

Zeitausfüllung.

Welchen Einfluss hat die Ausfüllung eines Zeitintervalls auf die unmittelbare Grössenbeurteilung desselben? Dass wir in der Erinnerung diejenige Zeitstrecke für grösser halten, welche reicher an Vorstellungsinhalten ist, wird allgemein zugegeben; aber auch darin herrscht weitgehende Uebereinstimmung, dass eine solche aus der Erinnerung oder der Phantasie gewonnene Vorstellung verflossener Zeiträume nicht unmittelbares Produkt des Zeitbewusstseins ist, das letztere sich vielmehr direkt nur auf kleine Zeitgrössen bezieht. Es fragt sich, wie weit die Vergleichung solcher kleinen, direkt erfassbaren Zeitstrecken dadurch beeinflusst wird, dass die zu vergleichenden Intervalle verschieden ausgefüllt werden.

Den psychophysischen Mechanismus dieser direkten Vergleichung hatte ich in meiner Studie über den Zeitsinn (Beiträge, Heft II) zu analysieren versucht; ich bemühte mich, auf Grund der Selbstbeobachtung, der eigenen Versuche, der gelegentlichen Beobachtungen anderer und der Widersprüche älterer Experimente, jene Vergleichung als Funktion der motorischen Apparate darzulegen. Wir machen eine Zeitstrecke einer vorangehenden gleich, indem wir jene plötzliche Muskelspannung, jene motorische Accentuation, mit der unser Körper auf die sensorischen Abgrenzungen des ersten Intervalls reagiert, im gleichen zeitlichen Zwischenraum wiederholen. Dass dieser Zwischenraum aber der gleiche ist, schien mir nicht durch centrale Prozesse allein, sondern vornehmlich durch den

central regulierten Ablauf peripherer Spannungs- und Entspannungsvorgänge bedingt, die sich bei relativ grösseren Zeitstrecken an die Phasen der Atmung anlehnen; diese psychophysische Ausfüllung des sonst leeren Intervalls ist es, welche einerseits das rechtzeitige Einsetzen der motorischen Accentuation bedingt, andererseits in ihrer psychologischen Repräsentation durch Spannungs- und Entspannungsempfindungen die Grösse der Zeitstrecke zum Bewusstsein bringt. Wollen wir das Intervall reproduzieren oder vergleichen, so sind diese Empfindungen mithin die subjektive Kontrolle für den Ablauf derjenigen peripheren Vorgänge, welche das richtige Einsetzen der abgrenzenden Accentuation bedingen; wollen wir das Intervall als ein abgeschlossenes einheitlich vorstellen, so bieten diese Empfindungen in Ermangelung ausfüllender äusserer Reize das einzige Vorstellungsmaterial, das uns den Zeitraum repräsentiert. Einen ganz ähnlichen Weg der Erklärung hat, unabhängig von mir, auch Schumann eingeschlagen.

Nur eines sei hinzugefügt. Ich führte die subjektive Messung der objektiven Zeiträume zum Teil auf die zu- und abnehmenden Muskelempfindungen zurück. An anderer Stelle habe ich später ausgeführt, dass diejenigen Veränderungen der Muskelempfindungen, welche wir Zu- und Abnahme derselben nennen, zwar der Zu- und Abnahme unserer Muskelspannung entsprechen, psychologisch aber eigentlich keine Intensitätsschwankungen darstellen, sondern nur auf räumlicher Ausbreitung und zeitlichem Andauern beruhen. Es ist nicht gerade schwer, diese Behauptungen so zu formulieren, dass sie, nebeneinandergestellt, den Schein eines Widerspruchs erwecken. Thatsächlich würde dieser Gegensatz selbst dann kaum bestehen, wenn beide Aussagen koordiniert wären; da die Vorstellung einer Zeitdauer etwas anderes ist als die Zeitdauer einer Vorstellung, so könnte sehr wohl die Ausmessung der Zeiträume vermittels derjenigen Änderung unserer Spannungsempfindungen erfolgen, die wir gewöhnlich Intensitätsänderungen nennen, und dennoch könnte sich bei näherer

Analyse zeigen, dass diese scheinbare Intensitätsänderung nur auf denjenigen qualitativen Aenderungen der Empfindung beruht, die aus der räumlichen Ausdehnung und der zeitlichen Dauer des Empfindungsreizes entstehen. In Wirklichkeit sind jene Behauptungen aber keineswegs koordiniert, und wer aus ihnen einen Zirkelschluss abzuleiten meint, übersieht den Unterschied zwischen psychophysischer, psychologischer und erkenntnistheoretischer Betrachtung. Die systematische Darstellung der Psychologie, die ich in nicht ferner Zeit den Fachgenossen zu unterbreiten hoffe, wird gerade diese Fragen so ausführlich behandeln, dass ich hier darauf verzichte, das vielseitige Problem eingehender zu beleuchten; ich beschränke mich hier darauf, den Vorwurf eines inneren Widerspruches unbedingt zurückzuweisen. Erst dort kann ich zeigen, dass in der That der Bewusstseinsinhalt, sobald er als Inbegriff der psychischen Phänomene gedacht wird, lediglich qualitative Verschiedenheiten aufweist, ja dass das Seiende, wie es vom absoluten, überindividuellen Bewusstsein anerkannt ist, sich in eine psychische und eine physische Welt erst dadurch differenziert, dass es in der physischen Welt unter dem Grenzgriff des Quantitativen, in der psychischen unter dem Grenzgriff des Qualitativen gedacht wird. Im Psychischen gibt es daher nur Aehnlichkeitsbestimmungen, im Physischen nur Messungen; ebendeshalb kommt dem Psychischen als solchem nicht nur keine räumliche, sondern auch keine zeitliche Massbestimmung zu. Der psychische Vorgang hat zeitliche Ausdehnung erst, sobald er auf ein Physisches bezogen ist; eben dann gewinnt er auch Intensitätsabstufung. So können gerade in der Frage der Zeitanschauung dem Wortlaut nach sich widersprechende Behauptungen nebeneinander zu Recht bestehen, da die Widersprüche sich lösen, sobald die verschiedenen Standpunkte berücksichtigt werden, von denen aus jene Behauptungen gültig sind. Für die folgende Untersuchung kommt selbstverständlich lediglich der psychophysische Standpunkt in Betracht. — Ich unterlasse übrigens eine weiter-

gehende theoretische Erörterung des Zeitsinnes hier um so lieber, als die Diskussion inzwischen durch die fleissige Arbeit von Nichols in manchen Punkten gefördert wurde und in dem prächtigen Werke von James einen Höhepunkt erreicht hat. Uns hat somit lediglich das Spezialproblem zu beschäftigen, das, soviel ich sehe, einer systematischen Prüfung noch nirgends unterzogen wurde.

Es galt, zwei Zeitintervalle miteinander zu vergleichen, d. h. zu beurteilen, ob das zweite grösser, gleich oder kleiner als das erste ist, wenn beide verschieden ausgefüllt sind, etwa das eine mit langsamen, das andere mit schnellen Metronomschlägen, das eine mit einem tiefen, das andere mit einem hohen Ton, das eine mit gleichgültigen Geräuschen, das andere mit interessierenden Worten. Die Zeitgrössen mussten, um den Inhalt zur Wirkung zu bringen, nicht gar zu klein sein und doch auch klein genug, um eine unmittelbare Auffassung zu ermöglichen. Als günstigste Grösse ergab sich das Intervall von 10 Sekunden. In sämtlichen Versuchen, deren Zahl ohne die unberücksichtigten Vorversuche 4000 übersteigt, ist entweder die Normalgrösse oder die Vergleichsgrösse 10 Sekunden. Um die Kontrastwirkung möglichst einzuengen, wurden keine grösseren Differenzen als 2 Sekunden benutzt. 10 Sekunden wurden also verglichen mit 8, 9, 10, 11 und 12 Sekunden. Die Experimente wurden im Winter 1891/92 durchgeführt; ich selbst stellte die Vergleichsgrössen her, die Herren Christianesen, Smith, Wadsworth, Krohn, Weiss, Blech und Frl. v. Schirnhofen fungierten als Versuchspersonen. Da die Herren Krohn, Blech und Weiss sich nicht an sämtlichen Versuchsgruppen beteiligt, so bleiben ihre Resultate im folgenden unberücksichtigt; es kommen mithin nur die vier Versuchspersonen Ch., Sm., Sch., W. in Betracht. Die Vergleichsgrössen wurden allen Versuchspersonen gleichzeitig dargeboten; jeder führte ein Protokoll, und erst nach Erledigung einer ganzen Versuchsgruppe wurden die Resultate verglichen.

