

Rhythmus und Arbeit.

Von

Margaret Keiver Smith.

Aus dem psychologischen Institut von Prof. E. Meumann in Zürich.

Der vorliegenden Abhandlung über den Einfluss des Rhythmus auf körperliche und geistige Arbeit liegt folgender Plan zu Grunde.

Die Beziehungen zwischen Rhythmus und Arbeit sind zwar in letzter Zeit wiederholt behandelt worden, jedoch gehen die bisherigen Arbeiten nicht über die Sammlung gelegentlicher Beobachtungen und die Aufstellung von Hypothesen über den Einfluss des Rhythmus auf die Arbeit hinaus. Es fehlt sowohl an einer systematischen Feststellung der Thatsachen, als an wissenschaftlich begründeten Erklärungsversuchen, die den Einfluss der rhythmischen Regulierung des Arbeitstempos auf die Quantität und Qualität verschiedener Arten geistiger und körperlicher Arbeit unserm Verständniss nahe bringen. Wir wissen nicht einmal, unter welchen Bedingungen rhythmische Arbeit wirklich ein größeres Quantum und eine bessere Qualität der Leistung garantirt als unrhythmische; wir kennen die Ermüdungswirkung der einen oder andern Art von Arbeit nicht; es gibt keine zuverlässigen Angaben darüber, welche Gebiete geistiger und körperlicher Arbeit es sind, die durch den Rhythmus günstig beeinflusst werden, und es würde ganz besonders wünschenswerth sein, einfache geistige Leistungen unter dem Einfluss des Rhythmus zu untersuchen, und die pädagogische Bedeutung der Beziehungen zwischen Arbeit und Rhythmus festzustellen.

Ebenso fehlt es an einer Erklärung des Zusammenhangs zwischen rhythmischer Regulierung der Arbeit und dem wechselnden Erfolge derselben. Was insbesondere Bücher in seiner höchst werthvollen Materialiensammlung zu dieser Frage an Erklärungsversuchen

beibringt, bedarf noch der Bestätigung und Erweiterung nach der psychologischen wie physiologischen Seite hin. Welche Seite unseres geistigen Lebens ist es, in der wir den Einfluss des Rhythmus zu suchen haben? Wirken akustische Reize oder rhythmisch geordnete Bewegungsempfindungen primär auf das Gefühl, oder haben sie eine directe Beziehung zu motorischen Innervationen oder zur Regulirung der Arbeit unsrer Aufmerksamkeit?

Bücher scheint sich (ähnlich auch Billroth) zu sehr an solche Fälle zu halten, in denen die arbeitenden Individuen Tempo und Takt selbst wählen können, wie etwa beim Singen während der Arbeit, oder in denen beides durch Arbeitsgenossen bestimmt wird. In diesem Falle wird der Einfluss des Rhythmus auf die Arbeit meist ein günstiger sein; der Rhythmus zwingt zur Arbeit, aber Tempo und Pausen sind den Kräften des Einzelnen einigermaßen angepasst. Ganz anders stellt sich die Sache, wenn Rhythmus und Tempo dem Individuum durch rein objective Verhältnisse vorgeschrieben werden, wie es stets der Fall ist, wenn ein Arbeiter sich nach dem Tempo einer Maschine mit seinen Handgriffen richten muss. In solchen Fällen kann gerade die rhythmische Ordnung der motorischen Impulse vermöge des unerbittlichen Zwanges, mit welcher der Arbeitende fortgetrieben wird, zu einem außerordentlich hohen Grad von Ermüdung führen, die nach bekannten psychologischen Erfahrungen noch gesteigert wird durch die emotionell erregende Wirkung des Rhythmus. Die emotionelle Erregung wirkt anfangs erleichternd, auf die Dauer vermehrt sie bedeutend die Abspannung des Arbeitenden. Das Wohl des arbeitenden Individuums wird einem gesteigerten Arbeitsquantum geopfert.

Die Versuche, welche in der folgenden Abhandlung beschrieben werden, wollen nur einen Vorstoß in der Richtung unseres Themas machen. Sie sind ein erster Versuch, die Thatsachen festzustellen und einige Erklärungen als wahrscheinlich zu beglaubigen. Schon dieser Versuch zeigt aber, dass in der Frage der Beziehungen zwischen Rhythmus und Arbeit ein großes Forschungsgebiet vorliegt, das nach vielen Seiten den psychophysiologischen Untersuchungen neue Materialien und neue Fragen bringen wird.

Insbesondere hat die Auswahl der Arbeitsgebiete, die von der Verfasserin in ihren Beziehungen zum Rhythmus untersucht wurden,

zahlreiche Berührungspunkte mit Fragen der Psychophysik und der Psychologie des Gedächtnisses ergeben.

Diese Auswahl geschah nach folgendem Princip. Es wurde eine Stufenfolge von Arbeiten hergestellt, die wir kurz als niedere und höhere bezeichnen können, und welche jedes Mal mit und ohne Rhythmus ausgeführt wurden. Die niedrigste Stufe bildete die bloße Muskelarbeit, die auf psychischer Seite nichts als die richtige Vertheilung und Abstufung der Bewegungsimpulse erfordert. Von hier aus sollte der psychische Antheil an der »Arbeit« allmählich ein immer grösserer werden.

In der ersten Versuchsreihe wurde am Ergographen in der bekannten Weise ein Gewicht mit dem Mittelfinger gehoben, bis zu »totaler Ermüdung« der Versuchsperson. Die Hebung des Gewichtes wurde einmal ganz beliebig ausgeführt, mit der bloßen Anweisung, dass nach jeder Beuge- und Streckbewegung keine eigentliche Ruhepause gestattet sei, sondern sogleich fortgefahren werde; sodann arbeiteten die Versuchspersonen in verschieden vorgeschriebenem Rhythmus und Tempo. Die Arbeit am Ergographen kann als niedrigste Art der Arbeit bezeichnet werden. Die Versuchsperson hat nichts zu thun, als einen belasteten (überlasteten) Muskel vollständig und gleichmäßig zu contrahiren und wieder zu strecken, von einer Qualität der Arbeit kann fast nicht die Rede sein, höchstens kommt diese insofern in Betracht, als das Gewicht nach Möglichkeit gleich hoch gehoben werden muss, und die Curve der Hubhöhen keinen wirklich unregelmäßigen Verlauf zeigen darf. Der Mangel, der in dieser qualitativen Minderwerthigkeit der Arbeit am Ergographen liegt, sollte ausgeglichen werden durch eine von Herrn Professor Meumann vorgeschlagene Modification der Versuche, über die er in Kurzem selbst berichten wird.

Eine zweite Reihe von Experimenten untersucht das rhythmische Schreiben. Einfache buchstabenähnliche Formen oder Buchstaben oder Silben wurden abwechselnd mit und ohne Rhythmus geschrieben. Hierbei kann die Qualität der Leistung und der geistige Antheil schon eine größere Bedeutung für den Ausfall der Versuche gewinnen.

Eine dritte Reihe von Versuchen prüft den Einfluss des Rhythmus und des Tempos auf die Vergleichung gehobener Gewichte. Die

Versuche Fechner's (wesentlich modificirt) wurden hierbei zu Grunde gelegt. Bei der Vergleichung gehobener Gewichte bedarf es schon eines bedeutenden Maßes geistiger Concentration auf die kinaesthetischen Empfindungen (»Bewegungsempfindungen«, nicht auf die Hebungsgeschwindigkeit, wie unsere Versuche überzeugend darthun), um richtige Urtheile zu fllen. Die Versuche stehen daher wieder eine Stufe höher als die Schreibversuche.

Eine vierte Reihe pruft den Einfluss des Rhythmus, bezw. verschiedener Versmaße auf die Arbeit des Gedächtnisses, durch Auswendiglernen von Buchstaben und sinnlosen Silben mit und ohne vorgeschriebenen Sprechtakt.

Eine fünfte Reihe verfolgte die Absicht, die Wirkung des Rhythmus auf eine geistige Arbeit zu untersuchen, welche möglichst wenig motorischen Charakter hat. Es sollte hiermit die Beantwortung der Frage versucht werden, ob der Rhythmus auch über das Gebiet motorischer Innervationen hinaus geistige Arbeit günstig beeinflussen könne. Zu diesem Zwecke wurden Versuche mit »rein visuellem« Lernen nach einer neuen von Herrn Professor Meumann angegebenen Methode veranstaltet.

Das Ergebniss aller Versuche wird in dem Schlusscapitel erörtert; jedoch behält die Verfasserin sich vor, die Versuche sowohl wie die vorliegenden Resultate in einer späteren Abhandlung nach der psychologischen, pädagogischen und nationalökonomischen Seite hin zu erweitern und theoretisch zu verwerthen.

I.

Versuche mit dem Ergographen.

Die ergographischen Versuche finden hier nur eine kurze Erwähnung, weil ihr Resultat zweifelhaft blieb. Der verwendete Ergograph war ein in vielen Punkten verbesserter Apparat nach Kraepelin (von Herrn Mechaniker Zimmermann in Leipzig ausgeführt). Die Verbesserungen erstreckten sich namentlich auf die genauere Controlle der Arm- und Fingerlage, die durch besondere Anschläge genau von Versuch zu Versuch controllirt wurde. Es war anfangs die Absicht des Versuchsleiters, unrythmische Arbeit am Ergographen mit rythmischer bei verschiedenem Tempo zu vergleichen. Zu diesem Zwecke

wurden mehrere Versuchspersonen ausgewählt, die nie am Ergographen gearbeitet hatten, die also nicht wussten, dass gewöhnlich die Gewichtshebungen nach dem Takt des Metronoms ausgeführt werden.

Die Versuchspersonen arbeiteten in der üblichen Weise: bei den Beugebewegungen des Mittelfingers der rechten Hand wurde ein Gewicht von 5 kg (von den weiblichen Mitarbeitern 4 kg) bis zu »totaler Ermüdung«¹⁾ gehoben, während der Unterarm und die übrigen Finger regungslos gefesselt waren. Bei Streckbewegungen hoben die Versuchspersonen 2 oder 3 kg. Jeder Versuchsperson wurde zunächst »beliebiges Heben« gestattet.


Wir hofften, dass der eine oder andere unrythmisch oder doch in relativ unregelmäßiger Zeitfolge seine Hebungen ausführen würde, um dann später nach dem Metronom in gegebenem Takt arbeiten zu lassen. Allein jede Versuchsperson arbeitete stets sogleich nach den ersten 2—3 Hebungen in einem ziemlich schnellen, oft weniger als 2 Sec. betragenden Tempo mit großer Gleichmäßigkeit, wobei der Rhythmus, der durch die abwechselnde Hebung und Senkung des Gewichts entsteht, sofort als Reiz zu vollkommen taktmäßiger Folge der Bewegungen wirkt. Ein eigentlicher Vergleich zwischen rhythmischer und unrythmischer Arbeit am Ergographen erscheint also fast als ausgeschlossen. Trotzdem zeigten sich gewisse Unterschiede in dem Erfolg der ergographischen Hebungen mit und ohne Metronom. Die Arbeit bei gegebenem Rhythmus ist etwas gleichmäßiger, und wenn die Versuchsperson für Rhythmus empfänglich ist, pflegt für sie bei einem bestimmten Tempo, das individuell übrigens außerordentlich verschieden ist, die quantitativ günstigste Arbeitsleistung einzutreten. Am auffallendsten war dies bei einer Versuchsperson, Fräulein Bo., welche bei dem schnellen Tempo von 100 Metronomschlägen in der Sec., bei 3 kg Gewicht eine bedeutend höhere Arbeitsleistung zeigte als ohne Rhythmus; bezw. bei den ersten, selbstgewählten Hebezzeiten.

Wegen der Unbestimmtheit des Ergebnisses der ergographischen Versuche geht die Verfasserin nicht näher auf sie ein und verweist auf die oben erwähnten Versuche von Prof. Meumann, die beim Abschluss dieser Abhandlung noch nicht beendet waren.

1) Ueber die Berechtigung dieses Ausdrucks vgl. D. Gineff, Prüfung der Methoden zur Messung geistiger Ermüdung, Zürich 1898.

II.

Versuche mit Schreibübungen.

Die ersten Versuche waren eine Reihe von einfachen Schreibübungen, deren Zweck war, zu finden, ob das Schreiben mit einem bestimmten Takte leichter wäre als ohne Takt, und ob die Quantität oder Qualität der Leistung unter den verschiedenen Zuständen dabei beeinflusst würde. Es wurde eine Einheit der Arbeit gewählt, die immer wiederholt werden sollte und deren Bewegungen sich den Schlägen des Metronoms leicht anpassen ließen. Die Einheit, die zuerst gewählt wurde, war das umgekehrte Oval und entsprach der nebenstehenden Figur:  Bei der Ausführung dieses Ovals sind vier nacheinander folgende Bewegungen möglich, ohne die Feder vom Papier aufzuheben. Um der Schreibübung den Charakter einer bestimmten Arbeitsleistung zu geben, wurden die Versuchspersonen angehalten, allen Figuren die gleiche Höhe von ungefähr 12 mm und dem mittleren geschlossenen Oval in halber Höhe den größten Quadratdurchmesser zu geben, der den beiden Abständen der seitlichen auf- und absteigenden Linien entsprechen sollte. Die ganze Breite einer Figur betrug ungefähr die Hälfte ihrer Höhe. Diese Proportionen immer beizubehalten, machte das Ziel aus, nach dessen Erreichung die Versuchsperson immer strebte.

Wegen der Beschäftigung der Versuchspersonen, war es unmöglich die Versuche jeden Tag nacheinander fortzuführen, deswegen wurden sie so eingerichtet, dass sie an jedem zweiten Tage zu derselben Zeit stattfanden.

Die Versuchsperson, Herr stud. phil. Re., ein Deutscher, war für den Rhythmus empfänglich, aber an das Metronom nicht gewöhnt. Er war musikalisch und hatte von früherher Erfahrung über das Schreiben nach dem Takt.

Die Reihe der Versuche dauerte zehn Tage, während welcher Zeit die Versuchsumstände nicht geändert wurden. Das Metronom wurde für 60 Schläge per Minute eingestellt. Das Schema der Versuche war wie folgt:

- I. Tag. 12. Juli 1898. Anfang 2 Uhr 40 Min., Ende 3 Uhr 10 Min.
 1. Uebung 2 Uhr 40 Min. bis 2 Uhr 50 Min. Ohne Metronom.
 10 Min. Pause von 2 Uhr 50 Min. bis 3 Uhr.
 2. Uebung 3 Uhr bis 3 Uhr 10 Min. Mit Metronom 60.

- II. Tag. 14. Juli 1898. Anfang 2 Uhr 40 Min., Ende 3 Uhr 10 Min.
 1. Uebung 2 Uhr 40 Min. bis 2 Uhr 50 Min. Mit Metronom 60.
 10 Min. Pause von 2 Uhr 50 Min. bis 3 Uhr.
 2. Uebung 3 Uhr bis 3 Uhr 10 Min. Ohne Metronom.
- III. Tag. 16. Juli 1898. Anfang 2 Uhr 40 Min., Ende 3 Uhr 10 Min.
 1. Uebung 2 Uhr 40 Min. bis 2 Uhr 50 Min. Ohne Metronom.
 10 Min. Pause von 2 Uhr 50 Min. bis 3 Uhr.
 2. Uebung 3 Uhr bis 3 Uhr 10 Min. Mit Metronom.
- IV. Tag. 18. Juli 1898. Anfang 2 Uhr 40 Min., Ende 3 Uhr 10 Min.
 1. Uebung 2 Uhr 40 Min. bis 2 Uhr 50 Min. Mit Metronom 60.
 10 Min. Pause von 2 Uhr 50 Min. bis 3 Uhr.
 2. Uebung 3 Uhr bis 3 Uhr 10 Min. Ohne Metronom.
- V. Tag. 20. Juli 1898. Anfang 2 Uhr 40 Min., Ende 3 Uhr 10 Min.
 1. Uebung 2 Uhr 40 Min. bis 2 Uhr 50 Min. Ohne Metronom.
 10 Min. Pause von 2 Uhr 50 Min. bis 3 Uhr.
 2. Uebung 3 Uhr bis 3 Uhr 10 Min. Mit Metronom 60.
- VI. Tag. 22. Juli 1898. Anfang 2 Uhr 40 Min., Ende 3 Uhr 10 Min.
 1. Uebung 2 Uhr 40 Min. bis 2 Uhr 50 Min. Mit Metronom 60.
 10 Min. Pause von 2 Uhr 50 Min. bis 3 Uhr.
 2. Uebung 3 Uhr bis 3 Uhr 10 Min. Ohne Metronom.
- VII. Tag. 24. Juli 1898. Anfang 2 Uhr 40 Min., Ende 3 Uhr 10 Min.
 1. Uebung 2 Uhr 40 Min. bis 2 Uhr 50 Min. Ohne Metronom.
 10 Min. Pause von 2 Uhr 50 Min. bis 3 Uhr.
 2. Uebung 3 Uhr bis 3 Uhr 10 Min. Mit Metronom 60.
- VIII. Tag. 26. Juli 1898. Anfang 2 Uhr 40 Min., Ende 3 Uhr 10 Min.
 1. Uebung 2 Uhr 40 Min. bis 2 Uhr 50 Min. Mit Metronom 60.
 10 Min. Pause von 2 Uhr 50 Min. bis 3 Uhr.
 2. Uebung 3 Uhr bis 3 Uhr 10 Min. Ohne Metronom.
- IX. Tag. 28. Juli 1898. Anfang 2 Uhr 40 Min., Ende 3 Uhr 10 Min.
 1. Uebung 2 Uhr 40 Min. bis 2 Uhr 50 Min. Ohne Metronom.
 10 Min. Pause von 2 Uhr 50 Min. bis 3 Uhr.
 2. Uebung 3 Uhr bis 3 Uhr 10 Min. Mit Metronom 60.
- X. Tag. 30. Juli 1898. Anfang 2 Uhr 40 Min., Ende 3 Uhr 10 Min.
 1. Uebung 2 Uhr 40 Min. bis 2 Uhr 50 Min. Mit Metronom 60.
 10 Min. Pause von 2 Uhr 50 Min. bis 3 Uhr.
 2. Uebung 3 Uhr bis 3 Uhr 10 Min. Ohne Metronom.

Es wurden also täglich zwei Uebungen von je 10 Minuten vorgenommen, zwischen denen eine gleichlange Pause lag; die ganze Zeit einer Uebung betrug also an jedem Tage 30 Minuten. Am ersten Tage fand die Uebung vor der Pause ohne Metronom und die nach der Pause mit demselben statt; am zweiten Tage wurde das Metronom während der ersten Uebung angewandt, während der zweiten

Uebung dagegen nicht. In dieser Weise wechselte der Gebrauch des Metronoms während der zehn Tage zwischen den Uebungen ab, um die mögliche Ermüdung der zweiten Periode zu compensiren. Das Schema des dritten Tages war dasselbe wie das des ersten, dagegen entsprach das Schema des vierten Tages dem des zweiten u. s. w. Die Zeit wurde mit einer »Fünftelsecundenuhr« gemessen.

Die folgende Tafel enthält die Resultate während dieser Zeit.

