

Neue Complicationsversuche.

Von

Moritz Geiger.

Mit 13 Figuren im Text.

Die von mir angestellten Versuche beschäftigen sich mit dem zuerst von Wundt experimentell behandelten Problem der Complicationsversuche:

Gegeben ist eine continuirliche Reihe von Gesichtsvorstellungen. Mit welchem Glied dieser Reihe wird ein disparater Sinnesreiz, etwa ein Schallreiz, als gleichzeitig aufgefasst? Entspricht der objectiven Gleichzeitigkeit auch die subjective, d. h. wird der Schall als gleichzeitig mit derjenigen Gesichtsvorstellung aufgefasst, mit der er thatsächlich gleichzeitig war? Wundt hatte gefunden, indem er als continuirliche Reihe von Gesichtsvorstellungen die Drehung eines Zeigers vor einer Scala benutzte, dass objective und subjective Gleichzeitigkeit nicht zusammenfallen, dass nur gelegentlich einmal der Schall auch mit derjenigen Gesichtsvorstellung als gleichzeitig aufgefasst wurde, die objectiv mit ihm zusammentraf. Wundt hatte untersucht, welche Bedingungen für die Größe des gemachten Fehlers maßgebend sind. Er hatte sich dabei des sogenannten Complicationspendels bedient¹⁾: Vor einem Halbkreis, der mit einer Scaleneintheilung versehen ist, vollführt ein Zeiger Pendelschwingungen. Der Zeiger löst bei seinem Vorbeigang an einem Punkte der Scala, der beliebig verändert werden kann, einen Schallreiz aus, und der Beobachter gibt an, mit welcher Stellung des Zeigers der Schall gleichzeitig ge-

¹⁾ Wilhelm Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie. 4. Aufl. II. S. 404.

hört wurde. Der Vergleich der vom Beobachter angegebenen Stellung des Zeigers mit der thatsächlich den Schall auslösenden gibt Aufschluss über die Größe des Fehlers.

Nach Wundt hatten von Tschisch¹⁾ und Pflaum²⁾ unter Benutzung desselben Apparates die Resultate Wundt's theils in den Grundlinien bestätigt, theils durch Variation der Versuchsbedingungen die Resultate erweitert und ergänzt.

Auf der anderen Seite hatten amerikanische Beobachter, Angell und Pierce³⁾, das Complicationspendel mit seiner ungleichförmigen Geschwindigkeit durch einen Apparat mit gleichförmiger Geschwindigkeit ersetzt und waren dabei zu Ergebnissen gelangt, die in wesentlichen Punkten von den Resultaten aller Leipziger Beobachter (Wundt, v. Tschisch und Pflaum) abwichen.

Auf Vorschlag von Herrn Prof. Wundt stellte ich vom October 1900 bis August 1902 im psychologischen Institut der Universität Leipzig mit der von ihm construirten Complicationsuhr eine erneute Nachprüfung der Resultate an. Da die Complicationsuhr ein Apparat mit gleichförmiger Geschwindigkeit des Zeigers ist, so war es möglich, vor allem die abweichenden Resultate der Amerikaner auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Es war dies das eine Problem, das ich meinen Untersuchungen stellte: Wie sind die abweichenden Resultate der verschiedenen Beobachter zu erklären?

Das zweite Problem war theoretischer Natur: Wundt hatte zugleich mit der ersten Veröffentlichung seiner Resultate eine psychologische Deutung gegeben, die er in den späteren Auflagen seines Werkes näher ausführte. Dieser Deutung waren andere gegenübergestellt worden, die theils die Wundt'schen Ausführungen ergänzen wollten, theils in directem Widerspruch zu ihnen standen; so hatte Tschisch eine Deutung der Phänomene versucht, Lipps⁴⁾, auf den

1) Philos. Studien II. S. 603. — Woldemar v. Tschisch, Ueber die Zeitverhältnisse der Apperception einfacher und zusammengesetzter Vorstellungen.

2) Philos. Studien XV. S. 139. — Chr. D. Pflaum, Neue Untersuchungen über die Zeitverhältnisse der Apperception einfacher Sinneseindrücke am Complicationspendel.

3) American Journal of Psychology IV. S. 520. — James R. Angell and Arthur H. Pierce, Experimental Research upon the Phenomena of Attention.

4) Theodor Lipps, Grundthatsachen des Seelenlebens (1883). S. 658.

Wundt'schen Versuchen fußend, die theoretische Seite eingehend erörtert, James¹⁾ gegen Wundt polemisiert. Angell und Pierce mussten auf Grund ihrer entgegengesetzten Resultate natürlich auch zu anderen theoretischen Grundlagen gelangen als Wundt, und in neuester Zeit hat Ebbinghaus²⁾ eine Deutung versucht, die von denen aller früheren Autoren abweicht. Es handelte sich mir darum, — wenn die Resultate einwandfrei festgestellt waren — die verschiedenen Theorien über die Complicationsversuche einer Kritik zu unterziehen, die, so weit es möglich war, die Entscheidung durch Versuchsabänderungen herbeiführen sollte.

1. Die Nachprüfung der früheren Ergebnisse.

a. Apparat und Versuchsanordnung.

Der Apparat, der mir zu meinen Untersuchungen diente, ist die Wundt'sche Complicationsuhr, von E. Zimmermann in Leipzig nach Wundt's Angaben angefertigt.

Der Apparat wird getragen von einem kleinen Tischchen, das 2 Durchbohrungen (*d*) als Durchlass für die Gewichtsketten hat. Auf dem Tischchen liegt ein Zwischenbrett (*xw*) auf, um je nach Bedarf den Apparat tiefer oder höher stellen zu können.

Der Apparat selbst ist eine Gewichtsuhr, die durch Umstellung der Windflügel (*w*) und durch Veränderung der Gewichte, die an der Kette (*k*) aufgehängt sind, auf verschiedene Geschwindigkeiten eingestellt wird. Die Umlaufzeiten des Zeigers (*x*) können hierdurch zwischen 12 Secunden und 0,9 Secunden variiert werden. Das Aufziehen der Uhr geschieht durch Aufwinden der Kette auf das im Gehäuse befindliche Zahnrad mittelst Umdrehung des Halters (*h*₁). Ein federndes Metallband umschließt den Fuß (*f*) des Windflügels und hält dadurch den Apparat in Ruhe. Durch Abdrücken des Bandes durch den Schieber *S* wird der Apparat in Gang gesetzt, durch die beim Andrücken entstehende Reibung angehalten. Das Zifferblatt (*bl*) besteht aus undurchsichtigem weißem Milchglas. Auf seinen beiden Seiten ist in Schwarz die Scala (*sk*) angebracht. Die Scaleneinhei-

¹⁾ James, The Principles of Psychology (1890). I. S. 211.

²⁾ Ebbinghaus, Grundzüge der Psychologie (1902). I. S. 591.

lung ist eine 100theilige, die durch Ziffern von zehn zu zehn Theilstrichen und durch Verlängerung jedes fünften Theilstriches eine leichte Ablesung gestattet. Der innere Radius der Scala beträgt rund $25\frac{1}{2}$ cm.

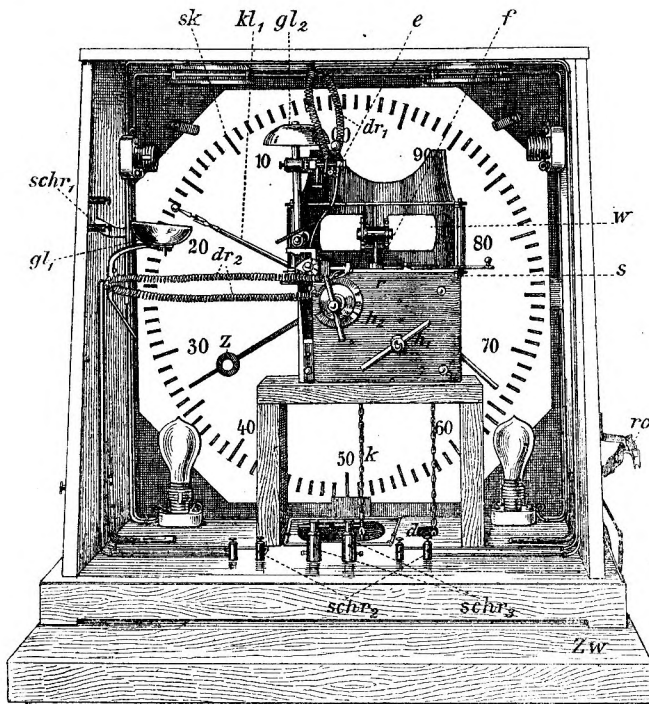


Fig. 1. (Die Fig. zeigt die dem Beobachter abgekehrte Seite des Apparates.)

Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch die Hauptaxe des Apparates, parallel den Seitenwänden in Fig. 1. Das große Zahnrad (R), das durch die Gewichtskette in Gang gesetzt ist, dreht das fest mit ihm verbundene Rohr o . Auf diesem Rohr sitzt der Klöppel (kl_1) auf (Fig. 1 und 2), der im Vorbeigehen die Glocke (gl_1) anschlägt (Fig. 1). Der Klöppel besteht aus einer Metallstange, die ziemlich schwer ist, damit der Gang des Apparates durch das Anschlagen des Klöppels gegen die Glocke keine Störung erfährt — dieser Zweck wird vollständig erreicht —, und einer an einem Draht befestigten kleinen Metallkugel. Am anderen Ende trägt das Rohr ein zweites Rad (r) (Fig. 1 und 2)

mit einem kleinen Zahn *st*. In dem Rohr liegt, eng anschließend, eine Metallaxe (*M*), die als Träger für den Doppelzeiger α_1 und α_2 dient (α_1 hinter dem Zifferblatt *bl*, α_2 vor dem Zifferblatt). Sie kann ähnlich wie die Axe des schnelleren Zeigers am Hipp'schen Chronoskop gegen die umhüllende Rohraxe leicht verdreht werden, wird aber für gewöhnlich durch eine Verzahnung in beliebiger Stellung zur Rohraxe festgehalten. An dieser mittleren Axe befindet sich nämlich bei *K* ein Kronrad mit 100 Zähnen, das durch Federdruck auf den Zahn *st* an dem

Rohre festgedrückt wird. Da die Bewegungsrichtung des Zeigers im Sinne der Ziffern geht, so würde bei der Stellung in Fig. 1 der Klöppel etwa bei Zeigerstellung 35 gegen die Glocke schlagen. Damit der Schall bei einer beliebigen anderen Zeigerstellung eintreten kann, ist es nothwendig, den Winkel zwischen Klöppel und Zeiger zu ändern. Dies geschieht, indem durch Zurückziehen des Halters h_2 die Zeigeraxe ein wenig nach

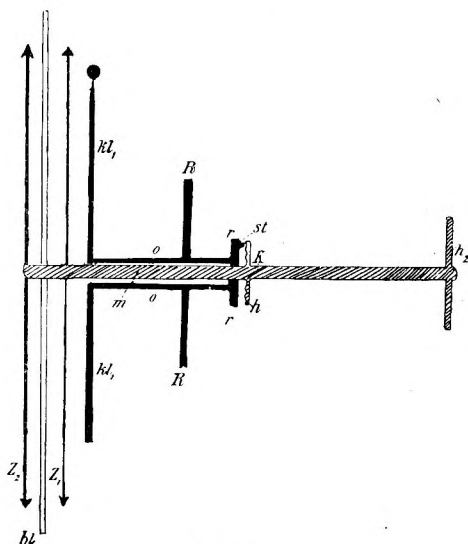


Fig. 2.

hinten gezogen und dadurch das Kronrad vom Zahn entfernt wird, so dass jetzt die Zeigeraxe gegen die umhüllende Klöppelaxe drehbar ist. Die Fig. 2 zeigt die Zeigeraxe in dieser Stellung, so dass hier der Zahn *st* nicht in das Kronrad eingreift. Durch Kreis-drehung der Zeigeraxe in beliebiger Größe und durch Wiedereinstellung des Stiftes in eine andere Vertiefung des Kronrads ist der Winkel des Zeigers gegen den Klöppel geändert, und es erfolgt der Anschlag des Klöppels an die Glocke bei einer anderen Zeigerstellung. Bei der gleichmäßigen Eintheilung von Scala und Zahnrad in 100 Theile kann die Einstellung mit einer Genauigkeit bis auf einen Scalentheil erfolgen.

Um gleichzeitig elektrische Hautreize und Schallreize bieten zu

können, ist eine Einrichtung getroffen, die aus Fig. 3 zu ersehen ist. Die linke Seitenwand von Fig. 1 ist hier nach Wegnahme der Scala von der entgegengesetzten Seite wie in Fig. 1 in schiefer Projection zu sehen. An der Wand sind die Glocke gl_1 und eine Schumann'sche Wippe w befestigt, welche letztere in Fig. 1 durch die Glocke verdeckt ist. Der Klöppel Kl_1 ist senkrecht zur Wand gerichtet. Um ein Ausschalten der Glocke gl_1 zu ermöglichen, ist sie um den an der Seitenwand befindlichen Knopf (Kn) drehbar, so dass sie durch eine Drehung aus dem Bereich des Klöppels kommt. Die Glocke geht dann nach hinten, sodass der Klöppel, der vorher die vordere Seite der Glocke streifte, jetzt ohne Anschlag vor der Glocke vorbeigeht. In dem nämlichen Momente, in dem nun die eine Seite der Kugel an der Klöppelspitze gegen die Glocke schlägt, streift die andere Seite an den Contacthebel der Schumann'schen Wippe. Die vorbeigehende Klöppelspitze drückt den Contacthebel der Wippe nieder, wie es

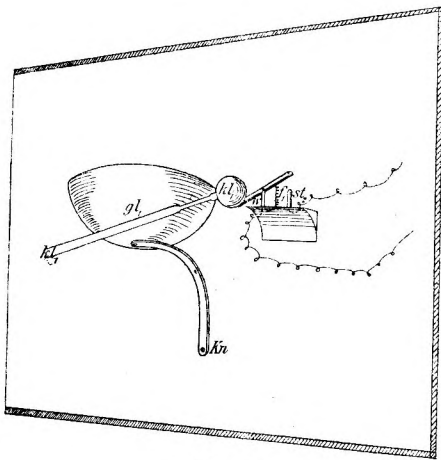


Fig. 3.

Fig. 3 in starker relativer Vergrößerung der Wippe zeigt. Die Wippe springt, wenn der Klöppel vorbeigegangen ist, durch Zug der Feder F_1 wieder in die Höhe. Im Ruhezustande liegt der hintere Theil der Wippe auf einem Stift st_2 auf und kann dadurch den primären Stromkreis eines Inductoriums schließen, der durch Wippe und Stift hindurchgeht. In Fig. 1 sind die beiden Klemmschrauben

($schr_1$) sichtbar, durch die der Strom in den Apparat eingeführt wird. Drückt der Klöppel die Wippe nieder, so wird für den Moment des Vorbeiganges der Strom unterbrochen und dadurch ein Hautreiz auf den mit den Elektroden des Inductoriums verbundenen Körpertheil ausgeübt.

Die dargestellte Anordnung der Glocke hat den Vortheil, dass der Klöppel unmittelbar an die Glocke schlägt, sodass für die Ueber-

tragung der Bewegung keinerlei Zeit beansprucht wird. Ich benutzte daher fast ausschließlich diese Glocke. Mit elektrischen Hautreizen habe ich nicht gearbeitet.

Sowohl für elektrische Hautreize, als für Schallreize war noch eine zweite Vorrichtung vorhanden, die Fig. 4 zeigt. Sie ist an das Werk durch das Rad r (Fig. 2) der Zeigeraxe angeschlossen, das eine excentrische Scheibe bildet. Der Excenter dieser Scheibe drückt in der in Fig. 4 dargestellten Stellung das eine Ende eines Hebels mit dem Drehpunkt d so zurück, dass dessen anderes Ende mit dem Klöppel kl_2 , der in der Ruhelage nicht ganz an der Glocke gl_2 anliegt, von der Glocke zurückgezogen und nach dem Abgleiten des Excenters vom Hebelende, durch die Feder F_2 , gegen die Glocke geschnellt wird. Die Drehungsrichtung des Rades gibt der Pfeil an. Gleichzeitig trägt das obere Ende des Hebels eine isolirende Platte pl , auf der zwei federnde Metallplättchen aufsitzen (sie liegen in Fig. 4 hintereinander, sodass nur das vordere zu sehen ist). Die

Glockenstange trägt zugleich zwei Metallschrauben (s), gegen die beim Anschlagen des Hebels die Metallplättchen ebenfalls vorschnellen. Durch dieses Anschlagen werden zwei Ströme geschlossen und sofort wieder unterbrochen, die, bei den Schrauben $schr_2$ (Fig. 1) eingeführt, rechts und links den Seiten entlang laufen und durch die Drähte dr_1 von oben in die Metallplättchen, durch dr_2 in die Schrauben eingeleitet werden. Dadurch können wieder zwei elektrische Hautreize gleichzeitig mit dem Schall gegeben werden. Für Schallreize hat diese Vorrichtung den

Nachtheil, dass sie wegen der Fallzeit des Klöppels einen constanten Fehler einführt, der allerdings für langsame Rotation relativ gering ist. Im Momente, wo der Excenter den Hebel loslässt, ertönt die Glocke noch nicht, sondern der Klöppel muss erst den Weg von seiner Stellung, wie sie Fig. 4 zeigt, bis zur Glocke zurücklegen. Zur dauernden Ausschaltung der Glocke dient der kleine Excenter e . In der Stellung in Fig. 4 lässt er die Vorrichtung in Thätigkeit, wird er dagegen nach unten gedrückt, so hält er den Hebel dauernd von der

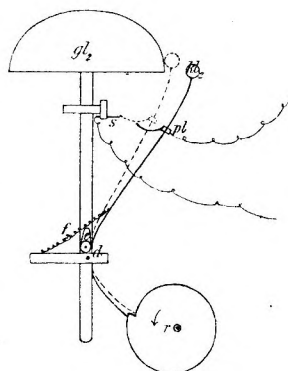


Fig. 4.

Glocke entfernt. Die Glocke 2 gibt stets einen gleichmäßigen Klang, während die Glocke 1 ohne sorgfältige Einstellung geringe Unterschiede der Schallstärke zeigt. Um jede etwaige Störung zu vermeiden, benutzte ich daher die Glocke 2 stets bei solchen Versuchen, bei denen innerhalb desselben Versuches die Glocke aus- und eingeschaltet wurde.

Indem man bei *schr*₃ die Lichtleitung einschaltete, war es möglich, oben und unten an vier Stellen den Apparat von rückwärts zu beleuchten. (Bei Fig. 1 sind oben die Birnen abgeschraubt.) Eigentlich war diese Einrichtung zu Demonstrationszwecken bestimmt, leistete jedoch auch bei manchen Versuchsanordnungen gute Dienste.

Um dem Beobachter den Anblick des Apparates verdecken zu können — etwa ehe der Zeiger die richtige Geschwindigkeit hat — dient eine Holzplatte, die je nach Bedarf an Bändern, die auf Rollen laufen (in Fig. 1 ist eine der Rollen *ro* rechts zu sehen), herabgelassen und zur Verdeckung des Apparates heraufgezogen werden kann. Ich pflegte diese Vorrichtung nicht zu benützen; ich machte die Erfahrung, dass es günstiger ist, das Eintreten einer zu frühen Complication, ehe der Apparat die richtige Geschwindigkeit erlangt hat, durch Ausschalten der Glocke zu verhindern, da das plötzliche Zeigen des Apparates die Versuchsperson in Verwirrung setzte, und so mindestens eine Umdrehung für den Versuch verloren ging.

Die Versuchsanordnung ist nun folgende: Der Apparat wird so aufgestellt, dass das Centrum der Scheibe in Augenhöhe des Beobachters liegt. Der Beobachter nimmt etwa 1½ Meter vom Apparate entfernt Platz. Das Werk wird in Gang gesetzt, ohne dass der Beobachter den Apparat ansieht. Erst wenn der Zeiger die volle Geschwindigkeit erlangt hat, was bei großer Umdrehungszeit sofort, bei einer Secunde Umdrehungszeit erst nach 6—7 Umdrehungen eintritt, wird die Glocke eingeschaltet, und der Beobachter durch ein Signal darauf aufmerksam gemacht, dass der Versuch beginnt. Sobald der Beobachter über die Stellung des Zeigers bei Eintritt des Schalles nicht mehr im Zweifel ist, ruft er »Halt!« und gibt die Zeigerstellung an. Es wurde keinerlei Vorschrift gegeben, nach wieviel Umdrehungen die Angaben des Beobachters erfolgen sollten. Vielmehr sollte er erst die Angabe machen, wenn er über die betreffende Stellung des Zeigers sicher zu sein glaubte; es schwankten

daher auch die benötigten Umdrehungen zwischen 2 und 45. War die Angabe des Beobachters erfolgt, so wurde vom Versuchsleiter der wirkliche Ort des Schalles festgestellt, indem er durch den Halter h_2 Klöppel und Zeiger ohne gegenseitige Verdrehung langsam führte, bis der Klöppel an die Glocke anslug. Zu einer Versuchsreihe gehörten meist 10 Versuche, die so eingerichtet waren, dass die Stellungen des Zeigers über die ganze Scala vertheilt waren. Gewöhnlich wurden in einer Versuchsstunde zwei oder drei Versuchsreihen genau derselben Art ausgeführt, damit etwaige Zufälligkeiten der Beobachtungen als solche hervortreten konnten. Mehr als 60 Versuche wurden mit demselben Beobachter nicht hintereinander ausgeführt, da sich dann bereits die Ermüdung geltend zu machen begann, und die Concentration der Aufmerksamkeit nachließ. Natürlich sah ich darauf, dass bei allen wesentlichen Versuchsarrangements ich selbst als Versuchsperson betheiligte war, um die Beobachtungsbedingungen controlliren zu können.

Meinen zahlreichen Mitarbeitern sage ich an dieser Stelle meinen Dank. Es sind das für die erste Versuchshälfte die Herren Tridapalli, Dr. Linke, Peters, Kurtz, Katzenellenbogen, Köhler und Kupelwieser, für die zweite Versuchshälfte die Herren Dr. Lipps, Vogel, Bell, Szabó und Kurtz. Ferner nahmen an den Versuchen, die einzelne Probleme betrafen, Theil: die Herren Dr. Dürr, Wisser und Gusti. Außerdem möchte ich Herrn Dr. Wirth meinen Dank aussprechen für die Unterstützung in der Anordnung der Versuche, sowie Herrn Dr. Lipps für die Nachprüfung der mathematischen Seite der Arbeit.

b. Die Resultate der früheren Beobachter.

Wundt hatte bei seinen Versuchen, wie schon erwähnt, gefunden, dass der Schall in der Regel einem anderen Gliede der Reihe der Gesichtsvorstellungen zugeordnet zu werden pflegte, als demjenigen, mit dem er gleichzeitig war. War der Schall mit einem zu frühen Theilstrich verbunden worden, so bezeichnete Wundt dies Ergebniss als eine negative Zeitverschiebung, wurde der Schall mit einem zu späten Theilstrich gleichzeitig aufgefasst, so war dies eine positive Zeitverschiebung. Es hatte sich herausgestellt, dass die negative

Zeitverschiebung bei weitem die häufigere war; ja, von Tschisch hatte, wenn der eingeschobene Reiz ein einfacher Sinnesreiz war, überhaupt nur negative Zeitverschiebungen constatirt. Es pflegte also, ungenau ausgedrückt, der Schall meist zu früh gehört zu werden.

Wundt, v. Tschisch und Pflaum hatten gefunden, dass für Größe und Richtung der Zeitverschiebung vor allem zwei Factoren in Betracht kamen:

- 1) die Geschwindigkeit und
- 2) die Beschleunigung des Zeigers.

Sie hatten gefunden, dass bei wachsender Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge der Gesichtseindrücke, bei wachsender Geschwindigkeit des Zeigers also, die Größe der negativen Zeitverschiebung abnahm, so dass sogar bei Wundt und Pflaum die negative Zeitverschiebung in positive überging. Außerdem war von Einfluss, ob bei der wechselnden Geschwindigkeit des Zeigers beim Pendelapparat die Beschleunigung des Zeigers positiv oder negativ war. Bei positiver Beschleunigung der Zeigerbewegung war die negative Zeitverschiebung weit größer als bei negativer Beschleunigung. Die Resultate der Leipziger Beobachter sind also: Gewöhnlich negative Zeitverschiebung, Vergrößerung der Geschwindigkeit und Verzögerung des Zeigers rufen eine positive, Verminderung der Geschwindigkeit und Beschleunigung des Zeigers eine negative Tendenz der Zeitverschiebung hervor. Ich bezeichne mit positiver bezw. negativer Tendenz das Größer- resp. Kleinerwerden der Zeitverschiebung, wenn man sie als unbenannte Zahlen auffasst, also von -6 , -4 , $0 + 2$, $+4\sigma$ Zeitverschiebung wäre eine Reihe mit positiver Tendenz der Zeitverschiebung, von $+4$, $+2\sigma$ nach -6σ eine Reihe mit negativer Tendenz der Zeitverschiebung.

Dem gegenüber waren die Resultate von Angell und Pierce ganz anderer Art. Das Moment der Beschleunigung fiel bei ihnen von Anfang an weg, da sie mit gleichförmiger Geschwindigkeit arbeiteten. Zunächst konnten sie keinen Einfluss der Geschwindigkeit constatiren. Die so auffallend großen Aenderungen der Zeitverschiebung bei wechselnder Geschwindigkeit, wie sie die Leipziger Beobachter gefunden hatten, fielen bei ihren Beobachtungen vollkommen weg.

Dagegen spielte ein Factor die Hauptrolle, der sich in den Er-

gebnißsen der Leipziger überhaupt nicht gezeigt hatte: der Factor der Uebung. Und zwar wirkte dieser Factor im positiven Sinne. Die anfänglich meist negativen Resultate erfuhren durch Uebung eine Aenderung im positiven Sinne, so dass endlich fast nur noch positive Fehler vorkamen.

Einige allgemeine Eigenthümlichkeiten freilich waren bei den Amerikanern wie bei den Leipzigern von gleicher Art. So z. B. dass zufällige Einstellungen der Aufmerksamkeit eine große Rolle spielten, und ferner, dass die Angabe der Zeigerstellung nicht nach einmaligem Glockenschlag erfolgte, sondern, dass eine Reihe von Wiederholungen nöthig waren, damit die Urtheile mit dem Bewusstsein der Sicherheit gefällt werden konnten. Der Hauptgegensatz blieb also: bei den Leipziger Beobachtern Einfluss der Geschwindigkeit, kein Einfluss der Uebung — bei Angell und Pierce kein Einfluss der Geschwindigkeit, starker Einfluss der Uebung.

c. Die Versuche mit der Complicationsuhr.

Um diese merkwürdigen Gegensätze der Resultate nachzuprüfen und ihre Quelle aufzufinden, war es nothwendig, sich von individuellen Bedingungen möglichst frei zu machen. Nach den Angaben aller früheren Beobachter spielten diese individuellen Bedingungen eine große Rolle. Ich zog daher eine größere Anzahl von Beobachtern, als es bisher geschehen war, heran. Wundt und v. Tschisch hatten allein beobachtet, bei Pflaum hatten drei Beobachter gearbeitet, die Amerikaner geben die Zahl ihrer Mitarbeiter nicht an; da jedoch die Zahl ihrer Versuche nur einige Hundert beträgt, so dürften wohl nur sehr wenige Personen bei ihnen mitthätig gewesen sein.

