

Richard Lemon

Bewusstseinsvorgang und Gehirnprozess

Eine Studie
über die energetischen Korrelate der
Eigenschaften der Empfindungen

von

Richard Semon

Nach dem Tode des Verfassers herausgegeben

von

Otto Lubarsch

Wiesbaden

Verlag von J. F. Bergmann

1920

ISBN-13:978-3-642-93889-4 e-ISBN-13:978-3-642-94289-1
DOI: 10.1007/978-3-642-94289-1

Inhalt.

	Seite
Einleitung des Herausgebers	X—XLIV
Vorwort des Verfassers	I
Einleitung. Allgemeines über Beziehung d. energetischen Gehirnprozesse (bzw. Körperprozesse) zu den Bewußtseinszuständen. Hinweis auf die Darlegungen in d. mnem. Empf. S. 3. — Notwendigkeit, darzulegen, daß d. Bewußtseinszustände durch die Erregungen restlos bestimmt sind. S. 5. — Analyse schafft Kunstprodukte S. 7. — Liste d. Eigenschaften d. Empfindungen S. 9.	
1. Kapitel. Energetische Korrelate der spezifischen Eigenschaften der Empfindungen	11
1 und 2. Allgemeine und spezielle Qualität der Empfindungen	11
Elementare Sinnesapparate S. 11. — Spezifische Energien S. 13.	
3. Die Lokalzeichen der Empfindungen	18
Eigennoten S. 19. — Eigennote d. Erregungen. — Regulationserscheinungen. — Entgipfelte Koniferen S. 20. — „Morphaesthesia“. — Morphogene Erregungen. — Topogene Eigennoten. — Lokalzeichen S. 22. — Nebeneinander S. 23. — Zusammenfallen der Qualität mit der topogenen Eigennote bei den Gehörsempfindungen S. 24. — Eigennoten d. Geruchsinns beim Menschen. — „Topochemischer Geruchssinn“ d. Insekten. — Versuche Bruns S. 26. — Eigenheiten d. Geruchssinns beim Menschen S. 27. — Nebeneinander d. räumlichen Sinne, Extensität S. 28. — Gehörsempfindungen S. 29. — Resonanztheorie. — Extensität d. Tonempfindungen S. 31. — Tonskalen (diskontinuierlich) S. 32.	
2. Kapitel. Intensität der Empfindungen	33
Reiz-, Erregungs-, Empfindungsintensität S. 33. — Reizintensität und durch objektive Reaktionen manifestierte Erregungsintensität S. 34. — Negative Schwankung S. 34. — Ficks Experimente S. 35. — Praesentationszeit. — Fröschel S. 36. — Blaauw, Linsbauer, Bach S. 36. — Nathanson u. Pringsheim S. 37. — Energetische Berechnung S. 38. — Reizdauer u. Reizzeit bei Gesichtsempfindungen S. 39. — Bloch, Charpentier, v. Krieß, Wieß u. Laqueur. — Talbotsches Gesetz S. 40. — Direkte Intensitätsvergleichung S. 41. — „Unter sonst gleichen Umständen“ S. 42. — Einheit d. Bewußtseinszustandes.	

— Wechselwirkung der Organe S. 43. — Wachsen der Empfindungsintensität. Sukzessives Anzünden von immer mehr Lampen. — Rucksack S. 44. — E. H. Weber und Fechners „Webersches Gesetz“ S. 45. — Ebenmerkliche Stufen und ihre Beurteilung S. 46. — Homophone Vergleichung S. 47. — Meßbarkeit der Extensitäten d. Empfindungen S. 50. — Der Intensitäten. — Differenzbildung S. 51. — Augenmaß S. 53. — Relative und absolute Differenz S. 54. — Versuche Wrinchs für Zeitsinn, Laubs für Raumsinn S. 55. Alle ebenmerklichen Differenzen sind relative Differenzen S. 56. — Augenmaß, absolute Differenzen, Laub S. 57/58. — Wrinch (Zeitsinn) S. 60. — Absolute Differenzen bei übermerklichen intensiven Empfindungen, Merkel Schallempf. S. 61. — Gesichtsempf. S. 62. — Helligkeiten. Ament, Fröbes, Ebbinghaus. — Schwarzempfindung als Erregungsmanifestation S. 63. — Skala d. Gesichtsempf.-Intensitäten. — Hering S. 64. — Schlußergebnis S. 65.

3. Kapitel. Das energetische Korrelat des Gefühlstons der Empfindung 66

Stellungen d. Gefühle zu den Empfindungen S. 66. — Gefühlston. Lust und Unlust — Abhängigkeit von äußeren Reizen S. 67. — Grüne Tischdecke bei Farbenblindheit S. 68. — Auftreten d. Gefühlstons von 3 Variablen abhängig. — 1. Qualität und Intensität d. Reizung. — Überstarke Reizungen bedingen sämtlich unlustgetönt. S. 69. — Schmerzempfindungen. — Algolagnie S. 70. — 2. Homophon mitklingende mnemische Empfindungen S. 71. — 3. Gesamtkonstellation. — „Stimmung“ S. 72. — Wirkung von außen einverleibter chemischer Agentien S. 72. — Hormone. — Adrenalin. — Sympathicus S. 73. — Cannons Versuche: emotionelle Adrenalinabscheidung in das Blut. — Wirkung auf Sympathicus. — Kreisprozeß. — James-Langesche Theorie S. 74. — Dagegen sprechen die Versuche von Sherrington und Elliot S. 75. — Keimdrüsen-Hormone. — Brunst. — Steinachs Versuche mit Austausch d. Keimdrüsen S. 76. — „Pubertätsdrüse“. — Abweisung von Hypothesen über das Wesen des Energetischen Korrelats der Gefühlstönung S. 77. — Zusammenfassendes Schema d. Ergebnisse des ersten Teils S. 78.

II. Teil.

- 4. Kapitel.** Der Quantitätsfaktor der Erregungsenergie. Seine Verstärkung durch Vervielfältigung der Reizung 79
- Korrespondierende Punkte. — Vividität S. 79. — Beispiele. Verhältnis zur Intensität. — Grad d. Bewußtheit. Selbstbewußtsein S. 80. — Energiefaktoren. — Definitionen u. Beispiele S. 81/82. — Quantitätsfaktor d. Reizenergie S. 82. — Beispiel: Sternbetrachtung. Nebeneinander S. 83/84. — Homophonie S. 85. — Hören mit 1 und mit 2 Ohren S. 87. — Helligkeitszunahme beim binokularen Sehen a) beim Tagesehen S. 90. — Fechners paradoxer Versuch. — Wettstreit d. Sehfelder S. 91. — Pipers Versuche und Ansichten S. 93. — Fechner u. Piper S. 94. — Wettstreit der Sehfelder: Form des wogenden und des stehenden Kampfes S. 96/97. — Beim Gehörorgan nicht derartige Komplikation S. 100. — Schluß: beim binokularen Sehen, diotischen Hören usw. also keine Intensitäts-, wohl aber eine Vividitätssteigerung S. 101/102. — Beweisendes Experiment (Synaptalarve) S. 102. — Kein stereoskopisches Sammelbild. — Quasi-stereoskopische Tiefenwahrnehmung S. 105. — Erhöhung des körperlichen Eindrucks von Flächenbildern beim gewöhnlichen Binokularsehen durch Schluß eines Auges. — Parallelstellung d. Gesichtslinien S. 106/108. Schluß. — Anmerkung Hering und Jentzsch-Wetzlar betreffend S. 107.
- 5. Kapitel.** Grad der Bewußtheit und Aufmerksamkeit. 109
- Aufmerksamkeit. — Attentio, Anspannung S. 109. — Willkürliche u. unwillkürliche. — Aufm. Keine Tätigkeit, sondern ein Zustand S. 110. — Verteilung der Vividität. — Teilung, Konzentration S. 111. — Bedingende Momente. — Wille S. 112. — Aufm. kein Zwischenglied zwischen bedingendem Moment und Verteilung, sondern letztere selbst S. 113. — Brennpunkt d. Aufm. — Bringt Konzentration d. Aufmerksamkeit (Vividitätssteigerung) auch Intensitätssteigerung d. Empf. mit sich? S. 114. — Fechner u. Ebbinghaus S. 114/115. — Indirekte Gründe für Intensitätssteigerung. Leuchtend werden mnemischer Empfindungen (Erinnerungs- u. Phantasiebilder) S. 116. — Tatsachen d. Traumlebens. — Schwellenbestimmungen S. 117. — Klang-

analyse (Obertöne) S. 120. — Direkte Beweise. Optischer Fernversuch S. 122. — Nahversuche. Komplikation durch Akkomodation S. 125. — Beschreibung der Nahversuche S. 126. — Direkte Versuche auf anderen Empfindungsgebieten. — Druckempfindung S. 127. — Schmerzempfindung S. 128. — Komplikation durch Unlust- bzw. Lusttönung S. 129. — Tonempfindung. — Versuche: Geringe Intensitätssteigerung S. 130. — Kälte. — Organgefühl (Muskelgefühl?) S. 131. — Muskulatur d. Mittelohrs S. 131 u. 132. — Ihre Funktion (Adaptationsvorgang) S. 132. — Schluß S. 134.

6. Kapitel. Das energetische Korrelat der Vividitätsverteilung (der passiven und aktiven Aufmerksamkeit) 135

Vividitätssteigerung durch 1. Vervielfältigung d. Reizung, 2. durch aktive oder passive Aufmerksamkeit. In beiden Fällen Vergrößerung d. Quantitätsfaktors d. Erregungsenergie. — „Verfügbare Vividität“ und „verfügbare Menge“ reizbarer Substanz S. 135. — Wo findet sich diese verfügbare Menge? Studienobjekt Nervensystem d. Wirbeltiere. Keine Substanz durch Leitungskonstellation festgelegt. Graue Substanz d. Zentralnervensystems S. 136. — Großhirn S. 137. — Vgl. Anatomie. — Säugetiere. — Gewichtsverhältnisse d. Hirnteile S. 138. — Großhirnrinde u. „verfügbare Substanz“ S. 138/139. — Sulci u. Gyri. — Dicke d. Rinde. — Lokalisation d. verfügbaren Substanz in Fläche und Dicke S. 140. — Schichten d. Rinde. — Lokalisation in d. Fläche (Hirnkarte) abzulehnen S. 141 — Frontalhirn S. 142. — Schichtenlokalisierung. — Ihre Resultate in bezug auf Mobilität. Betz'sche Riesenzellen S. 143. — Visosensorische Elemente d. Area striata S. 143/144. — Nißl's Fundamentalzonen. — Bielschowsky u. Jakobs S. 145. — Jede Schicht u. Unterschicht enthält morph. verschiedenartige u. physiol. verschieden funktionierende zellige Elemente S. 146. — Frage, ob „verfügbare Substanz“ aus zelligen Elementen besteht S. 148. — Nißl's Grau S. 149. — Meine Stellungnahme dazu S. 151. — Wir müssen mit einem Fragezeichen enden, befinden uns aber in bezug auf die Elementarlokalisierung d. verfügbaren Substanz“ in genau derselben Lage wie in bezug

