

Das fortlaufende Rechnen nach Kraepelin.

Von Adalbert Gregor, Flehingen.

Unter den Methoden, welche uns für das Studium fortlaufender Arbeit zu Gebote stehen, nimmt das fortlaufende Addieren den ersten Rang ein. Diese Methode übertrifft alle anderen dadurch, daß sie an eine besonders geläufige Leistung anknüpft und hat speziell vor dem Auswendiglernen den Vorzug einer beliebigen und zeitlich scharfen Begrenzung einzelner Arbeitsabschnitte. Daher erklärt es sich, daß sie am häufigsten zu psychologischen und psychopathologischen Untersuchungen der Arbeitsleistung herangezogen wurde und man ihr die genauesten Aufschlüsse über den Mechanismus kontinuierlicher intellektueller Arbeit verdankt. Wie bei allen fortlaufenden Arbeitsmethoden hat hier die psychische Zeitmessung eine besondere Gestaltung gefunden; dabei werden nicht einzelne abgegrenzte Akte, sondern reihenweise sich aneinander schließende, gleichartige Leistungen gemessen. Die Zahl derartiger Aufgaben, welche die Versuchsperson in einem bestimmten Zeitabschnitt löst, ergibt ein Maß für ihre Arbeitsfähigkeit auf dem untersuchten Gebiet.

Als Material verwendet man allgemein die von *Kraepelin* eingeführten Rechenhefte, welche reihenweise untereinander gedruckte, einstellige Zahlen enthalten. Die Durchführung der Versuche kann auf mehrere Arten erfolgen. Sie unterscheiden sich wesentlich dadurch, daß in einem Fall die Richtigkeit der Leistung geprüft werden kann, im anderen von möglichen Additionsfehlern ganz abgesehen wird. Die genaueste Berücksichtigung von Irrtümern ermöglicht das zuerst von *Amberg* verwendete Verfahren, bei dem immer zwei aufeinanderfolgende Zahlen addiert und die Summe unter Vernachlässigung der Zehner seitlich zwischen den beiden Summanden mit Bleistift notiert wird. Die mechanische Arbeit des Schreibens erfordert dabei im Verhältnis zur Additionsleistung so wenig Zeit und überdeckt sich, wie Versuche erwiesen haben, derart mit der Ausführung der nächsten Addition, daß sie die Gesamtdauer des einzelnen Aktes nicht verlängert. Dadurch ist man auch beim schriftlichen Verfahren berechtigt, die Arbeitszeiten ausschließlich auf den Ablauf des Assoziationsvorganges

zu beziehen. Einen Gegensatz zu dem beschriebenen Verfahren bildet jenes, bei dem lediglich die Zeiten notiert, im übrigen der Versuchsperson keine schriftlichen Aufzeichnungen der Resultate aufgegeben werden, während eine Mittelstellung jene Versuche einnehmen, bei denen jedesmal bloß bis 100 gerechnet wird und die Versuchsperson die die Summe von 100 überschreitenden Einer zu notieren hat. Welches dieser Verfahren gewählt wird, ergibt sich aus der Fragestellung der Untersuchung. Bei ungebildeten oder psychisch abnormen Versuchspersonen dürfte im allgemeinen eine genauere Kontrolle der Richtigkeit angebracht sein. In allen Versuchen geht die der Versuchsperson gegebene Instruktion dahin, möglichst rasch zu addieren, stets nur die nächstfolgende Zahl zu berücksichtigen, also nie mehrere gleichzeitig aufzufassen; zur Abgrenzung von Arbeitsabschnitten hat sie auf ein vom Versuchsleiter gegebenes Signal die zuletzt addierte Zahl zu bezeichnen. Es empfiehlt sich, dabei verhältnismäßig kurze Zeiten, etwa 5 Minuten, zu wählen, um das Verhalten der geistigen Leistungsfähigkeit in eingehender Weise verfolgen zu können. Zur Ausschaltung der Wirkung zufälliger äußerer und innerer Störungen, sowie um ein genaueres Bild der Leistungsfähigkeit der Versuchsperson zu gewinnen, ist die Fortsetzung der Versuche über mehrere Tage nötig. Dabei sind die allgemeinen Bedingungen psychologischer Versuche, nämlich Ausschaltung äußerer Störungen, Protokollierung der Angaben der Versuchsperson über ihre jedesmalige Disposition sowie über jene Momente erforderlich, die ihrem Ermessen nach Einfluß auf die Leistung haben konnten. Zu den Versuchsbedingungen gehört ferner gleichmäßige Lebensweise und, wenn die Fragestellung keinen anderen Vorgang vorschreibt, Durchführung der Versuche zur gleichen Tageszeit. Ebenso ist die Dauer des Versuches nach der Fragestellung zu bemessen, desgleichen Zahl und Länge der einzuschaltenden Pausen.

