zeitraubenden Versuchen beigestanden haben. Es waren dies die Herren Gale (Gle.), Heller (Hlr.), Hicks (Hcks.), Hupfer (Hpfr.), Judd (Jdd.), Kiesow (Ksw.), Kolbassin (Klbss.), Rostosky (Rky.), Tawney (Twn.). Herr Professor Külpe hat mir bei den S. 191 ff. erwähnten rhythmischen Versuchen freundlichst mit seiner großen musikalischen Technik ausgeholfen. Allen den genannten Herren bin ich zu größtem Dank verpflichtet.
