

Die Wirkung akustischer Sinnesreize auf Puls und Athmung.

Von

Paul Mentz.

Mit 3 Figuren im Text.

An verschiedenen Stellen der physiologischen Litteratur, nämlich in den Arbeiten von Naumann¹⁾, Couty und Charpentier²⁾, Mosso³⁾, Thanhoffer⁴⁾, Dogiel⁵⁾, Gley⁶⁾, Mays⁷⁾, Istomanow und Tarchanoff⁸⁾, Féré⁹⁾, Delabarre¹⁰⁾ u. a., ferner auch unter den Psychologen, abgesehen von der Affectlitteratur, bei Lehmann¹¹⁾ finden sich Beweise einer Wirkung dieser und jener Sinnesreize auf Puls und Athmung. Es lag daher nahe, einmal im Interesse der

1) Vierteljahresschr. f. d. prakt. Heilkunde. Prag. Bd. 93. 1867. I. S. 139 ff.

2) Compt. rend. des séances de l'acad. des sciences. Bd. 85. Juli—Dec. 1877. S. 161 ff. Ferner: Archives de physiol. norm. et pathol. 1877. S. 525 ff.

3) Außer kl. Schriften: Mosso, Die Diagnostik des Pulses in Bezug auf die localen Veränderungen desselben. Leipzig 1879. Mosso, Ueber den Kreislauf des Blutes im menschlichen Gehirn. Leipzig 1881.

4) Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. 19. 1879. S. 254 ff.

5) Archiv f. (Anat. u.) Physiol. 1880. S. 416 ff.

6) Archives de physiol. norm. et pathol. 1881, S. 750 ff.

7) Archiv für pathol. Anat. u. Physiol. und für klin. Medicin. Bd. 88. 1882 S. 159 ff.

8) Original mir unbekannt. Auszug in Eulenburg, Realencyklopädie der ges. Heilkunde. Wien und Leipzig. 2. Aufl. 1886 ff. Bd. 7. S. 565. Artikel »Puls« von Landois. Auch bei Landois, Lehrb. d. Physiol. 7. Aufl. Wien u. Leipzig 1891. S. 810.

9) Féré, Sensation et Mouvement. Paris 1887.

10) Revue philosophique. Bd. 33. 1892. S. 639 ff.

11) Lehmann, Die Hauptgesetze des menschl. Gefühlslebens. Leipzig 1892.

Psychologie diese Wirkungen systematisch zu untersuchen. Das akustische Gebiet erschien dazu zunächst geeignet, da die sichere und eingreifende Wirkung der Gehörsreize schon aus dem täglichen Leben bekannt ist und außerdem die aus der Erfahrung einer tiefen Wirkung auf den Menschen entstandenen Factoren der Musik der Untersuchung den Weg vorzeichnen. So wurden denn der Reihe nach in ihrer Einwirkung auf Puls und Athmung untersucht: 1) Das einfache Geräusch und der einfache Ton, sowie ihre Variirung nach Intensität und Qualität, d. h. Tonstärke und Tonhöhe. 2) Die Folge von einfachen Geräuschen und einfachen Tönen, unter anderem auch Tempo und Takt. 3) Die Lust und Unlust und der Affect als im Laufe der Versuche nicht zu vermeidende und zugleich in der musikalischen Composition besonders verwerthete Factoren. 4) Die Aufmerksamkeit, da sie bei solchen Versuchen überhaupt und ebenso beim Anhören von Compositionen sehr von Einfluss ist. Schließlich 5) die in musikalischen Compositionen vorliegende Vereinigung aller dieser Factoren.

I. Zur Technik der Versuche.

a. Die äußere Anordnung.

Um den Reagenten von jedem störenden Reize möglichst fernzuhalten, wurde er ins Dunkelzimmer nahe der Thür gesetzt und durch dichten Vorhang bezw. Pappschild vom Nebenraume, in dem sich Sphygmograph, Pneumatograph, Kymographion, der Untersuchende und ev. auch ein Assistent befanden, getrennt. Jede Verständigung der letzteren Beiden während der eigentlichen Versuche geschah einzig und allein durch stumme Zeichen. Das Kymographion functionirte so gut wie geräuschlos, und die beiden Zimmer lagen sehr ruhig. Alle diese Vorsichtsmaßregeln sind durchaus notwendig, da ja jedes Nebengeräusch als akustischer Reiz wirken könnte. Trat ein solches gleichwohl ein, so wurde das jedesmal auf der Trommel vermerkt, z. B. durch den Buchstaben G = »Geräusch«. Ebenso wurden Beginn und Schluss der Reize durch verticale Striche und alles, was nur irgendwie von Bedeutung schien, auf ähnliche Art auf der Trommel verzeichnet, während ein danebenliegendes Protocoll für umfassendere Notizen Raum bot. Dass diese mit mög-

lichster Leichtigkeit gemachten Zeichen den Gang der Trommel nicht verzögerten, wurde durch Stimmgabelaufschreibung für die benutzten Geschwindigkeiten festgestellt. Mit Absicht wurde das Dunkelzimmer nicht ganz dunkel gehalten, sondern nur etwas dämmerig, weil sonst die ungewöhnliche Lage des Reagenten mit starkem Gefühlston verbunden gewesen wäre und sich seine Aufmerksamkeit, vor allem in den reizfreien Pausen, zu sehr auf jeglichen Vorgang in dem Nebenraume gerichtet, und daher Neugier und andere Affecte leicht mitgespielt hätten. Vor den eigentlichen Versuchen wurde die Pelotte des Sphygmographen auf der Radialis der rechten Hand an der günstigsten Stelle befestigt, und zwar wurde die rechte Hand genommen, weil sie viel geübter ist und daher leichter und länger in der gewünschten Lage aushalten kann. Auf bequeme Armlage und bequemes Sitzen wurde besonders gesehen, um Unlust und Affect zur Unzeit möglichst zu vermeiden. Die Federspannung des Sphygmographen wurde der größeren Sicherheit halber nach dem Vorschlage von v. Frey¹⁾ etwas stark genommen. Der Pneumatograph wurde nicht auf bloßer Haut, sondern auf der Weste befestigt, da der Puls, wie die Versuche von Bleuler und K. Lehmann²⁾ zeigen, auf jede Abkühlung sehr empfindlich reagirt. Als Zeit für die Versuche wurden die Stunden von 10—12 Uhr Vormittags und 4—6 Uhr Nachmittags genommen, denn es ist zu berücksichtigen, dass unmittelbar nach der Mittagsmahlzeit Unregelmäßigkeiten des Pulses vorhanden sind und in den späten Abendstunden sehr leicht Ermüdung eintritt. Um Abstumpfung und Ermüdung möglichst auszuschließen, wurde jede Versuchsperson nur $\frac{3}{4}$ Stunden lang zu den Versuchen herangezogen, auch wöchentlich nur ein Mal genommen, um nicht ihr Interesse an den Versuchen und daher auch die Empfindlichkeit von Puls und Athmung abzustumpfen.

b. Verhalten beim Versuch.

Bei der Auswahl der Reagenten wurde berücksichtigt, dass eine gute Selbstbeherrschung dazu gehört, sich den Reizen in gleich-

1) v. Frey, Die Untersuchung des Pulses. Berlin 1892. S. 19. 31. 41. 243.

2) Archiv für Hygiene. Bd. 3. 1885. S. 224 ff.

mäßiger und naiver Weise, also ohne Reflexion hinzugeben, specielle Anweisungen auch ganz genau auszuführen, in den reizfreien Pausen gleichsam nur vegetativ zu existiren, d. h. möglichst ohne ausgeprägte Stimmung und Reflexion, und schließlich während des ganzen Versuchs jede Bewegung zu vermeiden. Nach Vollendung des Versuchs aber hatte der Reagent anzugeben, ob während desselben alles gut abgelaufen sei, ob ihn nach seiner Erinnerung etwa dies oder jenes gestört habe, ob ihm sonst etwas von Bedeutung aufgefallen sei und vor allem, was er denn eigentlich innerlich erlebt habe. Hie und da wurden auch Fragen gestellt, doch wurde darauf geachtet, dass hierin weder zu wenig noch zu viel geschehe, damit der Reagent über alles Erforderliche Auskunft gebe, aber nicht etwa bei späteren Versuchen ins Reflectiren ver falle u. dgl. Deshalb wurde denn auch der Reagent darüber im Unklaren gelassen, worauf es bei diesen Versuchen besonders ankam, nämlich über die Frequenz von Puls und Athmung. Um den Reagenten nicht in Unlust verfallen zu lassen durch zu große Anstrengung oder durch Langeweile, wurden die einzelnen Reize sowie die einzelnen Reihen nicht zu lange ausgedehnt und auch die Zeiten der Reizlosigkeit nicht zu lang genommen. Damit sich der Reagent etwas einrichten konnte, wurde jedesmal der Moment des Ingangsetzens des Kymographions und das Wiederanhalten desselben durch ruhige Zurufe, wie »Anfang«, »Pause«, »weiter« angegeben. Nach Ingangsetzen des Kymographions wurde aber eine Zeit lang jeder Reiz unterlassen, damit der Reagent sich erst eingewöhne und die früheren Eindrücke in ihm verschwänden. Um Affecte, wie Ueberraschung, Neugier, Erwartung, zu vermeiden, wurde ferner vor dem Ingangsetzen meist die Art der Reize und die Art ihrer Ausführung in etwas allgemeiner Weise angedeutet. Es wurde nach Möglichkeit vermieden, in einer Reihe immer nur ähnliche Reize zu geben, sowie auch auf stärker wirkende Reize viel schwächere folgen zu lassen. Sowohl Reizzzeiten als Zeiten der Reizlosigkeit wurden, soweit es möglich war, in jeder Reihe von gleicher Dauer genommen, d. h. möglichst constant gehalten.

c. Die Apparate.

Der Sphygmograph war ein Marey'scher mit Luftübertragung, geliefert vom Mechaniker Pfeil in Berlin, und zwar in ganz vorzüglicher Ausführung. Er hatte, der Anweisung Hürthle's¹⁾ entsprechend, steife Membran und kleinen Luftraum. Der Pneumatograph, von demselben Mechaniker geliefert, war von derselben Construction. Die Schlauchlänge war in beiden Fällen 0,50 m. Das Kymographion hatte ein Gewichtsuhrwerk und ging fast lautlos und sehr regelmäßig. Der Trommelumfang, also auch die Länge jeder einzelnen Curvenreihe betrug 400 mm. Die Trommelgeschwindigkeit, durch Gewichtsveränderung regulirbar, wurde, wo es anging, d. h. bei Reizen kürzerer Art, so groß als möglich genommen. Bei längerer Dauer der Versuchsreihe, wie namentlich bei den Versuchen über die Folge von Tönen, wurde zu geringeren Geschwindigkeiten heruntergegangen. So wurden insgesamt folgende 5 Geschwindigkeiten benutzt: I: Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel 49 sec.; II: 63 sec.; eine ihr ziemlich nahe kommende IIb, meist von Mosso bei seinen auch hier verwertheten Versuchen benutzt: 71 sec.; III: 84 sec.; IV: 113 sec. und schließlich V: 150 sec. Da der Trommelumfang 420 mm betrug, so kann man hieraus den je 10 mm Abzissenlänge entsprechenden Zeitwerth, sowie die mittlere Pulslänge, z. B. für eine Frequenz von 70 Schlägen pro Minute leicht berechnen, letzteres aus der Gleichung

$$t : 420 = \frac{60}{70} : x.$$

Man erhält so folgende Tabelle:

Bezeichnung der Geschwindigkeit	Umdrehungszeit der Trommel	Zeitwerth für 10 mm Trommellänge	Mittlere Pulslänge für eine Frequenz von 70
I	49 Sekunden	1,2 Sekunden	7,3 mm
II	63 »	1,5 »	5,7 »
IIb	71 »	1,7 »	5,1 »
III	84 »	2,0 »	4,3 »
IV	113 »	2,7 »	3,2 »
V	150 »	3,6 »	2,4 »

1) Archiv für die ges. Physiol. Bd. 43. 1888. S. 399.

In Wirklichkeit ist, wie die folgenden Tabellen erkennen lassen, die mittlere Pulslänge bei Beginn der Versuche meist etwas bedeutender, also die Pulsfrequenz etwas geringer als 70 gewesen. Es ist dies ein Zeichen, dass die Reagenten wirklich bei Beginn der Versuche sich in ganz ruhiger, indifferenter Stimmung befanden, wie es von ihnen gewünscht war.

d. Die Ausmessung.

Infolge der Einwirkung der gebotenen Reize zeigen sich an den gewonnenen Puls- und Athemcurven mancherlei Aenderungen. Am regelmäßigsten und auffallendsten war jedoch die Aenderung der Pulsfrequenz, sofern man sie nur einer äußerst sorgfältigen Messung unterzog, und zwar wurde dabei zunächst Puls für Puls in Bezug auf seine Zeitdauer, d. h. graphisch gesprochen seine Abscisse gemessen, denn man konnte ja annehmen, dass dies ein genaueres Verfahren sei, als das von den Klinikern eingeführte bloße Zählen der Pulsfrequenz, d. h. der bloßen Berechnung der Durchschnittsgeschwindigkeit.

Die Messung der Pulsabscissen ist möglich, nachdem der Ruß des auf die Kymographiontrommel aufgezogenen Papiers mittelst einer Lösung von Schellack in Spiritus fixirt ist. Bei der großen Zahl der Versuche, die sich bald als nothwendig erwies, erschien die mikroskopische Messung zu zeitraubend und daher undurchführbar. Es wurde deshalb die einfache, aber recht sorgfältig ausgeführte Messung mit einem einfachen Maßstab, der halbe Millimeter zeigte, vorgezogen. Dabei wurde die Abscisse gemessen, welche jeder einzelne Puls in den Trommelcurven überspannt, und zwar von jeder tiefsten Stelle eines Wellenthales bis zur nächsten. In der gleichen Weise wurden auch die Abscissen der Athemzüge gemessen. Ein Eingehen auf die anderen Züge des Pulsbildes wird erst möglich sein, wenn die Physiologie in der Erklärung derselben weiter ist. Man muss, da es sich bei diesen Messungen um ein Zeitmaß handelt, die Abscissen genau senkrecht zur Drehungsachse der Trommel nehmen. Zur Feststellung der Zehntelmillimeter muss man sich, da der Maßstab nur halbe Millimeter angibt, auf die Schätzung durch das Augenmaß verlassen. Ist letzteres jedoch gut und geübt, so gelangt man zu ziemlicher

Genauigkeit. Ein ungefähres Urtheil über dieselbe wurde durch nachprüfende mikroskopische Messung gewonnen. Zu diesem Zwecke wurde ein Mikroskop mit 30 facher Linearvergrößerung und mit Glasmikrometer im Ocular benutzt. Es ergaben sich dann z. B. folgende Unterschiede zwischen der mikroskopischen, noch die Hundertheile mit ziemlicher Sicherheit angegebenden Messung und der nur die Zehntel schätzenden Messung des bloßen Auges:

5,65 (5,6), 3,31 (3,4), 2,89 (2,9), 2,69 (2,6), 2,40 (2,4), 2,88 (3,0), 2,55 (2,6), 2,74 (2,7),
3,43 (3,4), 3,03 (3,1), 3,73 (3,7), 3,96 (3,9), 3,41 (3,4), 2,85 (2,8), 3,03 (3,1), 3,07 (3,1),
3,13 (3,2) mm.

Nur selten war der Unterschied 0,1 mm oder gar größer. So ergab sich denn auch als mittlerer Fehler der bloßen Schätzung aus der vergleichenden Messung von 74 den verschiedensten bereits ausgemessenen Versuchsreihen entnommenen Pulsen der Werth $\frac{3,97}{74} = 0,05$ mm, also ein recht günstiges Ergebniss, welches für die Richtigkeit der folgenden Messungen spricht, zumal da ja außerdem die folgenden Tabellen größere Zusammenfassungen bieten.

Man thut gut, die bei den Messungen für jeden Einzelpuls gewonnene Zahl sogleich mit guter rother Tinte auf dem fixirten schwarzen Trommelpapier unmittelbar über jedem Pulse aufzuschreiben. Man kann dann einige Tage später, wenn man nicht mehr vom Gewirr der Einzelheiten befangen ist, aus diesen Zahlen leicht übersichtliche Auszüge anfertigen, indem man die Maxima und Minima der Pulslängen während jedes Athemzuges und ebenso den am häufigsten vorkommenden Mittelwerth zwischen beiden, den wir im Folgenden kurz mit Mw bezeichnen wollen, in Tabellenform aufschreibt. Man findet dann sehr bald, dass die Maxima und Minima und Mittelwerthe bei benachbarten Athemzügen meist so gut übereinstimmen, dass sie ohne Zwang in je eine Zahl zusammengefasst werden können. Wiederum einige Tage später sucht man dann durch Vergleich mit dem zugehörigen Versuchsprotokoll herauszufinden, ob und in welcher Weise eine Gesetzmäßigkeit stattfindet.

e. Das Versuchsmaterial.

Die Versuche wurden in der Zeit vom April 1892 bis August 1893 im psychologischen Laboratorium des Herrn Prof. Wundt in

Leipzig angestellt. Assistirt haben mir dabei, wo die Versuchs-umstände es nöthig machten, in liebenswürdigem Entgegenkommen die Herren: H. Gale (Amerika), Dr. F. Kiesow, A. Segsworth (Amerika). Als Reagenten nahmen an den Versuchen Theil die Herren: Dr. C. Ayer (Amerika), A. Buck (Amerika), Dr. J. Cohn, Dr. Th. Elsenhans, Dr. G. Funk, H. Gale (Amerika), H. Götz, Dr. V. Henri (Frankreich), Dr. P. Hupfer, Dr. F. Kiesow, A. Segsworth (Amerika), Dr. A. Wenzel, Dr. W. Weygandt. Ferner wurden einige Versuche mit dem Wundt'schen Zeitsinn-apparat gemeinsam mit Herrn Privatdocenten Dr. E. Meumann, und andere unter Anwendung von Geschmacksreizen gemeinsam mit Herrn Assistenten Dr. F. Kiesow angestellt. Allen diesen Herren sage ich auch an dieser Stelle für die geopferte Zeit und die aufgewandte große Mühe meinen besten Dank.

Es wurden so im Ganzen 107 Trommeln zu je 4 bis 5 Puls- und Athem-Reihen, bezw. auch noch Metronom-Reihen, sowie eine Anzahl Versuche mit bloßer Protokollirung von Aussagen hergestellt.

Außerdem boten sich die von A. Mosso¹⁾ und A. Lehmann²⁾ mitgetheilten Curventafeln zur Ausmessung dar, die ersteren, soweit sie von psychologischem Interesse sind, die letzteren, soweit die einzelnen Pulse auf ihnen gut lesbar sind. Vor allem bei Mosso gaben die Messungen reiche Ausbeute, so dass selbst die Heranziehung seiner (wahrscheinlich photographisch hergestellten) Holzschnitte wünschenswerth erschien. Lehmann's Versuche dagegen sind in Bezug auf die Art ihrer Anstellung und Mittheilung in mancher Beziehung etwas mangelhaft und waren deswegen für die genaue Messung auch nur von geringerem Nutzen.

