

normaler Weise an der Atemthätigkeit gar nicht beteiligt wären. Beweiskräftiger würde es sein, wenn die Unterbindung der, zu den Luftsäcken führenden Röhren, eine Beeinträchtigung der Atemthätigkeit zur Folge hätte.

Zum Schlusse möchte ich mir noch erlauben, eine irrtümliche Vermutung Baer's in Bezug auf meinen früheren Aufsatz richtig zu stellen. Baer schreibt: „Scheinbar angeregt durch meine Dissertation ‚Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Atemwerkzeuge bei Vögeln‘ hat v. Lendenfeld in Bd. XVI Nr. 21 dieser Zeitschrift eine Arbeit über die physiologische Bedeutung der Luftsäcke bei den fliegenden Tieren veröffentlicht . . .“. Dem gegenüber erkläre ich, dass ich nicht durch Baer's Arbeit zur Veröffentlichung meiner Mitteilung angeregt worden bin. Ich habe das M. S. meines Aufsatzes an die Redaktion des Biologischen Centralblattes gesandt, ehe ich von der Existenz jener Arbeit Baer's Kenntnis hatte. Als ich dann Baer's Arbeit erhielt, erbat ich mir mein M. S. von der Redaktion zurück, um es durch Aufnahme der Baer'schen Resultate zu ergänzen, ohne jedoch die Schlüsse, zu denen ich gelangt war, abzuändern. So erweitert, sandte ich es wieder an die Redaktion und so wurde es gedruckt. Die Wichtigkeit, welche ich Baer's Resultaten beimaß, sowie der Wunsch, es zu vermeiden, Herrn Baer durch die Nichterwähnung seiner Arbeit zu nahe zu treten, haben mich zu diesem ungewöhnlichen Schritte einer nachträglichen teilweisen M. S.-Umarbeitung veranlasst und ich bedauere, dass Herr Baer meine, demselben zu Grunde liegende Courtoisie ihm gegenüber nicht erkannt und anerkannt hat. [60]

R. v. Lendenfeld (Prag).

Pädagogisch-psychometrische Studien.

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

3. Mitteilung¹⁾.

Den Einfluss geistiger Arbeit auf den Verlauf der Ermüdungskurve ein und desselben Schülers konnte ich in der 1. Mitteilung über diesen Gegenstand in folgende Worte zusammenfassen (Biolog. Centralblatt, Bd. XIV, S. 39 u. 40): „Die zur Anwendung gebrachte geistige Thätigkeit wirkt zunächst anregend. Sie vermehrt die Willensimpulse und erhöht ihre Stärke im allgemeinen etwa bis zur Verdopplung 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 Ab-

1) Vergl. Biolog. Centralblatt, Bd. XIV, Nr. 1, 2 u. 9.

spannung nach und kann ihr Minimum nach einer längeren Pause erreichen“.

Die Wirkung geistiger Arbeit, die ein nicht völlig ausgeruhtes Gehirn auszuführen hat, ist eine ähnliche. Wir beobachten, „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 anderen Worten, auch eine längere Pause vermag den normalen Zustand nicht herzustellen“.

Wir haben es in unseren beiden ersten Mitteilungen unentschieden gelassen, ob dieses Versuchsergebnis verallgemeinert werden dürfe oder ob ihm rein individuelle Bedeutung zukomme.

Unsere heutige Mitteilung bezweckt die Entscheidung dieser Frage.

Die geistige Arbeit bestand in den bezüglichen Versuchen im Lesen deutscher Wörter. Es wurden durchschnittlich alle 15—20 Minuten Messungen vorgenommen.

1. Der Gang einer Versuchsreihe an unserer ersten neuen Versuchsperson, einem 14jährigen Schüler von mittlerer Begabung, etwas schwächerer Körperkonstitution, lässt sich summarisch in folgender Tabelle zusammenfassen.

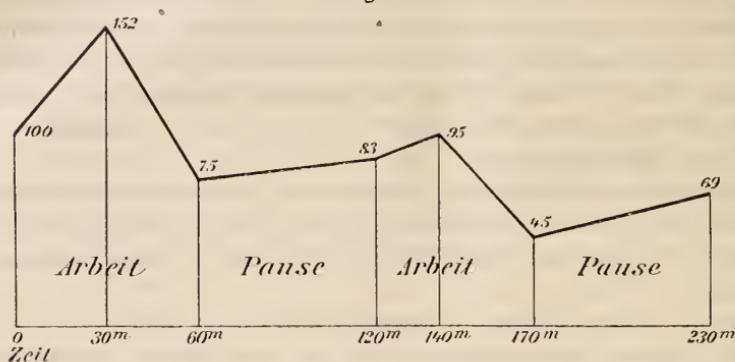
Anfangsleistung (100)	Maximum der Leistungsfähigkeit		Minimum der Leistungsfähigkeit		Leistungsfähigkeit nach 1 stünd. Pause
	Größe. — Erreicht nach		Größe. — Erreicht nach		
100	160	20 m	72	60 m	79
100	145	40 m	77	60 m	88.

Der Unterschied der Größe der maximalen Leistung gegenüber der anfänglichen kommt zum Ausdruck erstens in einer Steigerung der Impulse, zweitens in einer bedeutenden Vermehrung derselben. Im Beginn des Versuches war nach 67 Zusammenziehung die Erschöpfung eingetreten, bei der 2. Messung erst nach 112 Zusammenziehung. Die Arbeit, die zuerst geleistet worden war, betrug 1,1838 Kgmeter, nach dem Lesen der Wörter 1,8836 Kgmeter. Wie sehr nach der maximalen Leistung die Stärke der Impulse in Folge der durch das Lesen eingetretenen Ermüdung vermindert war, mag der Umstand zeigen, dass die minimale Leistung nach 60 Minuten gemessen wurde, trotzdem die Zahl der Zusammenziehungen 71 betrug, die Zahl der Anfangskontraktionen also um 4 übertraf.

Die 2. Versuchsreihe führte zu ähnlichen, in den Extremen weniger ausgesprochenen Ergebnissen. Das Lesen bewirkte zunächst eine Steigerung der Leistungsfähigkeit, wie sie ergographisch zu konstatieren war, deren Maximum später eintrat, als im 1. Fall, dem alsdann auch ein kleineres Minimum folgte. Eine aus den früheren Versuchen uns wohlbekannte Erscheinung ist auch jetzt wieder zu beobachten, die

Nachwirkung der durch die geistige Arbeit hervorgerufenen Ermüdung über ein Ruhestadium hinaus, das der Zeit der Bethätigung gleichkommt.

Fig. 1.



Die Wirkung der sich nun anschließenden geistigen Bestätigung, die der vorangegangenen gleichkam, kommt in folgenden Ergebnissen der ergographischen Messungen zum Ausdruck.

Leistungsfähigkeit nach 1stünd. Pause	Maximum der Leistungsfähigkeit Größe. — Erreicht nach	Minimum der Leistungsfähigkeit Größe. — Erreicht nach	Leistung nach 1stünd. Pause
79	86 20 Min.	38 60	86
88	104 20 „	51 40	52.

Der Typus des Verlaufes der Ermüdungskurve ist dem des ersten Teiles der Versuchsreihe analog, Steigerung der Leistungsfähigkeit durch die Arbeit, dann Verminderung unter die anfängliche Leistung. Die Nachwirkung kommt auch hier namentlich im 2. Fall deutlich zum Ausdruck.

Den Verlauf der Ermüdungskurve dieser ersten Versuchsperson stellt Fig. 1 dar.

Es mag hier die Frage eingeschaltet werden, ob auch in der Zeit, die für das Lesen der einzelnen Wörter, bzw. Silben nötig war, dieser Verlauf der Ermüdungskurve zum Ausdruck kam oder ob, ähnlich, wie in unseren früheren Mitteilungen dargethan wurde, andere Faktoren, vorab die Übung, diese Zeit auch im Zustande der Ermüdung kürzte.

Die mittleren Ergebnisse sind folgende:

Serie	Zahl d. gelesenen Wörter	Zahl der gel. Silben	Zeit pro Wort in Sek.	Zeit pro Silbe in Sek.
I	1392	2654	0,4453	0,2335
II	1270	2338	0,4235	0,2300
III	1267	2338	0,3743	0,2028
IV	1392	2654	0,3227	0,1692
V	1270	2338	0,2788	0,1515
VI	1267	2338	0,3007	0,1629.

Es macht sich also auch in diesem Falle die Zeit, die zum Erkennen und Wiedergeben eines Wortes notwendig ist, in anderer Weise geltend, als wie man aus dem Verlauf der Ermüdungskurve schließend a priori annehmen möchte. Wenn wir die Arbeit vor der Pause ins Auge fassen, die Serien I—III, dann sehen wir die kürzeste Zeitdauer für das Lesen eines Wortes mit dem fallenden Teil der Ermüdungskurve sich decken, d. h. die beginnende und eingetretene Ermüdung, wie sie physiologisch nachweisbar ist, führte nicht zu einer Verzögerung der psychischen Prozesse, die mit der Wahrnehmung eines Wortbildes und seiner Uebertragung in die Sprachlaute verbunden sind. Die Uebung des Schnelllesens, wie sie durch die Dauer von ca. 30 M., die nur auf kurze Zeit unterbrochen wurden, gegeben ist, war ein so mächtig wirkender Antagonist, dass mit der Periode der Ermüdung der rascheste Verlauf der psychischen Prozesse zusammenfiel.