Ohne Metronom			Mit Metronom 60		
Tage	Zeit	Einheiten	Tage	Zeit	Einheiten
1. 12. Juli 98	2 ⁴⁰ —2 ⁵⁰	69	1. 12. Juli 98	3 —3 ¹⁰	130
2. 14. »	3 —3 ¹⁰	143	2. 14. »	2 ⁴⁰ —2 ⁵⁰	140
3. 16. »	2 ⁴⁰ —2 ⁵⁰	111	3. 16. »	3 —3 ¹⁰	146
4. 18. »	3 —3 ¹⁰	146	4. 18. »	2 ⁴⁰ —2 ⁵⁰	137
5. 20. »	2 ⁴⁰ —2 ⁵⁰	137	5. 20. »	3 —3 ¹⁰	145
6. 22. »	3 —3 ¹⁰	157	6. 22. »	2 ⁴⁰ —2 ⁵⁰	133
7. 24. »	2 ⁴⁰ —2 ⁵⁰	137	7. 24. »	3 —3 ¹⁰	143
8. 26. »	3 —3 ¹⁰	145	8. 26. »	2 ⁴⁰ —2 ⁵⁰	125
9. 28. »	2 ⁴⁰ —2 ⁵⁰	130	9. 28. »	3 —3 ¹⁰	147
10. 30. »	3 —3 ¹⁰	142	10. 30. »	2 ⁴⁰ —2 ⁵⁰	150
1317 (1172)			1396 (1271)		

Wegen einer Störung am achten Tage war die Leistung der ersten Uebung (mit Metronom) quantitativ bedeutend geringer als die der zweiten Uebung desselben Tages (ohne Metronom). Deswegen sind die Berechnungen auf zweierlei Art ausgeführt, nämlich zunächst mit den Leistungen dieses Tages, in welchem Falle die Summe der Einheiten für die zehn Uebungen mit dem Metronom 1396 beträgt, das heißt 79 mehr als die Summe der Einheiten für die zehn Uebungen ohne Metronom, und dann ohne die Resultate der beiden Uebungen des achten Tages, in welchem Falle die Summe der Einheiten für die zehn Uebungen mit dem Metronom 1271 war, das heißt 99 mehr, als die Summe der Einheiten für die zehn Uebungen ohne Metronom.

Der größte Unterschied zwischen den Leistungen mit und ohne Metronom ergibt sich aus einem Vergleich der Resultate für den ersten Tag, an welchem die erste Uebung ohne Metronom stattfand. Die Versuchsperson schrieb während der ganzen Versuchszeit von 10 Minuten ohne Unterbrechung, aber in einem Tempo, das viel langsamer als das vom Metronom angegebene war. Nach dem ersten Gebrauche des Metronoms war der Einfluss desselben auf das von der Versuchsperson eingeschlagene Tempo deutlich erkennbar. Die Bewegungen wurden von nun an stets nach dem angegebenen Tempo auszuführen gesucht, weshalb die Quantität der Leistungen nie wieder zu der der ersten Uebung herabsank. Der Einfluss des Metronoms auf die Uebungen ohne Metronom war am auffallendsten an den Tagen, an welchen ihnen Uebungen mit Metronom vor der Pause vorausgingen; dies war der Fall am 2., 4., 6., 8. und 10 Tage. Oft waren an diesen Tagen die Leistungen während der Uebungen ohne Metronom größer als diejenigen während der Uebungen mit demselben.

Um den Einfluss des Metronoms auf die Uebungen, bei denen es nicht gebraucht wurde, näher zu zeigen, ist ein Vergleich zwischen den Uebungen, in welchen das Metronom am Anfang des Versuches gebraucht wurde, und denjenigen, in welchen es nicht am Anfange angewendet wurde, in folgender Tabelle angestellt worden.

Mit Metronom am Anfang		Ohne Metronom am Anfang		
Tage	Einheiten	Tage	Einheiten	
1. 12. Juli	69	2. 14. Juli	140	
3. 16. »	111	4. 18. »	137	
5. 20. »	137	6. 22. »	133	
7. 24. »	137	8. 26. »	125 +	+ Störung
9. 28. »	130	10. 30. »	150	685
	584		685	— 584
				101

Hier ist die Summe der Leistungen an den Tagen, wo das Metronom am Anfang des Versuches gebraucht wurde, um 101 größer als

die Summe der Leistungen an den Tagen, wo es am Anfange nicht gebraucht wurde.

Vergleicht man die Uebungen, die mit dem Metronom am Anfange eines Versuches stattfanden, mit denjenigen, bei welchen es nach der Pause angewendet wurde, so sieht man, dass die Resultate dieser Gruppe die der ersteren um ein Geringes übertreffen.

Metronom bei der 1. Uebung		Metronom bei der 2. Uebung		
Tage	Einheiten	Tage	Einheiten	
2. 14. Juli	140	1. 12. Juli	130	
4. 18. >	137	3. 16. >	146	
6. 22. >	133	5. 20. >	145	
8. 26. >	125 +	7. 24. >	143	+ 711
10. 30. >	150	9. 28. >	147	- 685
	685		711	26

Bei der zweiten Uebung war die Versuchsperson für die Arbeit immer etwas besser disponirt als bei der ersten. Dies ist vielleicht der Grund für die etwas größere Leistung während der zweiten Uebung.

Um den Einfluss des Metronoms auf die Uebungen, bei denen kein Metronom gebraucht wurde, klarer sehen zu können, folgt ein Vergleich zwischen den Resultaten der Uebungen ohne Metronom am Anfange und denjenigen der Uebungen ohne Metronom am Ende des Versuches.

Hier zeigt sich, dass der Gebrauch des Metronoms bei der ersten Uebung einen bedeutenden Einfluss auf die Resultate der zweiten gehabt hat. Das Tempo der Versuchsperson wurde dabei bestimmt, so dass sie mehr leisten konnte, als wenn sie nach Belieben schrieb.

Bei einem Tempo von 60 Schlägen per Minute und der Nothwendigkeit, vier Bewegungen bei jeder Einheit auszuführen, war die größte mögliche Leistung in 10 Minuten 150 Einheiten. Am ersten Tage hat die Versuchsperson diesen Takt eingehalten und 150 Einheiten geschrieben, ohne einen Schlag des Metronoms zu verlieren. Am sechsten Tage aber betrug die Leistung bei der zweiten Uebung

ohne Metronom 157 Einheiten in 10 Minuten. In diesem Falle berichtete die Versuchsperson, dass sie mit dem Tempo der vorhergehenden Uebung angefangen und dasselbe allmählich beschleunigt habe. Ihr gewöhnliches Tempo war zu dieser Zeit langsamer als das Tempo des Metronoms, und diese unwillkürliche Beschleunigung war der Anfang einer Entwicklung in ihren Bewegungen, die später bei anderen rhythmischen Uebungen sehr bemerkbar war. Zu dieser Zeit hat sie immer gesagt, dass 60 Bewegungen der Hand per Minute genug wären; später hat sie eine ungewöhnliche Fähigkeit, irgend ein gegebenes Tempo anzunehmen und sich danach einzurichten, bewiesen.

Ohne Metronom bei der 1. Uebung		Ohne Metronom bei der 2. Uebung		
Tage	Einheiten	Tage	Einheiten	
1. 12. Juli	69	2. 14. Juli	143	
3. 16. »	111	4. 18. »	146	
5. 20. »	137	6. 22. »	157	
7. 24. »	137	8. 26. »	145	733
9. 28. »	130	10. 30. »	142	— 584
	584		733	149

In Bezug auf den Gebrauch des Metronoms bei der ersten Uebung des zweiten Tages (14. Juli) hat die Versuchsperson selber berichtet: »In den letzten vier Minuten etwa ging die Arbeit leichter von statten; in den ersten vier Minuten dagegen schien mir das Tempo kaum einhaltbar, wodurch ein unangenehmes Gefühl erzeugt wurde«.

Bei der zweiten Uebung (ohne Metronom) an diesem Tage berichtet sie: »Während dieser Uebung verfiel ich unwillkürlich in das vom Metronom vorher angegebene Tempo, welches ich bis zum Schluss der Uebung einhielt«.

Am dritten Tage (16. Juli) berichtet sie nach der ersten Uebung (ohne Metronom): »Auch heute verfiel ich schon bei der zweiten Zeile in ein Tempo, das dem etwa gleich war, welches früher angegeben wurde«.

Am sechsten Tage (22. Juli) hat sie protokollirt: »Bei der zweiten

Uebung ohne Metronom glaube ich mit dem vorigen Tempo angefangen zu haben; während des Schreibens hat es sich jedoch beschleunigt«.

Am achten Tage (26. Juli) berichtet sie: »Durch eine längere Unterbrechung ist die heutige Leistung quantitativ hinter den Leistungen der vorhergehenden Uebungen zurückgeblieben, und zwar um etwa eine Reihe«.

Schlussbemerkungen.

Das Ergebniss dieser Reihe von Versuchen lässt sich so formuliren.

1. Jede Person hat ihr eigenes Tempo zur Schreibbewegung, welches zwischen gewissen Grenzen veränderlich ist.

2. Der angewendete Takt ist geeignet, die Trägheit und die Ermüdung zwischen gewissen Grenzen zu compensiren, indem er die Quantität der Leistung garantirt.

3. Es ist zweifelhaft, ob der Rhythmus direct auf die Qualität der Arbeit wirkt. Auf die Quantität derselben ist er direct wirksam und zwar aus dem unter 2 angegebenen Grunde.

4. Alle regelmäßigen, schnell wiederkehrenden Bewegungen desselben Gliedes des Körpers haben die Tendenz, taktmäßig zu werden, und können Anlass zur Perception bestimmter Rhythmen sein.

5. In den Tabellen tritt der Einfluss des Rhythmus auf die Qualität der Leistung nicht hervor. Dieser ist aber nicht minder bemerkenswerth, als die quantitative Steigerung der Schreibleistung. In den meisten Fällen wird die Qualität der Buchstaben verschlechtert, ihre Ausführung ist weniger genau; die Qualität nimmt sehr ab, sobald das Tempo für die Versuchsperson irgend zu schnell ist, sie scheint dabei dem Zwange zur Erreichung eines durch den Rhythmus bedingten Quantums geopfert.

Es wird Aufgabe der anderen Experimente sein, diese Ansichten zu bestätigen oder zu verneinen.

Zweite Reihe von Versuchen.

Um den Einfluss des Metronoms auf die Uebungen, die ohne Metronom ausgeführt wurden, zu vermeiden, wurde eine Reihe von Versuchen für 10 Tage eingerichtet, in welcher die Versuchsperson die ersten fünf Tage ohne und die zweiten fünf mit Metronom schrieb.

Die Resultate von diesen zwei Gruppen von Versuchen (ohne und mit Metronom) wurden verglichen. Der Zweck der Versuche war identisch mit dem vorher erwähnten.

Täglich fand nur eine Uebung von 15 Minuten statt. Wie bei den vorigen Versuchen war das Metronom für 60 Schläge per Minute eingestellt. Die Einheit der Arbeit war das Wort: »*minim*«.

Für das Schreiben waren folgende Bedingungen gestellt: Die Buchstaben sollten alle gleich hoch sein (5 mm). Die Distanzen zwischen den einzelnen Buchstaben sollten folgende sein:

Distanz zwischen	1	und 2	(<i>m-i</i>)	=	7 mm,
»	»	2	» 3	(<i>i-n</i>)	= 5 mm,
»	»	3	» 4	(<i>n-i</i>)	= 5 mm,
»	»	4	» 5	(<i>i-m</i>)	= 7 mm.

Beim Schreiben des Wortes wurde jede Bewegung von oben nach unten mit dem Schläge des Metronoms ausgeführt, so dass das Schreiben jedes Wortes eine Zeit von 10 Secunden erforderte. Mit einem Tempo von 60 Schlägen per Minute betrug die größte mögliche Leistung in 15 Minuten 90 Einheiten.

Die Versuchsperson, Herr stud. phil. M. a. war ein Grieche. Er war an die lateinische Schrift nicht besonders gewöhnt, und für den akustischen Takt gar nicht empfänglich.

Die Leistungen an den verschiedenen Tagen sind auf der folgenden Tafel zusammengestellt.

Dieser Gewinn auf der Seite des angewendeten Taktes ist nicht so unbedeutend, wie es auf den ersten Blick scheint, wenn wir uns erinnern, dass für die Leistung jeder Einheit eine Zeit von 10 Secunden nöthig war. Dazu kommt noch, dass auch bezüglich der Qualität der Arbeit eine bedeutende Verbesserung zu bemerken war. Am Anfang der Uebungen waren die Buchstaben nicht voneinander getrennt, ja kaum voneinander zu unterscheiden. Bei den Versuchen ohne Metronom war das Schreiben ohne Charakter und machte mehr den Eindruck des Anfangsschreibens eines Kindes. Erst der angewendete Takt gab den Bewegungen der Hand (und der Finger) eine gewisse Regelmäßigkeit, die bei den Uebungen ohne Takt gar nicht zu sehen war.

Wie schon gesagt, war die größte mögliche Leistung während einer Uebung 90 Einheiten. Die Versuchsperson hat aber nie die

Hälfte dieser Zahl geschrieben. Der Grund für die geringe Quantität der Leistung lag scheinbar im Mangel an Fähigkeit in den Muskeln der Hand und des Armes, sich den nothwendigen Bewegungszeiten anzupassen. Auch war Mangel in der Concentration der Aufmerksamkeit zu bemerken.

Ohne Metronom		Mit Metronom		
Tage	Einheiten	Tage	Einheiten	
1. 1. Aug. 98	29	6. 6. Aug. 98	43	
2. 2. >	31	7. 7. >	36,5	
3. 3. >	36	8. 8. >	39	
4. 4. >	35	9. 9. >	39	197
5. 5. >	35	10. 10. >	39,5	— 166
	166		197	31
Mittelwerth der täglichen Leistung = 33,2		Mittelwerth der täglichen Leistung = 39,5		
				39,5
				— 33,2
				<u>6,3</u>

Die Arbeit war nicht leicht, und da der Takt zuerst zur Anstrengung nöthigte, stellte sich ein unangenehmes Gefühl ein. Später erhielt der Schlag des Metronoms die Bedeutung einer Stütze und verursachte eine Erneuerung der Aufmerksamkeit. In Folge dessen wurden die Bewegungen allmählich regelmäßig; auch war eine Vermehrung der Concentration zu bemerken. Nach Beendigung der Versuche hatte die Versuchsperson noch zwei weitere Uebungen (11. und 12. August) ohne Metronom. Die Resultate derselben waren aber mit denen der Uebungen ohne Metronom während der ersten fünf Tage gar nicht zu vergleichen. Der Einfluss des Metronoms trat sogleich klar zu Tage. Zunächst vermisste die Versuchsperson den äußerlichen Takt und empfand in Folge dessen ein bestimmtes unangenehmes Gefühl. Nach einiger Zeit sagte sie mit großer Befriedigung: »Nun habe ich einen Takt in mir gefunden!« und begleitete von da an die Schreibbewegungen mit Zählen. Jetzt wurde

die Arbeit fast so regelmäßig wie beim Schläge des Metronoms. Die Versuchsperson war nicht rhythmisch veranlagt und konnte den Takt nicht immer strenge einhalten; deshalb war die Leistung nicht so groß wie die mit dem Metronom.

Die Versuchsperson berichtet über ihre Arbeit¹⁾ am 6. Aug. 1898, Metronom 60:

»Am Anfang fühlte ich mich ganz gestört, und darum konnte die Hand nicht regelmäßig schreiben. Nach 2 oder 3 Minuten trat ein sehr angenehmes Gefühl ein. Während des Schreibens habe ich gemerkt, dass man im Takt besser schreibt.«

7. Aug. Metronom 60.

»Heute war das angenehme Gefühl bis zum Ende vorhanden.«

8. Aug. Metronom 60.

»Heute habe ich gefunden, dass das Metronom langsam ging. Es wäre mir angenehm, wenn der Takt ein wenig beschleunigt würde. Es ist keine Schwierigkeit eingetreten, und ich möchte gerne fort-schreiben.«

9. Aug. Metronom 60.

»Heute fand ich den Takt schneller. Das Schreiben machte mir Mühe, doch war das Gefühl angenehm.«

11. Aug. Ohne Metronom.

»Der Schlag des Metronoms liegt mir fortwährend im Ohr; ich schreibe deshalb immer ungestört im Takt. Es fällt mir nun ein, dass ich ohne Metronom schreibe, aber doch im Takt. Ich denke, dass ich mich täusche. Ich versuche, ohne den im Gedächtniss schlagenden Takt zu schreiben; nein, — es ist mir zu unangenehm. Also wieder im Takt! Es fällt mir ein, statt des Metronomschlages eins, zwei zu zählen, was auch geschieht. Ich bin fast überzeugt, dass ich strenge im Takt schreibe.«

12. Aug. Ohne Metronom.

»Heute schreibe ich mit ruhigem Gemüth. Der Takt des Metro-noms, denke ich jetzt, versetzte mich in zu große Spannung.«

Ergebniss. Die Ergebnisse dieser Versuche sind im allgemeinen dieselben wie in der ersten Reihe. Auffallend ist nur die in der ersten Reihe weniger hervortretende gelegentliche Verbesserung der

1) Die Protokolle sind nur mit Auswahl wiedergegeben.

Qualität der Schrift. Sie ist unzweifelhaft eine individuelle Eigenthümlichkeit der Versuchsperson, die sehr der Disciplin bedurfte. Dies stimmt zu ihrer eigenen Aussage.

Dritte Reihe von Versuchen.

Zu dieser Zeit wurde auch eine Reihe von sechs Schreibübungen eingerichtet, bei welchen das Metronom abwechselnd gebraucht wurde. Während der sechs Tage fand täglich eine Uebung von 15 Minuten statt. Wie vorher wurde das Metronom für 60 Schläge per Minute eingestellt.

Die Einheit der Arbeit war der große Buchstabe *D*, der unter den folgenden Bedingungen gemacht wurde: ohne die Feder aufzuheben wurde der Buchstabe mit sechs Bewegungen geschrieben. Beim Gebrauche des Metronoms ist jede Bewegung mit Takt begleitet worden. Daher war für die Leistung jeder Einheit eine Zeit von sechs Secunden erforderlich. Alle geschlossenen Räume hatten dieselbe Breite außer dem Oval, welches bei der 5. und 6. Bewegung entstand und zweimal so breit war, als die anderen Abstände.

Die größte mögliche Leistung in 15 Minuten war 150 Einheiten.

Um eine gewisse Geschicklichkeit und Regelmäßigkeit der Bewegungen zu gewinnen, fanden verschiedene vorbereitende Uebungen vor dem Anfange der regelmäßigen Versuchsreihe statt.

Die Versuchsperson Fräulein Eb., Studentin der germanistischen Sprachen, eine Deutsch-Amerikanerin, war unmusikalisch und von starker rhythmischer Empfindlichkeit. Sie war an das Metronom gewöhnt, weil sie es als Kind bei den Clavierübungen immer gebraucht hatte.

Die Leistungen während der verschiedenen Uebungen mit und ohne Metronom sind in der folgenden Tafel zusammengestellt.

