Erwähnen will ich noch, dass ich diese Schwärme immer nur an der Oberfläche des Wassers, höchstens bis ca. 1 Meter Tiefe antraf.

Dies sind in knappen Zügen die wichtigsten Ergebnisse meiner bisherigen biologischen Beobachtungen; sie beziehen sich freilich hauptsächlich nur auf die täglichen Schwankungen des Planktons; zur Erforschung der monatlichen oder in noch größeren Zeiträumen stattfindenden Oscillationen reicht die kurze Zeit eines Jahres nicht aus. Erst aus den Ergebnissen zahlreicher Jahre können in dieser Hinsicht wohlbegründete, richtige Schlussfolgerungen gezogen werden; es kann dies nicht die Aufgabe eines einzelnen Forschers sein, sondern gehört in das Programm der sich immer mehr entwickelnden biologischen Süßwasserstationen.

Budapest, den 20. September 1893.

Pädagogisch-psychometrische Studien.

1. Vorläufige Mitteilung.

Von Dr. **Robert Keller** in Winterthur.

(Schluss.)

Die Ermüdungszeichnung, die E. J. 3.[47] Uhr schrieb, bestätigt die Beobachtungen vom Vormittag. Die Zahl der Kontraktionen ist zwar unerheblich vermehrt; sie stieg auf 70. Dagegen ist etwa die 1. Hälfte der Zusammenziehungen kräftiger als an der Ermüdungszeichnung von 3.[20] Uhr. Die Gesamtlänge der Maßstriche beträgt 0,815 Meter, die bis zur Erschöpfung der Beuger des rechten Mittelfingers geleistete Arbeit betrug also, da die Belastung wieder 2 Kg war, 1,63 Kgmeter.

Wieder schließt sich nachfolgende Leseprobe an.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	431	769	0,266	0,149
II	415	773	0,299	0,160
III	420	795	0,283	0,149
	1266	2337	0,283	0,153
	Summe		Mittel	

Dieser Arbeitsleistung folgte eine weitere erhebliche Steigerung der Maßstriche der Ermüdungszeichnung. E. J. vermochte 127! Kontraktionen, von denen die ersten sehr bedeutende waren, auszuführen. Die Gesamtlänge derselben betrug 1,079 Meter; die geleistete Arbeit also 2,156 Kgmeter. So deutet die Ermüdungszeichnung auf einen Zustand starker Erregung. War doch wieder die Leistungsfähigkeit nahezu verdoppelt, gegenüber der Leistung von 3.[20] Uhr.

Nach den frühern Erfahrungen war also anzunehmen, dass damit die Kurve der Leistungsfähigkeit ihren Höhepunkt erreicht habe, dass nun die Abspannung, die geistige Ermüdung folgen werde. Es scheint das, wie nachfolgende Tabelle zeigt, schon die vermehrte Zeit zum Lesen der Silbe, 0,165 Sek., anzudeuten, wenn anderseits auch gesagt werden kann, dass in frühern Serien dieser 3. Versuchsreihe diese Zahl auch schon überschritten wurde.

Unzweideutig aber ergibt sich diese Abnahme aus der Ermüdungszeichnung von 4.⁵ Uhr. Die Zahl der Kontraktionen ist nicht einmal halb so groß wie an der vorigen Zeichnung. Die Gesamtlänge der Maßstriche ist ebenfalls nur noch circa die Hälfte der vorigen, nämlich 0,5044 Meter und die geleistete Arbeit demnach 1,088 Kgmeter.

Nach $^5/_4$stündiger Ruhe war die Leistungsfähigkeit wieder bedeutend gestiegen. Durch 75 Kontraktionen wurde eine Arbeit von 1,7314 Kgmeter geleistet. Die Gesamtlänge der Maßstriche betrug 0,8657 Meter.

Es mag überraschen, dass die Nachwirkung der Ermüdung nicht eine ausgesprochene war, dass die Erholung einen günstigern Zustand herstellte, als er nach der mittäglichen Ruhe bestand. Es ist das wohl darauf zurückzuführen, dass die Versuchsperson die Zeit des Ausruhens zum Abendessen (Kaffee, Milch, Brod) benutzte. Schon Mosso weist darauf hin, dass kurze Zeit nach dem Essen die Werte der Maßstriche steigen.

In dem gegebenen Falle lassen sich also die Versuchsergebnisse etwa in folgender Weise zusammenfassen. Die zur Anwendung gebrachte geistige Thätigkeit wirkt zunächst anregend. Sie vermehrt die Willensimpulse und erhöht ihre Stärke im allgemeinen etwa bis zur Verdoppelung der Leistungsfähigkeit, die nach nächtlicher Ruhe zu konstatieren ist. Wird alsdann die geistige Arbeit weiter fortgeführt, dann folgt ihr eine Schwächung der Impulse, es nähert sich mehr und mehr der Zustand der Abspannung. Während der Ruhe, die zeitlich der Arbeit nicht nur gleichkommt, sondern erheblich größer sein kann, wirkt die Abspannung nach und kann ihr Minimum nach einer längern Pause erreichen.

Die Wirkung geistiger Arbeit, die ein nicht völlig ausgeruhtes Gehirn auszuführen hat, die sich also — auch nach längerer Pause — an eine vorangegangene (gleichartige) Bethätigung anschließt, kann zunächst durch die folgende Zusammenstellung illustriert werden.

Wir bezeichnen die Arbeitsleistung nach der nächtlichen Ruhe mit 100 (Fig. 1). Dann ergeben die successiven ergographischen Messungen folgende Resultate.

1. Versuchsreihe.		2. Versuchsreihe.	
100	Zeit der Arbeit	83	Zeit der Arbeit
152		189	
190		173	
132		88	
83	nach der Pause	85	nach der Pause.

