

Psychophysiologie in 12 Vorlesungen / [Hans Berger].

Contributors

Berger, Hans, 1873-1941.

Publication/Creation

Jena : Fischer, 1921.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/wf7dv2su>

License and attribution

Conditions of use: it is possible this item is protected by copyright and/or related rights. You are free to use this item in any way that is permitted by the copyright and related rights legislation that applies to your use. For other uses you need to obtain permission from the rights-holder(s).



Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>

Berger. Psychophysiologie.



22900382370

Med
K33830

Psychophysiologie

in

12 Vorlesungen

Von

Dr. med. Hans Berger
o. ö. Professor an der Universität Jena



Jena
Verlag von Gustav Fischer
1921

14804927



313781 / 29644

Alle Rechte vorbehalten.

Copyright 1921, by Gustav Fischer, Publisher, Jena.

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY	
Coll.	weIMOmec
Call	
No.	WL

Weimar. — Druck von R. Wagner Sohn.

Vorwort.

Schon im Jahre 1914 hatte ich mich entschlossen, endlich dem Wunsche meiner Zuhörer zu entsprechen und diese einführenden Vorlesungen, die ich seit 1905 regelmäßig an der hiesigen Universität gehalten habe, herauszugeben. Sie waren so, wie ich sie vorgetragen hatte, bereits niedergeschrieben; sie sollten aber noch eine eingehende Überarbeitung und wesentliche Erweiterung erfahren und dann, mit geeigneten Abbildungen und Literaturangaben versehen, zum Druck gegeben werden. Da kam der unglückselige Krieg, der natürlich auch diese schon angefangene Arbeit unterbrach und meine über vierjährige Abwesenheit von Jena bedingte. Auch nach meiner Rückkehr warteten meiner zunächst dringendere Aufgaben, und erst jetzt habe ich Zeit gefunden, den damals gefaßten Plan zu verwirklichen, allerdings in einer ganz anderen Form, als es vor dem Kriege beabsichtigt war. Abbildungen kamen leider nicht mehr in Frage, und statt einer breiteren Darstellung war ebenfalls den Zeitverhältnissen entsprechend eine Kürzung angezeigt. Die Vorlesungen sind aber doch im wesentlichen so abgefaßt, wie ich sie — allerdings unter Benutzung zahlreicher Tafeln, Lichtbilder und Präparate und unter Vorführung der wichtigsten Apparate — zu halten pflegte. Jeder Vorlesung sind die Angaben über die Literatur angefügt, die in ihr auch wirklich verwertet wurde. Man wird gerade daraus ersehen, wie viel ich den Werken Ziehens, Wundts, A. Lehmanns und anderer entlehnt, und wie bescheiden das ist, was ich selbst hinzugetan habe.

Jena, Weihnachten 1920.

Hans Berger.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	III
1. Vorlesung: Psychologie als Erfahrungswissenschaft. — Psychophysiologie. — Abhängigkeitsbeziehungen zwischen geistigen und körperlichen Vorgängen. — Lokalisation der geistigen Vorgänge in die Hirnrinde	1
2. Vorlesung: Entwicklung der Seelenvorstellungen. — Dualismus und Energie = Prinzip. — Monistische Anschauungen. — Zweiseitentheorie. — Psychische Energie. — Psychophysischer Parallelismus als Arbeitshypothese. — Die Hirnrindenvorgänge	11
3. Vorlesung: Allgemeines aus der Sinnesphysiologie. — Spezifische Sinnesenergie. — Die vom Muskelsystem vermittelten Sinnesempfindungen. — Höhere Sinne. — Rauman-schauung des Tast- und Gesichtssinnes	24
4. Vorlesung: Reizschwelle und Reizhöhe. — E. H. Webers Versuche über die relative Unterschiedsschwelle des Druck-sinnes. — Webersches Gesetz	30
5. Vorlesung: Ableitung des Fechnerschen Gesetzes. — Seine Deutungen. — Die physiologische Deutung	36
6. Vorlesung: Erinnerungsbild und Engramm. — Seelenblind-heit. — Nervenzellen und Neurofibrillen. — Empfindung und Vorstellung	42
7. Vorlesung: Gefühlsvorgänge. — Gefühlsbetonung verschie-dener Sinnesgebiete. — Die körperlichen Begleiterschei-nungen der Gefühlsvorgänge	52
8. Vorlesung: Sensualistische Gefühlstheorie. — Andere An-schauungen. — Dynamische Gefühlstheorie. — Ausdrucks-bewegungen der Gefühle	59
9. Vorlesung: Willensvorgänge. — Reflexvorgänge. Moto-rische Funktion der Hirnrinde. — Entwicklung der will-kürlichen Bewegungen. — Instinkthandlungen	68
10. Vorlesung: Enge des Bewußtseins. — Perzeption und Apper-zeption. — Aufmerksamkeit. — Messungen des zeitlichen Ablaufs psychischer Vorgänge. — Einfache Reaktionszeit, Erkennungszeit und Wahlzeit	77
11. Vorlesung: Gehirn und Sprache. — Lehre von der Ideen-assoziatiön. — Assoziationsgesetze. — Bedingte Reflexe. — Höhere intellektuelle Leistungen und ihre Lokalisation .	88
12. Vorlesung: Parallelprinzip und Wechselwirkung. — Psy-chische Energie und ihre Rückverwandlung in physische Energie	100
Sachregister	107

1. Vorlesung.

Wir wollen uns in diesen Vorlesungen mit Psychophysiologie beschäftigen. In der Psychologie, die verhältnismäßig spät in den Kreis einer naturwissenschaftlichen Betrachtung mit einbezogen wurde, hat länger als in anderen wissenschaftlichen Disziplinen sich die deduktive Methode behauptet, die von allgemeinen Eigenschaften der Seele ausgehend die Erfahrungstatsachen zu meistern versuchte. Bekanntlich steht im Gegensatz zur Deduktion die Induktion, welche von Bacon in die Naturwissenschaften eingeführt wurde, eine Tat, die wir ihm als unsterbliches Verdienst anrechnen. Seit Bacon geht man von der Erfahrung aus, indem man sie gleichzeitig planmäßig durch Experimente zu erweitern sucht, und die experimentelle Untersuchung hat sich als das gewaltigste Werkzeug der Forschung in allen naturwissenschaftlichen Fächern und auch in der Psychologie bewährt. Man bezeichnet eine derartige Psychologie, welche die gegebenen Erfahrungen als ihre Grundlage ansieht, als empirische Psychologie im Gegensatz zu der deduktiv vorgehenden rationalen Psychologie. Obwohl schon kein geringerer als Kant die Unmöglichkeit einer rationellen Psychologie überhaupt dargetan hatte, werden doch immer wieder von den verschiedensten Seiten Versuche gemacht, eine solche Psychologie zu begründen. Wir werden in diesen Vorlesungen dem induktiven Wege folgen und uns mit empirischer Psychologie beschäftigen. Wir werden aber den Umkreis unserer Betrachtungen noch weiter einschränken müssen und uns lediglich mit dem Teil der Psychologie befassen, den man als physiologische Psychologie oder besser — indem ich einer Benennung Pfänders folge — als Psycho-Physiologie bezeichnet hat. Der Ausdruck „physiologische Psychologie“ könnte nämlich insofern etwas irreführend sein, als man glauben könnte, daß es unsere Absicht in diesen Vorlesungen sei, die gesamte Psychologie

auf physiologische Gehirnvorgänge zurückzuführen, was wir durchaus nicht vermögen. Daß es in der Tat an derartigen Versuchen nicht gefehlt hat, beweisen mehrere Werke, die sich diese unlösbare Aufgabe zum Ziele gesetzt hatten. Wir wollen jedoch hier nicht einen neuen derartigen, notwendigerweise mißglückenden Versuch vornehmen, sondern wir erkennen die Psychologie und die Physiologie als gleichberechtigte und gleichwertige Wissenschaftsgebiete mit selbständiger Forschungsrichtung an. Wir wollen uns hier nur mit den psychologischen Vorgängen beschäftigen, soweit sie innige Beziehungen zu bestimmten physiologischen Vorgängen haben und insbesondere auf die physischen Begleiterscheinungen der psychischen Vorgänge eingehen. Wir werden dabei natürlich vor allen Dingen die experimentellen Ergebnisse zu berücksichtigen haben.

Aus Gründen des Unterrichts können wir hier aber nicht lediglich induktiv vorgehen, sondern wir müssen uns gleich mit einigen allgemeinen Fragen beschäftigen, die dringend eine Beantwortung erheischen, damit Sie unsere Stellungnahme zu den verschiedenen Problemen erkennen. Ich betone jedoch, daß die Art der Beantwortung dieser Fragen keineswegs für die späteren Ausführungen bindend sein muß, sondern es kann sich nur um einen Versuch, sich der Wahrheit anzunähern, handeln. Wir werden am Schluß unserer Vorlesungen nochmals, nachdem wir einen Überblick über das gesamte Gebiet gewonnen haben, auf diese allgemeinen Fragen zurückkommen.

Es ist zunächst die Frage nach den Beziehungen der körperlichen und geistigen Vorgänge, die uns jetzt beschäftigen soll.

Es ist allgemein bekannt, daß derartige Abhängigkeitsbeziehungen in der Tat bestehen, und jeder Einzelne hat reichlich Gelegenheit, dahingehende Beobachtungen an sich selbst anzustellen. Sie wissen, wie Hunger und Durst auf die geistige Leistungsfähigkeit hemmend einwirken. Sie wissen, daß ein ausgiebiger Schlaf die geistige Leistungsfähigkeit hebt, daß Fieberzustände, ein Rausch oder andere Vergiftungen, die Narkose usw. deutliche Veränderungen der geistigen Vorgänge herbeiführen. Es gibt eine solche Fülle von Tatsachen, daß ich darüber weiter keine Worte zu verlieren brauche.

Welche Teile des Körpers haben nun vor allen Dingen Bezie-

hungen zu den geistigen Vorgängen? Man hat darauf geantwortet: „Alle!“; denn jedes körperliche Leiden, ein Zahnschmerz, eine Eiterung am Finger und dergleichen mehr, kann unsere geistigen Leistungen beeinträchtigen. Alle diese Vorgänge gehen aber nur dann mit psychischen Veränderungen einher, wenn das erkrankte Glied in nervöser Verbindung mit dem Zentralnervensystem steht. Man hat schon frühzeitig, auf einer verhältnismäßig tiefen Kulturstufe, die Erfahrung gemacht, daß Verletzungen nur dann mit ausgeprägten Ausfallerscheinungen auf geistigem Gebiete einhergehen, wenn sie den Schädel betreffen. Schon Empedokles konnte im griechischen Altertum das Gehirn als das eigentliche Seelenorgan ansprechen. Auch Hippokrates verlegt die Gedanken in das Gehirn; aber bei ihm und ebenso auch bei Galen findet sich noch insofern eine Trennung der psychischen Vorgänge, als zwischen intellektuellen Vorgängen und Gemütsbewegungen unterschieden wird. Während Gedanken, Urteile, geistige Arbeit usw. in das Gehirn lokalisiert werden, gilt als der eigentliche Sitz der Gefühlsvorgänge, der Zustände der Lust und Unlust, der Freude und Trauer, das Herz! Diese Anschauung, die darin begründet ist, daß — wie wir später sehen werden — die Gefühlsvorgänge mit deutlichen Veränderungen der Herztätigkeit einhergehen, hat sich noch heutigen Tages im Volksbewußtsein erhalten, und in der Poesie ist ausnahmslos vom Herzen als dem Sitz der Gemütsvorgänge die Rede. Es war Vesal, der berühmte Anatom, der Leibarzt Karls V., der nachgewiesen hat, daß das Herz einen komplizierten Muskelapparat darstellt, den dann Harwey als im Dienste des Blutkreislaufes stehend erkannte. So hat man allmählich gelernt, den Sitz aller psychischen Vorgänge, auch der Gemütsbewegungen, in das Gehirn zu verlegen. Das Gehirn ist aber ein ziemlich großes und ausgedehntes Organ, und es ist selbstverständlich, daß die weitere Frage auftauchte: „Welche besonderen Teile des Gehirns haben vor allen Dingen Beziehungen zu den geistigen Vorgängen?“

Es ist ganz interessant, auch hier an der Hand der historischen Tatsachen dieser Frage noch etwas weiter nachzugehen, da dies uns den eben besprochenen, lange anhaltenden Einfluß der deduktiven Methode auf die Psychologie in ihren unheilvollen Wirkungen zu zeigen imstande ist. Descartes, der große Philosoph,

kam auf Grund der Deduktion zu ganz irrigen Vorstellungen über den Seelensitz. Bei der Frage nach der kennzeichnenden Eigentümlichkeit der psychischen Vorgänge gelangt er zu dem Ergebnis, daß ihr durchgängiger Zusammenhang bei jeder menschlichen Persönlichkeit, die sogenannte psychische Einheit, das Wesentliche sei. Er suchte daher auch im Gehirn nach einer Stelle, die imstande wäre, eine derartige Zusammenfassung zu einem einheitlichen Ganzen zu bewirken. Er mußte selbstverständlich nach einem Organ fahnden, das unpaar war. Die doppelt angelegten, sehr ausgedehnten Großhirnhalkugeln konnten nicht in Frage kommen, und er verfiel daher auf die Zirbeldrüse. Wir wissen heutigen Tages, daß die Zirbeldrüse einen rudimentären Gehirnteil darstellt. Sie ist ein rückgebildetes Organ und entspricht dem sogenannten Parietalauge, das bei manchen Eidechsen, z. B. der *Hatteria*, noch nachweisbar ist. Sicherlich hat die Zirbeldrüse mit den geistigen Vorgängen im eigentlichen Sinne nichts zu tun. Neuerdings ist man aber zu der Erkenntnis gelangt, daß sie nicht lediglich ein rudimentärer Anhang des Gehirns sei, sondern zweifellos einen großen Einfluß auf die Stoffwechselvorgänge des Körpers, vor allem auch auf die Sexualentwicklung besitzt, so daß sie anderen Gebilden des Gehirns, z. B. der Hypophyse, an die Seite zu stellen ist. Als Seelensitz können wir jedoch die Zirbeldrüse nun und nimmer anerkennen.

Man hat auch verhältnismäßig bald die Descartessche Ansicht verlassen und nach anderen Stellen im Gehirn gesucht, die sich des Vorzugs, die Seele zu beherbergen, erfreuen sollten. Lotze, dessen medizinische Psychologie im Jahre 1852 erschien, und die auch heutigentags noch recht lesenswert ist, ist genau in den gleichen deduktiven Fehler, den sich Descartes zu Schulden kommen ließ, verfallen. Auch er suchte nach einem Teil im Gehirn, wo die Gesamtheit der Fasermassen nach einem Punkt zusammenlief, und gelangte dazu, die „Brücke“ als diese Stelle zu erkennen. Es ist sicher, daß durch die Brücke eine Unmasse von Fasern hindurchziehen, die einerseits zur Verbindung des Großhirns mit dem Hirnstamm und Rückenmark dienen, andererseits die Verbindung zwischen Großhirn und den gekreuzten Kleinhirnhälften herstellen. Es handelt sich aber lediglich um durchziehende Fasern, nicht um ein Hinstreben der verschiedensten Faserzüge

nach einem Mittelpunkt, wie es Lotze auf Grund ungenügender anatomischer Kenntnisse annahm. Auch die Brücke hat mit den geistigen Vorgängen im engeren Sinne nichts zu tun.

Wieder andere Untersucher nahmen sogar einen beweglichen Seelensitz an, so daß je nach der Zerstörung der Teile durch Krankheitsprozesse oder experimentelle Eingriffe die Seele einen verschiedenen Sitz aufschlagen könnte. Idioten hat man sehr häufig den Besitz einer Seele überhaupt abgesprochen.

Der Irrtum Lotzes und anderer ist um so erstaunlicher, als in jener Zeit bereits ein großes und beweisendes Material vorlag, welches eine genaue Lokalisation der psychischen Vorgänge innerhalb des Zentralnervensystems gestattete. Jedoch war dieses Material von einer empirischen Wissenschaft, von der Medizin und ihren Hilfswissenschaften, zusammengebracht worden und nicht der reinen Quelle der damaligen Königin der Wissenschaften, der Philosophie, entsprungen.

Die vergleichende Anatomie hatte im Beginn des 19. Jahrhunderts große Fortschritte gemacht, und welche Bedeutung ihr in dem Geistesleben jener Zeit zukommt, ersehen Sie daraus, daß selbst ein Goethe sich mit solchen Fragen beschäftigte und eine recht glückliche Entdeckung in dieser Wissenschaft machte. Wie bekannt, gelang es ihm, den Zwischenkieferknochen auch beim Menschen nachzuweisen. Die vergleichende Anatomie hatte sich aber nicht nur mit dem Bau des Skeletts und Muskelsystems der verschiedenen Tierklassen befaßt, sondern vor allen Dingen auch die Organe einer vergleichenden Betrachtung unterzogen. Es fiel sofort auf, daß entsprechend der fortschreitenden geistigen Entwicklung in der Tierreihe sich auch eine stetige Zunahme in der Größe und Ausgestaltung des Großhirns nachweisen ließ, die mit den geistigen Leistungen der betreffenden Tierklasse Hand in Hand ging. Vor allen Dingen fand man bei den anthropomorphen Affen und dem Menschen ein so außergewöhnliches Übergewicht des Großhirns über alle anderen Teile des Zentralnervensystems, daß man ohne weiteres daraus den Schluß ziehen konnte, daß das Großhirn auch zu der höheren Entwicklung auf geistigem Gebiete bestimmte Beziehungen besitzen müsse. Die Entwicklung des Großhirns bei dem Menschen gegenüber den Affen war immer noch eine so in die Augen fallende, daß damit das gewaltige Über-

ragen des Menschegeistes über die tierische Intelligenz hinreichend erklärt erschien. Also schon die vergleichende Anatomie wies auf das Großhirn hin.

Es kam hinzu, daß eine andere junge Wissenschaft, die Anthropologie, weiteres in demselben Sinne sprechendes Material lieferte. Die Vergleichung verschiedener Menschenrassen unter einander bestätigte ohne weiteres die längst bekannte Tatsache ihrer verschiedenen geistigen Entwicklung und Begabung, und genau dementsprechend konnte man eine Verschiedenheit der Gehirngewichte bei den einzelnen Menschenrassen feststellen, die sich mit Leichtigkeit so anordnen ließen, daß der geistig hochstehenden kaukasischen Rasse die schwersten, der geistig tiefstehenden australischen Rasse die leichtesten Gehirne entsprachen. Dabei war das Übergewicht der schwereren Gehirne über die leichteren im wesentlichen durch das größere Gewicht des Großhirns bedingt, während Rückenmark, Hirnstamm und Kleinhirn bei gleicher körperlicher Entwicklung annähernd die gleichen Gewichte darboten. Also war hier ein zweiter Fingerzeig gegeben, der mit Bestimmtheit auf das Großhirn hinwies.

Die gleiche Antwort erteilten auch die Tierexperimente, welche von der jungen experimentellen Physiologie in großer Zahl angestellt wurden. Eine Zerstörung des Großhirns führte bei den verschiedensten Tierarten, namentlich aber bei den zu solchen Versuchen verwandten Hunden, zu tiefstem Blödsinn. Die Natur, grausamer als der Mensch, hatte aber auch mit dem menschlichen Gehirn durch die Einwirkung von Krankheitsprozessen ähnliche Experimente angestellt, wie es der planmäßig experimentierende Physiologe tat. Man kannte seit längerer Zeit angeborene Entwicklungshemmungen des Gehirns, die man als Idiotien bezeichnet. Bei ihnen stellte man oft sehr weitgehende Verkleinerungen des Großhirns fest und dementsprechend auf geistigem Gebiete einen Blödsinn, der noch weit unter demjenigen eines halbwegs intelligenten Hundes steht. Derartige Individuen können nicht einmal zur Reinlichkeit erzogen werden und sind außerstande, ihre nächsten Angehörigen wieder zu erkennen. Ich selbst könnte Ihnen über einen derartigen Fall berichten, wo eine Gewichtsabnahme des Gehirns einer erwachsenen Idiotin auf 422 g (statt

1320 g) nachgewiesen werden konnte. Auch da findet man, daß dieser Gewichtsausfall im wesentlichen auf die Entwicklungshemmung der Großhirnhemisphären zu beziehen ist.

Seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts kennen wir auch — Dank der Untersuchungen französischer Irrenärzte — diejenige unheilvolle geistige Erkrankung, welche man als Gehirnerweichung (*Dementia paralytica*) bezeichnet. Wir wissen, daß für die Entstehung dieses Leidens eine luetische Ansteckung die unbedingte Voraussetzung darstellt. Die Krankheit pflegt im kräftigsten Mannesalter auszubrechen und zu einem stetig fortschreitenden geistigen Verfall zu führen. Der erkrankte Mensch, der zu den geistig hochstehendsten gehört haben kann, sinkt von Stufe zu Stufe hinab und endet im tiefsten Blödsinn. Er wird unreinlich, erkennt seine nächsten Angehörigen nicht mehr und ist außerstande, sich sprachlich zu äußern. Auch hier finden wir ein wesentliches Zurückgehen des Gehirngewichtes bis auf 800 g und noch weniger. Der Hauptsache nach ist wieder diese Verminderung des Gehirngewichtes auf einen Schwund des Großhirns zu beziehen. Öffnen wir bei den an einer zufälligen anderen Krankheit verstorbenen Menschen, die an Gehirnerweichung leiden, in verschiedenen Stadien der Krankheit den Schädel, so finden wir im wesentlichen parallelgehend der zunehmenden Verblödung eine stetige Gewichtsabnahme des Großhirns. Also auch diese Tatsachen wiesen, ebenso wie die vergleichende Anatomie, die Anthropologie und die experimentelle Physiologie, auf das Großhirn als diejenige Stätte hin, die mit den psychischen Vorgängen in Beziehung steht.

Alle diese Tatsachen waren zu Lotzes Zeit längst bekannt. Also nicht in die Zirbeldrüse, nicht in die Brücke oder in irgendwelchen anderen Teil des Gehirns werden wir den Seelensitz verlegen, sondern für einen solchen konnte nach dem eben angeführten Tatsachenmaterial nur das Großhirn in Frage kommen.

Eine so ausgedehnte Masse, wie sie das Großhirn darbot, entsprach aber natürlich nicht den deduktiven Erwartungen. Daher glaubte man, alle diese Tatsachen, die eben angeführt wurden und die bereits Ende des 18. Jahrhunderts bekannt waren, ungestraft vernachlässigen zu können, um sich solchen fruchtlosen Spekulationen hinzugeben, wie sie noch bis in die Mitte des 19. Jahr-

hundreds gang und gäbe waren. Allerdings waren die klinischen Beobachtungen keineswegs so eindeutig, wie eben angenommen wurde. Man glaubte zwar in medizinischen Kreisen an die Bedeutung des Großhirns für die psychischen Vorgänge, aber gerade die Klinik lieferte doch auch Fälle, welche einer derartigen Auffassung mit aller Entschiedenheit zu widersprechen schienen. Man beobachtete gar nicht selten Erkrankungen des Großhirns, bei denen irgendwelche psychischen Störungen nicht auftraten. Man fand zufällig bei einer Leichenöffnung einen großen Eiterherd im Gehirn, ohne daß der Träger des Gehirns ausgeprägtere geistige Ausfallserscheinungen dargeboten hatte. Dabei ließ sich aus dem Aussehen des Eiters, aus der Größe der Zerstörungshöhle mit Sicherheit entnehmen, daß diese Eiterung schon seit vielen Monaten bestanden hatte, zu einer Zeit, wo der Verstorbene noch allgemein als im Vollbesitz seiner geistigen Kräfte stehend galt. Man sah auch immer wieder bei Schlaganfällen, die sehr häufig auf Blutergüsse in das Innere des Großhirns zurückzuführen sind, daß zwar vorübergehend, unmittelbar an die Blutungen sich anschließend, eine Bewußtlosigkeit oder auch nur eine Benommenheit, vielleicht auch Zustände leichter geistiger Unklarheit sich einstellten. Trotz des Fortbestehens des großen Zerstörungsherdes im Gehirnnern trat aber eine unzweifelhafte Erholung der Geisteskräfte ein, und nur gewisse körperliche Lähmungserscheinungen blieben zurück. Andererseits sah man, daß Erkrankungen, welche vorwiegend die Hirnhäute, namentlich die weichen, betrafen, z. B. eine Hirnhautentzündung, mit ausgeprägten psychischen Störungen einhergingen. Diese klinischen Tatsachen, namentlich die oben angeführten Beobachtungen bei Hirneiterungen, schienen ganz entschieden mit einer Lokalisation der geistigen Vorgänge in das Großhirn an sich nicht vereinbar. Es ist nun das Verdienst eines Mannes, diese scheinbar widersprechenden Beobachtungsreihen zu einem Ganzen zusammengefügt und eine Lokalisation der geistigen Vorgänge innerhalb des Zentralnervensystems in einwandfreier Weise nachgewiesen zu haben.

Es war Franz Joseph Gall, der vielgeschmähte Begründer der Phrenologie, der ein ausgezeichnete Gehirnanatom war und auch in der Physiologie und in der Klinik der Gehirnkrankheiten vortreffliche Kenntnisse besaß. Er wies an der Hand der klini-

schen Tatsachen nach, daß eben nicht das Großhirn als Ganzes, sondern vorwiegend der graue Überzug des Großhirns, den man als Großhirnrinde bezeichnet, diejenige Stätte sei, welche mit den geistigen Vorgängen in Beziehung steht. Schon durch diese Feststellung allein, welche alle späteren Untersuchungen übereinstimmend bestätigt haben, hat sich Gall ein unsterbliches Verdienst für unsere Wissenschaft erworben.

Die Erkrankung des Großhirns — wie ein Hirnabszeß, der sich sehr häufig in der weißen Substanz entwickelt — kann symptomlos verlaufen, sofern sie nicht die ganz nach außen gelegene Rinde in Mitleidenschaft zieht, was meist erst in späteren Stadien der Krankheit der Fall zu sein pflegt. Ebenso wird durch eine Blutung in das Großhirn bei einem Schlaganfall im wesentlichen nicht die Rinde des Großhirns, sondern das Marklager zerstört. Die Rinde wird insofern im Beginn in Mitleidenschaft gezogen, als bei dem beschränkten Raum, der im Schädel vorhanden ist, das austretende Blut die Rinde gegen die Schädelwand anpreßt. Die Blutgefäße, die die Rinde versorgen, können sich infolgedessen nicht mehr richtig mit Blut füllen, und durch die ungenügende Blutversorgung leiden die Rindenprozesse vorübergehend Schaden, die mit den geistigen Vorgängen in Beziehung stehen. Bei einer Erkrankung der weichen Hirnhäute wird notwendigerweise die in nächster Nähe liegende Großhirnrinde mitbetroffen. So erklären sich ungezwungen die scheinbaren Widersprüche gegen die Lokalisation der geistigen Vorgänge im Großhirn und besonders in der Großhirnrinde.

Die Großhirnrinde beider Hemisphären ist mit zahlreichen Furchen versehen, die eine ganz bestimmte Anordnung zeigen und die bedingen, daß die Großhirnrinde des Menschen normalerweise etwa eine Fläche von 1500 qcm darstellt bei einer durchschnittlichen Rindendicke von etwa 2 mm. Nicht in ein unpaares und punktartiges Gebilde, sondern in dieses ausgedehnte Organ, das beim Erwachsenen etwa 530 ccm ausmacht, und das wir vielfach gefältelt in unserem Schädel mit uns herumtragen, haben wir den Seelensitz zu verlegen. Die von uns aufgeworfene Frage beantworten wir dahin: „Die psychischen Vorgänge stehen in Abhängigkeitsbeziehungen zu den Vorgängen in der Großhirnrinde“.

Literatur.

Jodl, Lehrbuch der Psychologie, 1903. — A. Lehmann, Grundzüge der Psychophysiologie, Leipzig 1912. — Lotze, Medizinische Psychologie, 1852. — P. J. Moebius, Franz Joseph Gall, Leipzig 1905. — A. Pfänder, Einführung in die Psychologie, Leipzig 1904. — Paul Schulz, Gehirn und Seele, Leipzig 1906. — Soury, Système nerveux central, 1899, Tome I. — Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, 6. Auflage, Leipzig 1908. — Wundt, Vorlesungen über die Menschen- und Tierseele, Hamburg 1908. — Ziehen, Leitfaden der physiologischen Psychologie, 11. Auflage, 1920.

2. Vorlesung.

In der grauen Rinde spielen sich also diejenigen Vorgänge ab, zu denen die geistigen Vorgänge in Abhängigkeitsbeziehungen stehen. Es taucht nun ganz von selbst die weitere Frage vor uns auf: Welcher Art sind nun die Beziehungen, die zwischen den materiellen Vorgängen in der Großhirnrinde und den geistigen Vorgängen bestehen? Es ist dies die alte Frage nach den Beziehungen zwischen Leib und Seele, mit der wir uns jetzt beschäftigen wollen.

Sie wissen, daß man Leib und Seele als zwei getrennte Wesen auffaßt. Der Körper ist den Gesetzen des materiellen Geschehens unterworfen und dementsprechend auch von nur vergänglicher Dauer. Die Seele dagegen, die in diesem vergänglichen Körper ihren Wohnsitz aufgeschlagen hat, ist ausgezeichnet durch Freiheit und Unsterblichkeit, sie überdauert den Körper. Diese Auffassung ist ungefähr diejenige, welche, von der Kirche gutgeheißen, den Anschauungen der Mehrzahl der Menschen zugrunde liegt.

Wie kommt überhaupt diese Seelenvorstellung zustande? Wie kommt der denkende Mensch zu der Vorstellung eines besonderen, in seinem Körper Wohnung nehmenden Wesens, das er mit dem Namen der Seele belegt? Zwei Erfahrungsreihen sind es, wie die Völkerpsychologie lehrt, die den Menschen zu dieser Vorstellung führen.

Es ist einmal die gewaltige Tatsache des Todes und der mit ihr verbundenen Erscheinungen. Dem Toten fehlt ein Etwas, was ihn eben von dem Lebenden unterscheidet. Der erbitterte Feind, welcher sich eben noch mit allen Kräften gegen den Todesstreich wehrte, ist nun schutzlos den Mißhandlungen seines Besiegers preisgegeben. Das Fehlende, das Belebende ist eben jene Seele. Sie war das Blut, das aus der Todeswunde floß und mit dessen Ausfließen auch alle Äußerungen des Lebens dahinschwan-

den. Aber auch bei den unblutigen Todesarten — beim Erdrösseln, beim Ertrinken —, wo also das Blut nicht den Körper verläßt, erlischt das Leben; dagegen fehlt der Atem, und mit dem letzten Atemzug schwinden auch die geistigen Erscheinungen dahin. Der Atem, der Hauch, die „Anima“ ist also das Belebende, die Seele selbst. Die Seele wird mit dem letzten Atemzug „ausgehaucht“.

Den zweiten Ausgangspunkt für die Seelenvorstellung — namentlich für die feinere Ausgestaltung derselben — bilden die Erfahrungstatsachen des Schlafes und des Traumes. Vor allem die Traumerlebnisse sind von weittragendster Bedeutung. Der im Kreise seiner Stammesgenossen Entschlummerte erzählt nach dem Erwachen, daß er in fernen Gegenden gewesen sei und alle möglichen Erlebnisse gehabt habe; dabei konnten seine Genossen beobachten, daß sein Körper ruhig schlummernd dalag. Es muß also ein Etwas geben, welches im Schlaf den Körper verlassen kann, das keine Entfernungen kennt, nicht gebunden ist an Raum und Zeit und mit Leichtigkeit diese Schranken überwindet. Jeder einzelne konnte solche Traumerlebnisse bestätigen, und der primitive Mensch war der Überzeugung, daß der Träumende wirklich in diesen fernen Gegenden da und dort gewesen sei, da eben die Traumerlebnisse eine große sinnliche Lebhaftigkeit besitzen. Dieses Etwas, welches im Schlaf vorübergehend den Körper verläßt, in weit entfernten Gegenden umherschweifen und in kürzester Zeit große Strecken durchheilen kann, ist eben die Seele. Diese Annahme findet nun eine scheinbare Bestätigung durch die Erlebnisse, wie sie sich den Beobachtern beim Tode eines Angehörigen darbieten. Je erschütternder und unverhoffter der Todesfall war, um so mehr wird ein solches Ereignis das geistige Leben der Angehörigen beschäftigen, und zwar nicht nur am Tage, sondern auch in den Traumerlebnissen. Der Verstorbene, der vielleicht verbrannt wurde, erscheint dem Träumenden in seiner alten Kraft und Gesundheit wieder. Es muß also ein Etwas geben, das den vernichteten Körper zu verlassen imstande ist und ihn überlebt. Es ist jenes Etwas, welches im Schlaf vorübergehend den Körper verlassen kann, das sich jetzt dauernd von dem zerstörten Körper trennt und ihn überdauert. Es ist die Seele, die nun nicht mehr an Blut und Atem gebunden ist, sondern als ein immaterielles Wesen er-

scheint. Das ist der erfahrungsmäßige Ausgangspunkt der Seelenvorstellungen, die in verfeinerter Form allen Anschauungen über das Wesen der Seele auch bei den höchstkultivierten Völkern zugrunde liegen.

Diese gebräuchliche dualistische Ansicht kann weder wissenschaftlich bewiesen, noch widerlegt werden. Auf die Erfahrungen übertragen, welche wir in der ersten Vorlesung kennen lernten, würde also eine derartige Auffassung in der Hirnrinde die besondere Wohnstätte der Seele zu suchen haben. Die Großhirnrinde mit ihrem äußerst zusammengesetzten Bau, auf den wir später nochmals kurz zurückkommen wollen, ist bei dieser Annahme dasjenige Instrument, dessen die Seele bedarf, um mit der Körperwelt in Beziehung zu treten. Genau so wie der Künstler, um seine Leistungen vollziehen zu können, eines Klaviers oder eines anderen Instrumentes bedarf, genau so benötigt die immaterielle Seele die Großhirnrinde zu ihren Leistungen. Diese dualistische Annahme fordert jedoch in einer Hinsicht, die sich eigentlich natürlicherweise mit dieser Auffassung verknüpft, den Widerspruch der modernen Naturwissenschaft heraus. Sie nimmt nämlich, wie dies auch am natürlichsten erscheint und wie dies aus der Erfahrung jedes einzelnen hervorgeht, eine Wechselwirkung zwischen Leib und Seele an.