Die Wirkung der Uebung sehen wir alsdann wieder in den Serien IV, V u. VI. Sie führte zu einer bedeutenden Verkürzung der Zeit; die für das Abspielen der psychischen Vorgänge nötig ist. Wie aber einerseits im 2. Teil unserer Versuchsreihe die Wirkung der Uebung zunahm, so wurde, wie uns der Verlauf der Ermüdungskurve lehrt, auch in Folge der geistigen Arbeit die Ermüdung gesteigert. Es muss offenbar stets ein Moment eintreten, wo der Einfluss der Ermüdung auf den zeitlichen Verlauf psychischer Prozesse nicht mehr durch die Uebung paralytisch werden kann, wo also trotz der Uebung die Hemmungswirkung der Ermüdung sich geltend macht. In der Serie VI scheint uns diese Wirkung der Ermüdung zum Ausdruck zu kommen. Bis zur Serie V führte die Uebung eine Verkürzung der Zeit nach sich, zuerst von ca. 5%, dann von 11%, dann von 14%, wieder von 13% und nun plötzlich auf den Schluss der Serien eine Verlängerung von 7%. Es kommt also auch im Verlauf dieser einfachen psychischen Vorgänge die Wirkung der Ermüdungen zum Ausdruck.

2. Bei einer andern Versuchsperson, ebenfalls einem 14jährigen Schüler von kräftigem Körperbau und gutem geistigen Anlagen, sind folgende Ergebnisse zu verzeichnen.

Anfangsleistung	Maximale Leistung		Minimum		Pause
	Größe.	— Erreicht nach	Größe.	— Erreicht nach	
100	116	20 Min.	87	60 Min.	77
100	101	20 "	66	60 "	70
77	74	20 "	58	60 "	76
70	67	20 "	58	60 "	49.

Im ersten Teil ist also der Verlauf der Ermüdungskurve analog mit dem Unterschied, dass der Erregungszustand viel schwächer ist. In der einen Versuchsreihe ist er kaum angedeutet. Der 2. Teil der Versuchsreihe dagegen ist anderer Art. Die Arbeit vermag nicht mehr jenen Erregungszustand herbeizuführen, der eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit bewirkte, die Ermüdungskurve ansteigen ließe.

Bezüglich der Nachwirkung der Ermüdung verhält sich diese Versuchsperson, wie die vorangehende, mit dem Unterschiede, dass die Nachwirkung ausgesprochener erscheint als im vorigen Fall.

Prüfen wir den zeitlichen Verlauf der oben besprochenen psychischen Vorgänge.

Serie	Zahl d. gelesenen Wörter	Zahl d. gelesenen Silben	Zeit pro Wort	Zeit pro Silbe
I	1392	2654	0,324 Sek.	0,1699 Sek.
II	1270	2338	0,3129 „	0,1699 „
III	1267	2338	0,3048 „	0,1652 „
IV	1392	2654	0,2807 „	0,1472 „
V	1270	2338	0,2838 „	0,1541 „
VI	1267	2338	0,2851 „	0,1545 „

Auch hier beobachten wir also einen scheinbaren Widerspruch zwischen dem physiologisch nachgewiesenen Gang der Ermüdungskurve und den Leistungen. In der Serie I—III fällt mit der physiologischen Minimalleistung das schnellste Lesen, 0,3048 Sek. pro Wort, zusammen. In der 2. Seriengruppe, IV.—VI. Serie, haben wir dagegen die völlige Analogie zum Verlauf der Ermüdungskurve. Die oben angeführten Maßzahlen für die durch den Ergographen konstatierte Arbeit lassen eine Abnahme der Leistungsfähigkeit von Serie zu Serie erkennen. Damit steht die Zunahme der Zeit für den psychischen Vorgang des Lesens eines Wortes im Einklang. Die Uebung war nicht mehr mächtiger als die Ermüdung. Nicht dass sie sich gar nicht mehr geltend machen würde! Die zeitliche Verlängerung ist nur unbedeutend, ca. 2%, während die physiologisch nachgewiesene Verminderung der Leistungsfähigkeit über 20% beträgt.

3. Ein 3. Versuchsobjekt ergibt folgende Resultate. Die Versuchsperson war ebenfalls ein 14jähriger Schüler.

Anfangsleistung	Maximale Leistung		Minimale Leistung		Pause
	Größe.	Erreicht nach	Größe.	Erreicht nach	
100	105	20 Min.	85,5	60 Min.	67
100	106	20 „	79	60 „	52
67	58	20 „	46,5	40 „	75
52	41,6	20 „	38,5	60 „	50,4

Das Versuchsergebnis ist dem vorigen analog. Der durch die Arbeit bewirkte Erregungszustand ist unbedeutend, dagegen die Nachwirkung der Ermüdung auffallend groß. Die im Zustand der Ermüdung wiederbeginnende Arbeit vermag nicht mehr die erhöhte Leistung des Erregungszustandes hervorzurufen. Die an die 2. Versuchsreihe sich anschließende Pause bringt weitgehende Erholung.

Die Bestimmung der Zeit, die zum Lesen eines Wortes, bzw. einer Silbe nötig war, ergab folgendes.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl d. gelesenen Silben	Zeit pro Wort	Zeit pro Silbe
I	1392	2654	0,4698 Sek.	0,2464 Sek.
II	1270	2338	0,4834 "	0,2626 "
III	1267	2338	0,4740 "	0,2568 "
IV	1392	2654	0,4457 "	0,2338 "
V	1270	2338	0,4569 "	0,2480 "
VI	1267	2338	0,4389 "	0,2380 "

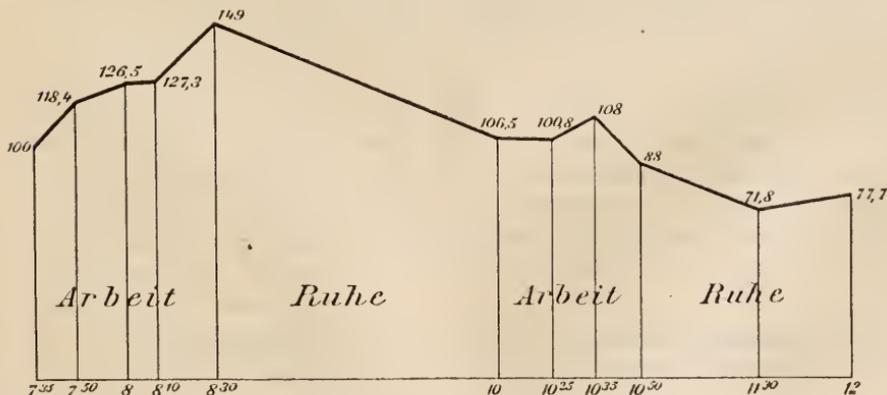
Ein Einfluss der Ermüdung auf den zeitlichen Verlauf dieses psychischen Vorgangs kommt in diesen Zahlen nicht zum Ausdruck. Vergleichen wir sie mit denen des vorigen Versuchsobjektes, dann fällt uns sofort auf, dass hier für den gleichen Prozess eine Zeitdauer nötig ist die ca. 50% länger ist als dort. Die Uebung kann sich aus diesem Grunde wahrscheinlich länger geltend machen als im ersten Fall. So wirkt sie offenbar in der VI. Serie den Folgen der Ermüdung entgegen.

4. Die Versuchsperson ist ein 18jähriger kräftiger Schüler mittlerer Begabung. Die geistige Arbeit besteht, wie in den vorangegangenen Versuchen, im schnellen Lesen deutscher Wörter.

Ich gebe hier das nachfolgende Versuchsprotokoll wieder.

Zeit	Zahl der Zusammenziehungen	Hubhöhe d. 3 kg Arbeit
7 ³⁵	49	0,7947 Meter
7 ⁵⁰ (Gelesen)	46	0,9408 "
8 "	48	1,0053 "
8 ¹⁰ "	52	1,0115 "
8 ³⁰ "	70	1,1903 "
10 ⁵ (Pause seit 8 ³⁰)	48	0,8464 "
10 ²² (Gelesen)	41	0,8368 "
10 ³⁵ "	51	0,8551 "
10 ⁵⁰ "	55	0,6994 "
Pause bis		
11 ³⁰	39	0,5707 "
Verlängerung der Pause bis		
12	47	0,6192 "

Fig. 2.