Ohne Metronom		Mit Metronom	
Tage	Einheiten	Tage	Einheiten
1. 24. Juli 98	75	2. 25. Juli 98	114
3. 26. >	95	4. 27. >	106
5. 28. >	98	6. 29. >	109
	268		329

329

— 268

61

Bei diesen Versuchen wurde die Qualität der Arbeit bedeutend verbessert. Es ist aber wahrscheinlich, dass die Quantität derselben dabei etwas verloren hat. Die Versuchsperson hat absichtlich versucht, schöne Buchstaben zu schreiben, und hat daher bei jeder Uebung lange nicht die ganze Möglichkeit der Leistung erfüllt. Es schien, dass die Ursache der Verbesserung nicht auf denselben Grund wie in der vorigen Reihe zurückgeführt werden kann. Während hier die regelmäßigen, genauen Bewegungen schon versichert waren und sich fast automatisch nach dem Takt vollzogen, so dass die Versuchsperson Gelegenheit hatte, die Aufmerksamkeit auf die Qualität ihrer Arbeit zu richten, war die Versuchsperson dort genöthigt, die Aufmerksamkeit auf jede Bewegung zu richten, deren Ausführung jedes Mal einen bestimmten Act des Wollens bedeutete.

Bericht der Versuchsperson.

2. Tag. 25. Juli. Metronom 60.

»Anfangs hatte ich das Gefühl, als ob ich mich beeilen müsse. Dann verging dieses ganz, doch fühlte ich den Zwang des Taktes. Nachher stellte sich ein eigenes Klingen in den Ohren ein, zwei verschiedene scharfe Töne folgten sogleich auf den Glockenschlag des Metronoms.«

4. Tag. 27. Juli. Metronom 60.

»Der regelmäßige Schlag des Metronoms übte einen solchen Zwang auf mich aus, dass ich ohne Unterbrechung schreiben musste, bis die Hand ermüdete und ich einige Augenblicke zu halten genöthigt war.«

Obgleich die Versuchsperson sich augenblicklich nach dem Takte richten konnte, so lag für sie doch ein treibendes Moment in demselben. Wenn ihr auch der Ton nicht unangenehm war, so blieb sie doch durch denselben nicht ungenirt. Eine Aufregung fand statt, welche sich in der Bildung von eigenthümlichen Associationen in Bezug auf den Klang bewies.

Schlussbemerkungen.



1. In seinem Effect auf die Gefühlslage des Arbeitenden gibt es einen bestimmten Unterschied zwischen dem Rhythmus, der durch den akustisch gegebenen Takt, und dem Rhythmus, der durch die freien Bewegungen des Körpers bei selbstgewähltem Tempo verursacht ist. Der erste kann auch einen erschöpfenden Einfluss auf den

Körper haben, während der letzte ein Mittel der körperlichen Erfrischung sein kann.

2. Dass die Geschicklichkeit eine Bedingung der günstigen Wirkung des Rhythmus ist, ist bei dieser Reihe von Versuchen klarer zu sehen als bei der vorigen.

3. Der physische Zustand hat vieles mit der Fähigkeit, den Rhythmus leicht zu percipiren, zu thun. Sobald der Takt nicht mit der natürlichen Zeitfolge der motorischen Innervationen im Einklang steht, entsteht ein unangenehmes Gefühl, und der Rhythmus ist nutzlos, oder wirkt in hohem Grade ermüdend.

Vierte Reihe von Versuchen.

Eine vierte Reihe von Schreibversuchen mit dem vorher erwähnten Zweck wurde am 14. März 1899 angefangen und während zehn Tage regelmäßig fortgeführt. Es fanden täglich zwei Uebungen von je 10 Minuten statt, zwischen denen eine Pause von 5 Minuten lag. Es wurden zwei Einheiten geschrieben, nämlich das in der ersten Reihe schon verwendete Oval  und seine Umkehrung . Diese wechselten so miteinander ab, dass in der ersten Uebung das Oval, in der zweiten seine Umkehrung geschrieben wurde. Es war zur Bedingung gemacht, dass der geschlossene Raum doppelt so breit sein sollte, als einer der beiden offenen Räume an jeder Seite. Die ganze Breite der Einheit sollte ungefähr die Hälfte ihrer Höhe betragen.

Das Metronom gab 72 Schläge in der Minute an, und wurde an jedem zweiten Tage gebraucht. Die größte mögliche Leistung während einer Uebung von 10 Minuten betrug 180 Einheiten, während der beiden Uebungen an einem Tage betrug sie in den 20 Minuten 360 Einheiten. Die Versuchsperson hat diese Leistung nur einmal erreicht, als sie 183 Einheiten in 10 Minuten schrieb. Der Grund dafür schien in einem nervösen Zustand der Erwartung zu liegen, in welchem die Vorstellung des Schlages reproducirt wurde, bevor die wirkliche Wahrnehmung desselben ins Bewusstsein trat; in Folge dessen wurde die Bewegung etwas zu frühzeitig ausgeführt.

Die Versuchsperson, Fräulein He., Studentin der germanischen Sprachen, eine Deutsch-Amerikanerin, war musikalisch gebildet und auch für den Rhythmus empfänglich. Sie hatte schon fast 2 Monate

Erfahrung als Versuchsperson bei der Untersuchung über den Einfluss des Rhythmus beim Auswendiglernen von sinnlosen Silben.

Obleich sie ohne Mühe im Takt schrieb, war ihr die Arbeit doch nicht ganz angenehm, da im Schlag des Metronoms die unerbittliche Nöthigung zu rastloser Thätigkeit für sie lag.

Die Leistungen während der zehn Tage sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Ohne Metronom			Mit Metronom			
Tage	Einheiten		Tage	Einheiten		
1. 14. März 99	1. Uebung	75	2. 15. März 99	1. Uebung	161	
	2. >	103		2. >	167	
3. 16. >	1. >	93	4. 17. >	1. >	168	
	2. >	118		2. >	169	
5. 18. >	1. >	109	6. 19. >	1. >	159	
	2. >	110		2. >	162	
7. 20. >	1. >	117	8. 21. >	1. >	168	1681
	2. >	123		2. >	168	— 1115
9. 22. >	1. >	123	10. 23. >	1. >	176	566
	2. >	144		2. >	183	
1115			1681			

Der Takt von 72 Schlägen in der Minute war bedeutend schneller als das natürliche Tempo der Versuchsperson; deswegen war die Leistung beim Gebrauche des Metronoms soviel größer als ohne dasselbe. Die Versuchsperson war kräftig und in gutem, nervösem Zustande; deswegen hat der Leiter gewagt, sie zu ungewöhnlicher Thätigkeit zu zwingen. Es ist aber zu bemerken, dass im Falle von nervöser Anstrengung ein lange fortgesetztes Experiment von dieser Art nicht rathsam wäre, da es in hohem Grade ermüdet. Bei diesen Versuchen wurde die Zahl der Pulsschläge der Versuchsperson während der Uebung bedeutend geringer; eine Ausnahme davon machte der erste Versuch, bei welchem der Puls von 82 auf 96 Schläge in der Minute stieg. Die Leistung während der Uebungen, in denen das zuerst angegebene Oval geschrieben wurde, unterschied sich quantitativ immer nur wenig von derjenigen, die in den Uebungen mit

der Umkehrung dieses Ovals erreicht wurde, während sie qualitativ dieselbe bedeutend übertraf: wahrscheinlich ein Zeichen, dass das Oval leichter zu schreiben war, obgleich ihm die Versuchsperson vor der Umkehrung keinen Vorzug gab.

Aus dem Bericht der Versuchsperson.

2. Tag. 15. März 1899. Metronom 72.

»Wenn ich eine neue Linie beginne oder die Feder frisch fülle, so kann ich dies bequem in zwei Taktschlägen thun — muss aber vier Viertel abwarten, weil ich sonst überzählige halbe Takte bekomme.«

4. Tag. 17. März 1899. Metronom 72.

»Der Rhythmus zwingt unerbittlich vorwärts.«

Fünfte Reihe von Versuchen.

Im August 1898 hat der Versuchsleiter eine Reihe von Schreibübungen eingerichtet, bei welcher er zwei Versuchspersonen gleichzeitig zu leiten versuchte.

Die Einheit der Arbeit war das Wort »*Command*«. Eine von den Versuchspersonen besaß wenig Empfänglichkeit für den Rhythmus, die andere, obgleich genügend rhythmisch, besaß geringe Fähigkeit der Concentration. Merkwürdiger Weise waren die äußeren Anzeichen der inneren Zustände sich sehr ähnlich. * Unruhe und Unregelmäßigkeit waren in allen Schreibbewegungen zu bemerken, und es ist dem Versuchsleiter nie gelungen, ein Tempo zu finden, das ihnen passend war. Beide haben immer mehr Arbeit ohne Metronom geleistet als mit demselben, obgleich das Tempo verschiedene Male verändert wurde. Nach einer Probe von sieben Tagen wurden die Versuche aufgegeben, ohne befriedigende Resultate irgend einer Art gezeigt zu haben. Es schien, als ob das Hinderniss in einer Uebereile der motorischen Innervationen liege, welche die Bewegungen immer zu vorzeitig veranlasste. Man sieht aus diesen Versuchen, dass die Wirkung des Rhythmus auf die Arbeit eine individuell sehr verschiedene ist. Es gibt Personen, bei denen der Zwang zu rhythmischer Arbeit stets verwirrend wirkt. Sicher ist dies bei allen unrhythmisch veranlagten Personen der Fall. (Vgl. über das Vorkommen von Defecten in der rhythmischen Begabung: Meumann, Zur Psychol. u. Aesthet. d. R., Wundt, Philos. Stud. X. S. 302.)

Sechste Reihe von Versuchen.

Die sechste Reihe von Schreibübungen war für zwölf Tage eingerichtet. Während dieser Zeit wurde das Tempo alle drei Tage geändert; in den letzten drei Tagen wurde jedoch kein Metronom gebraucht.

Die Einheit der Arbeit war das in der vierten Reihe schon angewendete umgekehrte Oval, das unter den dort erwähnten Bedingungen auch hier geschrieben wurde. Die Uebungen dauerten täglich zehn Minuten. Die Tage der Arbeit waren nicht regelmäßig nach einander, sondern nach der Bequemlichkeit der Versuchsperson angeordnet.

Die Versuchsperson, Herr stud. phil. St., ein Russe, war musikalisch und für den Rhythmus empfänglich. Er hatte schon eine reiche Erfahrung als Versuchsperson in verschiedenen Gebieten und war sich des Zweckes der Versuche völlig bewusst. Obgleich sich Herr St. ohne Mühe dem (akustischen) Takte anpassen konnte, war er ihm doch ausgesprochen unangenehm. Während der letzten drei Tage, als die Versuchsperson ohne Metronom schrieb, hat sie eine gewisse Befreiung und dadurch Befriedigung gefunden, die ihr sehr angenehm war. Die Abneigung dieser Versuchsperson gegen den gegebenen Takt war in allen Versuchen zu bemerken.

Die Resultate der Arbeit während der zwölf Tage sind aus der folgenden Tafel ersichtlich.

Metronom 60		Metronom 80		Metronom 100		Ohne Metronom	
Tage	Einheiten	Tage	Einheiten	Tage	Einheiten	Tage	Einheiten
1. 18. Mai 99	115	4. 23. Mai 99	166	7. 31. Mai 99	174	10. 14. Juni 99	158
2. 19. >	118	5. 24. >	165	8. 2. Juni >	161,5	11. 20. >	190
3. 22. >	121	6. 26. >	158	9. 8. >	166	12. 22. >	196
	354		489		501,5		544

Bericht der Versuchsperson.

3. Tag. 22. Mai 1899. Metronom 60.

»Das Tempo ist zu langsam. Beim Anfang einer neuen Zeile werden mehrere Schläge ausgelassen.«

5. Tag. 24. Mai 1899. Metronom 80.

»Gegen Ende tritt eine Ermüdung der Hand ein. Das Tempo ist unangenehm, vielleicht zu schnell. Die Versuche sind aber nicht langweilig.

7. Tag. 31. Mai 1899. Metronom 100.

»Das Tempo ist zu schnell.«

8. Tag. 2. Juni 1899. Metronom 100.

»Das Metronom ist störend wie gewöhnlich.«

10. Tag. 14. Juni 1899. Ohne Metronom.

»Das Ausbleiben des metrischen Zwanges wird sehr angenehm empfunden.«

Siebente Reihe von Versuchen.

Die letzte Reihe von Schreibübungen fand im April und Mai 1899 statt. Wie bei der vorigen Reihe wurden die Versuche wegen der Beschäftigung der Versuchsperson etwas unregelmäßig ausgeführt. Die Einheit der Arbeit war wieder das umgekehrte Oval, das unter den früheren Bedingungen geschrieben wurde.

Die regelmäßige Uebung dauerte 10 Minuten. Die Versuchsperson wollte aber immer wissen, wann die ersten 5 Minuten vorbei wären, damit sie die Leistungen der beiden Zeittheile vergleichen könnte. Auf die Bitte der Versuchsperson wurde nach dem regelmäßigen Versuche eine kurze Uebung ohne Metronom von ungefähr fünf Minuten eingeschoben, um ihr natürliches Tempo mit dem durch das Metronom gegebenen zu vergleichen.

Die Versuchsperson war Herr Professor Dr. E. M. Er war für den Rhythmus empfänglich und mit dem Zweck der Versuche bekannt.

Die Resultate der Versuche enthält die folgende Tabelle.

Die verlorenen Zeittheilchen während der gegebenen 10 Minuten rühren her vom Wechseln der Handlage am Ende der Zeilen und vom Füllen der Feder. Die Leistungen in den Uebungen mit Metronom kommen der entsprechenden möglichen Leistung sehr nahe.

Ohne Metronom		Metronom 80		Metronom 120		Ohne Metronom	
Tage	Einheiten	Tage	Einheiten	Tage	Einheiten	Tage	Einheiten
1. 13. Apr. 99	200	4. 19. Apr. 99	198	7. 3. Mai 99	299	Eingeschobene Versuche von 5 Minuten	
2. 14. >	191	5. 20. >	202			4. 19. Apr. 99	110
3. 15. >	214	6. 22. >	201			5. 20. >	97
	605		601		299	6. 22. >	96
		Mögliche Leistung in 10 Min. = 207		Mögliche Leistung in 10 Min. = 307			303 ($x^a = 606$)

Bericht der Versuchsperson.

1. Tag. 13. April 1899. Ohne Metronom.

»Zuerst hatte ich das Bewusstsein, dass ein bestimmter Maßstab für das Schreibtempo vorgeschrieben sein müsste, weil es sonst zu sehr der Willkür überlassen ist, wie viel man in den 10 Minuten fertig bringt. Später fand ich heraus, dass eine correcte Ausführung nur bei einem bestimmten Tempo möglich ist.«

2. Tag. 14. April 1899. Ohne Metronom.

»Es wird mir schwer, während der zweiten 5 Minuten meine Aufmerksamkeit auf die Arbeit zu concentriren.

Der Hauptvortheil des Rhythmus besteht für mich darin, dass ich nicht selbst das Tempo zu wählen brauche, sondern nach oben wie nach unten (Beschleunigung und Verlangsamung) die Arbeitszeit angeben finde. (Darin wird auch die pädagogische Bedeutung des rhythmischen Schreibens bestehen; es wird sowohl der Unruhe und Hast wie der Trägheit vorgebeugt.)

Ein Nachtheil ist die starke Automatisirung des Schreibens; sobald der Rhythmus geläufig ist, wird die Aufmerksamkeit in dem Maße entlastet, dass ich nur noch mit der Hand schreibe, während sich die Aufmerksamkeit mit anderen Dingen beschäftigt. Darüber wird die Qualität der Arbeit schlechter, während und weil die bestimmte durch das Tempo gegebene Quantität der Einheiten garantirt erscheint.

Etwas anders wirkt der Rhythmus während des Schreibens der

ersten Zeilen. Bei diesen sucht man das Tempo zu finden, wodurch ebenfalls die Qualität der Arbeit leidet. Solange man noch nicht an den Rhythmus adaptirt ist, erscheint er zu schnell, sobald ich mich an das Tempo angepasst hatte, erschien es sehr bequem. Vom Anfang bis zum Schluss schien mir aber der Einfluss des Rhythmus auf die Gewinnung der richtigen Abstufung der Impulszeiten die Hauptwirkung zu sein, während die correcte Ausführung der Form des Buchstaben als eine ganz besondere Leistung erscheint, auf welche der Rhythmus keinen begünstigenden Einfluss hat. Indirect (durch die Ablenkung der Aufmerksamkeit) wird diese qualitative Leistung sogar benachtheiligt.*

An dem Tage nach dem eingeschobenen Versuche ohne Metronom berichtet die Versuchsperson:

»Während das Metronom 80 schlägt, versuche ich in dem Tempo zu schreiben, bei welchem ich unter möglichster Beschleunigung die Elemente correct auszuführen vermag. Mein Takt ist dabei ein ganz anderer als der des Metronoms. Das Metronom stört mich gar nicht, weil die Schnelligkeit des Schreibens ganz durch die Schwierigkeit der Ausführung selbst bestimmt wird.«

5. Tag. 20. April 1899. Nach dem eingeschobenen Versuche ohne Metronom.

»Die Leistung ist fast dieselbe wie vorher mit Rhythmus. Das Einzige, was mir bei dem rhythmischen Schreiben fortwährend unangenehm ist, ist die Gleichheit der Zeiteinheiten. Ich würde lieber die Zeit zwischen je zwei Elementen länger machen, dafür die Elemente schneller ausführen, die Gleichheit der Zeiteinheiten wirkt ungünstig auf die Qualität der Arbeit.

Die Wirkung des Rhythmus ist vor allem eine disciplinirende. Man ist gezwungen, sich schnell zum Beginne des neuen Elementes zu entschließen, während der Arbeit die bestmögliche Qualität mit größter Beschleunigung zu verbinden und mit vollkommener Gleichmäßigkeit weiter zu arbeiten bis zum Schluss.

Der Rhythmus scheint mir um so günstiger zu wirken, je sicherer man die richtige Ausführung beherrscht.

Es scheinen mir in jeder Arbeit zwei Momente zu stecken, ein qualitatives (correcte Ausführung) und ein impulsives (Verkürzung der Arbeitszeit, Schnelligkeit und Promptheit

der Ausführung). Der Rhythmus hat mehr Beziehung zu dem letzteren als zu dem ersteren, und er wirkt erst günstig auf das erstere, wenn man ihn bezw. die Arbeit beherrscht.«

7. Tag. 3. Mai 1899. Metronom 120.

»Das Tempo ist keineswegs zu schnell, namentlich wenn man sich bemüht, nicht reagirend, sondern vorausseilend zu schreiben. Die Qualität der Arbeit nimmt aber ab.«

Schlussbemerkungen.

In Bezug auf diese Untersuchung über den Effect des angewendeten Taktes auf das Schreiben ist zu sagen, dass die Verfasserin auf keine Weise die Resultate für definitiv entscheidend hält. Am Anfang war es ihre Absicht, die Versuche nur als Mittel zum praktischen Studium des Rhythmus überhaupt zu brauchen. Ihre Erfahrung hat sie überzeugt, dass es in diesem Gebiete Gelegenheit gibt für eine Reihe von vortheilhaften Versuchen mit der Absicht, den Werth des taktmäßigen Schreibens in der Schule zu bestimmen.

Die Punkte, die man zu berücksichtigen hat, sind:

1. Der Vortheil des Unificirens (durch den Takt) der Arbeit der Kinder.
2. Die Genauigkeit und Regelmäßigkeit, die durch den Takt gesichert ist.
3. Die Zeitersparniss.
4. Der disciplinirende Werth des Rhythmus überhaupt.
5. Der musikalische Werth der Entwicklung der Rhythmusempfänglichkeit.