	Seite
auf die Elementarlokalisierung d. Elemente d. Sehens, Hörens, Riechens usw. S. 152.	
Nachwort. Stütze der Auffassung, daß der Grad der Vividität vom Quantitätsfaktor abhängt. — Übersicht über die Gedankengänge eines 7—12. Kapitels	153
7. Kapitel. Wettstreit der simultanen Erregungen um die „verfügbare Substanz“	153
Die verschiedenen Komponenten eines simultanen Empfindungskomplexes stehen in tatsächlichem Wettbewerb um die jeweils verfügbare Vividität	154
Erste Annahme des Zuganges aller Erregungen zur verfügbaren Substanz, zweite, daß in einem Abschnitt erregbarer Substanz jeweils nur eine Erregungsform abläuft. — Wettstreit der Sehfelder auf dem gleichen Empfindungsfeld	154
8. Kapitel. Erörterung des Lokalisationsproblems	155
Rindenlokalisierung der zentrifugalen und zentripetalen Erregungen eine Lokalisation der Ein- und Ausleitung der Erregungen S. 155. — Lokalisation der Engramme keine strenge, der Hirnkarte entsprechende. — Postulat der chronogenen Lokalisation S. 156. — Möglichkeit einer Aufspeicherung der Engramme in der chromatischen Substanz der Zellkerne	157
9. Kapitel. Quantitätsfaktor und Mneme	157
Je vividier eine Empfindung, desto vollkommener die hinterlassenen Engramme. — Durch multiple äußere Reizung, Vermehrung der gereizten Substanz und größere Vividität der Empfindung S. 157. — Energetische Parallele zur quantitativen Wirksamkeit des Vererbungssubstrates, Boveri	158
10. Kapitel. Grade der Bewußtheit	158
Keine scharfe Unterscheidung verschiedener Grade der Bewußtheit möglich. — Vorzug schwach bewußter Denkarbeit. — Intuition. — Ablehnung des grundsätzlichen Gegensatzes zwischen vollbewußt logischer Denkarbeit und Intuition, im Sinne Bergsons. — Ausmaß der Affekte, abhängig von Intensität und Vividität.	
11. Kapitel. Einklang zwischen vergleichender Morphologie und vergl. Psychologie auf Grund der Abhängigkeit des Grades der Bewußtheit von der Quantität der erregten Substanz	159

	Seite
Abhängigkeit der Intelligenz von der Hirnmasse bei Wirbeltieren, Cephalopoden und Insekten. — Die Fähigkeit, seine Aufmerksamkeit zu teilen, ohne die Vividität der Einzelempfindungen zu schmälern, als Grundlage der Intelligenz, zugleich in ihrer Abhängigkeit von der Menge der „Verfügbaren Substanz“	160
12. Kapitel. Betrachtungen über das Wesen des Hirnprozesses vom energetischen Standpunkt aus	161
Literaturverzeichnis	162
Anhang. Zur Ontogenese der engraphischen Empfänglichkeit. Nach hinterlassenen Bleistiftentwürfen zusammengestellt	167
Zunahme der engraphischen Empfänglichkeit von der Geburt an. — Meumanns sofortiges, vorübergehendes und dauerndes Behalten. — Freuds „infantile Amnesie“ S. 167. — Schwäche und Empfindlichkeit der Kindheitsengramme 168. — Bedeutung der unbewußt ablaufenden Vorgänge S. 169. — Die Untersuchungen von V. und C. Henri über die individuellen Schwankungen der Entwicklung der engraphischen Empfänglichkeit S. 170. — Die Abhängigkeit der ekphorischen Leistung von Aufmerksamkeit, Ermüdbarkeit, Konzentrationsfähigkeit und Willenskraft S. 171. — Das unmittelbare Behalten soll eine andre Entwicklung nehmen als das dauernde Behalten S. 171. — Meumanns Ergebnisse S. 171 und 172. — Einwände dagegen. — Wiederholung bewirkt neue, chronogen anders lokalisierte Engramme S. 172. — Bedeutung der Zahl der Wiederholungen für die Treue des Gedächtnisses S. 175. — Kein Unterschied in der ontogenetischen Entwicklung des längeren und des sofortigen Behaltens S. 177. — Kurve der engraphischen Empfänglichkeit S. 177—180. — Die engraphische Empfänglichkeit ist eine gemeinsame Eigenschaft aller lebenden Substanz 181. — Höheres Gedächtnis und engraphische Empfänglichkeit der Großhirnrinde. — Im Hirn keine Zellvermehrung, nur Ausbau innerer Strukturen nach der Geburt S. 181. — Größen- und Gewichtszunahme des Hirns S. 182. — Vorwiegender Anteil des Zellwachstums S. 183. — Kurve nach Boyd S. 184. — Altersveränderungen des Gehirns S. 185. — Veränderungen bei Altersblödsinn und normale senile Involution S. 185. — Engraphische Empfänglichkeit hängt nicht lediglich von Ausbildung und Masse der nervösen Substanz ab S. 185. —	

Die quantitativen Verhältnisse begleitende Momente der engraphischen Empfänglichkeit S. 185. — Spezialgedächtnisse S. 186. — Gedächtnis- oder Vorstellungstypen S. 186. — Keine reinen Gedächtnistypen S. 187. — Untersuchungen von Netschajeff, Lobsien, Radozsawljewitzch, Pöhlmann S. 188. — Spezialgedächtnisse durch verschiedene Stärke und Vividität der engraphisch wirkenden Erregungen bedingt S. 190. — Bedeutung von Interesse und Aufmerksamkeit für die Gedächtnisleistung S. 192. — Die Beteiligung mnemischer Erregungen am simultanen Erregungskomplex S. 192—196. — Tarrasch S. 195. — Mackart S. 197. — Die Bedeutung der Übung und des verfügbaren Engrammschatzes für die Originalaufnahme S. 196. — Die Leistungsfähigkeit eines Spezialgedächtnisses beruht auf der Besonderheit der Originalwahrnehmung S. 198. — Keine Verschiedenheit der engraphischen Empfänglichkeit. — Die Kurve der engraphischen Empfänglichkeit ist die Zeitkurve der Ontogenese der engraphischen Empfänglichkeit für die einzelnen Nervenzellen S. 199/200. — Engraphische Empfänglichkeit der Keimdrüsen S. 200. — Towers Experimente S. 200. — Vorübergehende Veränderungen der engraphischen Empfänglichkeit S. 201. — Ausgleichbare und dauernde Veränderungen der engraphischen Empfänglichkeit S. 201. — Herabsetzung bei „Depression“ des Allgemeinzustandes S. 202. — Heraufsetzung im Zustande der Hochspannung des Organismus. — Ergebnisse von leichterer Ekphorierbarkeit lustbetonter Engrammkomplexe. — Herabsetzung der engraphischen Empfänglichkeit im Schlafzustand S. 205/206. — Steigerung der Merkfähigkeit in der Hypnose S. 207. — Giftwirkungen. Kraepelin über Alkohol S. 207. — Störung der engraphischen Empfänglichkeit durch Alkohol, Rüdin, Nachwirkung S. 208. — Chronischer Alkoholismus und Herabsetzung der Merkfähigkeit S. 209. — Bromwirkung, fördernde Wirkung von Nervengiften S. 210 — Kraepelins Versuche S. 210/211. — Individuelle Verschiedenheit der Versuchspersonen S. 212. — Verhalten der engraphischen Empfänglichkeit bei Geisteskrankheiten S. 213. — Förderung der Lernfähigkeit durch Übung: Steigerung der engraphischen Empfänglichkeit oder Zunahme der Lerntechnik	214/215
Literaturverzeichnis zum Anhang	216
Namenregister	218

Einleitung des Herausgebers.

Am 27. Dezember 1918 hat der Verfasser dieses Werkes, Professor Dr. Richard Wolfgang Semon sich in seiner Wohnung in München das Leben genommen. Man fand ihn am 28. Dezember ins Herz geschossen auf einer deutschen Flagge im Zimmer seiner Frau, die $\frac{3}{4}$ Jahre vorher gestorben war. — Er hinterließ das unvollendete Werk „Bewußtseinsvorgang und Gehirnprozeß“, mit dessen Herausgabe er mich in seinem letzten Willen betraute. Als sein ältester und ihm am nächsten stehender Freund habe ich mich dieser Aufgabe unterzogen, ich würde sie aber nicht für beendet halten, wenn ich nicht den Lesern des Werkes ein kurzes Lebensbild dieses eigenartigen und bedeutenden Mannes vorausschickte. — Dieses Bild soll nicht nur Semons Entschluß zum Scheiden aus dieser Welt verständlich machen, sondern auch einen kleinen Beitrag zur Kulturgeschichte des so verleumdeten alten Preußen-Deutschlands bilden. —

Richard Semon wurde am 22. August 1859 in Berlin als drittes Kind seiner Eltern geboren. Seinen zweiten Namen Wolfgang erhielt er von der goethebegeisterten Mutter, weil er gegen Ende desselben Monats geboren war, in dem Goethe 110 Jahre früher das Licht der Welt erblickt hatte. Das kennzeichnet bereits den Geist des Elternhauses, in dem er aufwuchs — künstlerische und geistige Interessen überwogen, trotzdem der Vater und der größte Teil der näheren Verwandten mütterlicher- und väterlicherseits dem Handelsstande angehörten. Das war aber auch der Geist, von dem

der begüterte Mittelstand des damaligen Berlins beherrscht wurde. Die Zeiten waren noch nicht dazu angetan, innere und auswärtige Politik in den Mittelpunkt des geistigen Lebens zu rücken. Das änderte sich freilich bereits in den frühesten Lebensjahren Semons, wo zuerst zögernd, dann immer rascher und überstürzter die Entwicklung Berlins zur Groß- und Weltstadt einsetzte. Seine Eltern wohnten in dem damals noch sehr stillen und idyllischen Westen, in der Viktoriastraße, nahe dem Kemperplatz, von dem die Siegesallee nach dem Königsplatz führt. So machte es sich von selbst, daß Semon seine Schulausbildung auf dem in nächster Nähe gelegenen, nur wenige Minuten entfernten neu errichteten Kgl. Wilhelmsgymnasium in der Bellevuestraße erhielt, wo er bis zur Ablegung der Reifeprüfung, September 1879, verblieb. Dieses Gymnasium ist wohl für alle, die es in jener Zeit jahrelang besuchten, von entscheidender Bedeutung für ihr ganzes geistiges Leben geworden, weniger allein durch die dort unterrichtenden Lehrer als durch die Mitschüler und die Eigenart der Mischung der Gesellschaftskreise, aus denen die Schüler stammten. Berlin war damals noch eine Stadt — noch bis gegen Ende der 70er Jahre —, in der die führenden Männer des öffentlichen Lebens teils persönlich, teils wenigstens dem Namen nach in den weitesten Kreisen bekannt waren, von denen in den Familien oft genug gesprochen wurde, und deren Namen auch die heranwachsenden Kinder hörten. Das Wilhelmsgymnasium war nun die — ich glaube wohl die einzige — Bildungsanstalt, in der die Söhne aller Gesellschaftsschichten zusammen Leid und Freud der Schule teilten, die irgend eine Bedeutung im öffentlichen Leben nicht nur Berlins, sondern Preußen-Deutschlands besaßen. Die Söhne von Ministern und Staatsmännern (Falk, v. Schelling, v. Stosch, v. Putt-