Die Zahl meiner Versuchspersonen betrug in diesem Theile meiner Versuche, mich selbst eingerechnet, acht. Um im Stande sein zu können, den Einfluss von Uebung und Geschwindigkeit getrennt zu beobachten, versuchte ich zuerst mit der Hälfte der Versuchspersonen, mit der Umdrehungszeit von 8 Secunden beginnend, zu immer größeren Geschwindigkeiten überzugehen, mit der anderen Hälfte dagegen, von der Umdrehungszeit von 0,9 Secunden an, die Geschwindigkeit sich allmählich verringern zu lassen. Dabei stellte es sich heraus, dass es fast allen Versuchspersonen unmöglich war,

wenn sie mit der schnellen Geschwindigkeit begannen, irgendwelche Angaben zu machen, die sie als sicher bezeichnen konnten. Ich verzichtete daher darauf, mit raschen Geschwindigkeiten zu beginnen, verfuhr vielmehr bei 7 Versuchspersonen so, dass ich mit der Umdrehungszeit von 8 Secunden begann, dann allmählich fortschreitend jede Versuchsstunde zu schnelleren Geschwindigkeiten übergang, bis endlich die Grenze meines Apparates mit einer Umdrehungszeit von 0,9 Secunden erreicht wurde. Dann ging ich von 0,9 Secunden wieder rückwärts, so dass fast jede Geschwindigkeit, die ich benutzte, im Verlauf der ganzen Experimentenreihe zweimal an die Reihe kam. Hierbei stellte sich heraus, dass bei dieser Art des Verfahrens die Versuchspersonen alle im stande waren, auch bei schnellsten Geschwindigkeiten sichere Angaben zu machen. Hier haben wir offenbar einen ersten Erfolg der Einübung vor uns. Die Einübung ermöglicht es, bei Geschwindigkeiten, deren Auffassung anfänglich Schwierigkeiten bereitete, jetzt, nachdem Versuche mit langsameren Geschwindigkeiten vorausgegangen sind, ohne weiteres Angaben zu machen, die subjectiv mit dem Bewusstsein der Sicherheit verbunden waren, und objectiv in Bezug auf die Fehlergröße eine relative Constanz zeigten. Freilich muss bemerkt werden, dass bei den schnellen Geschwindigkeiten relativ häufiger abnorme Fehler vorkamen, und dass hierin die verschiedenen Beobachter sich ganz verschieden verhielten. Mit der achten Versuchsperson nahm ich die verschiedenen Geschwindigkeiten in bunter Reihe vor, um etwaige besondere Ergebnisse, die durch das allmähliche An- und Absteigen der Geschwindigkeiten bei den anderen Versuchspersonen hervorgerufen wurden, constatiren zu können.

Die Resultate dieser Versuchsreihen zeigen die folgenden Tabellen, zu deren Veranschaulichung die charakteristischen Resultate für Versuchsperson I, III, IV und V in den Curven der Figg. 5—8 graphisch dargestellt sind. Jede der angegebenen Zahlen ist der Mittelwerth von etwa 25 Einzelversuchen. An erster Stelle stehen die Umdrehungszeiten des Zeigers, wie sie in den Versuchen aufeinanderfolgten, abnehmend von 8—0,9 Secunden und dann wieder ansteigend. Daneben befindet sich die Centimetergeschwindigkeit der Zeigerspitze für die betreffende Umdrehungszeit, dann folgt die Größe der Zeitverschiebung in σ . Sowohl die Umdrehungszeiten, als die anderen

Zahlen sind Annäherungen; die Umdrehungszeiten sind auf halbe Secunden abgerundet (nur 0,9 macht eine Ausnahme), der Zeitfehler auf σ .

Tabelle der Zeitverschiebungen.

Umdrehungszeit des Zeigers	cm-Geschwindigkeit der Zeigerspitze	Für Versuchsperson						
		I	II	IV	V	VI	VII	VIII
8 Sec.	18	-87	-15	-58	-	+16	-81	-
6 »	24	-	-	-	-49	-	-123	-56
5,5 »	26	-42	-53	-65	-50	-47	-	-
5 »	28,5	-	-	-	-	-	-	-60
4 »	36	-	-	-	-	-	-	-78
3,5 »	41	-5	+27	-31	-28	+11	-47	-
3 »	48	-	-	-	-	-	-	-128
2,5 »	57	+8	-3	-16	+1	+1	-66	-109
2 »	71,5	+18	+5	-2	-2	-25	-28	-113
1,5 »	95,5	+23	+27	+8	-4	-13	-22	-85
1 »	143	+13	+25	+7	+16	-4	-19	-4
0,9 »	159	-7	+17	+9	+6	+4	0	+17
0,9 »	159	+5	+11	+11	-3	+13	-8	+8
1 »	143	+18	+12	+18	-2	+19	-9	+14
1,5 »	95,5	+8	+11	+13	-4	+27	-17	-21
2 »	71,5	+18	-8	+18	-10	+31	-21	-33
2,5 »	57	+8	+7	+3	-25	+15	-	-42
3 »	48	+15	-8	+10	-15	+8	-29	-
3,5 »	41	+21	-	+40	-28	+24	-	-

Versuchsperson III (Fig. 6).

Um- drehungs- zeit	Zeit- verschie- bung	Um- drehungs- zeit	Zeit- verschie- bung	Um- drehungs- zeit	Zeit- verschie- bung	Umdre- hungs- zeit	Zeit- verschie- bung
5,5 Sec.	— 106	3,5 Sec.	— 57	2 Sec.	— 40	0,9 Sec.	— 6
5 »	— 67	3 »	— 45	1,5 »	— 29	—	—
4 »	— 39	2,5 »	— 70	1 »	— 6	—	—

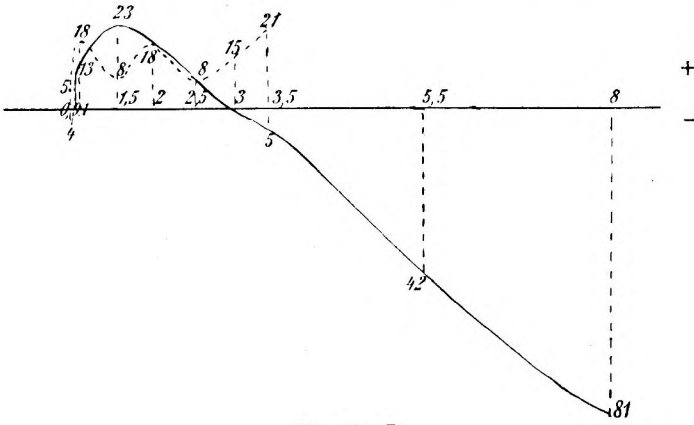


Fig. 5. (I.)

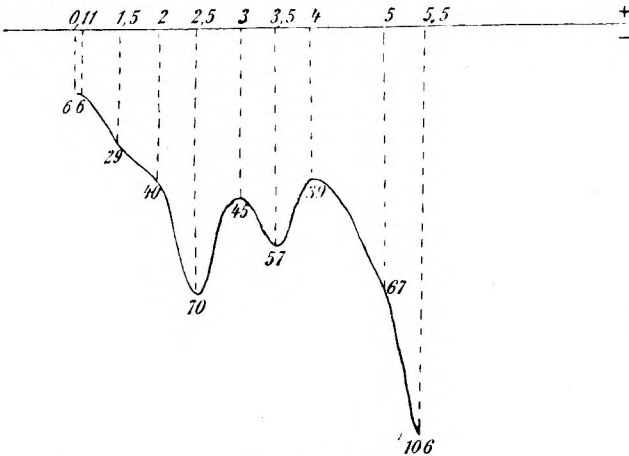


Fig. 6. (III.)

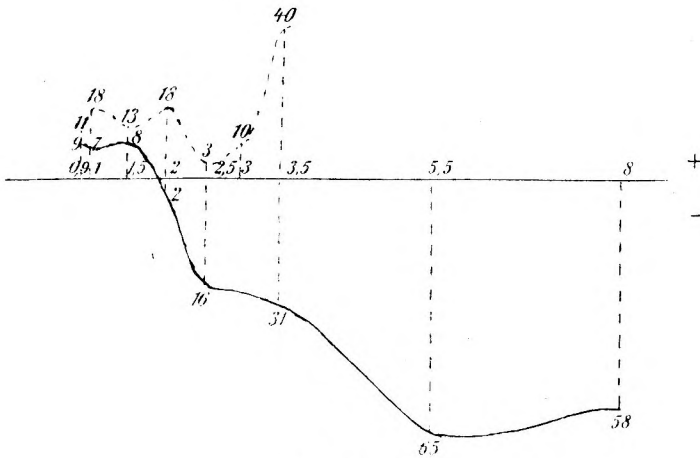


Fig. 7. (IV.)

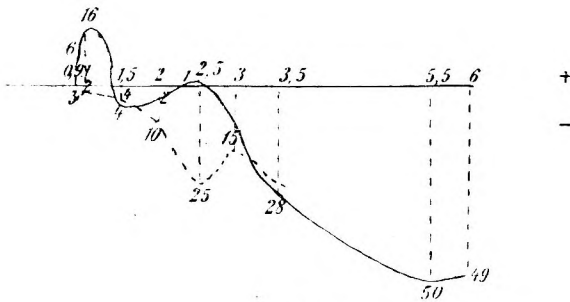


Fig. 8. (V.)

Die Berechnung der Zahlen der Tabellen ist eine sehr einfache. Es wurde aus den Fehlern jeder Versuchsreihe in Theilstrichintervallen der Mittelwerth genommen. Da hundert Theilstriche vorhanden sind, so entspricht dem Fehler eines Theilstriches ein Hundertstel der Umdrehungszeit. Bezeichnet man also die Anzahl der Versuche einer Reihe mit n , die Summe der Fehler in Theilstrichen mit S_n , die Umdrehungszeit in Secunden mit x , so ist der Fehler in σ

$$= \frac{S_n \cdot x \cdot 1000}{n \cdot 100}$$

Bei Versuchsperson III, bei der der Controlle halber die Aufeinanderfolge der Umdrehungszeiten von denen der anderen abwich

(siehe oben), gebe ich die Zahlen daher gesondert, ebenso habe ich bei der graphischen Darstellung ohne Rücksicht auf die Aufeinanderfolge der Versuche alle Versuche dieser Versuchsperson zu einer Curve zusammengezogen.

Bei den Curven sind die Abscissen Umdrehungszeiten in Secunden, die Ordinaten die Zeitverschiebung in σ , oberhalb der Abscissen-Axe die positiven Fehler, unterhalb die negativen Fehler. Die ausgezogenen Curven stellen die Zeitverschiebung dar, wie sie sich bei der ersten Versuchshälfte ergab, als ich von 8 Secunden Umdrehungszeit beginnend die Umdrehungszeit abnehmen ließ (im Text bezeichne ich die ausgezogene Curve mit Curve 1); die punktirte Curve stellt die Zeitverschiebung für die zweite Versuchshälfte, bei von Reihe zu Reihe abnehmenden Geschwindigkeiten, dar (im Text weiterhin als Curve 2 bezeichnet).

Die Betrachtung der Curven zeigt, dass bei meinen Versuchen sowohl negative, als positive Zeitverschiebungen vorkamen. Die Curven lassen freilich nicht erkennen, dass, wie es thatsächlich der Fall war, bei allen Versuchspersonen positive Fehler vorkamen (wenn auch bei manchen nur vereinzelt), da die Ordinaten Mittelwerthe sind aus etwa 25 Versuchen.

Curven, die ganz im Negativen verlaufen, sind die von VII und III. Beide weisen je einen Mittelwerth auf, bei dem der Fehler verschwindet. Bei den übrigen Versuchspersonen kommen sowohl positive als auch negative Mittelwerthe vor, und zwar so, dass bei V und VIII die negativen Werthe, bei I die positiven überwiegen, während bei den drei anderen II, IV und VI positive und negative Werthe ziemlich gleichmäßig vorkommen. Was die Größe der Zeitverschiebung anbelangt, so ist sie auffallend klein. Bei den angeführten Versuchsreihen finden sich nur 5 Mittelwerthe, bei denen die Zeitverschiebung größer als 100σ , also $\frac{1}{10}$ Secunde ist, und zwar sind das lauter negative Zeitverschiebungen (drei bei VIII, je eine bei III und VII). Ueber rund $\frac{1}{8}$ Secunde (-128σ bei VIII) steigt überhaupt keine Zeitverschiebung. Noch geringer sind die positiven Zeitverschiebungen. Hier ist das Maximum nur $+52,5 \sigma$ (bei I).

Diese Zahlen stehen in ziemlichem Gegensatz zu den Ergebnissen, die die früheren Leipziger Beobachter aufzuweisen hatten. Hier gehörten Zeitverschiebungen von einer ganzen Secunde durchaus nicht

zu den Seltenheiten. Leider ist auch hier wieder ein Vergleich mit den Resultaten der amerikanischen Beobachter unmöglich, da sie keine Zahlen angeben.

Was die Hauptfrage angeht: Einfluss der Geschwindigkeit oder Einfluss der Einübung, so zeigen die Resultate beide Einflüsse. Die Einübung, so hatten die Amerikaner gefunden, wirkt nach positiver Richtung, nach derselben Richtung aber auch nach den Ergebnissen der Leipziger die Zunahme der Geschwindigkeit. In der That: bei der Betrachtung der Curven in ihren großen Zügen sieht man sofort die Tendenz der Curven von ihrem Beginn zum Positiven hin. Und zwar bei allen Personen in gleicher Weise. Aber aus diesem ersten Theil der Curve lässt sich a priori wenig erkennen; denn hier kann man für die Zunahme der positiven Tendenz ebensowohl die Einübung als die Zunahme der Geschwindigkeit verantwortlich machen. Dagegen ist hier Curve 2 entscheidend. Denn wirkte hier die Einübung allein, so müsste die positive Tendenz weiterhin zunehmen. Wirkte der Einfluss der Geschwindigkeit allein, so müsste die Curve 2 eine negative Tendenz zeigen, die der vorherigen positiven etwa gleichkäme. Curve 2 müsste eine annähernde Wiederholung von Curve 1 sein. Beides ist nicht der Fall.

Bei I, IV und VI freilich bleibt die Curve auch bei der Abnahme der Geschwindigkeit in einer ganz geringen positiven Tendenz, die sich jedoch mit der vorhergehenden an Größe nicht vergleichen lässt, während bei II, V, VII und VIII die positive Tendenz in eine negative umschlägt.

Auch das andere Extrem ist jedoch keineswegs der Fall. Die Curve 2 wird keineswegs eine Wiederholung der Curve 1, vielmehr ist jetzt die negative Tendenz weit geringer als vorher die positive war. Wir haben daher allen Grund, zu der Vermuthung zu kommen, dass beide Factoren, Einübung und Geschwindigkeit, eine Rolle spielen, und die Resultate bestätigen diese Vermuthung vollkommen. Ich ziehe hauptsächlich III, V, VII und VIII heran, da deren Curven aus Gründen, die später zu besprechen sind, diese Verhältnisse am klarsten widerspiegeln.

Wir können annehmen, dass der Factor der Geschwindigkeit stets in gleicher Weise wirkt, so dass stets bei Zunahme der Geschwindigkeit eine gleich große positive Tendenz auftritt, als bei der Abnahme

eine negative. Nach den psychologischen Erfahrungen verhält sich der Factor der Einübung ganz anders. Seine Wirkung ist anfangs am stärksten und wird dann immer schwächer.

Bei Curve 1 wirken Geschwindigkeit und Einübung nach derselben Richtung. Wir finden daher vom negativen Maximum der Curve ein starkes und dann immer schwächer werdendes Ansteigen der Curve. Bei Curve 2 wirken Einübung und Geschwindigkeit gegeneinander. Da die Einübung jetzt kaum mehr Fortschritte macht, so können wir annehmen, dass die Abnahme der Geschwindigkeit meist im Stande sein wird, ihre negative Tendenz zum Siege zu bringen. Das ist denn auch in der That bei den meisten Personen der Fall: Curve 2 hat eine nach unten gerichtete Tendenz. Natürlich muss diese Tendenz geringer sein, als die nach oben gerichtete der Curve 1. Denn während hier die Einübung verstärkend wirkte, wirkt sie jetzt — wofern sie überhaupt noch wirksam ist — schwächend.

Den Einfluss der Aenderung der Geschwindigkeit zeigt wohl am besten Curve 3, wo, wie schon erwähnt, ohne Rücksicht auf die Aufeinanderfolge der Versuche, die Curve zusammengestellt ist. Auch hier das Ansteigen der Curve bei zunehmender Geschwindigkeit.

Dass die Uebung eine große Rolle bei den Versuchen spielte, zeigten die Einzelversuche deutlich. Bei Geschwindigkeiten, die im Anfang Fehler von 4—5 Theilstrichen hervorriefen, war von einem Fehler später überhaupt nicht mehr die Rede.

Deutlich zeigen den Einfluss von Uebung und Geschwindigkeit Versuchsreihen, die ich in anderem Zusammenhange späterhin anstellte. Sie umfassen nur zwei Geschwindigkeiten: die Umdrehungszeiten 1 und 2,5 Secunden. Sie beginnen, nachdem schon eine ziemliche Uebung eingetreten ist. Der verstärkte Strich zwischen den Zahlen bedeutet die Unterbrechung der Versuche durch die Pfingstferien. Jede Zahl ist Mittelwerth aus etwa 20 Versuchen. Die Zahlen folgen aufeinander, entsprechend der zeitlichen Aufeinanderfolge der Reihen. Es betrug die Zeitverschiebung in σ

für die Umdrehungszeit 2,5 Sec.

Reihe	Für Versuchsperson		Reihe	Für Versuchsperson	
	V	IX		V	IX
1	-11	- 5	5	- 23	+ 6
2	-13	+13	6	-35	- 4
3	-15	- 1	7	-58	+1
4	-27	+18	8	-56	- 5

für Umdrehungszeit 1 Sec.

Reihe	Versuchsperson		Reihe	Versuchsperson	
	V	IX		V	IX
1	- 6	- 8	6	-27	- 9
2	+ 6	+ 2	7		- 1
3	-11	+ 6	8		- 1
4	-10	+ 3			
5	-24	0			

Einmal geht aus diesen letzten Resultaten hervor, dass der Einfluss der Geschwindigkeit auch bei eingetretener Uebung noch etwas vorhanden ist. Die Versuche zeigen, wie die kurze Pflingstpause von 14 Tagen im stande war, die eingetretene Uebung wieder herabzumindern. Es zeigt sich das deutlich an der Zunahme der negativen Tendenz der Fehler. Und auch hier zeigte sich, dass nach einiger Zeit die Uebung keine Fortschritte mehr machte. Für die noch vorkommenden Schwankungen kann die Uebung nicht mehr verantwortlich gemacht werden.

Bisher sind Uebung und Geschwindigkeit nur in ihrem allgemeinen Einfluss auf die Zeitverschiebung untersucht worden, und wir konnten constatiren, dass wachsende Uebung und zunehmende Geschwindigkeit beide eine positive Tendenz der Zeitverschiebung hervorrufen, abnehmende Geschwindigkeit dagegen die negative Tendenz verstärkt.

Im Einzelnen freilich stimmen die Curven nicht immer mit dieser Annahme überein. Betrachten wir zuerst die Zu- und Abnahme der Geschwindigkeit. Es ist von vornherein klar, dass die Abnahme der Geschwindigkeit nicht bis ins Endlose weiter den negativen Fehler vergrößern kann. Es kann wohl von Bedeutung sein für die Fehlergröße, ob der Zeiger in einer Secunde sich einmal umdreht oder in zwei Secunden. Dagegen dürfen wir nicht vermuthen, dass der Fehler der zehn Secunden Umdrehungszeit kleiner ist als bei 40 Secunden Umdrehungszeit. Es muss eine Umdrehungszeit geben — das leuchtet ein ohne den Versuch — bei der die Abnahme der Geschwindigkeit nicht mehr eine Vergrößerung, sondern eine Verkleinerung des Fehlers hervorrufen muss. Der Versuch hat das bestätigt. Und er hat weiter gezeigt, dass dieser Punkt des größten negativen Fehlers nicht unabhängig ist von der Einübung. Auch das ist nicht verwunderlich: es ist klar, dass die Combination der Zeigerstellung mit einem bestimmten Punkte der Scala im Momente des Schalls, wenn der Zeiger sehr langsam geht, für den Geübten ohne nennenswerthen Fehler vor sich geht, während hier für den Ungeübten die Möglichkeit vorliegt, noch ziemliche Fehler zu machen. In der That zeigen die Curven 1 und 2 nach dieser Richtung bei allen Versuchspersonen charakteristische Verschiedenheiten. Für Curve 1 liegt das Maximum der negativen Fehler bei einer sehr langsamen Geschwindigkeit und zwar

	für die Versuchsperson								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
bei der Umdrehungszeit von	8	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	6	3	Secunden.

Dabei ist zu beachten, dass diese Werthe nur annähernde Gültigkeit haben, da, wie die Tabellen zeigen, relativ wenig Versuche mit hohen Umdrehungszeiten gemacht wurden. Bei den sieben ersten Versuchspersonen liegt das Maximum der negativen Zeitverschiebung bei hohen Umdrehungszeiten, also langsamen Geschwindigkeiten; nur Versuchsperson VIII macht eine Ausnahme, die jedoch, wie wir später sehen werden, von Eigenthümlichkeiten der Beobachtung, gerade bei der betreffenden Umdrehungszeit, abhängt, also eigentlich nicht hierher gehört.

Betrachten wir dagegen Curve 2. Hier finden wir den größten

negativen Fehler bezw. die größte Tendenz zum negativen Fehler an ganz anderen Stellen. Und zwar:

bei Versuchsperson:

I II III IV V VI VII VIII

bei der Umdrehungszeit von: 2,5 2,5 2 2,5 2,5 2,5 3 3 Secunden.

Fast übereinstimmend finden wir also bei Curve 2 die größte negative Tendenz bei der Umdrehungszeit von 2,5 Secunden. Für III, für den nur eine Curve vorhanden ist, ergibt sich dennoch der Werth 2, da die Curve an dieser Stelle deutlich ein zweites geringeres Maximum zeigt, wie es beim Zusammenwerfen zweier Curven, wie etwa die von VII, sich ergeben müsste. Es wird wohl auffallend erscheinen, dass die Curven nicht wieder bis zur Ausgangs-Umdrehungszeit von 8 Secunden zurücklaufen, sondern weit früher abbrechen. Das hat nicht seinen Grund darin, dass für Curve 2 die Versuche nicht ausgeführt worden sind, sondern in der Eigenthümlichkeit der Resultate. Es ergab sich nämlich, dass die Fehler von einer bestimmten Geschwindigkeit ab (bei zunehmender Umdrehungszeit) constant wurden, und zwar constant in Theilstrichintervallen und nicht in σ . Es hat das einen äußerlichen Grund. Bei der Scala, die ich benutzte, war es dem Beobachter nicht möglich, genauer als auf einen halben Theilstrich die Zeigerstellung anzugeben. Wenn nun nach eingetretener Uebung die Geschwindigkeit stark abnahm, die Umdrehungszeit also etwa 4 Secunden war, so konnte ein Uebergang von 4 auf 5 Secunden nur sehr wenig ausmachen. Nehmen wir der Einfachheit halber einmal an: bei Umdrehungszeit 4 Secunden hätte der positive Fehler einen halben Theilstrich, also $+20\sigma$ betragen. Bei 5 Secunden sollte vielleicht die Tendenz zu einer Zeitverschiebung von nur 15σ vorhanden sein, das wäre hier $0,3$ Theilstriche. Natürlich werden $\frac{3}{10}$ Theilstriche nicht appercipirt. Vielmehr wird statt dessen ein halber Theilstrich Zeitverschiebung angegeben. Ein halber Theilstrich würde aber 25σ Zeitverschiebung bedeuten. Hieraus geht hervor, dass innerhalb ziemlich weiter Grenzen bei eingetretener Uebung und hoher Umdrehungszeit der Fehler in Theilstrichen constant werden muss, und das angeführte Beispiel zeigt, dass hier eine Umrechnung in σ nur Täuschungen hervorrufen dürfte. Ich habe daher bei Curve 2 die hohen Umdrehungszeiten

weggelassen, gebe aber hier für die einzelnen Versuchspersonen die Größe des constanten Fehlers in Theilstrichen an und zugleich, bei welcher Umdrehungszeit dieser constante Fehler einzutreten beginnt. Natürlich kommen auch oberhalb dieser Grenze bei einzelnen Versuchen noch andere als diese constanten Fehler vor, doch treten sie gegenüber den constanten Fehlern zurück.

Tabelle

der constanten Fehler nach eingetretener Uebung bei abnehmender Geschwindigkeit.

Bei Versuchsperson	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Größe des const. Fehlers								
in Theilstrichintervallen bis	+0,5	0	-0,5	+0,5	-0,5	+0,5	-0,5	-1
Er beginnt bei einer								
Umdrehungszeit von:	3,5	3,5	4	4	3,5	4	4	4 Sec.

Es müsste, wenn man die Umdrehungszeiten immer steigert, allmählich bei allen der constante Fehler 0 werden, doch ließ mein Apparat nur bestimmte Umdrehungszeiten zu.

Nicht so einheitlich ist das Maximum der positiven Tendenz. Bei Curve 1 sollte man es überall bei der Umdrehungszeit 0,9 erwarten, da einmal diese Versuchsreihe die größte Geschwindigkeit zeigt, andererseits hier, da diese Reihe zeitlich die letzte der Curve 1 ist, die Einübung am meisten fortgeschritten sein müsste. In Wahrheit finden wir das Maximum der positiven Tendenz der Curve 1

	bei Versuchsperson								
	I	II	IV	V	VI	VII	VIII		
bei einer Umdrehungszeit von:	1,5	1,5	0,9	0,9	8	0,9	0,9	0,9	Secunden.

Während also bei IV, V, VII und VIII thatsächlich bei 0,9 die positive Tendenz am größten ist, bei I und II sie nicht allzuweit von 0,9 entfernt liegt, weist VI eine scheinbare Ausnahme auf, da gerade hier bei langsamer Geschwindigkeit das Maximum des positiven Fehlers zu finden ist. Das findet eine ungezwungene Erklärung in dem oben Gesagten. Wir müssen annehmen, dass auch bei uneingeübten Beobachtern nicht bei jeder beliebigen Langsamkeit sich eine hohe negative Tendenz herausstellt, sondern dass auch bei ihnen sehr hohe Umdrehungszeiten keine negativen Fehler mehr hervorrufen. Es ist begreiflich, dass hier starke individuelle Differenzen

stattfinden können, dass Geschwindigkeiten, die bei dem einen noch große negative Fehler hervorrufen, bei dem andern keine solche Tendenz mehr zur Folge haben. VI scheint sich in letzterem Falle zu befinden: 8 Secunden Umdrehungszeit scheint für VI schon eine zu langsame Bewegung des Zeigers zur Folge zu haben, als dass noch ein negativer Fehler eintreten könnte. Hierfür spricht auch, dass bei einer Umdrehungszeit, die nicht allzuweit entfernt liegt, bei 5,5 Secunden, das Maximum der negativen Tendenz zu finden ist, dass also zwischen 5,5 und 8 für VI die Grenze der Negativität der Fehler liegt.