Diese Zusammenstellung zeigt uns, dass zwar die Arbeit den gleichen arbeitsfördernden Zustand der Erregung bewirkt, dass demselben aber sehr schnell der Zustand starker Abspannung folgt. Wieder wirkt sie während längerer Zeit nach, mit andern Worten auch eine längere Pause vermag den normalen Zustand nicht herzustellen. Erst die mehrstündige Ruhe über den Mittag bringt wieder den ursprünglichen Zustand hervor.

Man wird nun diesen Schlussfolgerungen gegenüber den Einwand erheben, dass sie vielleicht auf zufällige Veränderungen der Ermüdungskurve fußen, dass zwischen der geistigen Arbeit, die geleistet wurde und diesen Veränderungen kein kausaler Zusammenhang bestehe, dass vielleicht ohne diese geistige Bethätigung sich analoge Schwankungen ergeben hätten.

Ohne weiteres gebe ich zu, dass diese psychophysiologische Methode leicht zu übereilten Schlüssen führen könnte.

Für den kausalen Zusammenhang zwischen der geistigen Arbeit und dem Kurvenverlauf spricht aber doch wohl dessen Gleichartigkeit in den 3 aufeinander folgenden Versuchsreihen. Ich habe aber auch, um über diese Grundbedingung meiner Erörterungen keine Zweifel walten zu lassen, wiederholt ähnliche Versuch mit analogem Erfolge angestellt.

Der Kürze wegen beschränke ich mich auf tab. Zusammenstellungen und Angaben über die am Ergographen aufgezeichneten Arbeitsmengen.

Versuche vom 11. Februar 1893.

Erste ergographische Messung 8.[10] Uhr. Die Beuger des Mittelfingers der rechten Hand meiner Versuchsperson E. J., die ein langer, guter, ununterbrochener Schlaf gestärkt hatte, vermochten bis zu ihrer Erschöpfung 83 Kontraktionen auszuführen. Die Maßstriche hatten eine Gesamtlänge von 0,7197 Meter. Es wurden mit jeder Kontraktion 2 Kg gehoben, also betrug die geleistete Arbeit 1,4294 Kgmeter.

Die nun folgende geistige Bethätigung ergibt sich aus der nachfolgenden tabellarischen Zusammenstellung.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	107	206	0,331	0,172
II	218	419	0,340	0,177
III	207	401	0,322	0,168
IV	104	199	0,317	0,166
V	212	415	0,340	0,174
VI	216	407	0,322	0,171
VII	215	401	0,332	0,178
VIII	113	204	0,325	0,179
	1392	2652	0,328	0,173
	Summe		Mittel	

Nachdem in dieser Weise während $7^1/_2$ Minuten eine geistige Bethätigung stattgefunden hatte, zeichnete E. J. um $8.^{30}$ eine Ermüdungszeichnung auf.

Die Zahl der Zusammenziehungen ist auf 62 gesunken. Die Gesamtlänge der Maßstriche aber ist um 20% vergrößert. Sie beträgt 0,8603 Meter; die geleistete Arbeit also 1,7206 Kgmeter.

Nach einer kleinen Pause beginnt das Schnelllesen von neuem und dasselbe ergibt folgendes Resultat.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	428	784	0,319	0,174
II	422	758	0,334	0,186
III	420	796	0,319	0,168
	1270	2338	0,324	0,176
	Summe		Mittel	

Die unmittelbare geistige Bethätigung betrug in dieser Versuchsserie 7 Minuten.

Ergographische Messung $8.^{45}$ Uhr. Zahl der Zusammenziehungen 89. Gesamtlänge der Maßstriche 1,1284 Meter; also die Arbeit 2,2568 Kgmeter.

Es folgt eine Arbeitsleistung von 8 Minuten bestehend im Lesen von folgenden Zahlen (Serie I) und Wörtern.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	150	272	0,459	0,253
II	420	772	0,329	0,179
III	417	782	0,332	0,177
IV	430	784	0,310	0,171
	1267	2338	0,324	0,176
	Summe exkl. I.		Mittel exkl. I.	

Ergographische Messung 9 Uhr. Zahl der Kontraktionen 67; Gesamtlänge 621,8 mm; Arbeit 1,2436 Kgmeter.

Pause von $^5/_4$ Stunden, hernach ergographische Messung. Zahl der Kontraktionen 54; Gesamtlänge der Maßstriche 0,3944 Meter; Arbeit 0,7888 Kgmeter.

Es folgt eine Bethätigung von $14^1/_2$ Minuten.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	1233	2369	0,338	0,176
II	819	1589	0,358	0,184
III	405	759	0,342	0,182
	2457	4717	0,346	0,181
	Summe		Mittel	

Ergographische Messung 10.^{30} Uhr. Zahl der Kontraktionen 59; Länge der Maßstriche 0,6376 Meter; Arbeit 1,2752 Kgmeter.

Nach 10 Minuten Pause folgt eine neue unmittelbare Bestätigung von fast 15 Minuten mit folgendem Ergebnis.

2501 Wörter mit 4786 Silben werden nach einander ohne Unterbruch gelesen, Zeit pro Wort 0,356 Sek.; pro Silbe 0,186.

Ergographische Messung 11 Uhr. Zahl der Kontraktionen 45; Gesamtlänge 392,5 mm; Arbeit 0,785 Kgmeter.

Eine Stunde Pause; dann eine neue Messung. Zahl der Zusammenziehungen 32; Gesamtlänge der Maßstriche 191,9 mm; Arbeit 0,3838 Kgmeter.

Bezeichnen wir in der frühern Weise die Arbeitsleistung nach der nächtlichen Ruhe mit 100; dann ergeben die successiven ergographischen Messungen dieser 2 Versuchsreihen folgende Resultate:

1. Versuchsreihe.		2. Versuchsreihe.	
100	Zeit der Arbeit	55	Zeit der Arbeit
120		89	
158		55	
87			
55	nach der Ruhe	27	nach der Ruhe.