Beim Zustandekommen einer Sinnesempfindung wird z. B. ein Reiz, der in einem Bewegungsvorgang in der Außenwelt besteht, von einem Sinnesorgan aufgenommen, und dann wird die Erregung durch vielerlei Bahnen hindurch bis zur Großhirnrinde weiter geleitet. Diese Vorgänge in der Großhirnrinde wirken nun auf die Seele ein, so daß sie eine, dem Reiz entsprechende Sinnesempfindung hat. Bei der Ausführung einer Bewegung ist der Vorgang der umgekehrte. Gedanken und Wünsche, also seelische Erscheinungen, werden durch Vermittlung der Großhirnrinde in Bewegung umgesetzt. Die Großhirnrinde empfängt von der Seele einen Bewegungsanstoß; dieser wird durch bestimmte Bahnen weitergeleitet und bedingt letzten Endes eine Zusammenziehung der Muskeln und damit die Ausführung der beabsichtigten Bewegung. So stellt sich im allgemeinen der Dualismus diese Wechselwirkung zwischen Leib und Seele vor.

Aber mit einer solchen Auffassung dieser Wechselwirkung kann sich die Wissenschaft nicht ohne weiteres einverstanden er-

klären. Eine solche Annahme verstößt gegen eines der ersten Prinzipien der Naturwissenschaft, nämlich gegen das Gesetz von der Erhaltung der Energie.

Wie Sie sicherlich wissen werden, ist das Gesetz zuerst von dem schwäbischen Arzt Robert Mayer erkannt worden. Später hat sich zwischen ihm und Helmholtz ein Prioritätsstreit erhoben, in dem die damaligen Zeitgenossen mehr auf Seiten von Helmholtz standen. Das objektivere Urteil der heutigen Zeit muß aber Robert Mayer die Priorität zugestehen.

Was sagt nun dieses Gesetz von der Erhaltung der Energie? Eine Kraft kann weder entstehen, noch verschwinden. Das ganze Geschehen in der materiellen Welt spielt sich so ab, daß Kräfte in verschiedene Formen umgesetzt werden. Die gesamte Energiemenge aber ist ebenso wie die Materie unzerstörbar. Eine Kraft, die irgendwo auftaucht, muß immer aus einer anderen hervorgegangen sein, denn „aus nichts wird nichts“, wie Robert Mayer dies kurz bezeichnete. Wir vermögen also eine Kraft nicht zu erzeugen, sondern wir haben lediglich gelernt, die vorhandenen Kräfte in andere, uns gerade zusagende und brauchbarere Formen umzusetzen. In unseren Dampfmaschinen z. B. wird die Energiemenge, die in den Kohlen enthalten ist, in Bewegungsvorgänge umgesetzt. Den elektrischen Strom haben wir ebenfalls durch Umformung anderer Energiemengen zu gewinnen verstanden, und wir verwenden ihn wieder je nach Bedarf bald als Licht, bald als Wärme oder auch als Bewegungsenergie. Die Gesamtsumme der im Weltall vorhandenen Energien ist also eine konstante Größe.

Gegen dieses Energieprinzip verstößt die landläufige Auffassung einer Wechselwirkung zwischen Leib und Seele. Denn wenn von der Seele aus der Großhirnrinde ein Anstoß zur Ausführung einer Bewegung übermittelt wird, so taucht hier plötzlich in der Großhirnrinde eine Energiemenge auf, die ihr von der Seele, also von einem außerhalb des materiellen Naturgeschehens stehenden Etwas, zugeführt wird. Bei einer Sinnesempfindung dagegen verschwindet in der Großhirnrinde freiwerdende Energie, und an ihrer Stelle tritt ein Vorgang in dem immateriellen Wesen der Seele auf. So würde also nach dieser gewöhnlichen Annahme einer Wechselwirkung, wie sie dem gebräuchlichen Dualismus zugrunde liegt, bald eine Energiemenge aus nichts entstehen, bald wieder

zu nichts verschwinden, und diese Annahme ist unvereinbar mit dem über allen Erscheinungen in der materiellen Welt stehenden Energieprinzip.

Nun ist die Annahme einer Wechselwirkung so natürlich und naheliegend, daß man es selbstverständlich versucht hat, sich mit diesem scheinbaren Widerspruch gegen das Energieprinzip abzufinden. Man hat zunächst gesagt, das Energieprinzip gelte zwar für die unbelebte Natur, bei den physikalisch-chemischen Vorgängen unzweifelhaft, wenn es auch selbst da noch nicht möglich sei, es in allen Einzelheiten rechnerisch zu beweisen, da aber, wo Lebensprozesse in Frage kämen, könne von einer Erhaltung der Energie nicht die Rede sein. Lebensvorgänge seien Erscheinungen ganz eigener Art, an die nicht ohne weiteres der Maßstab physikalisch-chemischer Vorgänge angelegt werden könne. Nun war es gerade immer der Stolz der Naturwissenschaft bewiesen zu haben, daß auch die Lebensvorgänge sich ungezwungen den physikalisch-chemischen Gesetzen unterordnen ließen. Es war schon sehr frühzeitig gelungen, kompliziertere Stoffe, die bei den chemischen Vorgängen im Organismus entstehen und von denen man früher behauptet hatte, daß sie eben nur im belebten Organismus unter der Einwirkung besonderer, dem physikalisch-chemischen Geschehen entzogener Kraftäußerungen zustande kommen könnten, künstlich darzustellen. Nur unter der Einwirkung einer rätselhaften Lebenskraft sollten solche zusammengesetzten chemischen Stoffe gebildet werden. Diese ganze Lehre erhielt einen schweren Stoß dadurch, daß es bekanntlich Wöhler gelang, den Harnstoff synthetisch herzustellen, und heutigentages vermag die Chemie noch ungleich viel kompliziertere Stoffe, die im menschlichen Organismus entstehen, künstlich zu erzeugen. Ich erinnere nur an die künstliche Darstellung der wirksamen Bestandteile eines so rätselhaften Organs wie der Nebenniere, des Adrenalins. Weiter haben dann die Stoffwechseluntersuchungen, welche von Rubner am Tiere durchgeführt wurden, in einwandfreier Weise gezeigt, daß die Energieausgaben genau der Energieeinnahme entsprechen bis auf die kleinen Fehlerquellen, die bei allen derartig komplizierten Untersuchungen unvermeidbar sind. Also die gesamte vom tierischen Organismus verausgabte Energiemenge entspricht der auf dem Wege der Nahrungsmittel

zugeführten Energiemenge. Atwater hat durch längere Zeit fortgesetzte Stoffwechselversuche am Menschen dasselbe Ergebnis auch für den menschlichen Organismus in einwandfreier Weise nachweisen können. Er hat mit einer bis dahin bei so schwierigen Untersuchungen unerreichbaren Genauigkeit festgestellt, daß das Gesetz von der Erhaltung der Energie für die belebten Organismen und im besonderen auch für den Menschen durchaus gültig sei. Es besteht wenigstens in dieser Beziehung kein wesentlicher Unterschied zwischen einer künstlich konstruierten Maschine und dem vorwiegend mit chemischen Betriebsmitteln arbeitenden tierischen und menschlichen Organismus. Es ist also nicht richtig, die lebenden Organismen und insbesondere den Menschen von dem Energieprinzip auszunehmen.

Man hat nun zweitens den Einwand geltend gemacht, daß es sich bei den Vorgängen im lebenden Organismus und namentlich bei den Vorgängen im Zentralnervensystem um Auslösungsvorgänge handle, bei denen eine solche Gleichsetzung verschiedener Energiemengen nicht statthaft sei. Es ist ganz richtig, daß im Zentralnervensystem und also auch in der Hirnrinde, mit der wir uns hier vor allen Dingen zu beschäftigen haben, Auslösungsvorgänge eine große Rolle spielen. In der Hirnrinde aufgestapelte Energiemengen werden durch Reize ausgelöst und gewissermaßen zur Entladung gebracht.

Was versteht man nun aber unter Auslösungsvorgängen? Als einfachstes Beispiel eines solchen Auslösungsvorganges können wir uns die Entzündung einer Pulvermine durch einen elektrischen Funken vergegenwärtigen. Die Energiemenge des entzündenden Funkens steht in gar keinem Verhältnis zu den enormen Krafterleistungen, die bei der plötzlichen Vergasung des Pulvers in Erscheinung treten. Der Funke entspricht dem auslösenden Reiz, die Explosionswirkung des Pulvers dem Reizeffekt. Zweifellos besteht zwischen auslösendem Reiz und Reizeffekt kein entsprechendes Verhältnis. Der Reizeffekt ist wohl millionenmal größer als der auslösende Reiz. Gegen den Reizeffekt verschwindet die minimale Energiemenge des auslösenden Reizes. Trotzdem dürfen wir aber seine Energiemenge nicht gleich Null setzen, sondern für den auslösenden Reiz ist eben doch eine gewisse, wenn auch äußerst geringe Energiemenge erforderlich. Wenn bei einem

Auslösungsvorgang etwas geschehen soll, so muß durch diese minimale Energiemenge der Anstoß dazu gegeben werden. — Wenn nun die Seele, um die Auslösungsvorgänge in der Hirnrinde in Gang zu bringen, einen auslösenden Reiz einwirken läßt, so beansprucht dieser auslösende Reiz eine zwar sehr geringe Energiemenge. Diese Energiemenge hat aber doch eine bestimmte Größe und kann nicht ohne weiteres vernachlässigt werden, so daß wir auch bei der Annahme von Auslösungsvorgängen wieder einen Verstoß gegen das Energieprinzip vor uns haben.

Man hat nun drittens angeführt, die Seele sei zwar nicht imstande, irgendwelche Bewegungsanstöße von sich aus zu geben, sie vermöge aber eine Richtungsänderung der stetig im Organismus, vor allem in der Hirnrinde stattfindenden Molekularbewegungen zu bewirken. Im allgemeinen bedarf man, um die Richtungsänderung einer Bewegung herbeizuführen, einer Seitenkraft, die man gleichfalls — man mag sie noch so gering annehmen — nicht gleich Null setzen kann. Es lassen sich zwar gewisse komplizierte Verhältnisse nach der Annahme einiger Mathematiker ausdenken, bei denen eine Bewegungsänderung auch ohne die Einführung einer besonderen Kraft denkbar wäre, jedoch erscheinen diese besonderen Fälle als sehr erkünstelte Gedankenexperimente, um sich um die Anwendung des Energieprinzips herumzudrücken. Nach meiner Ansicht kommen wir auch auf diesem Wege nicht wesentlich weiter.

Man hat daher wegen ihrer Unvereinbarkeit mit dem Energieprinzip die dualistische Ansicht fallen lassen und versucht, die beiden Beziehungsreihen, die materiellen und psychischen Vorgänge, auf eine einzige zurückzuführen. Es ergaben sich daraus die sogenannten monistischen Anschauungen, die sich im wesentlichen nach zwei Gesichtspunkten einteilen lassen, obwohl es unendlich viel verschiedene Schattierungen dieser beiden Auffassungsarten gibt. Wir wollen nur kurz die wichtigsten Anschauungen hier besprechen.

Da ist zunächst der rein materialistische Monismus zu nennen. Er geht in seinen Anfängen auf die Aufklärungszeit, die der französischen Revolution vorausging, zurück. Ein Zeitgenosse Voltaires, Cabanis, war es, der die später von den Materialisten des 19. Jahrhunderts, wie Vogt, Molleschott und anderen, nur

zu oft gebrauchten Worte geprägt hat, daß „das Gehirn die Gedanken absondere, wie die Leber die Galle“. Gewissermaßen als Nebenleistungen bei den Vorgängen im Zentralnervensystem stellten sich die geistigen Erscheinungen ein. Nach anderen sollten es verworrene Molekularbewegungen der Gehirnmoleküle sein, welche uns als psychische Vorgänge erschienen. Eine derartige Auffassung wird der großen Bedeutung, die den psychischen Vorgängen sowohl im Leben des einzelnen, als auch im Völkerleben und sicherlich auch in der Natur zukommt, durchaus nicht gerecht. Wundt hat auch mit Recht hervorgehoben, daß keine Mechanik der Welt imstande sei, zu erklären, wie aus Molekularbewegungen selbst der feinsten und zusammengesetztesten Art solche ganz anderen Wirklichkeiten entstehen sollten, wie sie die geistigen Vorgänge darstellen.

Aber ebenso unbefriedigend wie diese rein materialistische ist die rein spiritualistische Anschauung. Sie führt zunächst mit einer gewissen Berechtigung aus, daß bei einer strengen Selbstkritik dem einzelnen eigentlich nichts gegeben sei als seine geistigen Vorgänge. Auch von seinen Mitmenschen, seiner Umwelt usw. weiß der einzelne eben nur insofern etwas, als sie Beziehungen erlangen zu seinen geistigen Vorgängen. Die geistigen Vorgänge sind nach dieser Auffassung das einzig Wirkliche. Man ist zum Teil sogar so weit gegangen, das Vorhandensein einer Außenwelt überhaupt zu leugnen, und doch weisen gerade diese geistigen Vorgänge auf ein Geschehen außer uns hin. Sie lassen sich ungezwungen in zwei Arten trennen, von denen die einen vom denkenden Subjekt selbst abhängig sind und in Beziehung stehen zu seinen anderen psychischen Inhalten. Die andere Art ist aber seinem Willen keineswegs unterworfen; sie ist von ihm unabhängig, und das betreffende Subjekt kann nur die Gesetze des Eintreffens solcher Erscheinungen feststellen, vielleicht auch diese Erscheinungen bei einer Kenntnis dieser Gesetze richtig voraussagen. Diese zweiten psychischen Inhalte weisen unbedingt auf ein Geschehen außerhalb des Subjekts, auf eine reale Außenwelt hin.

Man hat drittens eine Art Versöhnung des Materialismus und Spiritualismus dadurch zu erreichen versucht, daß man ein über beiden Erscheinungen stehendes Neutrales annahm. Man griff dabei auf die philosophischen Anschauungen Spinozas zurück.

Seiner unendlichen Substanz kommen die beiden Attribute der Ausdehnung und des Denkens zu. Die materielle und die psychische Seite sind also zwei Erscheinungsweisen eines und desselben uns unbekannten Wesens. Diese Auffassung hat Fechner in die moderne Psychologie eingeführt, und unter dem Namen der „Zweiseitentheorie“ ist sie allgemein bekannt. Ein uns unbekanntes X hat zweierlei Eigenschaften, materielle und psychische. Eine solche Annahme führt natürlich dazu, daß alle materiellen Vorgänge auch mit psychischen Vorgängen verknüpft sein müssen. Als unabweisliche Folge ergibt sich daraus die Annahme einer Allbeseelung. Auch die Vorgänge in der unbelebten Natur, auch die einfachen physikalischen Prozesse müßten dann mit psychischen Vorgängen verknüpft sein, müßten außer der physikalischen Außenseite auch eine solche psychische Innenseite besitzen. Diese Folgerung der Zweiseitentheorie ist es, welche trotz Spinozas und Fechners Autorität sie als unannehmbar erscheinen läßt. Dieser Panpsychismus geht weit über die Erfahrung hinaus, die doch gerade ergeben hat, daß nur zu Vorgängen in der Großhirnrinde die geistigen Vorgänge in Abhängigkeitsbeziehungen stehen.

Als eine vierte Auffassung möchte ich noch eine monistische Anschauung kurz erwähnen, die vor den bisher genannten mancherlei Vorzüge besitzt, wenn wir uns natürlich auch nicht verhehlen dürfen, daß sie ebensowenig wie die anderen einwandfrei bewiesen werden kann. Es ist dies eine Anschauung, die an die Bestrebungen der modernen Naturwissenschaft anknüpft. Es sind neuerdings auch in naturwissenschaftlichen Kreisen Stimmen laut geworden, welche sich dahin aussprechen, daß es vielleicht nicht angängig sei, alle Vorgänge auch in der unbelebten Natur letzten Endes als Bewegungsvorgänge aufzufassen. Die in der Natur vorkommenden Vorgänge seien auf eine in letzter Linie uns unbekannte Kraft zurückzuführen, die in verschiedenen Formen, wie Wärme, Elektrizität, Licht usw., in Erscheinung treten könne. Unter diese Energieformen müßte als höchste und seltenste auch die psychische Energie eingereiht werden. Die Umwandlung in sie käme nur unter den zusammengesetzten Bedingungen, wie sie eben in der Hirnrinde des Menschen und der höhern Tiere verwirklicht seien, zustande. Diese psychische Energie entstehe aus anderen Energie-

formen und könne in sie wieder umgewandelt werden. Sie besitze also ein gewisses Äquivalent in den anderen sogenannten physikalischen Energieformen. — Diese Anschauung besitzt den großen Vorzug, daß sie ohne weiteres gestattet, an der alten, äußerst zusagenden Annahme einer Wechselwirkung zwischen geistigen und körperlichen Vorgängen festzuhalten. Sie führt natürlich andererseits zu der Folgerung, daß die psychische Energie, da sie wieder in physikalische Energieformen zurückverwandelt werden kann, als solche vergänglich ist. Trotzdem wird sie aber der großen Bedeutung der geistigen Vorgänge im Leben des Einzelnen und der Völker vollkommen gerecht. Sie widerspricht nicht dem Energieprinzip, bestreitet aber unter anderem eine Unzerstörbarkeit der psychischen Energie an sich. Wir werden später noch einmal auf diese, meiner Ansicht nach am meisten zusagende und den gegebenen Tatsachen am ehesten Rechnung tragende Anschauung zurückkommen.

Man hat nun alle diese Lösungen, auch die monistischen, für ungenügend befunden und ist zu dem alten Dualismus zurückgekehrt. Allerdings hat man dabei einen Dualismus ohne Wechselwirkung angenommen, den man mit einem etwas anderen Namen belegt hat. Ich glaube, daß gerade in diesem Fallenlassen der Wechselwirkung die Schwäche dieser Auffassung gegenüber der zuletzt vorgetragenen energetischen Anschauung liegt. Man kann nicht leugnen, daß ein Dualismus ohne Wechselwirkung etwas erkünstelt erscheint. Er ist unter dem Namen des „psychophysischen Parallelismus“ bekannt. Man hat dabei ein der Geometrie entlehntes Bild zur Veranschaulichung der Abhängigkeitsbeziehungen zwischen den materiellen und psychischen Vorgängen gewählt. Wie zwei parallele Linien bestimmte Abhängigkeitsbeziehungen zueinander aufweisen und die eine eben als parallele Linie ohne die gleichzeitig vorhandene andere nicht denkbar ist, so — führte man aus — bestehen Abhängigkeitsbeziehungen zwischen den physischen und den psychischen Vorgängen. Beide Erscheinungsreihen begleiten einander, gehen nebeneinander her: sie laufen einander parallel. Aber ebensowenig wie die eine Parallellinie jemals die andere schneidet und eben die stetig gleiche Entfernung beider voneinander das wesentliche Kennzeichen des Parallelismus darstellt, ebensowenig kann die psychische in die materielle Reihe

eingreifen oder umgekehrt. Daß Abhängigkeitsbeziehungen zwischen beiden Reihen bestehen, das lehrt die tägliche Erfahrung. Welcher Art aber diese Beziehungen sind, darüber wollen wir uns, wenn wir dem Parallelprinzip folgen, vorsichtigerweise nicht aussprechen. Nur das eine können wir aber jedenfalls sagen, daß keine Wechselwirkung angenommen werden darf; denn sonst würden wir uns eines Verstoßes gegen das Energieprinzip schuldig machen.

Das ist im wesentlichen der Inhalt des psychophysischen Parallelismus. Wir wollen als Arbeitshypothese unseren weiteren Betrachtungen eine besondere Form dieses Parallelismus, und zwar diejenige zugrunde legen, welche man als partiellen Parallelismus bezeichnet. Man betont dabei, daß keineswegs alle materiellen Vorgänge mit einem psychischen Parallelprozeß verknüpft seien, sondern daß es eben gerade nur Hirnrindenvorgänge seien, die einen solchen psychischen Parallelprozeß besäßen. Man knüpft also bei dieser Annahme eben einfach an die früher ausführlich erörterten Erfahrungstatsachen an.

Wir können demnach den Hauptsatz des psychophysischen Parallelismus auch so aussprechen: „Den psychischen Vorgängen gehen materielle Vorgänge in der Großhirnrinde parallel.“ — Wir müssen weiter hinzufügen: „Allen psychischen Vorgängen gehen Vorgänge in der Großhirnrinde parallel“. Man glaubte nämlich eine Zeitlang, annehmen zu können, daß die höchsten und schwierigsten psychischen Leistungen materielle Parallelprozesse nicht besäßen. Dieser Annahme widerspricht aber einmal das Ergebnis der Messungen des zeitlichen Ablaufs psychischer Vorgänge, die zeigen, daß, je zusammengesetzter die psychische Leistung ist, sie um so mehr Zeit beansprucht. Dies ist ein Hinweis darauf, daß auch sie einen Parallelprozeß in einem ausgedehnten, also materiellen Substrat besitzen muß; denn nur so wird der Zeitverlust verständlich. Ferner beweisen dies die Erfahrungen am Krankenbett. Bei organischen Erkrankungen des Gehirns leiden gerade am frühesten die höchsten und schwierigsten geistigen Leistungen Schaden. — Wir müssen aber weiter darauf hinweisen, daß wir die oben gegebene Fassung des partiellen psychophysischen Parallelismus nicht umkehren dürfen. Keineswegs alle Vorgänge in der Großhirnrinde besitzen psychische Parallelprozesse. Es ist bekannt,

daß von der Großhirnrinde aus eine Reihe von physiologischen Leistungen, wie die Regulierung der Atmung, der Pupillenweite, der Gefäßfüllung usw., vollzogen wird, von denen wir aus unserem eigenen Innenleben nichts wissen, die also keinen psychischen Parallelprozeß besitzen können.

Man hat keineswegs immer, wie wir es hier tun wollen, das Parallelprinzip als Arbeitshypothese und vorläufige Annahme betrachtet, sondern man glaubte, es auch als letzte Antwort auf die Frage nach den Beziehungen zwischen geistigen und körperlichen Vorgängen ansehen zu dürfen. Man gelangt dabei meistens zu einem universellen Parallelismus. Er nimmt an, daß allen materiellen Vorgängen psychische Vorgänge parallel gehen, was natürlich wieder notwendigerweise zur Annahme einer Allbeseelung, zu einem Panpsychismus, führen muß. Dieser universelle Parallelismus ist eigentlich nichts anderes als eine verschleierte Aufmachung der Zweiseitentheorie und verdankt in letzter Linie, ebenso wie jene, Spinozas Einfluß seine Anerkennung. Wir wollen also den partiellen Parallelismus lediglich als vorläufige Annahme unseren weiteren Besprechungen zugrunde legen.

Welcher Art sind nun die materiellen Prozesse in der Hirnrinde, die mit den psychischen Vorgängen verknüpft sind?

In der Hirnrinde, wie überhaupt im lebenden Gewebe, spielen sich die chemisch-physikalischen Vorgänge ab, welche man als die Lebensprozesse bezeichnet. Man hat sie nach Hering in zwei Phasen, in diejenige des Aufbaus und diejenige des Zerfalls getrennt. Man unterscheidet eine Assimilations- und eine Dissimilationsphase. Bei der Dissimilation findet ein Zerfall zusammengesetzter chemischer Stoffe in einfachere statt, und bei diesem Zerfall wird Energie frei. Bei der Assimilation werden einfachere Stoffe wieder zu zusammengesetzteren aufgebaut; es erfolgt eine Wiederherstellung der Zerfallsvorgänge. Es scheint vielleicht müßig, die Frage aufzuwerfen, an welche Phase der Stoffwechselprozesse die psychischen Parallelvorgänge gebunden seien; denn es ist wohl von vornherein selbstverständlich, daß ihre Verknüpfung mit den Dissimilationsprozessen stattfindet. Die Erfahrung, die jeder an sich selbst machen kann, weist darauf hin, daß eine längere Zeit fortgesetzte geistige Arbeit eine Ermüdung bedingt und daß dann erst nach einer längeren Ruhepause, unter Umständen erst

nach einer durchschlafenen Nacht, die Arbeit wieder mit Erfolg aufgenommen werden kann. Das heißt mit anderen Worten, daß nach einer anstrengenden geistigen Leistung ein gewisser Ersatz geschaffen werden, eine Assimilation, ein Aufbau in ausgedehnterem Maße Platz greifen muß. Also werden schon nach dieser einfachen Überlegung die geistigen Vorgänge mit Zerfallsvorgängen, Dissimilationsprozessen in der Großhirnrinde verknüpft sein. Manche Erfahrungen nun, die man bei operativen Eingriffen am Gehirn gemacht hat, bestätigen diese vorläufige Annahme. Man hat gelegentlich der Operation bei Epileptikern festgestellt, daß eine elektrische Reizung an einer umschriebenen Stelle der hinteren Zentralwindung bei dem nicht narkotisierten Kranken zu Kribbelempfindungen in dem Zeigefinger der gegenüberliegenden Hand führt. Der elektrische Strom ruft im lebenden Gewebe Zerfallsvorgänge, Dissimilationsprozesse, hervor. Diesen Dissimilationsprozessen in der Hirnrinde, die durch den elektrischen Strom ausgelöst werden, entsprechen also auf psychischem Gebiete Empfindungen. Wir können demnach den Hauptsatz des partiellen Parallelismus so fassen: „Den psychischen Vorgängen gehen Dissimilationsprozesse in der Großhirnrinde parallel.“

Literatur.

Atwater, Neue Versuche über den Kraft- und Stoffwechsel im menschlichen Körper, Ergebnisse der Physiologie 1904, S. 497. — Becher, Energieerhaltung und physiologische Wechselwirkung, Zeitschrift für Psychologie Bd. 48, 1908, 406. — Ludwig Busse, Geist und Körper, Leib und Seele, Leipzig 1903. — Elsenhans, Lehrbuch der Psychologie, Tübingen 1912. — Erdmann, Wissenschaftliche Hypothesen über Leib und Seele, Köln 1908. — Fechner, Elemente der Psychophysik, 2. Aufl., Leipzig 1889. — Klein, Die modernen Theorien über das allgemeine Verhältnis von Leib und Seele, Breslau 1906. — Max Rubner, Die Quelle der tierischen Wärme, Zeitschr. f. Biol. Bd. 12, 1894, 73. — Max Rubner, Kraft und Stoff im Haushalte der Natur, Leipzig 1909. — Schultze, Psychologie der Naturvölker, Leipzig 1900. — Verworn, Die Biogenhypothese, Jena 1903. — Wundt, Völkerpsychologie, Bd. 2, 2; Leipzig 1906.

3. Vorlesung.

Es liegt außerhalb des Rahmens dieser Vorlesungen, genauer auf das große Gebiet der Sinnesphysiologie einzugehen. Wir können hier nur einige allgemeine Fragen der Sinnesphysiologie erörtern. Die Sinnesorgane nehmen durch ihre verschiedenen Vorrichtungen Reize der Außenwelt auf und setzen sie in letzter Linie in Dissimilationsprozesse in der Großhirnrinde um, denen die zugehörigen Empfindungen parallel gehen. Der Erregungsvorgang in den Sinnesorganen wird zunächst in einen Nervenprozeß verwandelt, der zentralwärts weitergeleitet wird. Je nach Art der Umsetzungsvorgänge im peripheren Sinnesorgan unterscheidet man nun mechanische und chemische Sinne. Zu den mechanischen Sinnen gehören der Tastsinn und der Gehörssinn, zu den chemischen der Geruchs-, der Geschmacks- und der Gesichtssinn. Über die Natur der Nervenleitung sind wir trotz aller Untersuchungen und Hypothesen noch keineswegs genau unterrichtet. Nur das eine können wir sagen, daß sie sicherlich nicht ein einfacher elektrischer Leitungsvorgang ist. Der langsame Ablauf der Nervenleitung im Verhältnis zu der großen Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektrischer Vorgänge spricht mit aller Entschiedenheit gegen eine solche Annahme. Man nimmt daher an, daß eine Art von physikalisch-chemischem Vorgang, ähnlich einer Explosionswelle, den Nerven entlang läuft. Dieser löst dann schließlich auch in der Hirnrinde einen Zerfall aus, den wir als den zum psychischen Vorgang zugehörigen Dissimilationsprozeß ansehen.

Von den sinnesphysiologischen Tatsachen ist für uns hier nur die Lehre von der sogenannten spezifischen Sinnesenergie von Wichtigkeit. Johannes Müller ist derjenige gewesen, der das sogenannte Gesetz von der spezifischen Sinnesenergie aufgestellt hat. Es sagt aus, daß jedes Sinnesorgan mit der ihm spezifischen Sinnesenergie auf die verschiedensten Reize antwortet. So ruft ein Stoß gegen den Augapfel oder der elektrische Strom,

der durch das Auge geleitet wird, genau wie der den Augen adäquate Reiz von Ätherschwingungen eine Lichtempfindung hervor. Das gleiche läßt sich auf den anderen Sinnesgebieten nachweisen. Von Bedeutung ist für uns die Beantwortung der Frage, wo dieses jeweilige Reagieren mit der spezifischen Sinnesenergie, auch auf inadäquate Reize, zustande kommt. Die schon in diesen Vorlesungen erwähnte Tatsache, daß eine elektrische Reizung in einer bestimmten Rindengegend eine Kribbelempfindung in den Fingern der gegenüberliegenden Seite bedingt, weist auf die Großhirnrinde, und zwar auf die Sinneszentren der Großhirnrinde selbst als Entstehungsort der spezifischen Sinnesenergie hin. Der elektrische Reiz, der die Hirnrinde beim wachen Menschen trifft, wird mit einer ganz bestimmten Empfindungsqualität beantwortet. Auch sonstige Erfahrungen am Krankenbett bestätigen diese Annahme. Schon die Erfahrung, daß eine Durchschneidung der Sehnerven mit einer Lichtempfindung verknüpft sein kann, sprach gegen die Annahme des Gebundenseins der spezifischen Sinnesenergie an das doch durch den Schnitt sofort abgetrennte Sinnesorgan. Die Erfahrungen über die klinischen Erscheinungen bei Zerstörungsherden in den verschiedensten Gebieten des Zentralnervensystems bedingten, daß man das Zustandekommen der spezifischen Sinnesenergie immer mehr zentralwärts verlegte. So ist man dann schließlich dazu gelangt, anzunehmen, daß die Sinnesflächen der Großhirnrinde mit der spezifischen Sinnesenergie auf sie treffende Reize antworten. Wichtig ist dabei aber, daß für die Entwicklung dieser spezifischen Sinnesenergie der kortikalen Sinneszentren es unbedingt erforderlich ist, daß das zugehörige periphere Sinnesorgan längere Zeit hindurch tätig gewesen ist. Ihre Entwicklung ist also an die normale Funktion der Sinnesorgane gebunden. Ein Blindgeborener wird daher auch nie Gesichtstäuschungen, Visionen, ein Taubgeborener nie Gehörstäuschungen haben; denn die zentralen Sinneszentren werden nur durch von außen anlangende Reize entwickelt und erlangen so überhaupt erst die Möglichkeit, spezifisch zu antworten. Diese, wenn auch nur zeitlich beschränkte, vorherige Einwirkung peripherer Reize ist die notwendige Bedingung für die Entstehung der spezifischen Sinnesenergie der Sinneszentren.

Wir wollen auf die bekannten Einteilungen der Empfindungen nach den Sinnesorganen nicht eingehen und nur hervorheben, daß

von der Haut allein verschiedene Sinnesqualitäten übermittelt werden, nämlich Berührungs-, Druck- und Temperaturempfindungen. Die Berührungsempfindungen sind qualitativ, wie das wohl bekannt ist, untereinander verschieden je nach der berührten Örtlichkeit. Man spricht seit Lotze von einem verschiedenen Lokalzeichen, welches diesen einzelnen Berührungsempfindungen zukommt. Es gestattet, auch bei geschlossenen Augen anzugeben, wo eine Berührung stattgefunden hat. Dieses Lokalzeichen beruht darauf, daß infolge der wechselnden Anordnung der anatomischen Elemente in der Haut die Berührung an den verschiedenen Stellen eine besondere lokale Färbung erhält. Eigene Schmerznerven werden nur von wenigen Autoren angenommen; allgemeinerer Zustimmung erfreut sich dagegen die Ansicht, daß jeder Nerv bei entsprechend starker Reizung Schmerzempfindungen vermitteln kann.

Für unsere späteren Besprechungen wichtig ist die Tatsache, daß auch das Muskel- und Skelettsystem als ein großes Sinnesgebiet angesehen werden muß. Nervenkörperchen in den Sehnen, Gelenkenden und Bändern lassen Nachrichten über die Stellung der Glieder zueinander an das Gehirn gelangen. Sie gestatten uns, auch bei geschlossenen Augen jederzeit anzugeben, in welcher Lage sich jedes einzelne unserer Glieder befindet. Es sind dies die sogenannten inneren Tastempfindungen. Man hat diesen Empfindungen auch andere Namen beigelegt; man hat sie als „Muskelsinn-, Kraftsinn-, Bewegungs-Empfindungen“ bezeichnet, da sie zweifellos bei der Ausführung von Bewegungen eine ganz hervorragende Rolle spielen, worauf wir später zurückkommen müssen. Als zentrale Endstätte für die von der Haut vermittelten Empfindungen und vielleicht auch für die inneren Tastempfindungen, also als sogenannte Fühlsphäre, nimmt man die gekreuzte hintere Zentralwindung an. Die Lage der zentralen Sinnesflächen der Geruchs- und Geschmacksorgane ist noch keineswegs ganz sichergestellt.

Auf die verwickelten Vorgänge in den höheren Sinnesorganen, in den sogenannten Fernsinnen, dem Auge und dem Ohr, kann ich hier nicht näher eingehen. Das zentrale Sinneszentrum des Gehörssinnes liegt im Schläfenlappen, und zwar höchstwahrscheinlich in der sogenannten Heschlschen Windung. Ich möchte aber hier darauf hinweisen, daß unser Gehörorgan von den überhaupt möglichen Schallschwingungen nur einen umschriebenen Aus-

schnitt als Gehörreize aufnimmt und in Nervenprozesse umsetzt. Schwingungen, die rascher verlaufen als 50000 in der Sekunde, können von unserem Gehörorgan nicht mehr verarbeitet werden; sie erscheinen uns klanglos. Bereits hier begegnen uns also Reize, die jenseits der Grenzen unserer Sinnesorgane liegen, und die man nicht ganz unpassend als übersinnliche bezeichnet hat. Ähnliches wissen wir vom Auge, und da ist es auch allgemeiner bekannt. Ich brauche nur an die Röntgenstrahlen und andere ähnliche Strahlenarten zu erinnern. Man hat nicht mit Unrecht die Vorgänge im Auge mit denjenigen einer photographischen Platte verglichen, und doch ist ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden, der durch die Stoffwechselvorgänge bedingt wird. Die Netzhaut ist stets bereit für neue Aufnahmen, also gewissermaßen eine photographische Platte, die sich immer wieder selbst erneuert, indem die Zerfallsvorgänge sofort rückgängig gemacht werden. Auf die verschiedenen Theorien der Farbenempfindungen usw. können wir nicht eingehen; ich muß das der Sinnesphysiologie überlassen. Das zentrale Sehfeld liegt im Hinterhauptslappen, und zwar in den beiden Lippen der Fissura calcarina.