Die gewählten Zeitgrössen differieren so wenig, dass der

Ungeübte bei ihrer Vergleichung selbst dann ziemlich unsicher ist, wenn beide Intervalle gleichmässig ausgefüllt sind; ist die Ausfüllung eine verschiedene, so fühlt er sich zunächst beinahe ratlos. Sollte der Einfluss der Ausfüllung wirklich rein hervortreten, so musste mithin eine beträchtliche Uebung vorangehen. Wir fingen deshalb mit leeren Intervallen und grossen Differenzen an, gingen dann zu gleichmässig ausgefüllten Intervallen über, später zu ungleich ausgefüllten Intervallen mit sehr grossen, dann immer geringeren Differenzen und begannen somit erst nach mehrwöchentlicher Uebung diejenigen Versuche, bei denen die oben bezeichneten Vergleichsgrössen verwendet wurden.

Was die Herstellung der Reize betrifft, so ist es klar, dass kein Apparat ausser dem Centralapparat des Menschen die geforderten Bedingungen hätte herstellen können. Der Wundtsche Zeitsinnapparat und ähnliche Instrumente können wohl Zeiträume abgrenzen oder mit gleichmässigen Geräuschen anfüllen; aber diejenige Mannigfaltigkeit der Reize, welche uns erwünscht schien, wäre technisch nicht herzustellen. Es scheint mir aber auch unbegründet, durchaus die Arbeit von Instrumenten zu fordern, wenn wir durch eigene Thätigkeit dasselbe leisten können. Unterscheidet sich doch der Mensch sehr vorteilhaft von seinen Apparaten dadurch, dass seine Leistungen bei häufiger Wiederholung immer besser, die der Apparate aber immer schlechter werden. Wenn ich mit den Augen den Gang des grossen Zeigers auf der Fünftelsekundenuhr verfolge, so kann ich kurze Hand- oder Lippenbewegungen so völlig synchron machen mit dem Eintreffen des Zeigers auf bestimmtem Teilstrich, dass ein Fehler von einer fünftel Sekunde vollkommen ausgeschlossen ist. Es handelt sich dabei bekanntlich nicht um eine eigentliche Reaktionsbewegung, sondern, da der Zeiger gleichmässig in der Sekunde fünfmal weiterspringt, sein Eintreffen am bestimmten Punkt mithin für einen bestimmten Moment sicher erwartet wird, kann die Registrierbewegung genau mit dem betreffenden Lichtreiz zu-

sammenfallen. Selbstverständlich war die mehrwöchentliche Vorübung der Versuchspersonen auch für mich als Experimentator dabei unerlässlich; als wir aber in die eigentlichen Versuche eintraten, hatte ich einen Grad der Uebung erreicht, bei dem ich mit hoher Sicherheit behaupten kann, dass mir ein Fehler von einer Zehntelsekunde nicht entgangen wäre. Jeden Versuch, bei dem ich glaubte, einen solchen kleinen oder ausnahmsweise auch einen grösseren Fehler gemacht zu haben, liess ich sofort streichen. Noch kleinere Fehler zu vermeiden, konnte in anbetracht der verhältnismässig grossen Zeiten kaum beansprucht werden. Vor allem wird dieser Grad von Genauigkeit selbst durch die üblichen Apparate kaum erreicht; es ist mir ohne Zweifel, dass der früher auch von mir benutzte Zeitsinnapparat, wie ihn Mechaniker Krille in Leipzig liefert, durch die Oeffnung der Kontakte Hemmungen und Ungleichmässigkeiten im Gange des Rades bewirkt, durch welche oft relativ beträchtliche Fehler unvermeidlich werden. Gleichviel, ob ich beim Verfolg des Zeigers an bestimmten Punkten des Zifferblattes einen elektrischen Taster drückte und später losliess oder eine Zungenpfeife auszog und später zurückschob oder Worte zu lesen begann und später abbrach: ich weiss bestimmt, dass in keinem Falle ein Versuch durchschlüpfte, bei dem nicht Anfang und Ende mit den entsprechenden Gesichtseindrücken so genau zusammenfiel, wie es für solche Versuche nur irgend beansprucht werden kann. Am schwierigsten war das bei der Lektüre zu erreichen; aber nach einiger Uebung gelang es auch hier, die letzte Silbe mit der letzten Fünftelsekunde zusammenfallen zu lassen.

Die Resultate teile ich in Prozenten mit, zumal die meisten Gruppen aus je hundert Versuchen bestanden, nur einige aus 80, ein paar andere aus 160. Jede Gruppe ist in mindestens zwei verschiedenen Wochen erledigt. Je 100 Versuche setzten sich nun stets so zusammen, dass 50mal 10 Sek. Normalgrösse und 50mal Vergleichsgrösse war; unter diesen 50 Versuchen wird auf beiden Seiten 10 Sek. 10mal mit

8 Sek., 10mal mit 9 Sek., 10mal mit 10 Sek., 10mal mit 11 Sek., 10mal mit 12 Sek. verglichen. Diese 100 Fälle reduzieren sich mithin auf die Möglichkeiten: 8—10, 9—10, 10—10, 11—10, 12—10, 10—8, 10—9, 10—11, 10—12. Fassen wir dieselben so zusammen, dass die Differenz der Vergleichsgrösse gegenüber der Normalgrösse hervortritt, so gibt es unter den 100 Versuchen 20, bei denen die Differenz — 2 Sek. (10mal 10—8, 10mal 12—10), 20, bei denen sie — 1 Sek. (10mal 10—9, 10mal 11—10), 20, bei denen sie 0 Sek. (20mal 10—10), 20, bei denen sie + 1 (10mal 9—10, 10mal 10—11), 20, bei denen sie + 2 (10mal 8—10, 10mal 10—12). Unter 100 Fällen ist mithin die Vergleichsgrösse objektiv 40mal kleiner, 20mal gleich, 40mal grösser als die Normalgrösse. Diese Versuchsgrössen wurden nun in völlig unregelmässiger Reihenfolge dargeboten, und die Versuchsperson musste sofort protokollieren, ob ihr die zweite Grösse kleiner, gleich oder grösser erscheint. Nicht selten hiess die Antwort schwankend: grösser oder gleich, respektive kleiner oder gleich. In diesem Fall wurde beides protokolliert und bei der Berechnung das Ergebnis als zwei Halbe betrachtet, die beiden Seiten als 0,5 % zugeschrieben wurden.

Noch ein weiteres blieb zu berücksichtigen. Die beiden Intervalle sollten verschieden ausgefüllt werden, z. B. eines mit einem tiefen, das andere mit einem hohen Ton. Unter je 100 Fällen musste dann der hohe Ton 50mal die Normalstrecke, 50mal die Vergleichsstrecke füllen, und zwar wurden diese beiden Fälle nun wieder gleichmässig auf jede Untergruppe von je 10 Fällen verteilt, also z. B. 5mal wurde der tiefe Ton 8 Sek. und dann der hohe 10 Sek. angehalten, 5mal der hohe 8 und dann der tiefe 10 Sek., 5mal erst der tiefe 10, dann der hohe 8 und 5mal erst der hohe 10, dann der tiefe 8 Sek. In dieser Weise waren die beiden Ausfüllungsarten vollkommen symmetrisch verteilt. Beide während der einzelnen Versuchsreihe durcheinanderzuwürfeln, erwies sich als ungeeignet; es wechselten daher immer je 20 Versuche mit einer be-

stimmten Anordnung der Ausfüllung, also erst 20 Versuche, bei denen der tiefe Ton Normalgrösse, dann 20, bei denen Normalgrösse der hohe Ton war.

Nun kommt für unsere Berechnung lediglich der Einfluss der Ausfüllung in Frage. Wir werden daher nicht berechnen, in wie vielen Fällen unter den 100 die Vergleichsgrösse $>$, $=$ oder $<$ als die Normalgrösse geschätzt ist, sondern wie oft die eine Ausfüllung $>$, $=$ oder $<$ als die andere Ausfüllung erscheint. Da die zweite Ausfüllung, z. B. der hohe Ton, genau so häufig Normal- wie Vergleichsgrösse war, so wird aus einer Berechnung, wie oft der hohe Ton länger als der tiefe Ton erschien, sich mithin gar kein Anhaltspunkt für die bisher stets allein behandelte Frage ergeben, wie die Vergleichsgrösse gegenüber der Normalgrösse geschätzt wird; die entsprechende Differenz muss in unseren Tabellen vollkommen ausgeköscht sein und eben das war unentbehrlich, wenn wirklich der Einfluss der Ausfüllung hervortreten soll. Selbstverständlich musste, da das Protokoll sich stets auf die Vergleichsgrösse bezog, gleichviel ob diese die erste oder die zweite Ausfüllung darbot, das Resultat nun in der Hälfte der Fälle umgekehrt werden, wenn das Ergebnis sich übereinstimmend auf die zweite Ausfüllungsart beziehen soll. War beispielsweise der Einfluss des hohen Tons zu prüfen, so bezog sich das Protokoll doch nur 50mal auf den hohen, 50mal aber auf den tiefen Ton, da das unmittelbare Urteil natürlich stets auf die Vergleichsgrösse bezogen war. Wenn also der hohe Ton eine Normalgrösse von 8 Sek., der tiefe Ton die Vergleichsgrösse von 10 Sek. füllte, so lautete das Urteil, dass die Vergleichsstrecke bei $+ 2$ Sek. grösser schien; für die Berechnung musste das dann so umgekehrt werden, dass die Strecke mit hohem Ton bei $- 2$ Sek. kleiner schien. In dieser Weise sind die folgenden Tabellen umgerechnet; der Einfluss der Zeitlage ist dadurch vollkommen aufgehoben, und das Verhältnis der Einzelfälle bleibt dasselbe; die zweite Ausfüllungsart dauert in 40 Fällen länger, in 40 Fällen kürzer und ist