Im Ganzen wurde so für diese Untersuchungen ein Material von weit über 22000 gemessenen Pulsen gewonnen, bei denen jedesmal natürlich auch die Athmung berücksichtigt wurde.

II. Der normale Puls.

Aus einer Reihe von Versuchen, in denen keinerlei Reiz angewendet wurde, ergab sich in Uebereinstimmung mit dem, was in

1) a. a. O.

2) a. a. O.

der Physiologie bereits bekannt ist, dass bei vollkommener Ruhe des Reagenten folgende Factoren gleichwohl einen fortwährenden rein physiologischen Einfluss auf die Pulslänge haben:

Zunächst die Athemphase, denn mit fortschreitender Inspiration nimmt die Pulslänge ab, mit fortschreitender Expiration dagegen wieder zu.

Ferner die speciellere Athemform, denn bei Vertiefung und bei Beschleunigung der Athmung nimmt die Pulslänge ab, bei Verflachung und bei Verlangsamung dagegen zu.

Ferner die sog. Traube-Hering'schen Schwankungen, denn auf größere Strecken der Pulscurve nimmt, scheinbar ganz spontan und mit einer gewissen Regelmäßigkeit, die Pulslänge allmählich zu und dann ebenso allmählich wieder ab, um dann dasselbe Spiel von Neuem zu beginnen.

Wir beginnen zunächst mit dem ersten:

a. Der Einfluss der Athemphase.

Man erhält während eines Athemzuges z. B. folgende Längen des Pulses in mm, wie denn überhaupt sämtliche Tabellenangaben mm bedeuten sollen:

Reagent: Dr. C. Ayer. Geschwindigkeit: II.

Reiz	Inspir.	Exspir.	<i>nA</i>	<i>nP</i>	<i>L</i>	<i>mP</i>	<i>mA</i>
—	6,3 6,2	6,0 5,8 6,3	1	5	30,8	6,1	30,8

oder:

Reagent Dr. P. Hupfer. Geschwindigkeit: III.

Reiz	Inspir.	Exspir.	<i>nA</i>	<i>nP</i>	<i>L</i>	<i>mP</i>	<i>mA</i>
—	4,3 4,0	3,8 3,9 4,3	1	5	20,3	4,1	20,3

oder phlethysmographisch (Mosso, Kreislauf des Blutes, Fig. 18, Reihe 1), wenn z. B. Arm- und Gehirnpuls gleichzeitig aufgenommen werden:

Reagent: Bertino. Geschwindigkeit: IIb.

	Inspir.		Exspir.		nA	nP	L	mP	mA
Armpuls:	5,2	4,9	5,2	5,2	1	4	20,3	5,1	20,3
Hirnpuls:	5,2	4,9	4,8	5,2	1	4	20,1	5,0	20,1

oder (ebenso) Fig. 43, 44 u. a. bei Mosso. Es finden also geringe Differenzen zwischen Arm- und Hirnpuls statt, die man einer verschiedenen Gefäßweite zuschreiben muss.

nA bezeichnet in diesen Tabellen die Anzahl der den betreffenden Pulsen entsprechenden Athemzüge; nP die Anzahl der in einer Tabellenreihe gegebenen oder zusammengefassten Pulse; L die Gesamtlänge dieser Pulse; mP die aus dieser Gesamtlänge und der Anzahl der Pulse leicht zu erhaltende Durchschnittslänge des Pulses während der betreffenden Zeit ($mP = \frac{L}{nP}$), und ebenso mA die aus der Gesamtlänge und der Anzahl der Athemzüge leicht zu erhaltende Durchschnittslänge der Athemzüge während der betreffenden Zeit ($mA = \frac{L}{nA}$). Diese letzteren beiden Werthe liefern eine willkommene Bestätigung der schon bei der Einzelmessung der Pulse erkannten Gesetzmäßigkeiten und sind außerdem noch bedeutend genauer; denn wenn bei den Einzelmessungen Irrungen um 0,05 mm durchschnittlich möglich sind, so ist hier nur eine einmalige Irrung bei der Messung der Gesamtlänge L und so gut wie gar nicht bei der Anzahl nA oder nP möglich, also der durch Division beider ($\frac{L}{nA}$ oder $\frac{L}{nP}$) erhaltene Werth für mA und mP ein recht genauer. Freilich ist dabei vorausgesetzt, dass die Einzelmessung schon vorhergegangen und man schon auf diesem Wege zu der Erkenntniss gelangt ist, wie lang die einzelnen Phasen in der Athem- und Pulsgeschwindigkeit sind, d. h. also, dass man nur aus streng zusammengehörigen Strecken diese Mittelwerthe mA und mP zieht.

b. Der Einfluss der Traube-Hering'schen Schwankungen.

Verfolgt man in längeren Pulsreihen, bei denen z. B. die gleichzeitige Athmung ganz gleichmäßig ist, die Längen der Pulse, so sieht man, dass sie während mehrerer Athemzüge, etwa während je 3 bis 12, jedesmal so übereinstimmen, dass man beim Auszug ihre Maxima, Minima und Mittelwerthe leicht zusammenfassen kann. So z. B. bei Mosso, Tafel III, Reihe 1, zunächst als Armpuls:

Reagent: Bertino. Geschwindigkeit: IIb.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
—	4,2	4,7	4,4	$2\frac{1}{4}$	9	41,7	4,6	19
—	+ 0,4	+ 0,1	+ 0,2				+ 0,1	+ 3
—	4,6	4,8	4,6	$3\frac{3}{4}$	17	80,7	4,7	22
—	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,1				+ 0,1	+ 2
—	4,7	4,9	4,7	$2\frac{1}{4}$	11	53,3	4,8	24
—	+ 0,1	+ 0,3	+ 0,2				+ 0,1	+ 2
—	4,8	5,2	4,9	$\frac{6}{4}$	8	39,8	4,9	26
—	- 0,1	- 0,1	- 0,1				$\pm 0,0$	- 6
—	4,7	5,1	4,8	$3\frac{4}{4}$	16	78,6	4,9	20
—	- 0,3	- 0,3	- 0,1				- 0,3	- 1
—	4,4	4,8	4,7	$1\frac{2}{4}$	7	32,8	4,6	19

und als gleichzeitigen Hirnpuls:

Reiz	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
—	4,3	4,7	4,6	$2\frac{1}{4}$	9	41,7	4,6	19
—	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1				+ 0,1	+ 3
—	4,6	4,9	4,7	$3\frac{3}{4}$	17	80,7	4,7	22
—	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,1				+ 0,2	+ 2
—	4,7	5,0	4,8	$2\frac{3}{4}$	13	63,1	4,9	24
—	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,2				+ 0,1	+ 1
—	4,8	5,2	5,0	$1\frac{1}{4}$	6	30,1	5,0	25
—	- 0,1	- 0,1	- 0,2				- 0,1	- 5
—	4,7	5,1	4,8	$3\frac{4}{4}$	16	78,2	4,9	20
—	- 0,4	- 0,3	- 0,2				- 0,3	- 1
—	4,3	4,8	4,6	$1\frac{2}{4}$	7	32,8	4,6	19

Unter »Minima« sind in diesen Tabellen immer die geringsten Pulslängen verstanden, welche nach dem, was bereits über den Einfluss der Athemphase gesagt ist, mit dem Athemgipfel, und zwar mehr oder minder genau zeitlich zusammenfallen; unter »Maxima«

ferner die größten Pulsängen, welche wiederum mehr oder minder genau mit den Athemthälern zusammenfallen; unter »Mittelwerthe« schließlich diejenigen von den in der Mitte zwischen Athemgipfel und Athemthal gelegenen Pulsängen, welche durch ihre besondere Häufigkeit auffallen. Die streng arithmetischen Mittelwerthe, welche mit diesen bloß roh empirischen Mittelwerthen im allgemeinen gut übereinstimmen, sind in den Tabellen unter der Rubrik *mP* gegeben.

Wie man aus der zuletzt angeführten Tabelle ersieht, geben die Werthe für Maxima, Minima und roh empirische Mittelwerthe, sowie übereinstimmend damit die exact berechneten Werthe unter *mP* und *mA* die von Zeit zu Zeit erfolgenden Puls- und Athemänderungen an, welche unter dem Namen »Traube-Hering'sche Schwankungen« aus der Physiologie bekannt sind. Sie werden für die Betrachtung noch deutlicher, wenn man, wie das in obiger Tabelle geschehen ist, jedes Mal die Differenzen zwischen zwei aufeinander folgenden Pulsängen zieht.

Dass das verlängerte Mark wahrscheinlich der Ausgangspunkt dieser Schwankungen des Blutdruckes und der Athemgeschwindigkeit ist, ersieht man aus der Ausmessung der von Lehmann mitgetheilten plethysmographischen Curven. Ordnet man nämlich in einem Zahl für Zahl angehenden tabellarischen Protokoll dieser Curven die Zahlen nach anscheinend zusammengehörigen Gruppen, die man dann durch horizontale Striche gegen einander abgrenzt, und notirt in einer weiteren verticalen Columne die Aenderungen der Niveaulinie der Curven, und in einer dritten die wesentlichen Aenderungen der Athmung, so findet man, dass dem Beginn einer neuen Gruppe, d. h. einer wesentlichen Aenderung der Pulsfrequenz, auch immer eine Aenderung der Niveaulinie der Pulscurve oder eine Aenderung der Athemform entspricht. Dies zeigte sich vor allem bei Tafel IC, ID, IIIA, IIIC, IVC, IVD, VC. Zum Theil kann man es ohne Messung mit bloßem Auge wahrnehmen. Solche Uebereinstimmung der verschiedenen Aenderungen aber lässt sich am ehesten durch die Annahme eines gemeinsamen Ausgangspunktes erklären, und als solcher wieder läge das verlängerte Mark nach Wahrscheinlichkeit am nächsten.

c. Der Einfluss der speciellen Athemform.

Vertiefung oder Beschleunigung der Athmung beschleunigt den Puls (Knoll¹⁾), Verflachung oder Verlangsamung verlangsamt ihn. Wieviel Factoren zu diesem Ergebniss zusammenwirken, darüber siehe Tigerstedt's sorgfältige Zusammenstellung²⁾. Wenn Vertiefung und Verlangsamung gleichzeitig auftreten, oder Verflachung und Beschleunigung, so arbeiten sich beide entgegen, heben sich also mehr oder minder in ihren Wirkungen auf, wie sowohl besonders ange stellte Versuche zeigten, als auch die Ausmessung der plethysmographischen Curven Mosso's: Fig. 72 und Fig. 74—78.

Man verfährt zum Zwecke dieser Feststellungen am besten so, dass man einfach die Athmung des Reagenten aufschreibt, wie es z. B. Mosso in den letztgenannten Beispielen gethan hat, da ja schon von selbst genügende Athemänderungen beim Reagenten auftreten. Oder aber: man trägt dem Reagenten besonders auf, die Ausgiebigkeit oder die Schnelligkeit des Athmens oder beides zugleich, wie es eben gerade kommt, von Zeit zu Zeit abzuändern. Bei der Ausmessung vergleicht man dann zunächst die Pulslängen solcher aneinandergrenzender Athemcurven, die sich nur in Bezug auf Athemhöhe oder Athembreite von einander unterscheiden, und sieht dann, wie das Gefundene auf diejenigen Curven passt, bei denen sich beides, also Athemhöhe und Athembreite zugleich geändert hat. Die Athembreite ist hier übrigens nicht nur als Abscisse zu messen, sondern auch unter Umständen in zu ihr parallelen Schnitten gegen den Athemgipfel hin, denn es kann wohl vorkommen, dass bei gleich bleibender Abscissenlänge die höher liegenden Schnitte gegenüber den entsprechenden Schnitten der angrenzenden Athemcurven eine Längenzunahme aufweisen.

Als Beispiel für den, wie oben erwähnt, manchmal sich gegenseitig unterstützenden, manchmal dagegen sich durchkreuzenden Einfluss von Athemlänge und Athemhöhe auf den Puls sei folgende Auswahl aus zwei Versuchsreihen gegeben:

1) Knoll, Einfluss modificirter Athembewegungen auf den Puls beim Menschen. Prag 1880. S. 1 ff.

2) Tigerstedt, Lehrbuch d. Physiol. des Kreislaufs. Leipzig 1893. S. 460 f.

Reagent: H. Gale. Geschwindigkeit: I.

Reiz	Athem- breite	Athem- höhe	Min.	Max.	Mw.	Einfluss vor allem der
—	63,1	54,1	7,1	8,8	7,7	} Athembreite
—	— 8,4	+ 1,1	— 0,2	— 0,9	— 0,3	
—	54,7	55,2	6,9	7,9	7,4	}
—	23,2	13,6	7,3	7,7	7,4	
—	+ 0,5	— 3,5	+ 0,1	+ 0,4	+ 0,1	} Athembhöhe
—	23,7	10,1	7,4	8,1	7,5	
—	29,1	10,2	7,2	7,5	7,3	} >
—	+ 0,2	+ 4,1	— 0,4	— 0,2	— 0,3	
—	29,3	14,3	6,8	7,3	7,0	}
—	21,4	33,4	7,8	8,2	7,9	
—	— 3,2	— 3,7	— 0,2	— 0,1	— 0,1	} Beider Factoren
—	18,2	29,7	7,6	8,1	7,8	
—	39,8	55,2	5,6	6,4	6,2	} > >
—	+ 4,6	— 16,5	+ 0,2	+ 1,0	+ 0,8	
—	44,4	38,7	5,8	7,4	7,0	

und aus einer anderen Reihe:

Reiz	Athem- breite	Athem- höhe	Min.	Max.	Mw.	Einfluss vor allem der
—	24,7	3,8	6,0	6,2	6,1	} Athembhöhe
—	+ 0,2	— 0,8	± 0,0	+ 0,1	+ 0,1	
—	24,9	3,0	6,0	6,3	6,2	}
—	32,6	7,5	5,8	7,0	6,6	
—	+ 3,4	+ 2,1	+ 0,6	+ 0,7	+ 0,2	} Beider Factoren
—	36,0	5,6	6,4	7,7	6,8	
—	17,2	3,1	6,3	7,1	6,5	} Athembhöhe
—	+ 0,9	+ 2,5	— 0,1	— 0,2	— 0,2	
—	18,1	5,6	6,2	6,9	6,3	}
—	16,4	2,7	5,5	5,9	5,7	
—	— 0,8	— 1,6	+ 0,2	+ 0,5	+ 0,2	} Beider Factoren
—	15,6	1,1	5,7	6,4	5,9	
—	17,4	1,5	5,7	6,9	5,9	} Athembreite
—	— 5,9	— 0,2	— 0,1	— 0,2	— 0,1	
—	11,5	1,3	5,6	6,7	5,8	}
—	13,6	0,8	5,6	6,3	5,9	
—	— 0,6	± 0,0	— 0,1	— 0,1	± 0,0	} >
—	12,2	0,8	5,5	6,2	5,9	

Man hat natürlich bei diesen Vergleichen die Traube-Hering'schen Schwankungen zu berücksichtigen. Bei dem letzteren Verfahren jedoch, nämlich der willkürlichen Aenderung der Athemtiefe und -breite, schmiegen sie sich den durch diese hervorgebrachten Pulsänderungen so sehr an, dass sie dann nur noch ab und zu störend hervortreten.

Die Aenderung der Athembreite ist übrigens bei den angewandten Geschwindigkeiten, und zwar besonders auffällig bei den geringeren, bei weitem mehr von Einfluss als die Aenderung der Athemhöhe. Der Einfluss wächst ferner bei bedeutenden Athemhöhen nicht proportional, sondern langsamer. Zahlenbeispiele sollen hier deshalb nicht gegeben werden, weil die Athembreite natürlich nur für die angewandte Trommelgeschwindigkeit und ebenso die Athemhöhe nur für den angewandten Pneumatographen, die gewohnte Art und den gewohnten Ort seiner Befestigung am Körper Geltung haben.

Diese Versuche sind deshalb für unsere Zwecke von großer Bedeutung, weil, wie sich im Folgenden unmittelbar aus den Tabellen ergeben wird, nicht nur die Werthe der Einzelmessung (Min., Max., Mw.) und die durch Rechnung für den Puls (mP) erhaltenen, sondern auch die für die Athmung durch Rechnung erhaltenen (mA) sich, von Ausnahmen abgesehen, immer in gleichem Sinne ändern und daher die Frage entsteht, ob nicht vielleicht die gesammten in Folge der Anwendung von Reizen entstehenden Pulsänderungen als Folge der Athmungsänderungen anzusehen sind. Da es für diesen Zweck wichtig ist, auch die Ausnahmen herauszusuchen, so ist bei den Werthen mA in den Tabellen im Folgenden jedesmal ein Sternchen (*) an den Stellen hinzugefügt, an denen die Athmungsänderung der Pulsänderung nicht entspricht.

III. Das einfache Geräusch, der einfache Ton und Klang.

Um die Wirkung akustischer Reize im allgemeinen festzustellen, wurden möglichst einfache Schälle genommen: so z. B. der Ton einer Stimmgabel auf genau abgestimmtem Resonanzkasten, der Klang eines einzelnen Harmoniumtons, das Geräusch des Raspelns, das Aufziehen des Uhrwerks der Kymographiontrommel u. s. w. Der Reagent wurde meist angewiesen, möglichst die Empfindung in sich

entstehen zu lassen, also ihr eine gewisse, wenn auch nur geringe Aufmerksamkeit zuzuwenden, und nicht etwa durch Nachlass der Muskelspannung des gesammten Körpers dem Gefühlston besonders Gelegenheit zur Entwicklung zu geben.

Beispiel 1. Der Reiz war ein Ton von 164 Doppelschwingungen am Appunn'schen Tonmesser und wurde 6 Pulse hindurch ausgehalten. Das Versuchsergebniss war:

Reagent: Dr. G. Funk. Geschwindigkeit: II.

Puls ohne Reiz	Inspir.		Exspir.			nA	nP	L	mP	mA	
	6,2	5,3	5,4	5,6	6,2						
						1	5	28,7	5,5	28,7	
Während d. Reizes	Inspir.		Exspir.		Inspir.		1 1/2	6	38,8	6,4	25,8*
	7,1	6,3	6,3	6,8	6,2	6,1					

Durch den Reiz entsteht also eine Verlängerung, die allmählich wieder abnimmt, während der Athem (wie das Sternchen angibt) dem nicht entsprechend eine Verkürzung aufweist.

Beispiel 2. Die Reize waren Stimmgabeltöne und zufälliges leichtes Eisenraspeln auf dem Corridor. Der Kürze halber seien gleich die Maxima, Minima und Mittelwerthe der Pulse angegeben, sowie diejenigen Differenzen, welche die Zu- oder Abnahme der Pulslänge während des Reizes zeigen.