Da bei Curve 2 Einübung und Geschwindigkeitsänderung gegen einander wirken, so können wir nicht mit irgendwelcher Sicherheit einen bestimmten Punkt der Curve als den wahrscheinlichsten angeben, an dem ein Maximum der positiven Tendenz zu erwarten ist. Nur soviel können wir sagen, dass dieses Maximum wahrscheinlich bei großer Geschwindigkeit eintritt, da wir annehmen dürfen, dass bei Curve 2 die Einübung so weit vorgerückt ist, dass ihre noch eintretenden Fortschritte nicht im stande sind, dem Einfluss der Abänderung der Geschwindigkeit gleichzukommen. In der That finden wir das Maximum der positiven Tendenz der Curve 2 bei

	Versuchsperson							
	I	II	IV	V	VI	VII	VIII	
bei einer Umdrehungszeit von	1	1	2	1	2	0,9	1,5	Secunden.

Bei III ist das positive Maximum der Curve bei der Umdrehungszeit von einer Secunde. Die anderen Eigenthümlichkeiten der einzelnen Curven werden späterhin besprochen werden.

Bisher hatten wir eine Reihe von Einflüssen kennen gelernt, die die Einübung auf die Zeitverschiebung hat. Es waren das folgende Momente:

- 1) Bei gleichbleibenden Geschwindigkeiten ruft die Einübung eine Tendenz der Zeitverschiebung nach der positiven Seite hervor.
- 2) Die Einübung rückt das Maximum der negativen Tendenz von geringen zu größeren Geschwindigkeiten.

Dazu kommen noch eine Anzahl von Einflüssen, die sich nicht

direct aus den Curven ergeben, die aber nichtsdestoweniger theilweise sehr charakteristisch sind.

Erstens werden die Fehlerschwankungen bei eingetretener Uebung weit geringer. Im allgemeinen rückt die Fehlerzone enger zusammen, selbst wenn der Mittelwerth derselbe bleibt. Ich greife als Beispiel zwei Reihen der Versuchsperson V heraus, die beide einen mittleren Fehler von $-0,5$ Theilstrichen bei der Umdrehungszeit von 2 Secunden zeigen. Die erste jedoch ist vor, die zweite nach eingetretener Uebung aufgenommen. Die erste Reihe umfasst 31 Versuche, die zweite 17 Versuche. Die mittlere Abweichung des Fehlers eines Versuchs vom mittleren Fehler der ganzen Reihe beträgt bei der ersten Reihe 2,2 Theilstrichintervalle, bei der zweiten Reihe nur 1,1 Theilstrichintervall, also gerade die Hälfte. Diese Zahl beweist deutlich die Abnahme der Fehlerschwankungen.

Zudem hat auf die durch die Einübung hervorgerufene relativ größere Constanz der Urtheile schon Pflaum¹⁾ aufmerksam gemacht.

Dagegen macht der Einfluss der Einübung sich in einem anderen Punkt, in dem man es hätte erwarten sollen, nicht in gleicher Weise bemerkbar. Dieser Punkt ist die Zahl der Umdrehungen, die nöthig waren, bis ein Urtheil mit dem Bewusstsein einer gewissen Sicherheit erfolgen konnte. Die verschiedenen Personen verhielten sich hier individuell sehr verschieden. Bei den Einen genügte von Anfang an eine geringe Zahl von Umdrehungen (3 oder 4), damit das Urtheil erfolgen konnte. Bei diesen pflegte im allgemeinen keine oder nur eine geringe Aenderung der Zahl der benötigten Umdrehungen einzutreten. Andere dagegen gaben anfangs erst nach 20–30 Umdrehungen ihr Urtheil ab — das Maximum betrug 45 Umdrehungen — und bei diesen setzte die Einübung die Zahl der Umdrehungen stark herunter. Zum Theil hängt das mit der Art und Weise der Beobachtung zusammen, von der später die Rede sein soll. Um einen Ueberblick über diese Verhältnisse zu verschaffen, gebe ich gleichsam einen Querschnitt, in dem ich eine Umdrehungszeit herausgreife, und die Zahl der benötigten Umdrehungen für diese Zeit in der Curve 1 und 2 einander gegenüberstelle. Ich wähle hierzu die Zeit 3,5 (nur bei VIII ist an Stelle dieser nicht benutzten Umdrehungszeit die

¹⁾ a. a. O. S. 141.

Zeit von 3 Secunden getreten), als für Curve 1 ziemlich am Anfang, für Curve 2 ziemlich am Ende gelegen. Bei III ist die erste und die dritte Wiederkehr dieser Umdrehungszeit benutzt.

Es wurden durchschnittlich bei der Umdrehungszeit von 3,5 Secunden benöthigt zur Fällung des Urtheils bei

	Versuchsperson								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
in Curve 1	4,4	3,5	12,1	9,52	2,4	3,88	10,76	4,83	
in Curve 2	2,63	4,53	7,5	6,4	3,2	3,1	6,15	7,7	Umdrehungen.

In dieser Tabelle zeigen I, III, IV, VI und VII eine Abnahme, II, V und VIII eine Zunahme der benöthigten Umdrehungen im zweiten Theil der Versuche, und zwar sind bei III, IV und VII beide Zahlen relativ hoch. Letzteres stimmt vollständig zu den Thatsachen, während die Uebersicht über die Abnahme und Zunahme einiger Correcturen bedarf. VII und noch mehr III zeigen auch bei Berücksichtigung aller Resultate eine starke Abnahme der Umdrehungszahlen, IV und I eine geringe Abnahme, sowie II eine geringe Zunahme. Bei V dagegen bleiben sich die Umdrehungszahlen im allgemeinen gleich, während bei VIII ein starkes Schwanken in den Umdrehungszahlen vorhanden ist, das sich zufällig in der Tabelle in einer Zunahme äußert. Ein generalisirendes Urtheil über den Einfluss der Einübung auf die Zahl der Umdrehungen, die nöthig sind, um ein relativ sicheres Urtheil zu fällen, lässt sich daher nicht geben. Dagegen findet sich, dass wenigstens im allgemeinen mit wachsender Geschwindigkeit auch die Zahl der benöthigten Umdrehungen wächst.

Von Einfluss war ferner die Einübung auf die Sicherheit, mit der die Urtheile gefällt wurden. Anfangs kam es öfters vor, dass einzelne Versuchspersonen erklärten, überhaupt kein sicheres Urtheil abgeben zu können, mit welcher Zeigerstellung der Schall gleichzeitig sei; oder sie erklärten, nur im stande zu sein, ungefähr die Gegend der Zeigerstellung angeben zu können, oder sie gaben auch an, dass sie, ohne zu einer bestimmten Entscheidung zu kommen, zwischen zwei Theilstrichen hin- und herschwankten, die nicht einmal benachbart zu sein brauchten. Späterhin dagegen wurden die Urtheile fast immer mit dem Bewusstsein voller Sicherheit abgegeben.

Wie schon die früheren Beobachter bemerkt hatten, war über-

haupt die Sicherheit des Urtheils vollkommen unabhängig von seiner Richtigkeit oder Falschheit. Oft sagten mir die Versuchspersonen, dass sie nicht ganz sicher im Urtheil seien. In anderen Fällen dagegen waren sie besonders davon überzeugt, dass ihr Urtheil vollkommen richtig sei. Im Resultat zeigte sich, dass die Zeitverschiebung in den beiden Fällen sich in nichts unterschied, dass es vielmehr zufällige Momente der Concentration der Aufmerksamkeit waren, die das Bewusstsein der Sicherheit hervorriefen.

Diese Nachprüfung der Resultate hat klar ergeben, dass meine Versuche weder mit denen der früheren Leipziger Beobachter, noch mit denen von Angell und Pierce vollkommen übereinstimmen. Während jene gefunden hatten, dass nur die Geschwindigkeit, diese, dass nur die Einübung auf die Größe der Zeitverschiebung von Einfluss sei, ergaben meine Versuche, dass sowohl Geschwindigkeit des Zeigers als auch Einübung ihre Rolle bei den Angaben der Personen spielten.

Wie ist dieser Gegensatz gegen die früheren Resultate zu erklären, von denen besonders die Leipziger Beobachtungen durch eine solche Menge von Resultaten — Tschisch hatte allein 5000 Versuche angestellt — sichergestellt sind, dass ein Zweifel an ihrer Richtigkeit unmöglich entstehen kann? Betrachten wir zuerst das, was meine Versuche von denen von Wundt, Tschisch und Pflaum trennt, während es sie mit den Resultaten der Amerikaner zusammenführt: das Fehlen des Einflusses der Einübung bei den Leipziger Beobachtern. Das wesentliche Moment hierfür ist wohl das, dass die Amerikaner, wie auch ich, mit Apparaten von gleichförmiger Geschwindigkeit arbeiteten, während beim Wundt'schen Pendelapparat, der in Leipzig benutzt wurde, die Geschwindigkeit stetig wechselte. Beim Pendelapparat ist eine Einübung ausgeschlossen, da zur Einübung die stetige Wiederholung des Gleichen gehört; das Einzige aber, was sich beim Pendelapparat wenigstens innerhalb einer Versuchsgruppe gleichbleibt, ist die Aufeinanderfolge der Schallreize und die Aufeinanderfolge des in der gleichen Zeit erfolgenden Hin- und Herganges des Pendels. Dagegen ist die Geschwindigkeit des Zeigers stetig wechselnd. Es kann also keine Anpassung an sie erfolgen. Dabei sind aber in jedem neuen Versuche die an sich gleich bleibenden Perioden von Schall- und Pendelschwingung gegen einander ver-

schoben; es kann sich keinerlei bestimmte Beziehung zwischen beiden herausbilden, der Schall, der jetzt bei $\frac{1}{3}$ der Pendelschwingung erfolgte, ertönt vielleicht das nächste Mal am Ende, so dass auch dieser Umstand es nicht zu einer Einübung kommen lässt. Mit beiden Momenten ist es bei den gleichförmigen Apparaten anders bestellt: die Geschwindigkeit des Zeigers ist gleichförmig; es kann eine Gewöhnung an diese bestimmte Geschwindigkeit eintreten. Und ferner: da die Umdrehung eine kreisförmige ist, die nicht die Richtung ändert, so sind keine zwei markirten Perioden vorhanden, wie Schallaufeinanderfolge und Pendelschwingung, die sich von Versuch zu Versuch in ihrer zeitlichen Stellung gegen einander ändern, sondern es ist nur die Periode der Aufeinanderfolge der Schalleindrücke vorhanden, die in die Kreisbewegung erst eine Periode hineinbringen. Hier sind also ganz andere Bedingungen gegeben, als beim Pendelapparat. Später wird von der Einübung ausführlich die Rede sein. Das hier Gesagte zeigt zur Genüge, warum bei den Beobachtungen am Pendelapparat vom Einfluss der Uebung keine Rede sein konnte, der sich bei den Beobachtungen an der Complicationsuhr so deutlich zeigt.

Es konnte fraglich sein, ob die Einübung auch bei der Complicationsuhr nicht ausblieb, wenn man nicht ganze Reihen von Versuchen mit derselben Geschwindigkeit anstellte, sondern von Versuch zu Versuch die Geschwindigkeit des Zeigers wechseln ließ. Ich stellte diese Versuche mit verschiedenen Personen an, mit solchen sowohl, die erst wenige Versuchsstunden gearbeitet hatten, als auch mit solchen, die schon länger beobachtet hatten. Bei den Ersteren, den Ungeübten, ergab sich, dass, wenn von Versuch zu Versuch die Geschwindigkeit geändert wurde, bei einem raschen Uebergang von langsamen zu schnellen Geschwindigkeiten sie erklärten, ein directes Missbehagen zu verspüren, und nicht im stande zu sein, genaue Angaben zu machen. Es ergab sich daher die Nothwendigkeit, in stetigen Abstufungen vorzugehen. Ich that dies, indem ich, bei 5 Secunden beginnend, die Umdrehungszeit von Versuch zu Versuch um $\frac{1}{2}$ Secunde verminderte bis zu einer Secunde, dann die Umdrehungszeit 0,9 nahm und ebenso von 0,9 bis 5 Secunden rückwärts ging. Ich machte etwa 350 Versuche auf diese Weise. Sie unterschieden sich in ihrem Ergebniss in keiner Weise von meinen sonstigen Versuchen. Die Einübung ging auch hier ruhig ihren Gang. Es scheint demnach, dass

die Einübung eine allgemeine ist, auf die Art und Weise des Beobachtens überhaupt, dass sie also nicht von Geschwindigkeit zu Geschwindigkeit wieder vollkommen neu zu geschehen braucht. Die entsprechenden Versuche mit Eingebühten zeigten demgemäß der Hauptsache nach keine Aenderung gegen ihre sonstigen Versuche. Nur eine Thatsache war auffallend, dass gewöhnlich beim allmählichen Uebergang von langsamen Geschwindigkeiten zu schnellen an einer Stelle, etwa bei der Umdrehungszeit von 1,5, öfters starke negative Resultate vorkamen. Diese hörten bei höherer Geschwindigkeit auf und kehrten auch beim umgekehrten Uebergang von 0,9 zu 5 Secunden nicht wieder. Eine ähnliche Beobachtung machte ich auch späterhin, als ich nur mit Umdrehungszeiten von 2,5 und 1 Secunde arbeitete. Folgte auf eine Reihe von 2,5 direct eine solche von 1 Secunde, so war oft der erste Versuch stark negativ, die folgenden nicht mehr. Dagegen trat, wenn eine Reihe von 2,5 Secunden Umdrehungszeit auf eine von 1 Secunde folgte, keinerlei Besonderheit auf.

Waren es objective Bedingungen, Verschiedenheiten des Apparates, auf denen in letzter Linie der Gegensatz meiner Resultate gegenüber den Leipziger Beobachtern beruhte, so sind es in erster Linie Bedingungen subjectiver Natur, die den Gegensatz zu den Resultaten der Amerikaner hervorrufen, die keinen Einfluss der Geschwindigkeit constatiren konnten. Der Unterschied liegt vor allen Dingen, wie ich glaube, begründet in der Art und Weise des Beobachtens. Wie schon oben bemerkt, stellte ich meinen Versuchspersonen die Art und Weise ihres Beobachtens vollkommen frei. Gegen Ende des ersten Theils meiner Beobachtungen bat ich meine Versuchspersonen, mir anzugeben, in welcher Weise sie zu ihren Resultaten gelangten. Von II, V und VI erhielt ich ausführliche schriftliche Darlegungen, über meine eigene (VIII) Beobachtungsweise wusste ich genau Bescheid, während die übrigen Beobachter nur einige mündliche Aussagen machten.

Es stellte sich heraus, dass nicht alle Versuchspersonen auf gleiche Weise beobachteten. Es zeigten sich deutlich zwei Typen von Beobachtern, die freilich nicht ganz streng zu scheiden waren.

Bei dem einen Typus ging das Beobachten folgendermaßen vor sich: der Beobachter hatte von vornherein nicht die Absicht, den

Ort des Schalls möglichst rasch festzustellen, sondern möglichst ruhig sich den dargebotenen Eindrücken zu überlassen. Der Beobachter folgte dem Zeiger mit den Augen, und er gab sich dem Eindruck ohne weitere Ueberlegung hin. Er suchte nicht den Schall, der bei den Umdrehungen auftrat, irgendwie mit einer bestimmten Stellung zu combiniren, sondern wartete, bis sich im Laufe mehrerer Umdrehungen, ohne sein Zuthun, erst eine bestimmte Gegend der Scala, dann ein bestimmter Theilstrich als der Ort des Schalles heraus hob. War mehrmals nach einander der Schall mit einem bestimmten Theilstrich zusammengetroffen, so erfolgte die Angabe. Ich will diesen Typus den der »naiven Beobachtung« nennen.

Ganz anders gingen die Beobachter des zweiten Typus vor: bei ihnen schien die Problemstellung zu sein: Suche möglichst genau den richtigen Ort des Schalles zu ermitteln. Sie warteten daher nicht ab, bis sich im Verlauf mehrerer Umdrehungen eine Gegend der Scala oder ein Theilstrich heraus hob, sondern, sobald der Schall ertönte, suchten sie festzustellen, bei welchem Theilstrich etwa der Schall wohl gewesen sein mochte. Den betreffenden Theilstrich behielten sie dann im Auge, fixirten ihn bei der folgenden Umdrehung, suchten festzustellen, ob der Zeiger vor dem Eintritt des Schalls den Theilstrich passirte, corrigirten, wenn es nicht der Fall war, suchten etwa, wenn ein Theilstrich mit dem Schall zusammengetroffen schien, ob der vorhergehende oder folgende nicht noch besser zu passen schien, kurz, benutzten alle möglichen Hilfsmittel, um den Ort des Schalles möglichst genau und möglichst schnell anzugeben. Ich will diese Art der Beobachtung im Folgenden stets die reflectirende nennen. Beide Ausdrücke sollen nur eine kurze Bezeichnung für die beiden hier näher beschriebenen Arten der Beobachtung sein, ohne dass damit behauptet sein soll, dass bei der ersten die Reflexion überhaupt mangle oder bei der zweiten eine an sich weniger natürliche Auffassungsweise vorliege. Man könnte die erste auch die Zeiger-, die zweite die Scalenbeobachtung nennen.

Ausgesprochen zu den naiv Beobachtenden gehörten III, VII und VIII; zu den reflectirend Beobachtenden I, II und VI. So schreibt Versuchsperson II: »Bei der ersten Umdrehung wird ungefähr die Gegend bestimmt, in der der Zeiger eingestellt ist. Bei

den folgenden Umdrehungen der Punkt der Einstellung, und zwar so, dass der Blick, nachdem der Punkt bestimmt ist, einen Moment lang aufhört, die Stelle zu fixiren resp. dem Zeiger zu folgen. Dieser Moment wird dazu benutzt, das dem Punkt entsprechende Zahlzeichen klar bewusst zu machen. Bei den weiter folgenden Umdrehungen wird das gefällte Urtheil controllirt Bei Einübung oder auch nur bei sehr langsamer Umdrehung entfällt der erste Theilact (ungefähre Bestimmung der Gegend), niemals aber der zweite und dritte.«

Versuchsperson VI schreibt in Bezug auf diesen Punkt: »Das erste Glockenzeichen ist mir stets das Wichtigste. Wenn es mir gelingt, dieses gut aufzufassen, das heißt den Zeiger in dem betreffenden Moment einigermaßen zu localisiren, so besitze ich bei Abgabe des Urtheils ein besonderes Sicherheitsgefühl. . . . Ich brauche dann in der Regel noch zwei Umdrehungen zur Controlle. Gelingt mir die Localisation des Zeigers beim ersten Klingelschlag schlecht, so bleibt das Endurtheil subjectiv unsicher, weil sich eine kleine Missstimmung einschleicht. Dieser Fall tritt glücklicherweise nur bei einem kleinen Theil der Versuche ein.«

Man erkennt an diesen beiden Auseinandersetzungen deutlich die »reflectirende« Beobachtung: Wichtigkeit des ersten Glockenzeichens, geringe Zahl der Umdrehungen, bewusstes Controlliren und Feststellen der betreffenden Stelle. Dass bei den naiv Beobachtenden weit mehr Umdrehungen bis zur Angabe des Resultates benöthigt werden, bestätigt auch die Heranziehung der oben angeführten Tabelle. Die reflectirend Beobachtenden (I, II, VI) zeigten die Umdrehungszahlen: 2,63; 3,1; 3,5; 3,88; 4,4; 4,13; die naiv Beobachtenden (III, VII, VIII) dagegen die weit höheren Zahlen: 4,83; 6,13; 7,5; 7,7; 10,76; 12,1.

Ich selbst gehörte während der hier in Betracht kommenden Untersuchung zu den naiv Beobachtenden. Von den oben citirten Angaben von II und VI trifft daher auf meine Beobachtungsweise kaum eine zu. Die ersten Umdrehungen hatten keinerlei Bedeutung für mich; ja manchmal war ich nach dem ersten Glockenschlag, wenn die Geschwindigkeit eine große war, mir nicht bewusst, ob der Schall mit der oberen oder der unteren Hälfte der Scala zu combiniren war. Zuweilen verband sich der Schall nach einiger Zeit

mit einem bestimmten Theilstrich und löste sich dann wieder von ihm. Manchmal verband sich der Schall sehr rasch mit einem Theilstrich, so dass ich nach dreimaliger Umdrehung schon das Resultat angeben konnte, manchmal brauchte ich 40 Umdrehungen, bis mir die Localisation gelang. Dabei hatte ich im Gegensatz zu VI bei schneller Angabe stets das Gefühl der Unsicherheit, da dann mit der Angabe das Bewusstsein verknüpft zu sein pflegte, dass zufällige Einstellungen der Aufmerksamkeit für die Combination verantwortlich zu machen seien. Wenn nach einigen Umdrehungen dann ein bestimmter Theilstrich als zum Schall gehörig sich herausstellte, so war ich mir niemals bewusst, selbst etwas dazu gethan zu haben, damit ein Theilstrich vor den andern ausgezeichnet werde, sondern ohne meinen Willen zog ein bestimmter Theilstrich mehr und mehr die Aufmerksamkeit auf sich.

Man erkennt deutlich den großen Unterschied gegen die obigen Angaben; ähnlich, wie bei mir, war der Beobachtungsmodus auch bei den übrigen naiv Beobachtenden. Bei den späteren Versuchsreihen, die in den oben angeführten Curven nicht mehr zum Ausdruck kommen, beobachtete ich dagegen meist reflectirend. Der Grund ist wohl weniger in der eigentlichen Einübung durch Wiederholung zu suchen, als darin, dass ich mich während einiger Versuchsreihen zu einem bestimmten Zweck bemüht hatte, reflectirend zu beobachten, und dies mir jetzt das natürlichere geworden war. Im allgemeinen fand sich, dass die naiv Beobachtenden wohl im stande waren, auch reflectirend zu beobachten, während das Umgekehrte fast nicht gelang. Dem naiv und dem reflectirend Combinirenden sind eigentlich nur zwei Momente gemeinsam: einmal geht bei Beiden der Feststellung des Theilstriches die Feststellung der Gegend des Theilstriches voraus, natürlich nur bei rascher Geschwindigkeit, und ferner tritt bei Beiden unter Umständen eine Correctur der Resultate ein. Beide Momente selbst aber, sowohl der Uebergang von der Feststellung der Gegend zur Feststellung des Theilstriches selbst, wie auch die Correctur des Resultats geschieht auf sehr verschiedene Weise. Bei den naiv Beobachtenden wird der Bezirk, in dem der Schall zu liegen scheint, ohne jede bestimmte Absicht, ganz von selbst, immer enger, ganz von selbst hebt sich ein einzelner Theilstrich als der richtige aus den übrigen heraus. Dabei treten einige eigenartige

Erscheinungen auf: Es kommt dann bei den naiv Beobachtenden zuweilen vor, dass der Process gleichsam in der Mitte aufhört, dass nur die Gegend erkannt wird, in der der Schall liegt, ohne dass ein bestimmter Theilstrich sich heraushebt. Es erfolgt dann nach sehr vielen Umdrehungen etwa die Angabe: »Ich kann nur sagen: der Schall ertönt zwischen 75 und 85.« Ich erhielt eine Reihe von Angaben dieser Art von VII, auch einige von III und VIII. Merkwürdig ist folgendes Ergebniss, von dem ich einige Beispiele bei VII und zwei bei III erhielt. Es kommt vor, dass der naiv Combinirende den Schall an zwei verschiedenen Stellen hört — natürlich nicht während derselben Umdrehung, vielmehr so, dass zuerst der Schall etwa bei 45 zu ertönen schien, bei der folgenden Umdrehung bei 42, dann wieder bei 45 u. s. w., so dass endlich die Angabe erfolgte: 42 oder 45; aber nicht dazwischen. Jedesmal ist dann bei diesen Resultaten 3–7 Theilstriche Unterschied zwischen den beiden Angaben; sie erklären sich leicht aus den zufälligen Einstellungen der Aufmerksamkeit, die natürlich bei den naiv Combinirenden eine große Rolle spielen müssen. Hieraus erklärt sich ebenso, dass bei den naiv Combinirenden weit häufiger abnorme Fehler — bis zu 10 Theilstrichen — vorkommen.

Ganz anders gehen die reflectirend Beobachtenden vor, wenn sie übergehen wollen von der Gegend, in der der Theilstrich sich befindet, zu einer genaueren Feststellung des richtigen Theilstriches. Während bei den naiv Beobachtenden aus einer nur ungefähren Lage der mit dem Schall zusammentreffenden Zeigerstellung sich von selbst ein Theilstrich heraushebt, sucht der reflectirend Beobachtende sich die Gegend, auch ihrer Zahlenbenennung nach, immer deutlicher und deutlicher zu machen, zieht die Grenzen, innerhalb der der richtige Theilstrich liegen kann, immer enger, bis er zum richtigen Theilstrich gelangt. So schreibt VI: »Vor dem ersten Glockenschlag pflege ich den Zeiger im indirecten Sehen zu verfolgen, indem ich das Centrum des Zifferblattes ins Auge fasse. Die Zeigerstellung im Augenblick des Signals localisire ich zwischen zwei Fünferstriche der Scala und zwar im indirecten Sehen. Bei der weiteren Umdrehung des Zeigers folgt das Auge ihm so, dass es seinen peripheren Theil fixirt. Ich brauche dann in der Regel noch zwei Umdrehungen zur Controlle, wobei ich das erste Mal prüfe, ob der

Zeiger näher beim zweiten Fünfertheilstrich, das zweite Mal, ob er näher beim ersten Fünfertheilstrich des geschätzten Intervalls sich befindet, wenn der Glockenschlag erfolgt. Je nachdem nun das Urtheil zu Gunsten des zweiten oder des ersten Theilstriches ausfällt, erfolgt die endgültige Schätzung der Zeigerstellung. Es handelt sich also bei der zweit- und drittmaligen Umdrehung um eine kleine Rechnung, indem Zeit- und Weg-Intervall in Proportion gesetzt werden.«

Man sieht hier deutlich, wie bewusst und reflectirend bei VI die ganze Beobachtung vor sich geht. Von einem einfach sich dem Eindruck Ueberlassen ist keine Rede mehr; es ist eine Rechnung, ein Hin- und Herüberlegen, das zu der naiven Beobachtung den directen Gegensatz bildet.

Anders ist die Art und Weise der Beobachtung bei V. Ich hatte ihn oben keinem der ausgesprochenen Beobachtungstypen zugerechnet, was sich sowohl ergibt, wenn man die Art seiner Fehler — wie die Art der Fehler beeinflusst wird durch den Beobachtungstypus, davon soll später die Rede sein — als auch wenn man seine eigenen Angaben betrachtet. Er beschreibt die Art und Weise seiner Beobachtungen folgendermaßen: »Dreifache Art der Beobachtungen: 1. Schätzen: Nach momentanem Eindruck ohne Ueberlegung — bei langsamer Rotation des Zeigers.« Das ist offenbar eine kurze Beschreibung dessen, was wir als naiven Beobachtungsmodus bezeichnet haben. Und weiter: »2. Vergleichen: Ebenfalls momentaner Eindruck, doch wird, nachdem bei der ersten Umdrehung die Gegend, in die das Glockenzeichen fällt, festgehalten ist, aus derselben Theilstrich auf Theilstrich hervorgehoben, und bei jedem der Vergleich angestellt, ob das Glockenzeichen fällt, bevor oder nachdem der Zeiger den Theilstrich passirt hat. In Anwendung kommt dabei die innere Beobachtung der Ueberraschung, wenn das Glockenzeichen eher, Spannung, wenn es später fällt. Bei mittleren Geschwindigkeiten. 3. Reflexion; bei mittlerer und großer Geschwindigkeit. Erstens ein Schätzen, zweitens ein Vergleichen zwischen größeren Abständen (5 zu 5, 10 zu 10, zuweilen gar 20 zu 20), drittens Urtheil darüber, ob dem einen oder dem andern Theilstrich näher und um wieviel.« Die zweite Methode, das Vergleichen, wie V es nennt, ist, wie man sieht, eine Mischung aus naiver und reflectirender Beobachtung. Die Fest-

stellung der Gegend geschieht naiv, aber dann wird ganz reflectirend Theilstrich nach Theilstrich vorgenommen und untersucht. Und zwar ist hier die Methode anders, als bei VI. Das Intervall des Schalls wird nicht enger und enger gezogen, sondern sofort zerlegt. In dem dritten Modus, den V Reflexion nennt, haben wir vollkommen die reflectirende Beobachtung.