Die Merkmale, die von sachgemäß durchgeführten Versuchen beurteilt und eventuell auch quantitativ festgestellt werden können, lauten nach Untersuchungen der *Kraepelinschen* Schule wie folgt:

- Quantität der Leistung
- Übungsfähigkeit
- Übungsverlust
- Ermüdung
- Gewöhnung
- Anregung
- Antrieb
- Fehler und Verbesserungen
- Disposition
- Individuelle Differenzen.

Eine genaue Analyse dieser Momente und eine zum Teil scharfe quantitative Bewertung derselben ist der *Kraepelin-Schule* in ausgedehnten Untersuchungen durch Einschaltung von Pausen gelungen. Dabei hat sich zugleich die Einsicht ergeben, daß die genannten Momente im allgemeinen charakteristische Züge individueller Arbeitsweise vorstellen.

Hinsichtlich der *Q u a n t i t ä t d e r P r o d u k t i o n* haben, wie zu erwarten, die Versuche selbst zwischen gebildeten Versuchspersonen beträchtliche Differenzen ergeben. Als Beispiel seien die von *Oehrn*¹⁾ in einstündigen Versuchen bei 10 Personen gewonnenen Resultate erwähnt.

Versuchs- person	In einer Stunde wurden addiert: Zahlenpaare	Additionszeit pro zwei Zahlen σ	Mittlere Variation σ %
I	4769	754	24 (3·1)
II	3990	902	32 (3·5)
III	3591	1003	19 (1·8)
IV	2933	1227	65 (5·28)
V	2833	1270	58 (4·5)
VI	2774	1297	45 (3·4)
VII	2489	1446	82 (5·6)
VIII	2393	1504	79 (5·2)
IX	2378	1513	51 (3·3)
X	2347	1533	126 (8·2)

Die Übungsfähigkeit bedingt eine stete und geradezu unbegrenzte Zunahme der Leistung. Sie findet ihren augenfälligen Ausdruck in der meist von einem Abschnitt zum anderen der Tagesarbeit zunehmenden Zahl von Additionen, sowie in den von Tag zu Tag in gleichen korrespondierenden Arbeitsabschnitten erhöhten Leistungen. In beiden Fällen ist die Größe des Übungsfortschrittes aber nicht durch eine einfache Subtraktion zu berechnen, da im ersten Falle neben später noch zu besprechenden Faktoren frühzeitig Ermüdungseinflüsse das Bild trüben, im zweiten Falle dem Übungsfortschritt ein Übungsverlust gegenübersteht.

Um in möglichst einwandfreier Weise den mittleren Arbeitszuwachs für eine über mehrere Tage sich erstreckende Versuchsperiode zu gewinnen, hat *Amberg*²⁾ eine Berechnungsmethode eingeführt, die von dem Prinzip ausgeht, alle für diesen Wert in Betracht kommenden Zahlen zu berücksichtigen, wobei jede Leistung in ihrer Eigentümlichkeit zu ihrem Recht gelangt, ohne daß sie einen zu großen Wert bei ihrer Berechnung erreicht. Geht

¹⁾ *Oehrn Axel*: Psycholog. Arbeiten. 1. 92 (1896).

²⁾ *E. Amberg*: Psycholog. Arbeiten. 1. 300 (1896).

man vom ersten Tage einer etwa achttägigen Arbeitsperiode aus, so erhält man durch Subtraktion von den Leistungen der folgenden Tage eine Reihe von Differenzen, welche den Arbeitszuwachs des 2., 3., 4. und 8. Tages anzeigen. In gleicher Weise kann der Übungsfortschritt gegenüber jeden auf den ersten folgenden Tag ermittelt werden. Man erhält so für den Vergleich der 1., 2., 3. usw. Arbeitsstunde mit allen folgenden Arbeitsstunden Reihen von 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 Werten, in denen sich ausdrückt, wie groß der Übungszuwachs in jedem Arbeitsabschnitt der Versuchsperiode gegenüber jedem früheren Abschnitt durchschnittlich in der Arbeitsstunde gewesen ist. Zur weiteren Vergleichung werden die sieben ersten Werte, welche also den Übungszuwachs des 2. bis 8. Tages gegenüber dem 1. angeben, zu einem Durchschnitt vereinigt und dieser Durchschnitt in Prozenten der Arbeitsleistung des 1. Tages ausgedrückt. Gerade so wird der durchschnittliche prozentische Übungseffekt für die weiteren Tage festgelegt; dadurch entstehen sieben verschiedene prozentische Werte für den durchschnittlichen Übungszuwachs in den einzelnen Arbeitsabschnitten der Versuchsperiode. Um daraus ein Gesamtmittel zu bilden, ist es notwendig, jeden dieser Werte mit seinem natürlichen Gewicht in Rechnung zu ziehen. Deshalb wird der erste mit 7, der zweite mit 6 usw. multipliziert, aus den erhaltenen Produkten eine Summe gebildet und diese durch 28 dividiert. Die so erhaltene Zahl gibt den mittleren prozentischen Übungszuwachs der ganzen Versuchsperiode wieder.