Diese beiden Versuchsreihen stimmen dem Wesen nach völlig mit den frühern überein. Der Beginn der geistigen Bethätigung führt auch hier zunächst zu einer Erhöhung der Leistungsfähigkeit; hat diese ein gewisses Maximum erreicht, dann fällt sie wieder. Fällt sie stark, so dass während der Arbeit der Zustand der Ermüdung eintritt, d. h. eine Leistungsfähigkeit, die geringer als die anfängliche ist, dann macht sich eine starke Nachwirkung geltend. Während der Zeit der Ruhe, die nahezu doppelt so groß ist, als die Zeit der unmittelbaren geistigen Bethätigung, vermag die Versuchsperson nicht nur nicht auszuruhen, sondern ist in solch ermüdetem Zustande, dass die Leistungsfähigkeit auf die Hälfte gesunken ist. In der sich unmittelbar anreihenden neuen Versuchsreihe wiederholt sich das betonte Prinzip: Steigen und Fallen der Leistungsfähigkeit während der Arbeit, starke Nachwirkung während der Ruhe.

Neben diesem allgemeinen mit früher gewonnenen Ergebnissen sich deckenden Resultate geht ein spezielleres, das gerade für unsere Versuchsziele besonders lehrreich ist.

Während in den frühern Versuchsreihen stets nur 1200—1400 Wörter in 3—8 Serien gelesen wurden, die geistige Bethätigung also eben so oft, wenn auch nur kurz unterbrochen wurde, während also die unmittelbare Bethätigung nur $^1/_2$—$2^1/_2$ Minuten dauerte, kam in der zweiten der heutigen Versuchsreihe diese Unterbrechung auf fast 15 Minuten unmittelbarer Bethätigung nur 3 Mal vor, das eine Mal nach fast

7 Minuten, das zweite Mal nach fast 5 Minuten, das dritte Mal nach nicht ganz $2^1/_2$ Minuten. In der folgenden Reihe wurden 2500 Wörter ohne Unterbrechung gelesen. Die unmittelbare zusammenhängende Bethätigung ist also in dieser Versuchsreihe eine intensivere, also eine belastendere als früher, ein Umstand, dem es vielleicht zuzuschreiben ist, dass die zum Lesen des Wortes nötige Zeit um 7—9% verlängert ist gegenüber der vorangehenden Versuchsreihe. Dass die Belastung zweifellos eine stärkere war, zeigt das Ergebnis der Kraftzeichnungen Nur die Annahme stärkerer Belastung macht es verständlich, dass ein Ermüdungszustand eintreten konnte, der die Leistungsfähigkeit fast auf $^1/_4$ der ursprünglichen herabsetzte. Es scheinen also selbst kürzere Momente der Ruhe einen höchst wohlthätigen Einfluss auf das arbeitende Gehirn auszuüben, in ähnlicher Weise etwa, wie die Unterbrechung des Sehens in die Nähe durch wenige Momente des Einstellens der Augen auf den Fernepunkt die Leistungsfähigkeit des Auges zu erhöhen vermag. Mit anderen Worten: die kontinuierliche, wenn auch nur relativ kurz dauernde Arbeit des Gehirns führt den Zustand starker Ermüdung viel schneller herbei als die gleiche Arbeit von gleicher Dauer, die aber durch kurze Momente der Ruhe unterbrochen wird.

Versuche vom 26. August 1893.

Die Resultate ergographischer Messung während zweier Versuche am 26. August will ich tabellarisch zusammenstellen. Die geistige Bethätigung entsprach jener während der beiden ersten Versuche vom 9. Februar 1893. Mit jeder Kontraktion wurde 1 Kg gehoben.

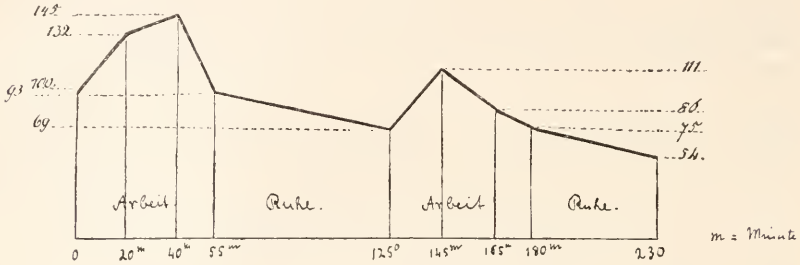
Zeit	Zahl der Zusammenziehung	Gesamtlänge der Maßstriche in Metern oder Arbeit in Kgmetern	Arbeitsleistung auf 100 bez.	
7^{15}	82	1,0452	100	Zeit der Arbeit
7^{35}	70	1,3492	129	
7^{50}	70	0,8673	83	
8^{3}	61	0,6615	63	
9^{15}	77	0,7965	76	nach der Ruhe
9^{38}	72	0,7090	68	Zeit der Arbeit
9^{55}	56	0,4980	48	
11	64	0,6718	64	nach der Ruhe.

Im 2. dieser beiden Versuche führt also die geistige Arbeit ausnahmsweise nicht zu einer Erhöhung der Leistungsfähigkeit. Es hängt das vielleicht damit zusammen, dass der Zustand der Ermüdung im Ver-

suche, der unmittelbar voranging, sehr schnell und entschieden eintrat, die geistige Arbeit also vom Organ verlangt wurde, als es bereits während längerer Zeit (ca. 2 Stunden) ermüdet war.

Der Gang der Ermüdungskurve lässt sich graphisch aus den 3 im Voranstehenden beschriebenen Doppelversuchen in folgender Weise darstellen (vergl. Fig. 10).