In der Konstruktion der beigegebenen Ermüdungskurve (Fig. 2) setzen wir die durch die erste ergographische Bestimmung ermittelte Arbeitsleistung gleich 100. Die Ermüdungskurve hat wieder einen sehr typischen Verlauf, zwei Erregungsstadien, die in die Zeit der Arbeit fallen und zwei Depressionen, die am Schluss oder während der Ruhezeit konstatiert werden. Dieses zweite Kurvenbild lehrt uns, dass die geistige Arbeit bei älteren Schülern ganz analoge Ermüdungserscheinungen hervorrufen kann, wie bei jüngern.

5. Die folgende Versuchsreihe ist das Ergebnis von Experimenten an einem 18jährigen kräftigen, sehr gut beanlagten Schüler. Ich wiederhole das Versuchsprotokoll.

Zeit	Zahl der Zusammenziehungen	Hubhöhe d. 3 kg	Arbeit	
7 ¹⁰	Schnelles	71	1,5958 Meter	4,7874 Kgmeter
7 ⁵⁵	Lesen	88	1,7180 „	5,1540 „
8 ¹⁰		63	1,3185 Meter	3,9565 Kgmeter
nach einstündiger Pause				
9 ¹⁰		61	1,1444 „	3,4332 „
dann wieder Schulthätigkeit				
10		55	1,1629 „	3,4887 „
11		71	1,6993 „	5,0979 „
12		100	1,7168 „	5,1504 „

Für unsere jetzigen Zwecke kommt der 1. Teil des Versuches, 7¹⁰—9¹⁰, in Frage. Wieder zeigt er einen Erregungszustand in Folge der geistigen Arbeit, des schnellen Lesens, im Anschluss eine Depression, welche auch in diesem Falle durch die 1stündige Pause nicht paralytisiert wird. Nach der Ruhe ist vielmehr die ergographisch gemessene Leistungsfähigkeit geringer, als vor der Pause.

6. Ein 16jähriger, etwas schwacher, sehr gut beanlagter Schüler bildete das Objekt der nachfolgenden Versuchsreihen. Die erste ergographisch bestimmte Arbeitsleistung nenne ich 100.

100	100	100	100
106	84	94	113
87	64	64	90
94	87	60	73
1 stündige Pause		1 stündige Pause	
102	78	66	74
78	74	48	64
97	73	33	52
77	64	32	39
1 stündige Pause		1 stündige Pause	
122	82	56	73.

Die voranstehenden Versuchsergebnisse stehen zum Teil nicht mehr mit dem in Einklang, was die bisherigen Versuchsserien lehrten. In 2 Fällen beobachten wir als Wirkung der Arbeit einen Erregungszustand, in den beiden anderen Fällen führt die Arbeit sofort zu einer Depression. In allen Fällen vermag im 2. Teil der Versuchsreihe die Arbeit nicht mehr einem Erregungszustand zu rufen. So lehren uns also diese Versuchsreihen, dass man die in unseren beiden ersten Mitteilungen veröffentlichten Versuchsergebnisse nicht bedingungslos verallgemeinern darf.

Der Verlauf der 2 letzten Ermüdungskurven scheint uns eine genauere Wiedergabe der Mittelwerte des zeitlichen Verlaufes wieder zu rechtfertigen, um an Hand der psychometrischen Bestimmungen die Frage zu entscheiden, ob die starke Depression, die sowohl im ersten, als namentlich im 2. Teil der beiden Versuchsreihen zu beobachten war, im zeitlichen Verlauf der psychischen Vorgänge sich wieder spiegelte. Ist es ja gerade für die Nutzenanwendungen dieser Untersuchungen sehr wichtig die Bedeutung der Uebung genau kennen zu lernen.

Serie	Zahl der gelesenen		Zeit pro	
	Wörter	Silben	Wort	Silbe
I	1392	2464	0,3547 Sek.	0,1860 Sek.
II	1270	2338	0,3298 "	0,1782 "
III	1267	2338	0,3355 "	0,1818 "
IV	1392	2464	0,3043 "	0,1595 "
V	1270	2338	0,3111 "	0,1688 "
VI	1267	2338	0,3304 "	0,1791 "

In dem zeitlichen Verlauf des psychischen Vorgangs findet also thatsächlich der Verlauf der Ermüdungskurve sein Abbild. Schon die erhebliche Depression der Ermüdungskurve im ersten Teil des Versuchs gibt der Ermüdung das Uebergewicht über die Uebung, indem eine Verzögerung des zeitlichen Verlaufes von 0,0057 Sek. pro Wort und 0,0038 Sek. pro Silbe eintritt. Ist, absolute betrachtet, diese Differenz auch klein, so scheint ihr doch die Bedeutung zuzukommen, die wir ihr beilegen, da bei der großen Zahl der Wörter, die gelesen wurden, Zufälligkeiten, die das Ergebnis beeinflussen konnten, neutralisiert sein dürften. Im 2. Teil des Versuches beobachten wir eine stete Zunahme der Zeit, zunächst von 0,0063 Sek., darauf von 0,0293 Sek. Kommt einerseits in der zeitlichen Verkürzung des psychischen Prozesses im Vergleich zu den Zeiten, während des 1. Teiles der beiden Versuchsreihen deutlich das Moment der Uebung zum Ausdruck, so beobachten wir andererseits den Einfluss der Ermüdung in der steten Zunahme der Zeit.

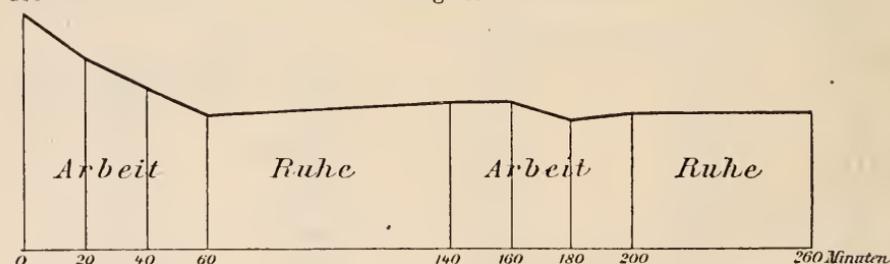
7. Das Versuchsobjekt war ein 14jähriger Schüler mittlerer körperlicher Kraft und Beanlagung. Die Versuchsergebnisse sind folgende:

	Zahl der Zusammenziehungen	Arbeit in Kgmeter	Zahl der Zusammenziehungen	Arbeit in Kgmeter
8 ²⁰ Uhr	61	0,8584	56	0,9169
8 ⁴⁰ „	46	0,6344	52	0,7808
9 „	48	0,6184	33	0,6670
9 ¹⁰ „	36	0,5154	41	0,5054
Pause ⁵ bis				
10 ^{1/2} „	43	0,6200	41	0,6036
10 ⁴⁵ „	65	0,6400	56	0,5568
11 „	44	0,5218	42	0,5160
11 ¹⁵ „	44	0,4874	47	0,5698
Pause bis				
12 „	46	0,4924	46	0,6158.

Der Verlauf dieser Ermüdungskurve (Mittel aus beiden Versuchsreihen) ist in Fig. 3 dargestellt. Dabei wird die ursprüngliche Arbeitsleistung gleich 100 gesetzt.

100

Fig. 3.



8. Ein 14jähriger, schwach entwickelter, geistig sehr gut beanlagter Schüler ist das Versuchsobjekt. Der Versuch wird in analoger Weise wie die früher beschriebenen ausgeführt, mit dem Unterschiede jedoch, dass die Serie B Nachmittags ihren Anfang nimmt. Der Vormittag war mit Schulstunden ausgefüllt.

A			B		
Zeit	Hubhöhe	Arbeit	Zeit	Hubhöhe	Arbeit
7 ⁵⁵	0,4383 Met.	0,8766 Kgmt.	1 ⁵⁷	0,2569 Met.	0,5138 Kgmt.
8 ³⁰	0,6622 „	1,3244 „	2 ²⁵	0,5101 „	1,0202 „
8 ⁵⁰	0,4557 „	0,9114 „	2 ⁵⁵	0,3933 „	0,7866 „
9 ¹⁰	0,5245 „	1,0490 „	3 ²⁰	0,3133 „	0,6266 „
Pause			Pause		
10 ¹⁵	0,3780 „	0,7560 „	4 ²⁰	0,3158 „	0,6316 „
10 ³⁰	0,4024 „	0,8048 „	4 ⁴⁰	0,461 „	0,922 „
10 ⁵⁰	0,4991 „	0,9982 „	5 ¹⁵	0,2287 „	0,4574 „
11 ²⁰	0,6820 „	1,364 „	Pause		
Pause					
12 ⁵	0,3537 „	0,7114 „	6 ²⁵	0,2412 „	0,4824 „

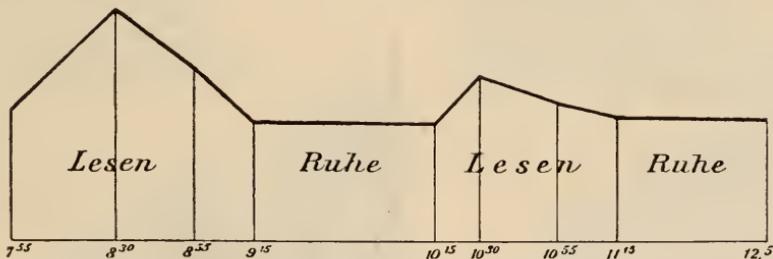
9. Ein 14-jähriger, mäßig kräftiger, ganz gut beanlagter Schüler ist das Versuchsobjekt. Die Versuche gehen unter analogen Bedingungen vor sich, wie im Falle 8.