Auf diese Weise hat *Amberg* für eine achttägige Versuchsperiode mit einstündiger Arbeitszeit für die erste halbe Stunde aller Versuche einen durchschnittlichen Übungszuwachs von 4% berechnet. In Versuchen von *Lindley*¹⁾, in denen drei Versuchspersonen in drei durch je einen Tag unterbrochenen Perioden von je 10, 10 und 8 Tagen arbeiteten, wurden nach der beschriebenen Methode die in der folgenden Tabelle erhaltenen Werte für die durchschnittliche Zunahme der Leistung gewonnen. Die Tabelle zeigt einen auffallenden Gegensatz der durchschnittlichen Wertzunahme in der ersten und in den folgenden Perioden. Es findet anfangs ein verhältnismäßig starkes, später nur langsames Anwachsen der Leistung statt. Wir dürfen die Erklärung darin suchen, daß es sich bei der anfänglichen Steigerung der Werte nicht lediglich um Übung, sondern auch um Gewöhnung handelt; denn eine Zunahme der Leistung muß auch dadurch erfolgen, daß die Versuchsperson sich den Bedingungen des Versuches immer besser anpaßt und von inneren und äußeren störenden Einflüssen unabhängig macht.

¹⁾ *E. H. Lindley*: Psycholog. Arbeiten. 3. 482 (1901).

T ä g l i c h e r Ü b u n g s z u w a c h s .

	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
	Zahlen	%	Zahlen	%	Zahlen	%
A	145·2	10·0	18·0	0·7	31·8	1·1
B	150·2	12·2	55·8	2·6	42·2	1·9
C	43·6	3·6	12·8	0·8	10·8	0·6

Wie erwähnt, zeigte die Differenz der Leistungen aufeinanderfolgender Tage den Übungsfortschritt vermindert um den inzwischen erfolgten *Ü b u n g s v e r l u s t* an. Um diesen quantitativ zu bemessen, hat man Pausenversuche durchgeführt. Schaltet man im Verlaufe einer Tagesarbeit etwa nach einer halben Stunde eine Pause ein, so findet durch sie je nach ihrer Länge ein mehr oder weniger großer Ausgleich der Ermüdungswirkung statt. Als günstigste Pause gilt dabei jene, in welcher der durch den teilweisen Ausgleich der Ermüdung bewirkte Zuwachs gegenüber dem Verlust der Anregung und der Einbuße an Übung verhältnismäßig am größten ist. Berechnet man nun aus der Zunahme der Leistung nach der günstigsten Pause die Leistung für den folgenden Tag, so ergibt die Differenz gegenüber dem tatsächlich erhaltenen Wert ein Maß für den innerhalb von 24 Stunden erfolgten Übungsverlust. *Lindley* hat für zwei seiner Versuchspersonen nach der günstigsten Pause einen Übungsgewinn von 4·8 und 3·1% berechnet und darnach die in der umstehenden Tabelle enthaltenen Werte für den täglichen Übungsverlust gewonnen.

Versuchs- person	Durchschnittsleistung der zweiten halben Stunde	Durchschnittsleistung der ersten halben Stunde am folgenden Tag		Täglicher Übungsverlust
		Berechnet	Gefunden	
A	2916	3055	2868	187
B	2376	2449	2399	50

Eine Verfolgung des Übungsverlustes über weitere Zeitstrecken ergibt, daß die Größenwerte in einer ähnlichen Kurve zu denken sind wie sie *Ebbinghaus* für das Schwinden der Erinnerungsbilder entworfen hat. *Amberg* stellte fest, daß der Verlust einmal erworbener Übung verhältnismäßig sehr langsam, in längeren Zeitstrecken erfolgt und im Gegensatz zu dem anfangs außerordentlich rasch stattfindenden Abfalle steht.