in 20 Fällen ebensolang wie die erste. Verschiebt sich dieses Prozentverhältnis bei der subjektiven Beurteilung so, dass die Zahl der Gleichheitsfälle gleichmässig auf Kosten der Grösser- und Kleinerfälle wächst, so würde das nur für die Schwierigkeit der Auffassung so kleiner Zeitdifferenzen sprechen; verschiebt sich das Prozentverhältnis aber so, dass die Grösserfälle auf Kosten der Kleinerfälle wachsen oder umgekehrt, so würde darin offenbar nur der Einfluss der betreffenden Ausfüllungsart gesucht werden können, da alle übrigen Momente unverändert bleiben.

Als Beispiel führe ich folgenden Fall an. Als ein tiefer Ton mit einem hohen verglichen wurde, schätzte Ch. folgendermassen. War der tiefe Ton Normalgrösse, der hohe Ton Vergleichsgrösse, so schien der hohe Ton unter 80 Versuchen:

	>	=	<
— 2 Sek.	5	10	1
— 1 „	9	7	—
0 „	10	6	—
+ 1 „	13	3	—
+ 2 „	16	—	—
	<hr/> 53	<hr/> 26	<hr/> 1

War der hohe Ton Normalgrösse, der tiefe Vergleichsgrösse, so erschien der hohe Ton unter 80mal:

	>	=	<
— 2 Sek.	—	4	12
— 1 „	—	10	6
0 „	2	12	2
+ 1 „	6	9	1
+ 2 „	5	11	—
	<hr/> 13	<hr/> 46	<hr/> 21

Auf den ersten Blick ist die Differenz beider Tabellen deutlich; dieselbe rührt selbstverständlich von der verschiedenen Zeitlage her. In der ersten Tabelle war der hohe Ton an zweiter Stelle, in der zweiten Tabelle an erster Stelle; da wir aber Zeitgrössen von ungefähr 10 Sek. bekanntlich bei der

Münsterberg, Beiträge. IV.

Reproduktion verkleinern, so muss die Zahl der Grösserfälle in der ersten Tabelle wesentlich grösser werden als in der zweiten; dort beträgt sie insgesamt 53, hier nur 13, obgleich in beiden Fällen objektiv genau 32 Fälle grösser waren. Dieser Einfluss der Zeitlage interessiert uns aber gar nicht; wir beseitigen seine Wirkung, indem wir beide Tabellen vereinigen. Es erscheint dann unter 160 Fällen der hohe Ton:

	>	=	<
— 2 Sek.	5	14	13
— 1 „	9	17	6
0 „	12	18	2
+ 1 „	19	12	1
+ 2 „	21	11	—
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 66	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 72	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 22

oder auf 100:

	>	=	<
	41	45	14

Hier tritt nun sofort deutlich hervor, dass die Grösserfälle bedeutend gegenüber den Kleinerfällen überwiegen, das mit dem hohen Ton ausgefüllte Zeitintervall also länger erschien als das mit tiefem Ton gefüllte. Werden die Gleichheitsfälle halbiert und beiden Seiten je zur Hälfte zugerechnet, so würde das Verhältnis 63,5 % grösser und 36,5 % kleiner, während objektiv 50 gegen 50 steht. Dass diese Ergebnisse nicht das Produkt des Zufalls sind, geht aus dem gesetzmässigen Gang der obenstehenden Tabelle klar hervor; alle übrigen Tabellen bekunden genau dasselbe: es war für sämtliche Versuchspersonen ein Grad der Uebung erreicht, der ein unsicheres Raten und Tasten im allgemeinen ausschloss und den Tabellen durchweg eine deutliche Ordnung verlieh, wenngleich aus der ungleichen Zahl der Gleichheitsfälle wesentliche Unterschiede der Schätzungssicherheit hervorgehen. Genau nach dem Schema des vorstehenden Beispiels sind nun die folgenden Prozentwerte, nach Ausgleichung der Zeitlage, berechnet.

Unter den zwölf Gruppen verschiedenartiger Ausfüllung, die wir studiert haben, sind acht Gruppen, bei denen das Verhältnis der Grösser- zu den Kleinerfällen bei allen vier Versuchspersonen in ausgeprägter Weise dieselbe Richtung hat; bei den vier anderen Gruppen sind die Differenzen zwischen beiden Fällen sehr klein oder für die verschiedenen Individuen verschieden. Ist bei diesen vier Gruppen von einem konstanten Einfluss der betreffenden Ausfüllung nicht wohl zu sprechen, so kann er bei den anderen acht Gruppen nicht wohl in Zweifel gezogen werden. Wir wollen uns mit diesen beschäftigen.

Bleiben wir zunächst bei dem schon als Beispiel herangezogenen Fall: ein hoher Ton wird mit einem tiefen verglichen. Als Tonquelle wurde ein Appunischer, durch drei Oktaven führender Zungenapparat benutzt; als tiefen Ton wählte ich das *c* von 128, als hohen das *g*² von 768 Schwingungen. Zwischen Normal- und Vergleichsgrösse ist hier wie in allen folgenden Versuchen ein Zwischenraum von zwei Sekunden. Der Zungenpfeifenton hält sich die 8 bis 12 Sekunden hindurch sehr gleichmässig, da der Blasebalg durch langsames Treten bei mittlerem Druck erhalten wird. Das Ergebnis war: unter je 160 Versuchen erschien der hohe Ton, der objektiv der Beschreibung gemäss in 40 % länger, in 20 % gleich, in 40 % kürzer war, subjektiv:

	>	=	<
Ch.	41 %	45 %	14 %
Sch.	42,5 "	25 "	32,5 "
Sm.	46 "	35 "	19 "
W.	40,5 "	36 "	23,5 "

Bei sämtlichen Versuchspersonen also überwiegt die Zahl der Grösserschätzung über die Kleinerschätzung, wobei immer wieder daran erinnert werden muss, dass der Einfluss der Zeitlage vollkommen aufgehoben ist. Die geringste Differenz zeigt Sch.; da Frl. Dr. v. Sch. die einzige Versuchsperson ist, welche musiziert, so mag es durch

ihre Uebung im taktmässigen Klavierspiel bedingt sein, dass sie sowohl in der Sicherheit als auch in der Richtigkeit der Schätzung bei den meisten Gruppen im Vorteil zu sein scheint. Ich möchte freilich nicht unerwähnt lassen, dass nach gelegentlichen Beobachtungen und Versuchen der Zeitsinn des weiblichen Geschlechts mir überhaupt feiner zu sein scheint als der der Männer; ich lasse dahingestellt, wie weit das mit jener feineren Ausbildung des Muskelsinns zusammenhängt, die sich in der weiblichen manuellen Geschicklichkeit, in weiblicher Grazie und Anmut ausprägt und das Weib für viele seiner sozialen Funktionen besonders prädisponiert erscheinen lässt, während umgekehrt jene Funktionen selbst wieder die Entwicklung dieses Sinnes vielleicht auf Kosten anderer Sinne begünstigen. Wenn wir in obigen Ergebnissen die Gleichheitsfälle zur Hälfte den Grösser-, zur Hälfte den Kleinerfällen zurechnen, so ergibt sich, dass der hohe Ton grösser geschätzt wurde von

Ch. 63,5 %, Sch. 55 %, Sm. 63,5 %, We. 58,5 %.

Da sich an diesen Gruppen auch We. und Bl. vollständig beteiligten, füge ich bei, dass die Ueberschätzung auch bei ihnen eintrat, und zwar

	>	=	<
Bl.	45	17,5	37,5
We.	75	12,5	12,5

Bei Halbierung der Gleichheitsfälle war die Grösserschätzung mithin für

Bl. 54 %, We 81 %

Der Durchschnitt für alle sechs Versuchspersonen beträgt dann eine Grösserschätzung in 62,6 % statt der objektiven 50 %; gerade der Umstand, dass dieses Verhältnis bei sämtlichen Versuchspersonen, wenn auch in ungleicher Stärke, wiederkehrt, beweist, dass es sich um eine psychologische Gesetzmässigkeit handelt. Dieselbe Uebereinstimmung trifft nun für die folgenden sieben Gruppen zu.