Die Resultate für das Studium der Frage, wie der Rhythmus auf die Arbeit wirkt, sind schon auf Seite 87 ff. und 93 ff. notirt und werden im zweiten Theile dieser Arbeit discutirt werden.

III.

Gewichtsversuche.

I.

Die nächsten Untersuchungen über den Rhythmus in seiner Beziehung zur Arbeit bestanden in einer Reihe von Experimenten mit gehobenen Gewichten. Beim Lesen von Fechner's Erörterung der Methode der richtigen und falschen Fälle in Anwendung auf die Ge-

wichtsversuche (Elemente der Psychophysik, erster Teil Seite 93—100) war der Versuchsleiter zu der Idee gekommen, die Fechner'schen Gewichte bei den genannten Untersuchungen zu verwenden.

Auf Seite 99 hat Fechner die Thatsache erwähnt, dass er die Zeit der Hebung der Gewichte durch einen Zähler regulirt habe.

Der Zweck unserer Versuchsreihe war, den Einfluss zu ermitteln, welchen der angewandte Takt bei den Gewichtshebungen a) auf die Leistung (nämlich das Urtheil über die relative Schwere der verglichenen Gewichte), b) auf die Aufmerksamkeit ausübt.

Als Experimentirtisch diente ein mit wollenem Tuche bedeckter Tisch von gewöhnlicher Höhe. Um die Stelle zu markiren, auf welcher die Gewichte niedergesetzt werden sollten, wurde zunächst ein schmales rothes Band längs der Mitte des Tuches — und zwar 16 cm vom Tischrande — aufgeheftet; zwei kürzere rothe Bändchen, 15 cm von einander entfernt, schnitten dasselbe rechtwinklig. Es wurden 8 Gewichte verwendet, von denen das eine (Nr. 8) constant als Normal- oder Hauptgewicht gebraucht wurde, während die übrigen nach einander mit demselben zu vergleichen waren. Die Gewichte wurden immer mit der rechten Hand durch eine Distanz von 10 cm gehoben. Um diese Distanz genau zu bestimmen und constant zu halten, war eine Schnur senkrecht über dem rothen Markierungsbande zwischen zwei eisernen Stativen, die je an den schmalen Seiten des Tisches festgeschraubt waren, eingespannt worden. Die Schnur war stark und gab dem Stoße der Hand sehr wenig nach. Wurde ein Gewicht gehoben, so betrug während der Berührung der Schnur durch die Hand die Distanz zwischen dem Boden des Gefäßes und der Tuchfläche 10 cm. Um diese Distanz immer constant zu erhalten, wurde die Schnur nach der verschiedenen Handstärke der Versuchspersonen regulirt.

Es darf hier erwähnt werden, dass diese Einrichtung ungefähr dieselbe war wie die, welche im psychologischen Institut zu Göttingen von Fräulein stud. phil. Martin im Jahre 1896/97 gebraucht wurde.¹⁾

Die Gefäße und die in ihnen gebrauchten Gewichte wurden eigens für diese Versuche in der Werkstätte von Mechaniker Herrmann

1) L. Martin und G. E. Müller, Zur Analyse der Unterschiedsempfindlichkeit. Leipzig 1899.

in Zürich hergestellt. Die Behälter waren aus Aluminium gemacht und bestanden aus zwei verticalen Stäben von 17,5 cm Höhe, die unten durch einen horizontalen Stab, oben durch einen horizontalen hölzernen, unbeweglichen Griff von ungefähr 3,5 cm Durchmesser verbunden waren. Durch den unteren Stab waren noch zwei horizontale Leisten von 7,3 cm Länge rechtwinklig gelegt, die dann rechts und links etwa 6 cm senkrecht aufstiegen und an ihren Enden auf jeder Seite durch einen horizontalen Stab verbunden wurden. In diesem Gestell stand ein Kästchen ohne Boden von 10 cm Länge, 7 cm Breite und 7 cm Tiefe mit einem abhebbaren Deckel. Das Kästchen enthielt drei schwache Platten, deren jede auf der oberen Seite mit vier aufgehöhten, schmalen, ein Viereck begrenzenden Aluminiumstreifen versehen war. Das Viereck der obersten Platte war in zwei gleiche quadratische Felder getheilt. Die Dimensionen der auf jeder der drei Platten in dieser Weise hergestellten Behälter waren folgende: 6,5 cm \times 3,5 cm; 3 cm \times 3 cm; zweimal je 2 cm \times 2 cm. Diese Einrichtung wog 282 g. Als Belastung wurden verschieden große Platten von Blei, Aluminium und Neusilber verwendet, deren Gewicht genau festgestellt war. Die größten füllten die ganze Fläche des unten offenen Kästchens aus, während die übrigen in die auf den oben bezeichneten Einlageplatten angebrachten Behälter gelegt werden konnten. Damit war erreicht, dass kein Gewicht seine Lage verändern konnte. Ein anderer Vorzug der Construction bestand darin, dass die Versuchsperson die Belastung nicht sehen konnte. Das leichteste während der Untersuchungen angewendete Hauptgewicht war 470 g schwer, während das schwerste 800 g wog. Die Vergleichsgewichte wurden leichter oder schwerer belastet als das Hauptgewicht, je nachdem es der Plan für die Untersuchungen vorschrieb.¹⁾

Die Hebungen der Gewichte geschahen mit einer Hand (Fechner, *El. der Psychophysik*, 1. Theil, S. 95), stets mit der rechten. Durch sorgfältige Aufsicht seitens des Leiters wurden die Umstände (gleichmäßiges Heben und Niedersetzen der Gewichte, Regelmäßigkeit der Uebungen u. s. w.) constant erhalten. Bei den Versuchen wurde außerdem noch Mälzel's Metronom und eine Secundenuhr zur Controlle

1) Diese Modification der von Fechner gebrauchten Gefäße wurde von der Verfasserin angegeben.

des Metronoms gebraucht. Das Metronom wurde abwechselnd angewandt, wodurch zwei Gruppen von Uebungen bedingt waren, deren Resultate mit einander verglichen wurden.

Die Methode des Verfahrens war derjenigen ähnlich, welche die Verfasserin bei der Arbeit von Fräulein Martin im psychologischen Institut zu Göttingen gesehen hat. Mit einem Hauptgewicht waren sieben Gewichte zu vergleichen. Jedem Urtheil entsprachen zwei einzelne Hebungen, nämlich die des Hauptgewichtes und die eines Vergleichsgewichtes. Da es nicht einerlei war, ob das Hauptgewicht oder das Vergleichsgewicht zuerst gehoben wurde und ob das erstere rechts oder links stand, wurde eine regelmäßige Aenderung der Stelle und des Anfanges der Hebungen eingehalten, um entsprechende Fehler völlig zu eliminiren, oder ihren Einfluss dadurch zu compensiren, dass sie constant wurden. Es waren vier Stellungen eingerichtet: in der 1. und 2. stand das Hauptgewicht rechts, in der 3. und 4. links vom Vergleichsgewicht. In der 1. und 3. Stellung wurde das Hauptgewicht zuerst, in der 2. und 4. zuletzt gehoben. Jede Stellung erforderte 7 Doppelhebungen und eine Runde (4 Stellungen) deren 28 und mithin auch ebensoviel Urtheile. Während einer Uebung wurden vier Runden durchgeführt mit einer Pause von 2 Minuten nach jeder Runde. Während der Uebung war es die Aufgabe des Leiters, die Urtheile der Versuchspersonen zu protokolliren und die Vergleichsgewichte zu wechseln. Specielle Anmerkungen der Versuchspersonen wurden während der Pausen protokollirt. Der Zweck der Versuche war allen Versuchspersonen unbekannt mit Ausnahme von Professor Dr. M., der am Ende der Untersuchung die Güte hatte, als Versuchsperson zu agiren, für die gewöhnlichen Versuche sowohl als für eine ganz neue von ihm gemachte Anwendung derselben, deren Erörterung später folgt.

Bei allen Versuchspersonen wurden vorbereitende Uebungen voraus geschickt, damit vor dem Anfange der regelmäßigen Reihen eine gewisse Geschicklichkeit gewonnen werde. Die verschiedenen Reihen dauerten 18 bis 32 Tage. In einigen Fällen fanden die Uebungen wöchentlich an drei Tagen statt, während sie in den anderen von Anfang bis zu Ende einer Reihe jeden Tag nach einander durchgeführt wurden.

Die angewendete Nomenclatur der Urtheile war die übliche, näm-

lich »größer«, »kleiner« und »unentschieden«. In Zusammenhang mit »größer« und »kleiner« wurde das Wort »deutlich« gelegentlich gebraucht, z. B. »größer deutlich«, um die Ueberzeugung von bedeutend überwiegender Schwere des Vergleichsgewichtes über das Hauptgewicht zu bezeichnen, »kleiner deutlich« um auszudrücken, dass die Schwere des Vergleichsgewichtes eine bedeutend geringere sei als die des Hauptgewichtes. Wurde ein geringerer Unterschied empfunden, so kamen die Bezeichnungen »größer« oder »kleiner« allein zur Anwendung. Das Wort »unentschieden« sollte nicht die Gleichheit der Gewichte bezeichnen, sondern ausdrücken, dass die Versuchsperson nicht zu entscheiden vermöge, welches von beiden Gewichten das schwerere sei.

Bei den Berechnungen der richtigen und falschen Urtheile wurden die mit »unentschieden« bezeichneten halb den richtigen und halb den falschen Fällen zugezählt. (Fechner, *El. der Psycho-Phys.* I. Teil S. 94.) Da es unmöglich war, den Unterschied zwischen »größer« und »größer deutlich« und anderseits zwischen »kleiner« und »kleiner deutlich« in der Rechnung zu verwerthen, so wurden die mit den ersten beiden Prädicaten bezeichneten Urtheile alle als größer, die mit den letzten beiden bezeichneten alle als kleiner berechnet.

Wie schon gesagt, verfolgte der Leiter den Zweck, den Einfluss des Metronomtactes auf die Urtheile zu finden; deshalb wurde die Zahl der bei dem Metronom in einer bestimmten Zeit gewonnenen Urtheile mit der Zahl der in der gleichen Zeit ohne Metronom gewonnenen richtigen Urtheile verglichen. Die Versuche wurden unter der Annahme angefangen, dass eine gewisse Genauigkeit wenigstens der Bewegungen durch den Gebrauch des angewendeten äußerlichen Tactes gesichert wäre. Es fragte sich aber nun, ob diese Genauigkeit der Bewegung einen intellectuellen Erfolg habe und ob der Takt die Ermüdung corrigire und eine Verlängerung der Aufmerksamkeit versichere. (Fechner, *El. d. Psycho-Phys.* I. Teil S. 99.)

Die erste Reihe von Versuchen wurde am 31. Oktober 1898 angefangen und während 18 Tage fortgesetzt. Nachdem während der ersten 3 Tage die Uebungen ohne Metronom stattgefunden hatten, wurde in den folgenden 3 Uebungstagen das Metronom angewendet. In dieser Weise wechselte der Gebrauch des Metronoms bis zum

Schlusse der Reihe. Die Versuche wurden an 3 Tagen jeder Woche, resp. Montag, Dienstag, Mittwoch, vorgenommen.

Um eine richtige Idee von dem Verfahren beim Protokolliren zu geben, ist eine Seite des wirklichen Protokolls unten gegeben, die als Beispiel für das Verfahren bei allen Gewichtsversuchen dienen soll, mit Ausnahme von denjenigen, die mit graphischen Aufnahmen der Bewegungen ausgeführt werden, deren Beschreibung aber später folgt.

Die Belastung der Gewichte für diese Reihe von Versuchen blieb während 15 Tage immer dieselbe und war wie folgt:

Gewicht 8	= 282 g + 218 g	= 500 g = Hauptgewicht.
› 1	= 282 › + 188 ›	= 470 › = - 30 g
› 2	= 282 › + 257 ›	= 539 › = + 39 ›
› 3	= 282 › + 150 ›	= 430 › = - 70 ›
› 4	= 282 › + 120 ›	= 402 › = - 98 ›
› 5	= 282 › + 275 ›	= 557 › = + 57 ›
› 6	= 282 › + 300 ›	= 582 › = + 82 ›
› 7	= 282 › + 93 ›	= 375 › = - 125 ›

Protokoll der Gewichtsversuche.

Urtheils-Ausdrücke: *kl* = kleiner deutlich.
kl = kleiner.
u = unentschieden.
gr = größer.
gr = größer deutlich.

Versuchsperson: Herr R.

Versuchsleiter: M. K. S.

1. Tag. 31. Oktober 1898. 10 Uhr 15 M. Vorm.

Hauptgew. (8) = 500 g. Ohne Metronom.

I. Stelle.	II. Stelle.	III. Stelle.	IV. Stelle.	
Hauptgew. rechts u. zuerst gehoben.	Hauptgew. rechts u. zuletzt gehoben.	Hauptgew. links u. zuerst gehoben.	Hauptgew. links u. zuletzt gehoben.	
2 : 8 <i>kl</i>	1 : 8 <i>kl</i>	8 : 5 <i>u</i>	8 : 6 <i>kl</i>	} I. Runde.
1 : 8 <i>gr</i>	6 : 8 <i>kl</i>	8 : 7 <i>kl</i>	8 : 2 <i>gr</i>	
5 : 8 <i>gr</i>	5 : 8 <i>gr</i>	8 : 4 <i>gr</i>	8 : 7 <i>kl</i>	
3 : 8 <i>gr</i>	3 : 8 <i>gr</i>	8 : 3 <i>gr</i>	8 : 4 <i>gr</i>	
7 : 8 <i>kl</i>	7 : 8 <i>kl</i>	8 : 1 <i>u</i>	8 : 1 <i>gr</i>	
6 : 8 <i>kl</i>	2 : 8 <i>kl</i>	8 : 6 <i>kl</i>	8 : 5 <i>kl</i>	
4 : 8 <i>gr</i>	4 : 8 <i>gr</i>	8 : 2 <i>gr</i>	8 : 3 <i>gr</i>	
Zwei Min. Pause.				

I. Stelle.	II. Stelle.	III. Stelle.	IV. Stelle.	
Hauptgew. rechts u. zuerst gehoben.	Hauptgew. rechts u. zuletzt gehoben.	Hauptgew. links u. zuerst gehoben.	Hauptgew. links u. zuletzt gehoben.	
3 : 8 <i>gr</i>	6 : 8 <i>kl</i>	8 : 5 <i>u</i>	8 : 4 <i>gr</i>	} II. Runde.
1 : 8 <i>gr</i>	2 : 8 <i>gr</i>	8 : 1 <i>gr</i>	8 : 2 <i>kl</i>	
4 : 8 <i>gr</i>	7 : 8 <i>kl</i>	8 : 3 <i>gr</i>	8 : 3 <i>gr</i>	
7 : 8 <i>kl</i>	5 : 8 <i>kl</i>	8 : 7 <i>kl</i>	8 : 6 <i>kl</i>	
5 : 8 <i>u</i>	4 : 8 <i>gr</i>	8 : 4 <i>gr</i>	8 : 5 <i>kl</i>	
2 : 8 <i>gr</i>	1 : 8 <i>gr</i>	8 : 6 <i>kl</i>	8 : 7 <i>kl</i>	
6 : 8 <i>kl</i>	3 : 8 <i>gr</i>	8 : 2 <i>gr</i>	8 : 1 <i>gr</i>	
Zwei Min. Pause.				
2 : 8 <i>u</i>	3 : 8 <i>gr</i>	8 : 4 <i>gr</i>	8 : 5 <i>kl</i>	} III. Runde.
7 : 8 <i>kl</i>	2 : 8 <i>kl</i>	8 : 7 <i>kl</i>	8 : 2 <i>u</i>	
1 : 8 <i>gr</i>	6 : 8 <i>kl</i>	8 : 5 <i>gr</i>	8 : 6 <i>kl</i>	
5 : 8 <i>gr</i>	4 : 8 <i>gr</i>	8 : 1 <i>gr</i>	8 : 1 <i>gr</i>	
6 : 8 <i>kl</i>	1 : 8 <i>gr</i>	8 : 6 <i>kl</i>	8 : 7 <i>kl</i>	
4 : 8 <i>gr</i>	5 : 8 <i>gr</i>	8 : 2 <i>gr</i>	8 : 4 <i>gr</i>	
3 : 8 <i>gr</i>	7 : 8 <i>kl</i>	8 : 3 <i>gr</i>	8 : 3 <i>gr</i>	
Zwei Min. Pause.				
6 : 8 <i>gr</i>	7 : 8 <i>kl</i>	8 : 6 <i>kl</i>	8 : 5 <i>kl</i>	} IV. Runde.
3 : 8 <i>gr</i>	5 : 8 <i>u</i>	8 : 4 <i>gr</i>	8 : 7 <i>kl</i>	
1 : 8 <i>gr</i>	1 : 8 <i>gr</i>	8 : 3 <i>gr</i>	8 : 1 <i>gr</i>	
4 : 8 <i>gr</i>	2 : 8 <i>gr</i>	8 : 2 <i>kl</i>	8 : 2 <i>kl</i>	
7 : 8 <i>kl</i>	3 : 8 <i>gr</i>	8 : 5 <i>gr</i>	8 : 3 <i>gr</i>	
2 : 8 <i>u</i>	4 : 8 <i>gr</i>	8 : 1 <i>gr</i>	8 : 4 <i>gr</i>	
5 : 8 <i>kl</i>	6 : 8 <i>kl</i>	8 : 7 <i>kl</i>	8 : 6 <i>kl</i>	

Die Zahl der Urtheile betrug bei jeder Uebung während der 15 Tage = 112.

Von 112 Urtheilen der ersten Uebung sind 99 richtig, 6 falsch und 7 unentschieden. Wenn wir die unentschiedenen Urtheile halb als richtig und halb als falsch rechnen, dann haben wir als Resultat $102\frac{1}{2}$ richtige und $9\frac{1}{2}$ falsche Urtheile. In ähnlichen Fällen hat Fechner, um Bruchzahlen in den Resultaten zu vermeiden, jeden richtigen Urtheilsfall als zwei richtige und jeden falschen als zwei falsche Fälle berechnet; selbstverständlich wurde dann jedes unentschiedene Urtheil als ein richtiges und ein falsches gerechnet. (El. d. Psycho-Phys. I. Theil S. 94.) Mag man von beiden Verfahren wählen, welches man will, das Verhältniss der richtigen zu den falschen Urtheilen, das doch nur durch die Zahlen ausgedrückt werden soll, bleibt dadurch unberührt.

Resultate von 112 doppelten Übungen.
Hauptgewicht (8) = 500 g.

Gewichte	I. Stelle		II. Stelle				III. Stelle				IV. Stelle				I. Stelle		II. Stelle		III. Stelle		IV. Stelle												
	Gramm	kl	kl	u	gr	gr	kl	kl	u	gr	gr	kl	kl	u	gr	gr	richt.	falsch	richt.	falsch	richt.	falsch	richt.	falsch	richt.	falsch	richt.	falsch	richt.	falsch			
																															richt.	falsch	richt.
1	470																3½	1½	4	-										2	2	4	-
2	539																4	-	4	-									3	1	3	1	-
3	430																4	-	4	-									3½	1½	4	-	
4	402																4	-	4	-									4	-	4	-	
5	557																3	1	2	2									3½	1½	4	-	
6	582																4	-	3½	1½									4	-	3½	1½	-
7	375																4	-	4	-									4	-	4	-	-
																	26½	11½	25½	21½									24	4	26½	11½	-

In der folgenden Tabelle sind die Resultate von 12 Tagen der Versuchsreihe als richtige und falsche Urtheile gegeben. Während der ersten 6 Tage wurde ohne Metronom, während der letzten 6 mit Metronom gearbeitet. Die Resultate sind zunächst für jedes Vergleichsgewicht besonders gegeben und später für alle Gewichte zusammenaddirt. Für die letzten 3 Tage ohne Metronom sind sie ausgelassen wegen eines Vergleichs dieser Resultate mit denen einer anderen Versuchsperson, von deren Uebungen nur zwölf brauchbar waren. Diese ersten 12 Tage zeigen hinlänglich den Charakter der Arbeit dieser Versuchsperson.