Die *E r m ü d u n g* beeinträchtigt die Arbeitsleistung in individuell verschiedener Weise. Ein Maß für diese Wirkung ist in der Schnelligkeit und Ausgiebigkeit zu suchen, mit der die Leistungsfähigkeit einer Versuchsperson nach dem Aussetzen der Arbeit sich wieder herstellt. Für die quantitative Berechnung ist der Ausgangspunkt von der günstigsten Pause zu nehmen. Vergleicht

man die nach einer solchen erhaltenen Werte mit den entsprechenden Werten bei fortlaufender Arbeit, dann ergibt die Differenz der Leistungen ein Maß für die Ermüdungswirkung. Als Vergleichswerte, zu den mit günstigster Pause angestellten Versuchen sind jedoch solche zu wählen, bei denen die beiden etwa halbstündigen Arbeitszeiten durch eine kurze, etwa fünf Minuten lange Pause getrennt sind, weil bei kontinuierlicher Arbeit auch der zweite Abschnitt noch unter Einfluß der Anregung steht und dadurch eine gewisse Steigerung erfährt, während eine fünf Minuten lange Pause erfahrungsgemäß ohne wesentliche Erholungswirkung ist, dabei jedoch den Anregungseffekt beseitigt.

In derartigen Versuchen hat *Lindley* die Ermüdungswirkung zahlenmäßig berechnet und als Bezeichnung für die prozentuelle Arbeitseinbuße den Ausdruck *Ermüdungskoeffizient* eingeführt. Allerdings muß man dabei berücksichtigen, daß die Methode nicht als fehlerfrei gelten darf, denn einerseits ist anzunehmen, daß auch über die günstigste Pause hinaus ein gewisser, wenn auch leichter Grad von Ermüdung fortbesteht, andererseits hat auch die Fünf-Minuten-Pause, wie erwähnt, einen erholenden Einfluß. Beide Momente sind bei verschiedenen Personen in verschiedener Weise wirksam, so hebt *Lindley* selbst hervor daß bei seiner Versuchsperson *C* die Erholung von der Ermüdung innerhalb von fünf Minuten augenscheinlich weit größer war als der Verlust der Anregung, und er hält es darum für zweckmäßiger, in diesem Falle die Reihe mit günstigster Pause der ununterbrochenen Arbeitsleistung gegenüberzustellen.

Auch die Resultate der Rechenmethode haben ähnlich wie die Gedächtnisversuche zu der Einsicht geführt, daß Übung und Ermüdung in besonders enger Beziehung stehen. Auf der einen Seite hatten *Rivers* und *Kraepelin*¹⁾ durch Versuche, die an verschiedenen Tagen verschieden lang dauerten, ermittelt, daß der Ermüdungsarbeit ein geringerer Übungswert zukommt, auf der anderen Seite hat *Kraepelin* festgestellt, daß die Ermüdungswirkung der Arbeit im allgemeinen mit fortschreitender Übung abnimmt. Aber auch beim einzelnen Individuum scheint sich die Größe der Übungsfähigkeit und der Ermüdbarkeit annähernd zu entsprechen, derart, daß große Übungsfähigkeit mit großer Ermüdbarkeit einhergeht.

Die Gewöhnung hat zur Folge, daß die tägliche Zunahme des geleisteten Quantum allmählich geringer wird. Zur quantitativen Bewertung der Art, wie sich dieser Abfall vollzieht, hat die Untersuchung von *Lindley* Aufschluß gegeben. Dieser Autor fand, daß der durchschnittliche Übungsfortschritt im Ver-

¹⁾ *Rivers W. H. R.* und *E. Kraepelin*: Psycholog. Arbeiten. 1. 627 (1896).

laufe einer zehntägigen Arbeitsperiode bei einer Versuchsperson 10 % betrug; in zwei weiteren, die durch je einen Pausentag getrennt waren, machte dagegen der Übungszuwachs durchschnittlich nur 0·7 bzw. 1·1 % aus.

Bei der quantitativen Berechnung der Gewöhnung geht *Kraepelin*¹⁾ von der Überlegung aus, daß bei einem nur gleichmäßigen Abfall die prozentuelle Zunahme der Leistung vom ersten zum zweiten Tage mindestens 19 % betragen habe, da sonst in den oben erwähnten Versuchen von *Lindley* für eine zehntägige Periode mit dem Durchschnitt von 10 % der Endpunkt von 1 % nicht zustande gekommen wäre. Da nach allgemeiner Erfahrung die Übung im Anfange weit rascher sinkt als später, dürfte der Wert von 19 % noch zu niedrig gegriffen sein; ebenso unsicher ist man zur Zeit aber auch darüber, wie der Verlauf der Kurve zu denken ist, welche diese beiden als Anfang und Ende ermittelten Punkte verbindet.