In der zweiten Gruppe wird ein Akkord mit einem einzelnen Ton dieses Akkordes verglichen, und zwar benutzte ich ausnahmslos den Durakkord, 128—256 Schwingungen, und als einzelnen Ton 256 Schwingungen. Die Differenzen sind hier noch grösser. Die Urteile lauten, wenn sie auf den einzelnen Ton bezogen werden:

	>	=	<
Ch.	52,5 %	35 %	12,5 %
Sch.	42,5 „	30 „	27,5 „
Sm.	50 „	42,5 „	7,5 „
Wa.	47,5 „	36 „	16,5 „

Nach Halbierung der Gleichheitsfälle wird also der Ton von

Ch. 70 %, Sch. 57,5 %, Sm. 71 %, Wa. 65,5 %

der Fälle für länger dauernd gehalten als der Akkord. Der Durchschnitt ergibt 66 %. — Der Ton erscheint also in zwei Drittel der Fälle länger, während er nur in der Hälfte der Fälle objektiv länger war. Die Protokolle zeigen im einzelnen, dass die Verschiebung doch nur sehr selten die Differenz von zwei Sek. betrifft; meist kommt das Ergebnis dadurch zustande, dass der Ton bei einer Differenz von — 1 Sek. gleich und bei einer Differenz von 0 Sek. grösser geschätzt wird, während + 1 Sek. fast niemals für gleich gehalten wird. Die Ueberschätzung des Tons gegenüber dem Akkord ist dem Gesamtdurchschnitt nach die höchste, die sich überhaupt bei irgend einer Anordnung ergab; für die einzelnen Personen kamen freilich auch noch grössere Differenzen vor.

Als dritte Gruppe erwähne ich die Vergleichung eines Tones in mittlerer Höhe, 400 Schwingungen, mit dem schnurrenden Geräusch des Unterbrechers an einem kleinen Induktionsapparat. Während der einen Zeitstrecke war also der Knopf einer Zungenpfeife herausgezogen, während der anderen Zeitstrecke ein elektrischer Schlüssel herabgedrückt. Das schnurrende Geräusch erscheint länger als der Ton. Wird das Urteil auf das Geräusch bezogen, so ergibt sich:

	>	=	<
Ch.	33,5 %	39 %	27,5 %
Sch.	40 "	25 "	35 "
Sm.	44 "	40 "	16 "
Wa.	38 "	41 "	21 "

Nach Halbierung der Gleichheitsfälle wird das Geräusch für länger gehalten in

Ch. 53 %, Sch. 52,5 %, Sm. 64 %, Wa. 58,5 %

aller Fälle, durchschnittlich also in 57 %. Ich bemerke dabei, dass der Pfeifenton eine angenehme Klangfarbe hat, das schnurrende Geräusch dagegen vollkommen gleichgültig erschien.

Eine Versuchsgruppe beschäftigte sich mit der Ausfüllung durch langsame und schnelle Metronomschläge. Während des einen Intervalls folgten die Schläge in Abständen von einer Drittelsekunde, während des anderen in Abständen von ganzen Sekunden. Die Association von Zahlenvorstellungen war selbstverständlich zu unterdrücken; dieselbe hätte überdies die Vergleichenng nicht erleichtert, da die Versuchspersonen weder die absolute Grösse der Schlaggeschwindigkeiten noch ihr wechselseitiges Verhältnis kannten. Bei allen Beteiligten wurden die Zeitstrecken mit schnell folgenden Schlägen für grösser gehalten als die mit den dreimal so langsamen Schlägen. Werden die Urteile auf die schnellen Schläge bezogen, so ergibt sich nämlich:

	>	=	<
Ch.	65 %	30 %	5 %
Sch.	47,5 "	15 "	37,5 "
Sm.	46 "	29 "	25 "
Wa.	38,5 "	36 "	25,5 "

Nach Halbierung der Gleichheitsfälle stellten sich die Grösserschätzungen der schnellen Schlagweise mithin auf:

Ch. 80 %. Sch. 55 %. Sm. 60,5 %. Wa. 56,5 %.

Durchschnittlich: 63 %. Für die hier mitschätzenden Versuchspersonen Bl. 58 %, Wa. 72 %.

Die vier übrigen Gruppen, bei denen sich Uebereinstimmung sämtlicher Versuchspersonen ergab, enthielten in einem oder in beiden Intervallen gesprochene Worte. Zunächst wurden Metronomschläge mit Versen verglichen. Die für die Verse bestimmten Zeiträume wurden jedesmal mit einer vierzeiligen, in sich geschlossenen, gereimten Strophe (aus Geibels oder Heyses Gedichten) ausgefüllt. Dadurch, dass ich bald dreifüssige, bald vierfüssige, bald jambische, bald trochäische Verse wählte und fast unmerklich die Pause zwischen den einzelnen Zeilen bald kürzer, bald länger machte, beanspruchten die Strophen bald 8, bald 12 Sekunden, ohne dass die Versuchspersonen durch Reflexion sich diese Verschiedenheit vergegenwärtigen konnten; sie waren also auch hier völlig auf das unmittelbare Zeitbewusstsein angewiesen. Die Metronomschläge folgten im Takt von Drittelsekunden; die gesprochenen Silben einer Zeile folgten sich etwa in demselben Tempo. Die Metronomschläge werden übereinstimmend auf Kosten der Verse in ihrer Dauer überschätzt; die poetisch ausgefüllten Zeiten erschienen also kürzer als die mit Pendelschlägen ausgefüllten. Wird das Urteil auf die Metronomschläge bezogen, so stellte sich das Ergebnis:

	>	=	<
Ch.	40 %	40 %	20 %
Sch.	36,5 "	36 "	27,5 "
Sm.	35,5 "	43,5 "	21 "
Wa.	40 "	32,5 "	27,5 "

Bei Halbierung der Gleichheitsfälle ergibt sich für die Metronomschläge eine Grösserschätzung bei:

Ch. 60 %, Sch. 54,5 %, Sm. 57 %, Wa. 56 %

durchschnittlich 57 %.

In der nächsten Gruppe trat an die Stelle der Metronomschläge das schnurrende Geräusch des elektrischen Unterbrechers im Induktionsapparat, und an die Stelle der Verse traten Prosasprüche (aus Goethe). Es wurde also ein gleichmässiges

schnurrendes Geräusch mit gesprochenen, jedesmal in sich abgeschlossenen Prosaworten verglichen. Je nach dem auszufüllenden Intervall wurde ein etwas kürzerer oder längerer Spruch gewählt, stets aber möglichst dasselbe Tempo beim Lesen eingehalten. Das Geräusch erscheint relativ länger als die Lektüre des Spruches. Wird das Urteil auf das Geräusch bezogen, so ergibt sich:

	>	=	<
Ch.	45 %	30 %	25 %
Sch.	45 „	27,5 „	27,5 „
Sm.	39 „	35 „	26 „
Wa.	38 „	36 „	25 „

nach der Reduzierung mithin:

Ch. 60 %. Sch. 59 %. Sm. 56,5 %. Wa. 56 %

durchschnittlich 58 %.

Es folgt eine Gruppe, bei der die Prosasprüche genau wie in der vorigen verwertet werden, an die Stelle des schnurrenden Geräusches aber ebenfalls gesprochene Worte traten, nämlich die Zahlen 1 bis 10, die immer wieder von neuem in ruhigem Sprechtempo aufgesagt werden. Im einen Intervall also ein geistanregender Goethescher Spruch, im andern monoton aufgesagte Zahlenreihen, in beiden aber in der Zeiteinheit ungefähr gleich viel ausgesprochene Silben. Die Zahlen scheinen länger als die Sprüche. Wenn das Urteil auf die ersteren bezogen wird, fand sich:

	>	=	<
Ch.	36,5 %	35 %	28,5 %
Sch.	36,6 „	38,5 „	25 „
Sm.	40,5 „	41 „	18,5 „
Wa.	46,5 „	22,5 „	31 „

Werden die Gleichheitsfälle halbiert, so tritt Grösserschätzung der von Zahlen ausgefüllten Intervalle ein bei:

Ch. 54 %. Sch. 56 %. Sm. 61 %. Wa. 58 %.

durchschnittlich in 57 %.