Fig. 10.



Sehe ich in der Gleichartigkeit des Verlaufes der Ermüdungskurven während der Arbeit den positiven Beweis für den Kausalzusammenhang zwischen Arbeit und Kurvenverlauf, so lässt sich die außerordentliche Ungleichmäßigkeit ihres Verlaufes bei mangelnder oder nicht kontrollierter Bethätigung wohl als negativer Beweis ansprechen. In gleichen Zeitabschnitten, in denen während der bisherigen Versuche die ergographischen Messungen aufeinander folgten, führte ich dieselben 5 Mal aus, ohne dass ich meine Versuchsperson irgendwie — weder geistig noch körperlich — bethätigt hätte. Sie gab sich völliger Ruhe hin, soweit davon bei einem jungen aufgeweckten Menschen, den man nicht durch Anästhetika dem Einflusse der Außenwelt entzieht, gesprochen werden kann. In keinem der 5 Fälle stimmte der Kurvenverlauf auch nur dem Prinzipe nach einmal mit einem andern überein. Einmal beobachten wir ein Fallen, Steigen, Fallen; ein 2. Mal Steigen, Steigen, Steigen; ein 3. Mal Fallen, Steigen, Steigen; ein 4. Mal Fallen, Fallen; ein 5. Mal Fallen, Fallen, Steigen.

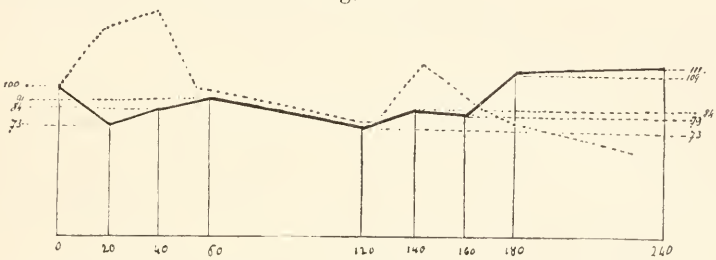
Konstruiere ich aus den Ergebnissen von 4 Versuchen, von denen je zwei mit Unterbruch von einer Stunde unmittelbar aufeinander folgten, den Kurvenverlauf in ähnlicher Weise, wie ich den Kurvenverlauf der Ermüdungskurve für die Arbeit graphisch zur Darstellung brachte, dann ergibt sich folgendes Bild. (Die punktierte Linie deutet den Verlauf der Ermüdungskurve während der Arbeit an.) [Vergl. Fig. 11].

Versuche vom 17. Aug. und 12. September 1893.

Die Versuchsreihen, in denen meine Versuchsperson lateinische Sätze zu lesen hatte, — E. J. hat seinen Lateinunterricht zu Ostern 1892 begonnen — sollten darüber Aufklärung geben, ob es auf ergographischem Wege möglich ist, nicht bloß quantitative Unterschiede der

Belastung durch eine bestimmte geistige Arbeit, sondern auch qualitative zu kontrollieren. Der psychische Vorgang, der sich abspielte, war wohl seinem Wesen nach der gleiche, wie wenn deutsche Sätze gelesen wurden: Erkennen und Wiedergeben von Wörtern. Da Wörter einer fremden Sprache an diesen Versuchen vom 17. August und 12. September gelesen wurden, deren erste Elemente nur dem Schüler vertraut sind, ist zweifellos der psychische Vorgang qualitativ vom frühern etwas verschieden. Denn wir beobachten ja selbstverständlich, dass wenn auch die zu den rasch sich folgenden psychischen Akten gebotene Gesamtzeit — ca. 20 m — hier die gleiche war, wie früher, die Vorgänge in geringerer Zahl sich abspielen als früher, mit andern Worten: Die Zeit zum Erkennen und Wiedergeben eines Wortes bezw. einer Silbe ist jetzt eine längere denn früher.

Fig. 11.



Aus den oben angegebenen Tabellen berechnen wir die Zeit, die für Erkennen und Wiedergeben eines deutschen Wortes bei schnellen, zusammenhängenden Lesen nötig ist, zu 0,328 Sekunden, für die Silbe 0,172 Sekunden. Für ein lateinisches Wort war durchschnittlich eine Zeit von 0,507 Sekunden, für eine Silbe 0,224 Sekunden nötig. Der gleiche psychische Vorgang erscheint also für das Wort um 54 %, für die Silbe um 30 % verzögert. Diese zeitliche Differenz dürfte wesentlich 2 Umständen zuzuschreiben sein. Wenn wir im ganzen psychischen Vorgange des Lesens nur 3 Phasen unterscheiden, indem wir 1 u. 2 und 4 u. 5 der Wundt'schen Analyse je als einen einzigen Vorgang in dem Sinne auffassen, dass die Phase 2 das Ende der Phase 1, die Phase 4 der Beginn der Phase 5 ist, dann dürfen wir wohl sagen: Die zeitlichen Differenzen haben ihre Ursache nicht in den Differenzen dieser beiden Phasen gegenüber den gleichen Phasen beim Lesen deutscher Wörter. Der Unterschied wird vor allem auf die ungleiche Dauer der Apperzeption zurückzuführen sein, da naturgemäß die zeitliche Dauer der Apperzeption um so mehr verlängert sein wird, je unbekannter, fremder das zu apperzipierende ist.

So sehen wir, dass auch das lateinische Wort erheblich schneller, als das obige Mittel es angibt, erfasst und gesprochen wird, wenn es dem Schüler besonders bekannt ist. Lassen wir Sätze lesen, die der Schüler früher schon gelesen hat, dann sinkt die Dauer für das

Lesen des Wortes fast genau auf das aus den beiden oben angegebenen Werten für das Lesen des deutschen und lateinischen Wortes Mittel, nämlich auf 0,454 Sek. pro Wort und 0,193 Sek. pro Silbe. Anderseits steigt durch das Lesen von Wörtern in einem ihm fremden Lesestück die Lesezeit erheblich, nämlich pro Wort auf 0,561 Sek.: pro Silbe auf 0,254 Sek.