Gleich die ersten Autoren, welche mit der *Kraepelinschen* Rechenmethode unter Einschaltung von Pausen arbeiteten, sind auf die Tatsache gestoßen, daß durch die Arbeit selbst eine Erleichterung derselben geschaffen wird, welche sich von der Übung wesentlich dadurch unterscheidet, daß sie bei Unterbrechung der Arbeit verschwindet. Diese von *Amberg* als *A n r e g u n g* bezeichnete Erscheinung bedingt ein rasches Anwachsen der Arbeitsleistung in ihrem Beginn. Das Schwinden der Anregung nach einer Pause von mehreren Minuten hat zur Folge, daß die Leistung darnach mit niedrigeren Werten wieder einsetzt. Besonders klar tritt die Erscheinung in Versuchen mit Einschaltung von verschieden langen Pausen nach der ersten halben Stunde hervor. Man sieht, daß z. B. für *Lindleys* Versuchsperson A bei kontinuierlicher Arbeit eine Zunahme der Leistung über die erste halbe Stunde hinaus und ebenso nach Einschaltung einer Pause von 15 bis 60 Minuten stattfand, während nach einer an dieser Stelle angebrachten Pause von fünf Minuten Länge ein deutliches Absinken der addierten Ziffern erfolgte. Individuelle Verhältnisse bringen allerdings wechselnde Bilder zustande. In dem erwähnten Falle handelt es sich um eine mäßig ermüdbare Versuchsperson, bei extremer Ermüdbarkeit kann der Fortfall der Anregung durch die Erholungswirkung einer wenn auch nur kleinen Pause überkompensiert werden.

Zur quantitativen Berechnung der Anregung können Versuche dienen, bei denen nach dem Vorgang *Lindleys* zwischen sechstem und siebentem Abschnitt einer nach je fünf Minuten

¹⁾ *E. Kraepelin*: Die Arbeitskurve. *Engelmann*. Leipzig 1902.

abgegrenzten Arbeitsperiode von im ganzen einstündiger Dauer eine fünf Minuten lange Pause eingeschaltet wird. Allerdings ist diese Berechnung aus den angeführten Gründen nur bei weniger ermüdbaren Versuchspersonen durchführbar. Berechnet man dabei nach der günstigsten Pause aus den Werten der ersten halben Stunde jene der zweiten und subtrahiert davon die tatsächlich gefundene Zahl von Additionen, so erhält man einen Wert, in dem Anregung und Ermüdung enthalten sind. Führt man dieselbe Operation mit dem Werte aus, welchen man nach Einschaltung einer Pause von fünf Minuten erhält, so ist in der zweiten Differenz noch die Ermüdung, aber die Anregung größtenteils nicht mehr erhalten. Subtrahiert man daher den zweiten Ausdruck vom ersten, so erhält man einen Wert für die Größe der Anregung. Allerdings ist derselbe selbst für Personen von geringer Ermüdbarkeit nicht ganz fehlerfrei und vollends, wie bereits öfter erwähnt, für stark ermüdbare Versuchspersonen ungültig.

Es gehört zu den Instruktionen der Versuchspersonen, die Arbeit mit anhaltender Willensspannung zu vollziehen. Tatsächlich ergibt aber die Analyse der Leistung und die Selbstbeobachtung der Versuchspersonen, daß es nicht allen Individuen gelingt, eine auch nur gleichmäßige Anspannung des Willens einzuhalten. Vielmehr findet an einzelnen Punkten der Arbeit eine stärkere Aufbietung des Willens statt, die von *Rivers* und *Kraepelin* als *A n t r i e b* bezeichnet wurde. Am häufigsten tritt eine solche vermehrte Willensanspannung zu Beginn der Arbeitsleistung ein. Demzufolge kann man zwei Arbeitstypen unterscheiden. Bei einer Reihe von Versuchspersonen beginnt die in kleinere Perioden aufgeteilte Arbeitsleistung mit einem verhältnismäßig niedrigen Wert und steigt später an. Eine andere Reihe zeigt einen verhältnismäßig hohen Anfangswert, darauf einen Abfall und erst später allmähliches Ansteigen. Versuche von *Heüman*¹⁾, bei denen die Zahl der ausgeführten Rechnungen von Minute zu Minute bestimmt wurde, lassen erkennen, daß die größte Rechengeschwindigkeit höchstens eine Minute lang eingehalten wird, worauf ein Abfall erfolgt; nach weiteren zwei Minuten aber wird das Sinken der Kurve durch das Anwachsen der arbeitsfördernden Einflüsse zur Umkehr gebracht. Auf das Einsetzen verfügbarer Willensanspannung gegen Ende der Arbeitsperiode geht die als Wirkung des Schlußantriebes bezeichnete Erhöhung der Werte zurück. Ebenso bieten auch ausgedehnte Pausen Gelegenheit zu vermehrter Willensanspannung bei Wiederaufnahme der Arbeit. Doch ist in diesem Falle die Wirkung infolge von Ermüdung wesentlich geringer.

¹⁾ *G. Heüman*: Psycholog. Arbeiten. 4. 538 (1901).