Die Resultate sind für je 3 Tage gerechnet, d. h. sie sind so angegeben, dass auf die für die 3 Tage ohne Metronom solche für 3 mit Metronom folgen.

Resultate der Gewicht-Hebungen für 12 Tage.

Sechs Tage ohne Metronom				Sechs Tage mit Metronom 80			
Gewicht		richtig	falsch	Gewicht		richtig	falsch
1	erste 3 Tage	37 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	1	erste 3 Tage	48	—
	zweite 3 Tage	48	—		zweite 3 Tage	48	—
2	erste 3 Tage	44	4	2	erste 3 Tage	47	1
	zweite 3 Tage	48	—		zweite 3 Tage	48	—
3	erste 3 Tage	48	—	3	erste 3 Tage	47 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
	zweite 3 Tage	48	—		zweite 3 Tage	48	—
4	erste 3 Tage	48	—	4	erste 3 Tage	48	—
	zweite 3 Tage	48	—		zweite 3 Tage	48	—
5	erste 3 Tage	43 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	5	erste 3 Tage	46	2
	zweite 3 Tage	48	—		zweite 3 Tage	48	—
6	erste 3 Tage	47	1	6	erste 3 Tage	48	—
	zweite 3 Tage	48	—		zweite 3 Tage	48	—
7	erste 3 Tage	48	—	7	erste 3 Tage	48	—
	zweite 3 Tage	48	—		zweite 3 Tage	48	—
8	Hauptgewicht	652	20			668 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$

Für diese Reihe von Versuchen wurde das Metronom auf 80 Schläge per Minute eingestellt. Es galt, den Einfluss des Metronoms überhaupt zu ermitteln; deshalb wurde ein Tempo gewählt, das einer

normalen Bewegung entsprach. Später wurden mit derselben Versuchsperson noch kurze Versuche mit verschiedenem Tempo gemacht. Die Resultate haben aber im Ganzen angedeutet, dass ein Tempo von 80 Schlägen per Minute für diese Versuchsperson am geeignetsten sei.

Die Zahl von richtigen Fällen beträgt bei den Uebungen ohne Metronom während 6 Tage $97\frac{1}{47}\%$ sämtlicher Urtheile, während sie bei den Uebungen mit Metronom für dieselbe Zeit $99\frac{23}{48}\%$ ausmacht.

Der Einfluss des Metronoms auf die Arbeit dieser Versuchsperson beim Heben der Gewichte war dem auf die Schreibübungen sehr ähnlich. Nach den ersten 3 Tagen stand die Versuchsperson immer unter dem Einfluss des Metronomtactes, weshalb sie das Tempo fortan fast genau beibehielt. Aber auch während der ersten 3 Tage hat sie nicht ganz ohne Takt gearbeitet. Die Bewegungen waren fast so regelmäßig und eben so schnell wie beim vorgeschriebenen Takt. Bei einem Versuch, die Zeit der Bewegungen während der ersten 3 Tage zu messen, ergab sich, dass $\frac{7}{10}$ Sec. zur Hebung eines Gewichtes, $\frac{7}{10}$ Sec. zum Niedersetzen und $\frac{7}{10}$ Sec. für den Uebergang vom ersten zum zweiten Gewichte nöthig waren; zum Heben und Niedersetzen des zweiten Gewichtes waren etwa dieselben Zeiten erforderlich. In beiden Fällen (mit und ohne Metronom) wurde ein bestimmter Rhythmus empfunden. Der Unterschied zwischen dem gegebenen und selbstgewählten Takt hat sich aber vielleicht in der Wirkung auf die Aufmerksamkeit gezeigt. Der Klang des Metronoms war ohne Frage geeignet, einen neuen Impuls zu geben, dem eine Erneuerung der Aufmerksamkeit entsprach. So lange die Versuche dauerten, wurden keine Zeichen der Mechanisirung der Bewegung, von denen Fechner redet, beobachtet (El. d. Psycho-Phys. I. Theil S. 99). Die Versuchsperson berichtete, dass sie während der Zeit keine Tendenz in dieser Richtung bemerkt habe; im Gegentheil hat sie immer eine angenehme, milde Erregung empfunden und war nie ohne Interesse für die Auffassung des Unterschiedes zwischen den Gewichten. Während der Zeit war keine Spur von Ermüdung bei der Versuchsperson zu bemerken; sie war immer vielleicht ungewöhnlich gut disponirt, still, ruhig, kühl, ohne Zeichen von »Nerven«. Es war aber bemerkbar, dass sie geistig regsamer war als zu der Zeit, da sie die Schreibübungen machte. Die Urtheile

wurden sofort und bestimmt ausgesprochen und, wie bereits gezeigt, war die Richtigkeit derselben ungewöhnlich.

So weit ein Urtheil möglich ist, würde der Leiter sagen, dass der Einfluss des Rhythmus auf die Arbeit bedeutend war; der Vortheil des angewendeten Taktes (des Metronoms) gegenüber dem innerlich erschaffenen Takte (ohne Metronom) lag in der Wirkung des ersteren auf die Aufmerksamkeit. Es wurde ein lebhafterer Zustand der Erwartung dabei hervorgebracht und diese hat die Aufmerksamkeit constant erhalten.

Am Ende der regelmäßigen Reihe von Versuchen wurden ein paar einzelne Versuche mit verschiedenem Tempo gemacht. Am 7. December z. B. fand eine Uebung von vier Runden mit einem Tempo von 120 Schlägen per Minute statt. Die Belastung der Gewichte war dieselbe wie vorher. Jede doppelte Hebung wurde in $2\frac{1}{2}$ Secunden vollzogen. Die ganze Zahl der Urtheile war richtig. Die Versuchsperson hat aber berichtet, dass dieses Tempo ihr sehr unangenehm gewesen sei, und dass sie am Anfang jeder Runde die bestimmte Ueberzeugung gehabt habe, mit diesem Tempo nicht weiter arbeiten zu können. Noch bevor die Runde fertig war, war der unangenehme Zustand vorüber.

Am 13. December wurde ein Versuch von drei Runden mit derselben Belastung und mit einem Tempo von 40 Schlägen per Minute gemacht. Die Urtheile waren alle richtig. Zum Heben und Niedersetzen wurden je $1\frac{1}{2}$ Secunden gebraucht. Die Versuchsperson berichtete, dass auch dieses Tempo sehr unangenehm sei und sie lieber mit einem Tempo von 120 Schlägen in der Minute arbeiten möchte, da sie bei jenem stets das Gefühl der Langeweile habe.

Der letzte einzelne Versuch fand am 14. December statt. Das Metronom war auf 160 Schläge per Minute eingestellt. Zum ersten Mal wurde die Belastung geändert.

Das Hauptgewicht Nr. 8 war 700 g schwer,

Gewicht	> 1	=	500	>
	> 2	=	650	>
	> 3	=	900	>
	> 4	=	850	>
	> 5	=	600	>
	> 6	=	775	>
	> 7	=	682	>

Von 84 Urtheilen waren 82 richtig, 1 falsch und 1 unentschieden.

Dieses Tempo war fast unerträglich und forderte die äußerste Aufmerksamkeit zum Urtheilen. Von Rhythmus als solchem war keine Spur vorhanden, vielmehr wurde die Versuchsperson in Aufregung und Verwirrung gebracht. Da sie trotzdem angehalten war, das Verhältniss der Gewichte bezüglich ihrer Schwere zu beurtheilen, stellte sich ein ausgesprochen unangenehmes Gefühl ein. Ohne die Nothwendigkeit, unter diesen Umständen eine bestimmte geistige Arbeit zu leisten, wäre dieses Tempo wahrscheinlich geeignet, ein angenehmes Gefühl zu verursachen, wie wir das beim Tanze beobachten können, wo die Bewegungen mechanisch geworden sind und der Geist frei ist, um die organischen Empfindungen genießen zu können.

Auf eine Reihe von Fragen¹⁾, welche der Leiter am Ende dieser Versuchsfraction stellte, hat die Versuchsperson Folgendes berichtet:

1. Die Gefühlslage war immer eine angenehme, außer am Anfang der Runde mit einem Tempo von 120 Schlägen per Minute und während der Uebungen mit einem Tempo von 40 und 160 Schlägen per Minute.

2. Ich habe nie Ermüdung empfunden, sondern war vielmehr immer ein wenig aufgeregt.

3. Ich empfand nie Langeweile.

4. Die ersten und dritten Stellungen waren für die Beurtheilung am günstigsten.

5. Die Hebungen rechts waren vielleicht am angenehmsten.

6. Das Urtheil wurde meist während der zweiten Hebung gebildet und sofort nach dem Niedersetzen ausgesprochen.

7. Ich habe die Gewichte nie erkannt, d. h. nicht durch äußere Merkmale von einander unterschieden.

8. Ein Tempo von 80 bis 100 Schlägen per Minute war für mich stets am günstigsten.

9. Ich habe die Empfindung der Schwere in die Gelenke des ganzen Armes verlegt.

10. Die Empfindung des Unterschiedes schien mir fast nur in den Gelenken der Hand zu Stande zu kommen.

1) Sie werden hier mit Auswahl wiedergegeben. Vgl. unten S. 41 eine etwas andere Auswahl.

Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, dass diese Mittheilungen wenig directe Beziehung zum Rhythmus haben; wegen ihrer Beziehungen zu psychophysischen Fragen sind sie aber von Interesse, und deswegen mögen sie hier angeführt sein.

II.

Die eben beschriebene Reihe von Versuchen wurde auch mit Fräulein v. Br., einer Deutsch-Russin, als Versuchsperson durchgeführt. Die Versuchsumstände waren so viel wie möglich mit den vorher erwähnten identisch. Herr R. machte die Versuche 10¹/₄ Uhr morgens und zwar am Montag, Dienstag und Mittwoch; Fräulein v. Br. ebenfalls 10¹/₄ Uhr, aber stets an dem folgenden Donnerstag, Freitag und Sonntag. Die Belastungen waren während der ganzen Reihe dieselben. Wegen einer starken Erkältung, die die Versuchsperson so afficirte, dass ihre Urtheile während der letzten 10 Tage nicht mehr zuverlässig waren, sind nur die Resultate der ersten 12 Tage verwendet worden. Wie bei den vorhergehenden Versuchen wurde an den ersten 3 Tagen ohne Metronom, an den folgenden 3 Tagen mit demselben gearbeitet. Das Metronom gab in der Minute 80 Schläge an. Die Berechnungen wurden allenthalben genau so ausgeführt wie bei den vorhergehenden Versuchen.

Die Resultate sind auf der folgenden Tafel zusammengestellt.

Bei dieser Versuchsreihe ist die Zahl der falschen Urtheile viel größer und der Unterschied zwischen den Urtheilen ohne Metronom und denen mit Metronom bedeutend geringer als bei der vorhergehenden Reihe. Die Zahl der richtigen Urtheile ohne Metronom beträgt 88,76 % sämtlicher Urtheile, während die der Urtheile mit Metronom 89,58 % beträgt.

Am 10. Tage (9. Dec. 98) wurde ein Versuch von vier Runden mit einem Tempo von 90 Schlägen per Minute gemacht. Die Belastung war dieselbe wie vorher. Von 112 Urtheilen waren 103 richtig, 2 falsch und 7 unentschieden. Die Versuchsperson berichtete, dass das Tempo gar nicht unangenehm gewesen sei, obgleich sie sich in Folge dessen sehr habe anstrengen müssen. Die Ermüdung während der Arbeitszeit kam der Versuchsperson durch das schnellere Tempo, das sie in Aufregung versetzte, nicht zum Bewusstsein.

Resultate der Gewichtshebungen während 12 Tage.

Ohne Metronom				Mit Metronom 80			
Gewichte	Zeit	Urtheile		Gewichte	Zeit	Urtheile	
		richtig	falsch			richtig	falsch
1 = 470	erste 3 Tage	26 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{2}$	1	erste 3 Tage	30 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$
	zweite 3 Tage	31	17		zweite 3 Tage	31	17
2 = 539	erste 3 Tage	38 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	2	erste 3 Tage	42 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$
	zweite 3 Tage	45 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$		zweite 3 Tage	42	6
3 = 430	erste 3 Tage	40 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	3	erste 3 Tage	42 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$
	zweite 3 Tage	44	4		zweite 3 Tage	43 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$
4 = 402	erste 3 Tage	46 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	4	erste 3 Tage	48	—
	zweite 3 Tage	47 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$		zweite 3 Tage	48	—
5 = 557	erste 3 Tage	41	7	5	erste 3 Tage	42	6
	zweite 3 Tage	47 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$		zweite 3 Tage	43 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$
6 = 582	erste 3 Tage	45	3	6	erste 3 Tage	45 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$
	zweite 3 Tage	47	1		zweite 3 Tage	47	1
7 = 375	erste 3 Tage	48	—	7	erste 3 Tage	48	—
	zweite 3 Tage	48	—		zweite 3 Tage	48	—
8 = 500 = Hauptgewicht		596 $\frac{1}{2}$	75 $\frac{1}{2}$			602	70

Am 20. December wurde ein Versuch mit einem Tempo von 40 Schlägen per Minute und mit derselben Belastung veranstaltet. Von 112 Urtheilen waren 97 richtig und 15 falsch. Dieses Tempo war der Versuchsperson sehr unangenehm, da jede Bewegung 1 $\frac{1}{2}$ Secunden dauerte. Die Versuchsperson berichtet, dass sie vielmehr über reproducirte Vorstellungen geurtheilt habe, als über eben gewonnene Empfindungen.

Am 15. December fand die letzte Uebung dieser Reihe statt. Das Metronom gab 120 Schläge per Minute an. Die Belastung wurde geändert und folgendermaßen eingerichtet:

Hauptgewicht 8 = 700 g

Gewicht 1 = 500 »

» 2 = 650 »

» 3 = 900 »

» 4 = 850 »

» 5 = 600 »

» 6 = 775 »

» 7 = 550 »

Von 112 Urtheilen waren 110 richtig und zwei unentschieden. Die Empfindung der Anstrengung war während der ganzen Zeit vorhanden. Das Tempo war für die Versuchsperson günstiger als das von 40 Schlägen per Minute.

In Bezug auf die Arbeit dieser Versuchsperson dürfen wir sagen, dass der angewendete Takt (des Metronoms) keinen bestimmten günstigen Einfluss auf die Urtheile gezeigt hat, wengleich auch keine ungünstige Wirkung zu constatiren war.

Auf die schon früher erwähnte Reihe von Fragen hat die Versuchsperson Folgendes mitgetheilt.

1. Die Empfindungen der Schwere sind meistens deutlich. Plötzlich und wohl nur für Secunden tritt ein Zustand bei mir ein, in dem die Schwere der gehobenen Gewichte undeutlich empfunden wird. Sehr oft mache ich die Beobachtung an mir, dass ein und dasselbe Gewicht mir bald schwerer, bald leichter erscheint.

2. Während ich die Gewichte beurtheile, schweigt das Gefühl in mir; ich kann daher weder von angenehmem, noch von unangenehmem Gefühl sprechen.

3. Anfangs fühlte ich mich nach der Uebung abgespannt; jetzt (am Ende der Reihe) glaube ich keinerlei Ermüdung in mir wahrzunehmen.

4. Ich gehe so ganz in der Beobachtung auf, dass die Langeweile mich gar nicht zu fassen vermag.

5. Ueber die Vortheilhaftigkeit der verschiedenen Stellen der Gewichte bin ich unsicher; aber ich glaube zuverlässigere Vergleichen anstellen zu können, wenn das Hauptgewicht rechts steht und zuerst gehoben wird.

III.

Eine dritte Reihe von Gewichtsversuchen wurde von zwei Versuchspersonen ausgeführt. Es fanden 18 Versuche statt, die während 6 Wochen an wöchentlich 3 Tagen veranstaltet wurden. Die erste Versuchsperson Fräulein stud. phil. B o., eine Schweizerin, hatte die Uebungen Montag, Dienstag und Mittwoch um $\frac{1}{2}$ 3 Uhr nachmittags, während die zweite Versuchsperson, Herr Ma. (St. 11) dieselben Uebungen am Donnerstag, Freitag und Samstag zur selben Zeit machte.

Die Versuche wurden wie vorher 3 Tage ohne Metronom und 3 Tage mit demselben abwechselnd durchgeführt. Das Metronom war für 80 Schläge per Minute eingestellt. Es wurden 7 Gewichte gebraucht, das Hauptgewicht und 6 Vergleichsgewichte; das erstere war immer 470 g schwer. Die Belastung der Gewichte war für die Uebungen mit Metronom dieselbe wie für die ohne Metronom, wir geben der Kürze halber nur an, dass am ersten Tage der Unterschied zwischen Hauptgewicht und Vergleichsgewichten = + 2 g war, am zweiten Tage + 62 g, am dritten — 63 g.

Dieselbe Belastungsreihe wurde nach je 3 Tagen wiederholt, also am 4., 7., 10., 13. und 16. Tag.

Ohne Metronom Hauptgewicht 1 = 470 g				Mit Metronom 80			
Tage	Gewichte	richtig	falsch	Tage	Gewichte	richtig	falsch
1	472	45 $\frac{1}{2}$	50 $\frac{1}{2}$	4	472	48 $\frac{1}{2}$	47 $\frac{1}{2}$
2	532	86 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	5	532	89	7
3	407	79	17	6	407	82 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$
		211	77			220	68
7	472	58 $\frac{1}{2}$	37 $\frac{1}{2}$	10	472	67	29
8	532	76 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	11	532	85	11
9	407	76	20	12	407	90	6
		211	77			242	46
13	472	65	31	16	472	69	27
14	532	91 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	17	532	89	7
15	407	92 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	18	407	90 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$
		249	39			248 $\frac{1}{2}$	39 $\frac{1}{2}$

richtig	falsch	richtig	falsch
211	77	220	68
211	77	242	46
249	39	248 $\frac{1}{2}$	39 $\frac{1}{2}$
671	193	710 $\frac{1}{2}$	153 $\frac{1}{2}$

An jedem ersten wöchentlichen Uebungstage der Versuchspersonen betrug der Unterschied zwischen dem Hauptgewicht und den Vergleichsgewichten nur 2 g. Anfangs war der Leiter geneigt, bei dieser Uebung das Urtheil »unentschieden« als richtig und »größer«

sowohl als »kleiner« als falsch zu betrachten, da es ihm unmöglich schien, dass bei einem Gewicht von 470 g ein Unterschied von nur 2 g noch empfunden werden könnte. Durch die Constanz der Urtheile aber und durch ganz ähnliche Resultate bei anderen Versuchspersonen überzeugte er sich endlich, dass die Thatsachen durch die Zahlen besser repräsentirt würden, wenn er demselben Plan folge, den er bei den anderen Versuchen eingeschlagen, nämlich alle »größer« als richtig und die Zahl der unentschiedenen Urtheile zur Hälfte als richtig zu rechnen.