Die größere Zeit, die die Apperzeption beansprucht, ruft auch indirekt einer Verlängerung des psychischen Vorganges. Wir haben früher gesagt, dass die Zeit, die wir für Erkennen und Wiedergeben eines Wortes bezw. einer Silbe bestimmten, kleiner sei als die Zeit, in der für ein Einzelwort oder eine Einzelsilbe die fünf, bezw. 3 psychischen Phasen sich abspielen würden. Denn beim Lesen aneinandergereihter zu Sätzen vereinter Wörter decken sich ungleiche Phasen rasch aufeinander folgender psychischer Vorgänge. Wir machen also in gleicher Weise einen Fehler, wie wenn wir eine Strecke in der Weise messen würden, dass wir den Anfang unserer Maßeinheit vor das Ende der vorangegangenen setzten.

Beim Lesen lateinischer Wörter, die zu Sätzen vereint sind, wird dieses Decken sich folgender Phasen weniger eintreten. Die Aufmerksamkeit, die sich den fremden Wörtern zuwendet, ist in höherem Maße an das Einzelwort gebunden, als wenn es sich um Wortbilder handelt, die dem Schüler völlig vertraut sind.

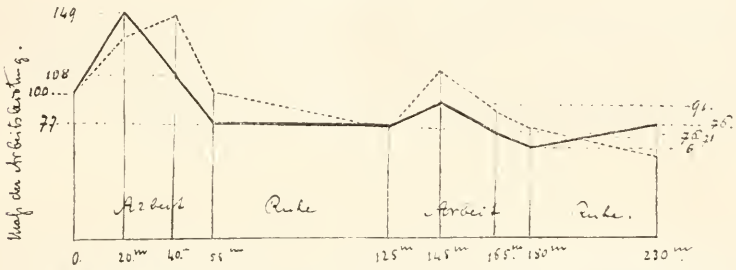
Ich versuchte in einer kürzlichen Versuchsreihe näherungsweise diesen mutmaßlichen Deckungswert der psychischen Vorgänge zu bestimmen. Infolge vermehrter Uebung des Schülers war das Mittel für das Lesen des lateinischen Wortes auf 0,469 Sekunden gesunken. Zwischen dem Lesen des Abschnittes von vorn nach hinten und von hinten nach vorn ergibt sich eine nicht unbedeutende Zeitdifferenz. Beim Vorwärtslesen kam auf das Wort eine Zeit von 0,425 Sek., beim Rückwärtslesen dagegen 0,512 Sek. Diese Verzögerung von 20% ist wohl ausschließlich darauf zurückzuführen, dass beim Rückwärtslesen die Wörter mehr als Einzelwörter gelesen werden als beim Vorwärtslesen. Die 20% stellen also — ich will nicht sagen den vollen aber doch wohl näherungsweise den ganzen Deckungswert der sich folgenden psychischen Prozesse dar. Wenn also unser Schüler die lateinischen Wörter in einem ihm fremden Lesestück liest, dann werden wir 20% der Lesezeit für ein Wort auf die stärkere Gliederung der sich folgenden psychischen Prozesse, ich möchte sagen auf die Isolierung der Wörter durch die auf das Einzelwort gerichtete Aufmerksamkeit zurückführen müssen. Der Ueberschuss über das Mittel der Lesezeit für ein deutsches Wort ist alsdann als Verlängerung der Apperzeptionszeit aufzufassen.

Das Mittel 0,561 Sek., das wir oben als Lesezeit für das dem Schüler in ungewohnter Verbindung erscheinende oder fremde Wort

angaben, wird also zu 0,447, wenn wir die Möglichkeit der teilweisen Deckung der beim Lesen rasch sich folgenden psychischen Vorgänge annehmen und es würde somit die Verzögerung von 30 % gegenüber dem Lesen des deutschen Wortes die verlängerte Apperzeptionsdauer (0,119 Sek.) sein.

Die ergographischen Messungen lassen nun nach den mir vorliegenden Versuchsergebnissen zu schließen, einen Einblick in diese qualitative Verschiedenheit der psychischen Vorgänge der frühern und der jetzigen Versuchsreihen gewinnen (vergl. Fig. 12).

Fig. 12.



Die ausgezogene Kurve ist die Ermüdungskurve beim Lesen lateinischer, die punktierte die Ermüdungskurve beim Lesen deutscher Wörter.

Wohl ist der Typus des Verlaufes der Ermüdungskurve im allgemeinen der der früher gezeichneten Ermüdungskurve. Wir sehen dass auch hier die Thätigkeit vor der Pause einer stärkern, nach der Pause einer geringern Vermehrung der Arbeitsleistung ruft. Die Differenz des Kurvenverlaufes, also das, was ich geneigt bin als Ausdruck der qualitativen Verschiedenheit beider Serien psychischer Vorgänge aufzufassen, besteht darin, dass die Kurve rasch auf geringerer Höhe bleibt, d. h. also die längere Dauer der 3. Phase der psychischen Vorgänge, der Apperzeption, wird von einer stärkeren Ermüdung begleitet.

Auch in diesen Versuchen vermag eine einstündige Pause den Zustand der ursprünglichen Leistungsfähigkeit nicht wieder herzustellen.