Die quantitative Bestimmung des durch den Antrieb zu Beginn der Arbeit erzielten Effektes geht von der Erfahrung aus, daß eine so extreme Willensspannung, wie sie der Antrieb vorstellt, nur kurze Zeit aufrechterhalten werden kann; jedenfalls ist er in den zweiten fünf Minuten der Arbeitsleistung bereits geschwunden. Aus dem Vergleich der in den ersten und zweiten fünf Minuten produzierten Arbeit ist ein Ausdruck für die Größe des Antriebes zu gewinnen. Nur muß dabei berücksichtigt werden, daß im zweiten Arbeitsabschnitt bereits Übung, Anregung, Gewöhnung und Ermüdung wirksam sind. Man muß also die Leistung des zweiten Abschnittes erst um den Betrag der Übung, Gewöhnung und Anregung für die ersten fünf Minuten herabsetzen und um denjenigen der Ermüdung erhöhen, um durch Subtraktion von der Leistung des ersten Abschnittes die Größe des Antriebes zu bestimmen.

Da nur ein Teil der Autoren neben der Quantität auch die Qualität der Produktion berücksichtigt hat, stehen uns über Fehlleistungen beim Addieren heute noch verhältnismäßig wenig Erfahrungen zur Verfügung. Schon jetzt treten aber wesentliche individuelle Differenzen sowohl hinsichtlich der Zahl von Fehlern und Verbesserungen als im Verhältnis beider hervor. So fand *Amberg* eine Fehlerzahl von 0·0697 bis 0·0917% und bei zwei Versuchspersonen 3·98 und 5·38% Verbesserungen, während *Rivers* 0·085 bis 0·104% Fehler, dabei aber nur 0·92 bis 0·98% Verbesserungen beobachtete.

Die Versuche von *Rivers* ergaben, daß zwischen Geschwindigkeit der Arbeitsleistung und Zahl der Verbesserungen ein Parallelismus besteht, indem mit der Zunahme oder Abnahme der Leistung die Zahl der Verbesserungen steigt oder fällt. Doch erfolgt bei letzteren sowohl das Steigen als das Sinken regelmäßig in stärkerem Maße als die Leistung selbst. *Rivers* hat aber in anderen Versuchsreihen auch ein gegenteiliges Verhältnis gefunden, nämlich Zunahme der Verbesserungen trotz abnehmender Arbeitsleistung. Bei der Deutung dieses Widerspruches ist zu berücksichtigen, daß wir es mit verschiedenen Qualitäten von Fehlern und Verbesserungen zu tun haben, denen auch verschiedene psychische Bedingungen zugrunde liegen. In dieser Hinsicht hat *Rivers* besonders zwei Mechanismen unterschieden: 1. Hast in der Produktion, wodurch eine vorzeitige Auslösung von Schreibbewegungen erfolgt. Es handelt sich dabei um eine Steigerung der motorischen Erregbarkeit, wobei unwillkürlich falsche Zahlen niedergeschrieben werden, ehe noch eine zuverlässige Rechnung durchgeführt ist. Diese Irrtümer haben die Bedeutung von Schreibfehlern und sind motorischen Fehlreaktionen im Reaktionsversuche gleichzustellen.

2. Unaufmerksamkeit und Zerstreutheit, wobei Fehler aus unrichtiger Assoziation hervorgehen, die als Denkfehler aufzufassen sind. In diesem Falle, d. h. im Zustande herabgesetzter Aufmerksamkeit findet bei geringer Leistung eine Zunahme der Fehler, insbesondere der Denkfehler statt. Im Gegensatz dazu steht der Zustand der Ermüdung, indem bei geringer und abnehmender Leistung eine Abnahme der Fehler erfolgt.

Über Qualität und Häufigkeit von Fehlern und Verbesserungen kann die im folgenden wiedergegebene Tabelle aus der Arbeit von *Rivers* und *Kraepelin* orientieren:

Art der Fehler	Begangen	Verbessert
Subtraktion statt Addition	59	44 (75·2%)
Abschreiben eines folgenden Summanden . .	42	33 (79·5%)
Addieren der früheren Summe mit den ersten Summanden	29	24 (82·8%)
Niederschreiben der folgenden Summe . . .	60	53 (88·2%)
Abschreiben eines Summanden	127	118 (93·3%)
Wiederholen der letzten Summe	32	30 (95·2%)