XII

kamer, Achenbach, Graf Eulenburg, Stephan, v. Hofmann, u. a.), von Generälen, Admirälen und höheren Offizieren (v. Voigts-Rhetz, v. Treskow, v. Bonin, v. Budritzki, v. Obernitz, Henk, Jachmann), von Hofbeamten, von führenden Männern der Industrie und des Handels, von Künstlern (Begas, Bleibtreu, Pfannschmidt, Eschke), Verlegern und Presseleuten (der ganze „Kladderadatsch“ war vertreten: Hoffmann, Dohm, Scholtz, Kalisch), Parlamentariern (August und Peter Reichensperger, v. Bunsen, Wehrenpfennig, Gneist, Virchow, Hobrecht) und vor allem von den Berühmtheiten der Universität (Gneist, Hinschius, Dubois-Reymond, Virchow, L. Traube, Bardeleben, Mommsen, Curtius, Droysen, Dove, Lepsius, Dieterici, Kronecker, Kummer, Helmholtz, Kirchhoff, Ad. Wagner, Waitz, Harms), von ausländischen Gesandten und Diplomaten fanden sich dort zusammen mit den Söhnen solcher Familien, die keine Rolle in der Öffentlichkeit spielten. Diese Mischung brachte aber jedem einzelnen mannigfache geistige Anregung zumal in einer Zeit, in der man Zeuge der gewaltigen geschichtlichen Ereignisse sein durfte, die damals Preußen-Deutschland auf den Höhepunkt seiner Macht führten. Was waren das für unauslöschliche und gewaltige Eindrücke, die in das empfängliche Knabengemüt sich für alle Zeiten eindrückten: der Ausbruch des Krieges von 1870, die Gefangennahme Napoleons und die Kapitulation von Sedan, die Übergabe von Paris, die Errichtung des neuen Deutschen Reiches, der Friedensschluß mit der Rückgabe von Elsaß-Lothringen und später die Drei-Kaiser-Zusammenkunft (September 1873) und der Kongreß 1878 in Berlin. In der Hauptstadt, wo man so oft Gelegenheit hatte, die großen Männer, die das alles vorbereitet und herbeigeführt, von Angesicht zu Angesicht, halb mit scheuer Bewunderung, halb mit jubeln-

der Begeisterung von Angesicht zu Angesicht zu sehen und zu begrüßen, wurde in jenen großen Zeiten die Jugend von einem vaterländischen Geist erfaßt, der für das ganze Leben anhielt. Dazu kam, daß in diesem Gymnasium, das den Namen des alten Kaisers trug und sich seiner besonderen Gnade erfreute, fast familiäre Bande zum Herrscherhause geschlagen wurden und der Geist des alten Preußentums besonders gepflegt wurde. Es sind nicht nur freundliche Erinnerungen, die uns mit der Schulzeit verknüpfen, und gerade Semon hat manche Erlebnisse, die er als Auswüchse kleinlichen Geistes und ungerechten Sinnes empfunden, niemals vergessen — gelegentlich kam in gemeinsamen Erinnerungen an die Schulzeit ein leichter Groll gegen diesen oder jenen Lehrer selbst in späteren Jahren noch zum Vorschein; aber den Geist strenger Pflichterfüllung und spartanischer Zucht, der vielleicht mitunter etwas übertrieben als Wahrspruch das „*Ὁ μὴ δαρεῖς ἄνθρωπος οὐ παιδεύεται*“ zur Schau trug, hat er als etwas Großes und für uns Vorteilhaftes bis in seine letzten Lebensjahre anerkannt. Noch $\frac{1}{4}$ Jahr vor seinem Tode, als ich ihn in München besuchte, und als er schon davon überzeugt war, daß der Krieg für uns verloren sei, besprachen wir die Frage der alten und der neuen Jugenderziehung. Ich vertrat den Standpunkt, daß das alte humanistische Gymnasium, so wie es unsere Eltern und wir selbst gerade noch durchgemacht hatten, für die Charakterausbildung viel geleistet und eine einheitlichere und abgeschlossener Bildung uns gegeben habe, als die Bildungsanstalten seit der Schulreform von 1891, und daß die zunehmende Neigung, der Jugend alles zu erleichtern, unsere Nachkommen den Stürmen des Lebens weniger gewachsen machen würde, wenn nicht die strenge Schule unseres glänzenden Heeres einen

XIV

Ausgleich brächte. Semon, der kein Freund des humanistischen Gymnasiums war, gab das zu, ebenso daß der „Geist von Potsdam“, dem er einen großen Teil unserer Unbeliebtheit bei anderen Völkern zuschrieb, von monumentaler Größe und für uns Deutsche eine Wohltat gewesen sei. Er erhoffte und wünschte freilich eine freiere und vielseitigere Ausgestaltung unserer Jugenderziehung etwa im Sinne von Wilhelm Ostwald, aber er war weit entfernt von der einseitigen Abneigung gegen alles Philologische, die jener große Gelehrte besitzt. Obgleich Semon schon in seiner Gymnasialzeit in den höheren Klassen seine Begabung und Liebe zu den Naturwissenschaften bewies und in den klassischen Sprachen kein besonderer Schüler war, so waren ihm doch die griechischen und lateinischen Dichter, besonders Homer und Horaz, ans Herz gewachsen, und es ist durch die langen Jahre unserer Freundschaft, auf gemeinsamen Fußwanderungen in deutschen Gebirgen, in den Alpen und Italien, wohl kein Zusammensein vergangen, wo er nicht homerische und horazische Verse gesprochen, und fast die letzten Worte, die ich aus seinem Munde gehört, waren die horazischen Verse:

„aequam memento rebus in arduis
servare mentem“.

Die großen Zeiten, in denen wir unsere Jugend verlebten, die vorher erwähnte eigenartige Mischung verschiedenartigster Gesellschaftskreise unter den Schülern, mannigfache von tüchtigen und hervorragenden Lehrern ausgehende Anregungen bewirkten, daß unter den meisten Schülern ein ungemein reges geistiges Leben herrschte und viele schon frühzeitig eine ausgesprochene Neigung und festen Willen zu dem Beruf zeigten, den sie später ergriffen. Schon in der Sekunda war es den meisten, die bis

zur Reifeprüfung auf dem Gymnasium bleiben wollten, nicht nur klar, welchen Beruf sie ergreifen wollten, sondern sie begannen bereits sich für ihn in dieser oder jener Weise vorzubereiten, ja einige von uns haben damals bereits ihre ersten schüchternen literarischen Versuche in Fachzeitschriften in die Öffentlichkeit gebracht. Dabei waren wir aber voll Jugendübermuts, vernachlässigten über dem Geistigen nicht das Körperliche und hatten für alles, was die damalige Zeit bewegte, lebhaftes Interesse. Gerade, daß so viel verschiedene Elemente zusammen waren, von denen fast alle besondere interessante Anregungen in ihrem Elternhause hatten und an ihre Kameraden weitergaben, schützte vor Einseitigkeit und frühzeitiger Spezialisierung. Denn mit dem Feuereifer der Jugend pflegten wir die verschiedenartigsten Interessen: künstlerische und politische, literarische und wissenschaftliche. Der Streit um Richard Wagners Gesamtkunstwerk bewegte uns ebenso, wie die parlamentarischen Kämpfe, von denen wir, wenn es gerade mit dem Schulbesuch vereinbar war, auf der Reichstagstribüne Ohrenzeugen sein konnten und wobei sich die Gegenätze meist in harmloser Weise auf die Schüler übertrugen und in den Zwischenpausen zu temperamentvollen Auseinandersetzungen führten. Von den Dichtern der damaligen Zeit waren es Gottfried Keller und Storm, Scheffel und Gustav Freytag, Conrad Ferdinand Meyer und Geibel, die uns gefangen nahmen, aber ebensowenig blieben uns die philosophischen Schriften von Schopenhauer und Hartmann fremd, und selbst der in weiten Kreisen damals noch unbekannte Nietzsche trat uns mit seiner Schrift „Die Geburt der Tragödie aus dem Geiste der Musik“, die von einem unserer musikalischsten Mitschüler — der leider auch dem Weltkrieg zum Opfer fiel — verbreitet wurde, entgegen.

XVI

Von anregenden Lehrern wurden wir zur Lektüre von Mommsens römischer und Curtius' griechischer Geschichte veranlaßt, auf Dubois-Reymonds und Helmholtzs populärwissenschaftliche Vorträge aufmerksam gemacht. Die biologischen Wissenschaften blieben uns freilich fremd, und es wären uns wahrscheinlich die damals die naturwissenschaftliche Welt bewegenden Gedanken ganz unbekannt geblieben oder höchstens aus den Zeitungen bekannt geworden, wenn Richard Semon nicht gewesen wäre.

Schon als Sekundaner hatte er Darwins und Haeckels grundlegende Werke gelesen; sie hatten seinen empfänglichen Geist gefangen genommen und seinen Sinn auf die biologischen Naturwissenschaften gelenkt; er verschaffte sich Reptilien und Amphibien, die er in seinem Zimmer in Terrarien und Aquarien beobachtete, und sein Stolz war ein Axolotl, den er mit großer Sorgfalt pflegte und für den er auch das Interesse seiner näheren Freunde in Anspruch nahm. So sehr er nun auch sein Hauptinteresse auf die Naturwissenschaften konzentrierte, so blieben ihm doch mannigfache andere Gebiete des geistigen Lebens nicht fremd. Neben starken musikalischen Interessen — er war und blieb Zeit seines Lebens ein glühender Verehrer von Robert Schumann — waren es auch literarische und dichterische; auch in der Schule zogen ihn die Dichter — vor allem Homer und Horaz — an; als Oberprimaner besuchten wir gemeinsam öffentliche Vorlesungen an der Berliner Universität, von denen uns damals eine Vorlesung von Adolf Lasso über Lessing besonders anzog. — Es ist begreiflich, daß bei dieser Mannigfaltigkeit der Interessen viele von uns keine Musterschüler waren; auch Semon gehörte keineswegs zu den besten Schülern. Das Grammatikalische lag ihm garnicht, und trotzdem er ein guter Mathematiker

war, waren seine Zeugnisse darin nicht glänzend, weil er seine ganze Aufmerksamkeit auf die grundsätzliche, möglichst originelle Lösung der Aufgaben richtete und dann bei den üblichen Zahlenbeispielen sich verrechnete, was von den Lehrern störend empfunden wurde. Überhaupt gehörte er zu den Schülern, die von fast allen Lehrern ganz falsch beurteilt wurden; er galt als ein fleißiger, aber geistig etwas unbeholfener Schüler, dessen Streben Anerkennung verdiene, auch wenn die Leistungen nicht ganz genügten. Dabei war das Gegenteil der Fall. Die Anforderungen des Gymnasiums waren in den obersten Klassen zweifellos hohe und erheblich höhere als jetzt; die meisten von uns fühlten sich aber nicht überbürdet, vielleicht, weil wir nicht immer allzu gewissenhaft alle Arbeiten ausführten und gerade deswegen noch genügend Zeit für unsere besonderen Liebhabereien übrig behielten. Es lag das vielleicht auch daran, daß allmählich doch eine starke Siebung der Schüler stattgefunden hatte und zur Reifeprüfung zum größten Teil nur diejenigen kamen, die für die damalige Schulausbildung — mehr will ich nicht sagen — sich geeignet erwiesen. Doch haben sie auch im späteren Leben ihren Mann gestanden — von den 11 Schülern, die im Herbst 1879 ihre Reifeprüfung bestanden und unter denen Semon sich befand, sind 4 Universitätsprofessoren von Ruf geworden, 2 haben hervorragende und führende Stellen im Staats-, politischen und gewerblichen Leben eingenommen. —