In zwei spätern Versuchsreihen lenkte ich meine Aufmerksamkeit auf ein ganz anderes Gebiet der Schulthätigkeit, auf das Singen. Der seelische Vorgang, der sich während des Singens eines Liedes abspielt, besteht wieder wie in den frühern Versuchen aus einer schnell sich folgenden Wiederholung analoger psychischer Vorgänge. Jeder einzelne von diesen ist aber offenbar komplizierterer Art als das Erkennen und Wiedergeben eines Wortes, als das Lesen eines Wortes. Denn er besteht einmal in diesem Vorgang, mit dem das Lesen eines musikalischen Schriftzeichens, einer Note verknüpft ist. Während zudem in den frühern Versuchen das schnelle Lesen ein Nachdenken über das Gelesene ausschloss, konnte dieses beim Singen des Liedes zum Rechte kommen.

Es ließ sich daher erwarten, dass das Singen von Liedern, also das Lesen von Sätzen in bestimmtem Rythmus und in bestimmter Tonlage eine ungleich stärkere Belastung sein würde als das bisherige Lesen. —

Die beiden sich aneinander anreihenden Versuche stimmen zwar in dem Verlaufe der Ermüdungskurve nicht genau mit einander überein. Während der ersten Versuchsreihe führt die Thätigkeit unmittelbar in den Zustand der Ermüdung über, d. h. alle spätern ergographischen Messungen ergeben eine successive Abnahme der Leistungsfähigkeit gegenüber der ursprünglichen, in der zweiten trat während der sehr verminderten Leistungsfähigkeit einmal ein Zustand der Erregung ein. Darin aber decken sich beide Versuchsreihen in überraschendster Weise, dass eine starke Verminderung der Leistungsfähigkeit die Thätigkeit des Singens begleitet; eine so bedeutende Verminderung, dass nach längerer Zeit fast ein Zustand der Erschöpfung eintritt.

Versuche vom 28. August 1893.

Morgens um 7 Uhr zeichnete E. J. seine Ermüdungskurve. In früher angegebener Weise wird durch die Zusammenziehung der Beuger des Mittelfingers 1 Kg gehoben. In jeder Sekunde erfolgt nach dem Glockenschlag des Metronoms eine Zusammenziehung. Die Zahl der Kontraktion, die die Flexoren des Mittelfingers bis zu ihrer Erschöpfung auszuführen vermögen, beträgt 62, die Gesamtlänge der Maßstriche 0,8216 mm. Es ist also die geleistete Arbeit 0,8216 Kgmeter.

E. J. singt nun während 20 m folgende Lieder: „Das Wandern" von Schubert. — „Der Postillon" von Lindblad. — „Morgenwanderung" von Klauer. — (Nr. 11, 18 und 147 in Weber, Gesangbuch für Sekundarschulen.)

$7.^{30}$ erfolgt eine ergographische Messung. Die Leistungsfähigkeit ist um 23 % gesunken. Die Zahl der Zusammenziehung ist zwar etwas vermehrt (76); democh ist die Gesamtlänge der Maßstriche auf 634,5 mm gesunken.

Wieder singt E. J.; $7.^{48}$ Uhr zeichnet er die 3. Ermüdungskurve. Die Leistungsfähigkeit ist erheblich vermindert, gegenüber der vorigen um 39 %, gegenüber der ursprünglichen um 53 %. Die Zahl der Zusammenziehungen beträgt noch 56, die Gesamtlänge der Maßstriche 0,3864 m, also die geleistete Arbeit 0,3864 Kgmeter.

Die 4. ergographische Messung ergibt eine Verminderung der Arbeitsleistung von 59 %.

Nach $1^1/_2$stündiger Pause wird von E. J. die Ermüdungskurve wieder gezeichnet. Die Leistungsfähigkeit hat wieder zugenommen. Die Kontraktionen sind kräftiger, wenn auch nicht zahlreicher, so dass die Gesamtlänge der Maßstriche 0,4461 m beträgt, die geleistete Arbeit

also 0,4461 Kgmeter. So ist also die Leistungsfähigkeit noch um 50% geringer als zu Anfang der Versuche.

In analoger Weise wie in der beschriebenen Versuchsreihe singt E. J. während je 15—20 m. Die ergographischen Messungen ergeben folgende Resultate.

Ergographische Messung 9.45 Uhr. Zahl der Zusammenziehungen 59, Gesamtlänge der Maßstriche 0,4927 m, Arbeit 0,4927 Kgmeter. Verminderung gegenüber der ursprünglichen Leistungsfähigkeit 40%.

Ergographische Messung 10 Uhr. Zahl der Kontraktionen 61, Gesamtlänge der Maßstriche 646,5 mm, geleistete Arbeit 0,6465 Kgm., Verminderung der ursprünglichen Leistungsfähigkeit 21%.

Damit hat der Verlauf der Ermüdungskurve das Erregungsmaximum erreicht, dem nun eine starke Verminderung der Leistungsfähigkeit folgt.

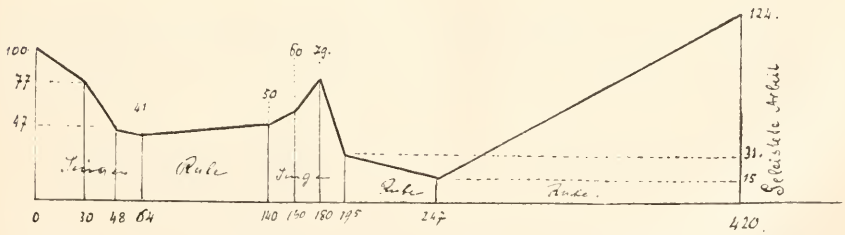
Ergographische Messung 10.15 Uhr. Zahl der Zusammenziehungen 57, Gesamtlänge der Maßstriche 0,251 m, Arbeit 0,251 Kgmeter, Verminderung der ursprünglichen Leistungsfähigkeit 69%.