Nach diesen Verfahren sind die Resultate der Versuche von Fräulein B. o. in vorstehender Tabelle zusammengestellt.

Bei den ohne Metronom ausgeführten Versuchen beträgt die Zahl der richtigen Urtheile = 671 oder 77,66 % sämtlicher 864 Urtheile, während sie bei den mit Metronom ausgeführten Versuchen 710¹/₂ oder 82,23 % aller Urtheile ausmacht, das sind 4,57 % mehr als bei den vorhergehenden Versuchen ohne Metronom.

Anmerkung: Für den Fall, dass die Urtheile »unentschieden« bei den Versuchen am 1., 4., 7., 10., 13., 16. Tage, bei denen der Unterschied 2 g betrug, als richtig und die Urtheile »größer« und »kleiner« als falsch gerechnet würden, betrüge der Procentsatz der richtigen Urtheile auf der Seite der Uebungen mit Metronom 6,018.

Bei der anderen Versuchsperson, welche dieselben Versuche machte, waren die Resultate kaum so günstig (siehe folgende Tabelle).

In dieser Versuchsreihe betragen die richtigen Urtheile der Uebungen ohne Metronom 74,88 % sämtlicher Urtheile, während sie bei den Uebungen mit Metronom 77,31 % aller 684 Urtheile ausmachen; das ergibt ein Plus von 2,43 % auf der Seite der Urtheile mit Metronom.

Anmerkung: Rechnet man die Urtheile »unentschieden« bei den Versuchen am 1., 4., 7., 10., 13. und 16. Tage, bei welchen der Unterschied 2 g betrug, als richtig und die Urtheile »größer« und »kleiner« als falsch, so betragen die richtigen Urtheile der Uebungen ohne Metronom 63,42 % und die der Uebungen mit Metronom 66,2 % sämtlicher Urtheile, was auf Seiten der Urtheile mit Metronom ein Mehr von 2,78 % ergibt.

In Bezug auf diese letzte Versuchsperson ist zu bemerken, dass sie bei diesen Versuchen dasselbe Benehmen gezeigt hat wie bei den Schreibübungen. Nach den ersten 3 Tagen hat sie immer die Bewegungen mit Zählen begleitet und zwar so, dass sie auf »eins« die Gewichte hob und auf »zwei« sie niedersetzte, so dass sie also nie

ohne Takt gearbeitet hat. Auch an den Tagen, an welchen das Metronom gebraucht wurde, hat sie gezählt, und zwar viel regelmäßiger als während der Uebungen, bei denen das Metronom nicht gebraucht wurde. Der Einfluss des Metronomschlages auf die Aufmerksamkeit war wohl zu bemerken. Die Anstrengung zur Concentrirung auf die Arbeit war an den Tagen am größten, an welchen das Metronom nicht verwendet wurde.

Ohne Metronom Hauptgewicht = 470 g				Mit Metronom 80			
Tage	Gewichte	richtig	falsch	Tage	Gewichte	richtig	falsch
1	472	80	16	4	472	76	20
2	532	82 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$	5	532	88 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$
3	407	45 $\frac{1}{2}$	50 $\frac{1}{2}$	6	407	52	44
		208	80			216 $\frac{1}{2}$	71 $\frac{1}{2}$
7	472	88 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	10	472	87	9
8	532	86 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	11	532	88	8
9	407	51	45	12	407	56 $\frac{1}{2}$	39 $\frac{1}{2}$
		226	62			231 $\frac{1}{2}$	56 $\frac{1}{2}$
13	472	87 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	16	472	92	4
14	532	77 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$	17	532	81	15
15	407	48	48	18	407	47	49
		213	75			220	68

richtig	falsch	richtig	falsch
208	80	216 $\frac{1}{2}$	71 $\frac{1}{2}$
226	62	231 $\frac{1}{2}$	56 $\frac{1}{2}$
213	75	220	68
647	217	668	196

Die Versuchsperson Ma. fand das Heben langweilig und amüsierte sich mit Fantasiren. Die Gewichte wurden personificirt und das Hauptgewicht als Liebling betrachtet. Es war ihr nicht angenehm, wenn die anderen Gewichte schwerer waren als das Hauptgewicht. Trotz dieser Spielerei aber wurde ehrlich und gewissenhaft geurtheilt.

Nachdem die beiden eben erwähnten Reihen beendet waren, wurden noch zwei einzelne Versuche veranstaltet, bei welchen Fräulein Bo. Versuchsperson war. Der erste derselben fand am 8. De-

cember statt. Das Hauptgewicht betrug 470 g, während die Vergleichsgewichte 472 g wogen. Das Metronom gab in der Minute 120 Schläge an. Von 96 Urtheilen wurden 78 als »unentschieden« und 18 als »größer« angegeben. Da der Unterschied zwischen dem Hauptgewicht und den Vergleichsgewichten nur 2 g betrug, so ist es wahrscheinlich, dass »unentschieden« das richtige Urtheil war; es werden also in diesem Falle 78 Urtheile als richtig und 18 als falsch zu betrachten sein. Wenn man aber das Urtheil »größer« als das richtige annimmt und die Urtheile »unentschieden« zu gleichen Theilen auf die richtigen und falschen Fälle vertheilt, so erhält man 57 richtige und 39 falsche Urtheile.

Die Versuchsperson berichtete, dass bei der ersten Stelle jeder Runde alle Empfindungen deutlich, bei den anderen Stellen aber weniger deutlich gewesen seien.

Bei dem zweiten Versuch, welcher am 9. December stattfand, wog das Hauptgewicht 470 g, während die Vergleichsgewichte alle 532 g betrug. Das Metronom war für 140 Schläge per Minute eingestellt. Von den 96 Urtheilen wurden 93 als »größer« und 3 als »unentschieden« angegeben. Bei diesem Tempo war die Anstrengung zur Concentration groß, und die Ermüdung trat schnell ein. Das begleitende Gefühl war kein angenehmes.

Ogleich der angewendete Takt für diese Versuchsperson scheinbar günstig war, empfand sie ihn doch nie als angenehm, wie sie denn überhaupt für den Rhythmus sehr wenig empfänglich war. Der Takt war ihr immer ein Zwang, der sie zu neuer Aufmerksamkeit trieb.

IV.

Bei der vierten Reihe von Gewichtsversuchen wurde eine Aenderung des Verfahrens vorgenommen. Während neun auf einander folgender Tage wurden die Uebungen ohne Metronom ausgeführt. Bei den Uebungen der letzten 9 Tage wurde dann das Metronom verwendet, und zwar so, dass es am 10. Tage 60, am 11. Tage 120, am 12. Tage 40, am 13. Tage 160 und am 14. Tage 80 Schläge in der Minute angab. Am 15., 16., 17. und 18. Uebungstage wurde das Tempo der ersten 4 Tage wiederholt. Nach Ablauf von 18 Tagen

mussten die Untersuchungen wegen Ermüdung der Versuchsperson abgebrochen werden, obgleich sie noch nicht vollendet waren.

Die Versuche fanden an wöchentlich 3 Tagen um 11 Uhr vormittags statt.

Die Versuchsperson war Fräulein stud. phil. Pe., eine Bulgarin.

Während sämtlicher Versuche wog das Hauptgewicht 470 g. Die Belastung der Vergleichsgewichte wurde bei den Uebungen der ersten 9 Tage täglich geändert; während der letzten 9 Tage, also bei den Uebungen mit Metronom, wurde sie in der Reihenfolge der ersten 9 Tage wiederholt. Meistens waren die Unterschiede zwischen dem Hauptgewicht und den Vergleichsgewichten sehr gering; sie variierten zwischen plus 50 g und minus 50 g. Für die ganze Versuchsreihe war die Belastung folgendermaßen eingerichtet:

Gewichte	Tag 1 u. 10	Tag 2 u. 11	Tag 3 u. 12	Tag 4 u. 13	Tag 5 u. 14	Tag 6 u. 15	Tag 7 u. 16	Tag 8 u. 17	Tag 9 u. 18
Hauptgewicht	470	—	—	—	—	—	—	—	—
2	473	483	459	449	474	499	520	476	480
3	477	472	482	472	487	460	420	463	460
4	467	462	457	477	457	473	495	478	475
5	462	457	472	462	472	454	445	461	465
6	482	477	437	487	462	489	482	480	485
7	457	467	467	455	487	445	458	459	455
8	470	460	475	470	452	470	500	482	490

In Bezug auf die Berechnungen ist zu sagen, dass die Urtheile »unentschieden« wie früher je zur Hälfte auf »richtig« und »falsch« vertheilt wurden. In den Fällen, in welchen die Belastungen für Haupt- und Vergleichsgewicht identisch waren, galt das Urtheil »unentschieden« als richtig, die Urtheile »größer« und »kleiner« als falsch.

Die Resultate der 18 Uebungstage sind auf der folgenden Tafel in richtigen und falschen Fällen zusammengestellt.

Vergleicht man die Summe der richtigen Fälle in den Uebungen ohne Metronom mit der der richtigen Fälle in den Uebungen mit Metronom, so ergibt sich auf Seiten der letzteren ein Plus von 27.

Dieser Unterschied ist zwar gering, aber doch vielleicht bedeutsam, weil er auf der Seite des Metronoms steht. Die wirklichen Differenzen aber treten deutlicher zu Tage bei einem Vergleich der Resultate der sich entsprechenden einzelnen Tage in den Versuchen mit und ohne Metronom. Bei diesem Vergleich weist das Tempo von 60 Schlägen per Minute die höchsten Resultate zu Gunsten des Metronoms auf, doch aber war der Versuchsperson dieses Tempo gar nicht angenehm. Jede doppelte Hebung brauchte 5 Sekunden, und die Versuchsperson berichtete darüber, dass die langsame Bewegung Gelegenheit für den Eintritt fremder Vorstellungen ins Bewusstsein liefere, auf diese Weise die Aufmerksamkeit ablenke und die Concentration auf die Empfindung des Unterschiedes erschwere. Diese Meinung stimmt mit derjenigen der anderen Versuchspersonen, welche die Gewichte mit einem Tempo von 60 Schlägen per Minute gehoben haben, überein. Alle haben die Ueberzeugung ausgedrückt, dass bei dem schnelleren Takt von etwa 80 bis 100 Schlägen per Minute leichter zu arbeiten sei.

Ohne Metronom			Mit Metronom				Unterschiede
Tage	Urtheile richtig falsch		Tage	Tempo	Urtheile richtig falsch		
1	53 $\frac{1}{2}$	58 $\frac{1}{2}$	1	60	72 $\frac{1}{2}$	39 $\frac{1}{2}$	+ 19
2	62 $\frac{1}{2}$	49 $\frac{1}{2}$	2	120	69 $\frac{1}{2}$	42 $\frac{1}{2}$	+ 7
3	68	44	3	40	65 $\frac{1}{2}$	46 $\frac{1}{2}$	— 2 $\frac{1}{2}$
4	77 $\frac{1}{2}$	34 $\frac{1}{2}$	4	160	76 $\frac{1}{2}$	35 $\frac{1}{2}$	— 1
5	71 $\frac{1}{2}$	40 $\frac{1}{2}$	5	80	72 $\frac{1}{2}$	39 $\frac{1}{2}$	+ 1
6	63 $\frac{1}{2}$	48 $\frac{1}{2}$	6	60	75 $\frac{1}{2}$	36 $\frac{1}{2}$	+ 12
7	86	26	7	120	88 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{2}$	+ 2 $\frac{1}{2}$
8	78 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$	8	40	71 $\frac{1}{2}$	40 $\frac{1}{2}$	— 7
9	70 $\frac{1}{2}$	41 $\frac{1}{2}$	9	160	66 $\frac{1}{2}$	45 $\frac{1}{2}$	— 4
	631 $\frac{1}{2}$	376 $\frac{1}{2}$			658 $\frac{1}{2}$	349 $\frac{1}{2}$	

Bei dem Tempo von 40 Schlägen per Minute sind die Resultate bedeutend ungünstiger. Die Versuchsperson klagte, dass sie die Empfindungen verloren habe, bevor sie Gelegenheit zu urtheilen hatte.

Diese Beobachtung wurde von allen anderen Versuchspersonen, die mit demselben Tempo gearbeitet hatten, bestätigt.

Das Tempo von 120 Schlägen per Minute erweist sich durch die Resultate als günstig und wurde von der Versuchsperson als angenehm empfunden.

Bei einem Vergleich der Resultate der Uebungen mit Metronom hinsichtlich der Günstigkeit des Tempos ergibt sich, dass im Ganzen das Tempo von 120 Schlägen per Minute in jeder Beziehung am besten war.

Das Tempo von 160 Schlägen per Minute war zum Urtheilen ungünstig; die verwirrende Schnelligkeit erzeugte ein unangenehmes Gefühl.

Zusammenfassend darf gesagt werden, dass bei dieser Reihe von Versuchen der angewendete Takt für das Urtheilen nicht ungünstig war. Ein großes Hinderniss lag in der täglichen Aenderung des Tempos; denn die Versuchsperson konnte sich nicht sogleich den neuen Verhältnissen anpassen. Um zuverlässige Resultate auf diese Weise zu sichern, wäre es nothwendig, verschiedene und zeitlich ausgedehnte Versuche zu machen. Die tägliche Anstrengung zur Einhaltung des neuen Tempos wirkte ermüdend, und das während der letzten Hälfte der Versuche um so mehr, da sich die Versuchsperson in dieser Zeit eine starke Erkältung zugezogen hatte. Unter diesen Verhältnissen wurde der Rhythmus als solcher kaum empfunden, da die rhythmischen Bewegungen des Körpers selbst durch das Unwohlsein gestört wurden.

V.

Die fünfte Reihe von Gewichtsversuchen wurde in 16 Tagen durchgeführt. Die Variationen der Unterschiede zwischen Hauptgewicht und Vergleichsgewichten waren unbedeutend.

Die Versuchsperson, Fräulein stud. phil. Bot., eine Serbin, war für den Rhythmus ungewöhnlich empfindlich, weshalb sie ihre Bewegungen sehr genau nach dem Takte einrichtete. Sie war für die Uebungen gut disponirt, und scheinbar nie ermüdet.

Die Versuche fanden an wöchentlich drei Tagen statt. Während der ersten acht Tage wurden die Uebungen ohne Metronom durch-

geführt, während der letzten acht Tage hingegen fanden sie unter Anwendung des Metronoms mit einem Tempo von 80 Schlägen per Minute statt.

Die Belastung und Anordnung der Gewichte für die ganze Reihe ist aus folgender Tabelle ersichtlich.

Gewichte	Tage 1 u. 9	Tage 2 u. 10	Tage 3 u. 11	Tage 4 u. 12	Tage 5 u. 13	Tage 6 u. 14	Tage 7 u. 15	Tage 8 u. 16
Hauptgewicht	500	500	500	500	500	500	500	500
1	507	507	492	507	492	507	492	507
2	492	507	492	507	492	507	492	507
3	507	507	492	507	492	507	492	507
4	492	507	492	507	492	507	492	507
5	507	507	492	507	492	507	492	507
6	492	507	492	507	492	507	492	507
7	507	507	492	507	492	507	492	507

Die Unterschiede zwischen dem Hauptgewicht und den Vergleichsgewichten betragen plus 7 g und minus 8 g.

Die Urtheile »größer« und »kleiner« wurden je nach der Belastung als »richtig« oder »falsch« gerechnet, die Urtheile »unentschieden« zu gleichen Theilen auf beide Kategorien vertheilt. Während der ersten zwei oder drei Tage wurde das Urtheil »unentschieden« häufig abgegeben; später verlor sich die Unsicherheit im Urtheilen aber immer mehr. Die Versuchsperson fand die Unterschiede sehr gering, doch glaubte sie dieselben ganz deutlich wahrzunehmen.

Die Resultate der Versuche sind auf der folgenden Tafel aufgeführt.

Bei dieser Reihe von Versuchen ist scheinbar kein günstiger Einfluss des angewandten Taktes zu finden. Wahrscheinlich wurde das Urtheilen durch den geringen Unterschied zwischen dem Hauptgewicht und den Vergleichsgewichten erschwert. Die Resultate beweisen eine Art von Selbsttäuschung, die sonderbar ist. Es ist kaum möglich, dass die Unterschiede zu empfinden waren; doch hat die Versuchsperson behauptet, dass sie dieselben deutlich wahrgenommen habe.

Es ist aber möglich, dass die Empfindungen der einzelnen Hebung vielmehr Gegenstand der Aufmerksamkeit waren als die Empfindungsunterschiede.

Ohne Metronom			Mit Metronom		
Tage	richtig	falsch	Tage	richtig	falsch
1	66 $\frac{1}{2}$	45 $\frac{1}{2}$	9	65	47
2	54 $\frac{1}{2}$	57 $\frac{1}{2}$	10	40	72
3	67 $\frac{1}{2}$	44 $\frac{1}{2}$	11	92	20
4	78 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$	12	33	79
5	45	67	13	85	27
6	76 $\frac{1}{2}$	35 $\frac{1}{2}$	14	60	52
7	93	19	15	90	22
8	27	85	16	48	64

Wegen des sehr geringen Unterschiedes zwischen dem Hauptgewicht und den Vergleichsgewichten ist die Zahl der richtigen Urtheile verhältnissmäßig sehr klein; auffallend ist jedoch, dass in den Fällen, in welchen das Vergleichsgewicht 8 g leichter war als das Hauptgewicht, die Zahl der richtigen Urtheile viel größer war als in den Fällen, in welchen das Vergleichsgewicht 7 g mehr betrug als das Hauptgewicht. Vermuthlich ist die Verminderung eher und klarer empfunden worden als der Zusatz. Die vorher erwähnte Thatsache geht aus einer Gegenüberstellung beider in Betracht kommenden Versuchsreihen, wie sie in der folgenden Tabelle ausgeführt ist, deutlich hervor.

In den Uebungen ohne Metronom, die in der ersten Tabelle einander gegenüber gestellt sind, beträgt also die Zahl der richtigen Fälle bei den Versuchen, in denen die Vergleichsgewichte 8 g leichter sind als das Hauptgewicht, 62%, während sie bei den Versuchen, in welchen die Vergleichsgewichte 7 g schwerer sind als das Hauptgewicht, nur 52,42% sämtlicher Urtheile ausmacht. In den Uebungen mit dem Metronom aber entfallen auf die erste Art der Versuche 80,72% aller Urtheile, hingegen auf die letztere Art, in denen die Vergleichsgewichte 7 g schwerer sind als das Hauptgewicht, nur

39,63%. Die Ursache dieses auffallenden Unterschiedes lag zu weit von dem Zwecke der Versuche, um hier eine darauf zielende Untersuchung zu erlauben.