Rivers und *Kraepelin* haben sich auch mit der Analyse der unter ungünstiger Tagesdisposition geleisteten Rechenarbeit beschäftigt. Sie beobachteten als Wirkung derselben eine Arbeiterschwerung, welche im Laufe der Arbeit selbst bemerkbar wurde und setzen sie der verminderten Arbeitsleistung gleich, welche bei einzelnen Personen mit günstigerer Abenddisposition bei Morgenarbeit stattfindet. Nach der Form, in welcher diese Einbuße an Leistung entgegentritt, kamen die Autoren zu der Annahme, daß es sich dabei wesentlich um eine Herabsetzung der Anregbarkeit handelt. *Amberg* hat den Wert von Tages- und Nachtpausen für die Arbeitsleistung geprüft und dabei eine wesentlich größere erholende Wirkung der mit Schlaf erfüllten Nachtpause festgestellt, welche im Vergleich mit einer Tagespause eine deutliche Mehrleistung ergab. Es liegt nahe, der hier berührten Frage weiter nachzugehen und die Wirkung verschieden erfüllter Tagespausen zu untersuchen. Derartige Differenzen sind natürlich zu erwarten und zum Teil auch bereits methodisch festgestellt worden. Doch gehen wir hier auf diese Ergebnisse nicht näher ein, da ein gleichmäßiges Verhalten der Versuchsperson während der Pause zu den Bedingungen gehört, unter denen Rechenversuche anzustellen sind.

Die bisherigen Untersuchungen haben allorts weitgehende individuelle Differenzen ergeben, welche dazu zwingen, in der Bewertung der gewonnenen Ergebnisse und in der Ableitung allgemeiner Sätze über den Mechanismus geistiger Arbeit

sich noch Beschränkung aufzuerlegen. Nachdem nun die von vielen Seiten durchgeführten Untersuchungen tatsächlich bereits vielfach allgemeine Prinzipien aufgezeigt haben, gewann die Frage nach individuellen Differenzen in der geistigen Arbeit erneute Bedeutung. Leider gestattet das bisher gesammelte Material nach dieser Seite keine allzu reiche Ausbeute, da die einzelnen Untersuchungen von verschiedenen Fragestellungen ausgingen und dementsprechend die Versuche verschieden angelegt wurden, wodurch ihre Vergleichbarkeit beeinträchtigt ist. Infolgedessen sind wir heute noch nicht überall in der Lage, die beobachteten Unterschiede in nähere Beziehung zueinander zu bringen und daraus Schlüsse über die Kennzeichen der einzelnen Persönlichkeiten zu ziehen oder gesetzmäßige Abhängigkeiten bestimmter Eigenschaften voneinander festzustellen.

Hinsichtlich der Differenz an Leistungsfähigkeit hat es *Lindley* wahrscheinlich gemacht, daß dabei tiefgreifende individuelle Mechanismen in Frage kommen, indem es sich hier um Unterschiede handelt, welche durch fortschreitende Übung nicht verwischt werden. Übungsfähigkeit und Übungsfestigkeit stehen wahrscheinlich im Zusammenhang, und zwar derart, daß mit großer Übungsfähigkeit geringe Übungsfestigkeit einhergeht. Nur tritt dieser Zusammenhang nicht ohne weiteres klar zutage, er ist vielmehr in den nackten Werten durch den erst zu eliminierenden Faktor des Übungsverlustes verdeckt. Für die Ermüdbarkeit haben die Versuche von *Lindley* in Übereinstimmung mit den Anschauungen von *Hoch* und *Kraepelin*¹⁾ es wahrscheinlich gemacht, daß mit größerem Übungsfortschritt stärkere Ermüdung einhergeht und umgekehrt.

Die Unterschiede im Übungsfortschritt lassen keinen direkten Zusammenhang mit der Leistungsfähigkeit erkennen. Ferner besteht auch eine ungleichmäßige Verteilung in dem Sinne, daß bei einzelnen Versuchspersonen ein großer, bei anderen ein kleiner Teil des gesamten Übungszuwachses in den Beginn der Arbeitsperiode fällt. Es handelt sich dabei um Unterschiede in der Anfangsgeschwindigkeit des Übungszuwachses. Es ist von vornherein klar, daß individuelle Differenzen besonders stark in jener Seite der Arbeitsleistung hervortreten müssen, die vom Willen der Versuchsperson abhängt; dementsprechend war auch die Analyse von Anregung und Antrieb ohne Berücksichtigung des individuellen Momentes nicht durchführbar. Zu einer systematischen Bearbeitung dieses Gebietes und zur Aufstellung von Beziehungen zu den anderen Seiten der Arbeitsleistung haben die bisherigen Untersuchungen jedoch noch nicht geführt.

¹⁾ *A. Hoch* und *E. Kraepelin*: Psycholog. Arbeiten. 1. 378 (1896).