Als Semon die Reifeprüfung bestanden hatte, zog es ihn sofort nach Jena zu Haeckel. In seinem Aufsatz „was wir Haeckel verdanken?“ hat er in besonders warmherziger Weise das Verhältnis Haeckels zu seinen Schülern gewürdigt und in persönlicher Note auch gesagt, was er Haeckel zu verdanken sich bewußt war. Er schreibt darin, daß er Darwins

XVIII

und Haeckels Werke schon als Gymnasiast kennen lernte und daß diese beiden für seine Berufswahl bestimmend wirkten. So wurde er, nachdem er zunächst seiner militärischen Dienstpflcht ein Jahr mit großer Freudigkeit genügt hatte, sehr bald Haeckels Spezialschüler, dessen ganze Persönlichkeit ihn in Bande schlug. Noch nach über 30 Jahren schreibt er darüber, wie anspornend der Einfluß eines Mannes sein mußte, der nicht nur ein großer Forscher und Denker, sondern auch ein großer Charakter war und dessen Hingabe an große Ziele, dessen Idealismus und Bekennermut mit Naturnotwendigkeit auf die Gemüter seiner Schüler anfeuernd und begeisternd wirken mußte. Was er aber vor allem von ihm lernte, das war, wie er selbst es formuliert: der Monismus als Methode des Denkens, Forschens und Lebens. Monismus natürlich nicht im Sinne eines, ich möchte sagen, philosophischen Parteigrundsatzes, sondern in der Weise, wie es Semon von Haeckel rühmt, „daß er sich nie begnügte, die Teile einzeln in der Hand zu halten, sondern von der Einheitlichkeit des Naturganzen tief durchdrungen, alles mit geistigem Bande vereinte und keine Quelle der Erfahrung an sich als minderwertig übersah und zurückwies“. Wie sich bei Haeckel selbst mannigfache scheinbare Gegensätze zu einer wundervollen persönlichen Einheit verschmolzen — war doch der radikalste Deszendenztheoretiker und Atheist gleichzeitig ein begeisterter Bewunderer Goethes und Bismarcks und politisch den Alldutschen nahestehend — so war auch seine eindringlichste Wirkung auf seine Schüler die, daß er einen „praktischen Monismus“ lebte, daß bei ihm Leben und Forschen zu einer lebendigen Einheit verschmolzen waren. Diese Einheit von Leben und Wissenschaft und diese großzügige Behandlung aller wissenschaftlichen Fragen, bei der

auch jede Spezialarbeit im Dienste großer allgemeiner Ideen stand, hat auch Semon während seines ganzen Lebens beherrscht, und im Banne des lebendigen Beispiels seines großen Lehrers hat er zielbewußt und einheitlich von vornherein sein Studium eingerichtet. Seine Naturanlage und Neigungen ließen ihm eine ständige Arbeit in wissenschaftlichen Anstalten an Mikroskop und Präpariertisch und die Erlangung einer Professur nicht als das einzig erstrebenswerte Ziel erscheinen, vielmehr drängte es ihn in die Natur, in fremde Erdteile hinaus, wo er auf Forschungsreisen lebendige und vergangene Tierwelt, Länder und Menschen kennen und erforschen lernen wollte. Schon auf der Schule hielt ihn der Gedanke an das „missing link“ besonders gefangen, und frühzeitig war sein Sinn darauf gerichtet, nach Australien zu gehen, um dort womöglich Zwischenglieder zu finden. Dieser Wunsch, große Forschungsreisen zu machen, veranlaßte Semon, neben dem Studium der Naturwissenschaften auch das der Medizin zu treiben, weil er es für leichter hielt, als Arzt an einer Forschungsexpedition teilnehmen zu können. So ging er im Winterhalbjahr 1882 nach Heidelberg, wo er Medizin studierte, gleichzeitig bei Bütschli arbeitete und 1883 mit einer Arbeit über das Nervensystem der Holothurien die philosophische Doktorwürde erwarb. Im Dezember 1884 bestand er ebendort die ärztliche Staatsprüfung und tat dann sofort Schritte, um an einer Forschungsreise teilzunehmen. Seine Studienzeit hatte er nicht nur zur geistigen, sondern auch zur körperlichen Ausbildung gut benutzt; Turnen, Schwimmen, Fechten, Reiten betrieb er mit Lust und Geschick. Noch vor dem Beginn der ärztlichen Prüfung hatte er die großen Ferien benutzt, um am Züricher See eifrig zu segeln und zusammen mit mir im Engadin die ersten Hochtouren aus-

zuführen, wobei er sich als ein kühner und gewandter Kletterer und ausdauernder Bergsteiger erwies. Körperliche Betätigung war ihm bis an sein Lebensende Bedürfnis; bis zuletzt war er Jäger, und noch 2—3 Jahre vor seinem Tode machte er waghalsige Kletterpartien in den von ihm über alles geliebten Dolomiten. — Bevor Semon die entscheidenden Schritte zur Beteiligung an einer afrikanischen Forschungsreise unternahm, tat er noch einen Schritt, der ihm in manchen ihm nahestehenden Kreisen verdacht und falsch gedeutet worden ist: er trat zum evangelischen Christentum über zu einer Zeit, wo besonders in Berlin und Norddeutschland der Antisemitismus noch in vollster Blüte stand. Er tat dies, obgleich nicht religiöse Empfindungen ihn dazu drängten, wohl aber nationale. Semon hat Zeit seines Lebens eine ausgesprochene Abneigung gegen das Judentum, besonders das großstädtische Judentum gehabt; er war bis zu seinem Tode — wenn er auch in den letzten 2 Jahren etwas von demokratischen Ideen beeinflusst wurde — ein begeisterter Verehrer Bismarcks und des Preußentums, dessen Schwächen und Rauigkeiten er freilich auch nicht übersah; so empfand er es als eine Pflicht und nur als Folge seiner monistischen Lebensprinzipien, sich auch äußerlich vom Judentum loszusagen, zu dem er innerliche Beziehungen nie gehabt hatte, und sich zu dem zu bekennen, was ihm Deutschlands Größe herbeigeführt zu haben schien, zum evangelischen Preußentum. Äußere Rücksichten auf Laufbahn usw. kamen für ihn nicht in Betracht; es war ein ernster, sorgfältig überlegter Schritt, zu dem um so mehr Mut in damaliger Zeit gehörte, als die Beweggründe naturgemäß von Juden und Christen verkannt wurden. —

Nach Berlin zurückgekehrt, wurde Semon durch Rudolf Virchow dem bekannten Afrikareisenden Robert Flegel

empfohlen, der damals eine neue Expedition an den Benuë vorbereitete. Er wurde als Arzt angenommen und trat am 6. April 1885 die Reise nach Lagos an, von wo die Unternehmung dann weiter dem Benuë entlang geführt werden sollte. Flegels Absicht war es, von Adamaua auf einem vermuteten Wasserwege an den Tsadsee und durch unbekanntes Gebiet an die Küste und von dort nach Kamerun vorzudringen. Semon erhielt von ihm den Auftrag, einen Teil der Expedition nach Sokoto zu führen, um dort dem Sultan Geschenke vom deutschen Kaiser zu überbringen. Die Expedition war nicht vom Glück begünstigt; seitens der englischen „National African Company“ wurden der rein wissenschaftlichen Unternehmung aus Furcht vor der deutschen Handelskonkurrenz teils unmittelbare, teils mittelbare Schwierigkeiten in den Weg gelegt, die freilich von Flegel und Semon mit Entschiedenheit und Erfolg zurückgewiesen wurden, das Vordringen der Expedition aber doch erheblich verlangsamten. Dazu kam, daß fast alle Teilnehmer schwer an Malaria erkrankten. Der Geologe Dr. Gürich und Semon so stark, daß sie Ende Juli wieder nach Europa zurückkehren mußten, beide so krank, daß es unwahrscheinlich schien, daß sie lebend das Schiff verlassen würden. Doch erholten sie sich auf dem Schiff nach etwa 14 Tagen, und Semon traf, nachdem er noch in London einen 8 Tage dauernden heftigen Rückfall überwunden, leidlich gesundet Ende September in Berlin wieder ein. Wissenschaftlich hatte die Reise ihm wenig Ausbeute gebracht, aber menschlich um so größere. Er hatte viel gesehen und gelernt und manche kostbare Erinnerung für das Leben gewonnen; er hatte vor allem unter außergewöhnlichen Verhältnissen leben und handeln gelernt und Zutrauen zu sich selbst gewinnen können, was ihm für seine spätere große

XXII

selbständige wissenschaftliche Forschungsreise von großem Nutzen gewesen ist. —

In den nächsten Jahren widmete sich Semon vorwiegend zoologischen und entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen. Schon im November 1885 ging er an die zoologische Station in Neapel, wo er ein Jahr blieb und sich besonders mit der Morphologie und Biologie der Seesterne, Meeresschnecken usw. beschäftigte. Ende 1886 kehrte er nach Deutschland zurück und wurde Assistent am anatomischen Institut der Universität Jena, das damals unter Leitung Oskar Hertwigs stand und nach dessen Berufung nach Berlin auf Max Fürbringer überging. In Jena fand er einen Kreis bedeutender, für die Deszendenzlehre begeisterter Männer vor, an ihrer Spitze Haeckel; hier empfing er weitere Anregungen durch Hertwig, Fürbringer und den Physiologen Biedermann. Hatte er sich schon als Student in Jena besonders wohl gefühlt, so wurde es ihm jetzt noch heimischer; er habilitierte sich hier 1887 als Privatdozent, wurde Ende 1890 ao. Professor und blieb dort bis zum Jahre 1897. Dieser 10jährige Aufenthalt wurde allerdings unterbrochen durch die große Forschungsreise nach Australien, die er Juni 1891 antrat, nachdem er den Plan dazu im Jahre 1890 gefaßt und ausgearbeitet hatte. Sein Plan fand sofort Billigung und Unterstützung bei seinem alten Lehrer Haeckel, der ihn mit Rat und Tat mächtig förderte und durch dessen Vermittlung der Basler großzügige und begeisterte Förderer deszendenztheoretischer und phylogenetischer Forschungen Dr. Paul v. Ritter veranlaßt wurde, zweimal großartige geldliche Unterstützungen dem Unternehmen zuteil werden zu lassen. Durch diese pekuniäre Unabhängigkeit wurde, wie Semon selbst schreibt (Zoolog. Forschungsreise in Australien und dem