Ohne Metronom									
Hauptgewicht = 500 g Vergleichsgewichte = 507 g					Hauptgewicht = 500 g Vergleichsgewichte = 492 g				
Tage	Vergl.-Gew.	Urtheile	richtig	falsch	Tage	Vergl.-Gew.	Urtheile	richtig	falsch
1	1. 3. 5. 7	64	34	30	1	2. 4. 6.	48	32 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$
2	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7	112	54 $\frac{1}{2}$	57 $\frac{1}{2}$	3	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7	112	67 $\frac{1}{2}$	44 $\frac{1}{2}$
4	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7	112	78 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$	5	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7	112	45	67
6	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7	112	76 $\frac{1}{2}$	35 $\frac{1}{2}$	7	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7	112	93	19
8	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7	112	27	85					
		57 $\frac{1}{2}$	270 $\frac{1}{2}$	241 $\frac{1}{2}$			384	238	146
			52,42%	47,58%				62%	38%

Mit Metronom 80									
Hauptgewicht = 500 g Vergleichsgewichte = 507 g					Hauptgewicht = 500 g Vergleichsgewichte = 492 g				
Tage	Vergl.-Gew.	Urtheile	richtig	falsch	Tage	Vergl.-Gew.	Urtheile	richtig	falsch
9	1. 3. 5. 7	64	22	42	9	2. 4. 6.	48	43	5
10	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7	112	40	72	11	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7	112	92	20
12	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7	112	33	79	13	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7	112	85	27
14	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7	112	60	52	15	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7	112	90	22
16	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7	112	48	64					
		512	203	309			384	310	74
			39,63%	60,37%				80,72%	19,28%

Auf eine Reihe von Fragen hat die Versuchsperson Folgendes berichtet.

1. Die Empfindungen und die Unterschiede derselben waren im ganzen deutlich.

2. Die Gefühle waren stets angenehm.
3. Die Uebungen ermüdeten mich nie.
4. Ich empfand keine Langeweile.
5. Die erste und dritte Stelle waren zum Urtheilen am günstigsten.
6. Dem Hauptgewicht habe ich immer den Vorzug gegeben¹⁾.
7. Beim Heben links brauchte ich zur Bildung des Urtheils größere Zeit.
8. Das Urtheil wurde fast immer beim Heben gebildet.
9. Durch den Takt wurde die Aufmerksamkeit concentrirt.
10. Ich verlege die Empfindung der Schwere in den Arm und in die ganze Hand.
11. Ich empfinde den Unterschied zwischen den Gewichten, kann aber die Empfindung nicht localisiren.

VI.

Die nächste Reihe von Gewichtsversuchen wurde am 22. Dezember 1898 angefangen und während 28 Tage täglich fortgesetzt. In den ersten 18 Tagen wurden die Uebungen ohne Metronom durchgeführt. Die Belastung der Gewichte für diese Zeit ist auf der folgenden Tabelle angegeben.

Gewichte	Tage 1 u. 11	Tage 2 u. 9	Tage 3 u. 13	Tage 4 u. 14	Tage 5 u. 15	Tage 6 u. 16	Tage 7	Tage 8 u. 18	Tage 10	Tage 12 u. 17
Hauptgew.	700 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gewicht 1	1000 g	500 g	980 g	1050 g	875 g	1050 g	770 g	812 g	900 g	800 g
» 2	775	650	952	980	805	945	763	735	800	650
» 3	600	900	455	910	707	840	756	770	600	750
» 4	725	850	560	560	714	735	749	700	400	825
» 5	450	600	826	630	665	700	742	588	600	522
» 6	690	775	595	385	630	686	735	665	1000	700
» 7	708	550	735	455	490	679	728	630	702	640

1) Hierin liegt eine psychologisch etwas räthselhafte Beobachtung; namentlich bei weiblichen Versuchspersonen, aber auch in hohem Maße bei Herrn Ma., tritt eine Art von personificirender Antheilnahme an dem Hauptgewicht und seinen Schicksalen hervor, die das Urtheil, wie es scheint, nicht günstig beeinflusst.

Die Belastung für die Uebungen am 7. und 10. Tage wurde während dieser achtzehntägigen Reihe ohne Metronom nicht wiederholt, was bei den übrigen Belastungen sämmtlich der Fall war. Die Wiederholung unterblieb, weil die Resultate der beiden Uebungen mit denen in einer Uebung einer anderen Versuchsperson verglichen werden sollten.

Die Versuchsperson, Herr stud. phil. Ste., war zu dieser Zeit ganz ohne Erfahrung als Versuchsperson und hatte keine Ahnung von der Bedeutung der Versuche. Sie war während der Zeit immer in gleicher Stimmung und für die Versuche gut disponirt. Die Berichte der Versuchsperson waren zuverlässig. Die Resultate der Versuche während der ersten 18 Tage sind auf der folgenden Tafel zusammengestellt.

Während der 18 Tage wurden 2016 Urtheile abgegeben, von denen 1738, d. i. 86,21%, als richtig betrachtet werden können.

Diese Reihe wurde ohne Metronom durchgeführt; es kann aber nicht gesagt werden, dass das Heben ohne Rhythmus geschah. Von Anfang an hat die Versuchsperson einen bestimmten Takt gebildet und denselben bis zum Ende beibehalten. Dieses von ihr eingeschlagenen Rhythmus wurde sie sich bewusst, und zwar empfand sie ihn angenehm. Mehrere Male wurden die Zeiten des Hebens und Niedersetzens der Gewichte von einer dritten Person mit einer Secundenuhr gemessen. Nach den ersten zwei Tagen wurden diese Zeiten constant und blieben so bis zum Ende der Reihe. Diese Zeitverhältnisse waren wie folgt:

1. Aufheben des ersten Gewichtes: 0,5 Secunden,
2. Aufenthalt oben an der Schnur: 0,25 Secunden,
3. Uebergang zum zweiten Gewicht: 0,63 Secunden,
4. Aufheben des zweiten Gewichtes: 0,5 Secunden,
5. Aufenthalt oben an der Schnur: 0,25 Secunden,
6. Niedersetzen des zweiten Gewichtes: 0,5 Secunden.

Durch diese Zeitmessung wurde gefunden, dass oben an der Schnur eine Pause gemacht wurde, und ebenso wurde die thatsächliche Ungleichheit der Dauer des Aufhebens und Niedersetzens erst auf Grund dieser Entdeckung der Pause constatirt. Fechner hat in der Beschreibung einer Reihe erwähnt, dass je eine Secunde zum Aufheben und Niedersetzen eines Gewichtes gegeben würde, wobei er die Pause

Ohne Metronom			
Tage	Urtheile	richtig	falsch
1	112	93 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$
2	112	106	6
3	112	107	5
4	112	112	0
5	112	94 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$
6	112	84	28
7	112	98	14
8	112	88 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{2}$
9	112	109	3
10	112	105	7
11	112	93 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$
12	112	87 $\frac{1}{2}$	24 $\frac{1}{2}$
13	112	108	4
14	112	105 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$
15	112	94 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$
16	112	78 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$
17	112	90	22
18	112	83	29
	2016	1738	278

»oben« übersieht (Elem. der Psychophys. I. Theil 99). Thatsächlich ist die Zeit des Niedersetzens selten, wenn je so groß wie die für das Aufheben. (Siehe Beschreibung der graphisch. Darstellung der Bewegungen beim Heben der Gewichte.) Deshalb ist es unwahrscheinlich, dass zum Niedersetzen 0,5 Secunden gebraucht wurden. Diese Zeitangabe wurde wahrscheinlich nach Analogie derjenigen für das Heben gemacht. Nachdem wir den wirklichen Unterschied der Bewegungen beim Heben und Niedersetzen graphisch dargestellt hatten, war es zu spät, dieses Verfahren wieder zu untersuchen und die Zeit genauer zu bestimmen. Es ist aber hervorzuheben, dass

dieser Unterschied in der Geschwindigkeit der Bewegungen kein absolutes Hinderniss für die Empfindung des Rhythmus war. In verschiedenen anderen Fällen wurde dieselbe Beobachtung gemacht, nämlich dass absolute Gleichheit in der Zeit der Bewegungen oder in den Zeitintervallen zwischen wiederkehrenden Bewegungen nicht zum Auffassen des Rhythmus unbedingt nothwendig ist.

Die Versuchsperson hat wie die anderen Versuchspersonen die Gewohnheit, das Urtheil beim Heben des zweiten Gewichtes zu bilden und es direct nach dem Niedersetzen des zweiten Gewichtes auszudrücken. Die ganze Zeit vom Anfang der doppelten Hebung bis zum Ausdruck des Urtheils betrug ungefähr $3\frac{1}{8}$ Secunden, d. i. gleich einem Tempo des Metronoms von etwa 96 Schlägen per Minute. Die Versuchsperson hat dieses Tempo für sich ausgesucht und ist immer dabei geblieben. Ein langsames Tempo hat sie als langweilig und ungünstig zum Urtheilen, das Nachdenken über das Urtheil als zerstreuernd erklärt. Diese Vorliebe für ein schnelles Tempo sowohl als für schnelles Urtheilen trat auch schon bei den anderen Versuchspersonen zu Tage.

Um die Resultate der Versuche mit einem selbst gewählten Tempo mit denen der Versuche, in welchen das Metronom verwendet wurde, zu vergleichen, wurde eine neue Reihe für diese Versuchsperson eingerichtet. Diese Reihe dauerte nur 10 Tage. In dieser Zeit wurde das Tempo des Metronoms viermal geändert; am 1., 2. und 10. Tage betrug es 60, am 3., 4. und 9. Tage 100, am 5. und 6. Tage 140, am 5. und 8. Tage 160 Schläge per Minute.

Die Resultate dieser zehntägigen Versuche sind auf der folgenden Tafel angegeben.

Die Belastungen der Gewichte während dieser Zeit waren gerade dieselben wie die bei den Versuchen ohne Metronom während der ersten 10 Tage.

Mit dem angewendeten Takt des Metronoms war die Versuchsperson nie zufrieden, da ihr der Schlag störend war. Von den verschiedenen Tempi fand sie das mit 100 Schlägen per Minute am günstigsten; das Tempo von 140 und das von 160 Schlägen hielt sie für besser als das von 60 Schlägen per Minute, doch waren die Resultate mit dem letzteren günstiger als mit den beiden vorher gehenden. Die

Resultate mit einem Tempo von 100 Schlägen per Minute waren außerordentlich gut; sie bestätigten die Erfahrungen mit den anderen Versuchspersonen, dass nämlich ein Tempo von 80 bis 100 oder 120 Schlägen per Minute für das Urtheilen das günstigste sei.

Metronom 60				Metronom 100				Metronom 140				Metronom 160			
Tag	Zahl der Urtheile	richtig	falsch	Tag	Zahl der Urtheile	richtig	falsch	Tag	Zahl der Urtheile	richtig	falsch	Tag	Zahl der Urtheile	richtig	falsch
1	112	85	27	3	112	104 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	5	112	90 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{2}$	7	112	84 $\frac{1}{2}$	27 $\frac{1}{2}$
2	112	102 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	4	112	108	4	6	112	79 $\frac{1}{2}$	32 $\frac{1}{2}$	8	112	84 $\frac{1}{2}$	27 $\frac{1}{2}$
10	112	106	6	9	112	105 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$								
	336	293	42 $\frac{1}{2}$		336	318	18		224	170	54		224	169	55
		87,2%				94,64%				75,89%				75,44%	

Die Versuchsperson war nicht mit dem Rhythmus überhaupt unzufrieden, sondern nur mit einem solchen, der durch akustische Reize gegeben war. Der unerbittliche Zwang des Metronomschlages war ihr sehr unangenehm, der Takt aber, der durch die Bewegung des Körpers allein geschaffen wurde, war anregend und angenehm. Scheinbar lag der Grund der Unzufriedenheit in der Thatsache, dass die Geschwindigkeit, die das Metronom verlangte, nicht in Uebereinstimmung mit der Geschwindigkeit der natürlichen Bewegungen des Körpers stand. Das Tempo von 100 Schlägen per Minute kam dazu näher als die anderen, und dies hat die Versuchsperson als angenehm bezeichnet. Der selbst gewählte Takt war ein Regulator für die Aufmerksamkeit, weshalb die Urtheile dabei genauer wurden. Sobald das Metronom ein unangenehmes Gefühl erweckte, wurde die Aufmerksamkeit sichtbar abgelenkt, was die Resultate deutlich beweisen.

Bericht der Versuchsperson.

1. Die Empfindungsunterschiede waren selten undeutlich.
2. Der Gefühlszustand war während der Uebungen der der Indifferenz oder Unlust.
3. Ich empfand keine Ermüdung.

4. Das Heben war manchmal langweilig.
5. Ich habe die Gewichte nicht durch äußere Merkmale von einander unterscheiden können.
6. Die dritte Stelle war vielleicht am günstigsten zum Urtheilen.
7. Das Urtheil wurde beim Heben des Vergleichsgewichtes gebildet.
8. Das Tempo von etwa 100 Schlägen per Minute war am günstigsten. Im allgemeinen aber arbeitete ich lieber ohne Metronom.
9. Bei losem Handgelenk wird die Beurtheilung leichter als bei steifem Handgelenk.
10. Die Empfindungen der Schwere wurden meistens in die Hand verlegt.

VII.

Eine siebente Reihe von Gewichtsversuchen wurde am 10. December 1898 angefangen; sie dauerte 19 Tage. Die Einrichtungen und Bedingungen waren im allgemeinen wie vorher. Während der Zeit aber wurden sechs verschiedene Tempi gebraucht, die einem Metronomschlag von je 60, 80, 100, 120, 140 und 160 per Min. entsprechen. Sie wurden successiv während 6 Tage gebraucht und nachher regelmäßig wiederholt.

Das Hauptgewicht war 700 g schwer; die Belastungen der Vergleichsgewichte waren während 10 Tage jeden Tag verschieden, bei den späteren Versuchen wurde der Reihe nach wiederholt.

Gewichte	Tage 1, 2 u. 11	Tage 3 u. 12	Tage 4 u. 13	Tage 5 u. 14	Tage 6 u. 15	Tage 7 u. 16	Tage 8 u. 17	Tage 9 u. 18	Tage 10 u. 19
Hauptgew.	700	—	—	—	—	—	—	—	—
Gewicht 1	500	900	1000	800	980	1050	875	1050	770
> 2	650	800	775	650	952	980	805	945	763
> 3	900	500	600	750	455	910	707	840	756
> 4	850	400	725	825	560	560	714	735	749
> 5	600	600	450	522	826	630	665	700	742
> 6	775	1000	690	700	595	385	630	686	735
> 7	550	702	708	640	735	455	490	679	728

Diese Belastungen waren im Ganzen mit denen der vorhergehenden Reihen identisch, aber nicht dieselben an entsprechenden Tagen. Anfangs bestand die Absicht, die Resultate von den zwei Reihen zu vergleichen, d. h. die Resultate einer Reihe ohne Metronom mit denen einer Reihe mit Metronom. Dieser Vergleich war aber nicht befriedigend, da bei der vorigen Versuchsperson der Rhythmus immer gleich blieb, während er bei dieser täglich variierte. Die fortwährende Aenderung des Taktes war für das Urtheil nicht günstig, da die Versuchsperson keine Zeit hatte, sich an das Tempo zu gewöhnen, sodass die Eigenthümlichkeit eines neuen Taktes jedes Mal eine Ablenkung der Aufmerksamkeit verursachte. Wie die anderen Versuchspersonen hat auch diese ein schnelles Tempo angenehmer empfunden, als ein langsames. 60 Schläge per Minute waren der Versuchsperson unangenehm und wirkten ungünstig auf das Urtheil, da während des langsamen Tempos Gelegenheit gegeben war für die Ablenkung der Aufmerksamkeit und den Eintritt von fremden Vorstellungen ins Bewusstsein. Im Ganzen waren die günstigsten Tempi die mit 80 und 100 Schlägen per Minute; bei 140 und 160 Schlägen per Minute waren die Bewegungen weniger gleichmäßig.

Die Resultate dieser Versuchsreihe sind auf der gegenüberstehenden Tafel angegeben.

Bei dieser Versuchsperson, Herrn stud. phil. Mar., einem Deutschen, war der Einfluss der Uebung nicht besonders bemerkbar. Von Anfang an waren die Urtheile bestimmt. Herr Mar. konnte sich selbst beobachten und verstand die Schwierigkeit, welche die tägliche Aenderung des Tempos verursachte. Deswegen waren die Aeußerungen über seine Erfahrungen zuverlässig und werthvoll. Auf die schon erwähnte Reihe von Fragen hat er Folgendes berichtet.

1. Meistens waren die Empfindungen deutlich.
2. Während der Uebungen herrschte indifferenter Gefühlszustand.
3. Ich empfand keine Ermüdung.
4. Langeweile habe ich nicht gehabt.
5. Ich konnte die Gewichte äußerlich nicht unterscheiden.
6. Bei gleichmäßiger Aufmerksamkeit wurde keine Stelle bevorzugt; wenn das Hauptgewicht zuerst zu heben war, wurde vielleicht etwas rascher geurtheilt.
7. Wenn die Unterschiede groß waren und die Erinnerung an

Resultate der Gewichtsversuche. 10. December 1898.

Versuchsperson: Herr Mar.

Metronom 60				Metronom 80				Metronom 100				Metronom 120				Metronom 140				Metronom 160			
Lage	Zahl der Urtheile	richtig	falsch	Lage	Zahl der Urtheile	richtig	falsch	Lage	Zahl der Urtheile	richtig	falsch	Lage	Zahl der Urtheile	richtig	falsch	Lage	Zahl der Urtheile	richtig	falsch	Lage	Zahl der Urtheile	richtig	falsch
1	56	39 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	2	112	100	12	3	112	101 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	4	112	86	26	5	112	50	62	6	112	68 $\frac{1}{2}$	43 $\frac{1}{2}$
7	112	81	31	8	112	84 $\frac{1}{2}$	27 $\frac{1}{2}$	9	112	78 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$	10	112	53	59	11	142	106 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	12	112	104	8
13	112	91	21	14	112	99 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	15	112	102	10	16	112	110	2	17	112	95	17	18	112	85 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{1}{2}$
19	112	81	31																				
	392	292 $\frac{1}{2}$	99 $\frac{1}{2}$		336	284	52	3	336	282	54	3	336	249	87	3	336	251 $\frac{1}{2}$	84 $\frac{1}{2}$	3	336	258	78
		74,61% richtig				84,52% richtig				83,92% richtig				74,1% richtig					74,85% richtig				76,78% richtig

das Hauptgewicht deutlich mitwirkte, wurde das Urtheil sofort beim Heben des betreffenden Vergleichsgewichtes abgegeben. Nach dem Niedersetzen wurde selten ein Urtheil gebildet.

8. Der Einfluss des Rhythmus war günstig; 100 und 120 kamen mir am angenehmsten vor.
9. Die Empfindung der Schwere wurde in die Hand verlegt, einschließlich des Handgelenkes.
10. Ebenso die Empfindung des Unterschiedes.

VIII.

Die letzten Gewichtsversuche bestanden in einer Reihe, die 10 Tage dauerte. Versuchsperson war Herr stud. phil. K., ein Deutscher. Bei den vorhergehenden Versuchen wurde gezeigt, dass beim Heben unter den angegebenen Bedingungen ohne Metronom ein bestimmter Rhythmus gebildet wurde, der die Aufmerksamkeit fast soviel beeinflusste wie der, welcher durch das Metronom gegeben wurde.

Der Zweck dieser letzten Reihe war, zu finden, ob die Hubhöhe Einfluss auf das Urtheil habe, und ob beim Heben in beliebiger Richtung und Höhe die Bewegungen einen rhythmischen Charakter annehmen würden.

Während der ersten 6 Tage wurden die Versuche nach dem folgenden Schema eingerichtet.

I. Tag.

1. Uebung.

1. Runde = 4 Stellen,
2 Min. Pause.
2. Runde = 4 Stellen,
2 Min. Pause.

2. Uebung.

Hebungen 10 cm hoch unter den früheren Bedingungen.