Reagent: Dr. C. Ayer. Geschwindigkeit: IV.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
c'	2,9	3,6	3,2	8	33	99,7	3,0	12
	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,2	5 1/2	20	64,2	+ 0,2	11*
c' e' g'	2,8	3,2	3,0	8 1/2	38	112,2	2,9	13
	+ 0,4	+ 0,6	+ 0,4	4 1/2	18	92,0	+ 0,5	13*
Raspeln	2,7	3,2	2,9	7 1/2	30	46,2	3,1	12
	+ 0,5	+ 0,6	+ 0,6	3	14	24,3	+ 0,4	16

Der Dreiklang wirkt also stärker als das einfache c'. Das Raspeln jedoch hat eine noch etwas stärkere Wirkung, theils wohl weil

es eine größere Intensität hatte als die Töne, theils aber weil nach diesen Versuchen zufällige Reizungen eine überhaupt größere Wirkung erzielen als solche, die im Ganzen schon erwartet werden, und das ist ja verständlich, da in letzterem Falle ein Affect (wie z. B. Neugierde, Ueberraschung) verhütet, ein Theil der Wirkung aber schon durch die Vorstellung vorweggenommen wird.

Beispiel 3. Die Reize waren die Stimmgabeltöne c' und c'' , leichtes Sägen auf dem Corridor und Thürzuschlagen.

Reagent: Dr. A. Wenzel. Geschwindigkeit: V.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
c'	2,2	2,6	2,4	7	40	92,0	2,3	11
	+ 0,2 2,4	+ 0,2 2,8	+ 0,2 2,6	2	12	30,2	+ 0,2 2,5	+ 4 15
c''	2,2	2,6	2,4	$3\frac{1}{2}$	20	46,2	2,3	14
	+ 0,1 2,3	+ 0,1 2,7	+ 0,1 2,5	2	10	24,3	+ 0,1 2,4	- 2 12*
Sägen	kl. Pause			6	28	67,4	2,4	12
	+ 0,5 2,8	+ 1,0 3,8 ^{VIII}	+ 0,7 3,2	$4\frac{1}{2}$	29	86,3	+ 0,5 2,9	+ 6 18
	$\pm 0,0$ sp. 2,8	- 0,5 3,3	$\pm 0,0$ 3,2	$2\frac{1}{2}$	12	34,3	- 0,1 2,8	- 5 13
	2,6	2,8	2,7	$2\frac{1}{2}$	14	36,6	2,6	14
Thür- schlagen	2,6; 2,8;	3,7; 3,3;	3,15; 3,0;	$1\frac{3}{4}$	8	24,9	+ 0,5	± 0
	2,8; 2,8						3,1	14*
c'	2,4	3,1	2,6	$5\frac{1}{2}$	28	76,4	2,7	14
	+ 0,1 2,5	+ 0,1 3,2	+ 0,1 2,7	$2\frac{1}{4}$	14	39,6	+ 0,1 2,8	+ 2 16

Man sieht: c'' wirkt weniger als c' (vergl. das Capitel über Tonhöhe), und das wiederholte c' wirkt nur noch soviel wie c'' (wegen Abstumpfung der Empfindung bezw. der Lust infolge von Wiederholung). Beim Sägen bedeutet 3,8^{VIII}, dass erst beim achten Pulse diese Länge auftrat. Es findet hier also eine gewisse Summirung statt, der wir auch in der reinen Physiologie vielfach begegnen, möglicherweise jedoch tritt diese größere Länge wegen anfänglicher Ablenkung der (unwillkürlichen) Aufmerksamkeit vom eigentlichen Gegenstande des Versuchs erst so spät ein. Diese Verlängerung

blieb aber beim Sägen trotz mehrfacher, in obiger Tabelle nicht besonders angeführter Wiederholung, was man wohl vor allem dem zuzuschreiben hat, dass dies Geräusch complexer ist als der einfache Stimmgabelton, d. h. eine große Summe von Bestandtheilen enthält, und außerdem nicht continuirlich ist, daher die Abstumpfung (in Folge Wiederholung) erst später eintritt. Diese schließlich gleichwohl erfolgende Abstumpfung ist in der Tabelle mit »sp.« (= »später«) bezeichnet.

Beispiel 4. Der Reiz war die zufällige laute Unterhaltung bekannter Stimmen in einem fernen Theile des Corridors, ein verworrenes Geräusch, in dem man Einzelheiten nicht unterscheiden konnte.

Reagent: Dr. C. Ayer. Geschwindigkeit: IV.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
Unterhaltung	2,6	2,9	2,8	$7\frac{1}{2}$	32	87,3	2,7	11
	+ 0,3	+ 0,4	+ 0,4				+ 0,4	
	2,9	3,3	3,2	$3\frac{2}{2}$	14	42,8	3,1	11* ± 0

Da solche zufällige Nebenreize ersichtlich ihre Wirkung hatten, wurden sie, wie bereits früher besprochen, in Zukunft durch entsprechende Anordnungen strengstens vermieden. Wichtig war immerhin die Feststellung, dass diese zufälligen Reize die gleiche Puls- und Athemwirkung hatten, wie die den Reagenten besonders vorgelegten Geräusche, Töne und Klänge.

In Mosso's plethysmographischen Curven finden sich bei der Ausmessung ganz dieselben Erscheinungen. So z. B.:

Beispiel 5. Mosso, Fig. 18, Reihe 2. Der Puls war in Folge Sichschämens oder Verletztseins des Reagenten auf die Werthe der ersten wagerechten Reihe der nachstehenden Tabelle gestiegen. Dann trat zufällig Uhrschlagen und gleich darauf Mittagsläuten der Kirchenglocken ein, und dies veranlasst sofort eine Verlängerung des Pulses:

Reagent Bertino. Geschwindigkeit: IIb.

Reiz	Armpuls									Hirnpuls		
	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA	Min.	Max.	Mw.	
Uhrschlagen {	5,2	6,0	5,8	$3\frac{3}{4}$	$18\frac{1}{2}$	106,7	5,7	29	—3	5,4	6,2	5,8
	5,4	6,3	6,2	$2\frac{3}{4}$	$11\frac{1}{2}$	70,6	5,9	26*		5,6	6,6	6,2

Das Nächstliegende ist, hier anzunehmen, dass der Sinnesreiz an sich die Verlängerung bewirkte. Möglicher Weise war aber auch eine Reproduction mit Gefühlston vorhanden, die das Mittagsläuten erweckte.

Die Curven Mosso's sind hier übrigens deswegen in aller Ausführlichkeit mitgetheilt, von den eigenen Versuchen dagegen immer nur die besten, einmal weil Mosso's Reagent Bertino als einfacher Landmann gewiss ein ganz naiver Reagent war, wie man ihn sich nur wünschen kann, und außerdem jene Versuche gar nicht einmal in Absicht der Feststellung der Puls- und Athemfrequenz unternommen wurden und gleichwohl ganz mit unseren Versuchen übereinstimmende Ergebnisse liefern. Endlich bieten sie auch die so schwer zu erlangenden Hirnpulse, und sogar meist zugleich mit den zugehörigen Armpulsen.

Auch in Mosso's »Diagnostik des Pulses«¹⁾ findet sich übrigens bei dem Reagenten Caudana die Verlängerung des Hirnpulses beim Schlagen der Uhr, nämlich Taf. I, Reihe 9 und 10 des eben angeführten Werkes.

Beispiel 6. Mosso, »Kreislauf des Blutes«, Tafel III. Reiz: Eintritt eines Collegen Mosso's und Zuschauen desselben.

1) Mosso, Die Diagnostik des Pulses in Bezug auf die localen Aenderungen desselben. Leipzig 1879. Tafel I, Reihe 9 und 10.

Reagent: Bertino. Geschwindigkeit: IIb.

	Armpuls								Hirnpuls		
	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA	Min.	Max.	Mw.
Reihe 3 Ende	4,8	5,3	5,1	$6\frac{4}{4}$	$31\frac{1}{2}$	152,7	4,9	22	4,7	5,2	5,1
> 4 Besuch	5,6	5,8	5,7	$2\frac{2}{4}$	12	69,1	5,7	28 ⁺⁶	5,6	5,8	5,7
	sp.5,3	5,7	5,6	$5\frac{1}{4}$	27	146,3	5,4	28 ⁺⁰	5,2	5,7	5,6
	sp.5,2	5,6	5,3	$4\frac{3}{4}$	20	107,2	5,3	24 ⁻⁴	5,2	5,7	5,4
Fig.18 (Forts.)	4,7	5,2	5,1	$7\frac{2}{4}$	36	179,2	4,8	24*	4,7	5,2	5,1

Die eintretende Verlängerung lässt nach $2\frac{2}{4}$ Athemzügen, d. h. 12 Pulsen, wie die Tabelle zeigt, wieder nach und zugleich treten wieder die Traube-Hering'schen Schwankungen hervor (was man im Original nachsehen muss). Ursache der Verlängerung war jedenfalls der optisch-akustische Eindruck des Eintretenden, während später vielleicht bei dem Reagenten eine Art Neugierde entstand, was jener denn eigentlich anfangen werde.

Beispiel 7. Tafel VII, Reihe 9—11. Hirnpuls, während des Schlafes aufgenommen. Reiz wiederum ein Besuch.

Reagent: Bertino. Geschwindigkeit: IIb.

	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
Reihe 9 u. $\frac{3}{4}$ 10	4,7	5,2	c. 5,1	$25\frac{1}{4}$	$110\frac{2}{2}$	550,4	4,9	22
> 10 Schluss	4,8	5,2	5,0	$3\frac{3}{4}$	$17\frac{1}{2}$	87,7	4,9	24
> 11 Besuch	$\begin{matrix} +0,2 \\ 5,0 \\ -0,1 \\ \text{sp.4,9} \\ -0,1 \\ \text{sp.4,8} \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,2 \\ 5,4 \\ -0,2 \\ 5,2 \\ \pm 0,0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,2 \\ 5,2 \\ -0,1 \\ 5,1 \\ \pm 0,0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 2\frac{1}{2} \\ 3\frac{1}{4} \\ 7\frac{5}{4} \end{matrix}$	$\begin{matrix} 10 \\ 13 \\ 34\frac{3}{4} \end{matrix}$	$\begin{matrix} 51,3 \\ 64,8 \\ 172,6 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 5,1 \\ 5,0 \\ 5,0 \\ \pm 0,0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0,2 \\ 20^* \\ \pm 0 \\ 20^* \\ -3 \\ 17 \end{matrix}$

Also besonders zu Anfang, während des unmittelbaren Eintrittes (akustischer Reiz) Verlängerung. Die spätere Anwesenheit jedoch wird, wie natürlich, vom Schlafenden gar nicht wahrgenommen.

Beispiel 8. Tafel VIII, Reihe 21. Schlaf: Hirnpuls.

Reagent: Bertino. Geschwindigkeit IIb.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
Frage	5,1 + 0,2	5,5 + 0,2	5,2 + 0,2	$4\frac{1}{4}$	$18\frac{1}{2}$	96,6	5,2 + 0,2	18
	5,3	5,7	5,4	$2\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{2}$	51,4	5,4	23 + 5
	5,6	6,1	5,7	8	$29\frac{2}{2}$	166,6	5,5	20*

Verlängerung nach der Frage: »Sind Sie wach?«, jedoch erst nach zwei Pulsen Zwischenzeit, entsprechend der Erfahrung, die wohl Jeder kennt, dass es im Schläfe einige Zeit dauert, ehe der Reiz etwas klar wird, man vielmehr zuerst nur ein unbestimmtes Bewusstsein hat, dass irgend etwas geschieht. Ein eigentliches Verständniss des Sinnes der Frage hat in diesem Falle wohl kaum stattgefunden, wie man das ja auch in ähnlichen Fällen an sich selber und anderen beobachtet, vielmehr haben die Worte lediglich als akustischer Eindruck gewirkt, höchstens dass das eine oder andere Wort für sich allein eine unklare Reproduction erzielte, wie hier etwa das Wort »wach«. Es bleibt hier übrigens, wie auch in anderen Fällen, die Pulswirkung noch eine Zeit lang nach dem Aufhören des Reizes.

Beispiel 9. Tafel VIII 24, 27, 28. Reagent: derselbe. Der Zuruf »Wir sind fertig!« zu dem Schlafenden, sowie die Frage »Schlafen Sie, Bertino?« bewirken wiederum eine Verlängerung des Pulses. Eine Wiederholung letzterer Frage hat, wie gewöhnlich bei wiederholten Reizen, eine geringere Wirkung, als das erste Mal.

Beispiel 10. Tafel IX 34. Reagent: derselbe. Während der Experimentirende zufällig leise aufhustete, tritt 4 Pulse später bei dem Schlafenden eine Verlängerung ein, welche dann 55 Pulse hindurch dauert. Ein Reiz, der von einer bekannten Person herührt, wird natürlich im Schläfe eine längere Wirkung nach sich ziehen, einmal weil er leichter wahrgenommen wird, als weniger bekannte (vorausgesetzt, dass bei ihm in Folge Alltäglichkeit nicht gar zu sehr Abstumpfung vorliegt), und dann, weil bei bekannten Reizen sich auch sicher mehr Reproduktionen anschließen.

Auch bei Tasteindrücken (Berühren mit einer Feder) findet übrigens wie Tafel VIII 23 und IX 35 zeigt, im Schläfe eine Verlängerung und lange Nachwirkung statt.

Beispiel 11. Tafel VI 15. Während des Schlafes wird das Uhrwerk des Apparates aufgezogen.

Reagent: Caudana. Geschwindigkeit: c. I.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
Uhrwerk	6,7	7,6	7,1	3	$10\frac{1}{2}$	73,6	7,0	24
	+ 0,5	+ 0,5	+ 0,5				+ 0,4	+ 5
	7,2	8,1	7,6	$2\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	72,9	7,4	29
	+ 0,2	+ 0,5	+ 0,5				+ 0,5	+ 6
	7,4	8,6	8,1	$3\frac{1}{4}$	14	110,7	7,9	35
	6,9	7,6	7,2	$1\frac{3}{4}$	8	57,9	7,2	28

Die Pulse während des Aufziehens sind, wie das Original zeigt, nicht sehr regelmäßig, wohl entsprechend den Unregelmäßigkeiten des Aufziehens, doch findet deutlich wegen Summirung eine Zunahme von Puls- und Athemlängen während des Reizes statt. Eine solche Verlängerung beim Aufziehen des Uhrwerks findet sich übrigens auch bei Mays, Fig. 34¹⁾ und zwar ebenfalls während des Schlafes bei einem anderen Reagenten).

Dass im Schläfe bei einem Geräusch die Athmung, wie wir das oben schon in einigen Fällen beim wachen Zustand sahen, auch frequenter und dazu noch höher werden kann (im Widerspruch mit der regelmäßigen Pulsverlängerung), ersieht man aus Mosso, Fig. 27.

Beispiel 12. Wieder aus den eigenen Versuchen:

Reagent: A. Buck. Verlängerung des Pulses in Folge Knarrens des Fensterhakens durch den Wind. Dieser zufällige Reiz fand drei Mal, in Zwischenräumen von 9 und 11 Pulsen statt, wurde jedoch, wie die Fragen gleich darauf ergaben, nur das erste Mal »gehört«, und auch nur das erste Mal trat eine Verlängerung des Pulses und der Athmung auf. Dieselbe Erscheinung wurde später auch noch

1) Archiv für pathol. Anat. und Physiol. und für klinische Medicin. Bd. 88. 1882. S. 159.

bei anderen Reagenten beobachtet. Also ein wirkliches Durchdringen des Reizes zum Bewusstsein scheint nöthig zu sein, um die Puls- und Athemverlängerung zu erzielen.

Nach allem Obigen können wir daher allgemein sagen:

Bei akustischen Reizen tritt zugleich mit der Empfindung eine regelmäßige Verlängerung des Pulses und meist auch der Athmung ein, die jedoch bei einiger Dauer des Reizes wieder abnimmt, ja schließlich sogar in eine Verkürzung übergeht. Ebenso ist bei Wiederholung des Reizes die Pulsverlängerung eine geringere.

Die Ursache der zuerst eintretenden Verlängerung von Puls und Athmung könnte man zunächst in der Lust am Reiz sehen, doch muss aus den später zu besprechenden Versuchen über die Tonstärke geschlossen werden, dass auch die Empfindung als solche, als ein psychischer und physischer Vorgang von einer gewissen Intensität, die Pulsverlängerung veranlasst. Die später oder auch bei der Wiederholung eintretende Abnahme der Verlängerung bezw. sogar Verkürzung ist dann aber am natürlichsten auf Abstumpfung der Empfindung bezw. der begleitenden Lust zurückzuführen. Doch kommt wahrscheinlich noch die, wie wir später sehen werden, ebenfalls pulsverkürzende Wirkung willkürlicher Aufmerksamkeit hinzu, denn die Reagenten sind, sei es in Folge der Anweisung, die Empfindung stets im Bewusstsein zu haben, oder in Folge von einfacher Gewissenhaftigkeit gar zu leicht geneigt, willkürliche Aufmerksamkeit statt der bloß unwillkürlichen anzuwenden, um die Abstumpfung zu compensiren.

Dass die Empfindung mit der Zeit sich in der That abstumpft, kann Jeder an sich selbst leicht beobachten. Sie ist auch schon von Physiologen als »Nachlass. der Pulswirkung« gefunden, so von Naumann¹⁾ bei seinen Versuchen über den Einfluss von Hautreizen auf den Puls (vergleiche die Zahlen seines Versuches IV). Auch am Thier fanden Couty und Charpentier²⁾, dass bei einiger Dauer oder bei Wiederholung von Sinnesreizen die Wirkung auf den Blutdruck nachlässt. Und ebenso Féré³⁾ am Menschen, dass bei einiger Dauer des Reizes die plethysmographische Wirkung nachlässt.

1) a. a. O.

2) a. a. O.

3) a. a. O. S. 136 f.

Unlust, welche, wie wir sehen werden, auch pulsverkürzend wirkt, trat jedenfalls bei diesem Theile unserer Versuche nicht auf, da die Reize schon absichtlich nicht gar zu lang genommen wurden. Auch widerspricht dem die directe Aussage der einzelnen Reagenten.