malay. Archipel. Verl. v. G. Fischer, Jena, 1893. Bd. I) „der Erfolg des Ganzen wesentlich mitbedingt“. Sehr wertvoll war es für ihn auch, daß sein Chef Professor Max Fürbringer sich der Aufgabe unterzog, die von ihm von Zeit zu Zeit nach Hause geschickten Sammlungen aus-zupacken, die Konservierung zu kontrollieren und fort-zusetzen und ihn über den Zustand, in dem die Präparate angekommen waren, zu berichten, so daß er Mängel in Kon-servierung und Verpackung bei späteren Sendungen ver-bessern konnte. Diese mannigfache Förderung, die Semon von Beginn der Reise an und später bei so vielen hervor-ragenden Fachgenossen fand, beweist aber auch das große Vertrauen, das er schon damals bei ihnen genoß und dessen er sich nicht nur während der ganzen etwa 2jährigen Dauer der Reise, sondern auch bei der weiteren wissenschaftlichen Bearbeitung und Verteilung des gesammelten Materials würdig erwies. Denn in der Tat hat Semon auf dieser Reise als Organisator und Gelehrter ganz Außerordentliches ge-leistet. Vom September 1891 bis Ende Januar 1892 und dann wieder von Anfang Juli bis Mitte Oktober 1892 führte er ein Lagerleben im australischen Busch mit angeworbenen Negern, als Jäger, Fischer und Sammler, seiner Hauptauf-gabe, genügend Material zur vollständigen Erforschung der Entwicklungsgeschichte und Lebensweise des *Ceratodus For-steri* zu finden, sich widmend. War auch das Hauptziel seiner Reise die Erforschung der wunderbaren Wirbeltierfauna Australiens und besonders die Beschaffung von Arbeitsmate-rial für vergleichend morphologische Untersuchungen der Marsupialien, Monotremen und Dipnoer, so wendete er doch auch systematischen und zoogeographischen Fragen und biologischen Beobachtungen seine Aufmerksamkeit zu. Wie sehr Semon sich bemüht hat, auf dieser Reise über die

XXIV

engen Grenzen seines Sondergebietes hinauszugehen und „nichts Menschliches sich fremd sein zu lassen“, davonlegt besonderes Zeugnis ab seine volkstümliche Reisebeschreibung „Im australischen Busch und den Küsten des Korallenmeers. Reiseerlebnisse und Beobachtungen eines Naturforschers“^{*)}. Es ist eine der vornehmsten Reisebeschreibungen, ein Werk, das mehr ist und sein will wie Unterhaltungselestoff und jedem Gebildeten eine Fülle von reizvollen Anregungen und Belehrungen gibt, das aber auch einen tiefen Einblick gibt in das ganze Wesen des Verfassers und den umfassenden Geist, mit dem er seine Aufgabe erfaßte^{**}). Es sind nicht nur zoologische Beobachtungen, die in anziehender Weise dargestellt sind, nicht nur fesselnde Reiseerlebnisse, sondern Anregungen auf fast allen Gebieten des menschlichen Lebens; alles scheint ihm der Beobachtung und Vergleichung wert, ob es sich um entwicklungsgeschichtliche, um zoogeographische, geologische und palaeontologische, völkerpsychologische, anthropologische und sprachvergleichende Gegenstände handelt. Und aus allen seinen Erlebnissen und Beobachtungen sucht er allgemeine Schlüsse zu ziehen, für den Gelehrten und den Menschen. „Nicht Zersplitterung,“ schreibt er am Schlusse, „sondern einseitige Spezialisierung ist die Hauptgefahr, die heute die Vertreter des so hoch, aber deshalb so spezialistisch entwickelten Naturforschens bedroht. Da wirkt denn die Reise ins große Meer allgemeiner Naturerkenntnis auf den jungen Forscher wie die Meerfahrt des Lachses auf das Fischlein,

*) Leipzig, Verlag v. W. Engelmann, 1896. 2. Aufl. 1902.

***) Max Fürbringer nennt es „ein tiefgründiges Buch, das nicht nur für die Kenntnis jener Gegenden und ihrer Bewohner, sondern überhaupt für die allgemeine Geographie und Naturforschung zu den wichtigsten und besten Büchern gehört.“

das in seinem kleinen Fluß groß geworden, sich dort heimisch weiß und kaum ahnt, daß es draußen noch Wasser gibt, bevor es seine große Reise ins Weltmeer angetreten hat. Ebenso wichtig wie der Gewinn, den der Forscher aus einer solchen Reise zieht, ist aber die Förderung, die der Mensch als Mensch erfährt, die reiche Fülle ästhetischer Genüsse, die Übung des Auges und aller Sinne, die Ausdehnung des Horizonts und der Urteilsfähigkeit durch die Vervielfachung der Vergleichsobjekte. . . . Er (der Reisende) wird sich gewöhnen, objektiv zu beobachten, daß unter den Weißen und Schwarzen, Australiern und Deutschen, Männern und Weibern immer dieselben Leidenschaften, Schwächen und Tugenden wiederkehren, immer dasselbe Thema, aber verschieden gesetzt, verschieden variiert überall wiederklingt, wo Menschen leben, lieben und hassen. Das Gemeinsame der Menschennatur in all ihren Verkleidungen heraus zu erkennen und das Charakteristische jeder einzelnen Variation zu erfassen, ist ein weiterer Genuß, der der verständnisvollen Versenkung in ein großartiges Kunstwerk oder eine wunderbare Landschaft ebenbürtig ist.“ Und mit Bezug auf die damals (1896) noch viel umstrittene Kolonialpolitik: „Viel-fach versucht man es, den Wert der Kolonien für das Mutterland auf Heller und Pfennig zu berechnen. . . . Mit Recht wird hiergegen geltend gemacht, daß der indirekte Nutzen: die lebhaften gegenseitigen Handelsbeziehungen, der Reichtum, den die Einwanderer aus den noch ungehobenen Schätzen der Kolonien ziehen und später mittelbar oder unmittelbar dem Mutterlande wieder zuführen, die direkten Einnahmen aus den Überschüssen unendlich übertrifft. Noch viel höher möchte ich aber den Nutzen anschlagen, der die gesteigerte Lebenserfahrung, die Erweiterung des Horizonts auf die Mehrzahl derjenigen ausübt, die draußen

geweilt haben. . . . Auf die Mehrzahl der Jugend, der es vergönnt ist, draußen die Pionierarbeit zu vollführen, wird jene entsagungsvolle, aber an neuen Eindrücken und ungewöhnlichen Erlebnissen reiche Zeit später erzieherisch wirken . . . Dieser ideale Wert der Kolonien für ein Volk ist ihren materiellen mindestens gleich zu achten“ . . . Heute wirken solche Sätze besonders eindringlich und schmerzlich, wo wir uns sagen müssen, daß wir dieses mächtige Erziehungsmittel, das uns hätte stählen und allen kleintlichen Parteiungen gegenüber hätte festigen können, vielleicht für immer verloren haben! — Was Semon mit seiner Reise der Wissenschaft geleistet, das hat Max Fürbringer in seinem „Schlußbericht über den gesamten Inhalt von Professor Semons zoologischen Forschungsreisen“ (Jena 1913) eingehend auseinandergesetzt. „Mit der vorstehenden Abhandlung, schreibt er, „findet das an Professor Dr. Richard Semons zoologische Forschungsreisen in Australien und dem malayischen Archipel anschließende große, aus 6 starken Foliobänden bestehende wissenschaftliche Reise-
werk nach 20jähriger Arbeitsdauer seinen Abschluß. Dasselbe dürfte unter den wissenschaftlichen Reisewerken eine einzigartige Stellung einnehmen. — Professor Semon . . . hatte sich die Hauptaufgabe gesetzt, die auf dem australischen Kontinente lebenden primitivsten Säugetiere, sowie den in vereinzelteten Flußgebieten Queensland's noch befindlichen Dipnoer, *Ceratodus Forsteri*, nach ihren Lebensverhältnissen, ihrem inneren Bau und ihrer Entwicklung genauer kennen zu lernen und der intensiven wissenschaftlichen Bearbeitung zu erschließen. Dieses Ziel gehörte zu den höchsten, das sich ein morphologischer Forscher stecken konnte. . . . Professor Semon . . . der auf eine zuvor unternommene Forschungsreise nach dem

westlichen Sudan zurückblicken konnte und, wie die von ihm mitgebrachten Sammlungen beweisen, die angehorene Gabe des echten Finderglückes besaß, erfüllte alle angegebenen Vorbedingungen in denkbar vollkommenster Weise . . . Der Überblick über die in den systematischen Abhandlungen aufgeführten und bei dieser Gelegenheit sonst noch erwähnten Tiere ergibt eine Anzahl von 2021 Arten, welche Professor Semon in mehreren Tausenden von Exemplaren und zum Teil in den verschiedensten Entwicklungsstadien und Aufbewahrungszuständen — einige selbst in mehr oder minder vollkommenen Entwicklungsserien — mitgebracht hat. Zahlreiche Tiere, die bisher nur in trockenen Exemplaren oder nach ihren Schalen und Gehäusen bekannt waren, wurden der Wissenschaft jetzt in sorgfältigster Konservation ihrer Weichteile neu dargeboten. Von diesen Arten sind 207 *Novae species*, zugleich mit mehreren neuen Varietäten und 24 *Nova genera*, 1 *genus* selbst einziger Vertreter einer neuen Familie. . . . „Und die systematischen Sammlungen waren nicht Hauptzweck der Reise. Ihr Schwerpunkt bestand, wie schon mitgeteilt, in der Beobachtung und Erforschung der Lebensweise und Entwicklungszustände der in dieser Hinsicht noch ungenügend bekannten und für die Wissenschaft besonders wichtigen Tiere, und in der Vereinigung eines möglichst reichen und möglichst gut konservierten Materials für die morphologische und insbesondere für die ontogenetische Untersuchung. In welchem Maße dies gelungen, beweist der Inhalt der 6 Bände der ‚zoologischen Forschungsreisen‘. Uns ist keine Forschungsreise bekannt geworden, welche auf diesem Gebiete das Gleiche geleistet hätte.“ —

Es ist begreiflich, daß Semon nach seiner Rückkehr sich

XXVIII

vor allem der Bearbeitung und Verteilung des gewaltigen Sammlungsmaterials widmete. Es wurde ein Redaktionskomitee, bestehend aus Ha eckel, Fürbringer und Semon, gebildet, das die Aufgabe in die Hand nahm, die gesammelten Materialien unter die verschiedensten Mitarbeiter zu verteilen und für die Drucklegung zu sorgen. Mit Hilfe einer geldlichen Unterstützung Dr. v. Ritters und dank der Opferwilligkeit und Großsinnigkeit des Verlegers Dr. Gustav Fischer, der alle weiteren Kosten übernahm, gelang es, das Werk mit ungewöhnlich guter Ausstattung im Verlauf von 20 Jahren herauszubringen. 77 verschiedene Gelehrte, darunter zahlreiche Autoritäten ersten Ranges, beteiligten sich an der wissenschaftlichen Bearbeitung des Materials, das in 6 Bänden unter dem Titel „Semons Zoologische Forschungsreisen in Australien und dem Malayischen Archipel“ erschien. Der gesamte Umfang bemißt sich auf 5407 Druckseiten in Folio, 343 Tafeln und 1810 Textabbildungen, die sich auf 112 Einzelabhandlungen verteilen. —