Die Ergebnisse sind folgende:

Zeit	Gesamthöhe in Meter	Arbeit in Kgmeter	Vergleiche Zeichnung
7 ⁵⁵	0,8815	1,7630	5
8 ³⁰	1,4775	2,9550	6
8 ⁵⁵	1,1665	2,3330	7
9 ¹⁵	0,7865	1,5730	8
Pause bis			
10 ¹⁵	0,7405	1,4810	9
10 ³⁰	0,9447	1,9774	10
10 ⁵⁵	0,9009	1,8018	11
11 ¹⁵	0,7920	1,5840	12
Pause bis			
12 ⁵	0,7085	1,4170	13
Pause bis			
1 ⁵⁵	1,1582	2,3164	14

Der Gang dieser Ermüdungskurve, die den Wechsel des Zustandes der Erregung und der Depression, gleich wie die Nachwirkung der Ermüdung über die Zeit der Ruhe hinaus, besonders klar zum Ausdruck bringt, ist in Fig. 4 dargestellt.

Fig. 4.



Die Abhängigkeit der Zahl und der Energie der Willensimpulse, die die Kontraktionen der Beuger des Mittelfingers auslösen, von der geistigen Arbeit (hier vom Lesen) einerseits und dem aus ihr entstehenden Ermüdungszustand andererseits, kommt in der nachstehenden tabellarischen Zusammenstellung und vor allem in der Wiedergabe der ergographischen Aufzeichnungen (Fig. 5—14) zum Ausdruck. Diese graphische Darstellung dürfte hier, wenn schon sie keine prinzipiellen Differenzen gegenüber ähnlichen Darstellungen in unserer ersten Mitteilung zum Ausdruck bringt, vielleicht jenen Lesern willkommen sein, denen die früheren Mitteilungen nicht zur Hand sind.

Fig. 5.

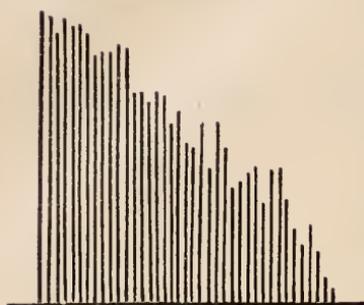


Fig. 6.

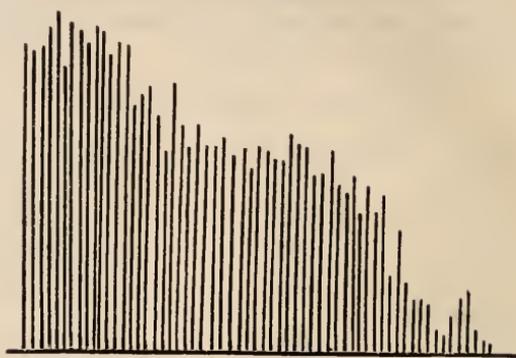


Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.

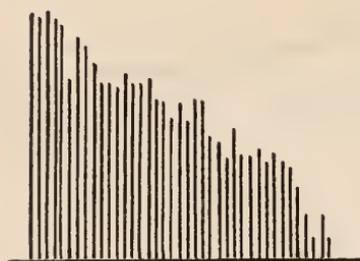


Fig. 10.



Zeit	Z. d. Zu-		Hubhöhe in mm						
	zielg.	Maxim.	40 u. mehr.	35-40.	30-35.	25-30.	20-25.	10-20.	unter 10.
7 ⁵⁵	39	39	—	7	5	6	6	9	6
8 ³⁰	60	44	9	5	5	17	8	5	10
8 ⁵⁵	52	41	1	7	13	4	6	14	7
9 ¹⁵	41	34	—	—	3	7	11	44	6
10 ¹⁵	39	33	—	—	5	3	13	11	5
10 ³⁰	57	35	—	—	4	9	8	19	15
10 ⁵⁵	36	41	1	7	8	4	4	7	5

Zeit	ZZ.	Max.	40 u. mehr.	35—40.	30—35.	25—30.	20—25.	10—20.	unter 10.
11 ¹⁵	47	40,5	2	4	4	4	2	12	19
12 ⁵	33	31	—	—	5	11	4	8	5
1 ⁵⁵	44	42	5	9	7	5	5	4	6.

Fig. 11.

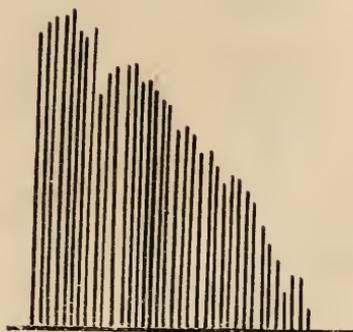


Fig. 12.

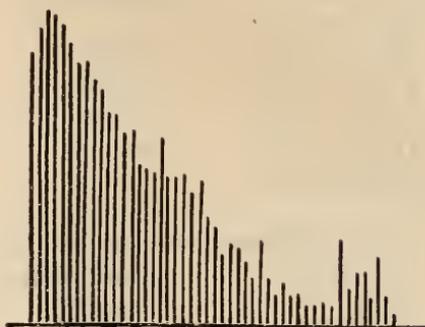


Fig. 13.

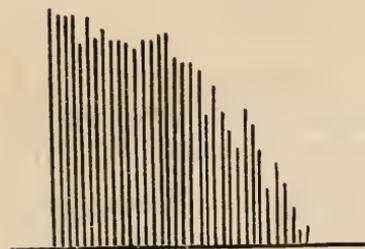


Fig. 14.



Eine 2. Versuchsserie begann am Nachmittag. Ihre Ergebnisse waren die folgenden.

2 Uhr	Lesen	0,9605 Meter	1,9210 Kgmeter
2 ²⁰	„	1,2265 „	2,4530 „
2 ⁵⁵	„	0,8611 „	1,7222 „
3 ²⁰	„	0,9380 „	1,8760 „
Pause bis			
4 ²⁰	Lesen	0,9750 „	1,950 „
4 ⁴⁰	„	0,7525 „	1,5050 „
5 ¹³	„	0,9805 „	1,9610 „
Pause bis			
6 ¹⁰	„	0,8138 „	1,8276 „

10. Den nachfolgenden Versuchen diente ein 14jähriger Schüler. Er ist von kräftiger Konstitution, aber nicht gut beanlagt. Ich beschränke mich auf die Wiedergabe der Hübhöhen und der daraus be-

rechneten Arbeitsleistungen. Die geistige Arbeit bestand auch hier wieder im schnellen Lesen deutscher Wörter.

7 ⁵⁰ Uhr	1,324	Meter	2,648	Kgmeter
8 ²⁵ "	1,6877	"	3,3754	"
8 ⁵⁰ "	1,7772	"	3,5544	"
9 ¹⁰ "	1,1319	"	2,2638	"
Pause bis				
10 ¹⁰ "	1,1959	"	2,3918	"
10 ³⁰ "	1,0535	"	2,1070	"
10 ⁵⁰ "	1,5970	"	3,1940	"
11 ¹³ "	1,051	"	2,102	"
Pause bis				
12 ⁷ "	0,9215	"	1,8430	"

Die Resultate einer anderen Versuchsreihe sind:

2 Uhr	1,340	Meter	2,680	Kgmeter
2 ²⁰ "	1,3570	"	2,7140	"
2 ⁵⁵ "	1,1300	"	2,2600	"
3 ²⁰ "	1,0227	"	2,0454	"
Pause bis				
4 ²⁰ "	0,9585	"	1,9170	"
4 ⁴⁰ "	0,9801	"	1,9602	"
5 ¹⁰ "	0,9439	"	1,8878	"
Pause bis				
6 ⁴⁰ "	1,0407	"	2,0814	"

11. Die nachfolgenden Resultate ergaben ebenfalls Versuche an einem 14jährigen, sehr kräftigen und recht gut beanlagten Schüler.