Die letzte Gruppe, welche in hohem Mass übereinstimmende Schätzung aufweist, umfasste solche Versuche, bei denen beide Intervalle mit gesprochenen Prosasätzen ausgefüllt sind, aber im einen Intervall langsam, im anderen schnell gesprochen. Wenn die langsam gesprochenen Sätze, je nach der Grösse des Intervalls, 1 1/2 bis 2 Zeilen umfassten, so waren die schnell gesprochenen 3 bis 4 Zeilen lang, die Geschwindigkeit also die doppelte. Wir benutzten zu diesem Zweck den fortlaufenden Text klarer, einfach geschriebener wissenschaftlicher Aufsätze, in denen ich die aufeinanderfolgenden Sätze durch Weglassungen und Einschaltungen auf die gewünschten Dimensionen brachte. Dadurch, dass der Text somit dauernd weiterlief, war das Interesse am Inhalt ein völlig gleichmässiges, nur die Masse des Dargebotenen war grösser oder kleiner. Das schneller Gelesene erscheint wesentlich länger. Das Ergebnis ist, wenn die Urteile auf das schnell Gelesene bezogen werden:

	>	=	<
Ch.	51 %	27,5 %	21,5 %
Sch.	55 "	26 "	19 "
Sm.	47,5 "	42,5 "	10 "
Wa.	45 "	25 "	30 "

reduziert:

Ch. 65 %. Sch. 68 %. Sm. 69 %. Wa. 57,5 %.

durchschnittlich 65 %.

Aus denjenigen Versuchsgruppen, welche einen für alle Versuchspersonen übereinstimmenden Einfluss der Ausfüllung nicht zeigen, erwähne ich zunächst eine, bei der trotzdem eine Schätzungsart wesentlich überwiegt. Wir verglichen Intervalle, von denen das eine mit einem Ton mittlerer Höhe (400 Schw.) gleichmässig ausgefüllt war, das andere denselben Ton intermittierend enthielt und zwar so, dass der Ton 1/4 Sekunde lang tönnte und 1/4 Sekunde unterbrochen wurde, in zehn Sekunden also zwanzigmal einsetzte und auf-

hörte. Beim letzten Anklingen musste er statt $\frac{1}{4}$ stets $\frac{1}{2}$ Sek. tönen, um das Intervall bis zum Ende auszufüllen. Ins Räumliche übertragen, wäre der Fall also der, dass eine ausgezogene Linie mit einer punktierten Linie verglichen wird. Von den vier Versuchspersonen überschätzen drei den ausgezogenen, eine den intermittirenden Ton; die Ueberschätzung des ausgezogenen ist überdies bei jeder der drei Personen beträchtlicher als die Unterschätzung desselben durch die vierte. Das Ergebnis ist nämlich, wenn die Urteile auf den ausgezogenen Ton bezogen werden:

	>	=	<
Ch.	39 %	35 %	26 %
Sch.	45 „	39 „	16 „
Sm.	30 „	32,5 „	37,5 „
Wa.	46 „	30 „	24 „

Nach Halbierung der Gleichheitsfälle werden die Intervalle mit ausgezogenem Ton also für grösser gehalten von

Ch. 56,5 %. Sch. 64,5 %. Sm. 46 %. Wa. 61 %.

Bei Sm. werden also 4% weniger Fälle auf die Seite der Grösserschätzungen gestellt, als den objektiven Verhältnissen entspricht, dagegen bei Ch. 6,5 mehr, bei Sch. 14,5 mehr und bei Wa. 11 mehr. Wir dürfen also wohl annehmen, dass die geringe Abweichung bei Sm. zufälligen individuellen Charakter besitzt. Berücksichtigen wir dieses abweichende Resultat von Sm., so ergibt sich ein Durchschnitt von 57%; lassen wir dasselbe beiseite, so gewinnen wir von den drei anderen Versuchspersonen einen Durchschnittswert von 60,5%. Bei Zeitstrecken erscheint also die punktierte Linie kleiner als die ausgezogene.

Anders verhält es sich mit den folgenden Gruppen, bei denen die individuellen Schwankungen überhaupt gering und nach beiden Seiten fast gleichmässig verteilt sind. Wir vergleichen zwei Intervalle, von denen das eine wie im vorigen Versuch durch einen intermittirenden Ton ausgefüllt,

das andere aber nur durch zwei ganz kurze Töne abgegrenzt, im übrigen leer gelassen wird. Räumlich gedacht: eine punktierte Linie wird mit einer leeren, durch zwei Endpunkte begrenzten Strecke verglichen. Das Ergebnis ist, wenn das Urteil auf den intermittierenden Ton bezogen wird:

	>	=	<
Ch.	36,5 %	40 %	23,5 %
Sch.	37,5 "	23,5 "	39 "
Sm.	29 "	46 "	25 "
Wa.	33,5 "	22,5 "	44 "

reduziert:

Ch. 56,5 %. Sch. 49 %. Sm. 52 %. Wa. 45 %

durchschnittlich 50,5 %. Das Ergebnis lässt nur den einen Schluss zu, dass im allgemeinen die zeitlich punktierte Linie neben der leeren abgegrenzten Strecke vom unmittelbaren Zeitbewusstsein weder überschätzt noch unterschätzt werden muss.

Ebenso verhielt es sich, als wir das schnurrende Geräusch des Induktionsapparates mit den $\frac{1}{3}$ -Sekundenschlägen des Metronoms verglichen. Wird auf die letzteren das Urteil bezogen, so ergibt die reduzierte Schätzung eine Grösserauffassung bei:

Ch. 51 %. Sch. 45 %. Sm. 42 %. Wa. 51,5 %.

Von zwei Personen also werden die Pendelschläge, von zweien das Schnurren überschätzt und zwar so, dass die Ueberschätzung des schnurrenden Geräusches durchschnittlich ein wenig überwiegt (52,5 %).

Die mitgeteilten Experimente stellen den ersten Versuch auf einem bisher unbearbeiteten Gebiete dar; es versteht sich also von selbst, dass sie der Weiterführung und Vervollkommnung dringend bedürfen und wir somit von ihnen bezüglich der Theorie des Zeitsinns nur allgemeine orientierende Andeutungen erwarten dürfen. Sehr deutlich ergibt sich die Notwendigkeit, solche Versuche stets an mehreren Personen durchzuführen, ein Prinzip, das überhaupt für fast sämtliche

neueren Untersuchungen meines Laboratoriums massgebend war und nur bei solchen Experimenten ausser Kraft trat, bei denen die Beweiskraft oder das Interesse eines positiven Falles nicht durch beliebig viele negative aufgehoben werden kann; die unberechtigte Generalisierung individueller Zufälligkeiten, unter der die experimentelle Psychologie bisher zweifellos viel gelitten, dürfte dadurch möglichst unterdrückt sein. Was lehren uns also diejenigen Fälle, bei denen die Schätzungen aller Versuchspersonen in der Hauptrichtung übereinstimmten? Die Ergebnisse derselben, nebeneinandergestellt, bieten ein vielleicht unerwartetes Bild. Wenn objektiv 40% Grösserfälle (20% + 1 Sek., 20% + 2 Sek.), 20% Gleichfälle und 40% Kleinerfälle (20% — 1 Sek., 20% — 2 Sek.), geboten werden, durch symmetrische Verteilung der Normal- und Vergleichsgrössen der Einfluss der Zeitlage vollkommen eliminiert ist und die Gleichschätzungen zur Hälfte den Grösser-, zur Hälfte den Kleinerfällen zugerechnet werden, so ergab sich nach wochenlanger Vorübung, also im Zustand feinentwickelten Zeitbewusstseins, dass als Durchschnittswert für die verschiedenen Versuchspersonen folgende subjektive Grösserschätzungen eintraten:

Hohe Töne 62% gegenüber tiefen 38%,

Einfache Töne 66% gegenüber Akkorden 34%,

Schnurrendes Geräusch 57% gegenüber Tönen 43%,

Schnelle Pendelschläge 63% gegenüber langsamen 37%,

Pendelschläge 57% gegenüber Versen 43%,

Schnurrendes Geräusch 58% gegenüber Sprüchen 42%,

Zahlworte 57% gegenüber Sprüchen 43%,

Schnell Gelesenes 65% gegenüber langsam Gelesenem 35%.

Ausgezogener Ton 65% gegenüber intermittierendem 34,5%.