Das sind die Beobachtungsmethoden zur Feststellung der Stelle des Schalls, soweit sie mir angegeben waren. IV scheint ähnlich wie V eine Mittelstellung einzunehmen zwischen den beiden Typen.

Ist eine bestimmte Zeigerstellung als gleichzeitig mit dem Schall aufgefasst, so wird diese Combination so lange der Controlle unterworfen, bis das Bewusstsein der Sicherheit eintritt. Auch diese Controlle kann auf ganz verschiedene Weise ausgeführt werden. Bei den naiv Beobachtenden geschieht sie einfach dadurch, dass beobachtet wird, ob sich bei den folgenden Umdrehungen der Schall wiederum mit der betreffenden Zeigerstellung verbindet. Ist das nicht der Fall, so wird mit der Angabe gewartet, bis mehrmals hintereinander der Schall mit einer bestimmten Zeigerstellung zusammentrifft. Bei den reflectirend Beobachtenden geht auch diese Controlle durch Reflexion vor sich. Vor allem, indem man die Combination des Schalls mit andern, als der richtig scheinenden Zeigerstellung versucht, oder indem man die in Betracht kommende Stelle fixirt und beobachtet, ob der Durchgang des Zeigers an dieser Stelle einen zeitlichen Zwischenraum erkennen lässt. II schreibt hierüber: »Bei den folgenden Umdrehungen wird das gefällte Urtheil controlirt, und zwar, indem die bestimmte Stelle fixirt wird, wie in den früheren Umdrehungen; oder für den Fall, dass der Blick bisher dem Zeiger folgte, indem er dem Zeiger vorausseilt und ihn an der durch das Urtheil bestimmten Stelle erwartet.«

Ich selbst, der ich die Feststellung des Theilstriches durch naive Beobachtung vornahm, benutzte trotzdem wenigstens zur Controlle eine Zeit lang die Methode, soweit zurückzugehen, bis ein zeitlicher Unterschied zwischen der betreffenden Zeigerstellung und dem Schall bemerkbar wurde. Natürlich kamen hier ganz andere Gesetzmäßigkeiten in Betracht, wie vor allem die Größe der Schwelle für den zeitlichen Zwischenraum, so dass aus dem Rahmen des Ganzen fallende, negative Fehler eintraten. Es zeigt sich das deutlich bei der

Curve von VIII. Etwa von Umdrehungszeit 4 Secunden bis 1,5 Secunden erstreckt sich diese Art der Beobachtung, in die ich, ohne es zu wollen, gerieth. Als ich es bemerkte, wandte ich mich wieder ganz der naiven Beobachtung zu und sofort sank die Zeitverschiebung von -85σ bis -4σ . Hieraus erklärt sich auch die oben als auffällig erwähnte Thatsache, dass das negative Maximum dieser Curve bei 3 Secunden liegt.

Es muss jetzt von dem Einfluss die Rede sein, den die verschiedenen Beobachtungsmodi auf die Größe und Art der Fehler haben. Es erscheint nicht von vornherein ausgemacht, dass der Beobachtungsmodus überhaupt von Einfluss auf die Fehlergröße ist. Es erscheint gleichgültig, wie ich dazu komme, den Ort des Schalles festzustellen. Die Erfahrung lehrt das Gegentheil: Wir hatten I, II, VI als dem reflectirenden, III, VII, VIII als dem naiven Typus zugehörig anerkannt, während IV und V keinem von beiden zugerechnet waren. Ein Blick auf die Tabelle zeigt uns deutliche Unterschiede bei den beiden Typen: wir sehen bei III, VII und VIII (bei III ist das oben Gesagte zu beobachten) alle Gesetzmäßigkeiten, von denen wir oben redeten, deutlich ausgeprägt:

Curve 2 ist positiver als Curve 1.

Innerhalb der Curven ist ziemlich regelmäßig ein Aufsteigen der Curven bis zu ihrem Maximum von links nach rechts ohne viel Schwankungen.

Anders bei den reflectirend Beobachtenden:

Bei I zwar entspricht Curve 1 ziemlich den Gesetzmäßigkeiten, Curve 2 dagegen zeigt ein fortwährendes Auf und Ab.

Bei II weder in Curve 1 noch in Curve 2 irgend welche Regelmäßigkeit, ebenso bei VI. Die Curven von V gehörten mehr zu den regelmäßigen, die Curven von IV mehr zu den unregelmäßigen.

Freilich, wenn man von diesen Unregelmäßigkeiten absieht und nur den ungefähren Gang der Curve ins Auge fasst, so gelten, wie oben gezeigt wurde, auch hier noch die angeführten Gesetzmäßigkeiten. Deutlich zeigt sich vor allem auch hier der Einfluss der Uebung in dem raschen, überall vorhandenen Sinken von Curve 1, obwohl auch hier bei den Reflectirenden einige Unregelmäßigkeiten vorkommen. Dass jedoch auch bei diesen der Einfluss der Geschwindigkeit nicht verschwunden ist, ergibt sich auch vor allem

daraus, dass überall, wie oben constatirt, bei Curve 2 das Minimum etwa bei 2,5 Secunden Umdrehungszeit liegt. Freilich ist dieser Einfluss sehr gering gegenüber dem der Uebung.

Der Einfluss der Uebung also zeigt sich bei beiden Beobachtungsweisen, der der Geschwindigkeit dagegen bei den reflectirend Beobachtenden sehr wenig.

Auch die Art des Fehlers wird durch den Beobachtungsmodus verändert, nicht nur seine Größe. Bei den naiv Beobachtenden III, VII und VIII liegen beide Curven im Negativen, bei I, II und VI der größere Theil im Positiven. Auch hier schließt sich V näher an die naiv Beobachtenden, IV näher an die reflectirend Beobachtenden an.

Offenbar spielen bei den Reflectirenden augenblickliche subjective Dispositionen eine weit größere Rolle, so dass der Einfluss der Geschwindigkeit nur in allgemeinsten Zügen zur Geltung kommt.

Wir können wohl verallgemeinernd sagen: Bei der naiven Beobachtung zeigt sich gemeinsam mit der reflectirenden der Einfluss der Uebung. Dagegen gibt die naive Beobachtung fast durchweg negative Resultate, und sie ist dem Einfluss der Aenderung der Geschwindigkeiten, nicht aber zufälligen Tagesdispositionen — später wird hiervon noch die Rede sein — stark unterworfen. Die reflectirende Beobachtung ergibt nur anfangs bei allen Versuchspersonen negative Resultate, späterhin werden die negativen Resultate selten. Der Einfluss der Geschwindigkeit auf die Größe des Fehlers ist gering, groß dagegen der Einfluss der Disponirtheit des Beobachters.

Da wir sahen, von wie großem Einfluss bei meinen Versuchen der Beobachtungsmodus auf die Art und Größe der Fehler war, so liegt die Frage nahe, wie es mit dem Beobachtungsmodus bei den früheren Beobachtern bestellt war.

Was die Leipziger Beobachter betrifft, so fand ich in ihren in Betracht kommenden Arbeiten keine Angaben über den Beobachtungsmodus. Aus den Resultaten — überwiegend negative Zeitverschiebung und regelmäßiger Einfluss der Geschwindigkeit — scheint man auf den naiven Beobachtungsmodus schließen zu dürfen. Glücklicherweise war ich in der Lage, zwei der früheren Beobachter befragen und einige Versuche mit ihnen anstellen zu können. Und zwar stellte sich unter Heranziehung dieser früheren Beobachter heraus, dass

meine Vermuthung keineswegs richtig war: zwar hatte Wundt seine Beobachtungen alle mit dem naiven Modus angestellt, dagegen wandte Wirth (siehe die Arbeit von Pflaum!) die reflectirende Beobachtung an. Dennoch finden wir in den Resultaten am Complicationspendel keinerlei Unterschiede zwischen beiden, während, wie gezeigt, bei meinen Versuchen der Beobachtungsmodus von größter Wichtigkeit war.

Versuche mit dem Pendelapparat gaben mir die Ueberzeugung, dass auch hier die Lösung des Räthsels wohl im Apparat zu suchen ist. Beim Pendelapparat kann die fixirende Beobachtung der Scala und das ruhige Abwarten des Herankommens des Zeigers, wie es dem reflectirenden Modus charakteristisch ist, wegen der Unstetigkeit der Zeigerbewegungen nicht so ungestört zu stande kommen. Daneben kommt vielleicht noch in Betracht, dass die Theilstriche beim Pendelapparat sich nicht so deutlich vom Hintergrunde abheben, daher es stets einiger Aufmerksamkeit bedurfte, um einen bestimmten Theilstrich zu appercipiren; demnach sich auch hierdurch reflectirende und naive Beobachtungsweise einander näherten. Daher war für den Pendelapparat der Beobachtungsmodus gleichgültig. Dass er es bei meinen Versuchen nicht war, haben wir gesehen. Von den Gründen soll im theoretischen Theil die Rede sein.

Für die amerikanischen Beobachter dagegen war, da sie mit einem ähnlichen Apparate wie ich arbeiteten, der Beobachtungsmodus nicht gleichgültig. In der That geben Angell und Pierce auch an, wie sie beobachteten. Sie sagen (a. a. O. S. 533): »Wir gebrauchten folgende Methode: Wir folgten dem Zeiger bei seiner ersten Umdrehung, bis der Schall gehört wurde. Hierauf versuchten wir, die Bewegung der Augen momentan anzuhalten. Der Punkt der Scala, den wir so erhielten, wurde als Grundlage für die nächste Umdrehung genommen, wenn etwa Correcturen anzubringen waren . . . So schien unsere natürliche Methode, auf der Scheibe einen angenäherten Punkt auszuwählen und dann darauf zu achten, wann er durch den sich drehenden Zeiger bedeckt wurde. Unmittelbar, wenn das geschehen war, wandte sich die Aufmerksamkeit dem Schall zu, um zu bestimmen, ob er eingetreten war oder nicht. Dieser Vorgang wurde so lange wiederholt — unter Anbringung der nothwendigen Correcturen — bis ein Punkt der Scala erreicht war, bei dem der Zwischen-

raum zwischen dem Schall und dem Augenblick, in dem der Zeiger den Theilstrich dem Beschauer verdeckte, zu verschwinden schien.*

Obwohl ich glaube — späterhin wird die Begründung folgen — dass diese Schilderung des vorliegenden Thatbestandes nicht ganz richtig ist, so geht doch so viel zur Genüge daraus hervor, dass der Beobachtungsmodus ein durchaus reflectirender war. Kein Wunder daher, wenn sich bei ihren Arbeiten alle Resultate zeigten, so wie wir sie bei dem reflectirenden Typus gefunden hatten: wenig negative Fehler, großer Einfluss der Uebung, geringer Einfluss der Geschwindigkeit.

Die Amerikaner geben an, überhaupt keinen Einfluss der Geschwindigkeit constatirt zu haben, Das ist wohl möglich; denn auch wir haben bei I, II und VI nur einen geringeren Einfluss der Geschwindigkeit constatiren können, der auch erst bei einer großen Anzahl von Versuchen zu Tage trat. Da die Amerikaner weit weniger Versuche anstellten, so ist es begreiflich, dass sie den Einfluss der Geschwindigkeit nicht bemerken konnten. Immerhin wäre es wünschenswerth gewesen, wenn sie für dieses negative Resultat, das allen früheren Beobachtungen so sehr widersprach, Zahlenwerthe angegeben hätten.

Auch der zweite Widerspruch, der Wegfall des Einflusses der Geschwindigkeit, löst sich also ebenfalls auf eine einfache Weise. Er ist darauf zurückzuführen, dass es bei Uhrenapparaten eine doppelte Weise des Beobachtens gibt, und die Amerikaner gerade diejenige angewandt hatten, die sie zu einem von den früheren Beobachtungen abweichenden Resultat führen musste.

d. Einfluss der Aufmerksamkeitseinstellungen auf die Zeitverschiebungen.

Bisher war nur die Rede davon, welchen Einfluss Geschwindigkeit und Uebung auf die Resultate haben. Daneben existiren eine Reihe anderer Momente, von denen eines und das andere bisher schon gestreift wurde, die das Resultat beeinflussen.

Es sind das vor allem:

- 1) zufällige individuelle Dispositionen;
- 2) die ausgezeichneten Theilstriche;

3) die Stelle auf der Scala, an der der Zeiger den Schall auslöste.

Was die individuellen Dispositionen betrifft, so waren es einmal ausgesprochene individuelle Differenzen. Vom Beobachtungsmodus wurde schon oben ausführlich gesprochen. Da ich den einzelnen Beobachtern die Art und Weise ihres Beobachtens überließ, so liegt darin, zu welchem Beobachtungstypus der Einzelne gehört, schon eine individuelle Differenz. Aber innerhalb desselben Typus gab es noch manche Variation. Wir hatten oben schon erwähnt, dass für VI offenbar die Umdrehungszeit von 8 Secunden die Grenze der noch negative Fehler erzeugenden Geschwindigkeiten schon überschreitet. Ebenso hatte ich an III das Beispiel, dass die Umdrehungszeit von 1 und 0,9 Secunden die Grenze der noch bequem auffassbaren Geschwindigkeiten zu überschreiten anfang, wie sich daraus ergab, dass ganz unvermittelt plötzlich sehr große negative oder positive Fehler auftauchten, wie auch daraus, dass III selbst erklärte, dass ihm die Angabe bei diesen Geschwindigkeiten Schwierigkeiten bereite. Ferner zeigten sich die individuellen Differenzen natürlich auch darin, dass die Curven mehr oder weniger negativ ausfielen, in ihrem schnelleren oder langsameren Abfall und dergl.

Neben den individuellen Unterschieden waren auch in demselben Individuum an verschiedenen Tagen ganz verschiedene Bedingungen gegeben. Wir haben schon erwähnt, dass bei den reflectirend Beobachtenden diese wechselnden Dispositionen eine sehr große Rolle spielten, bei den naiv Beobachtenden fast gar keine. Doch konnte diese Disposition auch auf den Beobachtungsmodus selbst von Einfluss sein. Das war vor allem bei V der Fall, der ja an sich zu keinem bestimmten Typus gehörte. Vielmehr zeigte es sich, dass es ihm an manchen Tagen unmöglich war, reflectirend, an anderen wieder naiv zu beobachten, während er manchmal sowohl naiv, als reflectirend beobachten konnte. Bei der späteren Hälfte meiner Versuche beobachtete V nur noch naiv. Die zufälligen Dispositionen wirkten bei den reflectirend Beobachtenden in sehr verschiedener Weise. Doch konnte ich bemerken, dass Ermüdung und Erregung gewöhnlich die Wirkung hatten, dass die abnormen Fehler zunahmen, und außerdem die Urtheile unsicherer wurden. Daneben auch die Wirkung, dass die Resultate negativer ausfielen als sonst. Ich hatte hierfür drei

charakteristische Beispiele: Als mir die abnormen negativen Fehler bei IV einmal auffielen, erfuhr ich auf Befragen, dass er die Nacht vorher durchgereist war und nicht geschlafen hatte; ebenso bei II, dass ein Brief ihn in außerordentliche Erregung versetzt hatte; bei V, dass er Abends einen Vortrag zu halten hatte, der ihn in Lampenfieber versetzte. Immerhin sind diese zufälligen Dispositionen zu schwer fassbar, als dass sich wirklich werthvolle Gesetzmäßigkeiten daraus ableiten ließen.

Weiterhin sind von Einfluss auf das Resultat die ausgezeichneten Theilstriche. Bei der Beschreibung des Apparates ist erwähnt worden, dass die Theilstriche 10, 20 u. s. w. stark verlängert und mit Ziffern versehen waren, während die Theilstriche 5, 15 u. s. w. nur wenig verlängert waren. Es ergab sich, dass alle Beobachter, besonders zu Anfang, eine starke Tendenz hatten, den Schall auf solche, durch Verlängerung ausgezeichnete Theilstriche zu verlegen. Freilich waren auch hier starke individuelle Differenzen vorhanden. Während z. B. VI dieser Tendenz kaum unterworfen war, verlegte I im Anfang bei 70% aller Versuche den Schall auf einen ausgezeichneten Theilstrich. Späterhin nahm diese Tendenz bedeutend ab.

Am stärksten waren I und II der Tendenz unterworfen, am wenigsten VI und VIII.

Man könnte glauben, die Tendenz, den Schall auf ausgezeichnete Theilstriche zu verlegen, müsste von Einfluss auf das Endergebniss, demnach auf die Gestalt der Curve sein. Dass das nicht der Fall ist, wenn nur der Schall möglichst gleichmäßig über die ganze Scala vertheilt wird, zeigt die nähere Ueberlegung. Es sei die durchschnittliche negative Zeitverschiebung der Reihe in Theilstrichintervallen a . Wenn also x die wirkliche Stelle des Schalles ist, so erfolgt bei x die Angabe $x - a$, ist $x + 1$ die Stelle des Schalles, die Angabe $x - a + 1$, bei $x + 2$ die Angabe $x - a + 2$ u. s. w.

Nun kommt noch die Wirkung der ausgezeichneten Theilstriche hinzu; diese sollen bewirken, dass bei einem Theilstrich vor und nach dem Fünferstrich nicht der zu erwartende Theilstrich, sondern der Fünferstrich angegeben wird.

Ist der Schall also in dem Intervall x bis $x + 4$, so sollten erfolgen die Angaben $x - a$, $x - a + 1$, $x - a + 2$, $x - a + 3$. Statt dessen erfolgen durch die Wirkung der ausgezeichneten Theilstriche

die Angaben $x - a$, $x - a$, $x - a + 2$, $x - a + 3$, $x - a + 5$. Die Summe der hier gemachten Fehler ist also $a + a + 1 + a + a + a - 1$, also $5a$. Der Durchschnittsfehler demnach war a , genau so, wie wenn der Einfluss der ausgezeichneten Theilstriche nicht dagewesen wäre. Wir haben hier ein ganz beliebiges Intervall auf der Scheibe von 5 Theilstrichen herausgegriffen. Wenn also nur der Schall gleichmäßig bei den Versuchen über die Scheibe vertheilt ist, so müssen die Resultate, die auf die ausgezeichneten Theilstriche fallen, denselben Durchschnittsfehler zeigen wie die andern Resultate. Das ergibt sich denn auch in der That mit großer Annäherung. Ich greife zum Beweise eine Reihe heraus: Es ist eine Reihe von 29 Versuchen, die Umdrehungszeit beträgt 2 Secunden, sie gehört den Versuchen der Person I an. Von den 29 Versuchen war bei 17 die Angabe auf einen ausgezeichneten Theilstrich gefallen, bei 12 nicht. Für die 17 Resultate der Fünferstriche beträgt die Summe der Fehler in Theilstrichen $+15,5$; der durchschnittliche Fehler also $+15,5 : 17 = +0,9$. Die Summe der Fehler der andern Resultate beträgt $+12$; der Durchschnittsfehler ist demnach $+1$ in Theilstrichintervallen, stimmt also fast ganz mit dem Durchschnittsfehler der Resultate, die auf die ausgezeichneten Theilstriche gefallen waren, $+0,9$, überein.

Es bleibt nur noch ein Moment übrig, das die Resultate wesentlich beeinflusste, das durch seine Eigenart merkwürdig war: Es hat sich schon ziemlich bald bei meinen Versuchen herausgestellt, dass es für die Größe der Zeitverschiebung keineswegs gleichgültig war, ob der Schall mit einer Stellung des Zeigers zusammenfiel, die oben, unten oder an der Seite der Scala sich befand. Es gelang mir anfangs nicht, genau festzustellen, wie diese Stellung des Zeigers auf der Scala beim Auslösen des Schalls die Resultate beeinflusste. Einmal waren anfangs, wie schon oben bemerkt, die Fehler überhaupt unregelmäßiger. Späterhin, als die Fehler constanter wurden, auch die Uebung nicht mehr von Stunde zu Stunde Aenderungen in den Fehlern hervorbrachte, war das Moment hinderlich, das wir soeben besprochen haben: der Einfluss der ausgezeichneten Theilstriche. Wir hatten constatirt, dass dieser Einfluss sich in den Curven nicht bemerkbar machte, denn hier kam es auf Durchschnittswerthe der ganzen Scala an. Dagegen, um den

Einfluss der Stellung des Zeigers auf das Resultat zu untersuchen, war es nothwendig, die Resultate einzeln zu vergleichen, und hier wurde die Größe des Fehlers durch den Einfluss der ausgezeichneten Theilstriche in hohem Maße bestimmt. Es musste also versucht werden, den Einfluss der ausgezeichneten Theilstriche zu eliminiren, um den Einfluss der Stellung des Zeigers auf der Scala in ihrem Verhältniss zur Größe des Fehlers zu untersuchen. Ich werde im Folgenden von der Abweichung der Zeitverschiebung vom mittleren Fehler der ganzen Reihe, die dadurch hervorgerufen ist, dass der Zeiger sich im Moment des Schalls an irgend einer bestimmten Stelle der Scala befand, als dem Stellenfehler reden.

Um die Wirkung der ausgezeichneten Theilstriche zu beseitigen, traf ich folgende Einrichtung: Auf die Milchglasscheibe wurde ein Ring aus starker weißer Pappe aufgesetzt, der die Theilstriche und Ziffern ganz bedeckte. Festgehalten wurde dieser Ring durch einen Ueberzug aus fester schwarzer Pappe, der die ganze Vorderseite des Apparates eng anschließend bedeckte, und der durch an der Seite angebrachte Bänder seinerseits an dem hinteren Theil des Apparates festgemacht war, so dass dieser Ueberzug den Pappering fest wider die Glasscheibe presste. Auf diesem weißen Pappering war eine neue Scala angebracht durch Aufkleben schwarzer Papierstreifen, die sich von der früheren Scala dadurch unterschied, dass keinerlei verlängerte oder sonstwie ausgezeichnete Striche vorhanden waren. Außerdem war die Eintheilung nur in fünfzig (statt in hundert) Theilen, um die Uebersicht bewahren zu können. Oben, unten, rechts und links waren kaum sichtbare, jedenfalls während des Versuches nicht die Aufmerksamkeit auf sich lenkende Bleistiftpunkte an den Theilstrichen angebracht, die den Theilstrichen 1, 13, 26 und 38 entsprachen. Die Beobachter machten ihre Angaben, indem sie mit einem Stab auf denjenigen Theilstrich deuteten, an welchem der Zeiger zu sein schien, als der Schall ertönte. Durch die Bleistiftpunkte war dann eine ziffernmäßige Feststellung des betreffenden Theilstrichs möglich.

Hierbei stellte sich denn heraus, dass der Stellenfehler in der That vorhanden war. Ich stellte meine Versuche an 5 Versuchspersonen an, von denen von den früheren nur V und VIII betheilig waren, während drei, die ich mit IX, X und XI bezeichne, neu

hinzukamen. Ich arbeitete nur mit zwei verschiedenen Geschwindigkeiten, da ich annehmen durfte, dass, was für zwei verschiedene Geschwindigkeiten galt, sich verallgemeinern ließ. Ich wählte dazu als schnelle Geschwindigkeit die Umdrehungszeit des Zeigers von einer Secunde, und ferner diejenige Geschwindigkeit, bei der sich mir nach eingetretener Uebung das Maximum des negativen Fehlers ergeben hatte: die Umdrehungszeit von 2,5 Secunden. Ich machte rund 1500 Versuche zur Untersuchung des Stellenfehlers, 150 etwa mit jeder Person und jeder Geschwindigkeit. Ich machte etwa 20 Versuche mit einer Geschwindigkeit zu Beginn der Versuchsstunde, und nahm dann die andere Geschwindigkeit vor; sodass ich als Vergleichseinheiten Reihen von rund 20 Versuchen erhielt.

Als allgemeinstes Resultat ergab sich: Der durchschnittliche Fehler zeigte auf der rechten Seite der Scala, also, wenn der Schall mit dem herabgehenden Zeiger verknüpft war, eine Abweichung von dem Gesamtfehler nach der positiven Richtung, auf der linken Seite der Scala, wenn der Schall vom aufwärts gehenden Zeiger ausgelöst wurde, einen negativen Stellenfehler. Dieses Resultat ergab sich bei allen Versuchspersonen mit erstaunlicher Regelmäßigkeit, ganz unabhängig vom Beobachtungsmodus oder sonstigen individuellen Bedingungen. Unter den 79 Versuchsreihen war der Durchschnittsfehler der Versuche nur bei dreien derart, dass der aufwärts gehende Zeiger einen etwas positiveren Stellenfehler auslöste, als der abwärts gehende. Das entspricht einer Abweichung von der Gesetzmäßigkeit um weniger als 4%; das ist bei derartigen Versuchen, bei denen geringe Schwankungen der Aufmerksamkeit eine große Rolle spielen, eine sehr geringe Abweichung.

Ich lasse für die einzelnen Personen und die einzelnen Geschwindigkeiten die Fehlergröße folgen. In Colonne 1 (*s*) ist die Umdrehungszeit des Zeigers in Secunden angegeben, in Colonne 2 (*d*) der durchschnittliche Fehler in σ , der von der betreffenden Person bei den 150 Versuchen gemacht wurde; in Colonne 3 (I) der Durchschnittsfehler in σ , der rund 75 Versuche, wenn das Abwärtsgehen des Zeigers mit dem Schall zusammentraf, in Colonne 4 (II) dasselbe für den aufwärtsgehenden Zeiger.

Zeitverschiebung in σ .

Versuchsperson V				Versuchsperson X			
s	d	I	II	s	d	I	II
2,5	- 30	- 22	- 38	2,5	- 13	0	- 25
1	- 12	- 5	- 19	1	- 7	+ 2	- 15
Versuchsperson VIII				Versuchsperson XI			
s	d	I	II	s	d	I	II
2,5	+ 23	+ 48	- 2	2,5	+ 8	+ 12	+ 3
1	+ 21	+ 41	+ 2	1	+ 5	+ 11	- 2
Versuchsperson IX							
s	d	I	II				
2,5	+ 3	+ 16	- 10				
1	- 1	+ 11	- 13				

Diese Zahlen zeigen in Bezug auf den Einfluss der Geschwindigkeit, in Hinsicht auf die Fehlergröße, keinen Einfluss. Denn nur bei V und X ist der Fehler bei der Umdrehungszeit 2,5 negativer als bei 1 Secunde. V ist thatsächlich auch die einzige der 5 Personen, die ausschließlich naiv beobachtet. Es zeigt sich dagegen deutlich, wie bei allen Personen der Stellenfehler des aufwärtsgehenden Zeigers negativer ist als der des abwärtsgehenden, derart, dass meist der Stellenfehler des aufwärtsgehenden Zeigers auch absolut negativ, der des abwärtsgehenden auch absolut positiv ist. Ferner zeigt sich, dass die Geschwindigkeit des Zeigers für die Größe des Stellenfehlers relativ gleichgültig ist. Sie war höchstens, und auch nicht einmal durchgehends, für die größere Geschwindigkeit ein wenig geringer. Es beträgt, wie sich aus den angeführten Zahlen ergibt, der Stellenfehler für jede der beiden Hälften

		bei Versuchsperson				
		VIII	IX	X	XI	V
und der Umdrehungszeit	2,5 Sec.	24	13	12	4	8
	1 „	20	12	8	7	7

in σ abgerundet.