Für die Frage nach einer exakten Charakteristik der individuellen Arbeitsweise scheint im Vorgange *Kraepelins* eine wichtige Direktive gegeben. *Kraepelin* hat die schwierige Aufgabe zu lösen unternommen, nach einer Versuchsserie mit verschiedenen langen Pausen die von *Lindley* bei einer Person festgestellte Arbeitskurve in ihre Komponenten zu zerlegen und die verschiedenen Komponenten dieser einstündigen Arbeitsleistung kurvenmäßig darzustellen. Freilich muß er selbst immer wieder das Problematische dieser Lösung betonen und manche Kurvenstrecke nur schätzungsweise einzeichnen. Allerdings waren die Bedingungen dazu auch insofern ungünstig, als die zugrunde liegenden Versuche unter anderen Gesichtspunkten unternommen wurden. Es geht schon über die unmittelbaren Forderungen der differenziellen Psychologie für individuelle Charakteristik hinaus, an jedem Zeitteil einer Arbeitsperiode die Bestandteile der Arbeitskurve quantitativ zu ermitteln; vielmehr handelt es sich dabei tatsächlich um zwei Fragen, deren eine ins Gebiet der allgemeinen, deren andere in das der differentiellen Psychologie fällt; im letzteren Falle kommt es darauf an, die geringste Zahl von Merkmalen aufzustellen, durch welche die individuelle Arbeitsweise eindeutig charakterisiert ist und eine Versuchsanordnung zu ermitteln, durch welche diese Merkmale quantitativ zu bestimmen sind. Die bisherigen Versuche der *Kraepelin*-Schule haben mindestens die Lösbarkeit der aufgeworfenen Fragen dargetan.

Zum Schlusse sei nochmals betont, daß das fortlaufende Addieren nur eine der uns zur Untersuchung der geistigen Arbeit verfügbaren Methoden vorstellt, deren Auswahl nach der besonderen Fragestellung einer Untersuchung zu treffen ist. Die Rechenversuche werden kaum als die gegebene Methode erscheinen, wenn es auf die Feststellung der Größe geistiger Leistungsfähigkeit ankommt, da beim Addieren das absolute Quantum zu stark durch individuelle Momente beeinflußt ist. Die Bedingungen unter welchen die angewandte Psychologie und die experimentelle Psychopathologie arbeitet, gestalten sich wesentlich verschiedener als für die allgemeine Psychologie, da sie ihre Versuchspersonen meist nicht wählen dürfen, sondern diese ihnen durch die Fragestellung gegeben werden. Dann macht sich aber ein weitgehender Gegensatz zwischen gebildeten und ungebildeten, durch Beruf und Lebensverhältnisse im Addieren gewandten und schwerfälligen und ungeübten Individuen geltend. Man wird also, wenn es darauf ankommt, bei einer Reihe von Individuen verschiedener Kategorie die intellektuelle Leistungsfähigkeit an sich, d. h. die Größe der Produktion, Übungsfähigkeit, Übungsfestigkeit und Ermüdung zu prüfen, lieber zu einer anderen Form psychischer Arbeit, nämlich zum Auswendiglernen greifen, wobei Methoden zur Verfügung

stehen, die von *Ranschburg* und von mir für die Praxis der angewandten Psychologie und experimentellen Psychopathologie bearbeitet wurden. Dagegen ist kaum ein anderes Verfahren außer dem fortlaufenden Addieren nach *Kraepelin* imstande, uns so exakte, zahlenmäßige Belege für die einzelnen Merkmale intellektueller Arbeit zu liefern. Sie wird also namentlich als scharfes Reagenz für die experimentelle Untersuchung von äußeren Einflüssen auf die geistige Leistung dienen können und hat in dieser Hinsicht auch schon ausgedehnte Verwendung gefunden. In erster Linie von seiten der *Kraepelin* - S c h u l e, die mit ihrer Hilfe die experimentelle Pharmakopsychologie begründet und zuerst die Einwirkung von Alkohol, Teebestandteilen und von Schlafmitteln auf die psychische Leistungsfähigkeit untersucht hat.

Die weitere Entwicklung der Arbeitsforschung wurde wesentlich durch die von seiten der Hirnverletztenfürsorge und der Psychotechnik gestellten Aufgaben beeinflusst. Es ist namentlich *Poppelreuters*¹⁾ Verdienst, eine Methode und ein Instrumentarium geschaffen zu haben, welche psychologisch-medizinischen, aber auch industriellen Interessen entsprechen. Indem *Poppelreuter* die Zifferreihen, welche addiert werden sollen, auf Karten anbringt, hat er die Arbeit in Abschnitte gegliedert. Damit ist nicht nur ein Anschluß an den Vorgang bei Untersuchung von Gedächtnisleistungen gegeben, sondern namentlich die Brücke zur Untersuchung von technischen Arbeiten geschlagen, bei denen es sich ebenfalls um die Erledigung von Stückzahlen handelt. Die von ihm entworfene Schauuhr liefert in kontinuierlicher Registrierung ein anschauliches Bild der zeitlichen Verhältnisse, welche für die Beurteilung der Arbeitsleistung in Frage kommen.

¹⁾ W. *Poppelreuter*: Die Arbeitsschauuhr. Langensalza 1918.