Es ergibt sich ohne weiteres, dass die Methode der Zeitstreckenvergleiche hier nicht etwa darin bestanden haben kann, dass man beide Zeitintervalle zunächst ablaufen liess und dann den Inhalt derselben in einheitlicher Erinnerungsvorstellung zusammenfasste, um sie zu vergleichen. Gewiss

ist eine solche Vergleichung auch möglich; zwei Lebensperioden, die wir an zwei verschiedenen Orten zugebracht, können wir uns in der Erinnerung zurückrufen und in Bezug auf ihre Länge miteinander vergleichen. Fehlt es uns dabei aber an jeglichem Anhalt objektiver Zeitbestimmungen, so ist bekanntlich die Masse der Vorstellungen das allein Entscheidende, und bei der Verschiedenartigkeit dieser Vorstellungen ist von einer irgendwie genaueren Vergleichung keine Rede. Würden wir die wirklich vergleichbaren kleinen Strecken nach dieser Methode schätzen, so müsste bei ungleicher Ausfüllung das Resultat ein völlig anderes werden. Als z. B. schnelle Pendelschläge, drei in der Sekunde, mit langsamen, einem in der Sekunde, verglichen wurden, dürfte, wenn die Zahl der äusseren Eindrücke massgebend wäre, kein einziges Mal das schnell ausgefüllte Intervall kleiner als das langsam ausgefüllte erscheinen, denn die Minimalzahl schneller Schläge war 25 in acht Sekunden, die Maximalzahl langsamer Schläge 13 in zwölf Sekunden; trotzdem sehen wir in 37% der Fälle dies schnell ausgefüllte Intervall kleiner erscheinen. Noch klarer tritt es bei der Gruppe hervor, in der der eine ausgezogene Ton mit den 16 bis 24 gesonderten Erregungen des intermittierenden Tones verglichen wird und wo nicht diese vielen kurzen, sondern der eine lange Ton durchschnittlich wesentlich überschätzt wird. Auch das schnell Gelesene dürfte niemals kleiner als das mit halber Geschwindigkeit Gelesene erscheinen und so fort. Nicht das retrospektive Zeitbewusstsein ist also in Funktion, nicht in sich geschlossene Vorstellungen von vergangenen Zeiträumen werden verglichen, sondern die eine Zeit wird an der anderen direkt abgemessen, dasjenige Zeitbewusstsein ist wirksam, welches den Zeitraum selbst herstellt, um ihn zu erfassen. Nach jener ersten Methode dauert die Vorstellung eines Jahrtausends nicht länger als die einer Stunde, nach der zweiten Methode dauert der psychophysische Prozess, durch welchen wir den Zeitraum von zwei Sekunden zum Bewusstsein bringen, doppelt solange als die

Auffassung einer Sekunde. Bekanntlich können beide Vorgänge sich verweben, insofern wir auch die Erinnerungsvorstellung grosser durchlebter Strecken begleiten können mit jenem direkten Zeitbewusstsein, durch das wir dann kleine Bruchteile der damals erlebten Zeit reproduzieren. Wenn wir zwei kleine Zeitstrecken nacheinander auffassen und vergleichen sollen, so versuchen wir, beim Beginn des zweiten Intervalls das erste im direkten Zeitbewusstsein nachzuerzeugen; deckt sich das reproduzierte mit dem zweiten wahrgenommenen, so scheint es uns gleich, wird es vom zweiten überdauert, so scheint das erste kürzer. Das hindert nicht, dass retrospektive Erinnerungsvorstellungen auch bei solchen kleinen Zeiträumen sekundär hinzutreten, freilich, wie die hervorgehobenen Versuche beweisen, wohl ohne Einfluss auf den Vergleichungsakt, aber hinreichend, um die Versuchsperson selbst zuweilen über das angewandte Verfahren in Zweifel zu lassen. Die Versuchspersonen sagten nicht selten aus, dass sie die eine Zeit direkt an der anderen abmessen, aber gleichzeitig neben dieser Intervallreproduktion auch eine einheitliche Erinnerungsvorstellung des gesamten Intervalls im Bewusstsein bemerkten. Zuweilen setzte sich der gesamte Vorgang in räumliche Anschauungen um.

Dieses direkte Zeitbewusstsein, welches für die Vergleichung hier fast allein in Frage kommt, ist nun, wie die Versuche lehren, in überraschend hohem Masse von der Ausfüllung der Intervalle unabhängig. In der That scheint mir das negative Resultat der oben mitgeteilten Ergebnisse viel auffälliger als das positive. Vergegenwärtigen wir uns, dass die grössten Zeitdifferenzen ± 2 Sekunden bei Intervallen von 8 bis 12 Sekunden betragen, also Differenzen, die vom Ungeübten selbst bei leeren Intervallen oder bei gleicher Ausfüllung nur höchst unsicher wahrgenommen werden, und dass hier nun trotz so völlig verschiedener Ausfüllung das Durchschnittsmaximum der falschen Fälle 16% (66% statt 50%) betrug; von einem Einfluss in der Ausdehnung, dass bei der geringen objektiven Differenz etwa alle Intervalle mit bestimmter Aus-

füllung gegenüber den anderen für grösser gehalten würden, ist somit überraschender Weise keine Rede. Unser direktes Zeitbewusstsein ist also in der Hauptsache von der Ausfüllung unabhängig. Wie sollte sonst auch Metrum und Takt möglich sein! Wenn ein Geigenspieler in einem Takt die volle Note aushält, im nächsten aber sechzehntel spielt, so erscheint keinesfalls der eine Takt sechzehnmal so lang als der andere, nicht einmal doppelt so lang.

Wenn das Zeitbewusstsein von den objektiven Reizen in hohem Masse unabhängig ist, so muss es Produkt der Vorgänge im körperlichen Subjekt sein. Wir hatten die Bedingungen dafür schon früher dahin charakterisiert, dass wir das erste Intervall reproduzieren, indem wir nach dem bestimmten Zeitraum eine motorische Accentuation innervieren. Die Frage, in der das Problem des Zeitsinns liegt, war: weshalb tritt diese Accentuation genau nach der bestimmten Zeit ein? Wir können jetzt zunächst die negative Antwort zufügen, dass es nicht auf der Reproduktion der äusseren Reizvorstellungen beruhen kann. Entweder würden dieselben so schnell wie möglich im Bewusstsein ablaufen, dann müsste die Grössenschätzung von der Zahl succedierender Reize abhängen, was die Versuche als unzutreffend bewiesen, oder wir müssten annehmen, dass die Vorstellungen auch in denselben Intervallen succedieren, in denen die Reize eintraten; dann wäre aber das Problem nicht gelöst, sondern es würde wieder dieselbe Frage gelten, weshalb unser Reproduktionsmechanismus die Zeitfolge der äusseren Eindrücke einhalten kann. Es würde dann aber ausserdem bei der Vergleichung die erste Reihe der Reize in der Erinnerung erneuert werden müssen, während wir die zweite Reizreihe wahrnehmen; es würde dadurch eine höchst komplizierte Verzahnung von Wahrnehmungen und Erinnerungsvorstellungen entstehen, die uns in der Selbstbeobachtung nicht gegeben ist, und die psychologisch in den meisten Fällen unmöglich wäre. Wir sahen z. B., dass eine ziemlich genaue Vergleichung möglich war, wenn ein

langer, schnell gelesener Satz mit einem kurzen, langsam gelesenen verglichen wurde. Hier müssten zum Zweck der Vergleichung, während je eine Silbe des zweiten Satzes gehört wird, stets zwei bis drei Silben des ersten Satzes reproduziert werden, was der inneren Wahrnehmung unbedingt widerspricht; thatsächlich ist die Vergleichung auch noch möglich, wenn der Wortlaut des ersten beinahe vergessen ist. Und welcher unmöglicher Bewusstseinsinhalt müsste sich bilden, wenn zwei verschiedene Melodien bezüglich der Zeitdauer verglichen werden. Für die leere oder gleichmässig gefüllte Strecke wäre die Theorie ja überdies ohne jede Bedeutung. So wie wir also die Grösse zweier Gemälde miteinander vergleichen können, ohne etwa in Gedanken die Figuren des einen Bildes in die Landschaft des anderen zu übertragen, so müssen wir auch die verschiedenen ausgefüllten Zeiträume mit subjektiven Hilfsmitteln vergleichen, die von dem wechselnden Inhalt in hohem Masse unabhängig sind. Die Versuche mit ausgefüllten Intervallen führen somit indirekt zu demselben Erklärungsversuch, der uns bei der Besprechung der leeren Intervalle vornehmlich als Resultat der Selbstbeobachtung entgegentrat; wenn nämlich der Vorstellungsablauf das Mass der Zeit nicht ist, bleibt nur übrig, an periphere körperliche Vorgänge zu denken, deren Ablauf selbstverständlich eine bestimmte Zeit beansprucht und somit den übereinstimmenden Massstab in zweckmässigster Weise darstellt, also an Vorgänge im Muskelsystem.

Man hat mich wiederholt in dem Sinne missverstanden, als wenn ich jeden periodischen peripheren Körpervorgang in gleicher Weise für geeignet hielte, zur Basis subjektiver Zeitvergleichung zu dienen, den Herzschlag etwa so gut wie die Atmung. Nichts liegt mir ferner; wenn die motorische Accentuation bei dem reproduzierten Intervall nach derjenigen Zahl von Herzschlägen eintreten würde, die das erste Intervall zeitlich ausfüllte, so würde mir das genau so wenig als eine Erklärung gelten können wie die Annahme einer centralen „motorischen Einstellung“; im einen Fall müsste das Gehirn

unbewusst die Herzschläge zählen, im anderen Fall sich auf eine andere unbekannte Weise Kenntnis von der abgelaufenen Zeit verschaffen, während Du Prels transscendentale Kopfuhr doch wohl allseitig ins spiritistische Raritätenkabinet verwiesen wird. Nur derjenige Körpervorgang kann zum Massstab dienen, dessen verschiedene Phasen im Bewusstsein durch Sensationen repräsentiert sind, gleichviel, ob dieselben auf den Körpervorgang direkt bezogen werden oder als Elemente anderer Vorstellungen empfunden werden. Würden wir dauernd an Herzklopfen leiden, den Herzschlag also empfinden, dann würden wir an dem entsprechenden Sensationenkomplex, ohne die Schläge zu zählen und auch ohne sie gewöhnlich auf die Herzmuskelthätigkeit zu beziehen, in der That eine Stütze der Zeitmessung haben. Psychologisch sehr fein gebrauchen daher einige neuere Dichter, wie Jensen, Telman u. a., das Zeitmass „einen Herzschlag lang“ dort, wo die empfindende Person in lebhaftem Affekt ist; dasselbe gilt natürlich vom Karotidenpuls u. s. w.