Weiterhin ist von Interesse, wie sich der Stellenfehler innerhalb der beiden Hälften gestaltet, ob die negative Abweichung auf den ganzen aufsteigenden Halbkreis, die positive auf den absteigenden gleichmäßig vertheilt ist. Das ist keineswegs der Fall. Aus den angegebenen Zahlen, welche für Beobachter V und VIII in Fig. 9 und 10 graphisch dargestellt sind, kann man erkennen, wie für die einzelnen Personen und Geschwindigkeiten sich die Stellenfehler im Einzelnen ergeben haben. Ich habe stets alle Werthe der Zeigerstellungen zwischen 50 bis 5,5 bis 10, 10 bis 15 u. s. w. zusammengenommen, und für jedes Intervall das Mittel berechnet. Nach den so gefundenen Werthen sind dann die Curven construirt. Der Uebersicht halber habe ich als Abscissenachse die Scala selbst gegeben; die Entfernung der Curvenpunkte von dem zugehörigen Scalenspunkte gibt die Größe des Stellenfehlers in Theilstrichintervallen der fünfzigtheiligen Scala, d. h. die Abweichung vom mittleren Fehler an, wobei die positive Abweichung außen, die negative innen abgetragen ist. Ich habe der Bequemlichkeit der Ausrechnung halber angenommen, dass für jedes Intervall von 5 zu 5 gleichviele Resultate vorhanden seien, was in der Wirklichkeit annäherungsweise stimmt. Die ausgezogene Curve gibt den Stellenfehler für die Umdrehungszeit 2,5 Secunden, die punktirte für die Umdrehungszeit 1 Secunde. Da ich Theilstriche und nicht σ zu Grunde gelegt habe, so sind natürlich die Werthe für die verschiedenen Umdrehungszeiten nicht gleichwerthig, und es dürfen daher auch nicht die beiden Curven in Bezug auf ihre Größe miteinander verglichen werden. In Theilstrichintervallen ergibt sich als mittlerer Fehler der ganzen Curve

	für Versuchsperson				
	V	VIII	IX	X	XI
für die Umdrehungszeit 2,5 Sec.	-0,54	+0,42	+0,06	-0,26	+0,13
1 „	-0,62	+1,19	-0,04	-0,22	+0,15

Für die einzelnen Personen beträgt die mittlere Abweichung vom mittleren Fehler in Theilstrichintervallen (der Stellenfehler also):

Für Versuchsperson V (Fig. 9).

Für das Intervall auf der Scala	Für die Umdrehungszeit		Für das Intervall auf der Scala	Für die Umdrehungszeit	
	2,5 Sec.	1 Sec.		2,5 Sec.	1 Sec.
50—5	— 0,18	— 0,38	25—30	— 0,26	— 0,78
5—10	— 0,16	+ 0,12	30—35	— 0,26	— 0,78
10—15	+ 0,54	+ 1,12	35—40	— 0,06	+ 0,42
15—20	+ 0,44	+ 0,62	40—45	+ 0,14	+ 0,02
20—25	+ 0,14	+ 0,32	45—50	— 0,36	— 0,68

Versuchsperson VIII (Fig. 10).

Für das Intervall auf der Scala	Für die Umdrehungszeit		Für das Intervall auf der Scala	Für die Umdrehungszeit	
	2,5 Sec.	1 Sec.		2,5 Sec.	1 Sec.
50—5	+ 0,28	+ 1,11	25—30	— 0,22	— 0,19
5—10	+ 0,78	+ 1,71	30—35	— 0,72	— 1,09
10—15	+ 0,48	+ 0,71	35—40	— 0,82	— 1,79
15—20	+ 0,38	+ 0,81	40—45	— 0,42	— 0,89
20—25	+ 0,68	+ 0,61	45—50	— 0,42	— 0,99

Versuchsperson IX.

Für das Intervall auf der Scala	Für die Umdrehungszeit		Für das Intervall auf der Scala	Für die Umdrehungszeit	
	2,5 Sec.	1 Sec.		2,5 Sec.	1 Sec.
50—5	+ 0,44	+ 0,34	25—30	— 0,16	— 0,96
5—10	+ 0,34	+ 0,94	30—35	— 0,46	— 1,06
10—15	+ 0,24	+ 0,84	35—40	— 0,46	— 0,46
15—20	+ 0,14	+ 0,54	40—45	— 0,06	— 0,16
20—25	+ 0,14	+ 0,24	45—50	— 0,16	— 0,36

Versuchsperson X.

Für das Intervall auf der Scala	Für die Umdrehungszeit		Für das Intervall auf der Scala	Für die Umdrehungszeit	
	2,5 Sec.	1 Sec.		2,5 Sec.	1 Sec.
50—5	+ 0,26	— 0,47	25—30	— 0,14	+ 0,33
5—10	— 0,04	— 0,07	30—35	— 0,24	+ 0,13
10—15	+ 0,16	— 0,33	35—40	— 0,34	— 0,97
15—20	+ 0,66	+ 1,33	40—45	— 0,14	— 0,87
20—25	+ 0,16	+ 0,63	45—50	— 0,34	— 0,37

Versuchsperson XI.

Für das Intervall auf der Scala	Für die Umdrehungszeit		Für das Intervall auf der Scala	Für die Umdrehungszeit	
	2,5 Sec.	1 Sec.		2,5 Sec.	1 Sec.
50—5	+ 0,06	— 0,35	25—30	+ 0,03	— 0,65
5—10	+ 0,02	— 0,15	30—35	— 0,15	— 0,25
10—15	+ 0,08	+ 0,45	35—40	— 0,31	— 0,35
15—20	+ 0,16	+ 0,05	40—45	— 0,07	— 0,15
20—25	+ 0,03	+ 1,05	45—50	+ 0,13	— 0,25

Auch hier lässt sich deutlich erkennen, wie rechts im ganzen die positiven, links die negativen Abweichungen zu finden sind. Im einzelnen freilich bieten die Curven ein sehr verschiedenes Bild.

Bei VIII und IX entsprechen die Curven im ganzen am meisten der Gesetzmäßigkeit, so dass auf der rechten Seite nur positive, auf der linken nur negative Abweichungen vom mittleren Fehler sind.

Das Maximum der negativen Abweichungen liegt:

		für Versuchsperson				
		V	VIII	IX	X	XI
		zwischen den Theilstrichen:				
für die Umdrehungszeit:	2,5 Sec.	45—50	35—40	30—40	35—40	35—40
	1	30—40	35—40	30—35	35—40	35—40

Es liegt also mit einer Ausnahme das Maximum des negativen Fehlers zwischen 30 und 40.

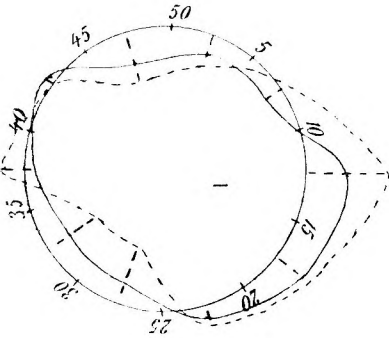


Fig. 9.

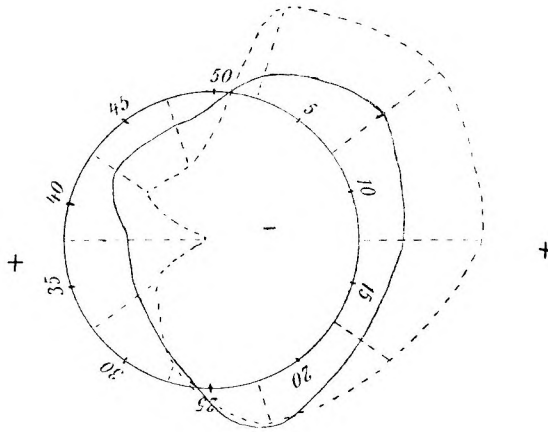


Fig. 10.

Das Maximum der positiven Abweichungen liegt:

	für Versuchsperson				
	V	VIII	IX	X	XI
	In dem Intervall:				
für die Umdrehungszeit: 2,5 Sec.	10—15	5—10	50—5	15—20	15—20
1 >	10—15	5—10	5—10	15—20	20—25

Für das Maximum des positiven Fehlers ergibt sich demnach keine besonders bevorzugte Stelle. Vielmehr scheinen individuelle Verschiedenheiten im Spiel zu sein, die beim Einen das positive Maximum mehr auf den Anfang, beim Andern mehr auf das Ende des Abwärtsganges des Zeigers rücken.

Die genauere Prüfung der Einzelresultate zeigt denn auch, woher auf der rechten Seite diese Verschiedenheiten kommen: Während im Gewöhnlichen nur geringe Schwankungen um den mittleren Fehler stattfinden, so dass, wenn der mittlere Fehler negativ ist, auch die meisten Werthe negativ sind u. s. w., zeigt sich bei Versuchsperson X und XI bei Untersuchung der Resultate im einzelnen, dass, zwischen 50 und 10 etwa, plötzlich eine Reihe negativer Fehler auftauchen, die dann vom

Theilstrich 15 ab wieder verschwinden. Diese negativen Fehler kommen untermischt mit positiven vor, und zwar stärker bei 1 Secunde Umdrehungszeit als bei 2,5 Secunden; sie beeinflussen natürlich das Schlussresultat, so dass wir bei V, X und XI zwischen 50 und 10 eine Einbiegung der Curve nach der negativen Seite hin finden. Bei den anderen Versuchspersonen ist diese Erscheinung zwar bemerkbar, doch ist sie einestheils schwächer, anderntheils kommt sie in den Curven dadurch nicht zum Ausdruck, dass gerade zwischen Theilstrich 50 und 10 die größten positiven Fehler liegen, so dass die Wirkung der negativen Abweichungen ausgeglichen wird. Dadurch ist in den Curven von VIII und IX diese Erscheinung überhaupt nicht bemerkbar. Bei allen Personen ist sie jedoch schwächer bei geringer als bei großer Geschwindigkeit des Zeigers. Ebenso ergibt sich zwischen 40 und 50 eine starke positive Tendenz bei V, die aber wohl mehr eine individuelle Abnormität der stets gegen Ende des Aufwärtsgehens des Zeigers abnehmenden Negativität des Stellenfehlers ist, als eine Erscheinung von allgemeiner Bedeutung.

2. Die psychologische Erklärung der Complicationsversuche.

a. Die negative Zeitverschiebung im Zusammenhang mit der Wiederholung der Umdrehungen.

Wie schon eingangs erwähnt, haben die Complicationsversuche die allerverschiedensten Deutungen erfahren. Es erklärt sich diese Thatsache daraus, dass die Resultate der Complicationsversuche dem gesunden Menschenverstand zu widersprechen scheinen: einmal sollte man erwarten, dass der Schall stets mit einem späteren Theilstrich verbunden wird, als mit dem, mit welchem er thatsächlich gleichzeitig war, und ferner, dass eine Zunahme der Geschwindigkeit den Fehler nicht verkleinern, sondern vergrößern sollte. Die Schwierigkeiten der Erklärung wurden noch vermehrt einmal dadurch, dass nur wenige Erklärer auch thatsächlich die Experimente selbst ange stellt hatten, die meisten sich also auf ihre psychologische Phantasie verlassen mussten, wenn sie behaupteten, was die Beobachter in ihrer Selbstbeobachtung gefunden hätten, sei falsch; und ferner dadurch, dass die Beobachter selbst in ihren Ergebnissen nicht übereinstimmten, wovon oben ausführlich die Rede war. Naturgemäß mussten die ver-

schiedenen Beobachter, sich auf entgegengesetzte Resultate stützend, diese verschiedenen Resultate verschieden erklären. Es wurde oben zu zeigen versucht, dass Apparat und Beobachtungsmodus die Schuld an den entgegengesetzten Ergebnissen tragen. Dadurch ist es möglich, auch zu einer Entscheidung über die psychologischen Grundlagen der Erscheinungen zu kommen.

Zunächst muss untersucht werden, wie die negativen Resultate überhaupt zu stande kommen können. Es war oben erwähnt worden, dass bei allen Beobachtern selten schon das erste Mal eine Angabe des Ortes des Schalls mit Sicherheit erfolgte, sondern erst nach einer Reihe von Umdrehungen.

Es fragte sich, ob diese Thatsache von irgend welcher Bedeutung für das Resultat war. Für die Sicherheit des Urtheils war sie zweifellos von Einfluss. Ob aber auch auf die Fehlergröße, das war fraglich.

Ich stellte zu diesem Zweck eine Reihe von Versuchen der folgenden Art an: Ich ließ den Beobachter, sobald er nur überhaupt einen Eindruck von der Gegend oder dem genauen Ort des Schalls hatte, denselben angeben und notirte die Angabe. Bei jeder folgenden Umdrehung gab der Beobachter wiederum an, wo ihm der Schall jetzt gerade zu sein schien, so dass ich ein Bild von der Veränderung des Urtheils während eines Versuchs hatte, bis das Urtheil mit Sicherheit erfolgte. Ich benutzte dazu vorzugsweise ungeübte und reflectirende Beobachter; ungeübte, um sicher zu sein, dass ich auch negative Urtheile erhielt, reflectirende, um möglichst nach der ersten Umdrehung schon Angaben zu erhalten. Dabei ergab sich, dass nach der ersten Umdrehung meist ein annähernd richtiges, negatives oder positives Urtheil abgegeben wurde. Mit jeder folgenden Umdrehung jedoch wurde der Schall zurückverlegt, so dass das Endurtheil ein ausgesprochen negatives war. Auch während der sonstigen Versuche hatten mir die Beobachter oft ungefragt erklärt: Bei jeder Umdrehung scheint der Schall rückwärts zu rücken.

Bei eingetretener Uebung war dies Zurückrücken des Schalles so gut wie nicht mehr vorhanden, auch beim naiv Beobachtenden kaum mehr. Ich stellte mit dem Pendelapparate dieselben Versuche an; doch gelang es hier nicht, schon nach dem ersten Klingelzeichen Angaben von irgendwelcher Bestimmtheit zu machen. Aus diesen Versuchen geht zweifellos hervor, dass in jedem Resultat zwei Factoren

stecken: einmal das ursprüngliche Resultat der ersten Umdrehung, das negativ oder positiv sein kann, und weiterhin die Correctur der folgenden Umdrehungen, die stets negativirend auf das Resultat wirkt, und die mit der Einübung allmählich verschwindet. Wir ersehen daher: Es kann nicht genügen, einen einzigen psychologischen Factor für die Resultate verantwortlich zu machen; es müssen zum mindesten zwei Factoren sein: ein sofort wirkender, und ein erst durch die Wiederholung zur Geltung kommender.

Untersuchen wir zuerst den zweiten: Bei den reflectirend Beobachtenden wissen wir von ihm:

1) dass er den Schall scheinbar zurückgehen lässt, also auf das Resultat negativirend wirkt,

2) dass er mit der Einübung abnimmt.

Ferner wissen wir, dass er bei den naiv Beobachtenden wie bei dem Pendelapparat von dem anderen Factor nicht zu isoliren ist; wir dürfen daher annehmen, dass er auch hier niemals völlig verschwindet, weil ja sonst die Angaben schon nach der ersten Umdrehung erfolgen könnten.

Halten wir diese Thatsache mit den Ergebnissen zusammen, die wir über die Negativität der Zeitverschiebung festgestellt haben, so ersehen wir daraus, dass dieser noch nicht näher bestimmte Factor wohl in erster Linie für die Negativität der Fehler verantwortlich zu machen ist. Denn

1) finden wir bei den reflectirend Beobachtenden nur anfangs negative Fehler, später verschwinden sie; und wir haben festgestellt, dass der betreffende Factor mit der Einübung verschwindet;

2) bleiben bei den naiv Beobachtenden, wie bei den Versuchen am Pendelapparat, die Resultate auch späterhin negativ; und wir hatten Grund zur Vermuthung, dass der Factor bei diesen Versuchen nicht verschwindet, wenn auch vielleicht abnimmt.

Welches ist dieser Factor? Wundt hat längst die Antwort darauf gegeben — in anderen Worten mit anderer Terminologie auch Lipps.

Wundt erinnert vor allem daran, dass die Zuordnung der Eindrücke zu einander nicht von Anfang an eine feste ist, sondern dass innerhalb bestimmter, gar nicht sehr enger Grenzen der Schallreiz

mit einem beliebigen einer ganzen Reihe von Gesichtseindrücken als gleichzeitig aufgefasst werden kann.

Zufällige willkürliche wie unwillkürliche Einstellungen der Aufmerksamkeit spielen dabei eine große Rolle. Wundt fand, dass, wenn man die ganze Scala mit Ausnahme eines einzigen Theilstriches, vor welchem man nun den Zeiger vorbeigehen sieht, verdeckt, man geneigt ist, den Glockenschlag gerade mit dieser wirklich gesehenen Stellung zu combiniren, und dass dabei leicht ein Zeitintervall von mehr als $\frac{1}{4}$ Secunde vernachlässigt werden kann.

Ich wiederholte den Versuch, indem ich nur einen Theilstrich sehen ließ und den Apparat so einstellte, dass der Schall mit einer der gesehenen Zeigerstellung benachbarten zusammentraf. Der Beobachter musste dann angeben, ob Schall und Durchgang des Zeigers an dem gesehenen Theilstrich zusammentraf, oder welcher von den beiden Eindrücken der frühere war. Das Resultat, das ich hierbei fand, war dem Wundt'schen ähnlich, wenn auch die vernachlässigten Zeiträume bedeutend geringer waren. Ich stellte die Versuche auf doppelte Art an: Einmal, indem ich den Zeiger so oft vorbeigehen ließ, bis mir der Beobachter ein sicheres Urtheil abgab, das zweite Mal, indem der Beobachtung nur einmal Schall und Vorbeigang des Zeigers dargeboten wurden. Die Ergebnisse waren nicht wesentlich verschieden. Es zeigte sich, dass bei Versuchsperson IX bei öfterer Darbietung von Schall und Zeiger innerhalb eines Zeitraumes von 175 σ Fehler vorkamen, derart, dass Täuschungen obwalteten, ob die beiden Eindrücke gleichzeitig oder welcher früher war. Bei einmaliger Darbietung war der Zeitraum nur 110 σ . Für X waren die entsprechenden Zahlen 175 σ und 185 σ . Für XI 160 σ und 150 σ . Die Zahl der auf diese Weise angestellten Versuche betrug 500.

Hier werden die Täuschungen nur bewirkt durch irgendwelche zufällige Einstellungen der Aufmerksamkeit. Es ist klar, dass der Zeitraum, innerhalb dessen die Zuordnung der Eindrücke eine variable sein kann, weit größer wird, wenn irgend welche Momente vorhanden sind, die in bestimmter Richtung die Aufmerksamkeit beeinflussen, so dass einer von den beiden Eindrücken für die Aufmerksamkeit besonders begünstigt wird. Ein solcher Factor, der die Zuordnung der Eindrücke zu einander in bestimmter Weise regelt, wird bei den Complicationsversuchen durch die wiederholte Wiederkehr beider Ein-

drücke hervorgerufen: Es ist dieser Factor das verschiedenartige Spannungswachsthum der Aufmerksamkeit ¹⁾.

Um diese Thatsache richtig zu verstehen, ist es nothwendig, auf die psychologischen Grundlagen des Phänomens einzugehen.

b. Die Theorien von Tschisch, James, Angell und Pierce und Ebbinghaus.

Was kann das überhaupt psychologisch für eine Bedeutung haben: es findet eine negative Zeitverschiebung statt? von Tschisch gibt darauf in seiner Arbeit eine Antwort, indem er sagt²⁾: »Theoretisch sind zwei Erklärungen hierfür (für die negative Zeitverschiebung) möglich: entweder erleiden die Gesichtsvorstellungen eine Verzögerung, d. h. sie werden später wahrgenommen, als sie auftreten, oder werden momentane Vorstellungen früher appercipirt, als sie gegeben werden.«

von Tschisch glaubt sich für das Letztere entscheiden zu müssen.

Die Voraussetzung, von der er ausgeht, ist die, dass das »zu früh« des Schalls resp. das »zu spät« der Gesichtseindrücke ein absolutes ist: der Schall treffe in Wahrheit mit Theilstrich 50 zusammen, er wird aufgefasst als gleichzeitig mit Theilstrich 49; Theilstrich 49 war aber absolut zeitlich früher vom Zeiger bestrichen worden, ehe der Schall eintrat. Demnach kann nur eine zeitliche Verschiebung der Gesichtseindrücke nach später eintreten, d. h. sie werden später wahrgenommen, als sie auftreten, oder der Schall erfährt eine Verschiebung nach früher, d. h. er wird appercipirt, ehe er da ist — so lautet die Alternative von Tschisch's. Meiner Ansicht nach ist diese theoretische Alternative nicht richtig.

Bei dieser Alternative ist, wie mir scheint, ein Moment vergessen, das gerade hier von größter Wichtigkeit ist: dass Schall- und Gesichtseindrücke zu ihrer Apperception Zeit brauchen, und dass demnach das Früher oder Später der Apperception nur eine relative Bedeutung hat. Demnach bleibt noch eine dritte Möglichkeit offen: Schall- und Gesichtseindrücke sind zwar gleichzeitig gegeben, aber

¹⁾ Siehe Wundt a. a. O. II. S. 399.

²⁾ a. a. O. S. 621.

die Gesichtseindrücke werden langsamer appercipirt als die Schalleindrücke. In Folge dessen wird der Schall als gleichzeitig mit einem objectiv früheren Gesichtseindruck aufgefasst. Dass diese zeitliche Verschiebung in der Apperception stattfindet, kann doppelte Gründe haben: Einmal den, dass aus irgend welchen Gründen die Apperception des Schalls beschleunigt, oder dann den, dass die Apperception der Gesichtsvorstellungen verzögert wird. In beiden Fällen wird aber der Schall nicht früher wahrgenommen, als er gegeben ist, und auch die Gesichtsvorstellungen nicht später wahrgenommen, als sie auftreten. Sondern der Schall wird nur relativ rascher appercipirt als die Gesichtsvorstellungen. Dass hier von relativer Zeitgröße die Rede ist, nicht aber von absoluter, hat von Tschisch übersehen.

Es ist wohl anzunehmen, dass James die Erklärung von Tschisch's für die von Wundt hält; denn nur für erstere trifft es zu, dass die negative Zeitverschiebung eine Hallucination darstelle, da von Tschisch sich ja dafür entschied, dass der Schall früher appercipirt werde, als er gegeben ist. Dass James die grundverschiedenen Erklärungen Wundt's und von Tschisch's verwechselt, geht auch daraus hervor, dass er (S. 415) sagt: »So wenigstens verstehe ich die Erklärungen, welche Wundt und von Tschisch geben.« Dass die Erklärung, der Schall werde appercipirt, bevor er gegeben ist, unmöglich ist, hat James dargethan¹⁾, und ich wiederhole deshalb seine Gründe nicht. Seine Einwände treffen aber die hier aufgestellte Alternative keineswegs, die den Grund, dass gleichzeitig gegebene Eindrücke nicht gleichzeitig appercipirt werden, in die Apperceptionszeit verlegt. Von den Erklärern haben nur Wundt und Lipps auf diesen Umstand Rücksicht genommen, dass es sich bei der Gleichzeitigkeit gar nicht darum handelt, in welcher Reihenfolge die Eindrücke wahrgenommen werden, sondern in welcher Reihenfolge sie appercipirt werden. Es wurde von allen Andern die objective Gleichzeitigkeit, die Gleichzeitigkeit der Wahrnehmung, mit dem subjectiven Bewusstsein der Gleichzeitigkeit für identisch erachtet, und damit gerade der gangbare Weg zur Lösung der Schwierigkeit übersehen.

Wenn man so irrthümlicherweise die Gleichzeitigkeit der Wahrnehmung mit der Gleichzeitigkeit der Apperception verwechselt, so

¹⁾ a. a. O. S. 416.

muss die Erklärung der negativen Zeitverschiebung auf eine andere Weise gesucht werden. Das kann dann einmal geschehen, indem man die Gleichzeitigkeit der Wahrnehmung bestreitet, indem man physikalische oder physiologische Hindernisse eintreten lässt. Oder es geschieht, indem man psychologische Hemmnisse einführt, die die Gleichzeitigkeit der Wahrnehmung unmöglich machen. Oder drittens, man gibt Gleichzeitigkeit der Wahrnehmung und der Apperception zu, man sucht vielmehr, die Negativität des Urtheils in einer nachträglichen Correctur auf Grund logischer Ueberlegungen oder unbewusster Factoren. Alle drei Möglichkeiten sind versucht worden, und es soll jetzt darauf eingegangen werden, worin im einzelnen ihre Unrichtigkeit besteht.

Für die negative Zeitverschiebung machen Hindernisse äußerer Art die amerikanischen Beobachter Angell und Pierce wenigstens zum Theil verantwortlich. Sie berufen sich darauf, dass der photochemische Process der Netzhaut länger dauere, als der mechanische des Ohres, dass nach Ladd das Gehör einen Vorsprung von 0,49 Secunden hat, also mehr als meine größten negativen Zeitverschiebungen betragen. Demnach müsste man stets negative Resultate erhalten, wenn nicht andere Factoren hinzukämen, die stärker sind, und die positive Urtheile bewirken. Sie fahren dann fort¹⁾: . . . »Es ist a priori Grund zu der Vermuthung vorhanden, dass die Erfahrung uns lehrt, unsere Urtheile zu corrigiren, um diese Verschiedenheit zwischen unseren Sinnen auszugleichen; so dass wir, trotz Wundt's entgegenstehender Resultate, erwarten dürfen, dass die negativen Urtheile durch die Uebung verschwinden. Selbstverständlich tritt dieser Uebergang von negativen zu positiven Urtheilen ein, ohne dass der Beobachter über die Natur seiner Fehler unterrichtet wird, ja sogar, ohne dass er überhaupt weiß, ob er Fehler macht. Es scheint das ein Ergebniss feinerer Kräfte der Unterscheidungsfähigkeit und der Aufmerksamkeit zu sein, die nur durch die Uebung entstehen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass, wenn ein Beobachter Uebung erlangt hat, dann die Rolle, welche . . . die Verzögerung des photochemischen Processes spielt, allmählich zur Unbedeutendheit herabsinkt.«

¹⁾ a. a. O. S. 538.

Also die Uebung soll eine Correctur an diesem photochemischen Process anbringen; wenn sie das kann, so ist es wunderbar, dass sie es nicht schon längst gethan hat. Denn diese Verschiedenheit unserer Sinne besteht doch nicht seit heute erst, sondern von jeher. Wieso kommt es dann, dass auf einmal die Uebung von wenigen Versuchen im stande ist, eine Verschiedenheit unserer Sinne auszugleichen, wenn sie es all die Jahre über nicht gekonnt hat? Und wir müssen annehmen, dass sie es bei den Leipziger Beobachtern nicht thut; denn die entgegenstehenden Tausende von Resultaten Wundt's und von Tschisch's, bei denen die negativen Resultate bleiben, dürfen doch nicht einfach vernachlässigt werden.