Auch von den inneren Organen werden gewisse unbestimmte Empfindungen dem Gehirn übermittelt, die man als Gemeinempfindungen bezeichnet hat. Sie sind meist mit lebhaften Gefühlsvorgängen verknüpft und stehen im Dienste der Selbsterhaltung unseres Organismus. Aus diesem Grunde sind auch sie von der allergrößten Bedeutung. — Bei unseren Betrachtungen kann dagegen der Bogengangapparat, das sogenannte 6. Sinnesorgan, das des Gleichgewichtssinnes, unberücksichtigt bleiben, da von ihm unter normalen Bedingungen bewußte Empfindungen nicht vermittelt werden. Nur Störungen in diesem Organ machen sich durch die unerträglichsten Schwindelerscheinungen geltend.

Mit diesem kurzen Überblick wollen wir das sinnesphysiologische Gebiet abschließen und noch kurz auf eine Frage eingehen, deren Besprechung sich hier anschließen muß. Es ist die Frage nach dem Zustandekommen der Raumanschauungen.

Eine Psychophysiologie, soweit ich sie Ihnen hier vortrage, muß es ausdrücklich ablehnen, auf das Problem der Raumanschauungen an sich einzugehen. Sie kann lediglich die Aufgabe haben, die physiologischen Bedingungen aufzuführen, welche zum

Zustandekommen einer Raumanschauung erforderlich sind. Dabei kann ganz unerörtert bleiben, ob man die Raumanschauung mit Kant als Anschauungsform a priori betrachtet oder sich Spencers Ansicht anschließt. Nach Spencer soll nämlich das a priori der Raumanschauung daher rühren, daß der Raum eine gegebene Realität ist und daß gewissermaßen unser ganzes Nervensystem im Laufe ungezählter Generationen über diese Wirklichkeit modelliert worden ist. Diese ständige, gleichartige Einwirkung der Außenwelt hat entsprechende dauernde Abänderungen unseres Nervensystems hervorgerufen.

Gehen wir zunächst auf die Raumanschauung des Tastsinnes ein, so ergibt sich aus Erfahrungen am Krankenbett, daß zwei Komponenten zum Zustandekommen dieser Raumanschauung zusammenwirken. Erstens sind dies die von der Haut übermittelten Druck- und Berührungsempfindungen, und zweitens sind die Empfindungen für die Entstehung der Raumanschauung des Tastsinnes erforderlich, welche beim Abtasten eines Gegenstandes durch die wechselnde Stellung der Glieder, namentlich der Finger, entstehen und über die von den in den Gelenken, Sehnen und Bändern enthaltenen Nervenendigungen dem Gehirn Nachrichten zufließen. Ein Zusammenwirken dieser inneren und der äußeren Tastempfindungen stellt also die physiologische Bedingung dar, die erfüllt sein muß, damit es zu einer Raumanschauung auf dem Gebiete des Tastsinnes kommt.

Viel entwickelter noch als auf dem Gebiete des Tastsinnes ist die Raumanschauung des Gesichtssinnes. Wir wollen aber auch hier lediglich die physiologischen Bedingungen aufzählen. Zu diesen gehören erstens natürlich die von der Netzhaut vermittelten Lichtempfindungen und zweitens wieder eine Art von inneren Tastempfindungen, die aber in diesem Falle von den Augenmuskeln vermittelt werden. Bekanntlich ist die Netzhaut nicht gleichmäßig gebaut, sondern dieses etwa halbkuglige Gebilde besitzt ein physiologisches Zentrum, das vor allen anderen Teilen dadurch ausgezeichnet ist, daß die dort enthaltenen Sehelemente besonders lichtempfindlich sind. Die Netzhaut ist ferner nicht unbeweglich, sondern sie kann mit dem Augapfel durch sechs, in verschiedenen Zugrichtungen wirkende Muskeln nach allen Seiten bewegt werden. Sowie nun ein Reiz seitlich im Gesichts-

feld auftaucht, macht sich ganz von selbst ein Bewegungsantrieb am Auge in dem Sinne geltend, daß an die Stelle der vom Lichtreiz betroffenen seitlichen Netzhautgegend das physiologische Zentrum der Netzhaut, also die Stelle des deutlichsten Sehens, eingestellt wird. Um nun eine solche Einstellung zu bewirken, ist eine komplizierte Zusammenarbeit mehrerer Augenmuskeln erforderlich. Die jeweils nötige und für jeden Fall verschiedene Zusammenarbeit der Augenmuskeln stellt ein besonderes Lokalzeichensystem der Netzhaut dar. Es wird gewissermaßen der Raum mit der Stelle des deutlichsten Sehens abgetastet; dabei entstehen Bewegungsempfindungen der Augenmuskeln. Diese und die Lichtempfindungen sind die physiologischen Bedingungen für die Entwicklung der Raumanschauung des Auges.

Bei einem normalen Menschen arbeiten sich dabei während der Entwicklungsjahre die beiden Sinnesgebiete, der Tastsinn und der Gesichtssinn, in ausgiebigster Weise in die Hände, so daß eine derartig hoch entwickelte Raumanschauung zustande kommen kann, wie sie der vollsinnige Mensch besitzt. Dabei macht sich aber gleichzeitig bei den meisten Menschen ein deutliches Überwiegen der Raumanschauung des Gesichtssinnes über diejenige des Tastsinnes geltend. Man prüft bekanntlich bei manchen Hirnkranken den sogenannten stereognostischen Sinn, d. h. also eigentlich die Raumanschauung des Tastsinnes, indem man den Kranken bei geschlossenen Augen verschiedene Gegenstände in die Hände gibt und sie fragt, ob sie den Gegenstand durch einfaches Betasten bei geschlossenen Augen erkennen. Wenn Sie diesen Versuch bei einem normalen Menschen anstellen und sich über seine Innenvorgänge berichten lassen oder selbst an sich einen solchen Versuch vornehmen, so wird sich dabei immer wieder herausstellen, daß ein dunkles, mehr oder minder verschwommenes Gesichtsbild des gefühlten Gegenstandes seiner eigentlichen Erkennung vorausgeht.

Literatur.

A. Lehmann, Elemente der Psychodynamik, Leipzig 1905. — Luciani, Physiologie der Menschen, Jena 1905—1911. — Nagel, Handbuch der Physiologie, Bd. 3, 1904. — Snyder, Das Weltbild der modernen Naturwissenschaft, 1905. — Tigerstedt, Lehrbuch der Physiologie, Bd. 2, Leipzig 1902. — Wundt, Grundriß der physiologischen Psychologie, 6. Aufl., Leipzig 1908. — Ziehen, Leitfaden der physiologischen Psychologie, 11. Aufl., 1920.

4. Vorlesung.

Die mechanische Naturauffassung macht den Versuch, alle Vorgänge in der Außenwelt als Bewegungsvorgänge aufzufassen. Diese Bewegungsvorgänge wirken nun je nach der Schnelligkeit ihres Ablaufs auf die verschiedenen Sinnesorgane ein, und so entstehen die verschiedenen Empfindungsqualitäten. Eine langsame Bewegung, auf die Haut ausgeübt, erscheint als Druck, eine ungleich viel raschere, durch die Luft vermittelte Bewegung wirkt auf das Gehörorgan ein und bedingt eine Gehörempfindung. Eine weitere Steigerung der Schnelligkeit des Bewegungsvorgangs, bei der dann die träge Luft die Bewegung nicht mehr zu vermitteln vermag, sondern der Äther als Träger dient, wird vom Auge aufgenommen und ruft eine Lichtempfindung hervor. — Man stellt die Bewegungsvorgänge in der Außenwelt sich ganz allgemein in der Form von Schwingungen vor. An einem Schwingungsvorgang kann man außer der Schnelligkeit, mit der die einzelnen Schwingungen aufeinander folgen, auch die Entfernung der kleinsten, in Bewegung begriffenen Teilchen von ihrer Ruhelage unterscheiden. Ein Schwingungsvorgang kann also bei gleichbleibender Schwingungszahl innerhalb der Zeiteinheit eine verschiedene Ausgiebigkeit, eine verschiedene Amplitude besitzen. Diesen verschiedenen Amplituden entspricht die Intensität der zugehörigen Empfindung. Ein Ton von einer ganz bestimmten Schwingungszahl kann laut und leise sein. So kann ich z. B. eine Stimmgabel stärker und schwächer anschlagen; der größeren oder geringeren Entfernung der Stimmgabelzinken von ihrer Gleichgewichtslage bei dem Schwingungsvorgang entspricht die Intensität des zugehörigen Tones. Ebenso kann ein Licht von ganz bestimmter Wellenlänge hell oder dunkel sein, d. h. die Transversalschwingungen des Äthers können eine größere oder geringere Ausgiebigkeit besitzen.

Wenn wir nun weiterhin näher auf diese Intensität der Empfindungen eingehen, so ist zunächst hervorzuheben, daß keineswegs jeder Bewegungsvorgang in der Außenwelt, auch wenn er innerhalb des von den einzelnen Sinnesorganen aufzunehmenden Ausschnittes liegt, ohne weiteres aufgenommen wird. Ein solcher Bewegungsvorgang muß eine gewisse Intensität besitzen, um überhaupt Umsetzungsvorgänge im Sinnesorgan und im Zentralnervensystem auslösen zu können. Es gibt, wie Ihnen das wohl bekannt ist, mit anderen Worten eine sogenannte Reizschwelle. Reize, die unterhalb dieser Schwelle gelegen sind, bezeichnet man als unterschwellige Reize. Man hat nun die Reizschwelle für die verschiedenen Sinnesgebiete bestimmt, jedoch liegen nur zum Teil Angaben in absolutem Maße vor. Die Reizschwellen, soweit sie für uns von Wichtigkeit sind, ersehen Sie aus folgender Zusammenstellung:

Reizschwellen:

Druckempfindung:

Handrücken (Haar) = 0,0004 g.

Bewegungsempfindung:

Handgelenk = 0,2—0,06⁰
(12'—36').

Geruchsempfindung:

Mercaptan bei 0,0000000004 g im Liter Luft.

Gehörempfindung:

0,000002 mg = mm.

Gesichtsempfindung:

0,000000001 mg = mm in 1 Sek.

Sie erkennen hieraus, wie äußerst gering die Energiemengen sind, welche, noch von den Sinnesorganen aufgenommen und bis zur Hirnrinde weitergeleitet, daselbst einen Dissimilationsprozeß auslösen, dem auf psychischem Gebiete eine Empfindung entspricht. — Bei den Reizen, die jenseits der Schwelle gelegen sind, die wir also als überschwellige bezeichnen können, bestehen nun gewisse Abhängigkeitsbeziehungen zwischen der Reizintensität und der zugehörigen Empfindungsstärke. Man könnte da zunächst der Ansicht sein, daß sie einander genau entsprächen, daß mit wachsender Reizstärke auch die Empfindungsstärke entsprechend zunimmt.

Sehen wir aber etwas genauer zu, wie sich diese Verhältnisse gestalten, und wählen ein einfaches Beispiel.

Nähern wir uns einer Schallquelle, so merken wir zunächst, daß, je näher wir kommen, die Töne für uns um so lauter werden. Also ganz, wie angenommen, wächst anfänglich der Reizintensität entsprechend die Empfindungsintensität. Bei einer sorgfältigen Selbstbeobachtung können wir aber bald weiter feststellen, daß anfangs die Empfindungsintensität bei einer gleichmäßigen Annäherung rasch anwächst, und daß dann dieses Wachstum ein langsamer wird. Vor allen Dingen zeigt es sich aber auch sehr bald, daß es eine obere Grenze gibt, über die hinaus eine weitere Steigerung der Stärke einer Empfindung nicht mehr möglich ist. Nähern wir uns mehr und mehr der Tonquelle, so nimmt zweifellos die Reizintensität noch weiter zu, jedoch erscheint uns der Ton nun keineswegs noch lauter wie vorher, sondern er behält seine vorherige Stärke und wird nur von einem deutlichen Unlustgefühl begleitet, das uns veranlaßt, uns von dem „gellenden“ Geräusch abzuwenden. — Genau die gleiche Beobachtung können wir auf dem Gebiete des Gesichtssinnes machen. Nähern wir uns langsam einer intensiven Lichtquelle, z. B. einer Bogenlampe, so wird bei genauer Selbstbeobachtung das Licht für uns anfangs rascher, dann langsamer immer heller, bis ein Maximum an Helligkeit erreicht ist. Über diese obere Grenze hinaus ist für uns dann keine weitere Steigerung der Empfindungsstärke mehr möglich. Das Licht wird dann für uns unangenehm; es blendet, es wird aber nicht mehr heller. Wir verschließen ganz von selbst dann unsere Sinnesorgane einem allzu starken Reiz, eine äußerst zweckmäßige Abwehrvorrichtung des Organismus. — Es geht also daraus unzweideutig hervor, daß es auch eine Reizhöhe gibt, über die hinaus eine weitere Steigerung wohl des Reizes, aber keine solche der Empfindungsstärke mehr möglich ist. Der Reizhöhe entspricht die sogenannte Maximalempfindung, während an der Reizschwelle die Minimalempfindung auftaucht.

Wenn wir uns das Verhältnis von Reizintensität und Empfindungsstärke graphisch darstellen wollen, so können wir auf einer horizontalen Linie die Reizintensitäten fortlaufend auftragen. Von dem Nullpunkt anfangend, gelangen wir dann zu der Reizschwelle; durch eine weitere stetige Steigerung kommen wir dann zur Reiz-

höhe, über die hinaus natürlich weitere Steigerungen des Reizes fast bis ins Ungemessene möglich sind. Tragen wir nun auf dieser horizontalen Linie als senkrechte Linien die zugehörigen Empfindungsstärken auf, so beginnen diese Senkrechten natürlich erst jenseits der Reizschwelle. Diese Senkrechten werden dann zunächst rasch größer und größer werden, wachsen dann langsamer und erfahren endlich von der Reizhöhe ab keine weitere Zunahme, sondern bleiben einander gleich. Die Verbindungslinie der Endpunkte der die Reizintensitäten darstellenden senkrechten Linien ist also keine gerade Linie, sondern eine Kurve, welche von der Reizhöhe ab der horizontalen Linie, auf welcher die Reizstärken aufgetragen sind, parallel verläuft.

Diese allgemeine Orientierung über das gegenseitige Verhältnis von Reizintensität und Empfindungsintensität genügt uns jedoch noch nicht; wir müssen noch etwas näher darauf eingehen. Es wird sich dabei als ganz zweckmäßig erweisen, wenn wir der historischen Entwicklung dieser Feststellungen nachgehen.

Ernst Heinrich Weber hat zuerst genauere Untersuchungen über Druckreize und Druckempfindungen angestellt. Er beschäftigte sich vor allen Dingen auch mit der Frage, welche Gewichtszulage notwendig sei, damit beim Ausgehen von einem bestimmten Druckreiz die Empfindung des Schwererwerdens sich einstellte. Er begann z. B. mit einem Ausgangsgewicht von 10 g und stellte dabei fest, daß ein Zusatzgewicht von 0,8 g notwendig war, damit die mit verschlossenen Augen dasitzende Versuchsperson angab, jetzt habe sie die deutliche Empfindung, daß das auf ihrem Handrücken lastende Gewicht schwerer geworden sei. Es ergibt sich daraus ohne weiteres, daß der als Unterschiedsschwelle bezeichnete Wert von 0,8 g keineswegs der Reizschwelle entspricht, sondern daß er viel größer ist. Bei einem Ausgangsgewicht von 100 g stellte sich heraus, daß ein Zusatz von 7,4 g erforderlich ist, um die Versuchsperson zu der Angabe zu veranlassen, daß sie jetzt eine Druckzunahme wahrnehme. Die Unterschiedsschwelle besitzt also keinen konstanten Wert, sondern wechselt, wie schon aus diesen beiden einfachen Versuchen hervorgeht, je nach dem Ausgangsgewicht. Beim Ausgangsgewicht von 1000 g ist nun endlich ein Zusatz von etwa 81 g erforderlich,

damit ein Schwererwerden von der Versuchsperson angegeben wird. Bei 10 g beträgt also die Unterschiedsschwelle 0,8 g, bei 100 g 7,4 g und bei 1000 g beträgt sie 81 g. Daraus ergibt sich schon ohne weiteres, daß zwar die Unterschiedsschwellen in ihren absoluten Werten nicht konstant sind, daß sie aber in ganz bestimmtem Verhältnis zum Ausgangsgewicht stehen. Die Unterschiedsschwelle wächst entsprechend der Größe des Ausgangsgewichts.

Das Verhältnis des Ausgangsgewichts zum Gewichtszusatz oder, wie man das kurz ausdrücken kann, wenn man den Gewichtszusatz mit ΔR (Reizzuwachs) und das Ausgangsgewicht mit R (Ausgangsreiz) bezeichnet, $\frac{\Delta R}{R}$ ist eine konstante Größe. Dieser

Wert, der als relative Unterschiedsschwelle bezeichnet wird, besitzt in den drei angeführten Versuchen etwa die Größe von 0,08. Die Tatsache, daß die relative Unterschiedsschwelle von konstanter Größe ist, die allerdings je nach dem Sinnesgebiet eine verschiedene ist, bildet den Inhalt des sogenannten Weberschen

Gesetzes. Es kann als Formel so ausgedrückt werden: $\frac{\Delta R}{R} = k$.

Dieses Gesetz gilt in der Tat für alle Sinnesgebiete, aber nur bei einer mittleren Reizstärke.

Das Webersche Gesetz sagt Ihnen keineswegs etwas Neues. Sein wesentlicher Inhalt ist, daß der Reizzuwachs in einem ganz bestimmten Verhältnis zum Ausgangsreiz stehen muß, wenn er für uns wahrnehmbar werden soll, und das ist Ihnen allen längst geläufig. Nehmen wir an, das Auditorium sei mit vier Wachskerzen beleuchtet, so ist Ihnen ohne weiteres klar, daß es sicherlich etwas heller werden würde, wenn ich noch eine fünfte Wachskerze anzünden würde. Gehen wir aber von den tatsächlichen Verhältnissen aus, so würden Sie, wenn die im Auditorium vorhandenen vier Bogenlampen brennen und ich außerdem noch eine Wachskerze anzünden würde, sicherlich keine Zunahme der Helligkeit bemerken, und Sie würden ein derartiges Vorgehen auch äußerst lächerlich finden. Wenn es wirklich merklich heller werden sollte, so müßte dann etwa noch eine fünfte Bogenlampe in dem Raum angebracht werden. Sie alle kennen zahlreiche derartige Beispiele. Sie wissen, daß im Tageslärm mancherlei Geräusche von uns nicht

wahrgenommen werden, die wir in der Stille der Nacht ohne weiteres aufnehmen, und derartige Beobachtungen gibt es noch viele. Das Webersche Gesetz ist also nur eine Formulierung dieser allbekannten Tatsache.

Literatur.

Vierordt, Daten und Tabellen für Mediziner, 3. Aufl., 1906. — Wien, Über die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres, Pflügers Archiv 1903, S. 1. — Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, 6. Aufl., Leipzig 1908. — Ziehen, Leitfaden der physiologischen Psychologie, 11. Aufl., 1920. — Zwaardemaker, Die physiologisch wahrnehmbaren Energiewanderungen, Ergebnisse der Physiologie, Bd. 4, 1905, 423.

5. Vorlesung.

Aus dem Weberschen Gesetz hat Fechner sein sogenanntes psychophysisches Grundgesetz abgeleitet. Obwohl wir diesem Fechnerschen Gesetz eine praktische Bedeutung nicht zuerkennen können und mancherlei berechtigte Einwände gegen die Art seiner Ableitung erhoben worden sind, wollen wir doch kurz auf dasselbe eingehen.

Gehen wir von dem früher angeführten Beispiel der Untersuchungen über die Unterschiedsschwelle des Drucksinnes aus, so haben wir dabei zu berücksichtigen, daß wir nach dem unseren Betrachtungen zugrunde gelegten Prinzip des psychophysischen Parallelismus immer zwei parallele Reihen in Betracht zu ziehen haben. Der materiellen Reihe, welche in diesem Falle durch die Druckwerte repräsentiert wird, entspricht eine psychische Reihe verschiedener Empfindungsintensitäten. — Einem Ausgangsreiz von 10 g müssen 0,8 g hinzugefügt werden, damit für das Bewußtsein eine größere Empfindungsstärke sich bemerkbar macht. Bezeichnen wir den Ausgangsreiz mit R_1 , so muß dieser Größe R_1 die Größe ΔR_1 zugesetzt werden, damit R_2 entsteht, also

$$R_1 + \Delta R_1 = R_2.$$

Gehen wir nun auf die psychische Reihe ein, wobei die Buchstaben „E“ Empfindungsintensitäten darstellen sollen, so muß der der Reizstärke R_1 entsprechenden Empfindungsintensität E_1 eine gewisse Empfindungsstärke zugelegt werden, damit die dem Reiz R_2 entsprechende Empfindungsintensität E_2 entsteht, also

$$E_1 + \Delta E_1 = E_2.$$

In gleicher Weise kann ich, wenn ich bei dem oben angeführten Beispiel über den Drucksinn bleibe, dies für die anderen zwei Ergebnisse festlegen. Dem Ausgangsreiz von 100 g, den ich als R_3 bezeichne, muß ΔR_3 zugesetzt werden, damit R_4 entsteht, also

$$R_3 + \Delta R_3 = R_4.$$

Dieser materiellen Reihe entspricht die psychische Reihe:

$$E_3 + \Delta E_3 = E_4.$$

Bezeichne ich den Ausgangsreiz von 1000 g als R_5 , so ergibt sich in ähnlicher Weise:

$$R_5 + \Delta R_5 = R_6,$$

und auf der psychischen Seite:

$$E_5 + \Delta E_5 = E_6.$$

Unter der Annahme, daß der Zusatz von Empfindungsintensität, welcher nötig ist, damit aus „ E_1 “ nun „ E_2 “ entstehe, genau der gleiche sei wie derjenige, der aus „ E_3 “ „ E_4 “ oder aus „ E_5 “ „ E_6 “ macht, setzt man also $\Delta E_1 = \Delta E_3 = \Delta E_5$. Nunmehr kann man aus dem Weberschen Gesetz weitere Ableitungen machen. Aber diese Annahme, daß diese Empfindungsunterschiede gleich seien, ist keineswegs bewiesen; allerdings wird sie durch manche Untersuchungen sehr wahrscheinlich gemacht. Man kann also diesen Zuwachs der Empfindungsintensität ganz allgemein als ΔE bezeichnen. Diesem Zuwachs ΔE entspricht nach dem Weberschen Gesetz der jeweilig notwendige Zuwachs an Reizintensität, der die Größe $\frac{\Delta R}{R}$ besitzen muß. Also demnach

$$\Delta E \parallel \frac{\Delta R}{R}.$$

Sehe ich zunächst davon ab, daß es sich eigentlich um zwei parallele Reihen handelt und verändere das Parallelzeichen in das Gleichheitszeichen, so erhalte ich die Gleichung

$$\Delta E = \frac{\Delta R}{R}.$$

Nehmen wir nun weiter an — wieder eine etwas über die gegebene Erfahrung hinausgehende Annahme —, daß dieses Verhältnis auch für unendlich kleine Werte Geltung besitze, so ergibt sich daraus die Berechtigung, die Grundsätze der Infinitesimalrechnung auf diese Gleichung anzuwenden. Wir erhalten dann die Differentialgleichung:

$$dE = \frac{dR}{R}.$$

Eine solche einfache Differentialgleichung kann mit Leichtigkeit integriert werden, also

$$\int dE = \int \frac{dR}{R} \quad \therefore E = \text{Log. nat. } R + C.$$

Um den Wert von C festzustellen, ist eine Grenzbetrachtung nötig. An der Reizschwelle ist nämlich die Empfindungsintensität gleich Null. Man kann also setzen

$$0 = \text{Log. nat. } R_s^1) + C \quad \therefore C = -\text{Log. nat. } R_s.$$

Setzt man nun diesen Wert in die integrierte Differentialgleichung ein, so ergibt sich

$$E = \text{Log. nat. } R - \text{Log. nat. } R_s \text{ oder}$$

$$E = \text{Log. nat. } \frac{R}{R_s}.$$

Nimmt man nun R_s als Maßstab für die Reizstärke an, indem man die Reizschwelle = 1 setzt, so ist

$$E = \text{Log. nat. } R.$$

Das ist das bekannte Fechnersche Gesetz. Die Empfindungsintensität wächst nicht entsprechend der Reizstärke, sondern proportional dem natürlichen Logarithmus von R. Die Empfindungsintensität wächst also viel langsamer als die Reizintensität, und die graphische Darstellung, die wir uns über das Verhältnis von Reizstärke und Empfindungsintensität entworfen hatten, enthält demnach als Verbindungslinie der Senkrechten, welche die Empfindungsintensitäten darstellen sollen, die logarithmische Kurve.

Gehen wir nun auf die Deutung dieser Fechnerschen Formel ein, so ist es ganz zweckmäßig, wenn wir gewisse allgemeine Festsetzungen zur leichteren Verständigung machen. Wir wollen mit R die Intensität des Reizvorgangs in der Außenwelt, mit R_p die Stärke des durch diesen Reizvorgang ausgelösten Prozesses im Sinnesorgan und mit R_e endlich die Stärke des Dissimilationsprozesses in der Großhirnrinde bezeichnen. Man kann nun drei Deutungen des Fechnerschen Gesetzes unterscheiden, und zwar eine psychophysiologische, eine psychologische und eine physiologische.

Fassen wir nun zunächst die psychophysiologische Deutung ins Auge, so nimmt diese an, daß die Empfindungsstärke im logarithmischen Verhältnis zu R_e , also zu dem Dissimilations-

¹⁾ R_s = Reizintensität an der Reizschwelle.

prozeß in der Großhirnrinde stehe. Zwischen der materiellen und der psychischen Welt bestände also das eigentümliche logarithmische Verhältnis bezüglich der Stärke der zusammengehörigen Vorgänge. Die Lehre des psychophysischen Parallelismus verzichtet zwar darauf, etwas Näheres über die Art der Beziehungen der beiden parallelen Reihen, der materiellen und der psychischen, auszusagen; nunmehr hätten wir aber eine Bestimmung über die jeweiligen Größenverhältnisse der Vorgänge in diesen beiden nebeneinander herlaufenden Reihen. Die Intensität der Vorgänge in der psychischen Reihe entspräche demnach keineswegs unmittelbar der Intensität der Vorgänge in der materiellen Welt, sondern sie stände im logarithmischen Verhältnis zu der ersteren. Es ist dies die Annahme von Fechner selbst, der namentlich in späteren Jahren zu einer etwas mystischen Auffassung neigte, und der auch glaubte, mit dieser Maßformel eines der Welträtsel gelöst zu haben. Wir stehen heutigentags diesen Dingen wesentlich nüchterner gegenüber. Die Annahme von Fechner, die soeben auseinander-gesetzte psychophysiologische Deutung, läßt sich weder beweisen, noch auch widerlegen.

Die psychologische Deutung sieht in dem Fechnerschen Gesetz nur den Sonderfall eines viel allgemeineren Beziehungsgesetzes aller psychischen Inhalte. Die Versuche, die dem Weber-schen und auch dem Fechnerschen Gesetz zugrunde lagen, gestatteten demnach überhaupt nicht einen Vergleich zwischen materiellen und psychischen Vorgängen, sondern es handelte sich lediglich um einen Vergleich verschiedener psychischer Vorgänge untereinander. Man kann diesen Standpunkt der psychologischen Deutung ohne weiteres anerkennen und doch die dritte Deutung des Fechnerschen Gesetzes, die sogenannte physiologische, als diejenige ansehen, welche nach dem vorliegenden Tatsachen-material als die wahrscheinlichste bezeichnet werden muß.

Nach dieser Deutung besteht zwischen R und R_e in bezug auf ihre Stärke das logarithmische Verhältnis. In den Sinnesorganen finden Umsetzungsvorgänge statt; an diese schließen sich Leitungsprozesse an, und diese führen dann wieder zu einem Dissimilationsvorgang in der Großhirnrinde, dessen Intensität wir als R_e bezeichneten. Bei diesen verschiedenen Umsetzungen, bei der Leitung usw. geht, obwohl es sich um Auslösungsvorgänge handelt,

eine gewisse Energiemenge verloren, so daß eben R_e nur im logarithmischen Verhältnis zu R steht. Man hat nicht unpassend gesagt, daß durch eine Art innerer Reibung der Maschine auch in diesem Falle ein Teil der Energiemenge verloren gehe. — Diese Deutung, die sogenannte physiologische, erscheint deswegen die wahrscheinlichste, weil eine Reihe von Erfahrungstatsachen sich in ihrem Sinne verwerten läßt. Pfeffer hat gezeigt, daß man an manchen Farnsporen durch Apfelsäure Bewegungsvorgänge auslösen kann. In diesem Falle ergibt eine Berechnung, daß das Reizergebnis nicht entsprechend der Reizstärke wächst, sondern langsamer, und zwar ungefähr im logarithmischen Verhältnis. Also hier, wo es sich um verhältnismäßig einfache Vorgänge im lebenden Protoplasma handelt, bei denen man kaum das Hineinspielen psychischer Vorgänge annehmen kann, finden wir bereits dieses auffallende logarithmische Verhältnis. Schon beim Übergang eines Reizes in das lebende Protoplasma wächst der Reizeffekt nicht proportional der Reizstärke, sondern langsamer, eine sehr zweckmäßige Einrichtung des lebenden Protoplasmas, die es vor allzu starker Inanspruchnahme schützt. Alfred Lehmann hat versucht, auf Grund schwieriger Experimente über die Unterschiedsempfindlichkeit Werte von der Stärke der photochemischen Umsetzungen in der Netzhaut zu gewinnen. Er hat seine Untersuchungen für verschiedene Reizstärken durchgeführt. Er fand hierbei, daß die Stärke des Umsatzes in der Netzhaut durchaus nicht der Stärke des Lichtreizes parallel geht, sondern annähernd im logarithmischen Verhältnis zunimmt. Waller hat den Reizeffekt, der bei Belichtung des Auges auftritt, mit Hilfe der Aktionsströme untersucht. Bei allen Umsetzungen im lebenden Protoplasma, namentlich auch im Nervensystem, stellen sich solche Aktionsströme ein; sie sind eine Begleiterscheinung der chemischen Umsetzungen. Diese Aktionsströme treten bei der Belichtung nicht nur in der Netzhaut auf, sondern sie lassen sich auch am Sehnerven ableiten. Sie sind da eine Nebenerscheinung der von uns früher als eine Art von Explosionswelle bezeichneten Nervenleitung. Der Aktionsstrom steht in direkten Beziehungen zur Stärke der bestehenden Nervenenerregung. Belichtet man nun das Auge mit verschiedener Lichtstärke und benutzt die am Galvanometer abzulesende Stärke der Aktionsströme der Netzhaut als Maßstab

für die Größe der Nervenenerregung, so kann man auch hier feststellen, daß zwischen Lichtstärke und Galvanometerausschlag kein proportionales Verhältnis besteht; der Galvanometerausschlag wächst viel langsamer als die Lichtstärke. Unter Zugrundelegung eines logarithmischen Verhältnisses erhält man Zahlenwerte, die ungefähr den tatsächlichen Ausschlägen entsprechen. Diese eben angeführten Tatsachen sprechen für die physiologische Deutung des Fechnerschen Gesetzes und entkleiden dasselbe vollständig jedes mystischen Beigeschmacks. — Die physiologische Deutung hat zur Folge, daß die Intensitäten von R_c und E sich entsprechen, was mit unseren sonstigen Anschauungen gut vereinbar ist. Je intensiver also der Zerfallsvorgang in der Großhirnrinde ist, um so lebhafter ist der psychische Vorgang. Zwischen Empfindungsstärke und Zerfallsvorgang in der Großhirnrinde besteht ein direkt proportionales Verhältnis.

Literatur.

Fechner, Elemente der Psychophysik, 2. Aufl., Leipzig 1889. — Foucault, Psychophysique, Paris 1901. — A. Lehmann, Grundzüge der Psychophysiologie, Leipzig 1912. — A. Lehmann, Die physischen Äquivalente der Bewußtseinserscheinungen, Leipzig 1901. — Salomonson, Die Effektgröße als Funktion der Reizgröße, Pflügers Archiv Bd. 100, 1903. — Waller, Points relating to the Weber-Fechner Law, Brain, Bd. 18, 200. — Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, 6. Aufl., Leipzig 1908. — Ziehen, Leitfaden der physiologischen Psychologie, 11. Aufl., 1920.

6. Vorlesung.

Die Dissimilationsvorgänge, welche einem Empfindungsvorgang entsprechen, gehen nicht spurlos an der Großhirnrinde vorüber, sondern hinterlassen dauernde Veränderungen. Daß, ganz allgemein gesagt, von den einzelnen Sinneseindrücken ein Etwas in unserem Geiste zurückbleiben muß, das wissen wir alle. Es sind vor allen Dingen zwei Tatsachenreihen, die dies in unwiderleglicher Weise immer wieder jedem denkenden Menschen vor Augen geführt haben. Vergegenwärtigen wir uns ein einfaches Beispiel. Wir finden auf einem Spaziergang eine seltene Pflanze. Wir lassen sie ungepflückt stehen, betrachten sie nur möglichst genau, um uns die Einzelheiten ihrer Bildung deutlich einzuprägen. Finden wir nun nach Jahr und Tag an einem ganz anderen Standort die gleiche Pflanze wieder, so erkennen wir sie sofort als die Pflanze wieder, welche wir schon vor längerer Zeit an einem anderen Ort gefunden haben. Dieses Wiedererkennen weist ohne weiteres darauf hin, daß von dem ersten Eindruck ein Etwas in unserem Geiste haften geblieben sein muß, das es uns ermöglicht, die jetzige Wahrnehmung mit der schon früher gemachten gleichzusetzen.

Die zweite, ebenso allbekannte Tatsache ist, wenn wir einmal bei dem gewählten Beispiel bleiben wollen — folgende: Man kann sich auch am Abend, nachdem man jene seltene Pflanze zum ersten Mal an ihrem Standort gesehen hat, zuhause, ohne sie vor sich zu haben, im Geiste vorstellen, wie die Pflanze ausgesehen hat. Dieses Erinnerungsbild der Pflanze kann so genau sein, daß wir imstande sind, es mit Beschreibungen in einem Buch zu vergleichen und die Pflanze unter Umständen lediglich aus dem Gedächtnis zu bestimmen. Das Erinnerungsbild oder die Vorstellung der Pflanze ermöglicht dies.