Zeit	Zahl der Hebungen	Hubhöhe	Arbeit
7 ⁵⁰ Lesen	63	1,7595 Meter	3,5190 Kgmeter
8 ¹⁵	60	1,785 "	3,570 "
8 ³⁵	61	1,738 "	3,476 "
9	65	1,689 "	3,378 "
Pause bis			
10 ¹⁵ Lesen	75	2,0075 "	4,0150 "
10 ³⁵	73	1,7700 "	3,5400 "
10 ⁵⁵	52	1,1460 "	2,2920 "
11 ³⁰	47	1,4635 "	2,9270 "
Pause bis			
12 ¹⁰	48	1,265 "	2,5300 "

12. Die nachfolgenden Versuchsserien wurden ebenfalls an einem 14jährigen Schüler, einem intelligenten und kräftigen Jüngling, ausgeführt.

a) 8 ¹⁰ Lesen	51	0,9565	"	2,8695	"
8 ³⁰	55	1,0240	"	3,0720	"
9 ¹⁰	60	0,9055	"	2,7165	"
9 ⁴⁰	64	1,2540	"	3,7620	"

Zeit	Zahl der Hebungen	Hubhöhe	Arbeit
Pause bis			
10 ²⁰ Lesen	60	0,9540 Meter	2,8620 Kgmeter
10 ³⁵	56	0,6895 "	2,0585 "
10 ⁴⁵	63	0,7085 "	2,1255 "
11 ¹⁵	60	0,6555 "	1,9665 "
Pause bis			
12	64	1,1775 "	3,5325 "
b) 8 Lesen	70	1,4720 "	4,4160 "
8 ²⁰	57	1,2265 "	3,6795 "
8 ⁴⁰	55	1,2870 "	3,8610 "
9	50	1,1090 "	3,3270 "
Pause bis			
10 ¹⁵ Lesen	55	0,8625 "	2,5875 "
10 ⁴⁰	55	1,0025 "	3,0075 "
11 ⁵	54	0,9930 "	2,9790 "
11 ²⁰	48	0,9540 "	2,8620 "
Pause bis			
12	46	1,0125 "	3,0375 "

13. Die nachfolgenden Ergebnisse erzielten Versuche mit einem kräftigen gut beanlagten 17jährigen Schüler. Die geistige Arbeit bestand, wie in den vorigen Versuchsreihen, im schnellen Lesen.

8 ¹⁰	69	1,4345 "	4,8035 "
8 ²⁵	65	1,2065 "	3,6193 "
8 ⁴⁰	72	1,2230 "	3,6690 "
9 ⁵	70	0,8680 "	2,6040 "
Pause bis			
10 ¹⁰	52	0,9450 "	2,8350 "
10 ³⁵	58	0,6626 "	1,9878 "
11	56	1,0065 "	3,0195 "
11 ²⁰	44	0,7930 "	2,3790 "
Pause bis			
12 ⁵	55	0,7390 "	2,2170 "

In diesen Versuchsergebnissen kommt die typische Wirkung der geistigen Arbeit nur unvollständig zum Ausdruck. Die Arbeit setzt die Leistungsfähigkeit sofort herab, führt hernach einen Erregungszustand herbei, der die Leistungsfähigkeit steigert, jedoch nicht auf das ursprüngliche Maß erhebt. Deutlich kommt die in Folge der Arbeit entstehende Depression zum Ausdruck, sowie auch die Nachwirkung derselben. Denn wenn auch nach der einstündigen Pause die Leistungsfähigkeit wieder größer ist, als am Schlusse der vorangegangenen Arbeit, so erreicht sie doch keine der Leistungen, die der Depression vorangingen.

Der Verlauf des 2. Teiles der Versuchsreihe ist ein ganz ähnlicher. Es tritt zunächst eine Verminderung der Leistungsfähigkeit ein, dann

wirkt die Erregung fördernd. Sie erhebt die Leistungsfähigkeit über jene nach der Pause. An sie schließt sich die Depression an, die während einer $\frac{3}{4}$ stündigen Pause nicht nur anhält, sondern die Leistungsfähigkeit noch weiter herabsetzt.

14. In dieser Versuchsreihe bildete ein 15jähriger, kräftiger, nicht sehr befähigter Schüler das Versuchsobjekt. Die Ergebnisse sind folgende:

Zeit	Zahl der Hebungen	Hubhöhe	Arbeit
8	Lesen	42	0,7645 Meter 2,2935 Kgmeter
8 ²⁵		46	0,9705 „ 2,9115 „
8 ⁵⁰		43	0,7555 „ 2,2665 „
9 ²⁰		40	0,7495 „ 2,2485 „
Pause bis			
10 ¹⁰	Lesen	50	0,8490 „ 2,5470 „
10 ²²		40	0,8055 „ 2,4165 „
10 ⁴⁰		41	0,4565 „ 1,3695 „
11 ¹⁰		37	0,5605 „ 1,6815 „
Pause bis			
12 ⁵		33	0,5225 „ 1,5675 „

15. Ein 16jähriger, ziemlich kräftiger, wohl beanlagter Schüler ist das Versuchsobjekt.

8	Lesen	45	1,0180 „ 3,0540 „
8 ²⁰		37	0,8990 „ 2,6970 „
8 ⁴²		44	1,0600 „ 3,1800 „
9 ¹⁵		42	0,8482 „ 2,5446 „
Pause bis			
10 ²⁰		56	1,0761 „ 3,2183 „
10 ⁴⁰		42	0,7190 „ 2,1570 „
11		46	0,7090 „ 2,1270 „
11 ²⁵		25	0,4760 „ 1,4280 „
Pause bis			
12 ⁰⁵		49	0,7780 „ 2,3340 „

16. Versuchsobjekt ist ein fähiger, etwas nervöser, nicht sehr kräftiger Schüler von 14 Jahren. Folgendes sind die Versuchsergebnisse.

a) 8 ⁵	Lesen	23	0,2265 „ 0,6795 „
8 ²⁵		36	0,5350 „ 1,6050 „
8 ⁵⁵		43	0,3785 „ 1,1355 „
9 ²⁰		36	0,4000 „ 1,2000 „
Pause bis			
10 ¹²	Lesen	29	0,3315 „ 0,9945 „
10 ²²		24	0,1910 „ 0,5730 „
10 ⁴⁰		23	0,2063 „ 0,6195 „
11 ¹⁰		15	0,1810 „ 0,5430 „
Pause bis			
12 ⁵		19	0,1960 „ 0,5880 „

b) Die folgende Versuchsreihe wurde einige Tage später ausgeführt.

Zeit	Zahl der Hebungen	Hubhöhe	Arbeit
Beginn			
1 ¹⁰ Lesen	38	0,8095 Meter	1,6190 Kgmeter
1 ²⁵	31	0,5970 "	1,1940 "
1 ⁴⁵	44	0,7335 "	1,4670 "
2 ⁰⁵	53	0,9355 "	1,8710 "
Pause bis			
3 ¹⁰	31	0,8070 "	1,6140 "
3 ⁴⁰ Lesen	49	0,9770 "	1,9540 "
4 ⁵	32	0,5925 "	1,1850 "
4 ³⁰	32	0,6220 "	1,2440 "
Pause bis			
5 ²⁰	31	0,6510 "	1,3020 "

17. Die nachfolgenden Versuchsreihen stellen die Versuchsergebnisse an einem ziemlich kräftigen, gut beanlagten Schüler dar.

a) 8 ⁵ Lesen	55	0,6080 "	1,8240 "
8 ⁴⁰	61	0,8685 "	2,6055 "
9	51	0,8955 "	2,6865 "
9 ²⁰	54	0,7870 "	2,3610 "
Pause bis			
10 ¹⁵	57	0,9070 "	2,7210 "
10 ⁴⁵ Lesen	50	0,8325 "	2,4975 "
11 ¹⁰	46	0,6160 "	1,8480 "
11 ³⁰	41	0,5355 "	1,6065 "
Pause bis			
12 ¹⁰	57	0,7380 "	2,2140 "
b) 8 ¹⁰ Lesen	44	0,7600 "	2,2800 "
8 ³⁰	45	0,6080 "	1,8240 "
8 ⁴⁰	42	0,8111 "	2,4333 "
9 ¹⁰	42	0,6850 "	2,0550 "
Pause bis			
10 ¹²	49	0,7075 "	2,1225 "
10 ²⁵ Lesen	33	0,4700 "	1,4100 "
10 ⁴⁵	30	0,5575 "	1,6725 "
11 ¹⁰	32	0,4700 "	1,4100 "
Pause bis			
12 ⁵	32	0,3730 "	1,1190 "

18. Die nachfolgenden Versuche wurden wieder an einem 14-jährigen schwachen, aber wohlbefähigten Schüler ausgeführt.

a) 7 ⁴⁵	53	0,2620 "	0,7860 "
8 ¹⁵ Lesen	28	0,1370 "	0,4110 "
8 ³⁵	43	0,3865 "	1,1595 "
9	26	0,1585 "	0,4755 "