Wir werden unten auf diese Erklärung zurückkommen und noch eingehendere Einwände gegen sie vorbringen. Hier will ich nur noch bemerken, dass sie auch den anderen Theil meiner und der Leipziger Ergebnisse nicht zu erklären vermag: den Einfluss der Geschwindigkeit auf die Größe der Zeitverschiebung. Die Verzögerung des photochemischen Processes muss bei einer Umdrehungszeit von 10 Secunden gerade so groß sein, wie bei der von einer Secunde; außerdem beim naïv Beobachtenden gerade so wie beim reflectirend Beobachtenden.

Der zweite Ausweg, psychologische Hindernisse in der gleichzeitigen Wahrnehmung anzunehmen, um die negative Zeitverschiebung zu erklären, ist von Angell und Pierce sowohl, als von James versucht worden. Sie schlagen dabei verschiedene Wege ein: Angell und Pierce, die diese Erklärung neben der vorigen annehmen, gingen dabei von einer Thatsache der Selbstbeobachtung aus, die ich entschieden bestreiten muss: dass nämlich niemals Schall und Gesichtseindruck gleichzeitig appercipirt werden, sondern nur unmittelbar nacheinander, und zwar so, dass bald der Schall und bald der Gesichtseindruck der frühere ist. Alle meine Versuchspersonen bestätigten mir, dass für sie Schall und Gesichtseindruck nicht nacheinander, sondern gleichzeitig appercipirt sind, dass von einem Nacheinander keine Rede sein kann. Am allerwenigsten bei den naïv Beobachtenden, die doch die meisten negativen Resultate zeigen.

Es ist ja die Ansicht der Amerikaner auch psychologisch unmöglich. Denn wann entsteht denn das Bewusstsein der Gleichzeitigkeit? Doch wohl nur dann, wenn ich die beiden Vorstellungen, die als

gleichzeitig aufgefasst werden, gleichzeitig appercipire. Mir scheint unter anderen Umständen das Bewusstsein der Gleichzeitigkeit unmöglich. Es scheint dieser Anschauung von Angell und Pierce eine unrichtige Anschauung über die Enge des Bewusstseins zu Grunde zu liegen, als ob Empfindungen verschiedener Sinne nur nacheinander, nicht gleichzeitig appercipirt werden können. Durch dieses Auseinanderschieben des Gleichzeitigen in der Apperception gewinnen sie die Möglichkeit der Erklärung der negativen Zeitverschiebung: da eine gleichzeitige Auffassung von Schall- und Gesichtseindruck — das ist ihre Anschauung — nicht möglich ist, so merke ich mir einen zu frühen Theilstrich und höre dann erst auf den kommenden Schall. Kehre ich dann nicht wieder zum Gesichtseindruck zurück, so ist die negative Zeitverschiebung da. Auch Wundt hat schon darauf hingewiesen, dass ein derartiges Hin- und Hergehen nicht stattfindet, und damit fällt auch die ganze Erklärung.

In gewisser Weise verwandt ist die Erklärung von James. Auch er zerlegt den Act der Wahrnehmung in mehrere Glieder, aber ohne dass er das Bewusstsein der Gleichzeitigkeit auf eine Aufeinanderfolge gründet. Die mit dem Bewusstsein der Gleichzeitigkeit aufgefassten Eindrücke sind gleichzeitig wahrgenommen und appercipirt. Wie kommt es aber, dass die objectiv gleichzeitigen Eindrücke nicht auch gleichzeitig wahrgenommen werden? James macht hierfür verantwortlich, dass ein momentaner Eindruck mit einem Punkt einer continuirlichen Reihe verbunden werden soll. Dazu ist es nothwendig, dass man die Wahrnehmung der continuirlichen Reihe unterbricht und einen einzelnen Theilstrich wahrnimmt. Diesen appercipirt man dann gleichzeitig mit dem Schalle. Folgen die Schalleindrücke schnell aufeinander, so verspätet man sich etwas mit dieser Unterbrechung der Bewegungsauffassung zu Gunsten des Schalles; folgen sie zu langsam, so unterbricht man die Wahrnehmung der continuirlichen Reihe zu früh, etwa nach Art der vorzeitigen Reaction.

Auch diese Erklärung scheidert an den Thatsachen, vor allem an der Thatsache, dass keinerlei derartige Unterbrechung stattfindet, sondern dass man sehr bequem gleichzeitig die Bewegung und den Schall appercipirt. Ist die Bewegung erst einmal so schnell, dass man, um die Theilstriche zu bemerken, die Bewegung unterbrechen muss, so ist kein sicheres Urtheil mehr möglich. Es ist freilich richtig, dass

die Auffassung der Bewegung oft unterbrochen wird; aber erst, wenn das Bewusstsein der Gleichzeitigkeit schon vorhanden ist. Man unterbricht dann die Bewegung nur, um hinterher den Theilstrich auch ziffernmäßig festzustellen, mit dem der Schall verbunden war. Für diejenigen, die späterhin überhaupt dem Zeiger nicht mehr im einzelnen mit den Augen folgen, sondern eine bestimmte Stelle fixiren, kann diese Erklärung von vornherein nicht zutreffen.

Den dritten Ausweg zur Erklärung der negativen Fehler, die bewusste oder unbewusste Correctur des Urtheils, haben Ebbinghaus und Angell und Pierce mit einer dritten Erklärung eingeschlagen.

Die Erklärung beider basirt auf demselben Princip, nur dass sie es auf verschiedene Weise anwenden. Dieses Princip ist die Einwirkung früherer Erfahrungen. Ebbinghaus betont, ähnlich wie James, dass Auffassung von Bewegung eines Zeigers nichts zu thun hat mit Auffassung von einzelnen Zeigerstellungen. »Stellungen des Zeigers sind dem Beobachter gar nicht gegeben«, sagt Ebbinghaus (S. 593), »er muss also versuchen, sie geistig zu combiniren. Durch geeignete Verwerthung seiner Beobachtungen kommt er dabei nach einigen Umdrehungen einigermaßen ins Reine. Aber da er sich der Schwierigkeit der Sache und damit der Unsicherheit der Angaben wohl bewusst ist, fährt er fort, zu beobachten, zu überlegen und seine ersten Aussagen zu verbessern . . . Ist nun die Zeigerbewegung schnell, so kommt er mit seinen Ueberlegungen leicht ins Gedränge, wird von dem Zeiger überholt und bezeichnet eine zu späte Stellung als die richtige. Ist die Bewegung langsam, so hat er reichlich Zeit und wird nun leicht, um der ihm aus dem täglichen Leben bekannten Gefahr des Ueberholtwerdens zu entgehen und sich als guten Beobachter zu zeigen, auf eine zu frühe Stelle verfallen.«

Gegen diese Anschauung gilt vor allem, dass weder ich, noch irgend eine meiner Versuchspersonen einen derartig complicirten Gedankengang mit Ueberlegungen und Zuhilfenahme früherer Erfahrungen bei sich constatiren konnte, sondern dass sich einfach ein bestimmter Theilstrich mit dem Schall verband. Außerdem wird durch die Ebbinghaus'sche Erklärung das Zurückrücken des Schalles innerhalb des Versuches nicht erklärt.

Weniger intellectualistisch ist die Erklärung von Angell und Pierce. Sie lehnt sich an psychologische und physiologische Daten an:

»Wir haben sehr oft die Erfahrung gemacht, dass, wenn sich Objecte bewegen und wir ihnen mit den Augen folgen, und wir dann versuchen, plötzlich die Augen anzuhalten, dass wir dann ein wenig über den gewünschten Punkt mit dem Auge hinausschießen. Wir sind gewohnt, diesen Umstand zu corrigiren, sodass wir allmählich vollkommen unbewusst diese Correctur vornehmen.«

Das erklärt noch nicht, warum diese Correctur im gegebenen Fall zu groß ausfällt, so dass wir sogar noch hinter dem Richtigen zurückbleiben. Vielmehr kommt nach Angell und Pierce diese Thatsache daher, dass wir für gewöhnlich keine Uebung in der Auffassung schnellerer Bewegungsformen haben in der Art, wie sie uns hier entgegengetreten. Im Anfang der Versuche tritt daher Folgendes ein: Die Augenmuskeln, die gespannt waren, dem Zeiger zu folgen, werden zu rasch entspannt, und damit ist eine krampfhaftige und daher zu starke Zusammenziehung der entgegenwirkenden Muskeln verbunden. Wenn das Auge auch nicht dem Zeiger folgt, so sind dennoch immer geringe Bewegungen der Augen vorhanden. Durch die Uebung wird diese übermäßige Correction beseitigt, genau wie die Wirkung der Verzögerung des photochemischen Processes.

Gegen diese Erklärung ist einzuwenden:

Erstens kann sie ebensowenig wie die andern die Wirkung des Beobachtungsmodus und der Geschwindigkeit erklären. Es müsste vielmehr nach dieser Erklärung der Einfluss der Geschwindigkeit ein umgekehrter sein, als er wirklich ist, da doch sicherlich bei langsamen Geschwindigkeiten das über das Ziel Schießen der Uebercorrection weniger zu erwarten ist. Aber davon abgesehen: ist etwa die Bewegung eines fliegenden Balls, die Angell und Pierce selbst als Beispiel einer bekannten Geschwindigkeit anführen, langsamer, als die eines Zeigers, der sich in 4 Secunden einmal im Kreis dreht.

Dann setzt diese Erklärung voraus, dass wir thatsächlich plötzlich die Augen anhalten müssen, um den Theilstrich mit dem Schall gleichzeitig aufzufassen. Das ist nicht der Fall. Weiter: zugegeben, dass stets eine minimale Augenbewegung stattfindet, so ist diese doch nicht im stande, einen Fehler hervorzurufen, der vielleicht 6 Theil-

striche beträgt. Man muss bedenken: dieser negative Fehler ist nur der Unterschied dessen, was das Auge weiter zurückgeht, als es vorher zu weit vorgeschossen ist. Und das soll dann, wenn ich scharf auf den betreffenden Theilstrich sehe, immer noch einen Fehler von $\frac{1}{10}$ Secunde ausmachen.

Endlich ist es noch nothwendig, auf die Rolle einzugehen, die die Uebung in dieser Erklärung spielt. Die Uebung soll diese übermäßige Correction beseitigen, genau so, wie sie vorher die physiologische Verschiedenheit der zeitlichen Auffassung von Schall und Licht ausglich.

Wie thut das die Uebung? Darüber wird nur gesagt: es entstehen durch sie feinere Kräfte der Unterscheidungsfähigkeit und der Aufmerksamkeit. Aber damit ist nichts erklärt. Welches diese Kräfte sind, wie sie wirken, darüber erhalten wir keine Auskunft. Es ist hier die Uebung als eine Art seelischer Kraft angenommen, die je nach Bedarf Correcturen anbringt, Correcturen entfernt, ohne dass man über das Wie nähere Auskunft erhält. Da ich in dieser Arbeit verschiedentlich die Uebung als psychischen Factor angewandt habe und noch anzuwenden gedenke, so will ich von vorne herein den Vorwurf abwehren, als ob hier ebenfalls die Uebung als *Deus ex machina*, der je nach Bedarf bald jenes, bald dieses kann, angewandt sei.

»Uebung« hat eine doppelte Bedeutung: einmal eine rein constatirende und dann eine erklärende.

In ersterem Sinn hat sie nur die Bedeutung einer empirischen Zuordnung. In diesem Sinne war das Wort stets im ersten Theil der Arbeit gebraucht worden: »Durch Einübung« geschieht etwas, heißt dann weiter nichts, als: bei öfterer Wiederholung finden wir, dass dies oder jenes eintritt. So z. B., wenn wir feststellten, durch die Einübung wird die Zeitverschiebung im positiven Sinne beeinflusst, so soll nur festgestellt werden, dass die öftere Wiederholung des Versuchs empirisch nachweisbar, die Zeitverschiebung positiver werden lässt. Vom »wie« ist hier keine Rede.

Anders ist es, wenn die Uebung etwas erklären soll. Es ist eine Thatsache und keine Erklärung, die wir soeben angeführt haben. Angell und Pierce dagegen wollen erklären, wie durch die Uebung

negative Fehler verschwinden können und sagen nur, dass durch die Uebung feinere Kräfte ausgelöst werden. Welche sind das?

Da es für das Folgende nothwendig ist, so will ich mit ein paar Worten die Hauptbedeutung der Uebung für die Erklärung auseinandersetzen, die natürlich das Problem der Uebung nur streifen können: die Uebung hat zwei im innersten Kern mit einander verwandte Functionen, die aber im einzelnen oft einander entgegenwirken; die eine betrifft das Appercipirt-Werden, die andere das Appercipirt-Sein der Vorstellungen. Einmal erleichtert die Uebung die Apperception einer Vorstellung. Das hat zur Folge, dass bei der Einübung von successiven Vorstellungscplexen die späteren immer leichter und automatischer appercipirt werden, wodurch ihr Klarheitsgrad einestheils vermindert wird, anderntheils der Zusammenhang des Vorstellungscplexes gefestigt wird (z. B. Hersagen eines Gedichtes). Zum andern erhöht die Uebung den Klarheitsgrad einer Vorstellung, indem sie dieselbe psychisch isolirt und ihr Erkennen erleichtert (z. B. Herausfinden eines Insects durch den Geübten, das der Ungeübte übersieht).

Wir müssen demnach bei jeder Erscheinung, die durch die Uebung hervorgerufen ist, uns umsehen, wie sie sich in die allgemeinsten Functionen der Uebung einordnet; wir müssen fragen: wo sind Associationen, deren Eintritt gegen früher erleichtert ist, oder wo ist die Wiedererkennung einer Vorstellung erleichtert?

Wenden wir das auf die beiden Erklärungen von Angell und Pierce an. Wie sollen wir dazu kommen, ohne etwas von unserem Fehler zu wissen, dennoch späterhin auf einmal den photochemischen Process der Netzhaut auszugleichen? Welche Erleichterung in der Apperception kann sich hier durch die Uebung ausbilden? Es kann doch wohl nicht der Vorgang ähnlich sein, wie beim Schützen, der das erste Mal schlecht und später immer besser schießt! Das wäre etwa, wie wenn der Schütze mit verbundenen Augen schießt und dennoch allmählich lernt, das Ziel zu treffen. Wenn Angell und Pierce feinere Kräfte der Unterscheidungsfähigkeit und der Aufmerksamkeit durch die Uebung ausgelöst werden lässt, so ist eigentlich nur der Effect noch einmal als Ursache gesetzt: der Grund für die Aufhebung der Benachtheiligung des photochemischen Processes durch die Uebung ist die Uebung.

Es kann übrigens trotzdem sehr wohl möglich sein, dass in der That die Wahrnehmung des Schalls und der Zeigerstellung, die ihn objectiv ausgelöst hat, zeitlich differiren. Einmal braucht der Schall messbare Zeit, bis er an mein Ohr gelangt, das Licht nicht. Die $1\frac{1}{2}$ Meter, die der Beobachter etwa vom Apparat entfernt saß, hatten eine Verzögerung des Schalls um $1,5 : 333 \text{ Sec.} = 4,5 \sigma$ zur Folge.

Es mag ferner sein, dass auf der anderen Seite der Schall physiologisch bevorzugt ist. Es mögen auch Fehler von Tausendstel von Secunden im Apparat vorhanden sein. Das alles kann nur Anlass geben, vorsichtig zu sein in der Verwerthung der Zahlen und ihnen keinen absoluten, sondern nur relativen Werth beizumessen. Denn all diese Momente sind stets gleichmäßig wirkende und sie können niemals dazu dienen, den Einfluss der Geschwindigkeit, der Uebung und des Beobachtungsmodus auf das Resultat zu erklären. Hier haben wir doch psychologische Einflüsse vor uns; da lässt sich mit all den angeführten Momenten nichts anfangen. Dennoch könnte ein Zweifel entstehen, ob nicht die Negativität, die durch diese psychologischen Momente hervorgerufen wird, eine scheinbare ist. Ob nicht thatsächlich der Schall auf dem Wege vom Apparat zur Wahrnehmung schon seinen Vorsprung gewinnt, so dass diese psychologischen Momente nur eigentlich ein Mehr oder Minder positiver Zeitverschiebung darstellen, weil wir ja nicht Gleichzeitigkeit der Wahrnehmung, sondern Gleichzeitigkeit des objectiven Entstehens der Eindrücke am Apparat constatiren können. Dass dem nicht so ist, darüber geben die Versuche Aufschluss, die ich oben erwähnte, bei denen außer einem einzigen Theilstrich die ganze Scala verdeckt ist. Hier sind Beobachtungsmodus und Geschwindigkeit gleichgültig. Hier ist auch, bei den Versuchen, bei denen ich nur einen einzigen Glockenschlag bot, kein Einfluss der mehrmaligen Umdrehungen vorhanden. Und da sich hier gezeigt hatte, dass trotz der Constanz aller physikalischen und physiologischen Momente negative und positive Fehler vorkamen, so können wir die Behauptung aufstellen, dass über die Negativität oder Positivität erst im Psychologischen entschieden wird, d. h. dass die verschieden lange Dauer der Apperception ausschlaggebend ist. Zudem widerspricht es allen unseren Erfahrungen, dass die Discrepanz zwischen unseren Sinnen bis $\frac{3}{4}$ Secunden betragen

könnte, wie es aus den Versuchen am Pendelapparat doch geschlossen werden müsste.

c. Das Spannungswachsthum der Aufmerksamkeit.

Wie kommt diese relative Verzögerung der Gesichtseindrücke gegenüber dem Schall auf dem Wege zur Apperception zu stande? Schon oben wurde darauf hingewiesen, dass die Wiederholung der Umdrehungen der Hauptfactor ist, und zwar dadurch, dass sie die Apperception der Eindrücke abhängig macht vom Spannungswachsthum der Aufmerksamkeit. Innerhalb weiter Grenzen hatten die Versuche gezeigt, dass die Gleichzeitigkeit der Eindrücke keine ausschlaggebende Bedeutung für die Gleichzeitigkeit der Apperception hat. Es handelt sich vielmehr darum, welche Bedingungen der Aufmerksamkeit für die Eindrücke vorhanden sind.

Wir betrachten zunächst den naiven Beobachtungsmodus. Wir können einstweilen annehmen, dass bei der ersten Umdrehung hier keinerlei Bevorzugung irgend eines der beiden Eindrücke stattfindet, d. h. freilich nicht, dass bei der ersten Umdrehung auch die gleichzeitigen Eindrücke als gleichzeitige aufgefasst werden. Denn hier kommt die Bemerkung von James und Ebbinghaus zu ihrem Rechte, deren Anwendung zur Erklärung der negativen Zeitverschiebung ich oben abweisen musste: dass nämlich die Auffassung eines einzelnen Theilstriches und die einer Bewegung zwei verschiedene Dinge sind. Psychologisch ist die Bewegung etwas Einheitliches und der einzelne Theilstrich für sich etwas anderes Einheitliches. Der einzelne Theilstrich als Glied der Bewegung wird nicht gesondert appercipirt. Damit er das wird, muss irgend ein Moment hinzukommen, das ihn vor seinen übrigen gleichartigen Genossen auszeichnet. Etwa so, wie der einzelne Soldat für meine Auffassung in einem vorbeiziehenden Regiment verschwindet, nicht als Einzelner bemerkt wird¹⁾. Erst wenn er etwas an sich trägt, das ihn vor anderen auszeichnet, wird er von mir als Individuum aufgefasst, d. h. psychologisch wird er erst jetzt ein selbständiges apperceptives Gebilde.

¹⁾ Theodor Lipps, Die Quantität in psychischen Gesamtvorgängen. Sitzgsber. d. bayr. Akad. d. Wiss. Philos.-philol. Cl. 1899.

Das Auszeichnende, das ihn psychologisch verselbständigt, kann doppelter Art sein: einmal objectiv, dass er irgend etwas, z. B. eine Auszeichnung, an sich trägt, die meine Aufmerksamkeit auf sich zieht, oder es kann rein subjectiv sein, z. B. dass ich den betreffenden Soldaten kenne. Ebenso können zur Heraushebung des einzelnen Theilstriches aus der Menge gleichartiger subjective wie objective Momente mitwirken. Ein solches objectives Moment haben wir oben kennen gelernt. Es ist die Verlängerung der Theilstriche 5, 10 u. s. w. Hier ist im Theilstrich selbst etwas, das seine gesonderte Auffassung begünstigt. Bei der ersten Umdrehung des Zeigers reicht freilich dieser Vortheil des ausgezeichneten Theilstriches nicht aus. Ich will ja keinen besonderen Theilstrich gesondert appercipiren, sondern den, mit dem der Schall gleichzeitig ist. Bei der ersten Umdrehung ist jedoch der Schall gar nicht mit einem einzelnen Theilstrich, sondern mit einer ganzen Phase der Bewegung gleichzeitig. Dadurch wird diese Bewegungsphase als mit dem Schall gleichzeitig erkannt, d. h. der Schall wird nur mit einer bestimmten Gegend der Scala combinirt. Bei der zweiten Umdrehung ist jedoch subjectiv diese bestimmte Gegend ausgezeichnet, das bedeutet psychologisch, ihre einzelnen Theile werden mehr verselbständigt, die Vorstellung der Bewegung des Zeigers in dieser Gegend bleibt länger im Blickpunkt des Bewusstseins, die anderen Gegenden der Zeigerbewegung treten mehr in den Hintergrund; dadurch wird nur ein Theil dieser herausgehobenen Gegend als mit dem Schall gleichzeitig erkannt. Dieser Process schreitet fort, bis nur noch einige wenige Theilstriche übrigbleiben, die vollkommen deutlich gesondert appercipirt werden, und die als gleichzeitig mit dem Schall überhaupt noch in Betracht kommen. Damit der Vortheil der vorhergehenden Umdrehungen nicht einfach verloren geht, wird bei jeder kommenden Umdrehung die Gegend, in die der Schall bei der vorhergehenden verlegt wurde, besonders beachtet und mit besonderer Aufmerksamkeit erwartet. Dadurch entsteht ein neuer Factor: die Spannung der Aufmerksamkeit. Die Aufmerksamkeit ist gerichtet auf den kommenden Schall; sie ist aber in gleicher Weise gerichtet auf die Reihe von Theilstrichen, die in die Gegend der Gleichzeitigkeit mit dem Schall fallen.

Wir nehmen an, es handelt sich um eine langsame Geschwindig-

keit: die Aufmerksamkeit ist dann vollkommen auf den Schall gerichtet, d. h. es sind alle Bedingungen zur möglichst raschen Apperception gegeben. Es tritt ein starkes Erwartungsgefühl auf, wie es alle Beobachter constatiren konnten.

Auf den Vorbeigang des Zeigers an den Theilstrichen ist natürlich meine Aufmerksamkeit ebenfalls gerichtet; aber auf keinen bestimmten einzelnen¹⁾. Ich apperzipire alle Theilstriche, sobald sie der Zeiger bestrichen hat, nacheinander möglichst rasch. Kommt dann der Schall, so kann er in einem Minimum von Zeit apperzipirt werden, so dass Theilstriche, die thatsächlich früher als er wahrgenommen sind, erst gleichzeitig mit ihm apperzipirt werden, so dass er sie gleichsam überholt auf dem Wege zur Apperception. Es ist klar, dass die Raschheit der Apperception des Schalls abhängig ist von dem Grad der Einstellung der Aufmerksamkeit auf seine Apperception. Bei zu langsamen Geschwindigkeiten — bei eingetretener Uebung, rechts von 2,5 in den ersten Curven, ist überhaupt keine merkliche Anpassung der Aufmerksamkeit vorhanden. Die Schalleindrücke liegen zeitlich zu weit auseinander, als dass sie als zusammengehörig aufgefasst würden. Bei mittleren Geschwindigkeiten wird die Aufmerksamkeitseinstellung auf den Schall früher vollendet sein, als der Schall auftritt. Wenn er also jetzt wirklich auftritt, so wird seine Apperception übermäßig beschleunigt werden. Das zeigt sich in einer negativen Zeitverschiebung. Wird die Geschwindigkeit noch größer, so kommt ein Punkt, in dem die Apperception des Schalles gerade so lange dauert, wie die Apperception der Theilstriche. Die Zeitverschiebung ist dann 0. Wird die Geschwindigkeit noch mehr gesteigert, so kann sich die Erwartung nicht ausbilden; die Schalleindrücke folgen zu rasch auf einander, als dass es möglich wäre, dass die Aufmerksamkeit den Höhepunkt ihrer Einstellung bei Eintritt des Schalles erreicht hat.

Diese Auffassung des Thatbestandes erklärt einmal das Zurückrücken des Schalls bei jeder neuen Umdrehung. Denn die Aufmerksamkeitseinstellung bildet sich erst allmählich aus. Sie erklärt ferner den Einfluss der Geschwindigkeit, und — darauf möchte ich jetzt eingehen — den Einfluss des Beobachtungsmodus: der hier ge-

¹⁾ Vgl. Lipps, Grundthatsachen des Seelenlebens, S. 663.

schilderte Vorgang gilt nur für den naiv Beobachtenden. Beim reflectirend Beobachtenden wird schon bei der ersten Umdrehung versucht, die Bewegung in ihre Glieder aufzulösen, d. h. die einzelnen Theilstriche zu verselbständigen. Das gelingt auch bei langsamer Geschwindigkeit ohne weiteres. Bei größerer Geschwindigkeit nach einiger Uebung. Es werden also schon das erste Mal nur 2 oder 3 Theilstriche in Betracht kommen, mit denen der Schall gleichzeitig sein kann. Das zweite Mal wird die Verbindung des Schalls mit einem von diesen noch mehr befestigt — Erleichterung der Apperception und dadurch Befestigen der Complication durch die Uebung — und ehe sich überhaupt noch eine Erwartung ausbilden kann, für einen bestimmten Zeitraum von Schall zu Schall, ist die Complication zwischen Schall und Theilstrich schon befestigt. Daher kommt einmal der geringe Einfluss der Geschwindigkeit bei den reflectirend Beobachtenden, und ferner der Wegfall desjenigen Factors, der die Negativität der Zeitverschiebung hervorruft. Freilich ist auch bei den reflectirend Beobachtenden dieser Factor erst nach eingetretener Uebung unwirksam. Denn anfangs gelingt es nicht sofort, den Schall einem bestimmten Theilstrich zuzuordnen. Und wenn es gelingt, ist die Complication nicht fest genug, dass sie der Einfluss der Erwartung nicht zu Gunsten einer neuen zerstören könnte. Aehnlich ist der Einfluss der Uebung bei naiv Beobachtenden. Hier vermindert die Uebung die Zahl der Umdrehungen, die zum Urtheil nothwendig sind. Es wirken hier beide angeführten Functionen der Uebung zusammen: Einmal wird die psychische Isolirung der Theilstriche aus dem Ganzen der Bewegung begünstigt, die Theilstriche werden daher leichter appercipirt, und dadurch ist ein Umstand gegeben, der hemmend auf die Ausbildung der Negativität wirkt. Und ferner ist jetzt jede gebildete Complication fester, so dass die Erwartung die einmal geknüpft Complication nicht mehr lösen kann. Immerhin ist die Wirkung der Erwartung noch vorhanden, eben weil bei den naiv Beobachtenden nicht gleich nach der ersten Umdrehung eine Complication herzustellen gesucht wird.