Die beiden Tatsachen, das Wiedererkennen und die Möglichkeit des Vorstellens einer früheren Wahrnehmung, weisen unwider-

leglich darauf hin, daß in unserem Geiste von den Sinneseindrücken ein Etwas zurückbleiben muß. Daher sind auch die Annahmen, die zur Erklärung derartiger Vorgänge gemacht wurden, uralte. Plato führt schon im Theätet aus, daß in unserem Geiste wie auf einer Wachtafel Abdrücke von den Gegenständen der Außenwelt gemacht würden und beim Wiedererkennen ein Vergleichen des Abdrucks mit dem neuen Sinneseindruck stattfinde. Gassendi spricht davon, daß der Sinneseindruck gewissermaßen eine Falte im Gehirn hinterlasse. Daß gerade im materiellen System, also in der Großhirnrinde, von jenen Dissimilationsprozessen eine gewisse Abänderung zurückbleiben muß, darauf weisen unzweideutig die Erfahrungen am Krankenbett hin. Man kann immer wieder feststellen, daß bei Kindern schwere Infektionskrankheiten, z. B. Typhus oder auch Scharlach, Masern usw., Spuren früherer Eindrücke verwischen können. Ich erinnere mich eines besonderen Falles, in dem ein etwa 12 jähriger Bauernjunge nach einem Typhus, der mit schweren Hirnerscheinungen einhergegangen war, Ameisen nicht mehr kannte. Es ließ sich durch Befragen der Angehörigen unschwer nachweisen, daß er Ameisen vor seiner Erkrankung, genau so wie jedes andere im Verkehr mit der Natur aufgewachsene Kind, sehr wohl gekannt hatte. Als er zum ersten Mal nach seiner Erkrankung in den Garten kam und Ameisen sah, fragte er erstaunt, was dies für Tiere seien.

Solche Erfahrungen waren übrigens auch schon den alten Griechen bekannt. So erwähnt Tucydides schwere Gedächtnisstörungen, die sich im Anschluß an die Pest in Athen bei den Erkrankten entwickelt hatten. Eine ganze Reihe von ihnen hatten die Ereignisse vergessen, die dieser Epidemie vorausgegangen waren. Manche von ihnen erkannten ihre eigenen Angehörigen nicht wieder und zeigten auch sonst auffallende Gedächtnisstörungen. Durch solche schwere körperliche Erkrankungen können also die Spuren, die die Dissimilationsprozesse in der Hirnrinde zurückließen, verwischt werden.

Gewaltsame Einwirkungen auf das Zentralnervensystem sind manchmal imstande, mit einem Schlage das Gedächtnis für eine Reihe zeitlich zusammenhängender Ereignisse auszulöschen. So kann eine schwere Gehirnerschütterung die Erinnerung an alle Ereignisse des Tages, an dem die Verletzung stattgefunden hat,

vernichten. Man bezeichnet die Unfähigkeit, zeitlich zusammenhängende Erinnerungsbilder zu reproduzieren, als Amnesie, und spricht in dem Falle von einer retrograden Amnesie; das ist eine Erinnerungslücke, welche Ereignisse umschließt, die zeitlich dem schweren Eingriff vorausgegangen sind. Obwohl diese Ereignisse bei vollständig normalem Bewußtseinszustand auf den später von der Schädelverletzung Betroffenen eingewirkt und also zweifellos die ablaufenden Dissimilationsprozesse zunächst Veränderungen in der Großhirnrinde hervorgerufen haben, so sind doch diese Veränderungen sofort wie durch einen über die Hirnrinde dahibrausenden Sturm verwischt worden.

Auch manche Gifte, namentlich der Alkohol, können die Großhirnrinde dauernd so verändern, daß irgendwelche neuen Eindrücke nicht mehr haften, daß also auch die Sinneseindrücke keine Spuren hinterlassen. Von einem russischen Psychiater ist zuerst das auf dem Boden des chronischen Alkoholismus sich entwickelnde Krankheitsbild der nach ihm benannten Korssakowschen Psychose beschrieben worden. Abgesehen von allen anderen Erscheinungen, auf die wir hier nicht eingehen wollen, tritt bei dieser Erkrankung die Unfähigkeit, neue Eindrücke festzuhalten, hervor. Die Kranken können weiter zurückliegende Ereignisse und früher erworbene Kenntnisse sich sehr wohl ins Gedächtnis zurückrufen und sie auch verwerten; sie sind aber außerstande, neue Eindrücke festzuhalten und sich somit neue Kenntnisse zu erwerben. Um bei dem vorhin gewählten Beispiel zu bleiben, so wird ein solcher Kranker nicht imstande sein, eine ihm jetzt zum erstenmal gezeigte Pflanze, selbst wenn sie bereits nach wenigen Minuten ihm zum zweitenmal wiedergezeigt wird, als diejenige wiederzuerkennen, welche er wenige Minuten vorher zuerst gesehen hat. Er ist auch nicht imstande, in Abwesenheit der Pflanze anzugeben, wie diese, eben vorgezeigte Pflanze etwa ausgesehen habe. Bei diesen Kranken hat der Alkohol die Großhirnrinde so verändert, daß von den daselbst ablaufenden Dissimilationsprozessen Spuren nicht mehr zurückbleiben.

Auch eine ganze Reihe von Fällen des angeborenen Schwachsinns, namentlich der tiefstehenden Form desselben, der Idiotie, zeigt ähnliche Erscheinungen. Die Kranken sind nicht imstande, die einfachsten Kenntnisse sich zu erwerben, selbst auch nur ihre

Angehörigen wiederzuerkennen usw., weil die Sinneseindrücke in ihrer Hirnrinde keine dauernden Spuren hinterlassen.

Wir wissen endlich auch, daß unter Umständen die von den neuen Eindrücken zurückbleibenden Spuren eines bestimmten Sinnesgebietes durch einen Krankheitsvorgang vernichtet werden können. Munk hat zuerst durch experimentelle Untersuchungen gezeigt, daß eine doppelseitige Zerstörung des Hinterhauptslappens beim Hund eine vollständige, sich nicht wieder ausgleichende Erblindung bedingt. Man bezeichnet diese Art der Erblindung im Gegensatz zu anderen Formen als Rindenblindheit. Von dieser Rindenblindheit läßt sich eine andere Form der Sehstörung bei Hunden, die sich ebenfalls experimentell hervorrufen läßt, abtrennen. Eine doppelseitige Zerstörung einer bestimmten Stelle innerhalb der Sehsphäre bedingt, daß der Hund zwar sieht, aber die gesehenen Gegenstände als solche nicht wiedererkennt. Man bezeichnet einen solchen Zustand als Seelenblindheit. Diese Störung gleicht sich zwar allmählich beim Tiere wieder aus. Wenn das operierte Tier die einzelnen Gegenstände nach der Operation wieder kennen zu lernen Gelegenheit hat, so erkennt es dieselben mit der Zeit auch wieder. Der Experimentator hat es aber ganz in der Hand, mit welchen Gegenständen er das Tier bekannt machen will oder nicht. Daraus geht ohne weiteres hervor, daß es sich nicht, wie von der Gegenseite angegeben wurde, bei der angeblichen Seelenblindheit lediglich um eine Sehschwäche handelt. Wenn einem solchen Hund die Peitsche gezeigt wird, so fürchtet er sich keineswegs vor ihr, während er vor der Operation bei ihrem Anblick sich stets verkroch. Hat man nach der Operation das Tier einmal wieder mit der Peitsche geschlagen, so ist es bereits am nächsten Tage imstande, die Peitsche als solche wiederzuerkennen. Hält man von einem solchen Hund gewisse Sinneseindrücke fern, so findet man noch nach Monaten, wenn sich alle anderen Ausfallserscheinungen im wesentlichen ausgeglichen haben, daß der Hund einem solchen Eindruck vollständig ratlos gegenüber steht; er schnappt z. B. auch gelegentlich nach einem brennenden Streichholz, bis er sich einmal verbrannt hat.

Obwohl nun diese Experimente unzweideutig dafür sprechen, daß bei den Tieren durch den operativen Eingriff die Spuren der früher stattgehabten Sinneseindrücke vernichtet sind, so hat es

doch immer etwas Mißliches, solche verwickelten Erscheinungen durch Tierexperimente zu beweisen. Es kommt uns aber da die Erfahrung am Krankenbett zu Hilfe. Wir kennen auch beim Menschen das Bild der Rinden- und vor allem auch der Seelenblindheit, und der Mensch kann uns vermöge seiner Sprache ganz anders Auskunft geben über seine psychischen Vorgänge. Ein Mensch, der durch einen Zerstörungsherd innerhalb des Großhirns seelenblind geworden ist, erkennt die einfachsten Gegenstände, wie ein Messer, eine Uhr, eine Gabel, als solche nicht mehr, obwohl er sieht. Alle diese Tatsachen weisen doch darauf hin, daß in der Großhirnrinde, von den einzelnen Sinneseindrücken Spuren zurückbleiben müssen, die unter Umständen durch Krankheitsprozesse zerstört werden können.

Wo haben wir nun diese Spuren im materiellen System, in der Großhirnrinde, zu suchen?

Wir wissen, daß die Großhirnrinde, dieser graue Überzug des Großhirns, ihre eigentliche graue Färbung dem Vorhandensein von Nervenzellen verdankt. Diese Nervenzellen, von denen der Mensch 9200 Millionen besitzen soll, sind in eigentümlichen Schichten angeordnet, und diese lassen in den verschiedenen Rindengebieten eine voneinander abweichende Anordnung erkennen. Auch die anatomische Untersuchung weist also unzweideutig auf die verschiedene Wertigkeit der einzelnen Rindengebiete, auf eine Arbeitsteilung innerhalb der Großhirnrinde, hin. In den Nervenzellen, auf deren Bau wir hier nicht eingehen können, scheinen die wichtigsten Gebilde die Neurofibrillen zu sein, die innerhalb der Zellen selbst und namentlich im Grau der Großhirnrinde ein vielfach verschlungenes Netzwerk, das sogenannte Neuropil, bilden. In diesen Nervenzellen, vor allen Dingen in den Fibrillen innerhalb und außerhalb der Zellen, spielen sich höchstwahrscheinlich die Dissimilationsprozesse ab, die nach unserer, den Betrachtungen zugrunde gelegten Arbeitshypothese des psychophysischen Parallelismus den materiellen Parallelvorgang der geistigen Erscheinungen darstellen.

Eine rein materialistische Erklärung der geistigen Erscheinungen neigte dazu, anzunehmen, daß in den Zellen selbst eine Art von Erinnerungsbild der einzelnen Sinneseindrücke zurückbleibe. Munk unterschied auch Empfindungszellen und Erinnerungszellen

in den Sinneszentren, von denen die ersteren lediglich bei dem Zustandekommen einer Empfindung beteiligt sein sollen, während die letzteren der Aufbewahrung der Erinnerungsbilder dienen. In den Zellen, beziehungsweise in den Neurofibrillen kann natürlich nichts Psychisches zurückbleiben, sondern es kann sich eben nur darum handeln, daß ein einmal abgelaufener Dissimilationsprozeß Widerstände beseitigt, so daß eine Wiederholung desselben Vorgangs nun leichter vonstatten geht. Es sind also eigentlich Übungsrückstände, die von den Dissimilationsprozessen in der Großhirnrinde zurückbleiben, und für eine solche Annahme sprechen mancherlei Erfahrungstatsachen. — Wir wissen, daß auch im Muskel eine öfter wiederholte Bewegung Veränderungen hinterläßt; aber auch von einfachen physikalischen Vorgängen ist es bekannt, daß ihr Ablauf nicht spurlos an der feineren Struktur der dabei beteiligten Apparate vorübergeht. Besonders merkwürdig sind z. B. die Veränderungen, die elektromagnetische Einwirkungen an Stahlbändern zurücklassen können, Veränderungen, die noch nach längerer Zeit eine Reproduktion der früher aufgenommenen Einwirkungen ermöglichen. — Diese Abänderungen, welche in der Hirnrinde zurückbleiben, wollen wir mit einem Namen, der von Semon eingeführt ist, als „Engramme“ bezeichnen. Man hat sie auch als Residualkomponente, latentes Erinnerungsbild, als Spur usw., bezeichnet.

Man hat den Reproduktionsvorgang in verschiedener Weise zu veranschaulichen gesucht. Descartes spricht davon, daß ähnlich wie bei einem einmal gefalteten Papier, das sich dann leichter wieder in die alte Bruchlinie legt, der Vorgang zu denken sei. Andere Autoren wählen ähnliche Bilder. Wir haben uns also das Erinnerungsbild nicht in einer Zelle liegend vorzustellen, sondern als Übungsrückstände innerhalb des nervösen Graues der Großhirnrinde. Vor allen Dingen bleiben von den Sinneseindrücken in den zentralen Endstätten der einzelnen Sinnesgebiete, also in den Sinneszentren, diese Engramme zurück. Die große Bedeutung der Sinneszentren der Großhirnrinde liegt eben auch darin, daß sie der Aufnahme von Engrammen dienen, und daß so der rasch vorübergehende Vorgang der Sinnesempfindung dauernd festgehalten und zur weiteren Verwendung bereit gehalten wird. Wir können durch den bei der Tätigkeit eines Sinneszentrums auftretenden

Aktionsstrom der Rinde in der Tat auch objektiv nachweisen, daß der das Sinnesorgan treffende Reiz bis zu den uns ihrer Lage nach bekannten zentralen Sinnesflächen weitergeleitet wird. Diese Rindenströme beweisen, wie Fleischl hervorgehoben hat, daß Bewußtseinsvorgänge von physikalisch nachweisbaren Veränderungen an der Materie begleitet sind. Es ist aber nicht möglich, an der Hirnrinde selbst nachzuweisen, welche dauernden Veränderungen ein einmaliger Sinneseindruck hinterläßt. Wir können aber doch beweisen, daß die Rinde eines Sinneszentrums, welches fortgesetzt in Tätigkeit war, sich sehr wesentlich von einem solchen unterscheidet, das bisher für seine eigentliche Bestimmung noch nicht gebraucht wurde. Bekanntlich werden Hunde blind geboren, und öffnen sich bei ihnen erst am neunten Tage die leicht verwachsenen Augenlider. Man kann durch Ausschneiden der Lidränder und Vernähen der Wundflächen unmittelbar nach der Geburt das Öffnen der Lider verhindern und die Tiere, ohne daß ein Teil des zentralen oder peripheren Nervensystems zerstört wäre, so aufziehen. Die Tiere haben durch die Lider hindurch nur ganz verwaschene, undeutliche Lichteindrücke und sind praktisch als blind zu bezeichnen, was sich dadurch beweisen läßt, daß sie bei späterer künstlicher Öffnung der vernäht gewesenen Lider erst ganz allmählich sehen lernen. Dank der Untersuchungen von Munk und infolge ihres eigentümlichen Baues ist uns die Lage der Sehsphäre beim Hunde sehr genau bekannt. Vergleichen wir nun die Sehrinde eines solchen, etwa ein Jahr lang mit geschlossenen Lidern aufgezogenen Hundes mit derjenigen eines seiner sehenden Geschwister, so finden wir, daß die Nervenzellen der Sehsphäre zum Teil ihren embryonalen Charakter bewahrt haben. Beim normal sehenden Hunde dagegen haben sie sich voll ausgebildet, sie haben ihre Pyramidenform angenommen, und die einzelnen Zellen sind viel weiter auseinandergerückt, weil sich zwischen ihnen ein reiches Neurofibrillennetz entwickelt hat.

Wir müssen noch kurz auf einige mehr psychologische Fragen eingehen. Seit altersher besteht der Streit, ob zwischen Empfindung und Vorstellung nur graduelle oder auch qualitative Unterschiede vorhanden seien. Die einen sagen, ein Sinneseindruck sei ganz und gar verschieden von dem zugehörigen Erinnerungsbild; er unterscheide sich vor allen Dingen durch die sinnliche Leb-

haftigkeit von der einfachen Vorstellung, die der letzteren vollständig abgehe. Andere erkennen nur qualitative Unterschiede zwischen beiden an. Ich neige zu der letzteren Annahme, für die folgende Gründe ins Feld geführt werden können. Normalerweise findet nämlich gelegentlich eine Verwechslung eines Erinnerungsbildes und einer Empfindung statt, namentlich dann, wenn man sich in einer gemütlichen Erregung befindet. So ereignet es sich gar nicht selten, daß man durch Warten auf einen Heimkommenden am Abend im Vorsaal Schritte gehört zu haben glaubt, ohne daß jemand denselben betreten hat. Man verwechselt den erwünschten und lebhaft vorgestellten Gehörseindruck mit einer wirklichen Sinnesempfindung. Bei Reaktionsversuchen mit Reizen, die sich in der Nähe der Reizschwelle befinden, läßt sich auch sehr häufig feststellen, daß die Versuchsperson einen Reiz wahrgenommen zu haben glaubt, während in Wirklichkeit derselbe noch gar nicht angewendet wurde.

Stumpf berichtet in seiner Tonpsychologie, wie Messer hervorhebt, von einem sehr überzeugenden, hierher gehörigen Ereignis. Der Dirigent eines Orchesters war mit seinen Untergebenen unzufrieden, weil sie an einer bestimmten Stelle eines schwierigen Stückes immer zu laut spielten. Alle Abschwächungen der Instrumente konnten nicht zum Ziele führen, und schließlich verabredeten sich die Mitspielenden dahin, daß sie an der fraglichen Stelle überhaupt nicht spielen, sondern nur so tun wollten, als ob sie die Instrumente bearbeiteten. Da endlich war der Dirigent zufriedengestellt.

Diese einfachen Beispiele weisen darauf hin, daß ein so erheblicher Unterschied zwischen Erinnerungsbild und Empfindung, wie er von mancher Seite angenommen wird, kaum bestehen kann, da sonst solche Verwechslungen nicht möglich wären. Auch die pathologische Erfahrung spricht in diesem Sinne, denn sie zeigt uns fließende Übergänge zwischen den Empfindungen an sinnlicher Lebhaftigkeit völlig gleichzustellenden Halluzinationen und den einfachen Erinnerungsbildern. Es gibt eine bestimmte Zwischenstufe zwischen beiden, die sogenannten Pseudo-Halluzinationen. Beim Vorliegen dieser Art von Sinnestäuschungen geben die betreffenden Kranken an, sie sähen alles Mögliche, an was sie gerade dächten, sinnlich vor sich; sie wüßten aber, daß die Bilder

in ihrem Kopfe entstanden. Also nur die Verlegung in die Außenwelt fehlt hier noch. Diese Pseudohalluzinationen sind oft die Vorläufer wirklicher Halluzinationen, sie stellen fließende Übergänge zwischen einer Vorstellung und einer echten Halluzination dar.

Das Erinnerungsbild irgendeines ehemaligen Sinneseindrucks ist keineswegs, wie man häufig anzunehmen geneigt ist, ein fertiges psychisches Gebilde, sondern ein Vorgang, ein gewisses Geschehen. Das zeigt sich auch in dem eigentümlichen Verhalten dieser Erinnerungsbilder, wenn man sie längere Zeit im Bewußtsein festzuhalten versucht. Sie verändern sich ständig. Es tritt das ein, was man als Zerfließen und Zerflattern der Erinnerungsbilder bezeichnet hat. Ich brauche auch kaum darauf hinzuweisen, daß diese Erinnerungsbilder keineswegs ein unvergängliches Dasein führen, sondern daß sie dem Wechsel und auch dem Untergang unterworfen sind. Ähnlich wie in anderen Körpergeweben spielen sich eben auch in der Hirnrinde Stoffwechselvorgänge ab, denen die Engramme, wenn sie lange nicht erneuert worden sind, zum Opfer fallen können; wir haben einen Eindruck vergessen.

Mit einem Wort möchte ich noch auf den Akt des Wiedererkennens eingehen. Man nahm an, daß dabei eine bewußte Gegenüberstellung des neuen Eindrucks mit dem früher erworbenen Erinnerungsbild stattfände. Die Selbstbeobachtung ergibt jedoch, daß der Vorgang meist ein viel einfacherer ist und daß schon unter der Schwelle des Bewußtseins eine Verschmelzung des neuen Eindrucks mit dem früher erworbenen Erinnerungsbild stattfindet, so daß bereits bei der ersten Wiederholung in diesem neuen Eindruck Elemente enthalten sind, die von dem früheren Eindruck herrühren. Lehmann spricht ganz zweckmäßig von einer Verschmelzung „in statu nascendi“, indem er dieses der Chemie entlehnte Bild auf die psychischen Vorgänge überträgt.

Literatur.

H. Berger, Experimentell-anatomische Studien über die durch den Mangel optischer Reize veranlaßten Entwicklungshemmungen im Okzipitallappen des Hundes oder der Katze. Archiv f. Psychiatrie Bd. 33, H. 2. — Bethe, Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems, Leipzig 1908. — Ebbinghaus,

Grundzüge der Psychologie, Leipzig 1905, Bd. 1. — Fleischl, Mitteilung betr. die Physiologie der Hirnrinde. Zentralblatt für Physiologie Bd. 1890, H. 18. — A. Lehmann, Grundzüge der Psychophysiologie, Leipzig 1912. — Messer, Empfindung und Denken, Leipzig 1908. — H. Munk, Über die Funktionen der Großhirnrinde, Berlin 1890. — H. Munk, Über die Funktionen von Hirn und Rückenmark, Berlin 1909. — Offner, Das Gedächtnis, Berlin 1909. — Plato, Theätet, Kapitel 31. — Ribot, Das Gedächtnis und seine Störungen, Leipzig 1882. — Semon, Mneme, Leipzig 1904. — Soury, Système nerveux central, 1899. — Verworn, Die Mechanik des Geisteslebens, Leipzig 1910. — Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, 6. Aufl., Leipzig 1908. — Ziehen, Leitfaden der physiologischen Psychologie, 11. Aufl., 1920.

7. Vorlesung.

Als weitere psychische Elemente sind die Gefühlsvorgänge zu bezeichnen. Es sind dies die Zustände der Lust und Unlust, wie sie jedem aus seinem Innenleben bekannt sind. Definitionen besitzen in psychologischen Dingen nicht viel Wert, da man eben die betreffenden Vorgänge aus eigener Erfahrung kennen muß. Ich möchte darauf hinweisen, daß sehr häufig die Gefühlsvorgänge verwechselt werden mit Empfindungen, und zwar sowohl in physiologischen, als auch in psychologischen Arbeiten. Wir verwenden hier „Gefühlsvorgänge“ ausschließlich als Bezeichnung von Zuständen der Lust und Unlust.

Die Gefühlsvorgänge sind zwar ausnahmslos mit anderen psychischen Vorgängen verknüpft, und man hat von einem Gefühlston als einer besonderen Eigenschaft der Empfindungen und Vorstellungen gesprochen. Obwohl bei einer solchen Bezeichnungsweise auf die selbständige Bedeutung der Gefühlsvorgänge nicht genügend Rücksicht genommen wird, wollen wir sie trotzdem der Kürze wegen beibehalten.

Dieselben Empfindungen können nun mit einem ganz verschiedenen Gefühlston verknüpft sein, indem der Gefühlston der Empfindung durch den augenblicklichen körperlichen und seelischen Gesamtzustand bedingt wird. So hat die gleiche Geschmacksempfindung einen wesentlich verschiedenen Gefühlston im Zustande des Hungers und der Übersättigung. Die Gefühlsvorgänge entspringen aus der Stellungnahme des Gesamtbewußtseins zu den sich gerade darbietenden Empfindungen.

Wir sind diesen Gefühlsvorgängen in unseren Betrachtungen schon einmal begegnet. Bei der Feststellung des Verhältnisses der Empfindungsintensität zur Reizstärke wurde schon hervorgehoben, daß, wenn eine gewisse Stärke des Reizes überschritten wird, der Reiz, der bis dahin angenehm war, dann unangenehm

wird. Ein lauter Ton wird gellend; ein Licht wird blendend. Die genaueren Beziehungen des Gefühlstones zur Empfindungsintensität stellt eine wohl von Lotze zuerst entworfene Kurve dar. Mit niederen Reizintensitäten sind von der Reizschwelle an aufsteigend positive Gefühlstone, ist ein mehr oder minder deutliches Lustgefühl verbunden. Bei weiterem Ansteigen der Reizintensität wird das begleitende Lustgefühl allmählich geringer, und bei noch weiterem Ansteigen tritt ein Umschlag nach der negativen Seite hin ein. Die allzu starke Reizintensität ist von Unlustgefühlen begleitet, eine ausgezeichnete Einrichtung, die den Betreffenden vor den starken Einwirkungen ihn schädigender Reize schützt. — Es wäre noch hervorzuheben, daß Reize in der Nähe der Reizschwelle meist unangenehm empfunden werden, so daß eigentlich diese Gefühlskurve auf der negativen Seite beginnt und nach der positiven Seite hinübergeht. Ferner findet nicht selten bei weiterer Steigerung der Reizintensität nicht ein einfacher Übergang von der Lust- zur Unlustseite statt, sondern es kann sich ein Hin- und Herschwanken der Gefühlskurve einstellen. Betonen möchte ich noch, daß die begleitenden Gefühlstone keineswegs auf allen Sinnesgebieten gleich lebhaft sind, sondern daß sich da bereits eine gewisse Zweckmäßigkeit erkennen läßt. Je deutlichere Beziehungen nämlich eine Empfindung zum Wohl und Wehe des Einzelnen hat, um so lebhafter sind die begleitenden Gefühlstone. Der Gesichtssinn und ebenso der Gehörssinn weisen nur schwach oder auch nicht gefühlsbetonte Empfindungen auf. Tastempfindungen sind mit Gefühlstonen von geringerer Stärke verknüpft, die sich jedoch bei Zunahme der Reizstärke sehr rasch verstärken. Vor allem sind aber auf dem Gebiete der beiden Sinne, welche über die Zuführung der lebenswichtigen Luft und Nahrung wachen, des Geschmacks- und des Geruchssinnes, die Empfindungen mit sehr lebhaften Gefühlsvorgängen verknüpft. Wir werden später auf diese wichtigen Fragen nochmals zurückkommen müssen.

Wir haben zwei Richtungen der Gefühlsvorgänge in der Lust und der Unlust kennen gelernt; die verschiedenen Zustände der Lust und Unlust können ferner eine unendliche Mannigfaltigkeit aufweisen. Es sind dies die beiden als polare Gegensätze aufzufassenden Gefühlsrichtungen, die man von altersher kennt. Sie können durch eine Indifferenzlage hindurch ineinander übergehen.

In neuerer Zeit sind fast gleichzeitig von Wundt und Lipps noch zwei weitere Gefühlspaare, also im ganzen sechs Gefühlsrichtungen aufgestellt worden. Wundt bezeichnet diese weiteren Gefühlsrichtungen als Spannung und Lösung, Erregung und Beruhigung. Sie sind, ebenso wie Lust und Unlust, Gegensätze und können in einander übergehen. Gegen diese weiteren Gefühlsrichtungen ist von den verschiedensten Seiten Widerspruch erhoben worden. Lehmann z. B. betont, daß diese weiteren Gefühlsrichtungen keineswegs so elementare Gefühlsvorgänge seien wie die Zustände der Lust und Unlust, sondern sie setzten sich zusammen aus gefühlsbetonten Empfindungskomplexen. Die gleichzeitigen Empfindungen spielten eben bei der Abgrenzung dieser weiteren Gefühlsrichtungen die wichtigste Rolle. So bestehe das angebliche Gefühl der Spannung aus einem Mischzustand von Lust und Unlust verknüpft mit bestimmten Muskel- und Organempfindungen, der dann in einen Lustzustand, in die Lösung, übergehe.

Es liegt demnach kein Grund vor, von der uralten Gefühls-einteilung in Lust und Unlust abzugehen, wobei man jedoch entweder eine unendliche Mannigfaltigkeit von Lust- und Unlustqualitäten annehmen oder die unendliche Vielheit der Lust- und Unlustzustände nur aus der Verschiedenheit der gleichzeitigen Empfindungen und Vorstellungen erklären muß. Ein sicheres Urteil läßt sich darüber nicht fällen.

Die Gefühlsvorgänge sind, wie allbekannt, ausgezeichnet durch sehr deutliche körperliche Begleiterscheinungen, die man zum Teil seit altersher kennt. Galen verlegt, wie schon erwähnt, noch den Sitz der Gefühlsvorgänge in das Herz, während er die Verstandesleistungen in das Gehirn lokalisiert. Bekanntlich hat diese Auffassung im Volksbewußtsein sich noch bis heute erhalten, und Sie finden eine solche Auffassung noch in der Verwendung des Herzens als den Sitz der Gefühlsvorgänge zum Beispiel in der Poesie. In der Tat können heftige gemütliche Erregungen mit Empfindungen in der Herzgegend einhergehen; daher die sprachlichen Ausdrücke: „Es ist, als ob einem das Herz stillstehe, als ob das Herz zerrissen würde“ und dergl. mehr. Die Kenntnis von der Einwirkung der Gefühlsvorgänge auf den Blutumlauf und auf die Herztätigkeit ist auch uralte. Bekannt ist die poetische Erzählung

von Erisistratos, einem Enkel des Aristoteles, die ihn als Arzt verherrlicht. Er zog aus der Veränderung des Pulses den richtigen Schluß, daß der von ihm behandelte Kranke an einer unglücklichen Liebe zu einer ganz bestimmten Person erkrankt sei. Er fand nämlich stets in Gegenwart dieser Person auffallende Pulsveränderungen bei dem ihm anvertrauten, seine Liebe verheimlichenden Kranken. Von Bichat rührt das Wort her, das er seinen ärztlichen Zuhörern zu sagen pflegte: „Voulez vous savoir, si une douleur est vraie ou fausse, explorez le pouls!“ Also Veränderungen in dem Blutumlauf sind als Begleiterscheinungen der Gefühlsvorgänge schon lange bekannt.

Man kann diese körperlichen Begleiterscheinungen der Gefühlsvorgänge in verschiedener Weise aufzeichnen. Man hat vor allen Dingen den Puls fortlaufend aufgeschrieben, den Blutdruck bestimmt und Plethysmogramme aufgenommen. Bei der plethysmographischen Untersuchung wird das Volumen eines Gliedabschnittes, z. B. des Armes, der in einen Glas- oder Metallzylinder eingeschlossen wird, durch geeignete Schreibvorrichtungen fortlaufend registriert. Ferner hat man auch genaue Untersuchungen über die Atmung angestellt, da sich auch sonst bei psychologischen Untersuchungen gezeigt hat, daß die Atmungsvorgänge sehr empfindlich auf alle Änderungen der psychischen Vorgänge reagieren. Eine Übersicht über die physiologischen Begleiterscheinungen der Gefühlsvorgänge zeigt folgende Zusammenstellung:

	Lust	Unlust
Pulslänge	+ (—)	—
Pulshöhe	+	—
Armvolumen	+	—
Blutdruck	—	+
Atmungstiefe	—	+
Atemlänge	—	+ (—)

Ein Lustzustand geht also mit einer Verlangsamung des Pulses, einer ausgiebigeren Zusammenziehung des Herzens und einem Absinken des Blutdruckes einher. An der plethysmographischen Kurve gibt sich diese Veränderung des Blutumlaufes in der Form einer Zunahme des Armvolumens und einer Zunahme der pulsatorischen Schwankungen zu erkennen. Umgekehrt steigt beim

Unlustzustand der Blutdruck an, die Herzschläge folgen rascher aufeinander und sind weniger ausgiebig. Das Armplethysmogramm läßt eine deutliche Senkung und auch eine Abnahme der Höhe der einzelnen Pulsationen erkennen.

Genauere Untersuchungen haben festgestellt, daß gefühlsbetonte Vorstellungen, z. B. das Auftauchen eines angenehmen Erinnerungsbildes, genau mit den gleichen Veränderungen im Blutumlauf einhergehen, wie gefühlsbetonte Empfindungen selbst. Sogar lediglich erwarteten oder vermuteten Sinnesempfindungen können die körperlichen Begleiterscheinungen zukommen, die sich bei ihrem wirklichen Auftreten einzustellen pflegen. Bei einer in Hypnose befindlichen Versuchsperson traten in Lehmanns Versuchen bei dem Riechen an die als Rosenstrauß verkannten Papierfetzen, ein Vorgang, der mit einem deutlichen Lustgefühl verknüpft wurde, die kennzeichnenden Veränderungen des Blutumlaufs, welche die Lust zu begleiten pflegen, ein.

Auch an den Großhirngefäßen lassen sich Begleiterscheinungen der Gefühlsvorgänge nachweisen. Eine lustbetonte Empfindung geht mit einer Erweiterung der Rindengefäße einher, wie man das an Leuten mit Schädellücken unter Anwendung der von Mosso zuerst angegebenen Versuchsanordnung nachweisen kann. Unlustbetonte Empfindungen führen dagegen meist zu einer Zusammenziehung der Rindengefäße. Sehr deutlich sind auch die Gefäßveränderungen in der Hirnrinde, die sich bei einem heftigen Schreck einstellen. Nach der Einwirkung des Schreckreizes setzt zunächst eine sehr deutliche Zusammenziehung der Hirnrindengefäße ein, die nach einigen Sekunden ihrer Erschlaffung und Erweiterung Platz macht.

Außer diesen Begleiterscheinungen auf dem Gebiete des Gefäßsystems lassen sich auch Veränderungen in dem elektrischen Verhalten der Haut nachweisen. Schon Tarchanoff hatte gezeigt, daß bei intellektuellen Vorgängen sich das Auftreten von Aktionsströmen, die durch unpolarisierbare Elektroden von der Hand nach einem empfindlichen Galvanometer abgeleitet werden können, feststellen läßt. Diese Aktionsströme kommen nach seiner Ansicht so zustande, daß unter der Einwirkung gefühlsbetonter Reize eine vermehrte Absonderung der Schweißdrüsen in der Haut stattfindet, die zur Entstehung eines Aktionsstromes Anlaß gibt. Dem-

nach würden nicht nur sehr intensive Gefühlsvorgänge, wie Angstzustände usw., von denen es allgemein bekannt ist, von einer vermehrten Schweißsekretion begleitet sein, sondern auch einfache gefühlsbetonte Empfindungen sind bereits imstande, eine Änderung der Schweißabsonderung an besonders empfindlichen Stellen, z. B. an der Hand, hervorzurufen. Diese Tarchanoffschen Untersuchungen sind später von Veraguth bestätigt und erweitert worden, obwohl dieser zunächst von einer anderen Versuchsanordnung ausging und seine Ergebnisse unter dem Namen des „psychogalvanischen Reflexphänomens“ beschrieb. Es erscheint demnach erwiesen, daß lebhaft gefühlsbetonte Vorgänge sich mit elektrischen Vorgängen in der Haut verknüpfen.

Praktisch wichtig ist auch, daß gefühlsbetonte Eindrücke Veränderungen in der Pupillenweite in dem Sinne hervorrufen, daß sich eine Erweiterung der Pupillen einstellt. Am Krankenbett kann es unter Umständen von Wichtigkeit sein, festzustellen, ob ein Schmerz wirklich empfunden oder nur vorgetäuscht wird. Eine Pupillenerweiterung spricht entschieden für die Echtheit des Schmerzes.