Die nächsten 4 Jahre widmete sich Semon wieder ganz seinen akademischen Aufgaben und der Bearbeitung des von der Forschungsreise mitgebrachten Materials, bis persönliche Ereignisse ihn zwangen, seine Stellung in Jena im Sommer 1897 aufzugeben. Zwischen ihm und der Gattin eines ihm befreundeten Kollegen war eine tiefe Neigung entstanden, die beide nicht zu überwinden imstande zu sein glaubten. Das führte zur Trennung der Ehe und nach etwa 1 $\frac{1}{2}$ Jahren zur Vereinigung der beiden. Als Semons zukünftige Frau ihrem bisherigen Manne den Entschluß kundgab, ihn zu verlassen, konnte Semon natürlich nicht mehr in Jena bleiben. Nach einem kurzen Aufenthalt in London siedelte er nach München über. Beide haben nach schweren inneren Kämpfen ihre Entschlüsse gefaßt, die selbstverständ-

lich von den meisten Angehörigen der Universität, auch ihren bisherigen Freunden, hart verurteilt wurden; beide gaben viel auf, die Frau ihre Kinder und ihren Mann, den sie hochachtete, und eine angenehme gesellschaftliche Stellung und Zukunft; Semon seine ganze akademische Zukunft und viele ihm lieb gewordene und am Herzen liegende persönliche Beziehungen. Das, was sie dafür eintauschten, war ihnen mehr wert; und die überaus glückliche Ehe, die sie fast 19 Jahre miteinander geführt, mag als ein Beweis betrachtet werden, daß beide füreinander bestimmt waren, wie sie auch beide nur füreinander lebten. Als die Gattin, die alle seine geistigen Interessen teilte und ihn bei seinen Arbeiten in jeder Hinsicht unterstützte — in Semons Nachlaß finden sich zahlreiche Auszüge aus wissenschaftlichen Werken, die auch für dieses nachgelassene Werk ihres Mannes Material liefern, von ihrer Hand — im Frühjahr 1918 nach längerem Leiden starb, da waren, wie mir Semon schrieb die dünnen Fäden, die ihn noch mit der übrigen Menschheit verbanden, zerrissen, und er fühlte sich so vereinsamt, daß auch die wissenschaftliche Arbeit auf die Dauer keinen Trost und kein neues Lebensziel ihm schaffen konnte. —

Mit der Aufgabe seiner Jenenser Professur aus den angegebenen Gründen war Semon aus seiner bisherigen Bahn geworfen; das war ihm von vornherein klar. Es ist sicher bedauerlich, daß ein Mann von so großen Fähigkeiten und so bedeutenden Leistungen nicht wieder eine Wirkungsstätte an einer Universität fand, — hätte sich Semon sehr darum bemüht, würde das wohl auch gar nicht unmöglich gewesen sein —, aber weder für ihn, noch für die Wissenschaft ist es ein Unglück, eher ein Glück gewesen. Semon gehörte nicht zu den Gelehrten, denen Forschung und Lehrberuf zu einer inneren Einheit verschmolzen ist, die aus dem Lehren

neue Anregung zum Forschen gewinnen und denen das Mitteilen neuer Gedanken und neuer Befunde an ihre Schüler inneres Bedürfnis ist. Er war zwar ein tüchtiger und gewissenhafter, aber kein sehr fesselnder und hinreißender Lehrer; dazu mangelte ihm die Rednergabe. Bei jedem öffentlichen Auftreten stand er unter starken Hemmungen, und wenn sich seine Mitschüler auf dem Gymnasium oft darüber belustigten, daß er, wenn er zum Übersetzen aufgerufen war, stest zunächst den Eindruck stärkster Verlegenheit machte, so taten sie unrecht — denn es war das der Ausdruck der inneren Hemmungen, die ihn bei Reden und Vorträgen quälten. Und es ist kaum eine Übertreibung, wenn er einen Vortrag, den er am 12. Dezember 1910 im Verein für Naturkunde in München über „Die Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften“ hielt, in seinem Tagebuch als „recht verunglückt“ bezeichnet. Das lag ihm eben nicht und er war sich dessen wohl bewußt, wie er auch in einem Brief an Paul Kammerer*) im Jahre 1913, der ihn zu einem Vortrag in Wien aufgefordert hatte, schreibt: „ich will mein bestes tun, erwarten Sie aber nicht viel. Ich bin kein guter Vortragsredner.“ War somit die Niederlegung der Lehrtätigkeit für ihn und für die Mitwelt kein großer Verlust, so befreite ihn auf der anderen Seite das Ausscheiden aus dem Betriebe eines immerhin nicht kleinen Instituts von manchen zeitraubenden Pflichten. Natürlich war es zunächst für ihn außerordentlich empfindlich, die Hilfsmittel einer öffentlichen wissenschaftlichen Anstalt entbehren zu müssen, und tatsächlich hat die spezielle zoologische, vergleichend anatomische und entwicklungsgeschicht-

*) Herrn Prof. P. Kammerer in Wien bin ich für die freundliche Überlassung von Semons an ihn gerichteten Briefen zu großem Dank verpflichtet.

liche Forschertätigkeit Semons mit dem Ausscheiden aus dem Institut ihr Ende erreicht. Nach 1897 hat er meines Wissens nur noch einige, meist kleinere Arbeiten aus diesem Gebiete veröffentlicht, für die die Grundlagen schon vorher geschaffen waren und die sich auf die Entwicklungsgeschichte des *Ceratodus* und der *Monotremen* bezogen. Es ist durchaus unwahrscheinlich, daß dies auch der Fall gewesen wäre, wenn er seine akademische Stellung nicht aufgegeben hätte, denn er war ein ausgezeichneter Spezialforscher, und er hatte, wenn er die Sonderforschung auch immer nur als ein Mittel zur Lösung allgemeiner Fragen betrachtete, seine Freude daran. Ich halte es für ganz sicher, daß Semon nicht die Ruhe und Zeit gefunden hätte, sich so ganz der Durcharbeitung eines einzigen naturphilosophischen Gedankens zu widmen, wie er es später getan hat, wenn er „beim Fach“ geblieben wäre. Und insofern sind die Ereignisse, die ihn aus seiner bisherigen Bahn warfen, für seine ganze Entwicklung vorteilhaft gewesen. Das soll allerdings keine Entschuldigung für die Universitäten und Regierungen sein, daß sie einen Mann von der Bedeutung Semons aus äußeren Gründen links liegen ließen, auch nicht dafür, daß ihm auch späterhin die gebührende Anerkennung von den offiziellen Vertretern der Wissenschaft kaum geworden ist. —

Seit seiner Verheiratung im Jahre 1899 lebte Semon fast dauernd in München, nur mit einigen Unterbrechungen durch größere Reisen ins Ausland, England und Schottland, Korsika, Algier und Frankreich, Italien, Holland und Belgien. Im übrigen führte er das Leben eines Privatgelehrten, der durch keine Nebenaufgaben gestört wissenschaftlich arbeitete, wann und soweit sein Dämon ihn dazu trieb. Ihm wurden nun allgemein biologische Fragen die Hauptsache, und vor

XXXII

allem suchte er die Grundprobleme der Biologie zu vereinfachen durch die Bearbeitung der Frage, wodurch im Wechsel des organischen Geschehens ein fester einheitlicher Bestand aufrecht erhalten wird. Die Lösung glaubte er in der wissenschaftlichen Durchführung des Gedankens zu finden, daß alle Erscheinungen in der organischen Welt, bei denen es sich um Reproduktionen irgendwelcher Art handelt, einheitlicher Natur sind, daß es sich dabei um eine besondere Eigentümlichkeit der organischen Substanz handelt, die er als „Mneme“ bezeichnete. Die Erhebung dieses, zunächst nur wie ein spielender Vergleich erscheinenden Gedankens zu einer wissenschaftlich festbegründeten Theorie, wurde nunmehr seine Lebensaufgabe, der er die letzten zwei Jahrzehnte seines Lebens mit zäher Willens- und Geisteskraft widmete.

Semon faßte den Gedanken zur „Mneme“ im Winter 1900/01 und schrieb im Januar-Februar 1901 unter dem Titel „Zellgedächtnis. Ein Versuch zur Vereinfachung der Grundprobleme der Biologie“ die Hauptgedanken in ein Heft nieder. Herings Aufsatz aus dem Jahre 1870 „Über das Gedächtnis als eine allgemeine Funktion der organischen Materie“ kannte er damals noch nicht, hatte nur von dem Physiologen Biedermann in Jena gelegentlich der Umfrage Edingers über das Gedächtnis der Fische mal gehört, daß Hering das Gedächtnis als eine allgemeine Funktion der organischen Materie auffasse. Die systematische Durcharbeitung des Gedankens ging nicht rasch vor sich; erst im Spätsommer 1903 hatte er den ersten Teil beendet, den er mir Ende August, als ich ihn aus Tirol zurückkehrend in München besuchte, vorlas, worüber er in seinen Notizen bemerkt, „ohne daß es größeren Eindruck auf ihn (mich) machte“. Die Ausarbeitung der übrigen Teile schritt dann

erheblich rascher fort, so daß das ganze Buch Ende August 1904 vollendet war und am 22. November desselben Jahres erscheinen konnte. —

Das Schicksal des Buches lag ihm sehr am Herzen, und er war geradezu „hungrig“ nach einer Ermunterung. Wie ungeduldig er war, ergibt sich aus seinen Tagebuchniederschriften, wo er am 15. Dezember 1904 (also etwas über 14 Tage, nachdem die Widmungsexemplare verschickt waren) schreibt: „Eintreffen des Briefs von Mach vom 13. Dezember, der alle meine Besorgnisse zerstreut und mir die volle Zuversicht gibt, daß ich in der Hauptsache das Rechte getroffen habe. Nach einem solchen Briefe habe ich gehungert und ihn von Tag zu Tag herbeigesehrt.“ Von dieser Zeit an ist Semons Arbeit ganz dem erwähnten Gedanken gewidmet; auch solche Arbeiten, die in ihrem Titel keine Beziehungen dazu sofort erkennen lassen („Die Fußsohle des Menschen“, „Hat der Rhythmus der Tageszeiten bei Pflanzen erbliche Eindrücke hinterlassen?“, „Der Reizbegriff“, „Das Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften“ [1912]), und ebenso dieses letzte nachgelassene unvollendete Werk, dessen Titel „Bewußtseinsvorgang und Gehirnprozeß“ eine einfache psychologisch-physiologische Studie vermuten läßt, dienen nur der weiteren Ausarbeitung und Stütze der Mnemelehre. Ich kann hier nicht auf die ganze Mnemelehre eingehen — den Lesern dieses Buches wird sie entweder schon bekannt sein oder sie werden sich mit ihr bekannt machen müssen. Nur das will ich hier kurz hervorheben, daß sie sehr verschieden beurteilt worden ist und eine sehr verschiedene Wirkung gehabt hat. Ein Teil der Naturforscher, Zoologen und Botaniker haben ihr keine überwältigende Bedeutung zuerkannt und sehen in ihr nur eine sehr geistvolle und folgerichtige