Es wurde oben erwähnt, dass nicht nur die subjective Thatsache des mit dem Schall gleichzeitig Appercipirtwerdens zur Verselbständigung der Theilstriche beiträgt, sondern dass die verlängerten Theilstriche selbst ein solches Moment in sich tragen. Es ist daher

natürlich, dass diese verlängerten Theilstriche in besonderem Maße die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, rascher verselbständigt werden, d. h. die meiste Aussicht haben, als mit dem Schall gleichzeitig aufgefasst zu werden.

Angell und Pierce weisen gegen die Wundt'sche Auffassung darauf hin, dass die meisten Beobachter kein rhythmisches Gefühl gehabt hätten. Wenn unter rhythmischem Gefühl etwas ganz Besonderes verstanden werden soll, so mag das zutreffen. Dass man aber, wenn Glockenschläge in Abständen von 2 Secunden aufeinanderfolgen, von dem Tempo dieser Aufeinanderfolge ein Bewusstsein hat, und außerdem eine derartige Aufeinanderfolge psychisch wirksam sein kann, das ist doch wohl zweifellos und das Einzige, was hier in Frage kommt; die Muskelzusammenziehungen mögen nun dem Beobachter zum Bewusstsein gekommen sein oder nicht. Außerdem erweisen später anzuführende Versuche klar, dass die Erwartung des Schalls stets vorhanden ist. Damit ist beiläufig auch der weitere Einwand von Angell und Pierce im Gegentheil in eine Bestätigung verwandelt, dass bei ihrem Apparat die Schalleindrücke weit seltener aufeinanderfolgten als bei Wundt, und dass darnach bei der Richtigkeit unserer Behauptung eine Tendenz zu negativen Fehlern hervorgebracht werden müsste, wie sie bei ihnen fehlte. Die beste Unterstützung der Apperception ist eben auch wiederum nur bei einer nicht zu langen Zwischenzeit zu erwarten.

Das Spannungswachsthum der Aufmerksamkeit, so sahen wir, ändert sich mit der Geschwindigkeit. Mit der Geschwindigkeit wessen? Der Zeigerbewegung oder der Aufeinanderfolge der Schalleindrücke, oder beider? Die bisher beschriebenen Versuche gestatten darüber kein Urtheil. Denn wenn ich die Geschwindigkeit des Zeigers vergrößerte, d. h. die Umdrehungszeit verringerte, so folgten auch die Schalleindrücke schneller aufeinander, so dass ich nur beide Geschwindigkeiten zugleich variiren konnte.

Um zu untersuchen, ob es von Einfluss sei, wenn ich die Geschwindigkeit der Zeigerbewegungen gleich bleiben, die Schalleindrücke aber seltener sich folgen ließ, traf ich folgende Einrichtung: Ich schaltete bei jeder zweiten Umdrehung den Schall aus, so dass die Schalleindrücke jetzt nur halb so oft einander folgten. Ich benutzte dabei die zweite Glocke (siehe oben die Beschreibung des Ap-

parates), so dass die Zahlen, die ich gebe, alle bedeutend zu groß, ja vielleicht in Wirklichkeit theilweise negativ sind. Ich machte auf diese Weise 600 Versuche mit den Umdrehungszeiten 2,5 und 1 Secunde, und den Versuchspersonen V, VIII, IX und XI, und zwar so, dass ich auf eine Reihe auf gewöhnliche Art eine Reihe mit ausfallendem zweiten Glockenzeichen folgen ließ. Die Resultate waren folgende (die Zeitverschiebung ist in σ angegeben):

Zeitverschiebung bei Umdrehungszeit 2,5 Sec.

Versuchsperson	Wenn der Schall bei jeder Umdrehung ertönt	Wenn der Schall nur jede zweite Umdrehung ertönt
V	+ 26	+ 30
VIII	+ 37	+ 53
IX	+ 18	+ 33
XI	+ 10	+ 10

Zeitverschiebung bei Umdrehungszeit 1 Sec.

Versuchsperson	Wenn der Schall bei jeder Umdrehung ertönt	Wenn der Schall nur jede zweite Umdrehung ertönt
V	+ 20	+ 33
VIII	+ 60	+ 32
IX	+ 18	+ 21
XI	+ 20	+ 33

Die Mehrzahl der Resultate (mit Ausnahme vor allem von VIII bei einer Secunde) zeigen eine geringe positive Verschiebung, wenn der Schall nur jedes zweite Mal eintritt. Die Erwartung, dass eine Verlangsamung der Aufeinanderfolge der Schalleindrücke um die Hälfte eine Vergrößerung des positiven Fehlers zur Folge hat, konnte natürlich von vorneherein nicht bestehen, da die Proportionalität keine so einfache ist. Dass bei der Auslassung jedes zweiten Schalles die positive Zeitverschiebung etwas größer wird, erklärt sich in voller

Uebereinstimmung mit dem oben Gesagten daraus, dass die Apperception des Schalles wegen des zu langsamen Rhythmus jetzt nicht mehr so begünstigt ist. Dies zeigt sich auch daraus, dass vor allem die Verdoppelung der an sich schon längeren Zeit diese Benachtheiligung des Schalles besonders deutlich zeigt, während die Verlängerung von 1,5 für VIII und IX sogar zu günstigeren Zwischenzeiten aufsteigt. Allmählich aber gewöhnt man sich auch an den neuen Rhythmus, so dass umgekehrt, wenn ich plötzlich jetzt den Schall bei jeder Umdrehung ertönen ließ, der Beobachter in Verwirrung gerieth und in seiner Beobachtung gestört wurde. Dabei hat die Beobachtung gelehrt, dass, wenn der zweite Glockenschlag ausfällt, man ihn stets dennoch erwartet hat, was sich durch eine starke Enttäuschung beim Ausfall des Glockenschlages verräth. Das zeigt zunächst deutlich, wie die psychologische Begünstigung des Schalles auch dann noch vorhanden und erst recht wirksam ist, auch wenn man sich ihrer nicht in Folge der Einübung deutlich bewusst wird.

Damit stimmen dann auch die Durchgangsbeobachtungen der Astronomen über das in Frage stehende Problem an künstlichen Sternen völlig überein. Wie bekannt, ist ja die Complicationsmethode aus der Aug- und Ohrmethode der Astronomen beim Durchgang eines Sterns erwachsen¹⁾. Der Beobachter zählte die Secunden einer Secundenuhr weiter, während er den Durchgang des Sterns durch das Fadenkreuz beobachtete. Die Längsfäden des Fadenkreuzes, die der Stern beim vollen Secundenschlag passirte, wurden bemerkt, und aus ihrer Lage der Durchgang des Sterns durch die Mitte des Fadenkreuzes berechnet (siehe Fig. 230 Physiologische Psychologie II. Bd.). Dabei stellten sich, wie Nachprüfungen am künstlichen Apparat ergaben, stets verfrühte Auffassungen des Sterndurchgangs ein. Wenn auch hier die Bedingungen nur ähnlich, nicht gleich mit den Complicationsversuchen sind, so ersieht man doch sofort, dass die Erklärung genau dieselbe ist: Die Schalleindrücke sind Gegenstand höchster Erwartung und werden daher rascher appercipirt. Man hat nun zunächst festgestellt, dass, wenn die Bewegung des künstlichen Sterns beschleunigt wurde, die negative Zeitverschiebung

¹⁾ Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, II⁴, S. 401.

abnahm, und hiermit ist klar festgestellt, dass die schnellere Aufeinanderfolge der Gesichtseindrücke das Resultat im positiven Sinne beeinflusst, wie es aus unseren Resultaten etwa durch Vergleich von XI in der ersten Columne von Tab. 1 (S. 414) mit der zweiten von Tab. 2 besonders deutlich wird, wo ungefähr das nämliche Schallintervall von ca. 2 Secunden das erste Mal mit der halben Geschwindigkeit der Gesichtseindrücke vom zweiten Male combinirt ist, was einen dreimal so geringen positiven Fehler zeigt. Die Schalleindrücke wurden hierbei also sicherlich ebenso erwartet als vorher. Dagegen war es jetzt nothwendig, in derselben Zeit mehr Gesichtseindrücke zu appercipiren, d. h. der einzelne wurde schneller appercipirt und der Unterschied gegenüber der Apperception des Schalls wurde dadurch geringer. Wenn ferner die Secundenschläge mit halben Secundenschlägen vertauscht werden, so war damit der gewohnte Rhythmus der Aufmerksamkeit auf den Schall allzu sehr beschleunigt, so dass der Schall gegenüber den Gesichtseindrücken keine so starke Beschleunigung der Apperception erhielt. Das hat sich darin gezeigt, dass die persönliche Differenz der Astronomen in diesem Fall geringer wurde. Wir dürfen somit aus all diesen Ergebnissen ohne weiteres folgern, dass sowohl die Vergrößerung der Geschwindigkeit in der Aufeinanderfolge der Schall- als auch der Gesichtseindrücke eine positivirende Wirkung auf die Zeitverschiebung ausübt.

Auch einige andere, oben erwähnte Eigenthümlichkeiten finden jetzt eine naturgemäße Erklärung: die Zunahme der negativen Fehler bei Erregung, Ermüdung und beim plötzlichen Uebergang von langsamer zu schneller Geschwindigkeit. Es ist klar, dass Erregung dazu geneigt macht, das Spannungswachsthum der Aufmerksamkeit zu beschleunigen, d. h. negative Zeitverschiebungen hervorzurufen. Beim plötzlichen Uebergang zu schnelleren Geschwindigkeiten dagegen war eine Combination nach den ersten Umdrehungen wegen des noch Gewöhntseins an das frühere Tempo der Aufeinanderfolge der Eindrücke unmöglich. Daher konnten die auf die negative Zeitverschiebung wirkenden Factoren, ehe die Complication eintrat, vollkommen ihre Wirkung thun.

Bisher wurde nur der eine Factor in Betracht gezogen, von dem wir zu Eingang dieses Theils der Untersuchung festgestellt haben, dass er negative Resultate hervorruft: die Wiederholung der Um-

drehungen. Wir hatten jedoch oben constatirt, dass, wenn auch in geringerem Grade, oft schon bei der ersten Umdrehung eine negative Zeitverschiebung zu bemerken ist. Freilich gelang es mir hier nicht, irgend welche Gesetzmäßigkeiten ihres Auftretens festzustellen. Außerdem fanden wir ja auch, dass bei den Versuchen, bei denen nur ein Theilstrich zu sehen war, ebenso oft positive wie negative Irrthümer unterliefen; dass der Schall mit dem Vorbeigang des Zeigers am Theilstrich ebenso oft für gleichzeitig gehalten wurde, wenn er thatsächlich später, als wenn er früher war. Das zeigt nur, dass an und für sich keinerlei Grund vorhanden ist, Schall- oder Gesichtseindrücke zu bevorzugen, und dass nur die Wiederholung der Umdrehungen den Schall einen deutlichen Vorsprung gewinnen lässt. Negative Resultate bei der ersten Umdrehung müssen also durch zufällige Aufmerksamkeitseinstellungen hervorgerufen sein. Demnach sollte man erwarten, dass überall da, wo die späteren Umdrehungen keinen Einfluss haben, wir negative und positive Urtheile in gleicher Zahl erhalten müssten. Dem scheint zu widersprechen, dass bei den reflectirend Beobachtenden späterhin fast ausschließlich positive Urtheile gefällt werden. Wir sahen, dass der Eintritt von positiven oder negativen Urtheilen damit zusammenhängt, ob man den Schall oder die Gesichtseindrücke durch die Aufmerksamkeit bevorzugt. Hier beruht diese Bevorzugung der Gesichtseindrücke und damit das Ueberwiegen der positiven Urtheile zum Theil auf individueller Verschiedenheit, die keine principielle Bedeutung hat. Späterhin kommt noch dazu, dass, wenn das auf die Versuche gerichtete Interesse nachgelassen hat — und es ist psychologisch begreiflich, dass, nachdem der Beobachter einmal das erste Tausend Versuche hinter sich hat, er dem einzelnen nicht mehr so viel Aufmerksamkeit widmet, wie im Anfang — dass späterhin es das Natürlichere ist, dass der Beobachter seine Aufmerksamkeit vorzugsweise den Gesichtseindrücken zuwendet, die immer da sind, gegenüber den Schalleindrücken, die nur periodisch wiederkehren; zumal da diejenigen, die überhaupt zur Bevorzugung des Schalls neigen, von Anfang an naiv beobachten werden. Uebrigens gilt diese Bevorzugung der Gesichtseindrücke nicht durchweg. Ein Blick auf die Tabelle der constanten Fehler bei geringer Geschwindigkeit und eingetretener Uebung zeigt, dass

auch beim reflectirend Beobachtenden noch constante negative Fehler, also individuelle Bevorzugen des Schalls vorkommen.

d. Erklärung des Stellenfehlers.

Oben war gezeigt worden, dass die Fehlergröße nicht unabhängig ist von der Stellung des Zeigers bei Auslösung des Schalles. Wir hatten gefunden, dass der Stellenfehler negativ ist bei aufwärtsgehendem Zeiger, positiv bei abwärtsgehendem; und zwar lag das beiderseitige Extrem mehr am Ende der ersten Hälfte als genau in der Mitte der gesammten Auf- bzw. Abwärtsbewegung (Stelle 30 bis 40). In mehreren Fällen, z. B. bei VIII (Fig. 10), ist indessen die Vertheilung eine hinreichend gleichmäßige, so dass im Folgenden jener Asymmetrie vor einer noch eingehenderen Untersuchung dieser Unterfrage keine tiefere Bedeutung beigelegt werden soll.

Dieser Stellenfehler ist von den früheren Beobachtern nicht constatirt worden. Die Amerikaner, die nur mit einem Kreissector arbeiteten, und relativ wenige Versuche machten, hatten wohl keine Gelegenheit dazu. Anders ist es bei den Beobachtungen am Pendelapparat. Auch hier haben wir ja ein Auf- und Abwärtsgehen des Zeigers vor uns. In der That finden wir, dass die Stellen gleicher Geschwindigkeit des aufwärtsgehenden Zeigers weit größere negative Zeitverschiebungen zeigten, als die des abwärtsgehenden. Von Tschisch hat selbst darauf aufmerksam gemacht; nur schrieb er diese Erscheinung einem andern Umstande zu, nämlich dem, dass bei aufwärtsgehendem Zeiger die Bewegung beschleunigt, bei abwärtsgehendem verlangsamt war. Es war dies auch die nächstliegende Erklärung. Bei dem Uhrenapparat war sie nicht möglich, da hier eine ganz gleichförmige Geschwindigkeit des Apparates vorhanden war. Es liegt nahe, sowohl hier als auch wenigstens theilweise beim Pendelapparat die Richtung der Zeigerbewegung für die Verschiedenheit der Resultate an den entsprechenden Stellen verantwortlich zu machen.

Zunächst wäre es nicht unmöglich, dass der Stellenfehler gar keine psychologische Begründung hat, sondern auf einem Fehler des Apparates, etwa einem Gangunterschied des Apparates auf den beiden Seiten oder dergl. beruht. Es war daher nothwendig, die Versuchs-

anordnung so zu wählen, dass eine derartige Möglichkeit ausgeschlossen war.

Ich benutzte dazu ein astronomisches Fernrohr, das ich in solcher Entfernung vom Apparat aufstellte, dass das Gesichtsfeld des Beschauers gerade durch die Scala ausgefüllt war. Die Benennung der Theilstriche erfolgte unter Zuhülfenahme des Fadenkreuzes im Fernrohr. Durch das Fernrohr wurde eine Umkehrung des Bildes bewirkt, so dass der Weg des Zeigers jetzt von 50 nach 25 aufwärts und von 25 nach 50 abwärts ging. Hatte der Stellenfehler seinen Grund im Apparat, so musste der positive Stellenfehler zwischen 50 und 25 bleiben, also jetzt beim Aufwärtsgehen des Zeigers erfolgen, der negative demnach beim Abwärtsgehen des Zeigers sich einstellen. War dagegen der Fehler unabhängig vom Apparat, und lag nur an der Auffassung der Zeigerrichtung, so musste nach wie vor beim Aufwärtsgehen des Zeigers der Stellenfehler negativ, beim Abwärtsgehen positiv sein. Das Resultat ergab, dass die letztere Annahme die richtige war, dass also psychologische Momente das Dasein des Stellenfehlers verschuldeten.

Bei der Beobachtung durch das Fernrohr waren einige Abänderungen ohne weiteres mitgegeben: einmal war die Beobachtung im Fernrohr monocular, ferner war das Bild der Scala scheinbar verkleinert, und endlich wurde durch das Vorhandensein des Fadenkreuzes die ganze Auffassung der Scala verändert, wovon unten die Rede sein wird.

Es war nothwendig, die erste dieser Bedingungen gesondert zu untersuchen, um zu sehen, wie sich der Stellenfehler bei monocularem Sehen gestaltete. Denn der Gedanke lag nahe, dass der Stellenfehler seinen Grund im binocularen Sehen habe und bei monocularer Beobachtung verschwände. Ich machte daher mit den Versuchspersonen IX, X und XI rund 250 Versuche, je eine Versuchsreihe mit den Umdrehungszeiten 2,5 und 1 Secunde unter Verdeckung abwechselnd des rechten und des linken Auges durch eine Blende. Dabei ergab sich die Zeitverschiebung in σ

Für das rechte Auge.

Umdrehungszeit 2,5 Sec.

Versuchsperson	Als Mittelwerth für die ganze Scala	Für die Hälfte des abwärts gehenden Zeigers	Für die Hälfte des aufwärts gehenden Zeigers
IX	- 3	+ 4	- 9
X	- 3	+ 3	- 8
XI	+ 5	+ 16	- 6

Umdrehungszeit 1 Sec.

Versuchsperson	Als Mittelwerth für die ganze Scala	Für die Hälfte des abwärts gehenden Zeigers	Für die Hälfte des aufwärts gehenden Zeigers
IX	+ 3	+ 9	- 4
X	- 10	+ 9	- 28
XI	+ 7	+ 14	0

Für das linke Auge.

Umdrehungszeit 2,5 Sec.

Versuchsperson	Als Mittelwerth für die ganze Scala	Für die Hälfte des abwärts gehenden Zeigers	Für die Hälfte des aufwärts gehenden Zeigers
IX	- 6	- 4	- 15
X	- 6	- 2	- 10
XI	+ 6	+ 19	- 7

Umdrehungszeit 1 Sec.

Versuchsperson	Als Mittelwerth für die ganze Scala	Für die Hälfte des abwärts gehenden Zeigers	Für die Hälfte des aufwärts gehenden Zeigers
IX	- 9	- 1	- 17
X	- 20	- 17	- 23
XI	+ 2	+ 12	- 8

Aus diesen Zahlen geht zur Genüge hervor, dass bei monocularer Beobachtung der Stellenfehler keineswegs verschwindet. Vielmehr zeigt deutlich überall die Hälfte des aufwärtsgehenden Zeigers negativen, die des abwärtsgehenden positiven Stellenfehler. Dabei sind meist die Zahlen für das linke Auge negativer, ein Umstand, dem wohl keine Bedeutung beizumessen ist. Der eingehende Vergleich mit den auf Seite 390 angeführten Zahlen für den Stellenfehler beim binocularen Sehen zeigt, dass durch das monoculare Sehen in Bezug auf den Stellenfehler nichts geändert wird. Deshalb braucht bei den Fernrohrversuchen nicht in Betracht gezogen zu werden, dass monocular beobachtet wird. Die Versuche mit dem Fernrohr waren ungefähr 700 an der Zahl. Sie wurden ausgeführt mit den Versuchspersonen VIII, IX, X und XI bei den Umdrehungszeiten 2,5 und 1 Secunde. Als Resultat ergab sich:

Zeitverschiebung in σ .

Umdrehungszeit 2,5 Sec.

Versuchsperson	Als Mittelwerth für die ganze Scala	Für die Hälfte des aufwärts gehenden Zeigers	Für die Hälfte des abwärts gehenden Zeigers
VIII	+ 35	+ 55	+ 14
IX	- 8	- 7	- 11
X	- 10	- 10	- 9
XI	+ 1	+ 2	- 1

Umdrehungszeit 1 Sec.

Versuchsperson	Als Mittelwerth für die ganze Scala	Für die Hälfte des aufwärts gehenden Zeigers	Für die Hälfte des abwärts gehenden Zeigers
VIII	+ 31	+ 43	+ 18
IX	- 3	0	- 6
X	- 16	- 5	- 26
XI	+ 4	+ 4	+ 5

Bei diesen Versuchen ist Folgendes zu beachten: Obwohl ich ein nicht merklich vergrößerndes oder verkleinerndes Fernrohr benutzte, so erschien dadurch, dass man die Scala direct ans Ende des Fernrohrs verlegte, während das Netzhautbild in seiner Größe ungeändert blieb, Scala und Zeiger bedeutend verkleinert, d. h. die Geschwindigkeit der Zeigerspitze schien verlangsamt; um festzustellen, wieviel etwa die Geschwindigkeitsänderung gegen früher betrug, war es nothwendig, die scheinbare Länge des Zeigers jetzt mit der scheinbaren Länge von früher zu vergleichen. Ich ließ mir daher die scheinbare Länge von den Versuchspersonen aufzeichnen. Es stellte sich dabei heraus, dass die scheinbare Länge des Zeigers etwa ein Fünftel von früher betrug. Demnach betrug auch die scheinbare Centimetergeschwindigkeit des Zeigers nur ein Fünftel der scheinbaren früheren. Ich verzichte wegen der Unmöglichkeit, hier exact zu sein, auf genauere Angaben. Auf jeden Fall stand zu erwarten, nach dem, was wir oben über den Einfluss der Verlangsamung der Aufeinanderfolge der Gesichtseindrücke gefunden hatten, dass die Zeitverschiebung gegen früher etwas negativer ausfallen werde, was auch mit Ausnahme von VIII, bei dem inzwischen die Einübung Fortschritte gemacht hatte, in der That, wenn auch nur wenig der Fall war. Wie schon oben bemerkt, blieb in Bezug auf den Stellenfehler hier das Resultat dem Sinne nach dasselbe; freilich mit zwei Ausnahmen: für XI bei der Umdrehungszeit 1 Secunde, und für X bei der Umdrehungszeit 2,5 Secunden ist die Hälfte des abwärtsgehenden Zeigers ein wenig negativer als die des aufwärtsgehenden. Das ist überhaupt eine Erscheinung, die auch die anderen angeführten Zahlen — die Versuche im einzelnen zeigen es noch deutlicher — darthun, dass gegen die ersten Versuche die beiden Stellenfehler im allgemeinen einander näher gerückt sind. Zum deutlichen Vergleich gebe ich zahlenmäßig an, um wieviel bei den ursprünglichen Versuchen und bei denen im Fernrohr die Unterschiede der Zeitverschiebungen zwischen rechts und links betragen.

Der Unterschied des Stellenfehlers beider Hälften
beträgt in σ

Versuchsperson	Umdrehungszeit 2,5 Sec.		Umdrehungszeit 1 Sec.	
	bei den Versuchen mit bloßem Auge	bei den Fernrohrversuchen	bei den Versuchen mit bloßem Auge	bei den Fernrohrversuchen
VIII	50	41	39	25
IX	24	4	24	6
X	25	— 1	16	19
XI	8	3	13	— 1

Das Minuszeichen bedeutet, dass der Stellenfehler rechts negativer als links.

Mit Ausnahme von X, Umdrehungszeit 1 Secunde, ist die Abnahme eine beträchtliche, so dass wir den Umschlag bei XI, Umdrehungszeit 1, und X, Umdrehungszeit 2,5, bei denen die Hälfte des abwärtsgehenden Zeigers den negativeren Werth zeigt, nur als Symptom für die Abnahme des Unterschiedes der Stellenfehler überhaupt ansehen können.

Es ist also festgestellt, dass die Ursache des Stellenfehlers weder im Apparat noch im binocularen Sehen zu suchen ist. Auch die Annahme, dass irgendwie sonst die rechte oder die linke Seite bevorzugt sei, war nicht möglich, wie mir etwa 150 Versuche ergeben, bei denen die Versuchsperson die Scala im Spiegel beobachtete, so dass also jetzt rechts der Zeiger aufwärts, links abwärts ging. Die Hälfte des aufwärtsgehenden Zeigers zeigte nach wie vor den negativen, die des abwärtsgehenden den positiven Stellenfehler.

Da der Stellenfehler, wie wir sahen, abhängig ist von der Gangrichtung des Zeigers, so wird wohl auch die Auffassung der Bewegungsrichtung des Zeigers verantwortlich zu machen sein für den Stellenfehler.

Es ist nur die Frage, wie man sich nun diesen Einfluss der Bewegungsrichtung des Zeigers auf die Zeitverschiebung im einzelnen zu veranschaulichen habe. Er ist nach der oben dargelegten psychologischen Erklärung der Zeitverschiebungen überhaupt nur in der Weise denkbar, dass bei der verschiedenen Bewegungsrichtung die innere Verarbeitung der percipirten in Betracht kommenden Theil-

striche bald relativ rascher, bald langsamer vorwärts schreitet, und zwar muss das erstere der Abwärtsbewegung, das letztere der Aufwärtsbewegung entsprechen. Diese leichtere oder schwerere Auffassung der Bewegung wird dabei zunächst peripher bedingt sein durch die leichtere oder schwerere Bewegung der Augen.

Es ist zu erwarten, dass die neben einer Augenbewegung hergehende Apperception bei verschiedener Schwierigkeit der rein peripheren Thätigkeit früher oder später die für den Act der Zusammenfassung mit dem Schall nothwendige Vollendung erreicht und somit mehr oder weniger weit hinter dem peripheren Fixationspunkt zurückbleibt. Wenn nun die Augenbewegung leichter abwärts erfolgt als aufwärts, so war hiermit ein Grund für die relativ verfrühte Vollendung der Apperception der Theilstriche auf der rechten Seite gegenüber der Apperception der Theilstriche auf der linken Seite gegeben. Es galt daher, entweder die Augenbewegungen ganz auszuschalten, um zu sehen, ob dann auch der Stellenfehler wegfiel, oder sie einfach innerhalb des sonst möglichst normalen Versuches irgendwie in ihrer verschiedenen Schwierigkeit controlliren zu können. Hingegen ist keineswegs nothwendig, dass die thatsächliche Bewegung des peripheren Fixationspunktes hinter dem Zeiger zurückbleibe. Die deutlichste Perception ist eben gerade von der Apperception zu unterscheiden und je nach der Schwierigkeit der ersteren wird die letztere zeitlich mehr oder weniger von der Perception getrennt sein können. Mit anderen Worten, es kommt wohl auf eine größere oder geringere Geschwindigkeit der Apperception, dagegen nur auf die verschiedene Leichtigkeit der Augenbewegungen an.

Zunächst wurde versucht, die Augenbewegung auszuschalten, indem ich etwa 150 Versuche mit den Versuchspersonen VIII, X und XII anstellte, und zwar in folgender Weise: die Beobachter — es waren lauter Beobachter, die in Fixationsversuchen Uebung hatten — fixirten genau die Mitte des Apparates, so dass sich Zeiger und Scala nur in indirectem Sehen abbildeten. Das Resultat ergab keineswegs ein Wegfallen des Stellenfehlers, nur größere Schwankungen der Zeitverschiebung. Doch kann diesen Versuchen keine Beweiskraft zugesprochen werden, da auch die bloße Wanderung der Aufmerksamkeit bei ruhender Fixation in ihrer Geschwindigkeit die bei

ihrer normalen Verbindung mit Blickbewegungen gewohnten Unterschiede je nach den verschiedenen Richtungen beibehält.