Experimentell läßt sich ferner zeigen, daß Zustände der Lust und Unlust auch auf die Muskelleistungen einen deutlichen Einfluß ausüben. Man kann dies am besten mit dem von Mosso angegebenen und von Kraepelin vervollkommeneten Ergographen nachweisen. Dabei wird der Versuchsperson die Aufgabe gestellt, nach dem Takte eines Metronoms ein Gewicht durch Beugen eines Fingers regelmäßig zu heben. Die Hubhöhen werden auf einer rotierenden Trommel verzeichnet. Man findet bei einem derartigen Vorgehen, daß die Hubhöhen langsam, aber stetig im Verlaufe des Versuches absinken. Läßt man nun auf die am Ergographen arbeitende Versuchsperson einen lustbetonten Reiz einwirken, so hält das normalerweise eintretende Absinken inne; es kommen sogar Hubhöhen zur Beobachtung, die die vorausgehenden Hubhöhen der ergographischen Kurve übertreffen. Umgekehrt beschleunigt ein unlustbetonter Reiz ganz erheblich das Absinken der ergographischen Kurve, wobei unter Umständen sofort nach Einwirken dieses Reizes die Hubhöhen auf die Hälfte zurückgehen.

Noch deutlicher als bei den gefühlsbetonten Empfindungen stellen sich alle diese körperlichen Begleiterscheinungen bei den

als „Affekte“ bekannten lebhaften Gefühlsvorgängen, die einen gesetzmäßigen Ablauf darbieten, ein. Ihre Einwirkung auf die motorischen Leistungen sind allgemein bekannt, und man unterscheidet danach gerade auch schon seit Kant sthenische und asthenische Affekte. Zu den ersteren würde z. B. der Zorn gehören während dessen die Muskelleistungen erheblich gesteigert erscheinen. Allgemein bekannt sind auch die Einwirkungen der Affektvorgänge auf die Tätigkeit der Abdominalorgane. Es läßt sich bei geeigneter Untersuchungsanordnung zeigen, daß durch einen Unlustaffekt die Magensaftsekretion sofort gehemmt werden kann, daß sich Änderungen in den Darmbewegungen, in der Entleerung der Harnblase usw. einstellen. Die Affekte wirken auch noch sehr viel energischer als die gefühlsbetonten Empfindungen auf die Blutzirkulation, und bei ihnen gerade stellen sich die eigentümlichen Empfindungen ein, die in die Brusthöhle verlegt werden.

8. Vorlesung.

Man hat in diesen, bisher als Begleiterscheinungen der Gefühlsvorgänge aufgefaßten körperlichen Äußerungen auch mehr sehen wollen als bloße Begleiterscheinungen oder ihre Folgewirkungen. Man hat sie als eigentliche Grundlagen der Gefühlsvorgänge aufgefaßt, und eine solche Auffassung ist namentlich von zwei Seiten, von Lange und James, vertreten worden.

Lange, ein dänischer Arzt, ging bei seiner Beweisführung ungefähr folgendermaßen vor: Er knüpft an die Erfahrungen über die Einwirkungen von Giften und Genußmitteln an. So bedingt z. B. der Alkohol, in kleineren Mengen genossen, eine gehobene Stimmung, und gerade dieser Eigenschaft verdankt er doch seine Rolle als Genußmittel. Der Mensch sucht und findet in dem Alkoholgenuß zeitweise ein Mittel, um seine Sorgen zu vergessen. Nun wissen wir aber von dem Alkohol, daß sein Genuß auch deutliche Veränderungen in der Schlagfolge des Herzens und überhaupt im ganzen Blutkreislauf hervorruft. Die Hautgefäße werden erweitert, daher die Rötung des Gesichts nach Alkoholgenuß, aber auch die Gefäße des Muskelsystems führen mehr Blut als sonst, und die Atmung wird ebenfalls verändert. Die bessere Durchblutung des Muskels soll nun eine leichtere Ausführbarkeit von Bewegungen bedingen. Die Summe aller dieser körperlichen Veränderungen kommt nach Langes Ansicht als dunkle, undeutliche Empfindungsmasse dem Betreffenden in der Form eines Lustgefühls zum Bewußtsein. Ebenso würden in einem Unlustzustand die veränderte Atmung, die andere Einstellung des Blutkreislaufes namentlich in der Brusthöhle und endlich die Blutleere der Haut und Muskulatur eben als Gesamtergebnis dieses Unlustgefühl hervorrufen. Also undeutliche, unklare Organempfindungen sind in diesen Fällen nach Langes Annahme die eigentlichen Grundlagen der Gefühlsvorgänge, und dies gilt ganz allgemein.

James ist auch mit aller Entschiedenheit für diese Auffassung eingetreten und hat den die äußersten Folgerungen dieser Theorie kennzeichnenden Satz geprägt: „Wir weinen nicht, weil wir traurig sind, sondern wir sind traurig, weil wir weinen.“ Die nach der häufigen Ansicht durch die Gefühlsvorgänge hervorgerufenen körperlichen Begleiterscheinungen werden also nach dieser James-Langeschen Theorie als ihre Ursachen aufgefaßt. Man hat die Theorie auch als „sensualistische Gefühlstheorie“ bezeichnet, was in letzter Linie alle Gefühle sensualistisch erklärt und auf Empfindungen zurückgeführt werden sollen.

Eine ähnliche Anschauung ist schon einmal in der Psychologie vertreten worden, und zwar in der Gefühlstheorie von Herbart. Er sah ebenfalls in den Gefühlsvorgängen etwas Sekundäres, das lediglich von dem Vorstellungsablauf abhängig sei. Herbart legte einen großen Nachdruck auf seine „Statik und Mechanik der Vorstellungen“, die er allein als psychische Elemente anerkannte. Je nachdem sich nun die Vorstellungen gegenseitig in ihrem Auftreten im Bewußtsein hemmen oder fördern, wird dem Träger des Bewußtseins diese Hemmung als Unlust-, die Förderung als Lustzustand bewußt.

Herbart gegenüber hat dann vor allen Dingen Lotze darauf hingewiesen, daß die Gefühlsvorgänge selbständige psychische Elemente seien. Es kann auch von psychophysiologischer Seite nicht genug die große Bedeutung der Gefühlsvorgänge hervorgehoben werden, die fälschlicherweise lange Zeit ungebührlich vernachlässigt wurden. Die sensualistische Gefühlstheorie hat Unrecht; sie hat aber das große Verdienst, die Aufmerksamkeit vieler Forscher auf die körperlichen Begleiterscheinungen der Gefühlsvorgänge gelenkt zu haben. Infolgedessen sind diese körperlichen Äußerungen der Gefühlsvorgänge in vorzüglicher Weise von den verschiedensten Untersuchern festgestellt worden. Gegen die sensualistische Gefühlstheorie jedoch, die z. B. von Sergi noch dahin weiter ausgebaut wurde, daß er in dem verlängerten Mark die eigentlichen Gefühlszentren sah, müssen wir schwerwiegende Bedenken erheben. Man hat auch versucht, im Tierexperiment die Unhaltbarkeit dieser James-Langeschen Theorie darzutun. Sherrington hat beim Hunde alle die Nerven durchschnitten, die über den Zustand der Herztätigkeit, des Blutumlaufs

usw. Nachrichten an das Zentralorgan gelangen lassen. Er konnte zeigen, daß die so operierten Tiere trotzdem noch deutlich die Erscheinungen von Gefühlsvorgängen, namentlich von Affekten, darboten, obwohl bei ihnen diese peripheren Veränderungen doch nicht mehr an das Bewußtseinsorgan gemeldet werden konnten.

Vor allen Dingen hat aber A. Lehmann an der Hand zahlreicher experimenteller Untersuchungen die James-Langesche Theorie widerlegt. Er konnte zeigen, daß die Veränderungen der peripheren Zirkulation sich bei einer Versuchsperson, die in der Selbstbeobachtung genügend geschult war, deutlich später einstellten als die Selbstwahrnehmung des zugehörigen Gefühlszustandes. Der Theorie nach müßten aber diese Veränderungen dem Bewußtwerden des Gefühlsvorganges deutlich vorausgehen. Man könnte gegen diese Lehmannsche Feststellung immer noch einwenden, daß es vielleicht nicht solche Veränderungen des peripheren Blutumlaufs seien, welche dem Individuum als Gefühle zum Bewußtsein kämen, sondern daß es vor allem die Veränderung der Zirkulation in der Hirnrinde sei, die die Grundlage der Gefühlsvorgänge darstelle.

Wie oben ausgeführt wurde, gehen gefühlsbetonte Empfindungen, wie sich bei sorgfältiger Versuchsanordnung nachweisen läßt, mit deutlichen Änderungen des Blutumlaufs in der Hirnrinde einher. Schon Meynert hatte sich früher dahin ausgesprochen, daß das gesteigerte Selbstgefühl und die heitere Erregung bei Kranken mit Gehirnerweichung wohl auf eine größere Blutfülle der Hirnrinde zurückzuführen seien. Er führte aus, daß eine Entzündung mit einer besseren Durchblutung des entzündeten Gewebes, mit einer Hyperämie einhergehe. Dies treffe natürlich auch für die Hirnrinde zu, die übrigens gegen solche Veränderungen des Blutumlaufes besonders empfindlich sei. Bei der Gehirnerweichung bestehe nun eine Entzündung der Hirnrinde, und so erkläre sich in einwandfreier Weise die häufige Beobachtung einer krankhaft heiteren Stimmungslage bei beginnender Gehirnerweichung. Umgekehrt bedinge eine ungenügende Blutversorgung der Hirnrinde die Selbstwahrnehmung eines Unlustgefühls.

Es läßt sich nun aber experimentell zeigen, daß die oben erwähnte Zusammenziehung der Rindengefäße bei einer unlustbetonten Empfindung keineswegs eine Bedingung darstellt, die

jeder Zeit erfüllt sein müßte, damit es zu einem Unlustgefühl käme. Es gibt sehr lebhaft Unlustzustände, bei denen keine Kontraktion der Rindengefäße, sondern sogar im Gegenteil ihre Erweiterung sich einstellt. Auch bei denjenigen Unlustzuständen, die in der Tat mit einer Kontraktion der Rindengefäße einhergehen, läßt sich weiter feststellen, daß diese Zusammenziehung ebenfalls wie die peripheren Gefäßveränderungen der Selbstwahrnehmung des Unlustzustandes nachhinkt, so daß auch eine solche Auslegung der sensualistischen Gefühlstheorie nicht zutreffend sein kann.

Wir sind durch unsere bisherigen Betrachtungen mitten hineingeführt worden in die Theorie der Gefühlsvorgänge. Lotze hat auf Grund seiner oben erwähnten Kurve des Gefühlsverlaufs bei wachsender Reizintensität Anschauungen vertreten, die man als eine biologische Auffassung der Gefühlsvorgänge bezeichnet hat. Bekanntlich hat man schon immer angenommen, daß die Gefühlsvorgänge in innigsten Beziehungen ständen zu dem Wohl und Wehe des empfindenden Subjekts, und daß sie Zeichen der Förderung oder Hemmung seines körperlichen oder geistigen Lebens seien. Aristoteles und Kant sind einer Meinung in der Annahme, daß Lust und Unlust auf eine dunkle Erkenntnis der Seele für die ihr zusagenden oder schädlichen Einwirkungen zurückzuführen seien. Die alltägliche Erfahrung zeigt, welche große Bedeutung dem Schmerz zukommt, der bedingt, daß sich ein mit ihm verbundener Reiz so tief in das Gedächtnis einprägt, daß er künftighin gemieden wird. Die schon oben erwähnte Tatsache der verschieden starken Gefühlsbetonung je nach der Innigkeit der Beziehungen der einzelnen Sinnesgebiete zum Wohl und Wehe des Subjekts weist ebenfalls auf eine solche teleologische Auffassung der Gefühlsvorgänge hin. Lotze hat nun die Ansicht vertreten, daß ein Reizvorgang so lange lustbetont sei, als der Zerfall in dem reizaufnehmenden Sinnesorgan durch die ständige Blutversorgung und die damit verbundenen Wiederaufbauprozesse ausgeglichen werden könne. Bedingt jedoch der Reiz eine so hochgradige Steigerung der Zerfallsvorgänge in dem Sinnesorgan, daß der jeweils mögliche Wiederersatz überstiegen wird, so kommt es nach Lotze zu einem Unlustgefühl. Diese Auffassung scheint äußerst naheliegend, jedoch müssen wir diese Anschauungen, die auf das periphere

Sinnesorgan bezogen wurden, auf diejenige Stätte übertragen, in der nach unserer Ansicht auch die Gefühlsvorgänge zustande kommen. Es kann dies, wie aus verschiedenen Erfahrungen hervorgeht, nur die Hirnrinde sein. Gerade die schon erwähnten Beobachtungen bei Kranken mit Gehirnerweichung, bei denen schon frühzeitig Veränderungen in dem Ablauf der Gefühlsvorgänge sich einstellen, und bei denen wir die ersten Krankheitsveränderungen in der Hirnrinde finden, weisen darauf hin, daß wir die Hirnrinde auch als Sitz der Gefühlsvorgänge in Anspruch nehmen müssen. Ähnliches beweisen die Erfahrungen an Tieren mit experimenteller vollständiger Zerstörung der Hirnrinde. Wir haben also die von Lotze vertretene biologische Auffassung der Gefühlsvorgänge auf die Vorgänge in der Hirnrinde zu übertragen, und wir gelangen damit zu der von Alfred Lehmann aufgestellten „dynamischen Gefühlstheorie“.

Ein kortikaler Vorgang ist so lange mit einem Lustgefühl verknüpft, als der Zerfall im Zentralnervensystem den ständigen Wiederersatz nicht übersteigt. Überschreitet der Zerfall diese Grenzen, so geht das Lustgefühl in ein Unlustgefühl über.

Wir führten schon früher aus, daß die materiellen Parallelvorgänge der psychischen Erscheinungen in der Großhirnrinde Dissimilationsprozesse seien. Wir erwähnten auch damals bereits, daß man den ständigen, durch den Blutumlauf ermöglichten Wiederersatz als Assimilation bezeichnet. In jedem lebenden Gewebe muß zwischen Dissimilation und Assimilation ein bestimmtes Verhältnis bestehen, d. h. es muß, wenn das Gewebe lebens- und funktionsfähig bleiben soll, so viel wiederersetzt werden, als zerfallen ist.

Das Verhältnis des Wiederersatzes zum Zerfall $\frac{A}{D}$ bezeichnet man als den „Biotonus“ eines Gewebes, ein Name, der von Verworn in die Physiologie eingeführt wurde. Der Biotonus eines Gewebes $\frac{A}{D}$ muß = 1 bleiben, wenn die Funktionen des betreffenden Gewebes unbeschädigt weiter vonstatten gehen sollen. Wird $\frac{A}{D}$ kleiner als 1, oder mit anderen Worten, überwiegt der Zerfall den Wiederersatz, so ist dies für das Gewebe gleichbedeutend mit einer ständigen Verschlechterung seiner Leistungsfähigkeit, die bei längerem An-

halten dieser Störung des Stoffwechselgleichgewichtes zum Tode des Gewebes führen muß.

Führen wir diesen Begriff in die dynamische Gefühlstheorie ein, so können wir sagen: Jeder Gefühlsvorgang ist solange von einem Lustgefühl begleitet, als der Biotonus der Großhirnrinde $= 1$ ist. Sinkt dieser unter 1, so schlägt das Lustgefühl in ein Unlustgefühl um. Dieser Umschlag ist also ein Anzeichen dafür, daß der stattfindende kortikale Prozeß die Unversehrtheit der Großhirnrinde zu bedrohen beginnt.

Diese dynamische Gefühlstheorie besitzt sehr erhebliche Vorzüge vor den anderen Theorien der Gefühlsvorgänge und gestattet vor allen Dingen auch mit Leichtigkeit eine Anwendung auf die krankhaften Verschiebungen der Gefühlsvorgänge, z. B. bei der Melancholie, der Manie usw.

Wir wollen noch kurz auf eine teleologische Betrachtung der Begleiterscheinungen der Gefühlsvorgänge an der Zirkulation eingehen. Ich führte früher aus, daß ein Lustgefühl mit einer Zunahme des Armvolumens, also mit einer besseren Durchblutung der Hautgefäße einhergehe, daß umgekehrt ein Unlustgefühl eine Abnahme des Armvolumens, eine relative Blutleere dieses Gliedabschnittes bedinge. Betrachten wir zunächst als gefühlsbetonte Reize lediglich solche Vorgänge, welche die Haut betreffen, so wird uns die Zweckmäßigkeit dieser Begleiterscheinungen, wie dies H. Weber dargetan hat, sofort in die Augen fallen. Eine Erweiterung der Hautgefäße bedingt eine bessere Durchblutung der Haut, in ihr liegen aber die Aufnahmeapparate der von der Haut übermittelten Sinnesempfindungen. Wir wissen nun von den Nerven, daß sie in ihrer Empfindlichkeit sehr wesentlich abhängig sind von ihrer Blutversorgung. Eine gute Blutversorgung wird also auch die Empfindlichkeit der Nervenapparate der Haut steigern. Der angenehme Reiz hat also Gelegenheit möglichst lebhaft auf diese Apparate einzuwirken, er wird, wenn ich mich eines Bildes bedienen darf, von dem Betreffenden möglichst ausgekostet. Das Umgekehrte ist bei einer unlustbetonten Hautempfindung der Fall. Die Verengerung der Blutgefäße führt natürlich eine verminderte Sauerstoffversorgung des durchströmten Gewebes herbei, und Hand in Hand damit geht zweifellos eine Herabsetzung der Reizschwelle der Hautsinnesapparate. Der unange-

nehme Hautreiz erfährt schon dadurch eine erhebliche Abschwächung. Der Betreffende wird schon so vor dem unlustbetonten Reiz etwas geschützt. Diese Begleiterscheinungen sind aber teleologisch nur verständlich, wenn es sich um gefühlsbetonte Reize handelt, welche auf die Haut einwirken. Sie stellen sich aber, wie ich Ihnen ausführte, ebenso bei anderen Sinnesqualitäten ein, sogar bei Gefühlen, die intellektuelle Vorgänge begleiten. Wir sehen eben hier, was uns später noch einmal begegnen wird, daß die Begleiterscheinungen der Vorgänge eines bestimmten Sinnesgebiets assoziativ mit allen anderen Sinnesgebieten verknüpft werden. Auch unangenehme Gesichtsreize gehen mit dieser Veränderung der Hautgefäße einher, die in diesem Fall einer teleologischen Erklärung zunächst nicht zugänglich ist und lediglich als eine derartige assoziative Übertragung von einem Sinnesgebiet auf ein anderes angesehen werden muß.

Wir haben ausführlicher die Begleiterscheinungen der Gefühlsvorgänge betrachtet, weil man, wie erwähnt, eben zum Teil in diesen Vorgängen etwas mehr gesehen hat, als einfache Begleiterscheinungen, sondern sie auch als Ursachen der Gefühlsvorgänge ansprach. Dabei haben wir aber bisher vollständig von den bekanntesten Begleiterscheinungen der Gefühlsvorgänge abgesehen, die Ihnen allen geläufig sind, nämlich von denen, die man als „Ausdrucksbewegungen“ bezeichnet. Während sicherlich die Veränderung des Pulses, der Atmung usw., über die ich Ihnen berichtet habe, Ihnen zum Teil wenigstens neu gewesen sein werden, wissen Sie alle, daß Gefühlsvorgänge mit Veränderungen des Gesichtsausdruckes, der Haltung usw. einhergehen.

Der gebildete Mensch hat gelernt, seine Gefühlsvorgänge nicht so offen zur Schau zu tragen, und die z. T. unwillkürlichen Ausdrucksbewegungen zu unterdrücken. Jedoch beim Kind können Sie diese noch in ihrer ganzen Ursprünglichkeit beobachten, ebenso übrigens auch bei Geisteskranken. Sie wissen, daß ein Kind, welches sich in einer freudigen Stimmungslage befindet, ganz anders aussieht als ein trauriges. Sie kennen die weit geöffneten, glänzenden Augen, den leicht geöffneten Mund, die aufrechte Haltung und die mit einer gewissen Kraft und Anmut ausgeführten raschen Bewegungen des frohen Kindes. Genau das Gegenteil finden Sie bei der traurigen Stimmungslage des Kindes. Die Augen

sind halb geschlossen, die Augenlider senken sich über die Augen herab, der Mund ist ebenfalls geschlossen, die Mundwinkel hängen herab, der Kopf wird leicht auf die Brust gesenkt, die ganze Haltung ist etwas zusammengesunken, und die Bewegungen erfolgen langsam und zum Teil ungeschickt. Diese Ausdrucksbewegungen sind für jeden unverkennbar und werden auch von anderen Kindern sofort verstanden, sogar Tiere sind in der Lage, diese Ausdrucksbewegungen der Menschen richtig zu deuten. Man kann auch diese beiden gegensätzlichen Zustände auf eine allgemeinere Formel bringen. In dem freudigen Zustand sind gewissermaßen alle Sinnespforten weit geöffnet, um das Angenehme möglichst deutlich und scharf aufzunehmen, und durch rasche Bewegung auch in dessen Besitz zu gelangen. Umgekehrt schließt sich in der Trauer das Kind gegen die Außenwelt ab; die Sinnespforten werden daher geschlossen, die Bewegungen erfolgen nicht oder nur langsam. Es ist ein Abwenden von dem unangenehmen Reiz.

Auch diese Ausdrucksbewegungen lassen sich so schon von einem allgemein teleologischen Gesichtspunkt aus erklären. Es läßt sich dies jedoch noch in allen Einzelheiten durchführen. Ich möchte mich aber hier nicht in solche Einzelheiten verlieren und lediglich darauf hinweisen, daß hier das wieder zutage tritt, was wir oben über die Begleiterscheinungen an den Hautgefäßen gesagt haben. Ich wähle, um Ihnen dies klar zu machen, ein besonderes Beispiel heraus: die auffallende Veränderung der mimischen Muskulatur des Mundes in einem Unlustzustand. Darwin hat gezeigt, daß die eigentümliche Mundstellung derjenigen entspricht, welche sich einstellt bei Wahrnehmung eines bitteren Geschmacks. In diesem Fall erweist sich diese Zusammenstellung von Muskelbewegungen wieder als sehr zweckmäßig. Sie dient nämlich dazu, die bitterschmeckende und für den Betreffenden unangenehme Substanz möglichst von den reizaufnehmenden, in besonderer Weise in der Mundhöhle angeordneten Geschmacksknospen abzuhalten. Diese hier äußerst zweckmäßige Zusammenstellung von Muskelbewegungen ist von dem Geschmacksreiz wieder auf alle unangenehmen Empfindungsqualitäten übertragen worden. Daher stellt sich auch bei einem rein psychischen Schmerz diese eigentümliche Mundstellung, die in diesem Fall gar keinen Sinn mehr hat, ein. Ein solches Verfolgen des Entwicklungs-

ganges dieser Begleiterscheinungen läßt uns aber, wie Sie sehen, sehr wohl das ursprünglich Zweckmäßige an ihnen erkennen.

Die Ausdrucksbewegungen der Gefühlsvorgänge besitzen auch ein besonderes Zentralgebiet innerhalb des Gehirns. Die von selbst stattfindenden Einstellungen dieser Bewegungen weisen schon darauf hin, daß wir diese Stätte höchstwahrscheinlich nicht in dem der willkürlichen Bewegung dienenden Teil des Großhirns zu suchen haben. In der Tat sprachen ziemlich gleichzeitig Nothnagel und Bechterew, die sich auf Erfahrungen am Krankenbett stützten, sich dahin aus, daß die Zentralstelle für die Ausdrucksbewegungen höchstwahrscheinlich der Sehhügel, der Thalamus opticus, sei. Er stellt das eigentliche Zentrum für diese Psycho-reflexe, wie man sie auch bezeichnet hat, dar.

Literatur.

H. Berger, Die körperlichen Äußerungen psychischer Zustände, Bd. 1, 1904; Bd. 2, 1907. — Binswanger, Die psychologische Denkrichtung in der Heilkunde, Rektoratsrede, Jena 1900. — Ch. Darwin, Der Ausdruck der Gemütsbewegungen bei Menschen und Tieren. Übersetzt von Carus. Stuttgart 1872. — James, The principles of Psychology, London 1901. — J. Fr. Herbart, Lehrbuch der Psychologie, 1816. — Horwicz, Psychologische Analysen, Halle 1872. — Lange, Über Gemütsbewegungen, Übersetzt von Kurella, Leipzig 1887. — A. Lehmann, Die Hauptgesetze des menschlichen Gefühlslebens, Leipzig 1892. — A. Lehmann, Die körperlichen Äußerungen psychischer Zustände, I. Teil, Leipzig 1899; II. Teil, Leipzig 1901. — Lipps, Vom Fühlen, Wollen und Denken, Wiesbaden 1902. — Lotze, Medizinische Psychologie, 1852. — Meynert, Klinische Vorlesungen über Psychiatrie, Wien 1890. — Mosso, Über den Kreislauf des Blutes im menschlichen Gehirn, Leipzig 1881. — Pagel, Geschichte der Medizin. Berlin 1898. — Tarchanoff, Über die galvanischen Erscheinungen in der Haut des Menschen usw., Pflügers Archiv, Bd. 49, 1890. — Veraguth, Das psychogalvanische Reflexphänomen, Berlin 1909. — Verworn, Allgemeine Physiologie, Jena 1903. — E. Weber, Der Einfluß psychischer Vorgänge auf den Körper, Berlin 1910. — Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, 6. Aufl., Leipzig 1908. — Ziehen, Leitfaden der physiologischen Psychologie, 11. Aufl., 1920.

9. Vorlesung.

Wir wollen jetzt die Willensvorgänge oder, wie man sie wegen der Rolle, die die Hand bei den wichtigsten derselben zu spielen pflegt, auch bezeichnet hat, die Handlungen besprechen. Es taucht für uns da zunächst die Frage auf, ob wir genötigt sind, weitere psychische Elemente oder vielleicht gar ein eigenes Willensvermögen anzunehmen, das nach Art einer Sonderseele mit den sich ihm darbietenden psychischen Inhalten nach seinem Gutdünken schaltet und auch in das Getriebe der körperlichen Vorgänge einzugreifen vermag. Man hat doch auch gerade in den Willenserscheinungen immer einen der Hauptbeweisgründe für eine Wechselwirkung zwischen Leib und Seele gesehen, und es scheint doch gerade hier die Einwirkung eines rein psychischen Vorgangs in der Form eines Entschlusses auf die sogenannte willkürliche Muskulatur des Körpers durch die Vermittlung des Zentralnervensystems sofort in die Augen zu springen. Mehr als bei allen anderen bisher betrachteten psychischen Vorgängen erscheint hier die Hirnrinde als das Werkzeug der Seele. Es ist daher eigentlich auch selbstverständlich, daß unsere Erklärung für das Zustandekommen der Willensvorgänge vom Standpunkt des psychophysischen Parallelismus aus, der doch eine Wechselwirkung zwischen psychischen und physischen Vorgängen entschieden ablehnt, sich etwas schwieriger gestalten muß.

Wir wollen zunächst eine einfache Handlung näher betrachten.

Ein Kind hat sich müde gespielt; es nimmt den von zuhause mitgenommenen Apfel aus der Tasche und ißt ihn, also eine ganz alltägliche Handlung. Vom psychologischen Standpunkt betrachtet, hat das ermüdete und hungrige Kind eine Reihe von Organempfindungen, die teils vom Muskelsystem und den damit in Beziehung stehenden Apparaten, teils von bestimmten inneren Organen, wie dem Magen, dem Schlund und Rachen, ausgelöst

werden, und die verbunden sind mit einem starken Unlustgefühl. Von diesem dunklen Hintergrund hebt sich das Erinnerungsbild des von daheim mitgenommenen Apfels, das an sich schon lustbetont ist, nur um so schärfer ab, und nun kommt es zur Ausführung einer Bewegung. — Es fragt sich für uns, wie kommt plötzlich dieser Bewegungsvorgang zustande. Wird hier nicht eben doch der psychophysische Parallelismus in auffallender Weise durchbrochen?

Um dies erklären zu können, müssen wir zunächst die Bewegungsvorgänge ganz allgemein betrachten, soweit sie sich an lebenden Wesen abspielen. Die einfachsten Formen dieser Bewegungsvorgänge sind nun diejenigen, die man als Reflexe bezeichnet. Auf der niedrigsten Stufe der Tierwelt finden wir fast ausschließlich solche Reflexvorgänge, jedoch sind sie auch bei den höher und höchst organisierten Organismen noch nachzuweisen. Auch wir selbst beobachten an unserem Körper derartige Bewegungsvorgänge. Diese Reflexbewegungen sind ausgezeichnet durch ihren stets gleichmäßigen oder, wie man dies zu bezeichnen pflegt, durch ihren maschinenmäßigen Ablauf. Eine einfache Reflexbewegung ist zum Beispiel folgende: Wenn unser Auge plötzlich von einem blendenden Licht getroffen wird, so schließt sich dasselbe sofort von selbst, und zwar noch bevor wir von dem blendenden Lichtreiz eine bewußte Empfindung haben. Der Reiz wird also vom Auge aufgenommen und dann baldmöglichst in eine Bewegung umgesetzt. Zum Zustandekommen eines Reflexes ist immer ein vorgebildeter Reflexbogen notwendig. Er besteht aus einem den Reiz aufnehmenden und zentralwärts weiter leitenden Nerv, dann aus einem Reflexzentrum und endlich aus einem peripherwärts leitenden, den zugehörigen Muskel in Bewegung setzenden Nerv. In dem eben angeführten Beispiel des sogenannten Blendungsreflexes ist die Netzhaut der reizaufnehmende Apparat, der Sehnerv ist derjenige Nerv, der den Reiz zentralwärts leitet. Die Lage des Reflexzentrums ist uns in diesem besonderen Fall nicht genauer bekannt, wir wissen aber, daß der Augenschluß vermittelt wird durch die Bahn des Fazialis, der also bei diesem Reflex den peripherwärts leitenden Nerv darstellt.

Es gibt nun zahlreiche solche Reflexvorgänge. Ich erinnere Sie nur an die Verengung der Pupillen bei Lichteinfall, an das

Zurückziehen eines Gliedes bei einem plötzlichen Stich in dasselbe, und dergl. mehr. Der Name „Reflex“ rührt von Descartes her, und ist darin begründet, daß man die Vorgänge bei demselben in Analogie setzte zu bekannten optischen Erscheinungen, nämlich zur Reflexion eines auf eine spiegelnde Fläche auffallenden Strahles. Wie der einfallende Strahl als reflektierter von der spiegelnden Fläche zurückgeworfen wird, so wird der einbrechende Reiz im Reflexzentrum nach außen reflektiert und der Außenwelt in der Form einer Bewegung wieder zugeführt. Die Reflexvorgänge sind in sehr großer Anzahl im Nervensystem durch fest aneinander gefügte Bahnen organisch vorgebildet. Der auslösende Reiz führt ohne weiteres zum Zustandekommen der betreffenden Bewegung, die aber einer weiteren Vervollkommenung nicht zugänglich ist. Sie geht — wie schon gesagt — maschinenmäßig von statten.

Zweitens muß ich Sie an das erinnern, was ich in diesen Vorlesungen schon ausführte, nämlich unsere Auffassung des Muskelsystems und der mit ihm zusammenhängenden Skeletteile als eines eigenen Sinnesgebietes, von dessen Eindrücken ebenso wie auf anderen Sinnesgebieten Engramme zurückbleiben. Sie ermöglichen es uns, auch bei geschlossenen Augen jeder Zeit anzugeben, in welcher Lage und Stellung sich unsere Glieder befinden. Daß die Annahme solcher Engramme der inneren Tastempfindungen nicht etwas Willkürliches ist, darauf weist auch die Tatsache der Muskelsinnhalluzinationen hin. Es kommt z. B. bei Geschwülsten der hinteren Zentralwindung gelegentlich vor, daß die Betreffenden die Empfindung haben, als ob sich ein Glied, z. B. ihr Arm bewege, ohne daß er nur die geringste Bewegung ausführt. Durch den pathologischen Reiz sind eben solche Engramme in Erregung versetzt worden, genau wie dies bei Reizvorgängen in der Sehsphäre vorkommen und zu Gesichtshalluzinationen führen kann. Also das Muskelsystem steht auch in dieser Beziehung einem Sinnesgebiet vollständig gleich und besitzt auch, genau wie jedes andere, wie schon früher erwähnt, seine zentrale Vertretung.

Drittens muß ich Sie darauf aufmerksam machen, daß die Großhirnrinde nicht nur intellektuelle, sondern auch motorische Funktionen zu erfüllen hat. Seit der Entdeckung von Fritsch und Hitzig im Jahre 1870 wissen wir, daß es in der Großhirnrinde

ein Zentralgebiet gibt, bei dessen künstlicher Reizung sich Bewegungserscheinungen einstellen. Dieses Zentralgebiet ist auch beim Zustandekommen aller willkürlichen Bewegungen beteiligt. Es wird als die motorische Region der Großhirnrinde bezeichnet und findet sich symmetrisch angelegt an ganz bestimmten, ihrer Lage nach uns genau bekannten Stellen der Großhirnhalskugeln. Eine elektrische Reizung innerhalb dieser motorischen Region, wie sie bei Gelegenheit von Hirnoperationen auch am Menschen von Horsley und in Deutschland namentlich von Fedor Krause ausgeführt wurde, ruft komplizierte Bewegungen in den Gliedmaßen der gegenüberliegenden Körperseite hervor. Man kennt sehr genau gesonderte Bewegungszentren der Rinde für die einzelnen Finger, die Hand als Ganzes, den Unterarm usw., worauf wir hier im einzelnen nicht eingehen können. Für unsere Betrachtungen genügt uns hier die Tatsache, daß es eine solche motorische Region in der Großhirnrinde gibt, und daß ihre Reizung ohne weiteres zum sofortigen Zustandekommen von komplizierten Bewegungsvorgängen nach der Art der sonst uns als willkürliche Bewegungen bekannten Erscheinungen führt.

Endlich wissen wir auch, daß lebhaftere Vorgänge in der Großhirnrinde immer eine Neigung zeigen, eben diese motorischen Zentren der Rinde in Mitleidenschaft zu ziehen. Wenn Sie z. B. lebhaft an einen großen Berg denken, so ergibt es sich oft ganz von selbst, gewissermaßen unwillkürlich, daß Sie die Augen so aufschlagen, als ob Sie an dem Berg in die Höhe sähen. Wenn Sie ferner einen mit einer Bleikugel beschwerten Faden, ein sogenanntes siderisches Pendel, zwischen Daumen und Zeigefinger fassen und vor sich hin halten, so wird das Pendel zunächst in einer beliebigen Richtung schwingen. Wenn Sie sich dann vornehmen, an eine ganz bestimmte Bewegungsrichtung des Pendels zu denken, so können Sie feststellen, daß nach kurzer Zeit das Pendel in der Tat genau in der vorgestellten Richtung schwingt. Die lebhaftere Vorstellung der Bewegung hat dazu geführt, daß Sie ganz ohne Ihr bewußtes Zutun die Bewegungen ausgeführt haben, die das Pendel in diese Richtung zwingen. Noch viel häufiger tritt aber diese motorische Begleiterscheinung kortikaler Vorgänge an einem kleinen Muskelgebiet zutage, das vor allen anderen ausgezeichnet ist durch seine ständige Übung und auch durch die

geringe Masse des in Bewegung zu setzenden Apparates. Es ist dies die Sprachmuskulatur. Ich brauche Sie nur an das klassische Beispiel der Kraniche des Ibykus zu erinnern. Das lebhaft gefühlbetonte Erinnerungsbild, das bei dem Mörder beim Anblick der unheilverkündenden Kraniche auftaucht, führt ganz von selbst, gegen seinen Willen, zum Aussprechen der verhängnisvollen Worte. Der lebhafte Rindenvorgang fließt in das motorische Gebiet ab.