Nicht jeder beliebige periodische Körpervorgang also kommt in Frage, sondern nur ein solcher, bei dem der körperliche Zustandswechsel sich in einen Empfindungswechsel umsetzt. Hier ist dann die Erneuerung dieser Empfindungen gewährleistet für die richtige Reproduktion des Intervalls, weil diese Empfindungen bei der Reproduktion im wesentlichen keinen anderen objektiven Rhythmus haben können als bei der ersten Auffassung, insofern sie durch den gleichmässigen Ablauf der Organthätigkeit vor so grossen zeitlichen Veränderungen bewahrt sind, wie sie etwa in den äusseren Reizen eintreten können. Wir können beim Anhören eines Violinstückes erst vier Takte hindurch einen Ton und in den nächsten vier Takten über hundert Töne zu hören bekommen; wenn wir aber während des Stückes die Vierteltakte auch nur ganz leicht durch Muskelspannungen periodisch accentuieren, so muss dieser Wechsel der Spannungs- und Entspannungsempfindungen uns bei dem ausgehaltenen Ton wie

bei der schnellsten Tonfolge denselben Sensationenkomplex vermitteln und dieser uns somit eine gemeinsame, direkt vergleichbare Grundlage liefern.

Solche Prozesse werden in erster Linie die Spannungen und Entspannungen sein, welche als subjektive Körperreaktion auf wechselnde Reizintensitäten in den verschiedensten Muskelgruppen eintreten, daneben dann die Ein- und Ausatmung oder Augenbewegungen u. s. w. Wie die ersteren in ihrem Tempo sich dadurch regulieren, dass ein bestimmter Grad von Spannungsempfindung als Reiz zur Entspannung und umgekehrt eingeübt wird, wie bei schnellem Rhythmus das Abklingen der Empfindung selbst hinzutritt, wie die Atmung sich in gleichmässige Abschnitte zerlegt, wie Atmungsphasen und Spannungsperioden der ersteren Art sich einander anpassen, wie Augenbewegungen u. s. w. sich mit optischen und taktilen Vorstellungen zur genaueren Ausmessung verbinden und wie in alledem individuelle Unterschiede hervortreten, das habe ich in meiner älteren Zeitsinnstudie ausführlich erörtert.

Wenn diese Auffassung richtig ist, so müssen einige Konsequenzen gelten, die mit den Ergebnissen unserer Versuche verglichen werden müssen. Zunächst muss natürlich daraus gefolgert werden, dass wir im stande sind, Intervalle mit einer gewissen Sicherheit richtig zu vergleichen, auch wenn die Zahl der sie ausfüllenden Reize eine ganz verschiedene ist. Gerade das haben unsere Versuche aufs schlagendste bewiesen: die Einsicht in dieses Ergebnis war uns ja der Ausgangspunkt der theoretischen Betrachtung.

Ein zweites folgt aber ebenso sicher aus unseren Voraussetzungen. Wenn wir gefüllte Intervalle auffassen, so ist unsere Aufmerksamkeit in erster Linie den ausfüllenden Reizen zugewandt, und die begleitenden Körpersensationen werden hinter den Sinnesvorstellungen zurücktreten oder ganz unter die Schwelle des Bewusstseins sinken; es müsste in diesen Fällen, obgleich die Aufmerksamkeit den äusseren Eindrücken lebhaft zugewandt ist, das Zeitbewusstsein vermindert oder

aufgehoben sein. Auch das wird nun durch die Erfahrung aufs vollkommenste bestätigt. Der Ungeübte, von dem die in unseren Versuchen ausgeführten Vergleichen verlangt werden, sieht sich bei den meisten geradezu aufs Raten angewiesen; der Inhalt der gesprochenen Worte etwa beschäftigt ihn so völlig, dass er ein ausreichendes Bewusstsein von der Grösse der Zeitintervalle nicht hat. Und werden nun gar die verschieden ausgefüllten Intervalle dargeboten, ohne dass die ungeübte Versuchsperson weiss, das es sich um Zeitversuche handelt, so ist eine nachträgliche Zeitvergleiche vollkommen ausgeschlossen; der Versuch, solch ein Urteil trotzdem nachträglich zu bilden, führt nur zu jener zeitlosen Reproduktion des Vorstellungsinhaltes, bei der die grössere Vorstellungszahl als grösserer Zeitraum gilt, eine richtige Vergleiche also unmöglich ist. Das, was unsere Versuchspersonen durch die lange Vorübung erreichten, ist mithin nichts anderes als die Fähigkeit, ihre Aufmerksamkeit zwischen den äusseren Reizeindrücken und den subjektiven Körpervorgängen zu teilen, so dass auch die letzteren deutliche und vergleichbare Empfindungen hervorrufen, wenngleich dieselben deshalb durchaus noch nicht auf die Organe bezogen werden, sondern meist als unbestimmte Gefühle beschrieben werden. Aber selbst für den Geübten tritt diese Teilung der Aufmerksamkeit nur bei besonderem Anlass ein; auch hierfür hatte ich zufälligerweise einen klaren Beweis. Mit denselben Versuchspersonen, mit denen ich den Winter hindurch die beschriebenen Zeitsinnversuche angestellt, machte ich in der letzten Semesterwoche eine Arbeit, bei der es sich darum handelte, dass ich Worte zurief, und jeder dann andere Worte, die zum Zugerufenen in bestimmter Beziehung standen, so rasch als möglich aufschreiben musste. Keiner von uns dachte bei diesen Versuchen an den Zeitsinn. Um eine gewisse Ordnung zu schaffen, rief ich die Worte genau in Abständen von je 15 Sekunden. Nachdem wir in dieser Weise mit kurzen Pausen eine Stunde gearbeitet hatten, also mehr als 200 Mal das Intervall von 15 Sek. produziert war,

bat ich die Herren, welche also tausende Mal Intervalle von stets 8 bis 12 Sek. sehr exakt verglichen hatten und immer gewusst hatten, dass sich unsere Versuche ausnahmslos in diesen Grenzen bewegten, möglichst ohne nachträgliche Reproduktion ein Urteil über den Rhythmus der zugerufenen Worte abzugeben. Die Urteile lauteten 2, 3, 5 und 8 Sek., also vollkommener Irrtum. Es war eben, da kein besonderer Anlass vorlag, bei diesen Versuchen den Zeitwert zu beachten, die ganze Aufmerksamkeit auf den eigentlichen Zweck der Versuche gerichtet, so dass das Zeiturteil nachher sich nur auf die Erinnerung daran stützen konnte, dass man sich beeilen musste, um mit dem Aufschreiben jedesmal fertig zu werden; die Nachwirkung dieses Hastgefühles zeigte sich in der wesentlichen Unterschätzung der Zeit.

Einen solchen besonderen Anlass zur Beachtung jenes subjektiven Untergrundes unserer objektiven Wahrnehmungen finden wir natürlich nicht etwa nur bei psychologischen Zeitsinnexperimenten, sondern alltäglich beispielsweise beim Hören von Musik und von Versen. Das rhythmische Gefühl, dessen gleichmässige motorische Entladungen den wechselnden Vorstellungsinhalt der Worte und Klänge begleiten und sie in gleiche Zeitgrössen zerlegen, wird hier schon durch kurzen, regelmässig periodischen Wechsel von Reizintensitäten angeregt. Aber auch hier bestehen ja grosse Unterschiede der Begabung und Uebung. Der poetische Mensch kann ein Gedicht nicht hören, ohne den Rhythmus desselben als selbständiges psychologisches Gebilde aufzufassen, das er daher auch dann reproduzieren kann, wenn er kein Wort des Gedichtes mehr im Gedächtnis hat. Bei dem unregelmässigen Accentwechsel der schmucklosen Prosa dagegen bleiben die subjektiven Spannungen, mit denen wir auf den Intensitätswechsel der Reize reagieren, fast völlig unter der Schwelle des Bewusstseins. Beim leeren Zeitintervall liegen die Verhältnisse natürlich noch einfacher, insofern hier nichts unsere Aufmerksamkeit von den subjektiven Vorgängen ablenkt, sobald dieselbe ihnen nur erst zu-

gelenkt ist; geschieht dieses nicht, d. h. wissen wir nicht, dass wir den Zeitraum als solchen beachten sollen, so dass sich in Ermangelung äusserer Reize beliebige Associationen in den Zwischenraum einschieben und diesen so an Stelle der periodischen Empfindungen ausfüllen, so fehlt uns fast jegliches direkte Zeitgefühl.