Analyse zahlreicher Lebenserscheinungen, die die Analogie zahlreicher Reproduktionsvorgänge mit dem Gedächtnis im engeren Sinne dartun; andere schreiben ihr dagegen eine geradezu „revolutionierende“ Bedeutung zu und halten Semons Ziel, die Wesensübereinstimmung (Identität) zwischen den Erscheinungen der Entwicklung, Vererbung, Anpassung, Regulation und Regeneration, die meisten periodischen Erscheinungen in Pflanzen- und Tierreich und dem höheren Gedächtnis zu erweisen, für erreicht; die gleiche Gesetzmäßigkeit liege allem zugrunde. Begeisterte Anhänger von Semons Theorie, wie A. Forel, Ad. Kölsch u. a., haben sie mit Darwins „Entstehung der Arten“ verglichen und ihr eine ähnliche nachhaltige Wirkung auf die ganze Biologie vorausgesagt; ihr großer und wie mir scheint unbestreitbarer und nachhaltiger Wert liegt darin, daß durch sie ein gewaltiges Gebiet zunächst scheinbar unzusammenhängender Vorgänge von einer einzigen Stelle aus erhellt und verbunden ist. Darin liegt es auch, daß sie nicht nur in naturwissenschaftlichen, sondern auch in Laienkreisen großes Aufsehen erregte, und nicht nur Zoologen und Botaniker, sondern auch Ärzte und Psychologen lebhaft beschäftigte; ja selbst die Theosophen haben sich manches von Semons Ausführungen für ihre Lehren nicht entgehen lassen. Erschwert worden ist freilich die Wirkung von Semons Gedankenwelt durch die an Fremdwörtern und Kunstausdrücken überaus reiche Darstellung und die besondere Namengebung, die er sich für sein Gedankenwerk geschaffen hat. Nicht nur in Zeitungsfeuilletons, sondern auch in wissenschaftlichen Werken ist von sehr ernsten Gelehrten, z. B. dem Berliner Psychologen B. Erdmann, diese Eigenheit beklagt worden, wenn er schreibt („Wissenschaftliche Hypothesen über Leib und Seele“): „Leider sind diese ge-

haltvollen und scharfsinnigen Ausführungen mit technischen Kunstworten belastet, die einen geduldigen Leser verlangen. Aber ganz zu umgehen war diese neue Namengebung nicht, da die bisher gebrauchten Bezeichnungen nicht den einheitlichen Sinn besitzen, den Semon in den Erscheinungen sieht. Wenn Semon auseinandersetzt, und das ist eine der Grundlagen seiner Theorie, daß ein Reiz zwei verschiedene Wirkungen auf die lebende Substanz ausübt, eine sofort eintretende, nur kurz anhaltende und eine dauernde Veränderung des ursprünglichen Zustandes, so muß er dafür für eine rasche Verständigung kurze Kunstausdrücke gebrauchen: er spricht von synchroner (sofort eintretender, gleichzeitiger) und akoluther (kurz anhaltender) und engraphischer (dauernder) Veränderung (Erregung) und bezeichnet den ursprünglichen (theoretisch vor jeder Reizwirkung bestehenden Zustand) als primären Indifferenzzustand, dem er den nach dem Aufhören eines Reizes eintretenden Ruhezustand scheinbaren unveränderten Verhaltens als „sekundären Indifferenzzustand“ gegenüberstellt. Daß aber der Organismus dauernd verändert ist, ergibt sich aus seinem Verhalten beim erneuten Einwirken gleichartiger, aber schwacher oder ähnlicher Reize. Diesen veränderten Zustand, der die Folge engraphischer Erregungen ist, nennt Semon ein „Engramm“ und die Fähigkeit der organischen Substanz, einen großen Engrammschatz zu bewahren und dementsprechend auf Reize zu reagieren, nennt er „Mneme“, Zellgedächtnis, wie er in seinem ersten Entwurf sagte, oder Plasmagedächtnis, wie es V. Franz in einem Bericht in der Zeitschr. f. Psychologie (Bd. 54, Nr. 2) bezeichnet. Von „Ekphorie“ oder „ekphorischen Reizen“ spricht Semon im Hinblick auf solche Reize, die nach Eintritt des sekundären Indifferenz-

zustandes dieselbe Wirkung hervorrufen, wie der ursprüngliche Reiz, der „Originalreiz“. Alle diese Ausdrücke sind durchaus zweckmäßig erdacht, wenn man für einen Teil von ihnen wohl auch deutsche Ausdrücke hätte finden können, aber die Zusammenstellung und Zusammendrängung der zahlreichen neuen Kunstausdrücke, zu dem noch manche andere, leichter entbehrliche (wie „Homophonie“, „ontogenetisches Initialengramm“, „simultane und sukzessive Assoziation“, „alternativ ekphorische Dichotomien“) kommen, erschwert das Lesen des Werkes ungemein, obgleich es sonst überaus klar und flüssig geschrieben ist. — Trotzdem hat es zahlreiche Leser gefunden, wie der Umstand zeigt, daß es im Verlauf von 7 Jahren 3 Auflagen erlebte; ganz besonders hat es auch weitere Kreise der gebildeten Laienwelt beschäftigt — zahlreiche ausführliche Besprechungen in den Tageszeitungen, deren Zahl und Wert fast mit jeder Auflage zunahm, beweisen es. Begreiflich ist es, daß er auch lebhaften Widerspruch gefunden hat, besonders im Lager derjenigen Deszendenztheoretiker, die um Weismann gruppiert eine der Hauptvoraussetzungen der Darwinschen Theorie, die Vererbung erworbener Eigenschaften, leugneten. Man hat Semon deswegen auch als den hervorragendsten Vertreter des Neu-Lamarkismus bezeichnet, wenn auch keineswegs mit Recht. Seine Gedankengänge haben die Lehre von der Vererbung erworbener Eigenschaften keineswegs zur Voraussetzung, sondern bleiben auch dann bestehen, wenn sich diese Lehre als falsch oder unbeweisbar herausstellt; wohl aber bilden sie eine sehr wichtige Ergänzung der Darwinschen Theorie, indem das mnemische Prinzip zeigt, wie sich trotz der Veränderlichkeit der Arten und trotz des fortwährenden Wechsels der äußeren Bedingungen zahlreiche Eigenschaften durch un-

geheure Zeiträume hindurch unverändert erhalten. Man kann Semon besser als einen Vermittler zwischen La mark und Darwin bezeichnen, der, wie Semon gelegentlich in einem Brief an P. Kammerer hervorhebt, „eine unleugbare Antipathie gegen La mark besaß“, von dem er meinte, „daß er die Sache nicht richtig angefaßt und dadurch den Deszendenzgedanken in Mißkredit gebracht habe“. Die Bedeutung dieses mnemischen Prinzips auf möglichst vielen Gebieten durch immer zahlreichere Beobachtungen und Aufdeckung neuer Zusammenhänge fest zu begründen, ist von nun an Semons unablässiges Bemühen, ja man kann sagen, daß er ganz dafür lebt. Nicht nur die überaus sorgfältige Durcharbeitung und Neubearbeitung der späteren Auflagen legt davon Zeugnis ab, sondern auch die weiteren Werke, von denen im Mai 1909 „Die mnemischen Empfindungen“ folgte und später die Anwendung des mnemischen Prinzips auf die Pathologie folgen sollte, das, was Semon in seinen Aufzeichnungen zunächst als „Pathologie der Mneme“ bezeichnet. Auf die Bedeutung des Gedankens für manche vielumstrittene Fragen der allgemeinen Pathologie — besonders die Metaplasielehre und die Vererbungslehre — hatte ich in meinen „Ergebnissen der allgemeinen Pathologie“ (Jahrg. X, S. 669) hingewiesen; aber es lag auf der Hand, daß die nächste Anwendung nicht auf dem Gebiete der körperlichen, sondern der geistigen Erkrankungen liegen würde und so erstrecken sich die Vorarbeiten für die sogenannte „Pathologie der Mneme“ (Semon bemerkt dazu: „Titel steht noch nicht fest“), die er seit Ende 1913 eifrig betrieb, fast ausschließlich auf psychologische und psychiatrische Gebiete. Diese Vorarbeiten werden durch den Weltkrieg unterbrochen, der seine Gedanken lange Zeit ganz gefangen nimmt; als er gegen Ende 1915 sich ernstlich an die

XXXVIII

Bearbeitung macht und die Einleitung schärfer herausarbeitet, sieht er, daß auch hier noch bestimmte Vorfragen zu lösen sind, und vor allem der Bewußtseinsvorgang mit seinen verschiedenen Graden einer genaueren Erforschung auch in seinen Beziehungen zum körperlichen Substrat bedarf. So entsteht die Arbeit „Bewußtseinsvorgang und Gehirnprozeß“, an der Semon nun 2 Jahre lang — freilich mit durch den Krieg abgelenkter Aufmerksamkeit — arbeitet; erst allmählich rückt die Arbeit flotter vorwärts, und Anfang 1918 ist er so weit, daß er den Abschluß in absehbarer Zeit bestimmt vor sich sieht. Da kommt die Erkrankung seiner geliebten Frau, die nach Monaten bangen Zweifels, Hoffens und Fürchtens sich als tödlich erweist. Nur wenige Wochen vor ihrem Tode weiß er, daß er sie verlieren muß, und nun gilt sein ganzes Sinnen nicht nur zartester und hingebendster Pflege, sondern vor allem der Verheimlichung des Ernstes der Lage vor der Kranken, was ihm gelingt. Ostern 1918 erfolgt der Tod, und nun ist er mit seinen Kräften zu Ende: auf längere Zeit ist er zu jeder geistigen Arbeit unfähig. Erst im August des Jahres ist er so weit, daß er wieder an die Arbeit geht, und gegen Mitte des Monats, als ich ihn auf der Durchreise nach Berchtesgaden besuche, liest er mir einzelne Teile vor und entwickelt mir den ganzen Plan des Buches. Bald aber kommen neue Hindernisse; als ich ihn einen Monat später auf der Rückreise wiedersehe, spricht er mir seine Überzeugung aus, daß Deutschland den Krieg verloren habe und, wenn er auch die ganze Schwere und Furchtbarkeit davon noch nicht übersieht, so ahnt er doch Ungeheures und Schreckliches, und das nimmt ihm Arbeitsfreudigkeit und Lebensmut. Er sagt mir sein Haupttrotz sei es, daß er durch keine äußeren Beziehungen und Fesseln an das Leben gebunden

sei und es in Ruhe fortwerfen könne, wann er wolle. Ich kannte ihn zu genau, um zu wissen, daß viele Gegenreden ihn nicht erschüttern würden und suchte ihn nur davon zu überzeugen, daß seine geistigen Energien wohl groß genug seien, noch starken Stürmen Stand zu halten. Zweifellos war er damals auch noch fest entschlossen, sein Lebenswerk so weit zu Ende zu führen, wie möglich. Wir verabredeten noch, wenn irgend möglich, ein Wiedersehen Anfang oder Mitte Februar 1919 in Partenkirchen oder Berchtesgaden; eine Einladung meiner Frau, uns zu Weihnachten in Berlin zu besuchen, lehnte er aber dankend ab. Ich selbst hoffte, daß die Arbeit und die sich aus ihr immer von neuem ergebenden Fragestellungen, von selbst ihn von diesem Entschluß abbringen würden. Da kam zunächst der äußere Zusammenbruch Deutschlands, der ihn, wenn er auch in manchem schärfer sah, als viele andere, doch ganz unvorbereitet traf; wie sehr, ergibt sich daraus, daß er noch am letzten Tage unseres Zusammenseins, als wir über Napoleons Voraussage, daß Europa in 100 Jahren entweder kosakisch oder republikanisch sein würde, sprachen, meinte, Napoleon habe sich um 100 Jahre verrechnet; in 100 Jahren würde es allerdings wohl in Europa, Deutschland eingeschlossen, keine Monarchen mehr geben. — Aber in seinen Briefen vom November klammerte er sich immer noch an die Tüchtigkeit des deutschen Volkes, an dem er nicht verzweifelte. Noch im Jahre 1916 hatte er in dem Sammelwerk „Das Land Goethes“ die ungeheuren Leistungen und die Jugendkraft des deutschen Volkes in schönen Worten gefeiert. Mit Thor, dem Donnergott der alten Germanen, verglich er es, der, als er auf dem Wege zum Kampf gegen die Riesen durch den gewaltigen Fluß Wimur, den die feindliche List zu gewaltiger Höhe und reißender Strömung staute, gehindert

XL

werden sollte, nicht verzagte, wie der griechische Held Achilleus am Skamander, sondern sich mit Stärkekürteln umspannte, den Stab gegen die Strömung stemmte und sprach:

„Wachse nicht, Strom, wenn ich waten muß
Hin zu des Riesen Hause.