Zeit	Zahl der Hebungen	Hubhöhe	Arbeit
Pause bis			
10 ¹⁵	52	0,2745 Meter	0,8235 Kgmeter
10 ³⁵ Lesen	64	0,3275 "	0,9825 "
10 ⁵⁰	27	0,1470 "	0,4410 "
11 ³⁰	36	0,1810 "	0,5430 "
Pause bis			
12 ⁵	23	0,0955 "	0,2865 "
b) 8 ¹⁰ Lesen	24	0,1445 "	0,4335 "
8 ³⁰	22	0,2710 "	0,8130 "
9	46	0,3340 "	1,0020 "
9 ²⁰	21	0,1925 "	0,5445 "
Pause bis			
10 ²⁰	30	0,2720 "	0,8160 "
10 ⁴⁰ Lesen	40	0,1815 "	0,5445 "
11 ¹⁵	25	0,1980 "	0,5940 "
11 ³⁰	38	0,4790 "	1,4370 "
Pause bis			
12	29	0,3090 "	0,9270 "

19. Versuchsobjekt war ein 13jähriger, kräftiger, sehr gut beanlagter Schüler.

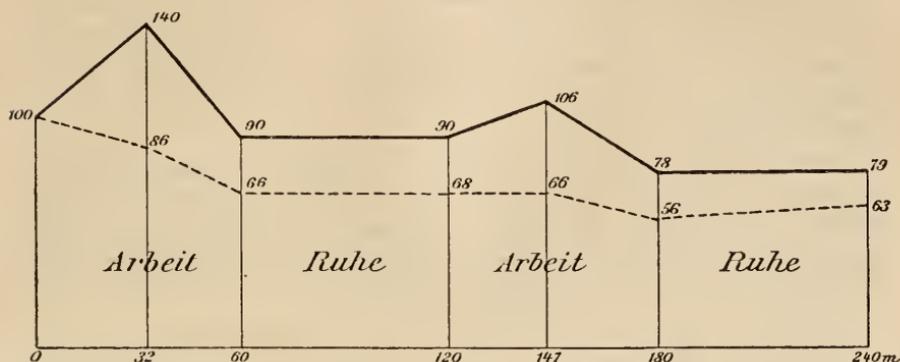
7 ⁵⁰ Lesen	76	0,862 "	1,724 "
8 ¹⁵	115	1,405 "	2,810 "
8 ⁴⁰	119	0,970 "	1,940 "
9	60	0,269 "	0,538 "
Pause bis			
10 ⁵	49	0,449 "	0,898 "
10 ²² Lesen	88	0,465 "	0,930 "
10 ⁴⁰	71	0,416 "	0,832 "
11	51	0,302 "	0,604 "
Pause bis			
12	38	0,417 "	0,834 "

20. Versuchsobjekt war ein 13jähriger, nicht sehr kräftiger, gut beanlagter Schüler.

8	48	0,527 "	1,0540 "
8 ¹⁵	44	0,6215 "	1,2430 "
8 ⁴⁰	39	0,368 "	0,7360 "
9	35	0,365 "	0,7300 "
Pause bis			
10 ⁵	44	0,386 "	0,7720 "
10 ²²	53	0,433 "	0,8660 "
10 ⁴⁵	49	0,311 "	0,622 "
11 ⁵	35	0,284 "	0,568 "
12 ⁵	52	0,433 "	0,866 "

Das vorangehende Material soll nun zugleich mit den analogen Versuchen, die in der 1. vorläufigen Mitteilung namhaft gemacht wurden, die Basis für die nachfolgenden Betrachtungen und Schlussfolgerungen sein. Unsere Versuchsobjekte waren so verschiedenartig in Bezug auf das Alter, die physischen und psychischen Anlagen, dass die Versuchsergebnisse, auch wenn sie auf noch zahlreicheren Beobachtungen fußten, dem Wesen nach kaum mehr weitgehende Modifikationen erführen.

Fig. 15.



Die Versuchsergebnisse will ich zunächst zur graphischen Darstellung bringen (Fig. 15). Die 2 Kurvenbilder dieser Figur wurden in folgender Weise gewonnen. Die erste Arbeitsleistung in jeder einzelnen Versuchsserie wurde mit 100 bezeichnet, die nachfolgenden daraufhin umgerechnet. Die Erhebungen über die Länge der ersten Ordinate geben also in Prozenten die Zunahme der Leistungsfähigkeit an, sind somit ein prozentischer Ausdruck für die Größe der Erregung. Das Zurückbleiben hinter der ersten Größe ist in entsprechender Weise der Ausdruck der Ermüdung.

Die ausgezogene Kurve stellt nun den Mittelwert aus 30 Versuchsergebnissen dar, in denen die geistige Arbeit, die während des 1. Versuchsteiles geleistet wurde, zu einer Erregung führte. Die erste Abszisse ist das Mittel der Zeit, in der die größte Leistungsfähigkeit beobachtet wurde, die 2. das Mittel der Messungen vor Beginn der Pause, die 3. das Mittel der Messungen nach der Pause, die 4. wieder das Mittel der Zeit der größten Leistungsfähigkeit, die 5. die Messung vor der 2. Pause, die 6. das Mittel der Messungen nach der zweiten Pause.

Die punktierte Kurve ist das analoge Bild jener 6 Fälle, in denen an sich die größte Leistungsfähigkeit während der Arbeit der ursprünglichen Leistungsfähigkeit nicht gleich kam, indem das Stadium der Erregung ausblieb.

Erstere ist das Mittel aus 30 Beobachtungen, letztere aus 6.

Eine Durchsicht der vorangehenden Versuchsergebnisse zeigt uns zunächst die außerordentliche Ungleichartigkeit der Ergebnisse in Bezug

auf die Größe der Arbeitsleistungen. Sehen wir von jenen Fällen ab, in denen die geistige Arbeit unmittelbar von einer Depression der Leistungsfähigkeit begleitet wurde und in ihrem ganzen Verlaufe nicht von einem Zustande der Erregung gefolgt wurde, dann bewegt sich die Maßzahl der Größe der Erregung zwischen 101 und 235. In 20 Fällen liegt sie zwischen 101 und 150, in 7 Fällen zwischen 150 bis 200, in 3 Fällen zwischen 200 und dem Maximum 235.

Analoge Verschiedenheiten zeigt die Größe der Depression. In 3 Fällen war sie, wenigstens im ersten Versuchsteil, nicht zu beobachten, d. h. die geistige Arbeit führte fortgesetzt zu einer Steigerung der ergographisch bestimmten Leistungsfähigkeit. Das Maximum des Erregungszustandes fiel also mit dem Schluss der einstündigen geistigen Arbeit zusammen.

In 6 weiteren Fällen war nur im Vergleich zur Maximalleistung von einer Depression zu sprechen, während im Vergleich zur Anfangsleistung die vor der Pause, d. h. am Schluss einer ca. einstündigen geistigen Arbeit gemessene Leistungsfähigkeit noch einen Zustand einer Erregung, d. h. eine Mehrleistung bedeutete.

Während das Mittel der Maßzahl des Erregungszustandes 140 beträgt und das Mittel der der Pause vorangehenden Leistung 90, also ein Abfall der Leistungsfähigkeit von 50 eintritt, sehen wir, dass in diesen genannten 6 Fällen das Mittel der Maßzahl der Erregung 193 beträgt, das Mittel der ergographisch konstatierten Leistungsfähigkeit am Schlusse der ca. einstündigen geistigen Arbeit 135, der Abfall, die Depression, dem nach 58.

In 21 Fällen war die Leistung vor der Pause geringer als die anfängliche. Das durchschnittliche Maximum der Leistungsfähigkeit beträgt in diesen Fällen 125, die mittlere Leistungsfähigkeit vor der Pause 80, so dass also die Größe der Depression, die Differenz zwischen dem Maximum und der am Schluss der Arbeit konstatierten Leistungsfähigkeit, im Durchschnitt 45 beträgt.

Noch auffälliger wird die bedeutende Variabilität der Depression durch die nachfolgende Zusammenstellung beleuchtet. Ihr Minimum beträgt 6, ihr Maximum 133. Zwischen 10 und 20 liegt sie in 4 Fällen, zwischen 20 u. 30 in 7, zwischen 30 u. 40 in 3, zwischen 40 u. 50 in 2, zwischen 50 u. 60 in 2, zwischen 60 u. 70 in 1, zwischen 70 u. 80 in 2, zwischen 80 u. 90 in 3, zwischen 90 u. 100 in einem, über 100 in einem Fall.

Trotz dieser bedeutenden Variabilität scheinen die oben angeführten Mittelzahlen eine gewisse Beziehung zwischen dem Grad des Erregungszustandes und der Größe der Depression anzudeuten, in dem Sinne, dass eine stärkere Erregung von einer stärkeren Depression begleitet wird.

Besteht eine solche Beziehung, dann muss sie am deutlichsten beim Vergleich der extremen Fälle zum Ausdruck kommen. Wir bestimmen zunächst die Mittel der bezüglichen Maßzahlen der 11 Fälle mit stärkster Erregung, unter Ausschluss eines Falles, in welchem diese an den Schluss der Arbeitszeit fällt.

Maßzahl der Erregung:

235. 232. 200. 190. 167. 163. 160. 158. 152. 147. 147.