Bekanntlich dient diese Erscheinung auch dazu, um Experimente der Form des Gedankenlesens, die man auch als Muskellesen bezeichnet hat, anzustellen. Man geht dabei meist so vor, daß in Abwesenheit des Gedankenlesers ein Gegenstand versteckt wird, und daß der Gedankenleser dann mit verbundenen Augen die Person an die Hand nimmt, die den Gegenstand versteckt hat. Die letztere hat die Aufgabe, möglichst lebhaft an den versteckten Gegenstand zu denken. Es läßt sich nun zeigen, wenn man, wie dies Preyer, Gley und andere getan haben, eine Mareysche Aufnahmekapsel zwischen die Hand des Gedankenlesers und der der Versuchsperson einschiebt, daß die Versuchsperson den Gedankenleser nach der Richtung hinzieht, wo der Gegenstand versteckt ist. Sie gibt ferner, natürlich gegen ihren ausdrücklichen Willen, durch unbewußte ausgiebigere Bewegungen und eine Änderung der Atmung zu erkennen, wenn der Gedankenleser an der richtigen Stelle angelangt ist. Auch hier haben wir diese motorische Begleiterscheinung lebhafter kortikaler Vorgänge vor uns; denn es ist ein unbedingtes Erfordernis zum Gelingen dieses Experimentes, daß die Versuchsperson imstande ist, ihre ganze Aufmerksamkeit auf den versteckten Gegenstand zu konzentrieren. In ähnlicher Weise kommt bekanntlich auch das so beliebte Experiment des Tischrückens zustande, indem feinste, ungewollte Bewegungen der Beteiligten sich zufällig summieren und dem leicht beweglichen Tisch zunächst eine leichte Bewegung erteilen, die von diesem Augenblick an durch das unbeabsichtigte Zusammenwirken aller mehr und mehr gesteigert wird.

Diese vier eben besprochenen Punkte genügen, um uns das Zustandekommen der willkürlichen Bewegungserscheinungen verständlich zu machen. Wir müssen aber hierbei von der Entwicklung der willkürlichen Bewegungen beim Kinde ausgehen. Das neugeborene Kind bietet zunächst nur Reflexvorgänge dar, die durch

die verschiedensten Reize ausgelöst werden. Auch diese Reflexbewegungen hinterlassen jedoch, sobald sich die entsprechenden Zentren der Großhirnrinde in den ersten Lebensmonaten so weit entwickelt haben, daß sie aufnahmefähig sind, Engramme. Aus der Gesamtheit aller vorkommenden Reflexbewegungen heben sich nun diejenigen, welche von einem Erfolg begleitet waren, heraus. Die erzielte positive Gefühlsbetonung dieser bedingt, daß auch die zugehörigen Engramme sich tiefer eingraben und dementsprechend leichter wieder geweckt werden können. Ein Unlustzustand hat z. B. beim Kinde eine Reihe von Reflexbewegungen hervorgerufen; unter ihnen ist zufällig eine, die imstande ist, den bestehenden Unlustzustand zu beheben, so daß nun ein Lustgefühl sich einstellt. Die Engramme dieser Reflexbewegung werden sich natürlich von den erfolglosen Reflexvorgängen vorteilhaft abheben, und daher auch leichter wieder geweckt werden können. Tritt neuerdings der gleiche oder ein ähnlicher Unlustzustand ein, so wird jetzt nicht mehr eine große Zahl unzweckmäßiger Reflexbewegungen, sondern gerade diejenige sich einstellen, die imstande war, den Unlustzustand zu beseitigen. So entwickeln sich aus den Reflexbewegungen heraus die willkürlichen Bewegungen, indem das Kind allmählich lernt, den ihm zur Verfügung gestellten Muskelapparat zu gebrauchen.

Auch der Erwachsene ist nämlich nicht imstande, jede beliebige Bewegung ohne weiteres auszuführen. Ebenso wenig, wie wir uns eine Pflanze oder sonst etwas vorstellen können, was wir nie gesehen haben, ebenso wenig sind wir imstande, eine Bewegung auszuführen, von der wir nicht irgendwelche früheren Spuren besitzen. Nur sind die Verhältnisse für Bewegungsvorgänge insofern viel günstigere, als im Laufe des Lebens eine unendliche Menge von Bewegungskombinationen von uns ausgeführt wurde, die als Grundlage für neue Bewegungszusammenstellungen dienen können. Sollen wir jedoch eine uns vollständig neue Bewegung machen, so gehen wir so vor, daß wir zunächst eine ähnliche Bewegung versuchen und so lange herumprobieren, bis der beabsichtigte Bewegungserfolg eintritt. Durch zufällige Entgleisungen finden wir also die richtige Bewegungskombination. Nunmehr sind wir imstande, die erstrebte Bewegung auch willkürlich auszuführen, da die Reproduktion des Engrammes einer Bewegung ohne weiteres zur

Ausführung dieser Bewegung führt. Die lebhafteste Vorstellung einer Bewegung bedingt eben, wie wir oben gesehen haben, ihren Vollzug.

Daß wir aber in unserem Bewußtsein für gewöhnlich genauere Erinnerungsbilder von Bewegungsvorgängen nicht vorfinden, hängt mit einer anderen, sehr wichtigen Eigentümlichkeit unseres Bewußtseins zusammen. Ich führte Ihnen vorhin aus, daß wir eine neue Bewegung mühsam erlernen müssen, bis wir durch Ausprobieren die richtige Bewegungskombination gefunden haben. Das Kind lernt so mühsam die schwierigen Bewegungen auszuführen, die für das Gehen, oder auch die noch ungleich verwickelteren Bewegungskombinationen, die für das Sprechen notwendig sind. Der Erwachsene geht selbst auf unebenem Boden, z. B. eine Treppe hinauf, ohne an die Ausführung der erforderlichen Bewegungen überhaupt zu denken. Selbst solche Bewegungszusammenstellungen, wie sie beim Klavierspielen, beim Vorlesen usw. erforderlich sind, können bei entsprechender Übung ohne Nachdenken rein automatisch, wie man das zu bezeichnen pflegt, vollzogen werden. Sehr häufig wiederholte, unter der Kontrolle auftauchender Engramme ausgeführte willkürliche Bewegungen, erleiden ganz allmählich insofern eine Abänderung, als der sie begleitende Bewußtseinsvorgang immer mehr in den Hintergrund tritt, und überhaupt die psychische Reihe ganz verblassen kann. Es tritt da deutlich das Bestreben einer Ökonomie auf geistigem Gebiete zutage, indem durch dieses Verschwinden des psychischen Parallelprozesses da, wo er überflüssig geworden ist, eine Summe von psychischer Energie für andere Vorgänge frei wird. Die sehr häufige Wiederholung aller möglicher Bewegungszusammenstellungen bedingt es, daß ihr psychischer Parallelprozeß ein äußerst undeutlicher geworden ist und eben nur unter pathologischen Bedingungen, wie bei den Muskelsinnhalluzinationen, wieder ins Bewußtsein eintritt. — Ich hoffe, daß Ihnen so das Hineinspielen motorischer Erscheinungen in die psychischen Prozesse, welche man als Handlungen bezeichnet, vom Standpunkt des psychophysischen Parallelismus aus verständlich wurde.

Eine weitere Besprechung der Willenserscheinungen scheint mir aber nicht geboten. Ich möchte nur darauf hinweisen, daß wir hier lediglich die einfachste Handlung zergliederten. Es tritt in der Mehrzahl der Fälle eine Komplikation insofern ein, als nicht

nur eine gefühlsbetonte Vorstellung auftaucht und bestimmend einwirkt auf den Eintritt von Bewegungserscheinungen, sondern daß es sich um mehrere derartige gefühlsbetonte Erinnerungsbilder, die man dann als Motive bezeichnet, handeln kann. Man muß aber an dem Standpunkt festhalten, daß ein willkürliches Schalten mit diesen Motiven nicht möglich ist, sondern daß eine Determination der Willenserscheinungen besteht. Es ist dabei aber zu berücksichtigen, daß eben nicht nur die gerade im Vordergrund des Bewußtseins stehenden antreibenden oder abhaltenden Motive, sondern auch die ganzen Lebenserfahrungen des entscheidenden Menschen, die in einer Unsumme von gefühlsbetonten Vorstellungen niedergeschlagen sind, mitbestimmend wirken, also determinierende Faktoren darstellen.

Wir wollen nun noch kurz auf einige Handlungen der Tiere eingehen, die ein großes psychophysiologisches Interesse besitzen, und zwar auf die sogenannten Instinkthandlungen. Man kennt eine große Zahl solcher Vorgänge, und ich will nur ein einzelnes Beispiel herausgreifen, um an ihm Ihnen eine Tatsache klar zu machen, die mir auch für die menschliche Psychologie sehr wichtig erscheint. Ich wähle das allbekannte Beispiel des Hamsters. Ein in dem betreffenden Sommer geborener Hamster sammelt, auch von seinen Eltern getrennt, beim Herannahen des Herbstes Früchte für den kommenden Winter. Es ist selbstverständlich, daß er aus eigener Erfahrung von der Veränderung, die sich dann in der Natur vorbereitet, und von der sich daraus ergebenden Notwendigkeit, sich für den Winter mit Vorräten zu versehen, nichts wissen kann. Man hat diese eigentümliche Erscheinung in verschiedener Weise zu erklären versucht.

Eine theologische Auffassung glaubte darin das direkte Einwirken des Schöpfers zu sehen. Andererseits meinte man hier einen Beweis für die angeborenen Ideen von Leibniz vor sich zu haben. Wir stehen heutigentages auf einem etwas kritischeren Standpunkt und glauben, daß diese Vorgänge so zu erklären sind, daß es sich um von der Gattung erworbene Automatismen handelt, die durch den äußeren Reiz, in diesem Fall durch die Veränderung der Temperatur usw., in Tätigkeit gesetzt werden. Die Erfahrungen der Gattung haben Abänderungen des Zentralnervensystems der einzelnen Tiere, also des Hamsters, hervorgerufen, so daß er bei

dem äußeren Reiz mit diesen komplizierten Bewegungen, die zum Zusammentragen von Vorräten führen, antwortet, ohne eigentlich selbst zu wissen, zu welchem Zweck dies geschieht. Die Erfahrungen seiner Vorfahren sind gewissermaßen in seinem Nervensystem mechanisiert. Eine solche Erklärung setzt natürlich voraus, daß man mit Lamarck und anderen eine Vererbung erworbener Eigenschaften annimmt.

Auch beim Menschen müssen wir ähnliche Vorgänge annehmen, und sie spielen wohl sicherlich auch bei dem verhältnismäßig so rasch vor sich gehenden Erlernen der Sprache von Seiten unserer Kinder eine Rolle. Eine so hervorragende geistige Entwicklung, wie sie Helen Keller trotz Abwesenheit der wichtigsten Sinnesorgane darbietet, ist auch nur verständlich, wenn man annimmt, daß auch in unserem Gehirn die Erfahrungen der Ahnenreihe gewisse Abänderungen hervorgerufen und eine Art von Engrammen der Gattung hinterlassen haben, die durch äußere Reize in Tätigkeit versetzt, aktualisiert werden können. H. Spencer steht auch auf dem Standpunkt, daß die tatsächlich gegebenen Verhältnisse der äußeren Welt Veränderungen in dem Zentralnervensystem der mit ihr in ständiger Wechselwirkung stehenden Wesen hervorgerufen haben. Auch unser Zentralnervensystem, unsere Gehirnrinde, sei gewissermaßen über die Wirklichkeit modelliert. Er erklärt so auch, wie schon erwähnt, das a priori der Raumanschauung, indem er den Raum als gegebene Realität auffaßt, die bei der ständigen Wiederkehr bei allen Sinneseindrücken zahlloser Generationen und der ganzen phylogenetischen Ahnenreihe eine so tiefgreifende dauernde Veränderung des Zentralnervensystems hervorgerufen habe, so daß die Raumanschauung gewissermaßen allen Erfahrungen vorauszugehen scheint.

Literatur.

Ebbinghaus, Grundzüge der Psychologie, Leipzig 1905. — Ebbinghaus, Abriß der Psychologie, Leipzig 1908. — Gley, Etudes de Psychologie physiologique, Paris 1903. — Helen Keller, Geschichte meines Lebens, 1905. — A. Lehmann, Aberglauben und Zauberei. Deutsch von Petersen, 1898. — Ribot, Der Wille, Berlin 1893. — Herbert Spencer, Die Prinzipien der Psychologie, übersetzt von Vetter, Stuttgart 1903. — Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, 6. Aufl., Leipzig 1908. — Wundt, Vorlesungen über die Menschen- und Tierseele, Hamburg 1908. — Ziehen, Leitfaden der physiologischen Psychologie, 11. Aufl., 1920.

10. Vorlesung.

Nach der landläufigen Ansicht kann im Bewußtsein in einem umschriebenen Zeitabschnitt jeweils nur eine Wahrnehmung, eine Vorstellung, überhaupt nur ein psychischer Vorgang vorhanden sein. Man bezeichnet das als die Enge des Bewußtseins. Experimentelle Untersuchungen, auf die ich hier nicht eingehen will, haben nun ergeben, daß eine solche absolute Enge des Bewußtseins nicht besteht, und daß gleichzeitig im Bewußtsein eine, wenn auch beschränkte Anzahl psychischer Vorgänge abzu- laufen pflegt, die verschiedene Grade der Klarheit und Deutlichkeit aufweisen. Man hat diese eigentümliche Zusammensetzung des Bewußtseinszustandes sich auch im Bilde klarzumachen versucht, indem man die Verhältnisse des äußeren Auges auf die Bewußtseinserscheinungen übertrug. Bekanntlich besitzt jedes Auge ein Gesichtsfeld, d. h. wir sehen nicht nur das, was wir gerade fixieren, sondern nehmen auch — allerdings weniger scharf — die außerhalb des Fixierpunktes befindlichen, also nicht auf der Stelle des deutlichsten Sehens abgebildeten Gegenstände wahr. Übertragen wir dies auf die Bewußtseinserscheinungen, so spricht man von einem inneren Blickfeld und einem inneren Blickpunkt, der dem Fixierpunkt der Augen entspricht. Die klar im Bewußtsein vorhandenen Vorgänge befinden sich im inneren Blickpunkt, die weniger deutlichen mehr oder minder peripherwärts im Blickfeld, während die dunkle Masse der sonst noch vorhandenen Vorstellungen wohl ganz an der Peripherie des inneren Blickfeldes gelagert erscheint.

Taine hat ein anderes Bild gebraucht. Er führt aus, daß man einen Bewußtseinszustand den Vorgängen auf einer Bühne, die eine gewisse Tiefe besitze, vergleichen könne. Die klaren Bewußtseinsvorgänge würden den gerade im Vordergrund stehenden Schauspielern, die unklarerer den mehr im Hintergrund befindlichen Volksmassen usw. entsprechen.

Es sind dies alles nur Bilder, die uns die Zusammensetzung eines Bewußtseinszustandes verdeutlichen sollen, und die natürlich keinen Anspruch darauf erheben können, daß sie sich mit den Vorgängen wirklich decken. Sie alle kennen übrigens diese Tatsachen längst. Sie gehen auf der Straße in Gedanken versunken an einem Bekannten vorüber. Er grüßt Sie; Sie erwidern den Gruß nicht, und erst wenige Sekunden später fällt Ihnen ein, daß Sie eben an einem Ihnen bekannten Herrn vorbeigegangen seien, ohne seinen Gruß zu erwidern. Es standen eben andere Bewußtseinsvorgänge in Ihrem inneren Blickpunkt; infolgedessen wurde der Eindruck des Bekannten zwar im inneren Blickfeld aufgenommen, konnte jedoch nicht in den Blickpunkt gelangen und daher erst später mit völliger Deutlichkeit hervortreten.

Wundt hat diese Vorgänge auch noch mit einem besonderen Namen belegt. Er bezeichnet die Aufnahme irgend eines Reizes als Perzeption, die Tatsache des deutlichen und scharfen Hervortretens oder, wie wir es im Bilde bezeichneten, den Eintritt in den inneren Blickpunkt oder das Hervortreten an die Rampe im Taineschen Bilde als Apperzeption. Ich möchte hier aber gleich darauf hinweisen, daß Wundt unter Apperzeption etwas ganz anderes versteht, als was Herbart als apperzipierende Vorstellungsmassen bezeichnete. Apperzeption soll hier lediglich die Ihnen eben vorhin im Bilde klar gemachten Tatsachen des Seelenlebens bezeichnen. Der Bekannte wurde zunächst perzipiert, aber nicht apperzipiert; wenige Sekunden später wurde er apperzipiert. — Sie kennen diese Vorgänge unter einer anderen Bezeichnung. Sie pflegen im gewöhnlichen Leben zu sagen: „Ich war innerlich mit etwas anderem beschäftigt, meine Aufmerksamkeit war von den äußeren Eindrücken abgelenkt, und infolgedessen konnte ich erst später meine Aufmerksamkeit dem Bilde des Bekannten zuwenden, und da fiel mir ein, daß ich ihn hätte grüßen müssen.“ Sie sprechen also von Aufmerksamkeitsvorgängen.

Ein intensiver Reiz lenkt, wie man zu sagen pflegt, ganz von selbst die Aufmerksamkeit auf sich. Man spricht in diesem Falle von einer sogenannten unwillkürlichen Aufmerksamkeit. Sie geht mit deutlichen Veränderungen der Gefäßfülle der Haut, mit Einstellungsvorgängen an den Sinnesorganen und sonstigen Veränderungen

der Muskelinnervation einher. Dabei liegt es an der Intensität des betreffenden Vorganges, daß er in den inneren Blickpunkt eintritt, oder daß ihm unwillkürlich die Aufmerksamkeit zugewendet wird. Diese mit deutlichen körperlichen Begleiterscheinungen einhergehende Aufmerksamkeit stellt die Vorstufe dar für die sogenannte willkürliche Aufmerksamkeit. Daß es sich auch hierbei nicht um ein rein willkürliches, sondern um ein streng gesetzmäßiges Geschehen handeln muß, geht aus allen den Ausführungen hervor, die ich Ihnen bisher gegeben habe. Der Betreffende lernt eben genau so, wie das Kind lernt, auf Grund der reflektorischen Bewegungen sein Muskelsystem allmählich zu gebrauchen, auch die begleitenden Bewegungserscheinungen der unwillkürlichen Aufmerksamkeit zu reproduzieren. Durch eine gleichzeitige assoziative Verknüpfung mit Vorgängen im Gefäßsystem usw. wird es ermöglicht, daß also die ursprünglich sich von selbst einstellenden Begleiterscheinungen der Aufmerksamkeit nun willkürlich hervorgerufen werden können. Daß der eine oder andere Bewußtseinsinhalt bei einer Richtung der Aufmerksamkeit auf denselben in den inneren Blickpunkt eintritt, ist in den Beziehungen des betreffenden Bewußtseinsvorganges zu den anderen Bewußtseinsinhalten derselben Persönlichkeit, in seinen Beziehungen zu den ganzen Lebensanschauungen und Lebenserfahrungen des Subjektes begründet. Also auch hier findet ein kausales Geschehen statt, nur sind wir ebenso wie bei manchen willkürlichen Handlungen, bei der Auswahl der Motive usw., nicht imstande, den ganzen komplizierten Vorgang eindeutig zu überschauen.

Die Aufmerksamkeit geht mit deutlichen Veränderungen der Atmung einher. Bei sehr lebhafter Anspannung der Aufmerksamkeit wird die Atmung vollständig angehalten, bei geringerer Anspannung wird sie oberflächlicher. Am Gehirn selbst beobachtet man bei allen intellektuellen Prozessen eine Erweiterung der Rindengefäße und es liegt nahe, in dieser kortikalen Gefäßerweiterung überhaupt eine Begleiterscheinung der Aufmerksamkeit zu sehen. Wie namentlich auch H. Weber hervorgehoben hat, besteht ein Gegensatz zwischen der Gefäßfülle der Bauchorgane und derjenigen des Gehirns, so daß eine starke Blutüberfüllung der Abdominalorgane mit einer Blutleere des Gehirns einhergeht. Es läßt sich auch zeigen, daß Reize, die eine Versuchsperson treffen,

bei der infolge einer bestehenden Schädellücke die Gefäßfülle des Gehirns nach dem Mossoschen Verfahren aufgezeichnet werden kann, sofort eine stärkere Gefäßfülle in ihrem Gehirn hervorrufen. Wird z. B. eine schlafende Person, wie dies Mosso gezeigt hat, beim Namen gerufen, so tritt, auch wenn der Schlafende nicht erwacht, eine Zunahme des Gehirnvolumens und seiner Pulsationshöhe ein. Also schon bei Reizen, die mit einem so lebhaften psychischen Parallelvorgang, daß sich der Betreffende nach dem Erwachen an ihn erinnern könnte, nicht einhergehen, tritt eine stärkere Gefäßfüllung des Großhirns ein. In dieser stärkeren Gefäßfülle einzelner Rindenbezirke hat Lehmann die physiologischen Grundlagen der Aufmerksamkeitsvorgänge zu sehen geglaubt. Zweifellos spielen aber dabei außer den Veränderungen der Hirnzirkulation noch andere Vorgänge eine große Rolle.

Durch die Untersuchungen von Bubnoff und Heidenhain sind uns die Vorgänge im Zentralnervensystem bekannt geworden, die man unter dem Namen der Bahnung und Hemmung zu bezeichnen pflegt. Ein Erregungsvorgang an einer Stelle A kann bei einem gleichzeitigen oder ihm sehr bald nachfolgenden Erregungszustand an einer anderen Stelle B so einwirken, daß dieser zweite Erregungsvorgang rascher und intensiver abläuft. Man spricht dann von einer „Bahnung“.

Für unsere gegenwärtigen Betrachtungen noch wichtiger scheint der entgegengesetzte Vorgang, der der „Hemmung“. Ein Erregungsvorgang an der Stelle A bedingt, daß der Erregungsvorgang an einer dritten Stelle C nicht zustande kommt oder sich nur äußerst schwach entwickeln kann. Er wird von A aus gehemmt. Das Wesen der Aufmerksamkeitsvorgänge besteht höchstwahrscheinlich darin, daß die mit den im Vordergrund des Bewußtseins stehenden Vorstellungen zusammenhängenden Denkinhalte sich besonders scharf und deutlich entwickeln können und auch so klarer bewußt werden infolge einer entsprechenden Bahnung, während gleichzeitig die Gesamtmasse der anderen kortikalen Prozesse eine Hemmung erfährt. Aber diese Annahmen sind natürlich noch hypothetische, denn gerade die Psychophysiologie der Aufmerksamkeitsvorgänge liegt noch sehr im Argen.

Wir wollen nun noch kurz auf eine Eigentümlichkeit derselben eingehen. Wenn man intensiv auf einen minimalen, in der Nähe

der Reizschwellen gelegenen Reiz achtet, z. B. auf ein eben erkennbares Licht oder auf ein eben hörbares Geräusch, beispielsweise das Ticken einer Taschenuhr in größerer Entfernung, so nimmt man mit Leichtigkeit deutliche Intensitätsschwankungen des Reizes wahr. In Perioden von drei bis fünf Sekunden schwillt der Reiz an und ab. Man bezeichnet diese Schwankungen, welche sich auch auf dem Gebiete des Tastsinnes und, wie v. Voß gezeigt hat, auch auf dem Gebiete höherer intellektueller Leistungen nachweisen lassen, als Aufmerksamkeitsschwankungen oder Apperzeptionswellen. Es läßt sich nun experimentell zeigen, daß diese Aufmerksamkeitswellen mit den wellenförmigen Schwankungen in der Weite der Blutgefäße des Gehirns insofern zusammenfallen, als die Zeiten der Unaufmerksamkeit und die Wellentäler der Rindengefäße sich decken. Es liegt daher sehr nahe, anzunehmen, daß die periodischen Schwankungen der Gefäßfülle des Gehirns auch die physiologischen Bedingungen der sogenannten Aufmerksamkeitsschwankungen darstellen.

Gehen wir nun auf die Messungen des zeitlichen Ablaufes der psychischen Vorgänge ein. — Der Gedanke einer Messung psychischer Vorgänge ist erst möglich geworden, nachdem Helmholtz nachgewiesen hatte, daß die Nervenleitung eine nicht ganz unbedeutende Zeit beanspruche. Er zog aus seinen Befunden an den peripheren Nerven ohne weiteres den Schluß, daß auch die Vorgänge in der Hirnrinde selbst eine gewisse Zeit brauchen, und also auch die Gedanken nicht, wie man gewöhnlich annahm, blitzschnell aufeinander folgten, sondern auch an einen gesetzmäßigen zeitlichen Ablauf gebunden seien. Es ist ganz interessant, zu lesen, wie der große Sohn seinem Vater, einem strengen Kantianer, diese Schlußfolgerung aus seinen Versuchen in einem Briefe vorsichtig beibringt, der in der Biographie von Helmholtz, die Königsberger verfaßt hat, enthalten ist.

Die ersten Zeitmessungen psychischer Vorgänge in der Form der Feststellungen der einfachen Reaktionszeit sind etwa gleichzeitig von Exner und Donders ausgeführt worden. Eigentlich ist das ganze Problem aber schon viel früher bekannt gewesen und der Psychophysiologie von einem ganz anderen Zweige der Wissenschaft vorweggenommen worden. In der Astronomie werden zum Zwecke von Zeitbestimmungen sogenannte Durchgangs-

beobachtungen an dem Meridianinstrument gemacht. Dieses genau in der Nord-Süd-Linie orientierte Instrument trägt im Innern ein Fadenkreuz, und der Beobachter hat die Aufgabe, festzustellen, in welchem Augenblick der das Gesichtsfeld durchlaufende Stern den mittelsten Faden passiert. Die Zeit wird entweder durch Mitzählen der Pendelschläge einer genau gehenden Uhr oder durch eine elektrische Markierung bestimmt. Die Zeit des Durchganges kann man ferner berechnen. Es ergibt sich nun, daß berechnete und beobachtete Zeit nie genau übereinstimmen, sondern daß die Beobachtung der wirklichen Zeit nachhinkt, und zwar um 0,1 bis 0,2 Sekunden. Man bezeichnet diese Differenz als „persönliche Gleichung“. Eigentlich stellt eine solche Beobachtung nichts anderes dar als einen Reaktionsversuch, bei dem ein optischer Reiz als Signal verwendet wird.

Gehen wir nun auf die einfachsten Anordnungen eines Reaktionsversuches etwas näher ein, so können wir so vorgehen, daß wir als Signal einen Schallreiz verwenden. Wir benutzen am einfachsten eine fallende Kugel, die beim Aufschlagen einen elektrischen Kontakt schließt, der mit einem Markiermagneten verbunden ist und so selbst am Kymographion den Augenblick des Reizes verzeichnet. Die Versuchsperson hat die Aufgabe, in dem Augenblick, in dem sie den Schall hört, einen einfachen Reaktions-taster niederzudrücken, der gleichfalls mit einem Markiermagneten verbunden ist. Die Zeit zwischen Signal und Reiz wird durch die Aufzeichnung der Schwingungen einer elektromagnetischen Stimmgabel gemessen. Es ergibt sich bei solchen Versuchen, daß diese einfache Reaktionszeit sich bei verschiedenen Menschen um zwei Hauptwerte herumgruppieren läßt. Der eine Hauptwert beträgt 0,127 Sekunden, der andere Hauptwert 0,216 Sekunden bei Verwendung eines akustischen Reizes.

Man hat eine Zeit lang geglaubt, daß man entsprechend diesen beiden Hauptwerten die Menschen ganz allgemein in die zwei Gruppen der langsam und rasch reagierenden einteilen könne. Es hat sich jedoch ergeben, daß dies ein Irrtum ist, und daß jeder Mensch langsam und rasch zu reagieren imstande ist, je nachdem seine Aufmerksamkeit gerichtet ist auf die auszuführende Bewegung oder auf den zu erwartenden Reiz. Richtet er seine Aufmerksamkeit auf die auszuführende Bewegung, so reagiert er rasch

in etwa 0,127 Sekunden, und man bezeichnet daher auch diese Reaktion als die muskuläre. Richtet er seine Aufmerksamkeit auf den zu erwartenden Reiz, auf den sensorischen Vorgang, so reagiert er langsam mit einem Mittelwert von 0,216 Sekunden; er bietet die sensorielle Reaktion dar. — Verwendet man optische Reize als Signal, z. B. einen Lichtblitz, so findet man ebenfalls wieder zwei Werte für die Reaktionszeit, und zwar von 0,172 Sekunden und 0,290 Sekunden. Der erste stellt wieder die muskuläre, der zweite die sensorielle Reaktion dar. Diese Verlangsamung der einfachen Reaktionszeit ist durch die Organisation des aufnehmenden Apparates bedingt, indem die Aufnahme des Reizes im Auge längere Zeit beansprucht als im Ohr. Die einfache Reaktionszeit stellt aber bei Verwendung desselben Reizes bei allen Menschen eine auffallend gleichmäßige Größe dar, sodaß es nahe lag, sie zu experimentellen Untersuchungen über die Einwirkung von Medikamenten, Genußmitteln, der Ermüdung usw. zu verwenden, wie dies von Kraepelin geschehen ist.

Kraepelin hat unter anderem auch die Einwirkung von Bier auf die einfache Reaktionszeit untersucht und gefunden, daß ein Glas Bier eine etwa 20 Minuten anhaltende Verkürzung der einfachen Reaktionszeit hervorruft, der dann eine beträchtliche, gegen 40 Minuten anhaltende Verlängerung nachfolgt. Nach 60 Minuten kehrt die einfache Reaktionszeit wieder zur Norm zurück. Bei einer größeren Gabe von Bier, die etwa drei Glas entspricht, fehlt die anfängliche Verkürzung ganz, und es tritt sofort eine beträchtliche Verlängerung der einfachen Reaktionszeit ein, die etwa zwei Stunden anhält. Das entgegengesetzte Resultat erhielt Kraepelin nach der Einwirkung einer Tasse starken Tees. Die einfache Reaktionszeit wird dann erheblich verkürzt, das Maximum der Verkürzung tritt nach etwa 40 Minuten ein, und erst nach 70 Minuten findet sich wieder eine normale Reaktionszeit. In ähnlicher Weise hat Kraepelin die einfache Reaktionszeit auch zu Untersuchungen über die Einwirkung anderer Stoffe verwendet.

Die einfache Reaktionszeit ist keineswegs, wie ihr Name besagt, ein einfaches Gebilde, sondern setzt sich aus einer Reihe von einzelnen Werten zusammen, die einer genaueren Betrachtung unterzogen werden müssen. Man kann an ihr unterscheiden physikalische, physiologische und psychophysiologische Summanden.

Die physikalischen Summanden sind leicht festzustellen. Sie bestehen in der Zeit, welche die Fortpflanzung des Schalles von der Glocke oder der aufschlagenden Kugel bis zum Ohre der Versuchsperson braucht, ferner in den Fehlern, die den dazu verwandten physikalischen Apparaten anhaften. Sie können alle durch Versuche ermittelt werden.

Die physiologischen Summanden setzen sich zusammen aus der Aufnahme des Schalles durch das Ohr, der Fortpflanzung der Erregungswelle bis zur Großhirnrinde, also der zentripetalen Leitung. Ferner bestehen sie aus der Leitung der Erregung von den motorischen Zentren der Großhirnrinde bis zu den ebenfalls motorischen Vorderhornzellen des Rückenmarks und von da bis zu den Muskeln, also der zentrifugalen Leitung. Endlich kommt noch die Latenzzeit der Muskeln dazu, die dadurch zustande kommt, daß diese auf den Nervenreiz nicht sofort ansprechen. Man könnte meinen, daß diese physiologischen Summanden bekannt seien, da man doch die Latenzzeit der Muskeln, die Verzögerung im reizaufnehmenden Apparat bestimmen kann und andererseits die Geschwindigkeit der Nervenleitung eben durch die Untersuchungen von Helmholtz bekannt seien. Leider ist uns aber die Nervenleitung nur für die peripheren Nerven bekannt, und es ist nicht angängig, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenleitung im peripheren Nerven auch für die zentrale Strecke in Anrechnung zu bringen. Wir wissen, daß schon die Fortpflanzungsgeschwindigkeit im peripheren Nerven, je nachdem es sich um einen Bewegungs- oder Empfindungsnerven handelt, eine verschiedene ist. Aus den Untersuchungen von Exner geht weiter hervor, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Rückenmark für motorische und sensible Reize ebenfalls verschieden ist und gegenüber der Fortpflanzung von Reizen im peripheren Nerven eine sehr erhebliche Verlangsamung aufweist. Über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Hirnstamm und erst recht im Großhirn selbst wissen wir aber gar nichts, so daß wir nicht imstande sind, die eigentlichen physiologischen Summanden auszuschalten und aus der einfachen Reaktionszeit das herauszuschälen, was für uns von eigentlichem Interesse ist, nämlich die Zeit, welche die psychophysiologische Leistung in Anspruch nimmt.

Der psychophysiologische Vorgang selbst besteht bei dem

einfachen Reaktionsversuch in dem Auftauchen der Schallempfindung und in dem Auftauchen der Bewegungsvorstellung der auszuführenden Bewegung. Gerade die Messung dieser Zeit würde uns interessieren. Es scheint also, als ob wir hier auf unüberwindliche Hindernisse stoßen würden und gerade von dem eigentlichen Kern der Sache nichts erführen. Und doch gelingt es, die uns unbekannten physiologischen Summanden auszuschalten, indem wir einen, auch sonst bei experimentellen Untersuchungen angewendeten Kunstgriff in Anwendung bringen und die unbekannten Größen konstant erhalten.