Als Controllversuche für alles dies kann man nun statt der sphygmographischen Pulsaufschreibung auch einfach die Pupillenweite beobachten. Dieselbe steht nämlich zu der Weite der peripheren Gefäße in reciprokem Verhältniss; denn eine Erweiterung derselben hat, wie schon aus der Physiologie bekannt ist, eine Pupillenverengung, und umgekehrt eine Verengung der peripheren Gefäße eine Pupillenerweiterung zur Folge, sei es durch unmittelbare Hyperämie oder Anämie der Gefäße des Auges oder durch Vermittelung der bekannten Nervenbahnen vom verlängerten Mark aus. Da sich aber die Pupille auch mit jedem Pulsstoße, mit der Athemphase und natürlich auch mit den Traube-Hering'schen Schwankungen in ihrer Weite ändert, so ist eine Beobachtung durch das Helmholtz'sche Ophthalmometer unthunlich, weil bei diesem die Einstellung eine zu große Zeit in Anspruch nimmt. Daher musste denn folgende andere Versuchsanordnung getroffen werden:

Die Beobachtungen geschahen nur an solchen Tagen, welche eine gleichmäßige Lichtintensität des Himmels boten, und in einem Zimmer, das sehr groß war und nur reflectirtes Licht vom Himmel erhielt, außerdem durch Zuziehen der Vorhänge gegen Beleuchtungswechsel geschützt war. Der Reagent saß, möglichst fern vom Fenster, vor einem etwa $\frac{1}{2}$ Meter entfernten Stativspiegel, nach rechts in einem Winkel zu demselben. In demselben Winkel war auf der anderen Seite, nach links, ein Fernrohr gegen den Spiegel gerichtet, so, dass ein hinter einem Pappschild verborgener Beobachter das Bild der Pupille des Reagenten im Spiegel deutlich sah. Der Reagent musste natürlich möglichst ruhig sitzen und durfte zu diesem Zwecke die Arme während des Versuches auf einen Tisch oder eine Stuhllehne auflegen. Da sich die Pupillenweite aber auch mit der Accommodation ändert, wurde er angewiesen, einen Punkt des Spiegels zu fixiren und dies auch während des Reizes nicht zu vergessen. Auf der Fläche des Spiegels wurden genau über und unter den Grenzlinien des Pupillenbildes zwei sich entsprechende

papierene Maßstäbe fest aufgeklebt. Da das Pupillenbild scheinbar hinter dem Spiegel liegt, muss der Beobachter bei der Ablesung durch das Fernrohr zuerst auf das Pupillenbild accommodiren und dann rasch mit seiner Accommodation zum Maßstab übergehen. Wegen der oben besprochenen, schon physiologisch eintretenden Aenderungen der Pupillenweite wurden soviel Beobachtungen als möglich abgelesen, doch hatte dies eine Grenze, weil ja Abstumpfung und Ermüdung des Reagenten zu vermeiden sind. Der Maßstab hatte übrigens der leichteren Ablesung halber als Einheit nicht 1 mm, sondern 2 mm, weil dies auf die große Entfernung hin besser gesehen werden konnte. Deswegen müssen alle folgenden Werthe mit 2 multiplicirt werden, um die gemessene Distanz in mm zu erhalten.

Beispiel 13. Als Reiz wurden einfache Harmoniumklänge deshalb genommen, weil man sie leicht lange anhaltend geben kann. Die abgelesenen Pupillenweiten sind der besseren Uebersicht halber hier sogleich nach ihrem Zahlenwerth geordnet. Solche Werthe, die ohne Hinzufügung einer römischen Zahl gegeben sind, z. B. 1,9, bedeuten, dass sie während der betreffenden Zeit der Reizlosigkeit bezw. Reizphase auch nur einmal zur Beobachtung gelangten; solche jedoch, bei denen eine römische Zahl steht, z. B. 2,0_{III}, bedeuten, dass dieser Werth so oft in der betreffenden Zeit der Reizlosigkeit bezw. Reizphase vorkam, als diese römische Zahl angibt.

Reagent: Dr. G. Funk.

Reiz	Pupillenweiten	arith. Mittel
c'	1,8 _v 1,9 2,0 _{III} 2,1 _{II}	1,9
	1,4 1,5 1,6 1,7	— 0,4
	1,8 _{III} 2,0	1,8
c'	1,4 _{II}	— 0,4
	sp. 1,8 _{III}	1,4
	1,8	+ 0,4
	1,8	1,8

Der Ton bewirkt also bei der Pupille (reciprok zur unmittelbaren Pulswirkung) eine Verkürzung, die bei Wiederholung des

Wenn hier, wie auch sonst, nach dem Zuruf »jetzt« eine Verkürzung auftritt, so ist dies theils dem zuzuschreiben, dass der Ausruf vom eigentlichen Gegenstande, nämlich der Stimmgabel abzieht und daher gleich darauf willkürliche Aufmerksamkeit nöthig ist, um zur Sache zurückzukehren, theils aber, dass man beim Verschwinden der Empfindung, wie der Reagent später aussagte, ruckartig die Aufmerksamkeit anspannt, um die Empfindung überhaupt wiederzufinden. Für uns ist hier vor allem wichtig, dass nachher eine Verkürzung zurückbleibt, dass also in der That mit der Dauer des Reizes wegen Abstumpfung eine größere Aufmerksamkeit nöthig ist, vorausgesetzt dass der Reagent gewissenhaft genug ist, sich den Reiz immer in gleicher Weise gegenwärtig halten zu wollen.

Gegen Ende der Trommel trat jedoch gewöhnlich in Folge von Abstumpfung gegen akustische Reize überhaupt ab und zu nach dem zweiten »jetzt« wieder eine Verlängerung auf, so z. B.:

Reagent: Derselbe. Geschwindigkeit: wie oben.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
c'	1,7 + 0,1	2,4 + 0,2	2,2 + 0,1	4	16	37,2	2,3 + 0,2	10 + 1
	1,8 »jetzt« = 1,5; 1,3 - 0,1	2,6 - 0,3	2,3 - 0,2	5	21	53,2	2,5 - 0,5	11 ± 0
	1,7 »jetzt« = keine Veränd. + 0,5	2,3 + 0,5	2,1 + 0,6	2 ¹ / ₄	12	24,6	2,0 + 0,6	11* ± 0
	2,2	2,8	2,7	5 ³ / ₄	25	62,3	2,6	11* ± 0

Es ist dies sicherlich dem Aufhören der Empfindung aus Abstumpfung und Ermüdung zuzuschreiben, zumal da vorher immer kurze Zeit nach dem zweiten »jetzt« der Reiz eingestellt wurde. Dazu kommt wahrscheinlich noch das angenehme Gefühl der Erholung, nun wieder ausruhen zu können.

Dieselbe Erscheinung trat auch bei der besonderen Anweisung auf, sich nicht zu sehr anzustrengen, sondern dem Reize gegenüber »mehr passiv« zu sein. Beispiel:

Reagent: Derselbe. Geschwindigkeit: wie oben.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
c'	1,7	2,3	2,2	$4\frac{1}{4}$	18	39,1	2,2	9
	+ 0,1	+ 0,4	+ 0,4				+ 0,4	+ 1
	1,8	2,7	2,6	$5\frac{3}{4}$	21	54,3	2,6	10
	jetzt = keine + 0,5	keine Veränd. $\pm 0,0$	$\pm 0,0$				$\pm 0,0$	± 0
	2,3	2,7	2,6	$2\frac{3}{4}$	10	26,2	2,6	10*

Es stimmt dies alles mit den früheren Erklärungen der Pulserscheinungen gut überein. Wenn Sander¹⁾ u. A. beobachtet haben, dass im Schlafe und in der Chloroformnarcose sich bei Sinnesreizen die Pupille erweitert, so ist das noch kein Widerspruch zu den obigen Beobachtungen, denn diese Pupillenwirkung geht nach Hirschberg²⁾ sowohl als Sander selbst³⁾ genau dem Grade der Schlafverminderung bzw. des Aufwachens parallel, auch entspricht diese Pupillenerweiterung der Pulsverkürzung beim Wachwerden, wie ja auch beim Einschlafen der Puls sich verlangsamt und die Pupille eine Verengerung erfährt.

IV. Variirung der Intensität.

Auch hier wurden sowohl Geräusche als auch Töne und Klänge als Reize gegeben, und zwar wurde zunächst der Einfluss beider auf den Puls durch Anwendung des Wundt'schen Schallpendels (Phys. Psych. I. S. 361) und einer Stimmgabel mit Resonanzkasten verglichen.

Beispiel 16. Der Assistent hatte zwei gleich erscheinende Intensitäten an beiden Apparaten herauszusuchen und sich auf ihre Hervorbringung nach einander gut einzuüben. Es wurde nun beim eigentlichen Versuch jedesmal zuerst die Geräuschintensität und sodann die gleich große Tonintensität (c') als Reiz gegeben. Die Kugel des Schallpendels wurde sogleich nach dem Anschlagen festgehalten und ebenso die Stimmgabel sogleich nach dem Anschlagen des Hammers, um das Nachtönen zu vermeiden, also eine möglichste

1) Archiv für Psychiatrie. Bd. 7. 1877. S. 651 und Bd. 9. 1879. S. 129.

2) Ebenda, Bd. 7. S. 654.

3) Ebenda, Bd. 9. S. 134.

Gleichheit der Reize zu erzielen. Auch hier wurde der Reagent angewiesen, vor allem die Empfindung klar in sich entstehen zu lassen, zumal da ja der Gefühlston des Stimmgabeltons eigentlich ein weit angenehmerer ist, als der des Geräusches. Das Minim. des Pulses war durchschnittlich = 6,2, das Max. = 6,7 und Mw. = 6,4. Als Verlängerungen in Folge der Reize ergaben sich:

Reagent: Dr. G. Funk. Geschwindigkeit: II.

	Geräusch	Ton <i>c'</i>	<i>n P</i>
Das erste Mal	+ 0,5	+ 0,5	1 — 3
Die weiteren fünf Male	+ 0,4	+ 0,4	1 — 3

Diese Verlängerungen fanden sich auf die Pulsänderungen innerhalb der Athemphase und der Traube-Hering'schen Schwankungen gleichsam aufgesetzt, konnten also bei dem Verfolgen derselben leicht an der betreffenden Stelle der Einwirkung (1 bis 2, auch 3 Pulse) abgelesen werden.

In weiteren Versuchen wurde die Geräuschintensität des Schallpendels exact auf die bekannte Weise, nämlich durch Aenderung der Winkel des Herabfallens des Pendels variirt, und zwar wurde vor allem darauf gesehen, dass diese Reizintensitäten in regelmäßigen Intervallen stattfanden, um den Affect der Ueberraschung möglichst zu vermeiden. Da die Trommel jedoch von Zeit zu Zeit, nämlich zum Beginn einer neuen Puls- und Athemreihe herabgeschraubt werden musste und zuweilen auch der Schreiber des Sphygmographen und Pneumatographen nicht sogleich gut anlag, fielen natürlich einige Werthe für die Ausmessung aus. Sie sind in der folgenden Tabelle in Klammern eingeschlossen. Die Reihenfolge in den verschiedenen Versuchen war:

Dr. A. Wenzel:	30°	60°	20°	(60°)	10°	70°	70°	(20°)	50°	10°
Dr. J. Cohn:	10°	70°	30°	40°	40°	20°	(40°)	10°	(50°)	30°
H. Gale:	30°	90°	50°	10°	40°	(50°)	(80°)	(20°)		
Dr. G. Funk:	90°	20°	40°	10°	30°	90°	70°	30°	(10°)	50° 10° 80° 40°
	50°	60°	30°	90°	10°	40°	20°.			

Der normale Puls war durchschnittlich: Min. = 3,8, Max. = 4,4, Mw. = 4,1. Mit nur sehr geringen Ausnahmen wurden bei Eintritt der Reize durchaus übereinstimmende Pulsänderungen gefunden, nämlich:

Beispiel 17. Reagenten: siehe oben. Geschwindigkeit: III.

Fallhöhe	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	<i>n P</i>
Dr. A. Wenzel	+ 0,1	+ 0,2	—	c.+0,4	+ 0,5	+ 0,6	—	—	2 — 3
Dr. J. Cohn	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,3	—	—	+ 0,6	—	—	2 — 3
H. Gale	—	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,4	—	—	—	c.+0,8	1 — 3
Dr. G. Funk	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,4	+ 0,5	+ 0,6	+ 0,7	+ 0,8	1 — 3

Diese Verlängerungen hielten außer dem betreffenden Pulse meist noch den folgenden, zuweilen auch noch, namentlich bei den höheren Intensitäten, zwei folgende Pulse an. An dem ersten dieser Pulse, also unmittelbar bei Eintritt des Reizes sah man sofort beim Aufschreiben ein eigenthümliches scharfes Aufzucken des Schreibhebels, was dann auf der Trommel einen stark dicroten Puls ergibt. Es passt sich übrigens der Athem vielfach den ziemlich regelmäßigen Schlägen an, wie wir das auch noch später bei dem eigentlichen Takte finden werden.

Um nun auch größere Intensitäten zu geben, als sie beim Schallpendel möglich sind, wurde der Fall von Gewichten auf eine 7 cm dicke Bleiplatte zu Hülfe genommen.

Beispiel 18. Der Reiz war der Fall eines Bleigewichtes von 2 Pfund mit breiter Basis. Die Höhen des Falles wurden an einem verticalen Maßstab in cm abgelesen. An dem Bleigewicht war vor den Versuchen eine Schnur in entsprechender Weise befestigt, deren Ende der Assistent in der Hand behielt, sodass er durch Loslassen und dadurch erzielt Herunterfallen das Gewicht auch tadellos auf die Bleiplatte zu Fall brachte. Die Reihenfolge der gegebenen Intensitäten war:

40 30 60 50 70 30 60 (40) 70 60 40 60 30 70 40 30 (60) (50)
 70 30 60 40 (dann Pause, dann:) 10 90 20 (120) 40 (100) 120 10 (110)
 (30) 90 120 10 30 100 (Pause, dann:) 20 100 10 90 20 120 40 cm
 Fallhöhe.

Das Min. des Pulses war durchschnittlich = 2,9, das Max. = 3,6
 und Mw. = 3,1 oder 3,2.

Reagent: Dr. Th. Elsenhans. Geschwindigkeit: IV.

Fallhöhen	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120 cm	<i>nP</i>
Pulsänderung	+0,2	+0,3	+0,3	+0,3	+0,4	+0,4	+0,4	+0,5	+0,5	+0,5	+0,6	e.+0,6	2-3

Der Reagent hatte, wie das auch bei Anderen bei diesen größeren Intensitäten gefunden wurde, vielfach bei Eintritt der Reize eine Art jäh entstehender Spannungsempfindung scheinbar innerhalb des Kopfes. Man hat dies wohl der raschen Kreislaufsänderung zuzuschreiben.

Beispiel 19. Die Reize waren hier Geräuschintensitäten, hervorgebracht durch Schallpendel, darauf Geräuschintensitäten, hervorgebracht durch den Fall eines gusseisernen Gewichtes von $\frac{1}{2}$ Pfund, darauf ebensolche durch den Fall eines gusseisernen Gewichtes von 1 Pfund, und schließlich solche durch den Fall des schon oben erwähnten Bleigewichtes von 2 Pfund. Der Fall geschah in der oben geschilderten Weise. Zwischen den einzelnen Reihen fanden Pausen statt. Die Reihenfolge der gegebenen Intensitäten war:

Fallhöhen des Schallpendels:	30°	90°	50°	10°	40°	(50°)	80°	(20°)					
»	»	$\frac{1}{2}$ -Pfd.-Gewichtes:	100	20	60	80	70	30	100	20 cm			
»	»	1	»	»	100	50	20	60	80	(70)	30	100	(20) cm
»	»	2	»	»	100	50	20	60	80	70 cm.			

Die Pulslänge war durchschnittlich: Min. = 4,6, Max. = 5,6,
 Mw. = 5,15. Das Ergebniss der Versuche zeigt die folgende
 Tabelle:

Reagent: H. Gale. Geschwindigkeit: II.

Fallhöhen	20	30	40	50	60	70	80	90	100 cm	<i>n P</i>
Schallpendel	—	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,4	—	—	—	+ 0,7	—	1 — 2
1/2-Pfd.-Gew.	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,4	+ 0,5	+ 0,6	c. + 0,6	—	+ 0,8	+ 0,8	1 — 3
1-Pfd.-Gew.	+ 0,4	+ 0,5	—	+ 0,6	+ 0,6	—	—	—	+ 0,8	2 — 3
2-Pfd.-Gew.	+ 0,5	—	—	+ 0,6	+ 0,7	+ 0,7	+ 0,8	—	+ 0,9	2 — 3

Um die Wirkungen in den einzelnen Reihen miteinander vergleichen zu können, wurden in besonderen Versuchen zwischen den verschiedenen Reizarten Intensitätsgleichungen hergestellt. Vieles stimmte dabei mit den Pulswirkungen gut überein, so war z. B. die Intensität des Pendelanschlages bei dem Winkel von 40° gleich der Intensität des $\frac{1}{2}$ Pfund-Gewichtes bei der Fallhöhe 30 cm und auch gleich der Intensität des 2 Pfund-Gewichtes bei der Fallhöhe von 5 cm, und auch die zugehörigen Pulswirkungen stimmen überein. Doch zeigte sich, dass im allgemeinen die Pulswirkung bei den höheren Intensitäten geringer wird. Man darf hieraus wohl schließen, dass bei den höheren Intensitäten beim Reagenten Unlust entsteht, trotz aller Bemühung, nur die Empfindung in sich entwickeln zu lassen, was, wie wir auch noch in anderen Fällen sehen werden, die Pulsverkürzung herbeiführt.

Wenn nun hier Unlust eintrat, so könnte man vermuthen, dass die bei geringeren Intensitäten auftretende Pulsverlängerung vielleicht im Gegentheil der Lust zuzuschreiben sei. Dies scheint aber in Wirklichkeit nicht der Fall zu sein: Einmal spricht dagegen jene Beobachtung vehementer Druckempfindung innerhalb des Kopfes, welche wohl Jeder ab und zu nach sehr lange andauernder und sehr anstrengender geistiger Arbeit bei plötzlich eintretenden mehr oder minder starken Geräuschen an sich beobachtet hat. Schon sie lässt vielleicht auf einen mehr mechanischen Anlass dieser plötzlichen Pulsverlängerung schließen. Ferner aber spricht dagegen der ziemlich indifferente Charakter der angewandten monotonen, gleichsam leer erscheinenden Schälle, der jedenfalls nur eine geringe Lust annehmen lässt. Sodann aber die Kürze der Schälle, welche es ebenfalls

zur Entwicklung von Lust wohl schwerlich kommen lässt. Schließlich wäre, falls wirklich die Lust in letzter Linie die Pulsverlängerung herbeiführte, das stete Wachsen der letzteren bei noch verhältnissmäßig sehr hohen Intensitäten, wie das die obige Tabelle zeigt, nicht recht verständlich, man müsste vielmehr nach den sonstigen Erfahrungen bereits bei viel früheren Intensitätsgraden eine Abnahme der Lust erwarten. Nun wird sich auch bei dem folgenden Versuch mit Harmoniumklängen (Bspl. 20) zeigen, dass bei einer gewissen Stärke dieser Klänge, die nach späterer Aussage des Reagenten „nicht sehr angenehm“ war, weil man bei Klavier und Harmonium solche Intensitäten „nicht gewohnt sei“, gleichwohl die Pulsverlängerung fort und fort wächst. Alles dies spricht dagegen, dass hier die Lust die Ursache der beobachteten Pulsverlängerung war.

Als Reiz wurden Harmoniumklänge gegeben, weil an ihnen sich die Intensität besser variiren lässt, als bei Stimmgabel- und Zungenpfeifentönen. Die römischen Zahlen der unten folgenden Tabelle bezeichnen die Intensität, welche, soweit es eben subjectiv möglich ist, von dem Assistenten nach vorheriger Einübung immer in gleichen Stufen verstärkt wurde. I war leise, III nach Aussage des Reagenten »schon ziemlich stark für Harmoniumklänge«, VI aber die höchste Stärke, die sich, ohne dem Instrument Schaden zuzufügen, erreichen ließ.