Arbeitsleistung am Schluss der Arbeit:

176. 132. 121. 131. 89. 30. 72. 87. 119. 129. 60.

Depression:

59. 100. 79. 59. 78. 133. 88. 71. 33. 18. 87.

Die mittlere Maßzahl der Erregung dieser Fälle starker Erregung beträgt 176, das Mittel aus den darauf folgenden 11 Arbeitsleistungen am Schlusse der einstündigen geistigen Arbeit 104, die Größe des Abfalls, die Depression demnach 72. Sie ist also ca. $1\frac{1}{2}$ mal so groß, wie das Mittel \bar{x} aus der Gesamtheit unserer Beobachtungen. Bei der großen Variabilität der Maßzahlen verdient der Umstand ganz besonders hervorgehoben zu werden, dass in diesen 11 Fällen stärkere Erregung, die Depression nur 2 mal geringer war, als das beobachtete Gesamtmittel.

Folgendes sind die Maßzahlen der 10 schwächsten Erregungen:

Maßzahl der Erregung:

101. 101. 102. 104. 105. 106. 107. 108. 113. 116.

Maßzahl am Schluss der Arbeit:

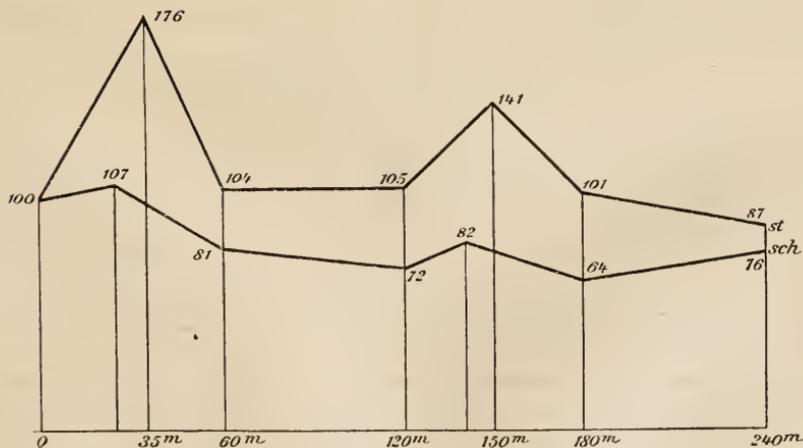
66. 76. 96. 83. 85. 79. 89. 82. 73. 87.

Depression:

35. 25. 6. 21. 20. 27. 28. 26. 40. 29.

Im Mittel beträgt die Größe der Erregung 106, die Größe der Leistungsfähigkeit am Schluss der einstündigen geistigen Arbeit 81.

Fig. 16.



Es beträgt demnach die Größe der Depression 25, d. h. sie ist $\frac{1}{2}$ so groß wie das Gesamtmittel der Depression. Wiederum mag besonders betont werden, dass in keinem dieser 10 Versuche die Depression das Mittel aus allen Versuchen erreichte.

So kommt also beim Vergleich dieser extremen Fälle aus der Variabilität eine Konstanz heraus, die wir wohl kaum als das zufällige Ergebnis der individuellen Schwankungen ansehen dürfen. Das Resultat unserer Vergleichung heißt: Einer durch geistige Arbeit bewirkten starken Erregung folgt im allgemeinen eine starke Depression.

Fig. 16 bringt diese Verhältnisse zum bildlichen Ausdruck. Die Kurve *st* ist das Bild der Arbeitsleistung bei starker Erregung, die Kurve *sch* stellt den Verlauf der Leistungsfähigkeit bei schwacher Erregung dar.

Wir prüfen an Hand unserer Beobachtungen die weitere Frage, ob zwischen dem Grad der Erregung und der Größe der Nachwirkung der Depression eine Beziehung bestehe. Die ausgezogene Kurve in Fig. 15 deutet als Durchschnitt der Gesamtheit unserer Beobachtungen an, dass die ergographische Messung der Leistungsfähigkeit nach der Pause (einstündigen) im Mittel das gleiche Resultat hat wie vor der Pause. Die Depression 50 überdauert die Pause. Es ist nach der Pause die Leistungsfähigkeit geringer als vor der Pause. Bezeichnen wir jede unter der ursprünglichen Leistung liegende Leistung als Ermüdung, jede über ihr befindliche als Erregung, dann werden wir von einer Nachwirkung der Ermüdung sprechen können, sobald durch die einstündige Ruhe die ursprüngliche Leistungsfähigkeit nicht wieder hergestellt wird. Umgekehrt ist die Nachwirkung der Erregung dann vorhanden, wenn der Ueberschuss der Leistungsfähigkeit im Vergleich zur ursprünglichen nach der einstündigen Pause nicht wesentlich dezimiert ist.

Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf die analogen Fälle, die in den Zahlenreihen S. 119 beleuchtet sind.

a) Versuche mit starker Erregung.

Leistung am Schluss der Arbeit:

176. 132. 121. 131. 89. 30. 72. 87. 119. 129. 60.

Leistung nach 1stündiger Pause:

145. 188. 123. 83. 85. 52. 79. 55. 87. 150. 105.

Nachwirkung:

-31. +56. +2. -48. -4. +22. +7. -32. -32. +21. +45.

b) Versuche mit schwacher Erregung.

Leistung am Schluss der Arbeit:

66. 76. 96. 83. 85. 79. 89. 82. 73. 87.

Leistung nach 1stündiger Pause:

70. 70. 114. 105. 67. 52. 93. 72. 74. 77.

Nachwirkung:

+4. -6. +18. +22. -18. -27. +4. -10. +1. -10.

In der Versuchsserie a (vergl. auch Fig. 16 Kurve *st*) steht der mittleren Leistung 104 vor der Pause, die mittlere Leistung 105 nach der Pause gegenüber. Schließt die Arbeit mit einem Erregungszustand ab, dann überdauert derselbe im allgemeinen die einstündige Pause. Diese Deutung des Versuchsergebnisses scheint thatsächlich, trotz der bedeutenden individuellen Schwankung, die in der Nachwirkung zum Ausdruck kommen, im allgemeinen zutreffend zu sein. In der Versuchsserie a haben wir in 6 Fällen am Schluss der Arbeit einen Erregungszustand; in 4 Fällen ist er auch nach der Pause noch vorhanden. In der Gesamtheit unserer Beobachtungen begegnen uns 9 Versuche, die mit einem Erregungszustand abschließen. In zwei Fällen geht während der einstündigen Pause diese Erregung in Ermüdung über, d. h. die nach der Pause beobachtete Leistungsfähigkeit ist geringer als die ursprüngliche, einmal um 13, einmal um 17; in 2 Fällen sinkt die Erregung auf die ursprüngliche Leistung, fünfmal dauert der Erregungszustand über die Ruhezeit hinaus an.

In der Versuchsreihe b (vergl. Fig. 16 Kurve *sch*) steht der mittleren Leistung 81 vor der Pause, die mittlere Leistung von 72 nach der Ruhe gegenüber. Die Ermüdung wird also durch die Ruhezeit (einstündige) nicht nur nicht aufgehoben, sondern sie nimmt als Nachwirkung der vorangegangenen Arbeit noch zu. In den Versuchsreihen a und b haben wir 15 Fälle, in denen die Leistung am Schluss der einstündigen Arbeit geringer war als die ursprüngliche. In 12 Fällen war auch die nach der Ruhe gemessene Arbeitsleistung kleiner als die ursprüngliche. Im ganzen beobachtete ich in 21 Fällen nach der einstündigen geistigen Arbeit den Zustand der Ermüdung. In 15 Fällen ist auch nach der einstündigen Ruhe der Ermüdungszustand noch vorhanden, so zwar, dass der mittleren Leistung 72,4 vor der Ruhe die mittlere Leistung von 72,2 nach der Ruhe gegenübersteht. In 6 Fällen dagegen restaurierte die Pause. Im Mittel betrug bei diesen Versuchen die Leistung vor der Pause 88, nach der Pause 106. Weniger stereotyp als die Beziehung zwischen Erregung und Depression sind die Beziehungen zwischen Erregung, bezw. Ermüdung zur Nachwirkung: Immerhin aber kommt mit hinlänglicher Klarheit folgendes allgemeine Verhalten zum Ausdruck: Als Nachwirkung der geistigen Arbeit hält der Zustand der Ermüdung über eine 1stündige Ruhezeit hinaus im allgemeinen an, wenn die 1stündige geistige Arbeit Ermüdung hervorrief; als Nachwirkung der geistigen Arbeit hält dagegen im allgemeinen der Zustand der Erregung über eine 1stündige Ruhezeit hinaus an, wenn nach der 1stündigen Arbeit der Zustand der Erregung vorhanden war. Eine 1stündige Ruhe vermag also den durch die geistige Arbeit erzeugten psychischen Zustand im allgemeinen nicht zu verwischen.