Kehren wir nochmals zur Anordnung des einfachen Reaktionsversuches zurück, indem wir als Reizapparat das Wundtsche Eintonsignal verwenden. Gehen wir nun so vor, daß wir nicht eine Glocke, sondern zwei Glocken, sagen wir eine solche mit einem Ton A, und eine andere mit dem Ton B, verwenden. Machen wir mit der Versuchsperson ferner aus, daß sie ihre Aufmerksamkeit richten solle auf den zu erwartenden Reiz, und daß sie ferner nur dann reagieren soll, wenn die Glocke A ertönt, nicht jedoch auf die Glocke B. Haben wir nun genügend oft vor der Ausführung des einfachen Reaktionsversuches Glocke A und B ertönen lassen, so daß die Versuchsperson sicher imstande ist, die beiden Signale voneinander zu unterscheiden, so stellen wir nun wiederholt, ohne daß sie es weiß, welche Glocke angeschlagen wird, den Reaktionsversuch an. Nunmehr erhalten wir Reaktionszeiten, die sich um einen Mittelwert von 0,266 Sekunden herumgruppieren, d. h. die Reaktionszeit hat eine Zunahme erfahren. Wir dürfen diesen Wert natürlich nur mit den sensoriiellen Reaktionen vergleichen, bei denen ja gleichfalls die Aufmerksamkeit auf den zu erwartenden Reiz gerichtet ist. Wir hätten demnach eine Zunahme von $0,05'' = 50 \sigma^1$) gefunden. Die physikalischen Summanden sind die gleichen geblieben, ebenso die physiologischen; bei gleicher Stärke des Schalles ist es sicher einerlei, ob die Glocke A oder B ertönt und als Reizwelle bis zur Großhirnrinde fortgepflanzt wird. Eine Erweiterung hat eigentlich nur der psychophysiologische Vorgang erfahren, indem nicht nur die Empfindung des Tones auftauchen muß, sondern der begleitende Ton auch als der Ton B,

¹⁾ $1 \sigma = 0,001''$.

auf den reagiert werden soll, erkannt werden muß. Zwischen dem Auftauchen der Empfindung und dem Auftauchen der Reaktionsbewegung schiebt sich also der Erkennungsvorgang des Tones B ein. Wir können daher ohne weiteres sagen: Dieser Zuwachs von 50σ ist auf diese Änderung der psychophysiologischen Reihe zurückzuführen. Man bezeichnet daher diese Zeit auch als die Erkennungszeit.

Sie sehen, daß wir so doch wirklich psychophysiologische Vorgänge auch ohne genauere Kenntnis der Geschwindigkeit der Nervenleitung in den zentralen Abschnitten des Nervensystems gemessen haben. Sie werden jetzt selbst verstehen, wie man weiter zu Messungen des zeitlichen Ablaufs der allerverschiedensten psychischen Vorgänge kommt. Ich will Ihnen aber noch ein zweites Beispiel anführen.

Wir verwenden wieder die Glocken A und B, richten für die Versuchsperson jedoch zwei Taster für die Reaktion ein und machen aus, daß sie auf den Ton A mit der rechten, auf den Ton B mit der linken Hand reagieren solle. Nachdem genügend oft die beiden Reaktionsbewegungen eingeübt sind, finden wir nun eine weitere Verlangsamung der Reaktionszeit. Der Mittelwert beträgt nunmehr $0,336'' = 336 \sigma$, also findet sich eine weitere Zunahme um 70σ gegenüber dem vorausgehenden Versuch. Auch hier ist wieder ohne weiteres klar, daß die physiologischen und physikalischen Summanden die gleichen geblieben sind. Die Fortpflanzung der Erregungswelle von der rechten Großhirnrinde zur linken Hand und von der linken Großhirnrinde zur rechten Hand beansprucht die gleiche Zeit, und bei jedem Reiz, der das Ohr trifft, werden die beiderseitigen Hörzentren in der Großhirnrinde erregt. Eine Veränderung hat nur der psychophysiologische Vorgang erfahren. Es genügt jetzt nicht, daß die Empfindung auftaucht; sie muß auch als solche erkannt werden, und ferner muß zwischen den beiden möglichen Bewegungen mit der rechten und linken Hand eine Auswahl im Sinne der Verabredung getroffen werden. Diese Auswahl stellt eine weitere Erschwerung des psychophysiologischen Vorganges dar. Sie beansprucht 70σ , und man benennt daher diese Zeit als die Wahlzeit.

Es bietet sich nun so die Möglichkeit der Messung komplizierterer psychischer Vorgänge dar. Da es sich hierbei meist um

recht beträchtliche Werte handelt, genügt die Feststellung der Zeit nach $\frac{1}{100}$ Sekunden, wie man sie z. B. mit der Münsterbergschen Uhr bewirken kann. Allerdings ist bei diesen Messungen oft die Verwendung sprachlicher Äußerungen notwendig, und es muß unter Umständen der Augenblick der Antwort durch einen Kontakt, der mit den Zähnen geschlossen werden kann, oder durch Hineinsprechen in einen Schalltrichter, in dem ebenfalls ein Kontakt angebracht ist, festgelegt werden.

Literatur.

H. Berger, Über die körperlichen Äußerungen psychischer Zustände, II. Teil, 1907. — Bubnoff u. Heidenhain, Über Erregungs- und Hemmungsvorgänge innerhalb der motorischen Hirnzentren, Pflügers Archiv, Bd. 26, 137, 1881. — Dürr, Die Lehre von der Aufmerksamkeit, Leipzig 1907. — Ebbinghaus, Grundzüge der Psychologie, Bd. 1, 1905. — Exner, Entwurf zu einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen, Leipzig 1894. — Gley, Etudes de Psychologie physiologique, Paris 1903. — Heinrich u. Chwistek, Über das periodische Verschwinden kleiner Punkte, Zeitschrift für Sinnesphysiologie, 1906, Bd. 41, 59. — James, The principles of Psychology, Bd. 1, London 1901. — Königsberger, Hermann von Helmholtz, Braunschweig 1902. — Kraepelin, Über die Beeinflussung einfacher psychischer Vorgänge durch einige Arzneimittel, 1892. — A. Lehmann, Grundzüge der Psychophysiologie, Leipzig 1912. — Ribot, Psychologie de l'attention, Paris 1905. — R. Stern, Über periodische Schwankungen der Hirnrindenfunktionen, Archiv für Psychiatrie, Bd. 27, 850, 1895. — Soury, Système nerveux central, Tome II, 1899. — Taine, Der Verstand, Bonn 1880. — von Voss, Die Schwankungen der geistigen Arbeitsleistung, Kraepelins psychologische Arbeiten, Bd. 2, 399. — H. Weber, Der Einfluß psychischer Vorgänge auf den Körper, Berlin 1910. — Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, 6. Aufl., Leipzig 1908. — Ziehen, Leitfaden der physiologischen Psychologie, 11. Aufl., 1920.

11. Vorlesung.

Es ist eine der glänzendsten Feststellungen der Hirnpathologie, eine genauere Analyse der Sprachvorgänge ermöglicht zu haben, wie dies eine rein spekulative Zergliederung bis dahin nicht vermocht hatte. Sie alle wissen, daß das Kind mit der Fähigkeit, die Sprache zu erlernen, geboren wird, jedoch die Sprachbewegungen selbst noch mühselig erlernen muß. Die zufällig gefundenen Laute, bzw. die zu ihrer Hervorbringung notwendige Zusammenstellung von Gaumen-, Lippen-, Zungen- und Kehlkopfbewegungen, hinterlassen ähnlich, wie ich Ihnen dies früher von den Muskelbewegungen überhaupt schilderte, Engramme in der Großhirnrinde, die es dann ermöglichen, willkürlich diese Laute hervorzubringen. Noch sehr viel deutlicher als bei den sonstigen willkürlichen Bewegungen sehen Sie bei dem Sprechenlernen, daß sehr oft rein zufällige Entgleisungen zu dem gewünschten Ergebnis führen. Erst von da an ist das Kind imstande, den beabsichtigten Laut auch wirklich hervorzubringen, wenn es das zugehörige Engramm erworben hat.

Die Ihnen gegenüber schon früher erwähnte Eigentümlichkeit lebhafter Rindenvorgänge, die willkürliche Muskulatur in Bewegung zu versetzen oder, wie man es auch genannt hat, in die motorische Region abzufließen, zeigt sich namentlich auch auf dem Gebiete der Sprachvorgänge. Wir haben uns überhaupt vorzustellen, daß das Hervorbringen der Sprachlaute sich ursprünglich aus unartikulierten, reflektorisch hervorgestoßenen Lauten entwickelte, und daß vor der eigentlichen Sprachentwicklung beim Menschengeschlecht zunächst nur eine Art von Geberdensprache bestand. Zeitlich z. T. den eigenen Sprechversuchen vorangehend, z. T. mit ihnen zusammenfallend entwickelt sich beim Kind ein zunehmendes Sprachverständnis. Das Kind lernt die ihm von den Eltern immer wieder vorgesprochenen Worte auch verstehen

und mit einem Gegenstand der Außenwelt oder einem Zustand seines Ichs zu verbinden. Ebenso wie von einem Geräusch z. B. von dem Klirren eines Schlüssels, Spuren in der Großhirnrinde zurückbleiben, so hinterlassen die Wortklänge auch kortikale Engramme, die das Wortverständnis vermitteln. Hand in Hand mit dem Sprechenlernen geht also das zunehmende Verständnis der vorgesprochenen Worte.

Daß es sich bei dieser Analyse der Sprachentwicklung des Kindes nicht etwa um rein theoretische Konstruktionen, sondern um tatsächliche Vorgänge handelt, geht aus den klinischen Beobachtungen hervor. Bereits Gall, dann Dax und andere hatten darauf hingewiesen, daß ein Gebiet im Großhirn vorhanden sein müsse, dessen Zerstörung eine Aufhebung der willkürlichen Sprache bedinge. Broca hat dann im Jahre 1861 in der Pariser anthropologischen Gesellschaft mitgeteilt, daß eine Zerstörung einer thaler-großen Stelle im hinteren Teile der untersten Stirnwindung der linken Großhirnhälfte die Aufhebung der Sprache beim Menschen zur Folge habe. Durch die Zerstörung dieser Stelle werden alle die Engramme vernichtet, welche das Kind beim Nachsprechenlernen der Laute der artikulierten Sprache sich mühselig erworben hat. Diese Engramme der Gaumen-, Lippen-, Zungen- und Kehlkopfmuskulatur sind vernichtet worden. Der Mensch, der an einer solchen Sprachstummheit oder motorischen Aphasie leidet, versteht zwar die Sprache, kann aber selbst nicht mehr sprechen, obwohl er alle sonstigen Bewegungen der Zungen-, Gaumen- und Lippenmuskulatur ausführen kann und also eine Lähmung nicht darbietet. Ein deutscher Psychiater, Wernicke, hat dann die weitere ebenso wichtige Entdeckung gemacht, daß eine umschriebene Zerstörung im Schläfenlappen der linken Großhirnhälfte ausnahmslos eine Aufhebung des Sprachverständnisses herbeiführt. Die Worte der Muttersprache klingen dem Betroffenen fremd wie die Worte einer nie gehörten Sprache. Man spricht dann von einer Sprachtaubheit, einer sensorischen Aphasie, und erklärt sich die Erscheinung dadurch, daß in diesem Falle die Engramme der Wortklänge durch den krankhaften Prozeß vernichtet worden sind. Dieses Beispiel zeigt Ihnen, daß eben doch die normale Psychologie von der Pathologie mancher Hirnerkrankungen sehr viel lernen kann.

Es ist ohne weiteres zuzugeben, daß die Sprache für unsere höhere geistige Entwicklung eine gewaltige Rolle spielt, und daß ein Vollzug der höheren intellektuellen Vorgänge ohne Sprachvorgänge fast undenkbar erscheint. Trotzdem ist es aber nicht zutreffend, wenn manche Sprachforscher, wie Max Müller, Sprache und Denken gleichsetzen und infolgedessen auch zu dem Fehlschluß kommen, daß bei höheren Tieren von einem eigentlichen Denken nicht die Rede sein könne. Es sind dies Vorurteile, die mit dem von den Tatsachen gelehrt, lediglich graduellen Unterschied zwischen Mensch- und Tierverstand nicht übereinstimmen. Die Sprache stellt sicherlich eines der gewaltigsten Werkzeuge des menschlichen Geistes dar, die ein Geschlecht dem anderen in vollendetster Form zum weiteren Gebrauche übermittelt. Aber die Sprachvorgänge und das Denken sind nicht unlösbar mit einander verknüpft, wie dies z. B. auch die höhere Mathematik unzweideutig zeigt.

Ein Gegenstand der Außenwelt, z. B. ein Apfel, wirkt auf die verschiedensten Sinnesorgane ein und hinterläßt dementsprechend auch in mehreren Sinneszentren Engramme, so auf dem Gebiete des Gesichtssinnes, des Geruchssinnes, des Tastsinnes und des Geschmackssinnes. Zu diesen Engrammen in den verschiedenen Sinneszentren kommen noch weiter hinzu die Engramme, welche bedingt sind durch die sprachliche Bezeichnung des betreffenden Gegenstandes und das Aussprechen des zugehörigen Wortes. Alle diese Engramme stehen untereinander in innigster Beziehung und sind unter einander durch die überall vorhandenen Faserverbindungen verknüpft.

Auf psychischem Gebiete entspricht dieser durchgehenden Verknüpfung das, was man als die assoziative Verbindung bezeichnet. Die Lehre von der Ideenassoziation geht in ihren ersten Anfängen bis auf Aristoteles zurück. Aber erst in der Mitte des 18. Jahrhunderts hat sie durch Hume ihre eigentliche Begründung erfahren und ist dann von Hartley, den beiden Mills, und anderen weiter ausgebaut worden. In Deutschland sind namentlich Ebbinghaus und Ziehen als Vertreter der psychologischen Richtung zu nennen, die man als Assoziationspsychologie bezeichnet, weil sie auch alle höheren psychischen Vorgänge auf assoziative Verknüpfungen zurückzuführen versuchten. — Wir

wollen nun im Anschluß an Ziehens Darstellung auf die Hauptsätze der Assoziationslehre eingehen und müssen da zunächst Bekanntes und schon Besprochenes wiederholen.

Es handelt sich zunächst um die Frage: Wie kommt eine Verknüpfung zwischen einer Empfindung und der sich unmittelbar daran anschließenden Vorstellung, also die Verknüpfung $E-V_1$ zustande? Ich muß Sie da an das erinnern, was ich Ihnen ausführte über den Vorgang des Wiedererkennens. Wenn wir eine Pflanze zum zweiten Male sehen, erscheint sie uns als bekannt, wir erkennen sie als die schon da und da gefundene Pflanze wieder. Es findet in statu nascendi, wie A. Lehmann sich ausdrückt, eine Verschmelzung zwischen dem früher erworbenen Erinnerungsbild und dem jetzigen Eindruck statt. Erweckt jedoch der neue Eindruck keinen gleichartigen älteren, so taucht das Erinnerungsbild einer Pflanze auf, die der betreffenden Pflanze ähnlich ist, mag sich nun die Ähnlichkeit auf das Aussehen der Blüten, auf die Anordnung der Blätter oder sonstige Einzelheiten erstrecken. Eine Empfindung weckt also das Erinnerungsbild der früheren gleichen Empfindung oder eine Vorstellung, deren Empfindung der jetzt stattfindenden ähnlich war.

Gehen wir nun auf die Verknüpfung der weiteren Vorstellungen untereinander, auf die Reihe $V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow V_3 \rightarrow V_4$ ein, so ist es am einfachsten, wenn wir unser Beispiel fortführen. Die ähnliche Pflanze V_1 erinnert uns an den Standort, an dem wir diese Pflanze seinerzeit gesehen haben, der somit als V_2 erscheint. Dieser Standort erinnert uns wieder an eine Persönlichkeit, mit der wir zuletzt an jener Stelle gewesen sind, deren Erinnerungsbild als V_3 auftaucht. Diese Persönlichkeit erweckt das Erinnerungsbild einer anderen Persönlichkeit, die wir keineswegs auch an demselben Ort gesehen haben, sondern die eine Ähnlichkeit in ihren Gesichtszügen mit der ersten Persönlichkeit besitzt. Diese erscheint uns als V_4 usw. Suchen wir die leitenden Gesichtspunkte in dieser Aufeinanderfolge der sich uns von selbst anbietenden Verknüpfungen, so besteht zwischen V_1 und V_2 , zwischen V_2 und V_3 eine Verknüpfung durch Gleichzeitigkeit; der Eindruck des Standortes der ähnlichen Pflanze und der betreffenden Person haben gleichzeitig auf uns eingewirkt. Zwischen V_3 und V_4 bildet das verknüpfende Band die Ähnlichkeit. Wir können somit alle diese

Vorstellungsverknüpfungen auf die zwei Gesichtspunkte der „Ähnlichkeit“ und der „Gleichzeitigkeit“ zurückführen. So haben wir den Hauptsatz von der Lehre der Ideenassoziation vor uns: Auf eine Vorstellung folgt eine andere Vorstellung, deren zugrunde liegende Empfindung mit der der ersteren gleichzeitig stattfand oder aber mit ihr eine gewisse Ähnlichkeit besitzt.

Gehen wir nun, wie es unsere psychophysiologische Betrachtungsweise erfordert, auf die materiellen Parallelprozesse ein. Da ist zunächst hervorzuheben, daß uns die Tatsache an sich, wie eine Empfindung beim zweiten Male das früher erworbene Engramm zu wecken imstande ist, nicht ohne weiteres verständlich erscheint. Allerdings können wir ähnliche Vorgänge aus der Physik anführen. Ich erinnere Sie an das, was Sie über die Klanganalyse wissen. Eine angeschlagene Saite bringt aus einer größeren Reihe von Saiten nur die zum Mittönen, welche die gleiche Schwingungszahl besitzt; dasselbe gilt von Stimmgabeln. Ähnlich müssen wir uns die Vorgänge im Nervengewebe vorstellen. Durch den neuen Reiz werden eben gerade die Gehirnteile in Mitschwingungen versetzt, in denen früher der gleiche Bewegungsvorgang ablief. Anders als mit solchen Bildern können wir uns eben diesen sonst so rätselhaften Vorgang nicht veranschaulichen.

Dieselbe Erklärung müssen wir auch für das Zustandekommen der Ähnlichkeitsassoziation heranziehen. Es ist bekannt, daß jeder Teil der Hirnrinde mit jedem anderen durch unzählige Mengen von sogenannten Assoziationsfasern verknüpft ist, so daß ein durchgängiger Zusammenhang der verschiedenen Gegenden der Großhirnrinde besteht. Ein Erregungszustand A weckt einen Erregungszustand B, der nicht dem ersten völlig gleich ist, aber doch mit ihm gewisse Teilprozesse gemeinsam hat; denn darauf beruht eben die Ähnlichkeit. Diese gemeinsamen Teilprozesse sind es, welche das Zustandekommen der Ähnlichkeitsassoziation unserem Verständnis näher bringen und uns diesen Vorgang in Analogie setzen lassen zu dem Wiedererwecken eines früher erworbenen Erinnerungsbildes.

Leichter verständlich erscheint uns das materielle Geschehen beim Zustandekommen einer Gleichzeitigkeitsassoziation. Ein Erregungsvorgang an der Stelle A wird sich bei der durchgängigen Verknüpfung aller Rindenbezirke untereinander nach den ver-

schiedensten Richtungen hin fortpflanzen. Ebenso wird sich ein gleichzeitiger Erregungszustand an der Stelle V nach allen Seiten weiter ausbreiten. Es werden also alle Bahnen, die von A und V ausgehen, von einem Erregungsvorgang durchlaufen werden. Bei einer gleichzeitigen Erregung wird aber die Bahn, welche A und V miteinander verbindet, sowohl von der von A, als auch von der von V ausgehenden Erregungswelle durchlaufen, so daß nur auf dieser Bahn ein verminderter Widerstand geschaffen wird. Bei einer Wiederholung eines Erregungszustandes an der Stelle V stehen nun nicht mehr gleichwertige Bahnen nach allen verschiedenen Richtungen zur Verfügung, sondern die Bahn, welche V mit A verbindet, ist jetzt vor allen anderen durch einen geringeren Widerstand ausgezeichnet. Nunmehr wird sich die ganze Erregungswelle bei ihrer Fortpflanzung auf diesen „ausgeschliffenen“ Weg ergießen.

Erfahrungen mit den sogenannten bedingten Reflexen lassen uns diese Erklärung als durchaus verständlich und annehmbar erscheinen. Wir sind durch die Untersuchungen von Pawlow mit diesen näher bekannt geworden. Dieser russische Physiologe hat sich mit den Vorgängen der Speichelsekretion, der Magensaftsekretion usw. im Tierexperiment ausgiebig beschäftigt. Er konnte feststellen, daß beim Tier ähnlich wie beim Menschen der Anblick einer Speise bereits imstande ist, die Speichelabsonderung in Gang zu bringen. Es läßt sich aber ferner nachweisen, daß je nach der Art der gezeigten Speise bei einem Hund mit einer Speichelfistel verschiedener Speichel abgesondert wird. Handelt es sich um eine sehr saftige, flüssigkeitsreiche Speise, die vorgezeigt wird, z. B. um frisches Fleisch, so ist der abgesonderte Speichel zähflüssig. Handelt es sich um trockene, wasserarme Substanzen, so ist der Speichel sehr dünnflüssig. Also auch hier bewirkt der bloße Anblick einen äußerst zweckmäßigen Ablauf dieser Sekretionsvorgänge. Ähnliches läßt sich auch bezüglich der Magensaftsekretion nachweisen.

Wir wollen hier auf diese interessanten Untersuchungen nicht weiter eingehen, sondern ich möchte Ihnen nur mitteilen, daß es gelingt, zwischen diesen Sekretionsvorgängen und gleichzeitigen Sinnesreizen feste Verknüpfungen, sogenannte bedingte Reflexe künstlich zu bilden. Vor allem interessiert es uns, daß dies auch beim Menschen der Fall ist.

Bogen hat im Anschluß an die Pawlowschen Versuche gezeigt, daß sie auch beim Kind ähnliche Ergebnisse zeigen. Bei einem Kinde der Heidelberger Klinik, bei dem wegen Verschlusses der Speiseröhre eine Magenfistel angelegt werden mußte, konnte die Sekretion des Magensaftes auch beim bloßen Vorzeigen der Speise festgestellt werden. Bogen hat aber noch folgendes beobachtet. Bei der jedesmaligen Speiseaufnahme wurde eine Trompete geblasen, und nachdem dieses etwa vierzimal wiederholt worden war, also nach etwa 8 bis 10 Tagen, genügte der Trompetenton allein, auch außerhalb der gewöhnlichen Zeit der Nahrungsaufnahme und in Abwesenheit der Speise die Magensaftabsonderung zu veranlassen. Es hatte sich also zwischen der Erregung in der Hörsphäre, die durch den Trompetenton hervorgerufen wird, und dem zentralen Gebiet, von dem aus die Magensaftsekretion geregelt wird, ein solcher bedingter Reflex gebildet.

Bei dem Bogenschen Versuch tritt die große Beeinflußbarkeit der Verbindungen innerhalb des Zentralnervensystems des Kindes recht klar zutage. Ähnliches müssen wir auch für die Vorgänge innerhalb der Großhirnrinde auch beim Erwachsenen annehmen, und so wird uns die Entwicklung einer Gleichzeitigkeitsassoziation verständlich.

Wenn aber allein die assoziativen Verknüpfungen nach Gleichzeitigkeit und Ähnlichkeit die Aufeinanderfolge der Vorstellungen bedingten, so müßte der Ablauf der geistigen Vorgänge immer einförmiger und eintöniger werden, indem eben die durchlaufenen Bahnen immer mehr und mehr ausgeschliffen werden. Schließlich könnte auf die Vorstellung A keine andere als die Vorstellung B folgen. Glücklicherweise ist dies nicht der Fall, indem außer der assoziativen Verwandtschaft noch andere Gesichtspunkte für die Aufeinanderfolge der Vorstellungen maßgebend sind, und zwar die Gefühlsbetonung, ferner die Deutlichkeit der Erinnerungsbilder und endlich uns unbekannte psychophysiologische Vorgänge, die man unter die Begriffe der Bahnung und Hemmung, die wir schon bei den Aufmerksamkeitsvorgängen kennen lernten, zusammenfassen kann.

Wir wollen auf die Messung der Assoziationszeit, die Verwertung der Assoziationsexperimente für die Tatbestandsdiagnostik und andere Fragen, welche in die reine Psychologie gehören, hier

nicht eingehen. Dagegen halte ich es für notwendig, hier die doch auch die Psychophysiologie angehende Frage zu erörtern, ob die assoziative Verknüpfung der Vorstellungen allein ausreicht, auch den Ablauf der höheren und höchsten intellektuellen Leistungen zu erklären, und ob ihre materiellen Parallelprozesse sich auch einfach als die Fortpflanzung der Erregung von einer Stelle der Rinde zu einer anderen begreifen lassen. Ich glaube, dies verneinen zu müssen.

Was verstehen wir denn unter Denken im eigentlichen Sinne? Jedenfalls etwas ganz anderes als die einfache Aneinanderreihung von Vorstellungen nach Gleichzeitigkeit oder Ähnlichkeit, die wir im Selbstversuch vor allem dann sehr schön verfolgen können, wenn wir uns ganz dem Strome der jeweils auftauchenden Vorstellungen überlassen und uns in einem geistigen Zustand erhalten, den man am kennzeichnendsten als Hindämmern ansprechen kann. Wir verlangen aber von einem Vortrag, einem Aufsatz oder einer sonstigen geistigen Arbeit etwas ganz anderes, nämlich eine gewisse Einheit und Geschlossenheit. Es muß ein durchgängiger, innerer Zusammenhang der Vorstellungen bestehen, und die sich von selbst jeweils anbietenden Assoziationen werden je nachdem, ob sie mit der über dem Ganzen schwebenden Ziel-, Ober- oder determinierenden Vorstellung in Beziehung stehen oder nicht, angenommen oder zurückgewiesen. Ebensowenig wie dieser Vorgang einfach auf assoziative Verknüpfungen zurückgeführt und der begleitende materielle Vorgang durch die Weiterleitung eines Erregungszustandes von einer Stelle nach einer zweiten erklärt werden kann, ebensowenig ist die Lehre von der Ideenassoziation meiner Ansicht nach imstande, uns die Vorgänge begreiflich zu machen, die man ganz zweckmäßig als eine Produktion der Vorstellungen im Gegensatz zu ihrer Reproduktion bezeichnet hat. Man versteht darunter ihre Weiterbildung zu Allgemeinvorstellungen, wie z. B. aus den Erinnerungsbildern der verschiedensten Tiere, eines Hundes, einer Katze, eines Pferdes usw. die Allgemeinvorstellung „Tier“ sich entwickelt. Auch da handelt es sich nicht um Assoziationsvorgänge, und erst recht scheint dies der Fall zu sein bei den höchsten intellektuellen Leistungen, wie bei einer Urteils- oder einer Schlußbildung. Die assoziativen Verknüpfungen schaffen lediglich das Material, das

von den Sinneszentren in der Form von Engrammen festgehalten wurde, zur Verarbeitung bei diesen höheren intellektuellen Leistungen herbei; sie stehen also in deren Dienst und ermöglichen dadurch erst diese Leistungen. Diese letzteren sind aber viel mehr als eine bloße assoziative Aneinanderreihung von Vorstellungen. Die Assoziationen sind nur der notwendige Unterbau, auf dem sich der gewaltige Oberbau des Denkens im eigentlichen Sinne erst erhebt. Damit soll aber keineswegs gesagt werden, daß die Produktion der Vorstellungen, die Urteils- oder Schlußbildung usw., keine materiellen Parallelprozesse besäße. Im Gegenteil, die klinische Erfahrung, welche zeigt, daß bei einer teilweisen Zerstörung oder organischen Erkrankung des Großhirns die intellektuellen Leistungen zuerst Schaden leiden, die ferner lehrt, daß bei Entwicklungshemmungen des Gehirns diese letzten Stufen der intellektuellen Entwicklung häufig nicht erstiegen werden, weist gerade darauf hin, daß auch diese höchsten Leistungen materielle Parallelprozesse besitzen müssen.

Wir können, wie schon früher hervorgehoben wurde, als weiteren Beweis dafür auch anführen das Ergebnis der psychischen Messungen. Es zeigt sich dabei, daß gerade die intellektuellen Leistungen eine unverhältnismäßig lange Zeit in Anspruch nehmen. Sie müssen also auch einen Parallelprozeß besitzen, der in einem ausgedehnten Substrat abläuft; denn nur so erklärt sich dieser Zeitverlust. Über die Art der materiellen Parallelprozesse können wir uns keine Vorstellungen machen, dagegen hat man, wie ich glaube, mit Recht versucht, auch eine Lokalisation der höheren psychischen Vorgänge anzunehmen. Wenn Sie ein Gehirnschema betrachten, auf das alle ihrer Funktion nach bekannten Gegenden eingezeichnet sind, so sehen Sie, daß große Gebiete im Stirnhirn, im Schläfenlappen und im Scheitelhirn unbesetzt bleiben.

Eine normale Nervenfasern besteht aus dem Achsenzylinder, dem eigentlich leitenden Teil, der sich seinerseits wieder aus einer Reihe von einzelnen Neurofibrillen zusammensetzt, und aus einer Markscheide, die eine Art von Isolierhülle für den Achsenzylinder darzustellen scheint. Die Entwicklung einer Nervenfasern geht nun so vor sich, daß zunächst der Achsenzylinder, welcher der Ausläufer einer Nervenzelle ist, gebildet wird, und dieser erhält später seine Markumhüllung.

Diesen letzteren Vorgang bezeichnet man an den Nervenfasern des Zentralnervensystems als die Markreifung. Die unter der Rinde gelegene weiße Substanz des Großhirns, welche die Hauptmasse der beiden Großhirnhalbklugeln ausmacht, besteht ausschließlich aus solchen markhaltigen Nervenfasern und verdankt deren Markumhüllung ihre blendend weiße Farbe. Flechsig hat nun gezeigt, daß beim neugeborenen Kind noch nicht alle Gebiete des Großhirns markhaltige, also leitfähige Fasern aufweisen. Die Markreifung vollzieht sich erst allmählich nach der Geburt und zwar entsprechend den einzelnen schon vorgebildeten Bahnen. Es gibt also früher und später reifende Gebiete im Großhirn, und zu denen, in welchen sich die Markreifung am spätesten vollzieht, gehören gerade die Gebiete, welche auf dem Schema mit den aufgetragenen Funktionen unbesetzt geblieben sind. Da das Kind eine erst viel später beginnende Entwicklung der höheren geistigen Funktionen bemerken läßt, so liegt nun die Annahme sehr nahe, daß eben die am spätesten reifenden Gebiete auch diejenigen seien, in denen die Parallelprozesse der höheren intellektuellen Leistungen zustande kommen. Wir haben schon früher ausgeführt, daß der Unterschied zwischen tierischem und menschlichem Seelenleben nur ein gradueller sei; wir finden aber doch nur beim Menschen eine Entwicklung der höheren geistigen Funktionen und überhaupt der Vorgänge, die wir als Denken im engeren Sinne bezeichnen, während zahlreiche Erscheinungen dafür sprechen, daß assoziative Verknüpfungen auch den intelligenteren Tieren im reichen Maße zur Verfügung stehen. Wir müssen also dementsprechend annehmen, daß diese höheren geistigen Fähigkeiten eine verhältnismäßig späte Erwerbung im Laufe der stammesgeschichtlichen — phylogenetischen — Entwicklung des Menschen darstellen. Daher kann der Mensch die Großhirnteile, die diesen Funktionen als Stätte dienen, auch erst spät erworben oder wohl richtiger aus schon vorhandenen weiter ausgebildet haben. Es ist nun eine bekannte Tatsache der Entwicklungsgeschichte, daß Organe, die im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung erst vor kurzem erworben wurden, auch im Verlauf der individuellen — ontogenetischen — Entwicklung später als phylogenetisch ältere ihre volle Ausbildung erhalten. Nun erfolgt in ganz bestimmten Rindenbezirken viel später als in anderen die Mark-

reifung, die erst eine Funktionsfähigkeit herbeiführt. Es müssen dies also auch Gebiete sein, die erst spät erworben wurden, so daß auch diese entwicklungsgeschichtlichen Gründe für eine besondere Funktion der am spätesten reifenden Gebiete namentlich auch für ihre Beziehungen zu den höheren geistigen Leistungen sprechen. Es sind dies endlich auch Gebiete, in denen vorwiegend sogenannte Assoziationsfasern enden oder entspringen. Die Bezeichnung Assoziationsfaser ist eine rein anatomische und hat an sich mit dem psychologischen Begriff der Ideenassoziation nichts zu tun. Man versteht vom anatomischen Standpunkt aus unter dieser Bezeichnung markhaltige Fasern, die innerhalb des Großhirns selbst verlaufen und meist in geschlossenen Bahnen zusammengefaßt ziehen. Jene Gebiete stellen also vorwiegend Endstätten solcher Assoziationsbahnen dar und nehmen daher auch in dieser Beziehung eine Sonderstellung ein gegenüber den anderen Rindengebieten, den Sinneszentren und der motorischen Region, in denen Projektionsfasern, die die Großhirnrinde mit tieferen Gehirnteilen oder dem Rückenmark verknüpfen, enden oder entspringen. Die drei großen, doppelseitig angelegten Rindengebiete, das Stirnhirn, einen Teil des Schläfen- und des Scheitellappens hat daher Flechsig als die Zentralstätten der höheren intellektuellen Funktionen, als sogenannte ideogene Zentren angesprochen. Für die besondere Bedeutung eines dieser Zentren können endlich noch klinische Tatsachen als Stützen herangezogen werden. Es ist dieses das Stirnhirn, das beim Menschen eine ganz gewaltige Entwicklung erlangt hat und das, wie wir wissen, z. B. bei der Gehirnerweichung, der Dementia paralytica, zuerst und am schwersten erkrankt. Es zeigt sich nun als eines der ersten Symptome dieser Erkrankung eine erhebliche Urteilsschwäche, und ähnliche intellektuelle Ausfallserscheinungen können wir auch bei anderen ausgedehnteren Stirnhirnerkrankungen und Stirnhirnzerstörungen immer wieder beobachten. Wir werden demnach höchstwahrscheinlich auch für die höheren intellektuellen Leistungen eine Lokalisation annehmen und wohl im Stirnhirn eine dieser Zentralstätten suchen müssen.

Wenn wir nun auch die materiellen Parallelprozesse der höheren geistigen Vorgänge nicht kennen, so wissen wir aber doch aus den Untersuchungen Mossos und anderer an Menschen mit

Schädellücken, daß die geistige Arbeit mit einer Zunahme der Blutzufuhr zum Großhirn einhergeht, welche die Arbeitszeit etwas überdauert. Temperaturmessungen im Großhirn haben ferner ergeben, daß dabei eine leichte lokale Wärmezunahme festgestellt werden kann, die auf einen vermehrten Zerfall in der Hirnrinde bei der geistigen Arbeit zurückzuführen ist.

Literatur.