Nach einer Pause von 52 Minuten zeichnet E. J. eine neue Ermüdungskurve. Das Resultat ist außerordentlich überraschend; denn die lange Pause bringt keine Erholung, sondern sie zeigt in frappierender Weise die Nachwirkung der Ermüdung. Zahl der Kontraktionen 36, Gesamtlänge der Maßstriche 0,1239 m, Arbeit 0,1239 Kgmeter, Verminderung der ursprünglichen Leistungsfähigkeit 85%.

3 Stunden später (1½ Stunden nach dem Mittagessen) ist die völlige Erholung zu konstatieren. Die ergographische Messung ergibt gegenüber der ursprünglichen Leistungsfähigkeit eine Zunahme von 24 Prozent.

Der Verlauf der Ermüdungskurve hat also während des Singens folgendes Aussehen (vergl. Fig. 13).

Fig. 13.



Versuche vom 16. August und 7. September 1893.

In pädagogischen Kreisen wird die Stellung, welche dem Turnunterrichte im Lektionsplane zukommen soll, oft diskutiert. Man bringt dabei das Turnen als Bethätigung des „Körpers“ in einen Gegensatz zu den übrigen Schulfächern, der Bethätigung „des Geistes“. Aus dem Voranstehenden ersehen wir, dass die Ermüdung, welche eine

Folge der Hirnthätigkeit ist, ihren Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Muskeln hat, so dass wir jene geradezu durch die Leistungsfähigkeit der Muskeln bestimmen. Da also die Ermüdung nicht eine lokalisierte Erscheinung ist, je beschränkt auf das in Anspruch genommene Organ, so darf man auch nicht die Turnstunde kurzhin als die Erholungsstunde nach „geistiger Arbeit" bezeichnen. Es wird vielmehr Sache des Experimentes sein zu bestimmen, ob überhaupt einmal das Turnen eine vorangegangene Ermüdung durch Gehirnthätigkeit zu paralysieren vermag, ob also für den durch „geistige Arbeit" ermüdeten Schüler diese „körperliche Arbeit" eine Spezialform des Ausruhens bedeutet.

So lag es für mich nahe, an meiner Versuchsperson auch den Einfluss des Turnens auf die Ermüdung ergographisch zu bestimmen. Die turnerische Bethätigung, die je während 20 m anhielt — allerdings von kleinen Pausen behufs Erläuterung einer Uebung gelegentlich unterbrochen — bestand in Bewegungen des Rumpfes und der untern Gliedmaßen. Eine besondere Bestätigung der obern Gliedmaßen (wie z. B. Armstoßen etc.) fand nicht statt. Wenn wir auch zweifellos annehmen müssen, dass die Ermüdung die Beschaffenheit des Blutes ändert, und dass sie eben aus diesem Grunde zu einer Allgemeinerscheinung wird, so ist es vielleicht nicht absolute ausgeschlossen, dass sie in untergeordnetem Grade auch eine lokalisierte Erscheinung sein kann. Dadurch, dass ich die besondere Bethätigung der obern Gliedmaßen ausschloss, wollte ich dem Einwand begegnen, als sei die Arbeitsleistung der Beuger des Zeigefingers eben durch die Thätigkeit der obern Gliedmaßen und nicht durch die Thätigkeit der übrigen Organe beeinflusst. So wurden Kniewippen, Kniebeuge, Gehen an Ort, Spreizen, Rumpfbeuge in mannigfaltiger Weise mit einander kombiniert.

Der Gang der Ermüdungskurve während zweier Versuchsreihen kommt in folgenden Zahlen, welche die Arbeitsleistung bei jeder ergographischen Messung — die erste = 100 gesetzt — bedeuten, zum Ausdruck.

I. Versuchsreihe, 16. August 1893.		II. Versuchsreihe, 7. September 1893.
100	Während der Arbeit	100
105		92
69		82
58		64
	Pause von 1 Stunde.	
89	Während der Arbeit	80
61		
54		

An den 2. Teil der ersten Versuchsreihe schloss sich nun unmittelbar die „geistige Arbeit" bestehend in schnellem Lesen deutscher Wörter an.

Die erste Serie dieser geistigen Bestätigung ergibt folgendes Resultat.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	108	206	0,352	0,184
II	230	395	0,343	0,202
III	216	402	0,361	0,194
IV	105	209	0,419	0,211
V	216	428	0,386	0,192
VI	204	391	0,377	0,196
VII	205	414	0,413	0,204
VIII	102	194	0,372	0,195
	1386	2639	0,378	0,197
	Summe		Mittel	

Die Zeitwerte pro Wort und pro Silbe sind um 15 % bezw. 14 % größer als die früher bestimmten Mittelwerte für das Lesen eines deutschen Wortes. In keiner der 8 Serien wird dieser Mittelwert — 0,328 für das Wort und 0,177 für die Silbe erreicht. Doch auch im Vergleich zu den Zeiten, in denen die gleichen Wörter in einem frühern Versuche gelesen wurden, zeigt sich heute eine Verzögerung um 8 % bezw. um 7 %.

Diese Verzögerung gegenüber frühern Beobachtungen ist zweifellos auf die durch das vorangegangene Turnen erzielte Ermüdung zurückzuführen.

Die Ermüdungskurve, welche E. J. am Ende seiner turnerischen Uebungen zeichnete, gestaltet sich in folgender Weise: Bis zur Leistungsunfähigkeit der Flexoren des Mittelfingers können 55 Kontraktionen ausgelöst werden. Die Maßstriche haben eine Gesamtlänge von 301,6 mm Mit jeder Kontraktion wurde 1 Kilo gehoben; die geleistete Arbeit ist demnach 0,3016 Kgmeter. Das Lesen erhöht nun, wie wir das von früher als typisch kennen lernten, die Leistungsfähigkeit, indem es einen Zustand der Erregung herbeiführt. Die Zahl der Zusammenziehungen erscheint um ein geringes vermehrt. Die Arbeit ist auf 0,3973 Kgmeter gestiegen.