Leider wurde dabei ein Accord gegeben ($es' g' b'$), der, wie der Reagent aussagte, etwas unangenehm war. Wir sehen jedenfalls, dass noch bis $es' III$ ein Wachsen der Pulsverlängerung eintritt (das nur wegen der absichtlich langen Dauer bei dieser Intensität in Folge von Abstumpfung wieder abnimmt), und dass erst bei $es' IV$ eine Abnahme der Verlängerung eintritt, dass schließlich bei $es' g' b' IV$ u. ff. beim Minimum noch eine kleine Verlängerung auftritt, beim Maximum und Mittelwerth dagegen schon die hier noch durch den Gefühlston des Accordes verstärkte Unlust. Jedenfalls kann also, wie dieser Versuch zeigt, durch Berücksichtigen der Empfindung in erster Linie von Seiten des Reagenten die Lust nur wenig wirken und sich daher auch erst später als sonst eine Abnahme der Lust bezw. Anfang der Unlust geltend machen und auch erst später als sonst eine so entschiedene Unlust eintreten, dass sie die von der

Beispiel 20. Reagent: Dr. G. Funk. Geschw.: III.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
$es' I$	4,2	5,2	4,6	7	30	140	4,6	20
	$+0,1$ 4,3	$+0,3$ 5,5	$+0,1$ 4,7	$5\frac{3}{4}$	22	104,7	$+0,2$ 4,8	$-0,1$ 19*
$es' II$	3,7	4,7	4,6	$7\frac{1}{4}$	28	117,6	4,2	16
	$+0,1$ 3,8	$+0,4$ 5,1	$+0,1$ 4,7	$4\frac{3}{4}$	17	76,2	$+0,3$ 4,5	$+0,1$ 17
$es' III$	4,1	4,7	4,4	$6\frac{4}{4}$	20	86,6	4,3	14
	$+0,2$ 4,3	$+0,5$ 5,2	$+0,3$ 4,7	$5\frac{4}{4}$	$16\frac{1}{2}$	75,7	$+0,3$ 4,6	$\pm 0,0$ 14*
	$-0,1$ sp.4,2	$-0,3$ 4,9	$-0,1$ 4,6	$4\frac{3}{4}$	$13\frac{1}{2}$	60,9	$-0,1$ 4,5	$\pm 0,0$ 14*
	$-0,1$ sp.4,1	$-0,1$ 4,8	$-0,3$ 4,3	4	14	60,1	$-0,2$ 4,3	$+0,1$ 15*
$es' IV$	4,1	4,9	4,5	6	21	92,4	4,4	15
	$+0,2$ 4,3	$+0,1$ 5,0	$+0,3$ 4,8	$5\frac{1}{2}$	19	85,3	$+0,1$ 4,5	$+0,1$ 16
$es' g' b' IV$	4,6	5,7	5,2	$6\frac{1}{2}$	22	114,8	5,2	17
	$+0,1$ 4,7	$-0,3$ 5,4	$-0,1$ 5,1	$7\frac{2}{2}$	27	136,8	$-0,1$ 5,1	$\pm 0,0$ 17*
$es' g' b' V$	4,2	5,2	4,8	$7\frac{1}{4}$	$28\frac{1}{2}$	129,2	4,7	16
	$+0,1$ 4,3	$-0,4$ 4,8	$-0,4$ 4,4	$8\frac{1}{2}$	$27\frac{1}{2}$	119,9	$-0,3$ 4,4	$-0,2$ 14
$es' g' b' VI$	3,8	5,1	4,5	$7\frac{1}{2}$	26	115,1	4,5	15
	$\pm 0,0$ 3,8	$-0,5$ 4,6	$-0,3$ 4,2	$7\frac{3}{4}$	24	98,5	$-0,4$ 4,1	$-0,4$ 11

Intensität herrührende Verlängerungswirkung überwiegt und so nach und nach eine Pulsverkürzung statt der Verlängerung hervorbringt.

Ein endgültiges Urtheil wird sich immerhin erst bei weiteren Versuchen fällen lassen, namentlich wenn man optische Intensitäten anwendet, bei denen ja, vor allem so lange es sich um Weiß handelt, der Gefühlston schon von selbst nicht so sehr hervortritt, und als anderes Extrem Geschmacksintensitäten, bei denen er sich wahrscheinlich eher hervordrängt als bei unseren Versuchen. Auch wäre es von Wichtigkeit, einmal die Punkte des Unlusteintrittes für die verschiedenen Sinne mit Hilfe der Pulserscheinungen genau festzustellen.

Vorläufig können wir allgemein sagen: In Folge zunehmender Intensität tritt sowohl bei Geräuschen als bei Tönen und Klängen eine zunehmende Pulsverlängerung ein, die jedoch bei sehr hohen Intensitäten wegen unvermeidlicher Unlust wieder abnimmt, ja sogar in Verkürzung übergeht. Die Ursache der ursprünglichen Verlängerung ist wahrscheinlich eine directe Wirkung des psychophysischen Processes der Empfindung, indem sich nämlich dieser bei größeren Intensitäten physiologisch im Organismus weiterverbreitet und so nicht nur die unwillkürlichen und willkürlichen Muskeln, sondern auch die Gefäße und bei größeren Intensitäten auch das Herz in Mitleidenschaft zieht. Ist freilich schon vorher eine bestimmte Erwartung da wie in unserem Falle, wo die Schallintensitäten in ganz regelmäßigen Intervallen auftraten, so werden die Muskeln fast gar nicht, jedoch in sehr bedeutender Weise die Gefäße in ihrer Innervation verändert, wie das eben die obigen Beispiele zeigen. Ist jedoch keine bestimmte Muskelspannung zum Empfang des eintretenden mehr oder minder intensiven Reizes da, so ist die erfolgende Muskel- und vor allem Herzwirkung von bedeutender Intensität und als wesentlicher Bestandtheil des Affectes der Ueerraschung zu betrachten, wie wir das auch im Capitel über Affecte sehen werden.

Dass übrigens nicht die Athmungsänderung bei den Intensitätsversuchen die Pulsverlängerung herbeigeführt hat, sieht man aus den Versuchen über Geräuschintensitäten (Beisp. 16—19), wenn man die Athemlängen mit den während derselben eingetretenen Schallintensitäten zusammenstellt, denn es lässt sich dann keineswegs ein Fortgehen beider in gleichem Sinne erkennen, wir nehmen vielmehr nur eine regelmäßige Zu- und Abnahme der Athemlänge wahr:

Beispiel A: Athemlänge 23,6 (Schallpendelintensität: 90); 26,7 (20); 24,8 (40); 22,9 (40); 26,1 (30); 20,1 (90); 19,7 (70); 21,8 (30); 18,2 (50); 17,5 (10 und 80); 24,1 (40); 21,2 (50); 18,1 (60); 19,1 (30); 18,1 (90); 21,4 (10) u. s. w.

Beispiel B: Athemlänge 39,2 (Schallpendelintensität: 30); 41,2 (90); 33,6 (50); 31,1 (100); 35,2 (40); 31,3 (50); 27,1 (20); 26,1 (70); 29,1 (90). Athemlänge 43,3 (Intensität des $\frac{1}{2}$ -Pfd.-Gewichtes: 100); 46,4 (20); 35,2 (60); 34,2 (80); 28,9 (70); 33,4 (30); 32,1 (100); 21,1 (20) u. s. w.

Bemerkt sei noch, dass sich die Höhe des Athems bei diesen Versuchen fast gar nicht veränderte, man ihr also auch hier nicht die Pulsänderung zuschreiben kann.

Schon Dogiel¹⁾ fand, dass bei größerer Tonintensität auch eine größere plethysmographische Wirkung eintritt, indem er nämlich metallische Resonatoren ins Ohr einsetzte. Doch mag hierbei die Berührungs- und Temperaturempfindung etwas mitgewirkt haben. Seine übrigen Versuche ebenfalls akustischer Art sind jedoch für uns wegen zu geringer Analyse der Versuchsbedingungen unbrauchbar.

Bei kontinuierlich wachsender bzw. abnehmender Intensität der Reize zeigen sich keine neuen Erscheinungen. Lässt man nämlich einen Harmoniumklang durch immer kräftigeres Treten des Blasebalges des Harmoniums allmählich an Intensität zunehmen, so tritt beim Reagenten wachsende Pulsverlängerung auf. Lässt man den Harmoniumklang dagegen umgekehrt allmählich immer mehr abnehmen, so nimmt die Pulsverlängerung wieder ab.

Beispiel 21. Der Reiz war allmähliches Crescendo und dann Decrescendo des Harmoniumklanges *c'*.

Reagent: H. Gale. Geschwindigkeit: IV.

Reiz	Inspir.	Exspir.	<i>nA</i>	<i>nP</i>	<i>L</i>	<i>mP</i>	<i>mA</i>
Crescendo	2,9 2,7 2,6 2,7 2,8		1 1/4	7	19,4	2,8	16
	2,9 2,8						
		2,8 3,1 3,2	7/4	6	18,3	3,0	12*
	3,1	2,9 3,2					
Decrescendo		3,1	5/4	5	14,0	2,8	12*
	2,9 2,7	2,6 2,7					

V. Variirung der Qualität.

Bei den Tönen und Klängen macht sich bei verschiedener Qualität, d. h. Tonhöhe, der Gefühlston so sehr geltend, dass der Reagent nach einigen Versuchen bereits mit Absicht angewiesen

1) a. a. O.

wurde, gerade dem Gefühlston durch möglichst passives Verhalten, d. h. bei Unterlassung besonderer Muskelspannungen, Gelegenheit zur ungestörten Entwicklung zu geben.

Es ergab sich, dass die Klänge der eingestrichenen und oft auch der kleinen Octave, d. h. $c'-h'$ und $c-h$ die größte Puls- und Athmungsverlängerung und auch nach der Aussage der Reagenten die größte Lust zur Folge hatten. Gegen die Höhe und Tiefe nahm die Puls- und Athem-, sowie die Lustwirkung immer mehr ab und ging schließlich sogar, namentlich bei der Höhe, in Unlust über. Um jedoch völlig exact das Lustmaximum und die beiden Indifferenzpunkte nach oben und nach unten festzustellen, müsste man überhaupt möglichst viele Töne, z. B. durch den Appunn'schen Tonmesser geben und nicht nur, wie in diesen Versuchen, die in der Musik üblichen von nur bestimmten einfachen Schwingungsverhältnissen. Als Beispiel sei deshalb auch nur eines gegeben:

Beispiel 22. Reiz: Harmoniumklänge von einer Zeitdauer von je $4\frac{3}{4}$ — $6\frac{1}{2}$ Pulsen. Es wurden mit Absicht nur die A der verschiedenen Octaven genommen. Die Reihenfolge war: a' , A , a'' , a , a' , A , a' , a'' , A . Jede Qualität wurde also zweimal gegeben, nur A und a' dreimal. Ergebniss: beim ersten und zweiten Male war die Wirkung stets dieselbe, nämlich:

Reagent: Dr. A. Wenzel. Geschwindigkeit: II.

Reiz	Puls	nA			nP		
A	+ 0,2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	5	$6\frac{1}{4}$	$6\frac{1}{4}$
a	+ 0,3	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$		$5\frac{1}{2}$	$5\frac{3}{4}$	
a'	+ 0,6	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$6\frac{1}{2}$	5	$6\frac{1}{2}$
a''	+ 0,3	1	$1\frac{3}{4}$		$4\frac{3}{4}$	$6\frac{1}{2}$	

bei einem durchschnittlichen Pulse von Min. = 5,1, Max. = 6,1, Mw. = 5,6; beim dritten Male jedoch war die Verlängerung etwas geringer, wohl in Folge von Abstumpfung. Obige Wirkungen traten übrigens ebenso sicher bei musikalischen wie bei unmusikalischen Reagenten auf. Herr Dr. W. war gerade sehr musikalisch.

Es lag nun auch nahe, Lust und Unlust bei den verschiedenen Verschmelzungen der Qualitäten zu verfolgen, aber auch hier müsste man alle nur möglichen und nicht nur die wenigen in der Musik üblichen Klänge nehmen, und zwar gilt das überhaupt für Versuche über Verschmelzung, also auch für solche, in denen man ihre Grade als Phänomen der Empfindung feststellen will. Es fehlen nämlich in der Musik die Verhältnisse $2:5$, $2:7$, $3:7$, $4:7$, $5:7$ u. a. Wahrscheinlich werden sich dann die einfacheren, wie unter den bis jetzt berücksichtigten $1:2$, $2:3$, $3:4$, als erste Stufe der Verschmelzung ergeben (sog. vollkommene Consonanzen), die weniger einfachen, wie unter den bisher üblichen $4:5$, $5:6$, $3:5$, als zweite Stufe (sog. unvollkommene Consonanzen, zu denen man allerdings auch bisher das Verhältnis $2\frac{1}{2}:4$ gerechnet hat), und schließlich die am wenigsten einfachen, wie unter den bisher üblichen $4:4\frac{1}{2}$, $7\frac{1}{2}:8$, $4:7\frac{1}{2}$, $2:3\frac{1}{2}$ als letzte Stufe der Verschmelzung (sog. Dissonanzen).

Uns interessirt hier jedoch einzig die Puls- und Athemwirkung und die Lust- und Unlustseite dieses Phänomens der Verschmelzung. Es wurde dabei bei einem Reagenten, der nach seiner Aussage „durchaus unmusikafisch“, aber doch im allgemeinen sehr feinfühlig war, folgendes gefunden:

Beispiel 23. Die Reize waren Harmoniumklänge in verschiedenen Verschmelzungsgraden. Jeder Klang wurde längere Zeit hindurch ausgehalten, damit der Gefühlston sich gut entwickeln konnte. Die Reihenfolge der gegebenen Verschmelzungen war: gr. Secunde, kl. Septime, kl. Sext, kl. Terz, gr. Terz, gr. Sext, Quarte, Quinte und Octave (siehe nächste Seite).

Die Pulswirkung ist also innerhalb jedes Klanges für Min., Max. und Mw. eine fast immer ganz gleiche. Sie schreitet jedoch mit den einzelnen Verschmelzungen nicht gleichmäßig fort; doch dies thun ja auch nicht die Verschmelzungen rein psychologisch, wie das bloße Gehör uns sagt; außerdem wirken noch directe und indirecte Klangverwandtschaft und die Schwebungen mit, und alles dies zusammen ergibt erst den hier in Betracht kommenden Gefühlston, d. h. Unlust oder Lust. Jedenfalls aber nimmt, wie der obige Versuch zeigt, mit wachsender Verschmelzung in Folge wachsender Einheit der Mannigfaltigkeit die Lust zu. Freilich wäre es nöthig

Reagent: Dr. J. Cohn. Geschwindigkeit: IV.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	n_A	n_P	L	mP	m_A
$c' d'$	2,6	3,0	2,8	10	36	101,2	2,8	10
	— 0,4	— 0,4	— 0,4				— 0,4	— 3
	2,2	2,6	2,4	7	21	51,3	2,4	7
	— 0,4	— 0,2	— 0,3				— 0,3	± 0
	sp.1,8	2,4	2,1	$11\frac{1}{2}$	5	10,4	2,1	7*
$c' b'$	2,3	3,2	2,5	$8\frac{1}{2}$	$24\frac{1}{2}$	67,2	2,4	8
	— 0,3	— 0,3	— 0,2				— 0,2	— 1
	2,0	2,9	2,3	$7\frac{1}{4}$	$22\frac{1}{2}$	49,1	2,2	7
$c' as'$	2,6	3,1	2,8	$9\frac{3}{4}$	$36\frac{1}{2}$	101,2	2,8	10
	— 0,2	— 0,2	— 0,1				— 0,2	— 2
	2,4	2,9	2,7	$6\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	55,9	2,6	8
$c' es'$	2,8	3,3	3,0	$8\frac{1}{2}$	14	42,6	3,0	5
	— 0,1	— 0,1	— 0,1				— 0,1	+ 4
	2,7	3,2	2,9	7	$22\frac{1}{2}$	64,3	2,9	9*
$c' e'$	2,6	3,1	2,8	$6\frac{3}{4}$	$21\frac{1}{2}$	60,2	2,8	10
	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,1				+ 0,1	± 0
	2,7	3,2	2,9	$8\frac{1}{4}$	29	82,9	2,9	10*
$c' a'$	2,7	3,2	2,9	$9\frac{1}{2}$	19	52,8	2,8	6
	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,2				+ 0,3	+ 4
	2,9	3,4	3,1	$10\frac{1}{2}$	$34\frac{1}{2}$	105,2	3,1	10
$c' f'$	3,2	3,7	3,5	$11\frac{1}{4}$	$40\frac{1}{2}$	131,1	3,3	12
	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,2				+ 0,3	± 0
	3,4	3,9	3,7	$8\frac{3}{4}$	$28\frac{1}{2}$	106,7	3,6	12*
$c' g'$	3,2	3,7	3,5	6	$15\frac{1}{2}$	54,3	3,5	9
	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,2				+ 0,2	+ 3
	3,3	3,9	3,7	7	24	87,8	3,7	12
$c' c''$	3,3	3,8	3,7	$5\frac{1}{2}$	$18\frac{1}{2}$	68,4	3,7	13
	$\pm 0,0$	$\pm 0,0$	$\pm 0,0$				$\pm 0,0$	± 0
	3,3	3,8	3,7	$6\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	81,9	3,7	13

gewesen, um den Versuch ganz exact zu machen, die Reize nicht sogleich in der Reihenfolge solcher wachsenden Verschmelzung zu geben, da dadurch eine gewisse Suggestion ausgeübt wird. Dies lässt auch der Puls erkennen, denn wenn von der Quarte ab in obigem Versuch sich der Puls bedeutend in den reizfreien Zwischenpausen verlängert, so ist das der Vorstellung des Reagenten zuzuschreiben, dass nun keine Dissonanz mehr folgen wird, und es entstand so bei ihm, wie auch die spätere Aussage ergab, das

angenehme Gefühl der Befreiung. Dem gegenüber erzielten dann die nun wirklich kommenden „vollkommensten“ Verschmelzungen, die Quarte, Quinte und Octave, nur noch eine geringe oder schließlich bei der Octave gar keine Pulsverlängerung. Es ist ja aber auch aus der Musik bekannt, dass sie nicht die größte Lust bieten, da sie bereits eine zu geringe Mannigfaltigkeit in sich tragen, ja auch Unmusikalische können bekanntlich oft die Octave nicht mehr vom Einzelklange unterscheiden. Nur unmittelbar nach vorausgegangenen Dissonanzen haben diese oben genannten Verschmelzungen einen erheblichen Lusteffect, nämlich in Folge von Contrast zur vorangegangenen geringeren Lust oder gar Unlust, und finden in dieser Stellung in der Musik eine große Verwendung, während sie als Quarten-, Quinten- und Octavenparallelen bekanntlich verboten sind.

Hier, wie früher, kann man endlich wieder die Pupillenbeobachtung als Controlle für die Versuchsergebnisse anwenden. Alle folgenden Werthe sind wiederum mit 2 zu multipliciren, um mm zu erhalten.

Beispiel 24. Die Reize waren Harmoniumklänge. In den Zwischenpausen waren, wie man aus der folgenden Tabelle sieht, die Pupillenweiten überall gleich, sie bewegen sich nämlich in Folge des Einflusses der Athmung in dem Spielraum von 1,8—2,1. Die kleinen römischen Zahlen bedeuten wieder die Anzahl der Werthe gleicher Größe (siehe nächste Seite).