H. Berger, Über die Temperatur des Gehirns, Jena 1910. — Bickel, Experimentelle Untersuchungen über die Magensaftsekretion beim Menschen, Deutsche med. Wochenschr. 1906, 1323. — Bogen, Experimentelle Untersuchungen über psychische und assoziative Magensaftsekretion beim Menschen, Archiv für Physiologie, Bd. 117, 150, 1907. — Ebbinghaus, Grundzüge der Psychologie, Bd. 1, 1905. — Erdmann, Umriss zur Psychologie des Denkens, Tübingen, 1908, 2. Aufl. — Flechsig, Gehirn und Seele, Leipzig 1896. — Hume, Über die menschliche Natur. — Jerusalem, Die Urteilsfunktion, Wien 1895. — von Kries, Die materiellen Grundlagen der Bewußtseinserscheinungen, 1901. — Otto Liebmann, Zur Analysis der Wirklichkeit, Straßburg 1900. — Messer, Empfindung und Denken, Leipzig 1908. — Max Müller, Das Denken im Lichte der Sprache, Leipzig 1888. — Mosso, Über die Temperatur des Gehirns, Leipzig 1899. — Pawlow, Die Arbeit der Verdauungsdrüsen, Wiesbaden 1898. — Pawlow, Das Experiment als zeitgemäße und einheitliche Methode medizinischer Forschung, Wiesbaden 1900. — Witasek, Grundlinien der Psychologie, Leipzig 1908. — Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, 6. Aufl., Leipzig 1908. — Wundt, Vorlesungen über Menschen- und Tierseele, Hamburg 1908. — Ziehen, Leitfaden der physiologischen Psychologie, 11. Aufl., 1920.

12. Vorlesung.

Wir wollen am Ende unserer Betrachtungen, die sich auf das Gebiet der Psychophysiologie beschränkten, nun noch einmal auf einige schon früher erörterte grundlegende Fragen zurückkommen. Aus den vorausgehenden Ausführungen wird wohl zur Genüge hervorgegangen sein, daß wir unter Psychophysiologie jenes Grenzgebiet verstanden, das diejenigen Vorgänge umfaßt, welche der Physiologie und der Psychologie gemeinsam angehören. Nicht die Zurückführung der psychischen Vorgänge auf physiologische war das Ziel unserer Untersuchungen, sondern es handelte sich für uns um die Beantwortung der Frage, wie weit Abhängigkeitsbeziehungen zwischen geistigen und körperlichen Vorgängen bekannt sind, und welcher Art diese Abhängigkeitsbeziehungen sind. Wir legten dabei als vorläufige Arbeitshypothese die Annahme des partiellen psychophysischen Parallelismus zugrunde.

So bequem nun auch als solche das Parallelprinzip erscheint, um so unbefriedigender und erkünstelter muß wohl auf jeden diese Anschauung einwirken, wenn man sich mehr und mehr in das Studium der psychophysiologischen Erscheinungen, wie wir es in diesen Vorlesungen getan haben, vertieft hat. Es ergaben sich schon bei der Erklärung der Handlungen vom Standpunkt des Parallelprinzips aus mancherlei Schwierigkeiten. Diese sind aber noch viel mehr in die Augen springend, wenn es sich z. B. um die Deutung durch einfache Suggestion in der Hypnose hervorgerufener, körperlicher Veränderungen handelt.

Schon Liébault hatte mitgeteilt, daß es bei stark suggestiblen Personen gelingt, durch das Aufkleben eines Stückchen Briefmarkenpapiers auf eine Hautstelle mit der gleichzeitigen Suggestion, daß es sich um Blasenpflaster handle, eine Blasenbildung zu erzielen und selbst die Wirkung eines wirklichen Blasen-

pflasters zu hemmen. Solche und ähnliche Versuche sind mehrfach von durchaus zuverlässigen Beobachtern wiederholt und ausführlich mitgeteilt worden. Sie erfordern eine sehr erkünstelte Erklärung vom Standpunkt des Parallelprinzips aus.

Diese Schwierigkeiten schwinden aber mit einem Schlage, wenn wir die psychischen Erscheinungen in die körperlichen Vorgänge eingreifen lassen und auch in der Wissenschaft das anerkennen, was wir im gewöhnlichen Leben immer tun. Wir kehren damit zu der allen natürlichen Anschauungen und auch in letzter Linie unserem ganzen Denken zugrunde liegenden Annahme einer Wechselwirkung zwischen psychischen und physischen Vorgängen zurück. Der einzige Grund, der diese nächstliegende und eigentlich von selbst gegebene Annahme bei folgerichtiger Durchführung in wissenschaftlichen Kreisen und namentlich im Kreise der naturwissenschaftlich vorgebildeten Forscher und Denker unannehmbar gemacht hat, war — wie früher ausführlich hervorgehoben wurde — der, daß sie in der gewöhnlichen Form gegen das Energieprinzip verstößt, das wir voll und ganz auch für den lebenden Organismus und insbesondere auch für den Menschen anerkennen müssen. Alle Versuche, sich dieser Forderung zu entziehen, erinnern nur zu sehr an sophistische Darlegungen und Kunststücke der scholastischen Dialektik.

Beides, die Wechselwirkung und das Energieprinzip, sind eben nun einmal gegebene Tatsachen. Zeigen wir ihnen die Ehrfurcht, welche den Tatsachen im Gegensatz zu allen Hypothesen gebührt! Ziehen wir aus beiden die notwendigen Folgerungen, obwohl wir hier wieder auf ein Gebiet gelangen, wo die Gemütsbedürfnisse und Wünsche meist eine größere Rolle zu spielen pflegen als die nüchternen Betrachtungen der vorliegenden Erfahrungstatsachen!

Wechselwirkung und Energieprinzip sind einwandfrei nur zu vereinen, wenn auch die psychischen Vorgänge einen gewissen Energiewert besitzen und in eine äquivalente Energieform umgesetzt werden können. Auf eine solche Annahme ist bereits von den verschiedensten Seiten hingewiesen worden. Schon Külpe führte seiner Zeit aus, daß das Gesetz von der Erhaltung der Energie nicht verletzt würde, wenn man annähme, daß eine Äquivalenz zwischen den geistigen und materiellen Vorgängen bestehe. Die

Energiemenge, die dann auf der materiellen Seite zunächst verloren gehe, um in eine entsprechende Menge geistiger Energie umgewandelt zu werden, würde durch einen abermaligen Umsatz dieser geistigen Energie in eine materielle Energieform wieder eingebracht. Auch Stumpf meinte, daß sich das Psychische ganz wohl als eine Anhäufung von Energien eigener Art ansehen ließe, die ihr genaues mechanisches Äquivalent hätten. Laßwitz und v. Groot sind unabhängig voneinander diesem Gedanken noch weiter nachgegangen, und haben beide ausführlich an verschiedenen Stellen die Folgerungen aus einer solchen Annahme entwickelt. Auch Alfred Lehmann ist für die Annahme einer eigenen psychischen Energie eingetreten. Er bezeichnet als psychische Energie diejenige im Zentralnervensystem entwickelte Energie, an die eine psychische Erscheinung unmittelbar gebunden ist. Diese Energieform entsteht neben mehreren anderen Energieformen bei der Arbeit des Gehirns; sie ist eine Energieform eigener Art. Sie muß nach seiner Ansicht erstens physische Eigenschaften besitzen und sich also auch als physische Energie messen lassen und zweitens dem Gesetz von der Erhaltung der Energie unterworfen sein. Wenn psychische Energie entsteht, so muß also eine äquivalente Menge anderer Energiearten verschwinden. Die psychische Energie entsteht durch Transformation aus physischer Energie und kann wieder in diese zurückverwandelt werden. Es kommt jedoch nicht bei jeder Energietransformation im Gehirn zur Entstehung von psychischer Energie. Dies sind die Anschauungen von Lehmann, und ganz ähnlich sind diejenigen, welche Ostwald ausgesprochen hat. Er nimmt ebenfalls eine besondere psychische Energie an, die er durch Umwandlung aus der chemischen Energie des Gehirns entstehen läßt. Sie ist nach ihm die höchste und seltenste Energieform und entsteht nur in besonders entwickelten Organen. Die Erfahrung widersetzt sich in keiner Weise dem Gedanken, daß besondere Energiearten auch besondere Verhältnisse brauchen, um zu entstehen, und daß vorhandene Mengen derselben auch wieder durch Umwandlung in andere Formen vollständig verschwinden können. Die Anwendung des Begriffes der Energie auf irgendeinen Vorgang erfordert nach Ostwald nur, daß die betreffenden Vorgänge meßbare Größen darstellen, die dem Erhaltungs- und Umwandlungsgesetz unter-

liegen. Lieder ist unabhängig von diesen Forschern in einem größeren Werk ebenfalls für eine eigene psychische Energie eingetreten.

Ich selbst habe mich, namentlich unter dem Einfluß von Alfred Lehmann, auch zu der Annahme einer eigenen psychischen Energie bekannt. Ich kam zu der Ansicht, daß zwischen den Nervenprozessen und den psychophysiologischen Vorgängen, also denjenigen Vorgängen, welche nach der gebräuchlichen Annahme des Parallelprinzips mit einem psychischen Parallelprozeß verknüpft sind, quantitative Unterschiede beständen, wofür namentlich auch die phylogenetische Entwicklung spricht. Nur diejenigen Nervenprozesse, bei denen die in der Zeiteinheit zerfallende Substanz eine gewisse Grenze übersteigt, sind psychophysiologische Vorgänge. Daher werden auch nur bestimmte Nervenzellen befähigt sein, solche rasch verlaufenden und intensiven Dissimilationsprozesse darzubieten, und sich auch in ihrem ganzen Bau dieser ihrer Aufgabe angepaßt haben. Diese besondere Leistungsfähigkeit kann natürlich nur erkaufte werden durch eine gesteigerte Empfindlichkeit gegen alle störenden Einflüsse. Denn wir sehen auch sonst überall im Organismus, daß da, wo die Art der Arbeit eine besonders schwierige ist, auch die Empfindlichkeit eine um so größere wird. Der Einfluß der Narkotika, der sich zunächst in einer Aufhebung der psychophysiologischen Leistungen des Gehirns geltend macht, die Wirkung der Einschränkung der Blutzufuhr zur Hirnrinde durch Zusammenpressen der beiden Halsschlagadern, die zu einer sofortigen Bewußtlosigkeit zu führen pflegt, bestätigen diese Annahme.

Bei besonders rasch verlaufenden Dissimilationsprozessen in bestimmten Nervenzellen und deren Neurofibrillengitter in der Hirnrinde vollzieht sich nach meiner Ansicht der Vorgang des Umsatzes chemischer Energie in psychische Energie. Diese psychische Energie entsteht neben Wärme und elektrischer Energie bei diesem Umsatz. Sie ist wie andere Energieformen nur jeweils im Augenblick ihrer Entstehung aus der chemischen Energie vorhanden und wird sofort in andere materielle Energieformen zurückverwandelt. Diese bei der Umwandlung der psychischen Energie in materielle Energieformen frei werdende Energiemenge verrichtet zwei verschiedene Leistungen: Sie vollbringt erstens

das, was wir kurz als innere oder Rindenarbeit bezeichnen können, bewirkt also diejenigen materiellen Vorgänge, welche in dem Niederlegen der Engramme, dem Ausschleifen der Bahnen der Weiterleitung der Erregung von einer Rindenstelle zu einer anderen und den dabei zutage tretenden Vorgängen der Bahnung und Hemmung usw. bestehen. Zweitens tritt aber auch ein Teil dieser frei werdenden Energie als äußere Arbeit zutage, in den Ausdrucksbewegungen, den Einstellungsvorgängen an den Sinnesorganen, den Zirkulationsänderungen und in anderen Muskelinnervationen, wie sie von Preyer, Gley und anderen beschrieben und zur Erklärung einer Form des Gedankenlesens herangezogen wurden. Dieser als äußere Arbeit zutage tretende Teil der umgewandelten psychischen Energie ist es, der es uns ermöglicht, einen intelligenten von einem blöden Menschen meist schon in seinem äußeren Verhalten zu unterscheiden. Die psychische Energie als solche ist also nur von kurzer Dauer; sie hinterläßt aber bei ihrer Rückverwandlung dauernde Spuren im Zentralnervensystem und bedingt auch, daß das Gehirn eines geistig arbeitenden Menschen ganz anders durchgebildet wird, als dasjenige eines Menschen, der an geistige Arbeit nicht gewöhnt ist. Sie hinterläßt aber nicht nur im Gehirn, sondern auch im ganzen Organismus ihre unverwischbaren Spuren und zwar hier in der Form von Nachwirkungen derjenigen Vorgänge, deren Leistungen oben unter den Begriff der äußeren Arbeit zusammengefaßt wurden.

Ich habe nun versucht, an der Hand der von verschiedenen Untersuchern und auch von mir zusammengetragenen Beobachtungen zu einer annähernden Größenbestimmung der etwaigen Äquivalentzahl dieser psychischen Energie zu gelangen. Es muß dabei darauf hingewiesen werden, daß im Wachzustand ständig, vielleicht auch im Schlafe, sicherlich wenigstens so lange Träume vorhanden sind, eine fortlaufende Umsetzung chemischer in psychische Energie und ihre Rückverwandlung vor sich geht. Das, was wir geistige Arbeit nennen, stellt nur eine verhältnismäßig geringe Zunahme dieses ständigen Umsatzes dar, die nach meiner Schätzung nur eine Erhöhung des Rindenumsatzes um etwa $\frac{1}{8}$ beträgt. Ich kam an der Hand der vorliegenden Angaben zu dem Ergebnis, daß bei einer geistigen Arbeit in der Minute etwa eine Energiemenge von 20 Meter-Kilogramm in psychische Energie

umgesetzt werde. Es ist dies ein Betrag, der sehr viel größer ist, als ich ursprünglich erwartet hatte, und der auch den früher von mir unter weniger einwandfreien Annahmen errechneten Wert erheblich übertrifft. Natürlich kann dieser Zahlenwert nur als ein Versuch, zu einer annähernden Vorstellung von der Größe der bei geistigen Vorgängen sich abspielenden Energieverschiebungen zu gelangen, so weit dies nach den zur Zeit vorliegenden Feststellungen und Beobachtungen überhaupt möglich ist, angesehen werden.

Wie schon früher hervorgehoben, können natürlich auch gegen die Hypothese einer eigenen psychischen Energie mancherlei Einwände erhoben werden; aber bei welcher anderen Annahme wäre dies nicht auch der Fall? Wir müssen uns doch darüber klar sein, daß wir zu einer unanfechtbaren Wahrheit gerade auf diesem Gebiete nicht gelangen können. Wie schon Herbert Spencer sagte, werden die Untersuchungen der Psychologen, mögen sie noch so weit gehen, die eigentliche Natur des Geistes niemals enthüllen, so wenig wie die Untersuchungen der Chemiker die eigentliche Natur des Stoffes oder diejenigen der Physiker das innerste Wesen der Bewegung enthüllen werden. Unsere Aufgabe in der Psychophysiologie kann es also auch nur sein, zu einer einfachen, die Erfahrung möglichst gut darstellenden und unseren sonstigen Anschauungen nicht widersprechenden Annahme zu gelangen. Dieser Forderung scheint mir nun die Hypothese einer besonderen psychischen Energie gerecht zu werden.

Literatur.

H. Berger, Über die Temperatur des Gehirns, Jena 1910. — H. Berger, Über den Energieumsatz im menschlichen Gehirn, Zeitschrift für Psychologie, Bd. 88, 81, 1919. — Bernheim, Hypnotisme, Suggestion et Psychotherapie etc., 2. Aufl., 1903. — Franz Ehrhardt, Die Wechselwirkungen zwischen Leib und Seele, Leipzig 1897. — Nicolas von Grot, Der Begriff der Seele und der psychischen Energie in der Psychologie, Archiv für systematische Philosophie, Bd. 4, 257, 1898. — A. Herzen, Grundlinien einer allgemeinen Psychophysiologie, 1889. — Külpe, Einleitung in die Philosophie, Leipzig 1895, S. 150. — Kurd Laßwitz, Die moderne Energetik und ihre Bedeutung für die Erkenntniskritik, Philosophische Monatshefte, Bd. 29, 1. — Kurd Laßwitz, Über psychophysische Energie und ihre Faktoren, Archiv für systematische Philosophie, 1895, Bd. 1, 46. — A. Lehmann, Die physischen Äqui-

valente der Bewußtseinserscheinungen, Leipzig 1901. — A. Lehmann, Elemente der Psychodynamik, Leipzig 1905. — A. Lehmann, Grundzüge der Psychophysiologie, Leipzig 1912. — Lieder, Die psychische Energie und ihr Umsatz, Berlin 1910. — Liébault, Der künstliche Schlaf, Wien 1892. — A. Lehmann, Die Hypnose, Leipzig 1890. — Ostwald, Die Energie, Leipzig 1908. — Ostwald, Vorlesungen über Naturphilosophie, 1902. — E. Pflüger, Über den elementaren Bau des Zentralnervensystems, Pflügers Archiv, Bd. 112, 1, 1906. — C. Stumpf, Leib und Seele, Psychologenkongreß, München 1896. — Herbert Spencer, Die Prinzipien der Psychologie, übersetzt von Vetter, Stuttgart 1903, S. 661.

Sachregister.

A

Adrenalin 15.
 Ähnlichkeitsassoziation 92.
 Äquivalentzahl der psychischen Energie 104.
 Affekte, Begleiterscheinungen 58.
 Affekte, sthenische und asthenische 58.
 Aktionsstrom 40, 48.
 Allgemeinvorstellungen 95.
 Allbeseelung 19, 22.
 Alkoholwirkung auf die psychischen Vorgänge 59, 83.
 Anatomie, vergleichende 5.
 Anthropologie 6.
 Aphasie, motorische 89.
 — sensorische 89.
 Apperzeption 78.
 Apperzeptionswellen 81.
 Arbeit, geistige, Begleiterscheinungen 99.
 — — Energieumsatz 104.
 Assimilation 22.
 Assoziationsgesetze 90, 91.
 Assoziationsfasern 98.
 Assoziationspsychologie 90.
 Atem als Seele 12.
 Aufmerksamkeit, körperliche Begleiterscheinungen 79.
 Aufmerksamkeit, willkürliche und unwillkürliche 78, 79.
 Aufmerksamkeitsschwankungen 81.
 Ausdrucksbewegungen 65.
 Auslösungsvorgänge 16.
 Automatischwerden von Bewegungen 74.

B

Bahnung 80, 94.
 Beruhigung als Gefühl 54.
 Bewegungsempfindungen 26.
 Biotonus 63.
 Blickfeld, inneres 78.
 Blendungsreflex 69.
 Blickpunkt, innerer 78, 79.
 Blut als Seelensitz 11.
 Brocas Zentrum 89.
 Brücke als Seelensitz 4.

C

Centren, ideogene 98.
 Chemische Sinne 24.

D

Deduktion 1.
 Denkvorgänge 95.
 Dissimilation 22.
 Druckreize 33.
 Dualismus 13.

E

Elektrische Erscheinungen an der Haut als Begleiterscheinungen der Gefühlsvorgänge 56.
 Empfindung und Vorstellung 49.
 Empfindungszellen 46.
 Empfindungsstärke 31.
 Energie, Erhaltung der 14, 21, 101.
 — psychische 19, 101, 102, 103.
 Enge des Bewußtseins 77.
 Engramme 47, 50.
 Entwicklung, ontogenetische 97.

Entwicklung, phylogenetische 97.
Ergograph 57.
Erinnerungsbild 42, 50.
Erinnerungsbilder, ihr Zerfließen 50.
Erinnerungszellen 46.
Erkennungszeit 86.
Erlernen neuer Bewegungen 73.
Erregung als Gefühl 54.

F

Fechnersches Gesetz 36, 38.
Fühlsphäre 26.

G

Geberdensprache 88.
Gedankenlesen 72.
Gefühlstheorie, sensualistische 60.
— biologische 62.
— dynamische 63, 64.
Gefühlston 52, 53.
Gefühlsvorgänge 52 ff.
— Begleiterscheinungen 54 ff.
Gehirn als Seelensitz 3.
Gehirnerweichung 7, 61, 63, 98.
Gehirngefäße 56.
Gehirngewicht 6.
Gehirntemperatur 99.
Gehörssinn 26.
Geistige Arbeit, Begleiterscheinungen 98.
Gemeinempfindungen 27.
Gesichtssinn 27.
Gleichgewichtsempfindungen 27.
Gleichzeitigkeitsassoziation 92, 93.
Großhirn, weiße Substanz 97.
Großhirnoberfläche 9.
Großhirnrinde 9, 46.
Großhirn, Furchen 9.
Großhirnmasse 9.

H

Halluzinationen 49.
Handlung 68.
Harnstoff 15.
Hautempfindungen 26.

Hemmung 80, 94.
Herz, als Sitz der Gefühlsvorgänge 3, 54.
Hirnabszeß 8, 9.
Hypnose 100.

I

Ideen, angeborene 75.
Ideenassoziation 90.
Idiotie 5, 6, 44.
Induktion 1.
Instinkthandlungen 75.
Intellektuelle Vorgänge, höhere 95 ff.
— — ihre Lokalisation 97, 98.

K

Klanganalyse 92.
Kraftsinn 26.

L

Lebensvorgänge 15.
Lokalzeichen 26, 29.
Lösung als Gefühl 54.
Lust 52, 53.

M

Magensaftsekretion 93.
Marklager des Großhirns 9.
Markreifung 97.
Markscheide 96.
Materialismus 17.
Maximalempfindung 32.
Mechanische Sinne 24.
Messung des zeitlichen Ablaufs psychischer Vorgänge 81, 82.
Monismus 17.
Motive, Spiel derselben 75.
Motorische Region der Rinde 71, 72.
Muskellefen 72.
Muskelsinn 26.
Muskelsinnhalluzinationen 70.

N

Nervenfaser, Bau 96.
Nervenleitung 24, 31.

Nervenzellen der Rinde 46.
Netzhaut, Bau 28.
Neurofibrillen 46.
Neuropil 46.

P

Parallelismus, psychophysischer 20,
100.
— partieller 21.
— universeller 22.
Pendel, siderisches 71.
Perzeption 78.
Persönliche Gleichung 82.
Physiologie, experimentelle 6.
Plethysmograph 55.
Pseudohalluzinationen 49.
Psychologie, empirische 1.
— rationale 1.
— physiologische 1.
Psychoreflexe 67.
Pulsveränderungen bei Gefühlsvorgän-
gen 55ff.
Pupillenveränderungen bei Gefühls-
vorgängen 57.

Q

Qualität der Empfindung 30.

R

Raumanschauung 28, 76.
— des Tastsinnes 28.
— des Gesichtssinnes 28.
Reaktion, muskuläre 83.
— sensorielle 83.
Reaktionsversuch 82.
Reaktionszeit 81, 82.
— unter Alkoholwirkung 83.
— unter Teewirkung 83.
Reflexe, bedingte 93.
Reflexphänomen, psychogalvanisches
57.
Reflexvorgänge 69.
Reize, unterschwellige 31.
— übersinnliche 27.
Reizhöhe 32.

Reizschwelle 31.
Reizschwelle der verschiedenen Sinne
31.
Rindenblindheit 45.
Rindenreizung, elektrische 71.
Rindenströme 48.
Rindenarbeit 104.

S

Schlaganfall 8.
Schmerzempfindungen 26.
Seele, immaterielles Wesen 12.
Seelenblindheit 45.
Seelenvorstellungen, ihre Entwicklung
11, 12.
Sehhügel 67.
Sehsphäre 27.
Sinne, chemische 24.
— mechanische 24.
Sinneszentren, ihre Bedeutung 47.
Sinnesenergie, spezifische 24.
Sinnesphysiologie 24.
Spannung als Gefühl 54.
Spiritualismus 18.
Sprachentwicklung 88.
Sprache und Denken 90.
Sprachstummheit 89.
Sprachtaubheit 89.
Sprachverständnis 89.
Sprechenlernen 88.
Stereognostischer Sinn 29.
Stirnhirn 98.
Stoffwechseluntersuchungen 15.

T

Tastempfindungen, innere 26.
Thalamus opticus 67.
Tee, Einfluß auf die Reaktionszeit 83.
Tischrücken 72.
Traum, seine Bedeutung für die Ent-
wicklung der Seelenvorstellungen
12.

U

Unlust 52, 53.
— Mundstellung dabei 66.

Unterschiedsschwelle 33.
— relative und absolute 34.
Urteile 95.

V

Vergessen 50.
Völkerpsychologie 11.
Vorstellung und Empfindung 48.
Vorstellungsverknüpfung 91.

W

Wahlzeit 86.

Webersches Gesetz 34.
Wechselwirkung 13, 14, 68, 101.
Wernickes Zentrum 89.
Wiedererkennen 42, 50.
Willensvorgänge 68.
Willkürliche Bewegungen, ihre Entwicklung 72.

Z

Zielvorstellungen 95.
Zirbeldrüse 4.
Zweiseitentheorie 19.



Die Preise sind einschließlich des jetzigen Teuerungszuschlages des Verlags angegeben. Für das Ausland wird ferner dervom Börsenverein der deutschen Buchhändler vorgeschriebene Valuta-Ausgleich berechnet — Die Preise für gebundene Bücher sind bis auf weiteres unverbindlich.

Weitere Schriften von

Dr. Hans Berger

o. ö. Prof. an der Universität Jena.

Zur Lehre von der Blutzirkulation in der Schädelhöhle des Menschen

namentlich unter dem Einfluß von Medikamenten. Experimentelle Untersuchungen. Mit 16 Kurven, 1 Abbildung im Text und 5 Tafeln. (78 S. gr. 8^o) 1901. Mk. 15.—

Zeitschrift für Psychiatrie, Bd. LIX, 1902:

Verf. gibt in dem allgemeinen Teil seiner Arbeit eine umfassende historische Übersicht über die Forschungen betreffend die Blutzirkulation in der Schädelhöhle. Er bespricht dann die einzelnen Untersuchungsmethoden, unter denen für das Tierexperiment die von Gärtner und Wagner angegebene Methode, beim Menschen die Methode der plethysmographischen Gehirnkurve und der gleichzeitigen Registrierung der Volumenkurve peripherer Organe sich ihm als die wertvollsten erwiesen haben. Schließlich gibt Verf. noch physikalisch-physiologische Daten über die Zirkulation in der Schädelhöhle. . . .

Über die körperlichen Äußerungen psychischer Zustände.

Weitere experimentelle Beiträge zur Lehre von der Blutzirkulation in der Schädelhöhle des Menschen.

I. Teil. Mit einer Abbildung im Text (X, 184 S. Lex.-8^o) und einem Atlas von 18 Tafeln (4^o). 1904. Mk. 60.—

II. Teil. Mit 3 Abbildungen im Text (VII, 216 S. Lex.-8^o) und einem Atlas von 11 Tafeln (4^o). 1907. Mk. 60.—

Wiener klin. Wochenschrift, Nr. 40 vom 6. Oktober 1904:

Der separat geheftete Atlas enthält geradezu glänzende Reproduktionen von Originalkurven in natürlicher Größe, die als objektive Versuchsprotokolle einen bleibenden Wert haben.

Untersuchungen über die Temperatur des Gehirns.

Mit 12 Abb. u. 17 Kurven im Text. (VIII, 130 S. Lex.-8^o) 1910. Mk. 13.50.

Die seelische Krankenbehandlung (Psychotherapie).

Ein Grundriß für Fach- u. Allgemeinpraxis. Von Dr. med. I. H. Schultz. Zweite verb. Aufl. Mit 12 Kurven im Text und 1 Tafel. (XV, 353 S. gr. 8^o) 1920. Mk. 40.—, geb. Mk. 48.—

Inhalt: I. Die Möglichkeiten der Psychotherapie. 1. Psychologische Orientierung. 2. Die Wege zur Psychotherapie. — II. Die Methoden der Psychotherapie. 3. Populär-Psychotherapie. 4. Die Hypnotherapie. 5. Die Psychoanalyse. 6. Allgemeine Wachspsychotherapie. 7. Die Heilpädagogik. — III. Besondere Aufgaben allgemeiner Art der Psychotherapie. 8. Empfindungs- und Vorstellungsstörungen. 9. Affektive Störungen. 10. Denkstörungen. 11. Willens- und Bewußtseinsstörungen. 12. Somatische Störungen. 13. Die Persönlichkeitsfrage. 14. Psychopathologische Typen. 15. (Anhang) Massenpsychotherapie. — IV. 16. Das Ziel der Psychotherapie.

Der vorliegende Grundriß sucht den Weg zur Psychotherapie für die Allgemeinpraxis mit dem Ziel der Psychologisierung des Arztes zu erleichtern und bietet damit den praktischen Ärzten bei der wachsenden Bedeutung der auf den verschiedensten Ursachen basierenden Neurosen und Psychosen reiche Anregung und Belehrung.

Die erste Auflage hat eine außerordentlich freundliche Aufnahme gefunden, so daß ihr schon nach kurzer Zeit eine zweite folgen konnte, deren Brauchbarkeit durch Ergänzungen und kurze Literaturnachweise wesentlich erhöht worden ist.

Leitfaden der physiologischen Psychologie

in 16 Vorlesungen. Von Prof. Dr. Th. Ziehen, Halle a. S. Elfte, umgearbeitete Auflage. Mit 77 Abbildungen im Text. (VII, 592 S. gr. 8^o) 1920. Mk. 60.—, geb. Mk. 70.—

Der Verf. hat auch der neuen Auflage des bekannten Leitfadens zahlreiche Ergänzungen und Verbesserungen zuteil werden lassen, so daß sie, in ihrem Umfange nur wenig vermehrt, eine eingehende Berücksichtigung der neuesten Forschung enthält, und in dieser neuen Form zu den alten Freunden des Buches viele neue hinzuwerben wird. Ziehen vertritt die Assoziations-Psychologie, und im Gegensatz zu Wundts Grundriß stellt er die Methoden der physiologischen Psychologie ausführlich dar. Das Buch hat in seinen ersten zehn Auflagen seine Existenzberechtigung und Brauchbarkeit aufs beste bewiesen, so daß sich jede weitere Empfehlung erübrigt.

Die Preise sind einschließlich des jetzigen Teuerungszuschlages des Verlags angegeben. Für das Ausland wird ferner der vom Börsenverein der deutschen Buchhändler vorgeschriebene Valutausgleich berechnet. — Die Preise für gebundene Bücher sind bis auf weiteres unverbindlich.

Physiologische Optik. Dargestellt für Naturwissenschaftler. Von Dr. **W. E. Pauli**, a. o. Professor an der Universität Jena, und Dr. **R. Pauli**, a. o. Professor an der Universität München. Mit 2 Tafeln und 70 Abb. im Text. (V, 112 S. gr. 8^o.) 1918. Mk. 10.—, geb. Mk. 18.—.

Inhalt: I. Teil: **Dioptrik.** Bau des menschlichen Auges; Strahlengang. Der Augenspiegel. Die Akkommodation. Brillengläser. Die Irradiation. — 2. Teil: **Gesichtsempfindungen.** Von der Lichtempfindung im allgemeinen. Lichtmischungen. Theorie des Farbensehens nach Helmholtz. Das Purkinjesche Phänomen; Dämmerungssehen. Die Duplizitätstheorie. Die Farbenblindheit. Der Simultankontrast. Die Heringsche Theorie der Gegenfarben. Zeitliche Verhältnisse der Lichtempfindung. Das Webersche Gesetz; Photometrie. — 3. Teil: **Gesichtswahrnehmungen.** Die Sehschärfe. Geometrisch-optische Täuschungen. Das binokulare Sehen. Zur Theorie der Raumanschauung. Das Sehen von Bewegungen. — Quellennachweise. Stichwortverzeichnis.

Die vorliegende Darstellung der physiologischen Optik, für Vertreter der exakten Wissenschaften bestimmt, will in erster Linie den Anforderungen des Physikers gerecht werden. Sie bringt daher Gebiete, die unmittelbar in die Physik hineinragen, wie die Photometrie, die Stereoskopie usw., im Zusammenhang mit den allgemeinen Tatsachen der physiologischen Optik; damit ist gesagt, daß eine vollständige und gleichmäßige Behandlung der gesamten physiologischen Optik nicht in der Absicht der Arbeit liegt. Gleichwohl wird kein wesentlicher Teil dabei vermißt werden; so eng und so vielseitig sind die Beziehungen zwischen der Physik und diesem besonderen Zweig der Physiologie.

Abgesehen von der allgemeinen Orientierung unter Berücksichtigung der neuesten Forschungen verfolgt die vorliegende Darstellung auch den Zweck, geeignetes Material für Demonstrationen und Vorlesungsversuche zu bringen. Es ist daher besondere Sorgfalt auf die Beschreibung zum Teil neuer Versuchsanordnungen verwandt worden.

Psychologisches Praktikum. Leitfaden für experimentell-psychologische Übungen. Von Dr. **R. Pauli**, a. o. Prof. an der Univ. München. Zweite, verb. Aufl. Mit 96 zum Teil farbigen Abb. und 4 Tafeln im Text. (XVI, 236 S. gr. 8^o.) 1920. Mk. 18.—, geb. Mk. 25.—.

Inhalt: 1. Einleitung. 2. Psychophysik. 3. Haut- und Muskelempfindungen. 4. Geruchs- und Geschmacksempfindungen. 5. Gehörsempfindungen. Der statische Sinn. 6. Lichtempfindungen. 7. Die Wahrnehmung. 8. Die Raumanschauung; Gestalt- und Bewegungssehen. 9. Die Zeitauffassung. 10. Die Enge des Bewußtseins, Aufmerksamkeit und Denken. 11. Das Gedächtnis. 12. Die Gefühle. 13. Der Wille; Psychophysik der Arbeit. 14. Traum und Hypnose. — Stichwortverzeichnis.

Bei der Bearbeitung des Buches ist nicht nur an den Psychologen und Philosophen, sondern auch an den Pädagogen und den Arzt, kurz an die angewandte Psychologie im weitesten Sinne des Wortes gedacht. Durch eine streng sachliche Darstellung der grundlegenden Methoden und Tatsachen soll mehr und mehr eine einheitliche Grundlage und ein gesicherter Ausgangspunkt für alle diese Anwendungsgebiete und Forschungsrichtungen geschaffen werden. So wird der Leitfaden dem Leiter wie dem Mitglied des Kurses viel kostbare Zeit sparen und dem letzteren manche Ergänzung sowie weitergehende Anregungen bieten. Als beste Empfehlung darf wohl angeführt werden, daß die erste Auflage innerhalb neun Monaten vergriffen war.

Über psychische Gesetzmäßigkeit insbesondere über das Webersche Gesetz. Von Dr. **R. Pauli**, a. o. Prof. an der Univ. München. Mit 42 Abb. im Text. (VII, 88 S. gr. 8^o.) 1920. Mk. 6.—.

Inhalt: 1. Zur Beurteilung der gegenwärtigen Psychologie. 2. Das Webersche Gesetz und seine Deutung. 3. Gegen die psychologische Deutung des Weberschen Gesetzes. 4. Die physiologische Deutung. 5. Der Relativitätssatz. 6. Tatsachen aus dem Bereiche der Empfindungs- und Wahrnehmungspsychologie. 7. Tatsachen aus dem Bereiche der Gedächtnis- und Vorstellungspsychologie. 8. Die Bedeutung des Relativitätssatzes. 9. Zusammenfassung. Anhang: Psychologische Ableitungen. Quellennachweise.

Verzeichnis der Schriften über

Psychologie

(Allgemeine, vergleichende und experimentelle Psychologie, Psychophysiologie, Tierpsychologie)

aus dem Verlag **Gustav Fischer in Jena**

Kostenfreie Zusendung durch jede Buchhandlung oder vom Verlag.