Ich lasse in 3 Serien 1257 Wörter mit 2327 Silben lesen. Die Zeit, welche pro Wort nötig ist, beträgt 0,372 Sek., pro Silbe 0,200 Sek. Auch in dieser Serie ist die zum Lesen nötige Zeit, wie nach dem Vorangehenden übrigens nicht anders zu erwarten war, verlängert

und zwar im Vergleich zum Mittel um 13% für das Wort, um 16% für die Silbe. Auch im Vergleich zur Zeit, die in früherem Versuche für die gleichen Wörter nötig war, zeigt sich eine Verlängerung um 10% bezw. 9%.

Die Ermüdungskurve, welche E. J. hernach zeichnete, deutet noch den Zustand der Erregung an. Die geleistete Arbeit ist wieder um ein geringes vermehrt.

Die 3. Seriengruppe, welche nun zum Lesen kommt, hat folgende Ergebnisse:

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl der gelesenen Silben	Zeit pro Wort in Sekunden	Zeit pro Silbe in Sekunden
I	311	638	0,405	0,198
II	319	608	0,392	0,206
III	424	793	0,401	0,214
IV	310	616	0,400	0,201
	1364	3655	0,400	0,204
	Summe		Mittel	

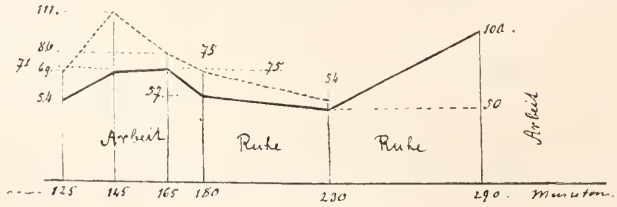
Wieder zeigt sich also die Verlangsamung des psychischen Vorgangs und zwar dem Mittel gegenüber um 22% für das Wort und 18% für die Silbe oder im Vergleich zum Mittel, das wir früher für die gleichen Wörter bestimmten um 12%, bezw. um 10%.

Die Kurve, die nun gezeichnet wird, zeigt, dass die Abspannung eingetreten ist. Die Leistungsfähigkeit ist auf 0,3219 Kgmeter gesunken.

Während der nachfolgenden einstündigen Pause zeigt sich eine sehr bedeutende Nachwirkung der vorangegangenen Thätigkeit. Nach Ablauf dieser Stunde ist die Leistungsfähigkeit auf 0,2808 Kgmeter gesunken und es bedarf einer weitern Stunde völliger Ruhe um den Zustand der Leistungsfähigkeit zu erzielen, der vor den Turnübungen nachgewiesen wurde.

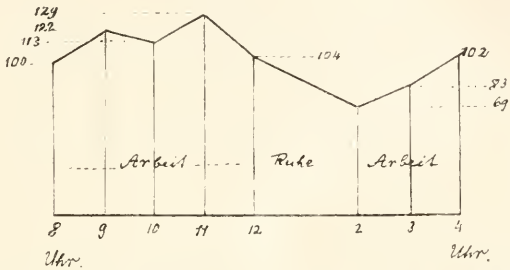
In welch bedeutendem Maße in unserem Falle die „geistige Arbeit" durch die vorangegangene „körperliche" beeinträchtigt wurde, zeigt die nachfolgende graphische Darstellung (vergl. Fig. 14).

Fig. 14.



Die punktierte Kurve bezeichnet den Verlauf der Ermüdungskurve beim Lesen nach vorangegangenem Lesen deutscher Wörter, die ausgezogene nach vorausgegangenem Turnen.

Fig. 15.



Ich füge zum Schlusse dieser ersten vorläufigen Mitteilung meiner pädagogisch-psychometrischen Studien eine Kurve an, die ich aus den stündlichen ergographischen Messungen während 4 Schultagen berechnete. Der Leser wird selbst gewisse Analogien zwischen dem Verlaufe früher gezeichneter Ermüdungskurven während geistiger Arbeit und dem Verlaufe der Ermüdungskurve während der Schulthätigkeit (vergl. Fig. 15) herausfinden. In einer spätern Mitteilung wird sich Gelegenheit bieten eingehender auf diese Ergebnisse meiner ergographischen Untersuchungen einzutreten.

Die Entstehung und Ausbildung des Arbeiterstandes bei den Ameisen.

Von Prof. C. **Emery** in Bologna.

In einer kürzlich erschienenen Schrift[1]) beschäftigt sich Weismann viel mit einem Gegenstand, welcher mich als Spezialkenner der Ameisen-Morphologie in besonderer Weise interessiert. Die Entwicklung der mannichfachen Formen der sterilen Arbeiter geselliger Insekten war eben, was mich sofort beim Lesen der ersten Schriften Weismann's über Vererbungsfragen, auf seine Seite im Streit gegen den Lamarckismus führte. — Die Wichtigkeit des Gegenstandes wird eine etwas ausführliche Behandlung desselben rechtfertigen: ich will hier versuchen, soweit wie möglich zu ermitteln, worauf der Prozess der Arbeiterbildung, sowohl ontogenetisch wie phylogenetisch beruht.

Durch vielfach bestätigte Beobachtungen wissen wir, dass alle weiblichen, d. h. befruchteten Eier der Bienenkönigin denselben morphologischen Wert haben, nämlich, dass jedes derselben die Fähigkeit besitzt sich zu einer Arbeiterin oder zu einer Königin zu entwickeln. Der Gang der Entwicklung hängt von den Verhältnissen ab, welchen

1) Die Allmacht der Naturzüchtung. Eine Erwiderung an Herbert Spencer, Jena 1893.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: 14

Autor(en)/Author(s): Keller Robert

Artikel/Article: Pädagogisch-psychometrische Studien. 38-53