Es kam also doch vor allem der Nachweis in Betracht, dass beim Abwärtsgehen des Zeigers gegenüber dem Aufwärtsgehen die entsprechenden Augenbewegungen erleichtert waren. Ich benutzte dabei folgende Methode (siehe Figur 11): ich ersetzte die weiße Pappescala durch einen Ring aus schwarzem Carton (*Sk*), in dem 20 Theilstriche (*T*) in Gestalt von etwa $\frac{1}{2}$ Centimeter breiten Ausschnitten angebracht waren. Nach innen schloss sich an den Ring eine schwarze Pappscheibe (*Sch*), die über dem Zeiger befestigt war und sich mit ihm drehte. Der Zeiger war hier durch einen schmalen Ausschnitt (*z*) der Scheibe ersetzt. Der Apparat wurde im Dunkeln aufgestellt und durch die 4 elektrischen Lampen von

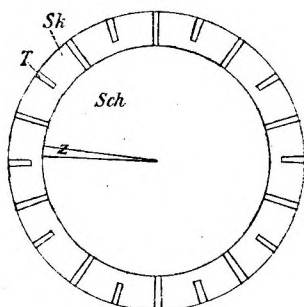


Fig. 11.

rückwärts erleuchtet, so dass für den Beschauer von vorne nur die Ausschnitte im Ring als Theilstriche, und der Ausschnitt in der Scheibe als Zeiger erleuchtet zu sehen war. Zuerst wurde nun die Scheibe in sehr langsame Umdrehung versetzt. Dabei ergab sich ein an allen Stellen gleichmäßiges Nachbild des Zeigers. Hierauf wurde eine größere Geschwindigkeit eingestellt. Dabei ergab sich, dass das Nachbild des Zeigerausschnittes ein sehr wechselndes war. Fächerförmig dehnte es sich bald zur vierfachen Breite des Zeigers aus, bald schrumpfte es zusammen, sodass überhaupt nur ein geringes Nachbild zu sehen war. Mit sieben Beobachtern wurden die Versuche angestellt; zwei erklärten, keine bestimmte Regelmäßigkeit in der Zusammenziehung und Ausbreitung des Nachbildes angeben zu können. Die 5 anderen gaben an, dass beim Abwärtsgehen sich das Nachbild zusammenzog, am kleinsten war kurz nach Beginn des Aufwärtsgehens, sich dann immer mehr ausbreitete, bis es sein Maximum zu Beginn des Abwärtsgehens hatte. Das ganze Phänomen war freilich öfters von Unregelmäßigkeiten in der Zusammenziehung und Ausbreitung begleitet. In der Hauptsache aber erschien die Region der allmählichen Ausbreitung des Nachbildes mit der Aufwärtsbewegung

des Zeigers, die Region der allmählichen Zusammenziehung aber mit der Abwärtsbewegung zusammenzufallen. Die Ausbreitung und Zusammenziehung des Nachbildes rührt zweifellos daher, dass die Augen bald unvollständiger, bald correcter dem Zeiger zu folgen vermögen, da eine exacte Verfolgung des Zeigers mit der Fixation gar keine Ausbreitung der gereizten Fläche erzeugt.

Dabei scheint zugleich aus der speciellen Lage der Ausbreitung hervorzugehen, dass die genaue Einhaltung des gleichen »Schrittes« mit dem Zeiger während der Abwärtsbewegung noch bis in den Beginn der Aufwärtsbewegung herüberreicht und dass erst allmählich hinaufwärts jene Störung der Parallelbewegung eintritt, die dann auch erst etwas nach Beginn der Abwärtsbewegung wieder völlig ausgeglichen ist. Man könnte versucht sein, hieraus einen Widerspruch mit der thatsächlichen speciellen Lage des Maximums der negativen Stellenfehler der Aufwärtsbewegung zu sehen, welche mehr in der ersten Hälfte dieses Theiles der Bewegung lag, und ähnliches könnte mutatis mutandis für die Abwärtsbewegung angeführt werden. Indessen darf man nicht die oben hervorgehobene Beziehung von Augenbewegung und negativem Stellenfehler überhaupt vergessen, welche den letzteren nur mit der Schwierigkeit der Bewegung überhaupt verband, nicht mit der mangelnden Ausführung derselben, wie sie allein den Grund für die Ausbreitung des Bildes abgibt. Eine an sich schwierige Bewegung wird erst bei weiteren Complicationen zu einer ungenauen Einhaltung der Fixation führen, und diese Complication scheint bei der Aufwärtsbewegung erst in der gleichzeitigen Aenderung der Hauptrichtung gegeben, wie sie im oberen Quadranten erfolgt. Würde nun das Auge dieser complicirten Aufgabe thatsächlich mit aller Feinheit nachkommen, so würde allerdings ganz allgemein eine weitere Verlegung der negativen Stellenfehler nach oben zu erwarten sein. Es wäre aber dann auch keine Ausbreitung des Bildes an dieser Stelle zu sehen. Indessen folgen die thatsächlich ausgeführten Bewegungen keineswegs immer der in den objectiven Richtungen gegebenen Aufforderung. Gerade wo die Schwierigkeit zu groß wird, kürzen sie ebenso wie die gleichlaufende Apperception ihren Weg ab, ruhen fixirend aus u. s. w., kurz sie lassen das bewegte Object sozusagen mehr indirect beobachtend für sich weiter laufen, dass sich gerade hieraus die Ausbreitungen der

objectiv anders bewegten Reize an diesen Stellen ergeben. Hat aber einmal die ungenau abkürzende Bewegung begonnen, so wird sie erst wieder relativ einfache Bedingungen der Verfolgung des Objects abwarten, bis sie wieder exact nachfolgt. Es besteht somit in dieser Versuchsanordnung keine ganz einfache Beziehung zwischen dem beobachtbaren Kriterium und dem gesuchten Factor. Man kann vielmehr nur aus der Erleichterung, die sich das Auge, von einem bestimmten Punkt der Schwierigkeit an, selbst verschafft, auf die hinreichende Abmühung bis zu diesem Punkt, und weiterhin aus der allmählichen genauen Wiederaufnahme der Parallelbewegung mit dem Object auf die inzwischen begonnene Erleichterung der Bewegung schließen. Die besonders in den oberen Partien vorhandene Selbsterleichterung der Aufgabe ist aber nun gerade ein Aufgeben des Hauptmomentes des »naiven« Beobachtungsmodus, d. h. eben der für ihn charakteristischen Verfolgung des Zeigers. Man verhält sich hier viel »abwartender«, in einer mehr indirect fixirenden Betrachtung des Zeigers. Dieser Factor wirkt aber nach dem Bisherigen gerade der negativen Tendenz entgegen. Andererseits ist in der unteren Region, sowohl für die hier besonders exact verlaufende Abwärtsbewegung als auch noch für den Beginn der Aufwärtsbewegung, welche sozusagen mit dem vollen Schwunge einsetzen kann und deshalb trotz der deutlichen Erschwerung noch scharf am Objecte bleibt, eben wegen der guten Verfolgung des Zeigers die »naive Beobachtung« besonders begünstigt, welche einerseits der in der leichten Abwärtsbewegung liegenden positiven Tendenz entgegenwirkt, andererseits die negative Tendenz steigert, welche durch das Nachhinken der Apperception bei noch immer guter Einhaltung des peripheren Fixationspunktes bereits entstanden ist.

Die Thatsache, dass die Augenbewegung abwärts leichter vor sich geht als aufwärts, ist übrigens auch sonst aus einer Reihe von Erscheinungen bekannt, auf deren ausführliche Besprechung und Erklärung in Wundt's physiologischer Psychologie (II⁴, S. 140) ich hiermit verweise. Die kleinen Abweichungen von den einfachsten Folgerungen, die aus der hier vorausgesetzten Beziehung sich ergeben, brauchen indessen schon deshalb nicht alle in Besonderheiten dieser Beziehung ihren Grund zu finden, weil auch noch andere Factoren mitbetheiligt sein dürften.

Neben dem Einfluss der Augenbewegungen können auch noch associative Factoren die schnellere Apperception der Theilstriche auf der rechten gegenüber denen der linken Seite begünstigen. Wie jedes Erlebniss nicht so aufgefasst wird, wie es wirklich ist, sondern wie es unter der Nachwirkung früherer Erlebnisse erscheint, so wird auch die Auffassung dieser Auf- und Abwärtsbewegung des Zeigers gewissermaßen durch alle Aufwärts- und Abwärtsbewegungen beeinflusst werden, die wir jemals erlebt haben, also nicht nur durch die verschiedene Schwierigkeit der Augenbewegungen und der mit ihr zusammenhängenden Apperceptionsbewegung, die wir jetzt thatsächlich erleben. Jede objective Bewegung gegen die Schwere erscheint uns hiernach als mühsam und Schwierigkeiten überwindend, und hierdurch wird rückläufig auch wiederum unsere eigene auf die Auffassung dieses objectiven Vorganges gerichtete Thätigkeit in allen ihren Einzelementen nach dieser Richtung bedrückt, bezw. in der entgegengesetzten erleichtert und in ihrem Erfolg beschleunigt. Die Richtung der Wirksamkeit dieses ästhetischen Factors der Raumschauung überhaupt¹⁾ stimmt also mit dem vorigen vollkommen überein und ist wegen des innigen Zusammenhanges der Associationen auch experimentell nicht davon zu trennen.

Durch die Fernrohrbeobachtung kam endlich noch ein weiteres Moment zur besonderen Geltung, welches ebenfalls ein eigenes System von Stellenfehlern zu erzeugen im stande ist, welches das bisher abgeleitete in verschiedener Richtung zu modificiren geeignet ist und das auch bei der freien Beobachtung, nur nicht so deutlich, mitgewirkt zu haben scheint. Es wurde schon früher ganz allgemein erkannt, dass jeder ausgezeichnete Punkt der Scala eine Verlegung des Schalles nach demselben begünstigt, wenn der Zeiger bei seinem Ertönen überhaupt in der Nähe war. Nun besitzt aber die Scala, selbst wenn sie an sich gar keine weitere Auszeichnung enthält, eben in ihren nach der räumlichen Lage wichtigsten Orientierungspunkten eine durch die Raumauffassung selbst unmittelbar mitgegebene Pointirung. So pflegen wir alle, nach allen vier Richtungen symmetrischen Gebilde horizontalsymmetrisch aufzufassen²⁾, wohl in An-

¹⁾ Vgl. Th. Lipps, Raumästhetik und geometrisch-optische Täuschungen. 1897.

²⁾ Vgl. auch Wundt, Physiol. Psychologie, II⁴. S. 238.

lehnung an die Gliederung des menschlichen Körpers. Es ist wohl auch kein Zufall, dass die Eintheilung der Scala oben beginnt und nicht an der Seite. Diese Gliederung wirkt zunächst einmal steigernd für die Auffassung der Zeigerbewegung als eines Auf- und Niedergehens und das entsprechende Mitlaufen der Augenbewegung, welches die Abgrenzung einer negativen und positiven Seite des Stellenfehlers bedingt. Indessen wird das dadurch bedingte Hervortreten des oberen und unteren Halbierungspunktes (und zum Theil wohl auch der seitlichen Extreme) ohne weitere Rücksicht auf die Schwierigkeit oder Leichtigkeit der dazwischen liegenden Zeigerbewegungen die Verlegung des Schalles nach ihnen begünstigen. Machte sich nun dieses Fehler-System thatsächlich schon für die freie Beobachtung geltend, so zeigte es sich besonders bei der Fernrohrbeobachtung. Bei letzterer wird eben die Auszeichnung der Umkehrpunkte für die Bewegung noch durch die Quadranteneintheilung des Fadenkreuzes unterstützt. Damit stimmen die Beobachtungen vollkommen überein, die ich während aller Versuche oft zu constatiren Gelegenheit hatte: war der Ort des Schalls in der Nähe dieser Umkehrpunkte, so blieb man in der Auffassung des Ortes des Schalls auf der Seite des Umkehrpunktes, auf die man den Schall zuerst verlegt hatte. War etwa der Schall bei 23 und man hatte ihn zuerst bei 27 gehört, so pflegte man in der Regel bei den folgenden Umdrehungen nicht über 25 zurückzurücken und gab allenfalls noch 25 an. 25 und 50 waren Wendepunkte für die Auffassung und die Bewegung. Der ganze Rhythmus von Auffassung und Bewegung wäre geändert worden, wenn man in der Verlegung des Schalls auf die andere Seite des Wendepunktes gegangen wäre. Das geschah demgemäß nur dann, wenn die Discrepanz zwischen dem wirklichen Ort des Schalls und dem seiner ersten Auffassung gar zu groß war. Es ist begreiflich, dass der Anziehungskraft dieser durch die Aenderung der Richtung von Augenbewegung und Auffassung ausgezeichneten Wendepunkte eine Verlangsamung in der Auffassung derjenigen Theilstriche entsprach, die unmittelbar dieser Schwenkung folgten. Daraus erklärt es sich, dass unmittelbar hinter Theilstrich 50 eine Tendenz zum negativen Stellenfehler auftrat, die natürlich individuell sehr verschieden sein konnte. Unmittelbar hinter Theilstrich 25 fand natürlich dasselbe statt. Aber hier ging die Tendenz des Stellenfehlers

schon vorher nach der negativen Seite, so dass diese Tendenz nur eine kleine Verstärkung erfuhr, die sich in der allgemeinen negativen Tendenz vielleicht darin bemerkbar machte, dass, wie wir oben sahen, fast stets das Maximum der negativen Tendenz in der ersten Hälfte des Aufwärtsgehens des Zeigers zu finden war. Die entsprechende »Anziehungskraft« des oberen Umkehrpunktes wird indessen gerade umgekehrt wie die Schwierigkeit der Bewegung wirken müssen und der negativen Tendenz beim Aufsteigen eine positive wegen des Zustrebens der Apperception nach diesem oberen Umkehrpunkte entgensetzen. Aus dieser Concurrenz der Motive erklärt sich wohl auch in der Hauptsache das weniger einfache Resultat, das die obere Region gegenüber der unteren hinsichtlich des Stellenfehlers darbietet.

Ich lasse hier die zugehörigen Tabellen folgen. Es beträgt in Theilstrichintervallen die mittlere Abweichung jedes Intervalls vom mittleren Fehler der ganzen Scala:

Umdrehungszeit 2,5 Sec.

Intervall der Scala	Versuchsperson			
	VIII	IX	X	XI
50—5	+ 0,14	— 0,13	— 0,08	+ 0,1
5—10	+ 0,47	+ 0,1	+ 0,08	+ 0,18
10—15	+ 0,75	+ 0,2	— 0,54	+ 0,14
15—20	+ 0,2	+ 0,05	+ 0,25	— 0,13
20—25	+ 0,31	+ 0,04	+ 0,14	— 0,14
25—30	— 0,1	— 0,2	+ 0,17	— 0,11
30—35	— 0,39	— 0,2	— 0,12	— 0,32
35—40	— 0,52	— 0,01	+ 0,31	+ 0,18
40—45	— 0,31	+ 0,13	— 0,13	+ 0,17
45—50	— 0,55	0	— 0,12	— 0,06

Umdrehungszeit 1 Sec.

Intervall der Scala	Versuchsperson			
	VIII	IX	X	XI
50—5	+ 0,46	0	+ 0,18	— 0,36
5—10	+ 0,78	+ 0,07	— 0,93	— 0,21
10—15	+ 1,25	+ 0,38	+ 0,65	+ 0,19
15—20	+ 0,73	+ 0,13	+ 1,71	+ 0,66
20—25	— 0,19	— 0,25	+ 0,93	— 0,31
25—30	— 0,46	— 0,03	+ 0,42	— 0,11
30—35	— 1,14	— 0,55	— 1,82	— 0,62
35—40	— 0,75	— 0,07	— 0,44	+ 0,83
40—45	— 0,68	+ 0,13	— 0,26	+ 0,28
45—50	— 0,05	+ 0,19	— 0,39	— 0,49

Hier ist nur VIII so gut wie frei von der negativen Tendenz zwischen 50 und 10. Dagegen zeigen bei IX beide Tabellen an der betreffenden Stelle eine leichte Tendenz zum Negativen, bei X ist bei Umdrehungszeit 1 Secunde die Einbuchtung der Curve abnorm; ebenso zeigt sie sich deutlich bei XI. Da nur die obere Hälfte der Scala für diese Erscheinung in Betracht kam, so suchte ich sie zu isoliren, indem ich einmal nur die untere Hälfte der Scala sichtbar sein ließ, das andere Mal nur die obere. Ich verdeckte die nicht sichtbar sein sollende Hälfte mit einer Pappscheibe. Es war dann zu erwarten, dass bei Sichtbarsein der unteren Hälfte deutlich rechts positiver, links negativer Stellenfehler eintrete. Wenn nur die obere Hälfte sichtbar war, so musste dagegen die Erscheinung der negativen Tendenz bei Beginn des Abwärtsgehens, da sie jetzt einen relativ größeren Theil der Scala umfasste, ihren Einfluss derart üben, dass die zuerst behandelte reguläre Erscheinung des Stellenfehlers im Endresultat verschwinden konnte. Das war auch in der That der Fall. Ich machte rund 400 Versuche mit den Versuchspersonen IX, X und XI bei der Umdrehungszeit 1 Secunde.

War durch das Fernrohr die untere Hälfte sichtbar, so ergab sich als Zeitverschiebung in σ :

Versuchsperson	Mittelwerth der ganzen sichtbaren Scala	Für den Theil des abwärts gehenden Zeigers	Für den Theil des aufwärts gehenden Zeigers
IX	- 5	+ 4	- 13
X	+ 5	+ 8	+ 1
XI	- 11	+ 1	- 20

War nur die obere Hälfte durch das Fernrohr sichtbar:

Versuchsperson	Mittelwerth der ganzen sichtbaren Scala	Für den Theil des abwärts gehenden Zeigers	Für den Theil des aufwärts gehenden Zeigers
IX	+ 2	+ 1	+ 3
X	- 15	- 11	- 19
XI	+ 3	0	+ 6

Wie aus den Zahlen deutlich wird, ist, wenn die untere Hälfte sichtbar wird, die Tendenz des Stellenfehlers vor dem tiefsten Punkte positiv, nachher negativ. Wenn hingegen die obere Hälfte sichtbar ist, wird das Resultat keineswegs ein so einheitlich zu deutendes. Der Unterschied wird deutlicher, wenn man den Stellenfehler im einzelnen beachtet und curvenmäßig darstellt. Ich gebe zunächst wieder die Zahlen, wobei ich wiederum die mittlere Abweichung des betreffenden Intervalls vom durchschnittlichen Fehler der ganzen Curve gebe. Die ausgezogene Curve ist die Stellenfehlercurve für Versuchsperson IX, die gestrichelte für X, die punktirte für XI.

Diese Abweichung betrug bei Sichtbarsein der unteren Hälfte in Theilstrichintervallen (Fig. 12):

Für das Intervall der Scala	Versuchsperson		
	IX	X	XI
$12\frac{1}{2}$ —15	+ 0,39	+ 0,25	+ 0,15
15—20	+ 0,64	+ 0,38	+ 0,34
20—25	- 0,34	+ 1,1	0
25—30	- 0,66	- 0,83	+ 0,06
30—35	- 0,19	- 1,03	- 0,33
35— $37\frac{1}{2}$	+ 0,56	+ 0,5	- 0,25

Aus diesen Zahlen geht deutlich hervor, dass beim Sichtbarsein nur der unteren Hälfte der Scala im wesentlichen nichts geändert wird daran, dass der Stellenfehler beim Aufwärtsgehen negativ, beim Abwärtsgehen positiv ist. Die Intervalle $12\frac{1}{2}$ —15 und 35— $37\frac{1}{2}$ fallen aus diesem Rahmen heraus, da an der Grenze der Sichtbarkeit die Tendenz besteht, den Schall genau auf den Punkt des Auftretens bezw. des Verschwindens des Zeigers zu verlegen, wodurch der Stellenfehler bei $12\frac{1}{2}$ —15 im negativen Sinn, bei 35— $37\frac{1}{2}$ in positivem beeinflusst wird. Diese Tendenz ist leicht erklärlich aus der Thatsache, dass der Auftauch- und Verschwindepunkt des Zeigers der Aufmerksamkeit einen besonderen Halt bietet, und dadurch das nämliche Fehlerprincip nochmals von einer besonderen Seite her in Betracht kommt. Hierdurch wirken zwischen $12\frac{1}{2}$ und 15, wie zwischen 35 und $37\frac{1}{2}$ Tendenz des Stellenfehlers und Richtung der Aufmerksamkeit gegeneinander. Freilich hält zuweilen dieser Tendenz die bewusste Gegentendenz die Wage, sich möglichst nicht durch derartige ausgezeichnete Punkte beeinflussen zu lassen. Im ganzen bleibt daher das Bild, das

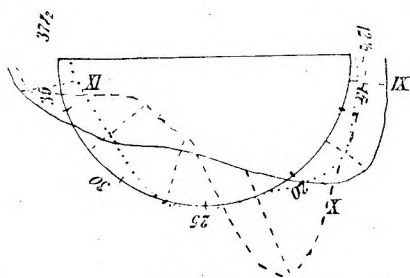


Fig. 12.

wir vom Stellenfehler bei Beobachtung der ganzen Scala gewonnen haben, wenig verändert.

Anders ist es, wenn nur die obere Hälfte der Scala sich zeigt. Der Uebersichtlichkeit halber sind hier kleinere Intervalle in der Nähe des höchsten Punktes der Scala genommen. Die mittlere Abweichung vom durchschnittlichen Fehler aller Versuche betrug in Theilstrichintervallen als Einheit (Fig. 13):

Für das Intervall der Scala	bei Versuchsperson		
	IX	X	XI
$37\frac{1}{2}$ —40	+ 0,43	+ 0,12	+ 0,04
40—45	0	— 0,98	+ 0,14
45—48	+ 0,07	— 1,07	+ 0,48
48—50	— 0,23	+ 0,22	+ 0,41
50—3	— 0,4	— 0,03	— 0,17
3—5	— 0,06	+ 0,13	— 0,12
5—10	+ 0,09	+ 0,76	— 0,4
10— $12\frac{1}{2}$	+ 0,08	+ 1,06	— 0,05

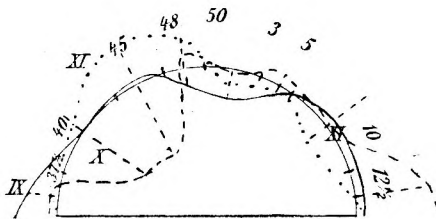


Fig. 13.

Hier gilt zunächst wiederum, dass die Zahlen für die Grenzintervalle 38—40 und 10—12 bedeutungslos sind, da hier in Folge der verschiedenen zusammenkommenden Tendenzen die Zahlen nicht eindeutig sind. Von diesen Intervallen abgesehen, zeigen die Curven der drei Personen ganz verschiedene Bilder: bei IX bei aufsteigendem Zeiger zuerst der Stellenfehler positiv, dann negativ; das negative

Maximum bei Beginn des Abwärtsgehens, dann eine Rückkehr ins Positive.

Bei X zuerst negativ, dann positiv, wieder ein leichter Rückgang ins Negative, dann immer stärker positiv.

Bei XI vom Positiven ein allmählicher Abstieg ins Negative.

Auf jeden Fall ist so viel aus diesen Zahlen ersichtlich, dass von der Curve, wie wir sie bei Beobachtung der ganzen Scala und der unteren Hälfte allein gefunden hatten, bei der im wesentlichen rechts positiver, links negativer Stellenfehler war, hier als Gesetzmäßigkeit nicht mehr die Rede ist, wenn auch bei X sie noch vorhanden ist. Aber auch bei X zeigt sich, wie bei den übrigen, zwischen 50 und 3 eine Ausbuchtung ins Negative, wenn sie auch nicht ausreicht, das Endresultat in seinem Charakter zu verändern.

Für die Herabsetzung dieses Systems von Stellenfehlern bei der freien Beobachtung kam außer dem Fehlen des Fadenkreuzes wohl auch noch die geringere Markirung der Umkehrpunkte überhaupt in Betracht, wie es sich aus der Hülfe ergibt, die die Kopfbewegung der Augenbewegung gewährt. Hierdurch wurde der Umkehr der Bewegung alle Plötzlichkeit genommen, da die Unterstützung der Augen durch die Kopfhaltung in weit höherem Maße auch die seitliche Richtung der Zeigerbewegung zur Geltung kommen ließ. Im Resultate macht sich daher bei den meisten Beobachtern die Umkehrtendenz des Stellenfehlers nicht bemerkbar. Anders dagegen bei der Beobachtung durch das Fernrohr. Hier war eine Hülfe durch die Bewegung des Kopfes nicht möglich; vielmehr war die ganze Wendung von oben nach unten dem Auge überlassen. Die Unterstützung der Augenbewegung durch die Kopfbewegung geschieht aber vor allem in seitlicher Richtung, so dass, wenn die Augenbewegung fast allein wirkt, die ganze Bewegung noch mehr als eine verticale aufgefasst wird. Hierdurch musste in weit höherem Maße die Umkehr der Bewegung den Stellenfehler beeinflussen, wie es auch tatsächlich der Fall ist. Die Unterscheidung eines negativen und positiven Stellenfehlers auf Grund der Schwierigkeit der Auf- und Abwärtsbewegung musste hingegen beim Fernrohr gegenüber der freien Beobachtung zurücktreten. Dies ergab sich einmal schon aus der allgemeinen Erschwerung der Beobachtung, dann aber aus der geringen Differenzirung der Bewegungen bei der Kleinheit des Bildes.

Es war durch den hiedurch gewährten Ueberblick überhaupt viel mehr die Scalenbeobachtung, also der »reflectirend« fixirende Modus nahe gelegt, für welchen die Bedingung für das auf der »Schwierigkeit« der Bewegungen beruhende System nicht so sehr in den Vordergrund tritt.

e. Zusammenfassung.

Für die Richtung und Art der Zeitverschiebung haben wir also folgende empirische Factoren als maßgebend erkannt:

- 1) Die Zahl der vorangegangenen Versuche.
- 2) Die Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge der disparaten Eindrücke sowohl, wie der continuirlichen.
- 3) Den Beobachtungsmodus (naiv oder reflectirend).
- 4) Individuelle Verschiedenheiten.
- 5) Zufällige Tagesdispositionen.
- 6) Die Einwirkung ausgezeichneter Scalenpunkte.
- 7) Die räumliche Lage der Scalenstelle, an der der Schall erfolgt (Stellenfehler).

Sie sind auf folgende psychologische Factoren zurückgeführt worden:

- 1) Die Functionen der Einübung.
 - 2) Die Anpassung der Aufmerksamkeit an die Aufeinanderfolge der Eindrücke.
 - 3) Zufällige Einstellungen der Aufmerksamkeit.
 - 4) Die Ablenkung der Aufmerksamkeitseinstellung durch aus einem Ganzen herausgehobene Vorstellungen.
 - 5) Die leichtere Ab- als Aufwärtsbewegung der Augen.
 - 6) Die Wirksamkeit associativer Factoren auf die Auffassung von Bewegungen.
 - 7) Die Auszeichnung des oberen und unteren Extremes als Umkehrpunkt der Bewegung in die entgegengesetzte Richtung zur verticalen Symmetrieaxe.
-