Der eine Klang, nämlich c' , wurde absichtlich zweimal gegeben. Ebenso wurde der Septimaccord $a c' d' fis'$ und seine Auflösung $g h d' g'$ länger ausgehalten, um die Abstumpfung beobachten zu können, die denn auch in der That eintrat.

Der einfache Klang c' bewirkte eine Verkürzung der Pupillenweite, die Consonanzen $c' e' g'$ und $g h d' g'$ eine noch größere Verkürzung, die Dissonanzen $c' d'$ und $a c' d' fis'$ dagegen eine Verlängerung, also alles, wie wir es erwartet hatten, reciprok zur Pulswirkung.

Reagent: Dr. G. Funk.

Reiz	Pupillenweiten	arith. Mittel
c'	1,8 _V 1,9 2,0 _{III} 2,1	1,9 — 0,4
	1,4 1,5 1,6 1,7	1,5
c'	1,8 _{III} 2,0	1,8 — 0,4
	1,4 _{II}	1,4 + 0,4
	sp. 1,8 _{III}	1,8
$c' d'$	1,8	1,8 + 0,3
	2,0 2,2 2,3	2,1
$c' e' g'$	1,8 1,9	1,8 — 0,4
	1,2 _{III} 1,6 1,8	1,4
$a c' d' f's'$	1,8 2,0 2,1	1,9 + 0,2
	1,8 2,1 2,2 _{II}	2,1 — 0,3
	sp. 1,8 _{III}	1,8
	1,8	1,8
$g h d' g'$	1,6 1,7	1,6 + 0,2
	sp. 1,8 _{III}	1,8
	1,8	1,8

VI. Die Folge von Schällen.

Bei der Folge von Schällen, d. h. Geräuschen sowohl als Tönen und Klängen, zeigte sich der bedeutende Einfluss der Aufmerksamkeit. Wurde nämlich der Reiz, d. h. eine Folge von Schällen, mit nur unwillkürlicher Aufmerksamkeit aufgenommen, so trat regelmäßig eine Verlängerung des Pulses und meist auch der Athmung ein. Wurde er dagegen mit besonderer (willkürlicher) Aufmerksamkeit entgegengenommen, so trat regelmäßig eine Verkürzung des Pulses und vielfach auch der Athmung ein.

Der erste Fall, nämlich Zuhören in Folge vorwiegender unwillkürlicher Aufmerksamkeit mit höchstens einiger Anspannung von Muskeln der Sinnesorgane, ist durchaus gleicher Art, wie die Versuche unter III, und zeigt auch die ganz gleiche Wirkung. Die Pulsverkürzung bei willkürlicher Aufmerksamkeit dagegen lässt sich durch die allgemeinere Muskelspannung sowie den ebenfalls bei willkürlicher Aufmerksamkeit auftretenden Complex von psychischer Anstrengung und Unlustaffecten, wie Sorge, Mühe, wohl auch Furcht und ähnlichen, erklären. Sie ist, mit einem Wort, ein Fall von Affect.

a. Die Folge von Tönen und Klängen bei unwillkürlicher Aufmerksamkeit.

Als Reize wurden hier wieder Harmoniumklänge genommen, weil sich sowohl deren Dauer wie Geschwindigkeit leicht abstimmen lässt. Dem Reagenten wurde mit Absicht vorher gesagt, dass die Reize ganz durcheinander kommen würden, damit jeder Gedanke an die Verschiedenheit der Tonhöhen und an musikalische Beziehungen möglichst fern läge.

Beispiel 25. Zunächst wurden die Klänge ziemlich lange ausgehalten, nämlich etwa 10 Secunden, worauf dann jedes Mal möglichst ohne merkliche Pause ein zweiter von möglichst ebensolcher Dauer gegeben wurde, sodann trat eine längere Pause ein. In einem dieser Fälle wurde auch ein Klang doppelt so lang als gewöhnlich ausgehalten (g''), um die Abstumpfung beobachten zu können. Das Ergebniss war (siehe nächste Seite):

Der eine Klang geht also auch für die Pulswirkung in den andern über, ohne dass dadurch eine Aenderung der Wirkung entsteht. Nur die beiden ersten Male entstand eine vorübergehende, in der Tabelle nicht besonders erwähnte Verlängerung des Pulses, wahrscheinlich, weil der Reagent einen Augenblick außer Fassung kam, also innerlich reizlos war, und dazu kam wohl noch die Lust an der Abwechselung, die sich denn später abstumpfte. Ferner ist im Verlaufe der obigen Reihe ein deutlicher Nachlass der Pulswirkung vorhanden, wahrscheinlich wegen allmählicher Abstumpfung gegen Klänge überhaupt, wie man das auch in jedem Concertsaal, in jeder Oper an sich beobachten kann.

Reagent: H. Gale. Geschwindigkeit: IV.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	<i>nA</i>	<i>nP</i>	<i>L</i>	<i>mP</i>	<i>mA</i>
<i>e'</i>	2,8	3,9	3,3	4	17	54,0	3,2	13
	+ 0,4	+ 0,4	+ 0,4				+ 0,3	+ 4
<i>f'</i>	{ 3,2	4,3 ^{XIII}	3,7	3 ^{1/4}	15	53,9	3,5	17
	+ 0,5	± 0,0	± 0,0				+ 0,1	- 1
<i>g''</i>	{ 3,7	4,3 ^V	3,7	2 ^{3/4}	11 ^{1/2}	41,3	3,6	16*
<i>g''</i>	3,4	4,0	3,8	5	16 ^{1/2}	60,1	3,7	12
	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,2				+ 0,2	+ 2
<i>gis'</i>	{ 3,4	4,4 ^{III}	3,8	3 ^{3/4}	16 ^{1/2}	61,6	3,7	17
	± 0,0	± 0,0	± 0,0				± 0,0	- 2
<i>gis'</i>	{ 3,4	4,4 ^{II}	3,8	3 ^{1/4}	12 ^{2/2}	48,8	3,7	15*
<i>gis'</i>	3,2	3,8	3,3	4	17 ^{1/2}	59,0	3,3	15
	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,1				+ 0,1	+ 3
<i>g''</i>	{ 3,1	3,8	3,2	2 ^{3/4}	11	35,6	3,2	13
	± 0,0	± 0,0	± 0,0				± 0,0	+ 2
<i>g''</i>	{ 3,2	3,9 ^X	3,3	3 ^{1/4}	15 ^{1/2}	50,7	3,3	16
	- 0,1	- 0,1	- 0,1				- 0,1	- 3
<i>g''</i>	{ sp.3,1	3,9 ^V	3,3	4	17 ^{1/2}	57,4	3,3	14*
<i>g''</i>	2,8	3,8	3,2	4	14	45,7	3,2	11
<i>g''</i>	2,8	3,7	3,3	2 ^{1/4}	8 ^{1/2}	27,6	3,3	12

Die kleingedruckten römischen Zahlen der obigen Tabelle bezeichnen wieder die Anzahl Pulse, bei denen erst die betreffende Maximalwirkung eintrat, also eine Summirung der Wirkung. Dass eine solche Summirung viel leichter und rascher eintritt, wenn schon ein Klang unmittelbar vorangegangen ist, ersieht man aus dem Vergleich der jedes Mal zweiten der obigen römischen Zahlen mit den jedes Mal ersten.

In weiteren Versuchen wurden Harmoniumklänge von viel kürzerer Dauer und von rascher Folge gegeben, ohne dass zwischen den einzelnen Reizen Pausen eintraten. Auch hier wurde dem Reagenten vorhergesagt, dass die Klänge ganz durcheinander kommen würden:

Beispiel 26. Die Reihenfolge der gegebenen Klänge war so *G'*, *cis'*, *as''*, *G*, *d''*, *Es''* u. s. w. Zuerst wurden 18, und nach kurzer Pause 6 solcher Klänge gegeben. Jeder einzelne dieser Klänge dauerte 9—12 Pulse. Das Ergebniss war:

Reagent: H. Gale. Geschwindigkeit: V.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
Klangfolge	2,2	2,8	2,5	5	$27\frac{1}{2}$	69,0	2,5	14
	+ 0,2	+ 0,4	+ 0,2				+ 0,2	+ 1
	2,4	3,2	2,7	4	$22\frac{1}{2}$	61,9	2,7	15
	- 0,1	- 0,4	- 0,1				- 0,2	- 4
	2,3	2,8	2,6	7	31	77,6	2,5	11
	- 0,2	- 0,2	- 0,3				- 0,2	± 0
Klangfolge	2,1	2,6	2,3	$7\frac{1}{2}$	37	85,6	2,3	11*
	- 0,4	- 0,2	- 0,1				- 0,2	+ 2
	1,7	2,4	2,2	$5\frac{3}{4}$	$35\frac{1}{2}$	75,1	2,1	13*
	1,7	2,3	2,2	$6\frac{1}{2}$	$41\frac{1}{2}$	87,6	2,1	13
	+ 0,5	+ 0,2	+ 0,1				+ 0,2	+ 2
Klangfolge	2,2	2,5	2,3	$8\frac{3}{4}$	56	128,7	2,3	15
	- 0,3	- 0,2	- 0,2				- 0,2	- 2
	1,9	2,3	2,1	$4\frac{1}{2}$	27	57,8	2,1	13

Zuerst tritt also bei jeder Klangfolge die bekannte Pulsverlängerung auf. Sie lässt jedoch in Folge von Abstumpfung gegen Klänge überhaupt und deshalb eintretender willkürlicher Aufmerksamkeit allmählich nach, ja schließlich tritt sogar eine Pulsverkürzung ein. Bei der zweiten Folge von Klängen geschieht dies sogar viel rascher. Zwischen den beiden Klangfolgen hatte übrigens der Reagent, nach späterer Aussage und wie das auch aus dem Pulse ersichtlich ist, der sich trotz Aufhören des Reizes nicht ändert, etwas »Unlust wegen Mangel an Reizen«, also Unlust an der Unthätigkeit.

Demnach tritt im allgemeinen bei der Folge von Klängen, genau so wie bei dem einzelnen Klänge, eine Pulsverlängerung auf.

b. Die Folge von Geräuschen bei unwillkürlicher Aufmerksamkeit.

Als Reize wurden Metronomschläge genommen, weil sich deren Geschwindigkeit leicht controllirbar abstufen lässt. Natürlich muss man das Metronom auf die Uebereinstimmung der wirklichen Geschwindigkeiten mit den auf seiner Scala angegebenen Zahlen genau prüfen und wenn nöthig danach eine Tabelle aufstellen, die man dann durch Interpolation vervollständigen kann. Da hier bei gewissenhaften Reagenten, namentlich bei größeren Geschwindigkeiten,

leicht größere Aufmerksamkeit auftritt, um keinen der Metronomschläge sich entgehen zu lassen, wurde besondere Anweisung ertheilt, nicht die einzelnen Schläge gleichsam mitzuzählen, sondern sie nur im Ganzen auf sich wirken lassen.

Beispiel 27. Nach jeder Metronomgeschwindigkeit fand eine Zeit der Reizlosigkeit statt. Das Versuchsergebniss war;

Reagent: A. Segsworth. Geschwindigkeit: III.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
MM. 99	3,3	4,3	3,8	$5\frac{1}{2}$	17	66,2	3,9	12
	+ 0,4 3,7	+ 0,4 4,7	+ 0,4 4,2	$6\frac{1}{2}$	20	83,2	+ 0,3 4,2	+ 1 13
165	3,3	4,1	3,8	$5\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	79,9	3,7	15
	+ 0,4 3,7	+ 0,3 4,4	+ 0,4 4,2	$6\frac{1}{2}$	$19\frac{1}{2}$	82,0	+ 0,5 4,2	- 2 13*
165	3,7	4,5	4,1	$6\frac{1}{4}$	$22\frac{1}{2}$	91,8	4,1	15
	+ 0,3 4,0	+ 0,3 4,8	+ 0,2 4,3	$8\frac{3}{4}$	$26\frac{1}{2}$	113,2	+ 0,2 4,3	- 2 13*
82	3,8	4,8	4,0	$5\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	72,2	4,1	13
	+ 0,3 4,1	+ 0,3 5,1	+ 0,2 4,2	$5\frac{1}{2}$	$16\frac{1}{2}$	71,4	+ 0,2 4,3	± 0 13*
127	3,6	4,3	3,9	$5\frac{1}{2}$	$18\frac{1}{2}$	75,3	4,0	14
	+ 0,2 3,8	+ 0,3 4,6	+ 0,2 4,1	$10\frac{1}{2}$	$33\frac{1}{2}$	139,7	+ 0,2 4,2	- 1 13*
149	3,7	4,2	3,9	7	21	80,1	3,9	11
	+ 0,2 3,9	+ 0,2 4,4	+ 0,2 4,1	$7\frac{1}{4}$	26	107,4	+ 0,2 4,1	+ 4 15

Die Zahlen MM. bedeuten die corrigirten, d. h. wirklichen Metronomgeschwindigkeiten pro Minute, z. B. »MM. 165« = 165 Schläge in der Minute. Im allgemeinen ergibt sich eine Pulsverlängerung in Folge der Reize, genau so wie bei dem einzelnen continuirlichen Geräusch, doch nimmt die Pulsverlängerung auch hier gegen Ende der Reihe in Folge von Abstumpfung ab.

c. Die Folge von Tönen und Klängen bei willkürlicher Aufmerksamkeit.

Bei rascher Folge von Tönen und Klängen ist, wie schon oben bemerkt wurde, bei gewissenhaften Reagenten die willkürliche Aufmerksamkeit das Näherliegende, und tritt, wie man aus dem Pulse ersieht, ein, ohne dass besondere Anweisung gegeben wurde.

Beispiel 28. Der Reiz war die diatonische Tonleiter von Harmoniumklängen ($c', d', e', f', g', a', h', c''$), moderato gespielt. Das Ergebniss war Verkürzung des Pulses:

Reagent: H. Gale. Geschwindigkeit: V.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
Diat. Tonleiter	2,0	2,4	2,2	2	15	33,2	2,2	17
	— 0,3	— 0,2	— 0,2				— 0,2	+ 1
	1,7	2,2	2,0	1	9	18,1	2,0	18*
	(dann Schluss: 2,5; 2,4)							

Die beiden letzten Pulse, beim Abschluss der Tonleiter, zeigen eine auffallende Verlängerung. Man muss dies jedenfalls der Lust an der Vollendung zuschreiben. Nach Aufhören der Tonleiter traten wieder die normalen Pulslängen auf, wie sie vor Beginn des Reizes gewesen waren.

Genau dieselben Erscheinungen zeigten sich bei der chromatischen Tonleiter:

Beispiel 29. Reiz: die chromatische Tonleiter ($c', cis', d', dis', e', f', fis', g', gis', a', ais', h', his', c''$), in demselben Tempo (moderato) gespielt.

Reagent: Derselbe. Geschwindigkeit: IV.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
Chrom. Tonleiter	2,8	3,2	2,9	$2\frac{1}{2}$	13	35,9	2,8	15
	— 0,2	— 0,5	— 0,3				— 0,3	— 3
	2,6	2,7	2,6	$2\frac{3}{4}$	13	32,7	2,5	12
	(dann Schluss: 3,3; 3,3)							

Bei einer Wiederholung trat eine geringere Wirkung ein. Man kann dies nur auf einen Nachlass der willkürlichen Aufmerksamkeit beim zweiten Male zurückführen, wahrscheinlich weil der Eindruck vom ersten Male noch so frisch ist, dass nur eine geringe Anstrengung jetzt nöthig ist, um den Reiz ebenso klar vor sich zu haben, wie das erste Mal.

Die Erscheinungen der Aufmerksamkeit beim Anhören einer ganzen Composition sind, wie wir später sehen werden, dieselben, wie beim Anhören von Tonleitern.

d. Die Folge von Geräuschen bei willkürlicher Aufmerksamkeit.

Man kann natürlich die Metronomgeschwindigkeit auf dem Protokoll notiren, doch empfiehlt es sich, dieselbe auch elektromagnetisch auf der Trommel mitschreiben zu lassen, um jederzeit über sie genau unterrichtet zu sein. Dies besorgt die Kronecker'sche Metronomeinrichtung, die mit nur geringer Veränderung an dem gebrauchten Metronom angebracht wurde. Es wurde nämlich die hölzerne Vorderwand des Metronoms unten durchbrochen, so dass an der unteren Hälfte des Metronompendels ein nach vorne vorstehender Draht angebracht werden konnte, an dem sich eine Klemme befand. In dieser Klemme wurde wiederum ein Drahtstiel angebracht, und zwar diesmal vertical, und an diesem wiederum befand sich ebenfalls vertical ein kleiner dreieckiger Bügel aus Platindraht, der durch die Klemme so eingestellt werden konnte, dass er beim Hin- und Herschwingen des Pendels gerade auf zwei Quecksilbernäpfchen schleifte und dadurch, da diese Quecksilbernäpfchen genau so wie bei dem Wundt'schen Spaltpendel (Phys. Psych. II, S. 334) in einen Stromkreis eingeschaltet waren, Stromschluss herbeiführte. In demselben Stromkreis befand sich aber auch ein Baltzar'scher Zeitvermerker, nämlich Elektromagnet mit Anker-Schreibhebel. Da durch den Stromschluss der Anker angezogen wird, so macht der Schreibhebel, der sonst auf der Kymographiontrommel horizontal schleift, einen kleinen Strich nach unten, und sobald durch Weiterschwingen des Metronompendels der Strom wieder

geöffnet wird, wieder einen Strich nach oben, worauf dann der Anker durch seine Federkraft wieder in die alte Lage zurückschnellt.

Statt des dreieckigen Bügels kann man auch, wie das gewöhnlich geschieht, eine horizontale kleine Stange nehmen, welche an ihren beiden Enden in zwei verticale Spitzen nach unten ausläuft. In diesem Falle müssen natürlich die beiden Quecksilbernäpfehen weiter auseinander liegen, damit die Spitzen bei jeder Pendelschwingung einmal in die Quecksilbernäpfehen eintauchen können. Noch andere Einrichtungen gibt Langendorff an¹⁾.

Die Versuchsergebnisse waren folgende:

Beispiel 30. Reiz: Metronomgeschwindigkeiten ohne besondere Anweisung für das subjective Verhalten. Es fand eine fort und fort zunehmende Verkürzung des Pulses statt:

Reagent: H. Gale. Geschwindigkeit: II.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
MM. 142	5,2	6,3	5,6	$5\frac{1}{2}$	23	129,1	5,6	24
	— 0,4	— 0,1	— 0,4	— 0,4	— 0,4	— 0,4	— 0,4	— 5
	4,8	6,2	5,2	$4\frac{1}{2}$	$16\frac{1}{4}$	83,9	5,2	19
	— 0,1	— 0,1	— 0,1	— 0,1	— 0,1	— 0,1	— 0,1	+ 1
	4,7	6,1	5,1	$2\frac{1}{4}$	$8\frac{3}{4}$	44,2	5,1	20*
91	— 0,1	— 0,4	— 0,2	— 0,2	— 0,2	— 0,2	— 0,1	+ 1
	4,6	5,7	4,9	$2\frac{3}{4}$	11	55,2	5,0	21*
	— 0,2	— 0,3	— 0,2	— 0,2	— 0,2	— 0,2	— 0,2	± 0
	4,4	5,4	4,7	$2\frac{1}{2}$	11	52,6	4,8	21*
	4,7	5,4	5,0	$2\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{4}$	46,1	5,0	19

Beispiel 31 (siehe nächste Seite).