Nach der einstündigen Pause setzte die gleiche geistige Arbeit wie vor der Pause wieder ein. Die Versuchsbedingungen erscheinen also insofern geändert, als nicht das wieder in seinen anfänglichen Zustand versetzte Organ thätig ist, sondern das erregte oder gewöhnlicher das ermüdete, so ist es von vornherein nicht ausgeschlossen, dass dieser Teil unserer Versuchsserien von dem ersten Teil in wesentlichen Momenten differiere.

Wir prüfen in erster Linie wieder die Beziehungen zwischen Erregung und Depression, indem wir wieder die Ergebnisse der 10 Fälle starker Erregung mit den 10 Fällen geringster Erregung vergleichen. Wir schließen dabei wieder jene Fälle aus, in welchem das Maximum der Leistungsfähigkeit an den Schluss der Arbeit fällt.

Maßzahl der Erregung:

190. 180. 137. 126. 121. 121. 112. 105. 104. 104.

Leistung nach einstündiger Arbeit:

88. 89. 88. 69. 77. 79. 89. 73. 51. 83.

Depression:

102. 91. 49. 57. 44. 42. 23. 32. 53. 21.

Im Mittel beträgt die Maßzahl der Erregung in diesen 10 Versuchen 130; die mittlere Leistungsfähigkeit vor der 2. Pause 78. Die Differenz zwischen den beiden Leistungen, die Depression, beträgt somit 52. Im Mittel ist sie, wenn wir alle Versuche, die im ersten Teil zu einem Erregungszustande führten, der Rechnung zu Grunde legen, 28. Es ist also die Maßzahl der Depression dieser 10 Versuche fast doppelt so groß, wie der Gesamtdurchschnitt der Depression. Wir sehen im Weiteren, dass nur in 2 Fällen unter den 10, die Depression etwas geringer ist als das Gesamtmittel.

Folgendes ist das Ergebnis der 10 Fälle kleinster Erregung.

Maßzahl der Erregung:

41. 55. 58. 64. 67. 70. 73. 73. 74. 74.

Leistung nach einstündiger geistiger Arbeit:

38. 35. 46. 39. 58. 47. 62. 70. 69. 58.

Depression:

3. 20. 12. 25. 9. 23. 11. 3. 5. 16.

Im Mittel beträgt hier die Maßzahl der Erregung 65; die Leistungsfähigkeit nach der Arbeit erreicht die Größe 52, die Depression danach 13. Sie ist also nicht halb so groß wie das Gesamtmittel der Depression. In keinem einzigen der 10 Versuche wird dieses völlig erreicht.

Die Depression der 10 Fälle starker Erregung ist also im Mittel 4mal größer als die mittlere Depression der 10 Versuche mit schwacher

Erregung d. h. unser Gesetz, dass eine durch geistige Arbeit erzeugte starke Erregung von einer starken Depression begleitet wird, wird auch durch diese Versuchsserien bestätigt.

Die Prüfung unseres 2. Gesetzes über die Beziehung der Nachwirkung zum vorangegangenen psychischen Zustand, der Erregung oder Ermüdung, erhält insofern einen einseitigen Charakter, als der Zustand der Erregung nach dieser 2. Stunde geistiger Arbeit nur noch in 2 Fällen zu konstatieren war. Im einen Fall ist auch nach der sich anschließenden einstündigen Pause die Leistungsfähigkeit erhöht, d. h. der Erregungszustand überdauert die einstündige Ruhe. Im andern Fall dagegen geht die Erregung während der Pause in eine schwache Ermüdung über.

In 22 anderen Fällen führte die geistige Arbeit zu einer Ermüdung, indem der durchschnittlichen Anfangsleistung von 94 nach der Arbeit eine Durchschnittsleistung von 63 gegenübersteht. Nach der einstündigen Pause ist dieser Durchschnitt der Leistungsfähigkeit auf 75 gestiegen. Wenn also auch eine teilweise Erholung eintrat, so ist doch dem ursprünglichen Zustand gegenüber noch in ausgesprochener Weise der Ermüdungszustand da. Wenn also in diesen Durchschnittswerten auch unser zweites Gesetz bestätigt erscheint, so zeigen sich in den Ergebnissen der einzelnen Versuche eine Reihe von Ausnahmen, die für sich nur bestätigen, was wir früher schon betonten, dass unser zweites Gesetz weniger stereotyp ist, als das erste. In 7 Fällen nämlich erscheint nach der einstündigen Pause eine Leistungsfähigkeit, die größer ist, als die vor der Arbeit gemessene, so dass einer mittleren Leistungsfähigkeit von 66 nach einstündiger geistiger Arbeit eine mittlere Leistung 100 nach einstündiger Ruhe gegenübersteht. In den anderen 15 Fällen dagegen beobachten wir, dass die Leistung nach einstündiger Arbeit im Mittel 62 beträgt, nach der einstündigen Pause dagegen 64. In jenem Falle war das Mittel der Anfangsleistung 99, in diesem 92.

Es ergeben also diese Zahlen in der That, dass das über die Beziehungen zwischen Erregung, resp. Ermüdung und der Nachwirkung früher Gesagte auch unter den veränderten Versuchsbedingungen des 2. Teiles der Versuchsreihen im Großen und Ganzen Giltigkeit hat.

Lösen wir unser Gesetz, dass der stärkeren Erregung im allgemeinen auch eine stärkere Depression folge, von den begleitenden Zahlen ab, dann möchte wohl leicht die Ansicht Platz greifen, dass die geistige Arbeit die Leistungsfähigkeit um so mehr beeinträchtigt zu je stärkerer Erregung sie führe. Diese Vorstellung ist jedoch durch unsere Versuche nicht zu belegen.

Der Kurvenverlauf, den wir in Fig. 15 durch die ausgezogene Kurve darstellten, zeigt uns als mittleres Ergebnis aller Versuche, die

zu einer Erregung führten, dass die geistige Arbeit nach 60 m die ursprüngliche Leistungsfähigkeit um 10 % verringerte. Diese Verringerung ist auch nach einer Ruhe von 60 m noch vorhanden. Die weitere geistige Arbeit während 60 m führt zu einer weiteren Verminderung um 22 % der ursprünglichen Arbeit. Nach einer einstündigen Ruhe beträgt der Gesamtverlust der Leistungsfähigkeit 21 %.

Wie verhalten sich nun im Mittel die 10 Fälle stärkster Erregung? Die Leistungsfähigkeit, die in Folge der geistigen Arbeit bedeutend gesteigert wird, sinkt nach einstündiger Arbeit (vergl. Fig. 16 *st*) nicht auf die anfängliche Leistung zurück, sondern ist um 4 % größer. Nach der einstündigen Pause zeigt sich gegenüber der ursprünglichen Leistung ein Plus von 5 %. Durch die wieder beginnende Arbeit wird die Leistungsfähigkeit von neuem gesteigert, im Mittel auf 141; nach einstündiger Arbeit sinkt sie auf 101 und erst während der sich anschließenden einstündigen Ruhe sinkt sie auf 87, wird also gegenüber der ursprünglichen Leistungsfähigkeit um 13 % vermindert. In den Fällen geringer Erregung durch geistige Arbeit beträgt das schließliche Deficit der Leistungsfähigkeit 24 % (vergl. Fig. 16 *sch*).

Aus diesen Versuchen ergibt sich also folgendes Gesetz: Erhöhte Erregung verlängert die Dauer der Leistungsfähigkeit.

Es mag hier der Ort sein, mit einigen Worten auch jene Versuchsergebnisse zu berühren, in denen kein Erregungszustand beobachtet wurde, in denen also die Arbeit sofort die Leistungsfähigkeit herabsetzte. Die maximale Leistung betrug im Mittel 86; am Schlusse der 1stündigen Arbeit 66, so dass also die Depression 20 war, d. h. nur $\frac{2}{5}$ so groß, wie die mittlere Depression jener Fälle, die zu einem Erregungszustand führten. Es steht also dieses Ergebnis völlig im Einklang mit unserem ersten Gesetz. Nach der einstündigen Pause betrug die mittlere Leistungsfähigkeit 68. Es kommt also das Gesetz der Nachwirkung in prägnantester Weise zum Ausdruck. Verfolgen wir den gesamten Kurvenverlauf, wie er in der punktierten Linie der Fig. 15 angedeutet, dann sehen wir unser Gesetz vom Einfluss der Erregung auf die Dauer der Leistungsfähigkeit aufs überraschendste bestätigt, indem die Kurve in ihrem ganzen Verlauf unter dem Mittel, das die ausgezogene Kurve darstellt, bleibt. Dem schließlichen mittleren Deficit der Leistungsfähigkeit von 21 %, steht hier ein solches von 37 % gegenüber, das also 3mal größer ist als jenes, das wir in den Versuchen mit starker Erregung beobachten und $1\frac{1}{2}$ mal größer als jenes, das bei schwachen Erregungen zu konstatieren war. [41]

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [17](#)

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

Artikel/Article: [Pädagogisch - psychometrische Studien. 440-464](#)