Aus alledem muss sich aber eine weitere Folgerung ergeben. Wenn unser Bewusstsein den Zeitwert der Intervalle dadurch auffasst, dass es die Aufmerksamkeit neben den objektiven Eindrücken auch den aus periodischen peripheren Spannungen und Bewegungen stammenden Sensationen zuwendet, so ist es wohl begreiflich, dass wir trotz der verschiedensten Ausfüllung ein nicht unbeträchtliches Schätzungsvermögen besitzen; es wäre aber unbegreiflich, wenn die äusseren Reize überhaupt ohne jeden Einfluss wären. Je lebhafter die äusseren Reize unsere Aufmerksamkeit fesseln, desto weniger muss das Bewusstsein den subjektiven Sensationen zugewandt sein, desto kleiner muss die Zeit erscheinen; überdies wird, wenn die Reizreihe geeignet ist, periodische Anspannungen der Aufmerksamkeit hervorzurufen, das motorische Element der Aufmerksamkeit selbst zum Hauptfaktor der subjektiven körperlichen Vorgänge werden, die Reizreihe somit beschleunigend oder verlangsamend einwirken. Dass unser Zeitbewusstsein nun in der That von den ausfüllenden Reizen nicht unabhängig ist, beweisen unsere Versuche aufs mannigfaltigste. Ueber die Deutung derselben im einzelnen könnte man streiten; mir erscheinen sämtliche Ergebnisse, wie sie die Tabelle oben zusammenstellt, unter einem einzigen Gesichtspunkt zusammenfassbar: diejenigen Intervalle erscheinen als die kürzeren, deren ausfüllender Reizinhalt unser Bewusstsein in höherem Masse in Anspruch nimmt. Der Gegensatz gegen die Raumschätzung tritt dabei deutlich hervor.

Für einige Versuchsgruppen ist diese Deutung von vornherein die nächstliegende; ich glaube aber, sie gilt für alle. Wenn die Intervalle, die mit Gedichtstrophen ausgefüllt sind,

uns kürzer erscheinen als die mit Pendelschlägen, deren Rhythmus die Geschwindigkeit der Silbenfolge hatte; wenn Goethesche Sprüche uns kürzer erscheinen als hergesagte Zahlworte oder als schnurrende Geräusche; wenn volle Accorde kürzer erscheinen als ein einzelner Ton; wenn ein intermittierender Klang kürzer erscheint als ein gleichmässig ausgezogener; wenn der Ton kürzer erscheint als das Schnurren des Induktionsapparates: so kann kaum ein Zweifel bestehen, dass in solchen Fällen das kürzere Glied stets dasjenige war, das uns mehr interessiert und unsere Aufmerksamkeit beschäftigt. Aber selbst diejenigen beiden Gruppen, welche sich dieser Regel nicht zu fügen scheinen, bilden doch vielleicht keine Ausnahmen. Intervalle mit langsamen Pendelschlägen erschienen kürzer als dreimal so schnell ausgefüllte, und langsam Gelesenes schien weniger lange zu dauern als schnell Gelesenes. Ich glaube, dass auch hier das Langsame uns mehr beschäftigt, weil sich unsere Aufmerksamkeit ihm wesentlich besser anpassen kann. Wenn das Metronom auf 180 steht, also 3 Pendelschläge sich in der Sekunde folgen, so nähert sich der Schall schon einem intermittierenden Geräusch, das als ein zusammenhängendes aufgefasst wird, während bei den langsamen Sekundenschlägen die Aufmerksamkeit sich jedem Schlag einzeln zuwendet. Und mehr noch gilt das vom Gelesenen; die langsame Ausfüllung stellte dasjenige Tempo der Lektüre dar, bei dem eine ausdrucksvolle, möglichst auf den Sinn eingehende Wiedergabe stattfinden kann, die schnelle Ausfüllung dagegen, welche maximaler Sprechgeschwindigkeit nahe kam, ermöglichte nur, die Worte herunterzusunurren, kein Zweifel, dass unsere Gedanken im ersteren Fall mehr beschäftigt waren als im zweiten.

Auf die quantitativen Unterschiede der Zeitverkürzung durch die eine oder die andere Intervallausfüllung gehe ich nicht ein. Da müssen neue, umfangreichere Versuche mit noch kleineren Zeitdifferenzen sich erst auf ganz bestimmte Einzelfragen erstrecken; unsere Experimente sollten ja nur eine un-

gefähre erste Orientierung darstellen. Dann dürfte sich dabei auch für die Psychologie des Rhythmus mancherlei Neues ergeben; sprechen doch schon unsere Versuche über Vergleichung von Accord und Ton, von angezogenem und intermittierendem Ton, von schnell und langsam Gelesenem u. s. w. deutlich dafür, dass es für die Zeitgliederung in Musik und Poesie ebenso gesetzmässige Täuschungen geben muss wie die optischen Täuschungen für die Raumgliederung der bildenden Künste und manche ästhetische Wirkung auf diesem Wege vielleicht ihre Erklärung findet.

Wundt unterscheidet (Phys. Psych. II³ S. 355) ein retrospektives und ein prospektives Zeitgefühl. Mit dem ersteren vergleichen wir die Zeitgrössen und beurteilen sie nach ihrem Ablauf; der Massstab dieses retrospektiven Zeitgefühls liegt in der grösseren oder geringeren Zahl von Vorstellungen. Das prospektive Zeitgefühl bezieht sich auf die ablaufende Zeit, der Massstab liegt in der Spannung der Aufmerksamkeit; die Zeit fliesst rasch dahin, wenn die Eindrücke uns vollkommen in Anspruch nehmen, sie erscheint uns langweilig, wenn unsere Aufmerksamkeit fortwährend erwartend auf zukünftige Eindrücke gespannt ist.

Die aus unseren Versuchen sich ergebenden Resultate würden von dieser Auffassung also in folgendem abweichen. Das retrospektive Zeitgefühl, das sich auf die Zahl der zwischenliegenden Vorstellungen stützt, hat für die Erinnerung zwar vollkommene Geltung, es ist aber nicht dasjenige subjektive Hilfsmittel, mit dem wir die ausgefüllten Intervalle wirklich vergleichen, da sich die Urteile überraschend richtig erwiesen trotz grösster Verschiedenheit in der Zahl der zwischenliegenden Vorstellungen. Das prospektive Zeitgefühl, insofern es „einfach in der Spannung der Aufmerksamkeit auf erwartete Eindrücke besteht“, existiert nicht. Die vergebliche, immer erneute Spannung erzeugt allerdings einen besonderen Gefühlszustand, die Langeweile; dieselbe ist aber als ein Affekt, nicht als ein Zeitgefühl aufzufassen. Bei dem entgegengesetzten Vor-

gang entsteht aber durchaus nicht ein Gefühl schnell ablaufender Zeit, sondern, wenn uns die Eindrücke wirklich vollkommen fesseln, entsteht überhaupt kein Zeitgefühl. Dagegen kann bei darauf gerichteter Aufmerksamkeit, etwa zwecks einer Beobachtung oder bei musikalischem oder poetischem Rhythmus, jedes Intervall uns einen Empfindungskomplex erwecken — man mag ihn Zeitgefühl nennen —, der unabhängig von der Zahl der Vorstellungen und keinesfalls identisch mit der Spannung der Aufmerksamkeit eine exakte Zeitvergleichung auch bei ganz verschiedener Ausfüllung zulässt. Die psychophysische Grundlage dieses Empfindungskomplexes liegt in den oben beschriebenen peripheren Körpervorgängen; die Vergleichung beruht auf der durch jenen Empfindungskomplex regulierten Reproduktion der subjektiven Vorgänge, derart, dass eine motorische Accentuation das zweite Intervall abgrenzt, sobald die dem ersten Intervall entsprechenden Körpervorgänge jenen Empfindungen gemäss abgelaufen sind. Diese Empfindungen treten um so deutlicher hervor, je ausschliesslicher sich die Aufmerksamkeit ihnen zuwenden kann; das Intervall erscheint daher kürzer, sobald die Aufmerksamkeit stärker von den ausfüllenden Reizen in Anspruch genommen ist. Diese Unterschätzung oder Ueberschätzung bleibt aber jedenfalls in sehr engen Grenzen; obgleich sowohl die Zahl der zwischenliegenden Vorstellungen als auch die Spannungsgrade der Aufmerksamkeit im höchsten Grade bei unseren Versuchen differierten, die Zeitgrössen dagegen niemals grössere Differenz als ± 2 auf 10 Sek. aufwiesen, hat doch die Vergleichung, wie die Tabellen lehren, überraschende Sicherheit und Richtigkeit dargeboten.