Der Athem hatte zu Anfang 19 mm Breite und 12 mm Höhe, zum Schluss aber 15 mm Breite und 6 mm Höhe. Die Wirkung der Zunahme seiner Schnelligkeit und der Abnahme seiner Höhe würden sich also, soweit etwa nicht das Herunterschrauben der Trommel die Höhe etwas verändert hätte, ziemlich compensiren; gleichwohl tritt auch hier zunehmende Pulsverkürzung auf.

1) Langendorff, Physiologische Graphik. Leipzig u. Wien 1891. S. 124.

Reagent: Dr. P. Hupfer. Geschwindigkeit: III.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	nA	nP	L	mP	mA
MM. 65	3,9	4,8	4,2	$6\frac{1}{2}$	29	118,1	4,1	19
	-0,7	-0,6	-0,6				-0,4	-0
	3,2	4,2	3,6	$11\frac{1}{2}$	57	211,2	3,7	19*
94	-0,1	-0,3	-0,3				-0,4	-3
	3,1	3,9	3,3	5	24	79,9	3,3	16
	-0,1	$\pm 0,0$	$\pm 0,0$				-0,1	-2
105	3,0	3,9	3,3	$4\frac{1}{2}$	20	63,7	3,2	14
	-0,1	-0,1	-0,1				-0,1	-0
	2,9	3,8	3,2	$3\frac{1}{2}$	$16\frac{1}{2}$	50,6	3,1	14*
138	$\pm 0,0$	-0,1	$\pm 0,0$				$\pm 0,0$	+2
	2,9	3,7	3,2	$7\frac{1}{4}$	$36\frac{1}{2}$	113,2	3,1	16*
	-0,1	-0,2	$\pm 0,0$				$\pm 0,0$	+2
138	2,8	3,5	3,2	$7\frac{3}{4}$	$43\frac{1}{2}$	137,3	3,1	18*
	-0,1	-0,2	-0,1				-0,1	-4
	2,7	3,3	3,1	3	$13\frac{1}{2}$	41,1	3,0	14
	-0,1	-0,1	-0,2				-0,1	+1
	2,6	3,2	2,9	$2\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$	37,0	2,9	15*

Beispiel 32. Um das Metronom zur Ablesung der Geschwindigkeit nicht anhalten zu müssen, wurde die Metronomgeschwindigkeit lediglich nach der Anzahl der elektromagnetischen Zacken auf der Trommel, die auf je 10 mm kommen, beurtheilt. Interessant sind die beim Uebergang von einer Geschwindigkeit zur anderen eintretenden kurzdauernden Pulsverlängerungen:

Reagent: A. Segsworth. Geschwindigkeit: III.

Reiz	Min.	Max.	Mw.	Uebergang	nA	nP
4 Zacken = MM. 82	3,3	4,3	3,8		2	$9\frac{1}{2}$
	$\pm 0,0$	-0,1	-0,1			
$5\frac{1}{2}$ » = 115	3,3	4,2	3,7	4,6; 4,8	3	13
	$\pm 0,0$	-0,1	$\pm 0,0$	4,6		
3 » = 63	3,3	4,1	3,7		$2\frac{3}{4}$	$12\frac{3}{4}$
	-0,1	-0,2	-0,1	4,1; 4,3		
7 » = 147	3,2	3,9	3,6		$1\frac{1}{4}$	$10\frac{2}{4}$

Gegen Ende derselben Trommel:

Reiz	Min.	Max.	Mw.	Uebergang	nA	nP
10 Zacken = MM. 210	2,4	2,8	2,6		3	11 ¹ / ₄
3 » = 63	+ 0,2	+ 0,4	+ 0,2	2,9; 3,0	3 ¹ / ₄	12 ¹ / ₂
6 » = 126	- 0,1	± 0,0	± 0,0	2,8; 3,2	3 ¹ / ₂	13 ² / ₂
9 » = 189	- 0,3	- 0,3	- 0,3	3,2	3 ² / ₄	14

Diese Verlängerungen beim Uebergang rühren wahrscheinlich theils daher, dass es einige Zeit dauerte, bis der Reagent sich in die neue Geschwindigkeit hineingefunden hatte, theils aber auch von der Lust an der Abwechslung. Wir haben beides schon in Beispiel 25 bei Herrn H. G. gefunden, und beide Reihen waren auch die ersten dieser Art, welche mit den betreffenden Reagenten angestellt wurden.

Ferner zeigt der obige Versuch, dass bei großen Geschwindigkeiten eine größere Pulsverkürzung eintritt, also auch eine größere Anspannung willkürlicher Aufmerksamkeit dem Reagenten nöthig erschien, bei sehr geringen Geschwindigkeiten dagegen, vergl. z. B. MM. 60 (wie sich auch aus anderen Fällen ergab, die hier nicht besonders aufgeführt sind), der Puls an Länge wieder zunahm, also ein Nachlass der willkürlichen Aufmerksamkeit eintrat, und zwar war das besonders gegen Ende der Trommel der Fall, wahrscheinlich in Folge von hinzukommender Lust am relativen Ausruhen.

Auch dieser letzte Versuch zeigt nun eine Zunahme der Pulsverkürzung gegen Ende der Trommel. Man kann daher wohl allgemein sagen: Bei willkürlicher Aufmerksamkeit tritt eine Pulsverkürzung ein, die bei längerer Dauer der ersteren fort und fort zunimmt. Die Lust an der Thätigkeit wird in ihrer pulsverlängernden Wirkung also schon von Anfang an durch die pulsverkürzende Wirkung der willkürlichen Aufmerksamkeit übertroffen.

Bei diesen Versuchen über willkürliche Aufmerksamkeit schmiegen sich, wie aus den Tabellen hervorgeht, die Traube-Hering'schen Schwankungen gänzlich den durch die Aufmerksamkeit selbst hervor-

gerufenen Pulsänderungen an. Eine Ausnahme findet aber bei sehr langer Dauer einer Geschwindigkeit statt, denn dann treten sie wieder mehr hervor.

VII. Das Tempo.

Dass bei größerer Geschwindigkeit die willkürliche Aufmerksamkeit näher liegt, ist schon oben gesagt. Wichtig ist es aber, das Tempo auch nach der Lust- und Unlustseite hin zu verfolgen, Untersuchungen, die den Versuchen über Lust- und Unlust bei Tonstärken durchaus parallel sind. Um Lust- und Unlustversuche dieser Art über das Tempo zu unternehmen, wurde folgende Versuchsanordnung getroffen:

Das Metronom mit dem Experimentirenden wurde durch einen großen Pappschirm den Augen des Reagenten entzogen, und ein Zimmer gewählt, in dem möglichst wenig die Aufmerksamkeit (unwillkürlich) Abziehendes vorhanden war. Es wurden nun von jeder Geschwindigkeit jedes Mal soviel Schläge gegeben, dass sich der Gefühlston gerade entwickeln konnte, dann das Urtheil abverlangt, hierauf eine andere Geschwindigkeit eingestellt u. s. f. Es fand sich, dass es am besten war, für jeden Reagenten eine solche Reizdauer zu wählen, die ihm am meisten zusagte. Es waren das im Durchschnitt 3 bis 4 Secunden, und diese Zeit wurde für jeden Reagenten immer möglichst constant gehalten. Bei der Geschwindigkeit MM. 60 wurden demnach dem Reagenten nur 3 Schläge geboten; bei MM. 100 5; bei MM. 140 7; bei MM. 200 10 u. s. f. War der Gefühlston dem Reagenten nicht sogleich klar, so hatte er es zu sagen, und dann wurde im Laufe derselben Reihe diese Geschwindigkeit, dem Reagenten unbemerkt, noch einmal gegeben.

Von Zeit zu Zeit wurden Pausen gemacht, weil sich sonst der Gefühlston für Geschwindigkeiten überhaupt leicht abstumpft. Diese Pausen, sowie die Tageszeit, die vorhergegangene Beschäftigung, das allgemeine Befinden des Reagenten, seine Pulsfrequenz und dergl., vor allem aber die jedesmaligen Urtheile wurden in das Versuchsprotocoll aufgenommen.

Für den Anfang wurde jeder Versuchsperson eine recht große Zahl von Geschwindigkeiten zur Beurtheilung vorgelegt und viele

davon zur Controlle mehrere Male gegeben, um zu sehen, ob überhaupt eine Regelmäßigkeit in der Beurtheilung vorhanden sei. Es zeigt sich, dass, wenn nur die Abstumpfung genügend vermieden wurde, bei einem gegebenen Zustand auch eine große Regelmäßigkeit vorhanden war, welche weitere Schlüsse recht gut erlaubt.

Als Aussagen wurden gegeben: »angenehm, angenehmer, weniger angenehm; unangenehm, unangenehmer, noch mehr unangenehm; müsste schneller werden, um angenehm zu sein; zu langsam; zu schnell; eins der besten; zweifelhaft; weder angenehm noch unangenehm; etwas angenehm; etwas unangenehm« u. s. w. Durch Vergleich aller Aussagen jeder Reihe fand sich nun folgende Gesetzmäßigkeit:

Eine bestimmte Geschwindigkeit bietet das Maximum von Lust. Nach beiden Seiten dieses Maximums, d. h. bei größeren und geringeren Geschwindigkeiten nimmt die Lust mehr und mehr ab, und geht schließlich durch einen Punkt der Indifferenz des Gefühlstones in Unlust über. Diese Unlust wächst dann bei noch weiterem Fortgang zu größeren bezw. geringeren Geschwindigkeiten, um dann später wahrscheinlich wieder abzunehmen.

Letztere Geschwindigkeiten lassen sich jedoch nicht gut mehr durch das Metronom geben und müssten daher in weiteren Versuchen durch den Wundt'schen Zeitsinnapparat hergestellt werden.

Nachdem diese Regelmäßigkeit für jede Versuchsperson einmal festgestellt war, konnte man in den folgenden Versuchen in größeren Schritten vorgehen, nämlich, sobald man einem von den drei kritischen Punkten (dem Lustmaximum oder einem der Indifferenzpunkte) nahe gekommen zu sein glaubte, durch Herumlaviren einzig darauf bedacht sein, eben diesen Punkt festzustellen. Ab und zu wurden dann freilich noch entlegenere Geschwindigkeiten zwischengeschoben, um Abstumpfung zu vermeiden. Allerdings kommt dadurch der Contrast ins Spiel, doch ist sein Einfluss bei diesen Versuchen so gering, dass nur wenige Male wirklich eine Urtheilsverschiebung eintrat.

Zunächst wurde bei diesen Versuchen das Metronom ohne Klingel gegeben, und dann nach einer Pause in weiteren Reihen jeder erste von je zwei, drei, vier, sechs Schlägen mittelst der Metronomklingel

betont. Die Metronomklingel sollte dabei nur zum Zusammenfassen der Schläge dienen und dabei nicht etwa ein längerer Takt, wie z. B. ein solcher, der vier oder sechs Schläge enthielt, in bekannter Art in zwei Untergruppen $\left[\begin{array}{c} \dot{\bullet} \\ \bullet \end{array} \bullet \begin{array}{c} \dot{\bullet} \\ \bullet \end{array} \bullet \text{ und } \begin{array}{c} \dot{\bullet} \\ \bullet \end{array} \bullet \begin{array}{c} \dot{\bullet} \\ \bullet \end{array} \bullet \begin{array}{c} \dot{\bullet} \\ \bullet \end{array} \bullet \begin{array}{c} \dot{\bullet} \\ \bullet \end{array} \bullet \right]$

zerlegt werden. Daher sind denn auch in diesem Capitel die Ausdrücke $\frac{2}{4}$ -, $\frac{3}{4}$ -, $\frac{4}{4}$ -, $\frac{6}{4}$ -Takt vermieden und dafür die Ausdrücke »Zweitakt«, »Dreitakt«, »Viertakt«, »Sechstakt« gesetzt.

Auf diese Weise wurden für die verschiedenen Reagenten die in der folgenden Tabelle (siehe nächste Seite) zusammengefassten Zahlen gefunden.

Die dort gegebenen Werthe sind natürlich wieder corrigirte Metronomwerthe, d. h. Werthe der wirklichen Geschwindigkeiten. Wo zwei, drei oder gar vier ganz benachbarte Geschwindigkeiten einen der drei kritischen Punkte repräsentirten, wurde das arithmetische Mittel genommen, und auf diese Weise entstanden die in der Tabelle befindlichen Decimalstellen. Die Zahlen 1) bis 8) in der ganz links stehenden Columne bedeuten je eine größere Versuchsreihe. In jeder Columne sind nun jedesmal nacheinander der untere Indifferenzpunkt (u.), dann das Lustmaximum (Max.), dann der obere Indifferenzpunkt (o.) angegeben.

Nicht in die Tabelle aufgenommen ist übrigens ein Fall, in dem sich in Folge großer Ermüdung des Reagenten durch vorangegangenes Arbeiten im Laufe der Versuchsreihe, die dazu noch etwas lang ausgedehnt wurde, die drei wichtigen Werthe nach der Richtung der geringeren Geschwindigkeiten hin verschoben.

Dasselbe trat in den Reihen 3, 7 und 8 im Gegensatz zu den Werthen desselben Reagenten in Reihe 2 ein, und zwar muss gesagt werden, dass diese Reihen absichtlich bei großer Müdigkeit des Reagenten aufgenommen wurden, um die eben erwähnte Erscheinung weiter zu verfolgen. Dasselbe gilt von Reihe 5 gegenüber Reihe 4 und 6 desselben Reagenten, und auch hier war der Reagent nach eigener Aussage vor Beginn der Versuche von vorangegangener Arbeit ziemlich ermüdet.

Ebenso lag zwischen Reihe 2 und 2a eine einstündige Fernrohrbeobachtung des Reagenten; auch dies bewirkte eine Ver-

Reagenten:	Ohne Takt		Zweitakt		Dreitakt		Viertakt		Sechstakt	
	u.	Max. o.	u.	Max. o.	u.	Max. o.	u.	Max. o.	u.	Max. o.
1) H. Götz	90	— 122	110	— 146	126	— 147	130	— 142	144	— 156
2) Dr. F. Kiesow	114	130,5 142,3	—	—	—	—	—	—	—	—
2a) »	111	122 124	101,8	120 131,5	128,8	142 163	147,8	204 211	135,3	— 177,8
3) »	62	72 85	80	149,3 163	—	—	—	—	—	—
3a) »	61	81,8 94	—	—	96	98 c. 134	147,8	204 211	129,8	135 147
4) Dr. V. Henri	138	195 204	130,8	161 172,3	154,3	195 204	—	—	—	—
5) »	107	127,8 140,3	104	116,3 141,3	c. 95	113 128	109	136 148,9	173	189,5
6) »	136	189,5 204	118	136,5 149,3	156,5	189,5 211	179,5	195	199,5	—
7) Dr. F. Kiesow	83,5	92 102	132,3	163 179,3	—	—	—	—	—	—
7a) »	87	97,8 111	—	—	—	—	—	—	—	—
8) »	87	97,8 105,3	126,8	159 172	—	—	—	—	—	—

schiebung der drei wichtigen Werthe nach der Richtung der geringeren Geschwindigkeiten hin, wie aus der Tabelle zu ersehen ist.

Im Gegensatz dazu sind die Werthe in den Reihen 3 a und 7 a, welche im unmittelbaren Anschluss an die Reihen 3 und 7 aufgenommen wurden. Hier haben sich die drei wichtigen Werthe in der Richtung zu größeren Geschwindigkeiten hin verschoben. Der Reagent gab in beiden Fällen auf die Frage, ob er irgend eine Veränderung an sich bemerkt hätte, an, dass er durch die Klingel des Metronoms in eine lebhaftere Stimmung gekommen sei.

Wenn also bei Ermüdung die drei wichtigen Punkte nach den geringeren Geschwindigkeiten zu rücken und bei Anregung oder Aufregung umgekehrt nach den größeren Geschwindigkeiten, so entspricht dies der Beobachtung Schumann's, dass bei Abspannung der Reagenten die gewöhnlich gebotene Geschwindigkeit beschleunigt erschien, und bei besonderer geistiger Frische verlangsamt¹⁾.

Es wäre wichtig, diese Versuche auch anzustellen, nachdem diese und jene Stoffe auf unser Nervensystem chemisch eingewirkt haben, z. B. Kaffee, Alkohol u. s. w. Wahrscheinlich werden dann bei geringeren Dosen die drei wichtigen Punkte nach den größeren Geschwindigkeiten hinwandern, bei noch weiteren Dosen umgekehrt wieder nach den geringeren Geschwindigkeiten, ähnlich wie bei den Reactionszeiten unter Einfluss dieser Stoffe (vgl. die Untersuchungen von Kraepelin²⁾).

Dass die Lage der drei wichtigen Punkte auch vom individuellen Temperament abhängig ist, zeigte sich an der sehr niedrigen Lage dieser Punkte in Reihe 1 der Tabelle, wo durchaus keine Ermüdung vorlag: der Reagent war in seinem ganzen Wesen äußerst ruhig. Das Gegentheil zeigte Reihe 4—6 der Tabelle, wo oft bei Vorlegung des Vier- und Sechstaktes die beim Metronom möglichen Geschwindigkeiten gar nicht zulangten, um das Lustmaximum und den oberen Indifferenzpunkt feststellen zu können: der Reagent war ein Franzose und zwar ein Pariser.

Auch die Stärke der einzelnen Schläge der Reizfolge

1) Nachrichten d. k. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen. 1889. S. 20.

2) Philos. Stud. I. 1883. S. 417 u. 573.

ist wahrscheinlich nicht gleichgültig, wenn obige Erklärung richtig ist, vielmehr müssten dann bei größerer Stärke der Schläge die drei wichtigen Punkte sich nach den geringeren Geschwindigkeiten hin verschieben, und umgekehrt bei geringerer Stärke nach den größeren. Dies scheint in der That schon die Erfahrung des täglichen Lebens zu bestätigen.

Wenn nun aber damit die Verschiebung der drei Punkte erklärt ist, so doch noch nicht ihr Vorhandensein selbst. Zu diesem Zwecke müssen wir noch mehr die Auffassung der einzelnen Schläge berücksichtigen, sowohl an sich selbst, als hinsichtlich ihrer Reproduktionen. Dann bietet sich folgende Erklärung dar:

Bei sehr geringen Geschwindigkeiten entsteht von Schlag zu Schlag eine Spannung der Erwartung, welche aber durch die wenig starken und kurzdauernden Schläge nicht recht befriedigt wird. Aus diesem Missverhältniss entsteht Unlust, die je nach Umständen größer oder geringer ist. Der Punkt, an dem nicht mehr solche Unlust, aber auch noch nicht Lust entsteht, ist der eine Indifferenzpunkt. Nimmt die Geschwindigkeit noch mehr zu, so wird man mehr und mehr damit beschäftigt sein, die einzelnen Schläge auch alle aufzufassen. Hierdurch, sowie durch den reproductiv hinzukommenden Affect der Emsigkeit oder des Eifers entsteht wachsende Lust, die man auch kurz als Lust an der Thätigkeit bezeichnen kann. An einem bestimmten Punkte wird sie ihr Maximum erreichen. Von da an fängt die Auffassung an schon etwas schwieriger zu werden, und dazu kommt noch, statt des bloßen Affectes des Eifers, jetzt der Affect der Beunruhigung. So nimmt denn die Lust wieder mehr und mehr ab, bezw. es entsteht Unlust. An einem Punkte kommt diese allmählich wachsende Unlust der noch vorhandenen Lust schließlich gleich und hebt sie in Folge dessen auf. Dieser Punkt ist aber der zweite Indifferenzpunkt. Bei noch weiterer Zunahme der Geschwindigkeit überwiegt diese Unlust in Folge der zunehmenden Schwierigkeiten des Auffassens mehr und mehr, und so entsteht eine wachsende Unlust.