1. Runde = 4 Stellen,
2 Min. Pause.
2. Runde = 4 Stellen.

II. Tag.

1. Uebung.

Hebungen 10 cm hoch unter den früheren Bedingungen.

1. Runde = 4 Stellen,
2 Min. Pause.
2. Runde = 4 Stellen,
2 Min. Pause.

2. Uebung.

Heben nach Belieben der Versuchsperson.

1. Runde = 4 Stellen,
2 Min. Pause.
2. Runde = 4 Stellen.

III. Tag.

1. Uebung.

Heben nach Belieben der Versuchsperson,

1. Runde = 4 Stellen,
2 Min. Pause.
2. Runde = 4 Stellen,
2 Min. Pause.

2. Uebung.

Hebungen 10 cm hoch unter den früheren Bedingungen.

1. Runde = 4 Stellen,
2 Min. Pause.
2. Runde = 4 Stellen.

An den letzten 3 Tagen war das Verfahren ebenso wie an den ersten 3 Tagen.

Die Hebungen wurden, wie oben angegeben, wechselweise nach Belieben der Versuchsperson und mit vorgeschriebener Hebungshöhe durchgeführt, um die Ermüdung des letzten Theils der Versuche zu compensiren. Während der Zeit wurde kein Metronom gebraucht. Bei jeder Uebung wurden 56 Urtheile abgegeben, also täglich 112. Das Heben geschah immer mit der rechten Hand. Für die ersten 2 Tage war das Hauptgewicht 800 g schwer, während der letzten 4 Tage betrug es 700 g. Die Belastungen der Vergleichsgewichte wurden täglich geändert, blieben aber immer dieselben für die beiden sich folgenden Uebungen eines Tages.

Die Belastungen der Gewichte für die einzelnen Tage sind auf der folgenden Tabelle angegeben.

Die Versuchsperson Herr K. war ganz ohne experimentelle Erfahrung und über den Zweck der Versuche nicht im mindesten informirt. Bei den ersten zwei Runden war es ihr erlaubt, ganz nach Belieben zu heben. Herr K. hat von Anfang an die Gewichte fast senkrecht ungefähr einen Meter hoch über den Tisch gehoben und während der 6 Tage bei diesem freien Heben diese Distanz eingehalten. Er hat sehr bald die Tendenz zu regelmäßiger Bewegung gezeigt und den Effekt selber gespürt. Ehe er den Unterschied der Gewichte beurtheilte, hat er versucht, immer erst die-

selbe körperliche Empfindung beim Heben eintreten zu lassen. Die Hebung brauchte ungefähr eine halbe Secunde, und etwa eben so lange wurde das Gewicht oben gehalten; das Niedersetzen aber brauchte weniger Zeit, während der Uebergang zum zweiten Gewicht wieder ungefähr eine halbe Secunde erforderte. Eine doppelte Hebung erforderte demnach eine Zeit von etwa 4 Secunden. Nach dem ersten Tage wurden diese Zeiten ziemlich regelmäßig, sodass sich bald eine Art von Rhythmus bildete.

Gewichte	Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6
Hauptgew.	800	800	700	700	700	700
Gewicht 1	1000	500	980	1050	875	1050
» 2	775	650	952	980	805	945
» 3	600	900	455	910	707	840
» 4	725	850	560	560	714	735
» 5	450	600	826	630	665	700
» 6	690	775	595	385	630	687
» 7	708	550	735	450	490	679

Beim Heben bis unter die 10 cm hoch gespannte Schnur hat die Versuchsperson fast dieselben Eigenthümlichkeiten gezeigt. Die Zeittheile des Hebens, Aufenthaltes oben und Niedersetzens waren ungefähr dieselben wie beim freien Heben. Beim Urtheilen war die Versuchsperson etwas unsicherer als früher. Die Beschränkung der Hebungsdistanz auf 10 cm war ihr gar nicht angenehm. Auffallend war der schnelle Eintritt der Ermüdung, der sich schon nach der ersten Runde zeigte. Obwohl die Versuche um 10 Uhr vormittags stattfanden, machte sich doch die muskuläre Ermüdung nach Aussage der Versuchsperson den ganzen Tag bemerkbar. Sie wurde meistens in den rechten Oberarm und die rechte Schulter verlegt.

Die Versuchsperson hatte die Gewohnheit, das Urtheil beim Niedersetzen des zweiten Gewichtes oder direct danach auszusprechen. Es war ihr nicht angenehm, mit dem Urtheil zögern zu müssen; sie sagte, dass das Urtheil dabei immer etwas verliere. Auch war es

ihr unangenehm, das Urtheil »unentschieden« abzugeben; sie versuchte stets einen bestimmten Unterschied zu finden.

Die Berechnung der Urtheile wurde wie die der früheren Versuche ausgeführt.

Die Resultate dieser Versuchsreihe sind in der folgenden Tabelle angeführt.

Freie Bewegung (Hebungen ca. 1 m hoch) Hauptgewicht 800 g				Bestimmte Bewegung (Hebungen bis an die Schnur 10 cm) Hauptgewicht 800 g			
Tage	Zahl d. Urth.	richtig	falsch	Tage	Zahl d. Urth.	richtig	falsch
1	56	45 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	1	56	49 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$
2	56	49 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	2	56	51 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$
	112	95 84,8%	17		112	101 90%	11
Hauptgewicht 700 g				Hauptgewicht 700 g			
3	56	53 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	3	56	50 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$
4	56	55	1	4	56	55	1
5	56	46 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	5	56	45	11
6	56	42 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$	6	56	42	14
	224	197 $\frac{1}{2}$ 88,1%	26 $\frac{1}{2}$		224	192 $\frac{1}{2}$ 85,49%	31 $\frac{1}{2}$

Die Resultate der Versuche an den beiden ersten Tagen weisen auf der Seite der bestimmten Bewegungen ein Plus auf, während wir bei den Uebungen der folgenden Tage die größere Zahl der richtigen Urtheile auf der Seite der freien Bewegung finden. Die Versuche waren selbstverständlich unzulänglich, um entscheidende Resultate zu liefern. Ihr specieller Zweck wurde aber erreicht; denn die Beobachtung zeigte, dass auch die freie Bewegung die Tendenz hatte, einen rhythmischen Charakter anzunehmen. Dieselbe Tendenz wurde schon früher von den Bewegungen beim Heben bis an die 10 cm hoch gespannte Schnur gezeigt.

Anschließend an die eben besprochene Reihe fand unter demselben Gesichtspunkt noch eine solche von 4 Tagen statt. Das Hauptgewicht wog 700 g; die Vergleichsgewichte wurden so belastet wie am 1., 2., 3. und 4. Tage der ersten Reihe (S. 130). Täglich fand eine Uebung von zwei Runden statt. Die vier Stellen der Gewichte waren wie vorher. Die Versuchsperson hob Haupt- und Vergleichsgewicht mehr als einmal, bevor sie das Urtheil ausdrückte.

Der Zweck dieser Versuche war, zu finden, ob bei dieser Art der Hebung sich eine Spur von Rhythmus zeige.

Die Bewegungen waren bei diesem Verfahren sehr unregelmäßig. Die Zahl der Hebungen vor der Urtheilsabgabe variierte zwischen 1 und 8 mal. Manchmal wurde das Hauptgewicht einmal, das Vergleichsgewicht dagegen dreimal gehoben. Nicht selten wurde ein Gewicht 20 cm, das damit zu vergleichende aber weniger als 10 cm hoch gehoben. Bei solcher Unregelmäßigkeit ist es kaum nothwendig, zu sagen, dass sich keine Spur von Rhythmus zeigte. Die Versuchsperson fand das Verfahren langweilig und ermüdend.

Die Resultate der Uebungen waren folgende:

Tage	Zahl der Urtheile	richtig	falsch
1	56	51	5
2	56	55	1
3	56	42 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$
4	56	41	15
	224	189 $\frac{1}{2}$ 83,59%	34 $\frac{1}{2}$

Bericht der Versuchsperson.

1. Die Empfindungen der Schwere waren deutlich.
2. Die Ermüdung machte sich hauptsächlich fühlbar im Oberarm und Ellenbogengelenk. Sie war am stärksten in den ersten Tagen nach Beginn der Experimente.
3. Beim freien Heben sind die Muskelempfindungen im Arme

am lebhaftesten, beim Heben auf 10 cm beschränkt sich die Empfindung mehr auf die Schultermuskeln.

4. Ich ziehe es vor, mit dem Hauptgewicht anzufangen, weil es so leichter wird, mir dasselbe einzuprägen.

5. Wenn die Unterschiede deutlich sind, wird das Urtheil beim Heben des zweiten Gewichtes gebildet; es ist nie beim Aufenthalt oben gebildet. Wenn die Unterschiede gering sind, wird es vielleicht beim Niedersetzen gebildet; in Fällen des Zweifels wird es nach dem Niedersetzen gebildet. Doch hängt dieses auch sehr von dem wechselnden Grade der Aufmerksamkeit ab.

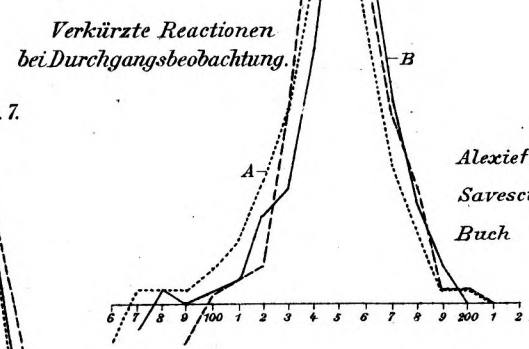
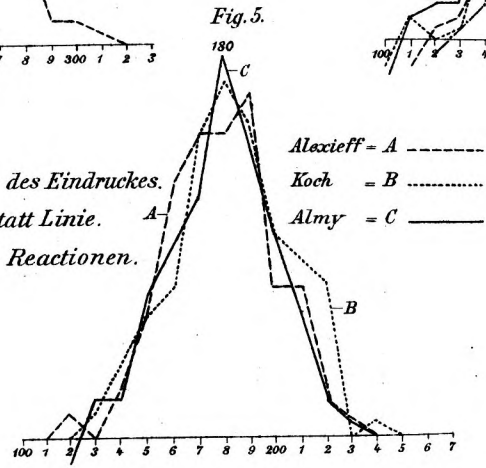
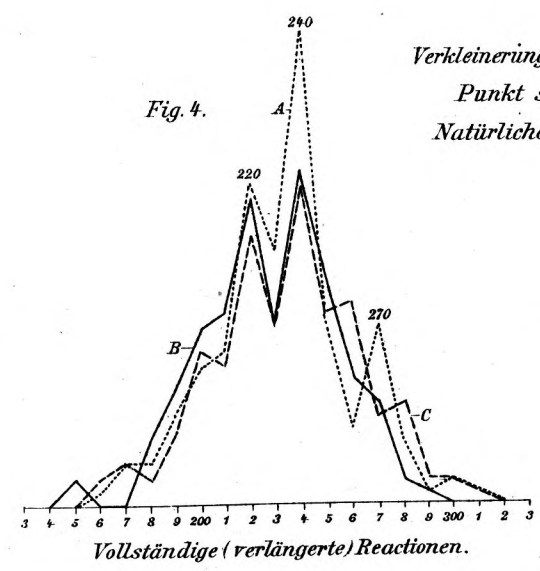
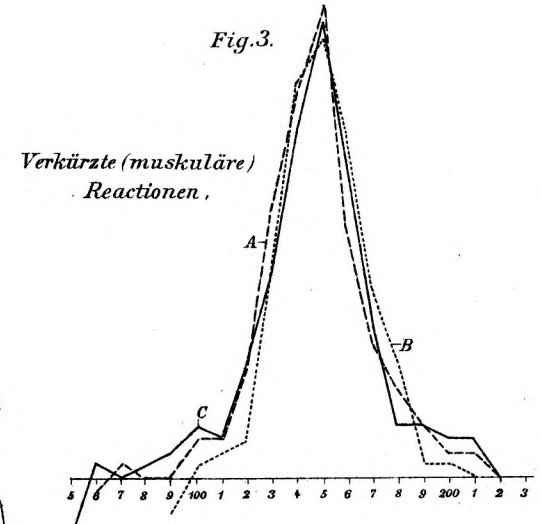
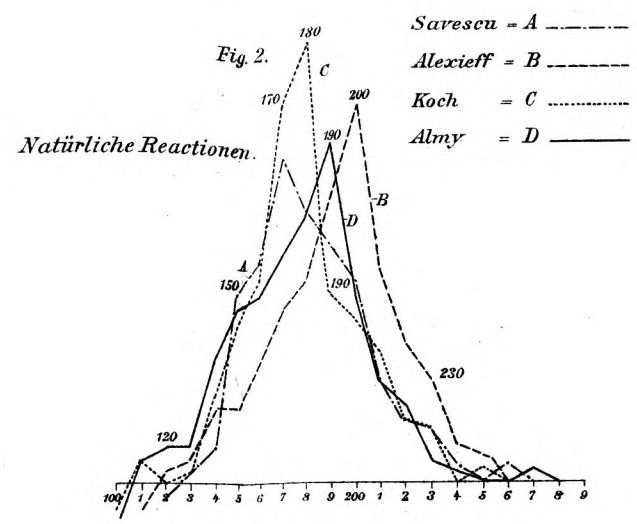
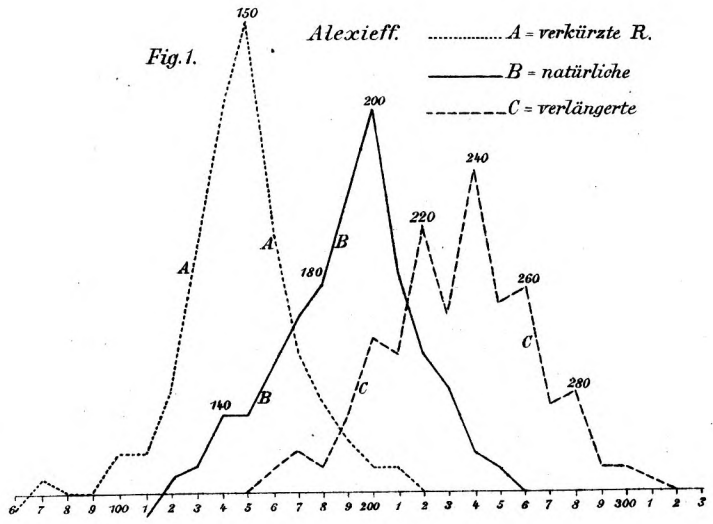
6. Zuerst wurde die Empfindung der Schwere in die Muskeln des Oberarmes und der Schulter verlegt, zuletzt hat sie sich mehr als Druckempfindung des hebenden Daumens gezeigt.

7. Die Empfindung des Unterschiedes wurde mit der der Schwere localisirt.

8. Anfangs fand ich die Experimente langweilig, zuletzt wurde die geistige Thätigkeit reger, und dann ging es besser.

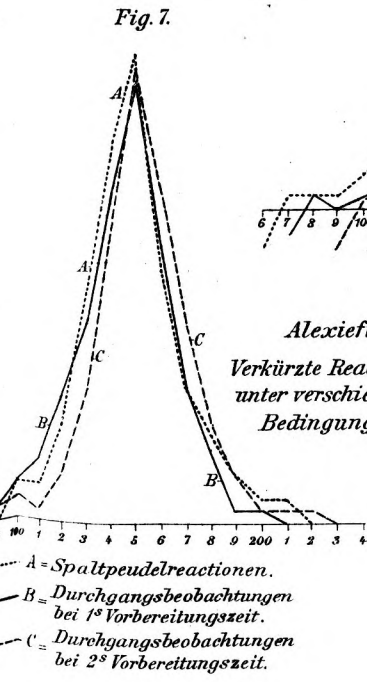
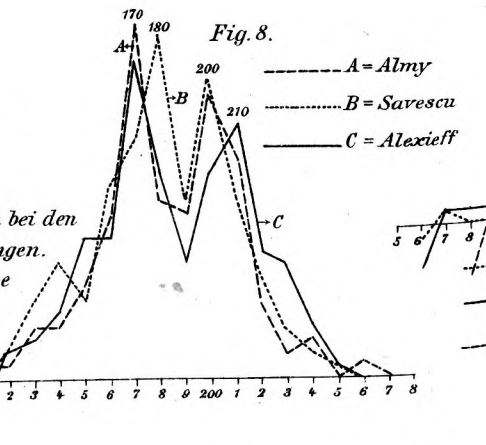
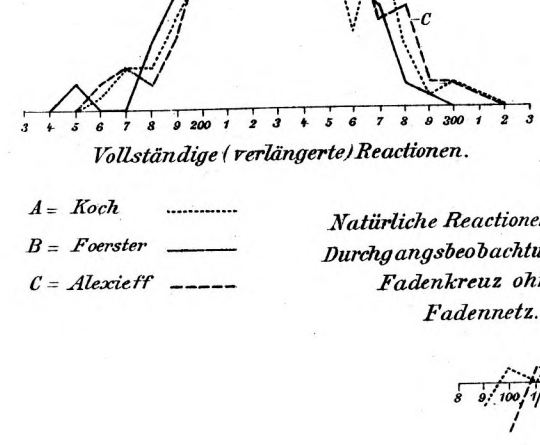
Mit dieser Reihe waren die Gewichtsversuche zu Ende. Im Anhang berichten wir noch über eine elektrische Einrichtung, durch welche die Bewegungen beim Heben und Niedersetzen der Gewichte sowohl als beim Aussprechen des Urtheils graphisch dargestellt wurden. Hierdurch wurden die Bewegungen auf eine rotirende Trommel übertragen und in Centimetern gemessen. Durch den Gebrauch des Metronoms oder der schwingenden Stimmgabel wird eine Zeitmessung vollzogen. Vielleicht ist kein Verfahren besser geeignet, die Regelmäßigkeit der Bewegungen und den Einfluss des Metronoms auf dieselben zu zeigen.

(Fortsetzung folgt im nächsten Hefte.)

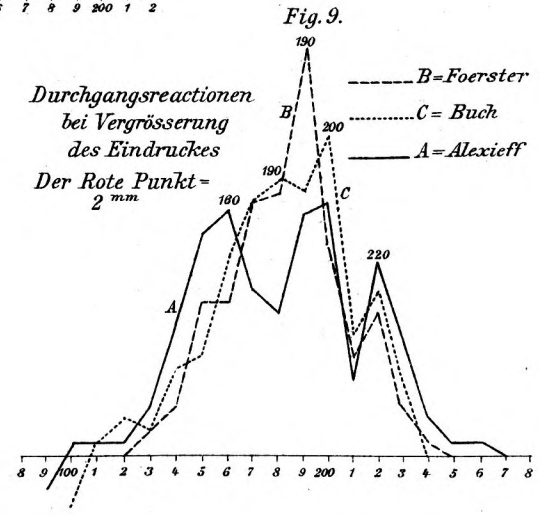


Alexieff = A -----
 Almy = C -----
 Savescu = B -----

Alexieff = A -----
 Savescu = B -----
 Buch = C -----



A = Spaltpeudelreactionen.
 B = Durchgangsbeobachtungen bei 1^{er} Vorbereitungszeit.
 C = Durchgangsbeobachtungen bei 2^{er} Vorbereitungszeit.



B = Foerster -----
 C = Buch -----
 A = Alexieff -----