Was nun die ganz großen Extreme betrifft, die sich auf dem Metronom nicht mehr darstellen lassen, so rühren sie wahrscheinlich daher, dass man bei noch weiterer Zunahme der Geschwindigkeit schließlich gar nicht mehr geneigt ist, die einzelnen Schläge über-

haupt noch aufzufassen. Damit muss denn auch die Mühe der Auffassung, also auch die Unlust wieder geringer werden. Auch sind ja diese Geschwindigkeiten für menschliche Verhältnisse, z. B. des Gehens, Laufens, Athmens bereits zu groß, als dass noch reproductiv Beunruhigung eintreten könnte. Sie nähern sich vielmehr schon dem kontinuierlichen Geräusch.

Bei dem anderen Extrem aber, nämlich den sehr geringen Geschwindigkeiten, ist man nicht mehr geneigt, die in so großen Pausen erfolgenden Schläge noch als zusammengehörig aufzufassen, und so verliert sich denn auch die Spannung von Schlag zu Schlag mehr. So nimmt denn auch hier die Unlust nach und nach ab.

Wahrscheinlich spielt auch die Athmung, die, wie wir im folgenden Capitel sehen werden, geneigt ist, sich dem Zeitpunkt der Schläge anzupassen, bei diesen Vorgängen etwas mit.

Der bei den größeren Geschwindigkeiten liegende Indifferenzpunkt wurde übrigens viel sicherer als solcher bezeichnet als der bei den geringeren Geschwindigkeiten liegende, und auch dies spricht für eine Verschiedenheit des Sachverhaltes bei beiden, wie wir es oben angenommen haben. Bei dem unteren Indifferenzpunkt traten nämlich häufig nur die unbestimmten Aussagen ein: „bitte zu wiederholen; schwer zu sagen; nicht gerade Lust, aber auch nicht Unlust“ u. s. w. Indessen konnte seine Lage durch die Erwägung, dass es mitten zwischen angenehmen und unangenehmen Geschwindigkeiten lag, und durch vorsichtiges Hin- und Herlaviren schließlich doch ganz genau bestimmt werden. Dagegen wurde bei dem oberen Indifferenzpunkt meist ohne Zögern „indifferent“ gesagt. Hieraus geht hervor, dass der obere Indifferenzpunkt eben der ist, bei dem sich Lust und Unlust gerade aufwiegen, der untere dagegen ein solcher, bei dem weder Lust noch auch Unlust vorhanden ist. Ist dies richtig, dann verbirgt sich aber auch unter der Aussage „geringe Lust“ diesseits und jenseits vom Lustmaximum ein verschiedener psychologischer Thatbestand. Es zeigt dies, wie vorsichtig man beim Anstellen psychologischer Versuche zu verfahren hat, und dass man keineswegs gleichen Aussagen der Reagenten überall die gleiche Bedeutung beilegen darf.

Schon die anscheinende Regelmäßigkeit in den Zahlen der Tabelle, nach der meist mit der Zahl der zusammenzufassenden

Schläge sich die drei Punkte in der Richtung der größeren Geschwindigkeiten verschieben, spricht dafür, dass auch der Auffassung der musikalischen Taktarten ein ganz bestimmter Sachverhalt sicherlich zu Grunde liegt, den jedoch genauer festzustellen weiteren Versuchen überlassen bleiben muss. Wenn Reihe 4, 5 und 6 ohne Takt Ausnahmen zu bilden scheinen, so liegt das wohl daran, dass, sei es aus Neigung zum Takt überhaupt oder in Folge der Eigenschaft des Metronoms, schon bei einfachen Schlägen etwas im Zweitakt zu schlagen, hier gleich trotz der Anweisung die Schläge im Zweitakt aufgefasst wurden; und so zeigen denn auch die Werthe des Klingelzweitaktes derselben Reihen eine ausnahmsweise Abnahme der drei Werthe, was leicht aus der Abstumpfung zu erklären ist. Dasselbe hätte dann auch von Reihe 2a zu gelten. Weitere Ausnahmen finden sich noch beim Sechstakt 2a und 3; sie sind sehr wahrscheinlich aus einer trotz der Anweisung erfolgten Zerlegung des Sechstaktes in zwei Dreivierteltakte zu erklären.

Dass immerhin der Auffassung der verschiedenen musikalischen Taktarten ein bestimmter exacter Sachverhalt zu Grunde liegt, dafür sprechen auch folgende merkwürdige Uebereinstimmungen, die man beim Vergleich der verschiedenen Reihen bzw. dem Ziehen von Differenzen von sich entsprechenden Werthen findet:

Reihe 7, 7a, 8 ohne Takt zeigen, obgleich an weit auseinanderliegenden Tagen aufgenommen, nur sehr geringe Unterschiede. Ebenso Reihe 7 und 8 Zweitakt, denn ein Unterschied von 4, 6, selbst noch 9 Schlägen in einer Minute macht für die 3—4 Secunden der Einwirkung äußerst wenig aus. Ebenso finden sich solche Uebereinstimmungen in Reihe 4 und 6 ohne Takt, und 4 und 6 Dreitakt; endlich in Reihe 3a und 2a Viertakt. In Reihe 4 ferner sind die Differenzen zwischen den beiden Indifferenzpunkten bei allen Taktarten fast gleich, nämlich 56, 42, 50. Ebenso Reihe 5, nämlich 33, 37, 34. Ferner haben Reihe 6 ohne Takt und Dreitakt, Dreitakt und Viertakt, Viertakt und Sechstakt für die ersten Indifferenzpunkte jedesmal die Differenz 20 bzw. 23. Auch in Reihe 2a Zweitakt und Dreitakt, Dreitakt und Viertakt, sind die Differenzen zwischen den ersten Indifferenzpunkten fast gleich, nämlich 17 und 19. Reihe 7 ohne Takt und Zweitakt zeigen ferner nahezu gleiche Differenzen zwischen den Lustmaximis

und den oberen Indifferenzpunkten (71 und 77). Schließlich Reihe 8 (61 und 67) u. s. f.

VIII. Der Takt.

Nachdem wir die Geschwindigkeiten behandelt haben, lohnt es sich, auch auf die Wirkung der Taktform auf Puls und Athmung genauer einzugehen. Bei diesen Versuchen war es dem Reagenten erlaubt, die bekannten musikalischen Taktarten aus den Metronomschlägen mit und ohne Klingel herauszuhören. Es wird also hier nur, im Unterschiede von dem vorigen Capitel, von den in Untergruppen zerfallenden musikalischen Taktarten gesprochen werden.

Als Reiz kann man hier sowohl den durch die Metronomklingel schon objectiv angegebenen Takt, als auch ein nur subjectives Hineinhören von Takt in die einfachen Metronomschläge oder die Hammerschläge des Zeitsinnapparates nehmen.

a. Objectiv gegebener Takt.

Um beim Messen genau zu wissen, welche Schläge seiner Zeit objectiv betont wurden, kann man synchronisch mit jedem Klingelschlag mit einem Stäbchen oder Bleistift den Schreiber des Baltzar'schen Zeitvermerkers etwas in die Höhe schleudern, wodurch dann die betreffende Zacke auf der Trommel etwas erhöht wird. Um dies sicher zu Stande zu bringen, braucht man nur die Hand unausgesetzt im Takte mitzubewegen.

Beim Pulse ergeben sich natürlich dieselben Erscheinungen wie überhaupt bei Metronomgeschwindigkeiten: vgl. Capitel VI. Zuweilen aber tritt bei ihm deshalb hier eine Verlängerung ein, weil der Klingeltakt angenehm ist. So vor allem, wie wir schon früher an einem Beispiele sahen, beim Dreivierteltakt. Ist der Takt ein längerer, z. B. ein Sechsvierteltakt, so tritt oft auch beim Klingelschlage selber (*K*), sei es aus Lust an ihm oder wegen seiner größeren Intensität, eine Verlängerung ein:

Beispiel 33. Reagent: Dr. A. Wenzel. Geschwindigkeit: V.

Reiz	Exspir.		Inspir.		Exspir.			nA	nP	L	mP
$\frac{6}{4}$ -Takt	2,2	2,3	2,6	2,6 K	2,2	2,3	2,6	11/2	7	16,8	2,4
$\frac{6}{4}$ -Takt	2,2	2,7 K	2,6	2,4	2,2	2,4	2,5	11/2	7	17,1	2,4

Der Werth 2,6 tritt also in dem einen Falle statt 2,3 ein, und 2,7 das andere Mal statt 2,4, also eine Verlängerung des Pulses um 0,3 mm. Ist die Taktart eine kürzere oder schnellere, so tritt wohl deswegen im Momente des Klingelschlages keine Verlängerung mehr auf, weil dieser dann als Hauptsache gefasst wird, und vielleicht auch, weil dann leichter ihm gegenüber Abstumpfung eintritt.

Der Athem zeigt schon bei der objectiv einfachen Folge von Metronomschlägen, ähnlich wie schon bei den Versuchen über Intensität, ein vielfaches Zusammenfallen von Athemgipfel und Athemthal mit den Metronomschlägen. Ganz dasselbe findet bei den betonten Schlägen eines objectiv gegebenen Klingeltaktes vielfach statt. Man kann also sagen: Sowohl die einfachen Metronomschläge, wie die betonten eines gegebenen Taktes geben durch directe Innervation dem Athem einen Anstoß zum Beginn der Inspiration oder Expiration. Und zwar geschieht das vor allem in der ersten Zeit des Reizes. Bei längerer Dauer lässt diese Einwirkung sichtlich nach, und ebenso bei Wiederholung nach kurzer Zwischenzeit. Also auch hier spielt die Abstumpfung mit.

Auch nach Aufhören des Reizes bleibt der Athem noch eine Zeit lang so, als ob der Takt ganz in derselben Weise fort dauerte. Es ist dies offenbar ein Fall der von G. E. Müller und Schumann mehrfach hervorgehobenen „Einstellung“, welche wahrscheinlich von dem Automatischwerden der Innervation durch Uebung herrührt.

Betont die Metronomklingel jeden ersten von jedesmal 4, 6, 8 Schlägen, so lässt sich die Zerlegung in Untergruppen von Seiten des Reagenten auch aus der Anpassung des Athems an solche Zerlegung erkennen. Dass jedoch auch bei besonderer Anweisung,

wie das im vorigen Capitel geschah, immer je 4, 6, 8 Schläge lediglich als zusammenhängende, der rhythmischen Untergliederung nicht zugängliche Folge aufgefasst werden können, lehrten besondere probeweise Versuche, in denen sich dann der Athem nur im Ganzen, d. h. nur der Gesamtdauer dieser 4, 6, 8 Schläge anpasste.

Misst man die Abscissen von Inspiration und Expiration Reihe für Reihe, oder drückt sie auch nur durch die Anzahl der darunter stehenden elektromagnetischen Zacken der Kronecker'schen Metronomeinrichtung aus, so findet man alle 2 bis 5 Athemphasen einen Wechsel:

Beispiel 34. Die Länge der einzelnen Athemzüge ist hier durch die Anzahl von elektromagnetischen Zacken ausgedrückt, welche bei der betreffenden Geschwindigkeit die Länge der betreffenden Athemzüge einnehmen.

Reagent: H. Gale. Geschwindigkeit II.

Reiz	Zahl der Metronomzacken	nA	nP	L	mP	mA
MM. 67	4 4 5 3 4 4 4	7	$28\frac{3}{4}$	142,4	5,0	20
					— 0,1	— 2
84	5 4 6 5 6 5 6 5	$8\frac{1}{4}$	$29\frac{1}{4}$	143,7	4,9	18
					— 0,1	— 1
	4 4 4 5 5 5 6 6	$7\frac{3}{4}$	$27\frac{3}{4}$	131,8	4,8	17
					— 0,2	+ 1
124	8 8 7 8 8 8 7 8 9	$9\frac{3}{4}$	37	170,2	4,6	18*

Dieser Wechsel entspricht gleichzeitigen Höhenänderungen des Athems, zum Theil stimmt er auch mit den Traube-Hering'schen Schwankungen des Pulses überein.

Die Vertheilung der gegebenen Metronomschläge auf die Athemcurve ist nun bei vorhandener Unbefangenheit des Reagenten oder besonders gewünschter Passivität die in Fig. 1 dargestellte. Die Curven sind von rechts nach links zu lesen. Tritt jedoch größere Aufmerksamkeit ein, sei es, dass größere Geschwindigkeiten vorliegen oder in Folge besonderer Anstrengung des Reagenten, oder auf die besondere Anweisung hin, recht aufmerksam zu sein, so ist die Verteilung die in Fig. 2, und bei größeren Geschwindigkeiten der gegebenen Schläge die in Fig. 3 dargestellte.

Es hat sich also im Vergleich zum normalen Athem, bei welchem ja auch die Inspirationszeit kürzer als die Exspirationszeit ist, bei Fig. 1 nur der Zeiteintritt des Beginnes der Expiration und Inspiration

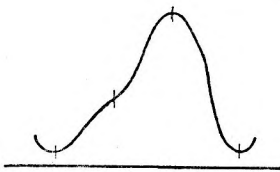


Fig. 1.

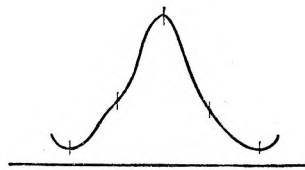


Fig. 2.



Fig. 3.

dem gegebenen Takt angepasst, bei Fig. 2 und 3 dagegen hat sich außerdem auch noch die Athemform in ihrer Gestalt verändert, wie denn auch bei willkürlicher Aufmerksamkeit die anderen Muskeln des Körpers einen gewissen Zwang erfahren.

Die erste Athemart, Fig. 1, findet sich auch vielfach beim Auftakt. Hier muss sie dem raschen Anstoß des Auftaktes zugeschrieben werden. Die zweite aber, Fig. 2 und 3, vielfach beim gewöhnlichen Takt. Doch sind diese Erscheinungen nicht sehr regelmäßig.

b. Rein subjectiver Takt.

Um bei dem nur rein subjectiv hineingehörten Takt zu wissen, welchen Schlag der Reagent eigentlich als taktbestimmend betont hat, muss man hier anders verfahren. Man gibt ihm die Anweisung; auf den Zuruf „jetzt“ im Laufe des Versuches mit seiner subjectiven Betonung fortzufahren, jedoch nun jeden betonten Schlag leise zu markiren, solange bis ihm wieder „halt“ zugerufen wird. Die markirten Zeitmomente werden wieder durch synchronisches Anstoßen des elektromagnetischen Schreibers fixirt und bei der Ausmessung hat man dann einfach von den markirten Strecken aus nach rechts und links in gleichen Abständen weiterzumessen, um auch an den nicht markirten die Betonung herauszufinden. Man stößt ja dabei schließlich wieder auf solch eine markirte Strecke und kann nun aus der Uebereinstimmung oder Nichtübereinstimmung leicht sehen, ob man richtig verfahren oder sich geirrt hat.

Man findet auf diese Weise, dass der Athem beim rein subjectiven Takt in ganz derselben Weise wie beim schon objectiv gegebenen, von den Reizen beeinflusst wird, d. h. dass auch hier ein häufiges Zusammenfallen der betonten Metronomschläge mit Athemgipfel und -thal eintritt.

Statt obiger Methode lässt sich auch folgende andere anwenden: Man verlangt vom Reagenten nicht die leise Markirung der von ihm betonten Schläge, sondern fällt einfach beim Ausmessen der Curve die Lothe von jedem Athemgipfel und -thal auf die genau darunter befindlichen, zu gleicher Zeit geschriebenen Zacken des elektromagnetischen Schreibers. An den Stellen nun, wo eine Zeit lang genau dieselben Punkte der Zacken getroffen werden, und diese Punkte überdies mit den Metronomschlägen genau synchronisch sind, dort hat man, wie man nach den obigen Versuchen als sehr wahrscheinlich annehmen kann, die subjectiv betonten Schläge herausgefunden. Von diesen gefundenen Punkten nun misst man dann einfach von rechts nach links weiter, wie das schon früher angegeben ist.

Sollten aber, z. B. beim Wechsel der hineingehörten Takte, ein paar Schläge vom Reagenten überhört, übersprungen worden sein, so wird man auch dies leicht bemerken, da dann eben die Regelmäßigkeit des Zusammentreffens an anderen Punkten erscheint.

Um nun aber auch für die spätere Durchsicht der Trommeln den Thatsachenbestand ein für alle Mal zu fixiren, kann man z. B. die Lothe, welche gerade auf die Mitten der elektromagnetischen Zacken fallen, ganz mit rother Tinte ausziehen, diejenigen aber, welche mehr nach der Ecke der Zacke zu fallen, nur punktirt zeichnen, und schließlich die Stellen, an denen kein Zusammentreffen stattfindet, auf irgend eine dritte Art markiren. Die Uebertragung der Athembewegung durch den Pneumatographen hindurch und ebenso die Bewegung des elektrischen Stroms und das Anziehen und Wiederlosschnellen des elektromagnetischen Schreibers verbrauchen zwar eine gewisse Zeit für sich, doch ist die Zeitdifferenz mit den wirklichen Vorgängen so gering, dass man sie in der Praxis ganz vernachlässigen kann.

Eine dritte Methode ist schließlich, dass man, statt die Lothe von den Athemgipfeln und -thalern zu fällen, vielmehr umgekehrt

auf der Mitte der Zacken nach oben zu die Lothe errichtet, diese treffen dann die Athemcurve. Die Stellen nun, an denen gerade Athemgipfel und -thäler getroffen werden, sind dann wieder die muthmaßlichen Zeitpunkte der subjectiven Betonung. Auf diese Weise findet man z. B. auch, dass, wenn man keine besondere Anweisung ertheilt, schon in die einfache Folge von Metronomschlägen vielfach vom Reagenten ein Zweivierteltakt hineingehört wird.

Auch bei diesen Methoden fand sich, dass beim rein subjectiven Takt in der That dieselben Erscheinungen in Bezug auf Zusammenfallen von Athemgipfel und -thal mit den einfachen bzw. den betonten Metronomschlägen eintreten, wie beim schon objectiv gegebenen Takte.

Auch eine Reihe von Versuchen, die gemeinsam mit Herrn Privatdocenten Dr. Meumann mit dem Wundt'schen Zeitsinnapparat angestellt wurden, lieferte dasselbe Resultat.

(Fortsetzung folgt.)