Wisse, wenn du wächsest, wächst mir die Götterkraft
Ebenhoch den Himmel.“

„Auch heute,“ so schreibt Semon, „durchschreitet das deutsche Volk den hochgehenden Wimur, aller Ströme größten. Es hat sich mit Stärkekürteln, Eisenhandschuhen und Stab gerüstet, wie damals Thor und denkt und handelt wie dieser Gott der Bauern und der Krieger, in dem das Volk in grauer Vorzeit die Kraft seiner friedlichen Arbeit und seiner kriegerischen Tüchtigkeit versinnbildlichte.“ Da kam auch der moralische Zusammenbruch des deutschen Volkes, von dem er in München täglich Zeuge sein konnte, die Vernichtung und Verachtung alles dessen, was nicht nur die äußere, sondern auch die sittliche Kraft der Deutschen in langer, glänzender Entwicklung bedingt hatte. Da fiel auch das Letzte, was ihn an das Leben fesselte. Die Kraft, selbst durch geistiges Schaffen oder eingreifendes Handeln an dem Wiederaufbau für die Zukunft auch nur mittelbar mitwirken zu können, traute er sich nicht mehr zu. In seinem Tagebuch gibt er diesen Gedanken immer wieder Ausdruck: „Ich fühle das Alter und das Sinken meiner geistigen Energien. Nicht die ganze, nicht die halbe blieb mir, Lanze nicht und Schaft.“ Also Schluß gemacht. „Den wässrigen Jammer mache ich länger nicht mit.“ Ob der Schlußakkord noch etwas taugt (er meint das vorliegende Buch), wage ich nicht zu beurteilen. Aber 59 $\frac{1}{2}$ Jahre meines Lebens habe ich genossen und schließe mit den Worten „Mein Leben war doch schön“. —

Er hatte mit dem Leben vollkommen abgeschlossen und sah nicht mehr nach vorwärts, sondern nur in die, ach so viel herrlichere Vergangenheit. Auch in dem Abschiedsbrief an mich gedenkt er nur all des Guten und Schönen, das wir zusammen in Jugendzeit und Mannesalter in fast 42jähriger treuer Freundschaft erlebt. Wenn er sein Leben schön nennt, so hat er recht. An Kämpfen, Entbehrungen und Enttäuschungen hat es ihm freilich nicht gefehlt; äußere Ehrungen, wie sie so manchen weit unbedeutenderen Gelehrten in reichlichem Maße zuteil werden, hat er nicht genossen. Aber das Schöne in seinem Leben war, daß er alle seine Gaben und Eigenschaften harmonisch ausbilden, entwickeln und verwenden konnte. Was er seinem Lehrer Haeckel nachrühmt, den Monismus als Methode des Denkens, Forschens und Lebens gelehrt zu haben, das hat er gelebt. Auch in ihm lebten, wie in jedem bedeutenden Menschen, zwei Seelen in einer Brust, und bei ihm war zunächst vielleicht ein besonders starker Gegensatz zwischen dem Denker und dem auf praktisches Handeln gerichteten Manne vorhanden. Es hat Zeiten gegeben, wo ihm der Beruf des Soldaten und des Nordpolforschers, des abenteuernden Kolonisators und Eroberers fremder Erdteile, als der einzig menschenwürdige erschien, und besonders schmerzlich empfand er e. daß er im Weltkrieg nicht mit hinausziehen konnte. Was er an Überschuß von Tatkraft besaß, das hat er in solchen Zeiten in körperlicher Betätigung ausgegeben. Harmonisch war sein Leben in jedem Lebensabschnitt, das nach Abschluß des Schülerlebens in zwei fast gleichlange Teile zerfällt. Die ersten 20 Jahre seit Beginn seiner Studien überragt die aktive Forscher-tätigkeit, die Betätigung als Forschungsreisender und Entdecker, die aber gemäßigt und geleitet wird von

dem Denker; der zweite Lebensabschnitt nach seiner Verheiratung trägt das umgekehrte Gepräge — nun überwiegt der Denker, fast möchte ich sagen, der Schreibtischgelehrte, der restlos die Fragestellungen der Wissenschaft durch weltabgewandtes Denken zu lösen sucht; aber stets kommt die alte Natur zum Durchbruch, nie duldet es ihn länger als einige Monate am Schreibtisch, durch Reisen, Jagen, Bergsport erfrischt er sich und findet ein Feld für den aktiven Teil seiner Natur. Aber das geschieht so von selbst, so ohne jede Plötzlichkeit mit einer Stetigkeit, daß darin die Einheitlichkeit seiner Natur zum Ausdruck kommt. Und so hat er ein gutes Recht gehabt, bei dem bewußten Schluß seines Lebens die Vergangenheit für schön zu erklären. Er war eine in jeder Hinsicht ausgeglichene Natur; trotz einer gewissen Unternehmungslust nie unsted, stets überlegt, fest und bestimmt. Und doch ein durch und durch warmherziger Mensch, hilfsbereit dann, wenn er überzeugt war, daß seine Hilfe Erfolg haben würde und so ein treuer Freund, der fest zu Menschen und Ideen hielt, die er lieb hatte, ein neidloser Förderer junger aufstrebender Begabungen, die er mit Rat und Tat unterstützte und, wie ich aus mir vorliegenden Briefen ersehe, in überaus taktvoller Weise, wenn nötig, vor Unbesonnenheiten zurückhielt. Diese Treue kommt auch in seinen letzten Bestimmungen zum Ausdruck, in denen er seinen Erben den Wunsch ausspricht, einen Teil seines Vermögens zu einer Stiftung für wissenschaftliche Zwecke der Universität Jena zu übergeben. Auch den Entschluß aus der Welt zu gehen, faßt er mit ruhiger Klarheit und Bestimmtheit und bereitet alles so genau vor, wie er seine wissenschaftlichen Untersuchungen und Reisen

vorzubereiten pflegte. In allem, was er bis zum letzten Augenblicke tat, zeigt sich unveränderte Geistesschärfe und Willensstärke. — Daß auch der Zweifel daran, ob der (wissenschaftliche) Schlußakkord seines Lebens noch etwas taue, nicht berechtigt gewesen, das werden, hoffe ich, die nachfolgenden Blätter zeigen.

Semon hinterließ, wie oben angegeben, die unvollendete Arbeit „Bewußtseinsvorgang und Gehirnprozeß“. Mit der Herausgabe betraute er in seinem letzten Willen in erster Linie Geh. Rat Professor Dr. Fürbringer in Heidelberg, seinen ehemaligen Chef, der ihn stets mit Rat und Tat unterstützt und besonders um die wissenschaftliche Verwertung des auf der australischen Reise gesammelten Materials und die Herausgabe des Reisewerkes große Verdienste sich erworben hatte. Sollte er aus irgendeinem Grunde ablehnen, sollte ich an seine Stelle treten. Geheimrat Fürbringer konnte sich infolge seines hohen Alters und stark geschwächter Gesundheit nicht entschließen, die mit der Herausgabe verbundene Arbeit zu übernehmen, und so trat die für den Fall seiner Ablehnung vorgesehene Bestimmung in Kraft. —

Ich habe keine Veranlassung gehabt, an dem Werke irgendetwas zu ändern, abgesehen von dem Ausgleich stilistischer Unebenheiten und der Beseitigung entbehrlicher Fremdwörter. — Nur in einem Punkte habe ich eine Eigenmächtigkeit begangen, indem ich in einem Anhang ein Kapitel angefügt habe, das ich aus in Semons Nachlaß vorhandenen Bleistiftentwürfen zusammenstellte, das von ihm aber wohl weil es noch nicht ganz abgeschlossen war, nicht als ganz druckreif angesehen worden ist. Es handelt sich um die zeitlichen Schwankungen des Gedächtnisses, um die

XLIV

zeitliche Verschiedenartigkeit in der mnemischen Erregbarkeit der „verfügbaren Substanz“, mit einem Wort um die Ontogenese der engraphischen Empfänglichkeit. Mir schienen die darin gegebenen Anregungen und die ganze Betrachtungsweise so wertvoll, daß ich es für richtig hielt, sie der Wissenschaft nicht vorzuenthalten, zumal eine ausdrückliche Bestimmung Semons, seinen handschriftlichen Nachlaß für das unvollendete Werk nicht zu gebrauchen, nicht vorlag. Ich hoffe, daß der Zweck Semons, mit der Veröffentlichung des unvollendeten Werkes zu weiteren Forschungen in seinem Sinne anzuregen, dadurch gefördert wird.

Berlin, im August 1919.

Otto Lubarsch.

Verzeichnis sämtlicher wissenschaftlicher Arbeiten von Richard Semon.

1. Das Nervensystem der Holothurien. Zeitschrift f. Naturwissenschaft XVI. N. F. IX. 1883 (Zoolog. Doktordissertation).
2. Berichtigung einiger Angaben und Behauptungen des Herrn Dr. Hamann. Zoolog. Anzeiger Nr. 184. 1884.
3. Bericht von R. Semon über die Flegelsche Lagosee-Expedition.
4. Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeeres. I. u. II. Mitteilung. Mitt. aus der zoolog. Station zu Neapel Bd. VII. 1887. (Die zweite Mitteilung medicin. Doktordissertation.)
5. Die indifferente Anlage der Keimdrüsen beim Hühnchen und ihre Differenzierung zum Hoden. (Habilitationsschrift). Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft XXI. N. F. XIII. 1887.
6. Die Entwicklung der Synapta digitata nach der Stammesgeschichte der Echinodermen. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft XXII. N. F. XV. 1888.
7. Über den Zweck der Ausscheidung von freier Schwefelsäure bei Meerschnecken. Biolog. Zentralblatt Bd. 9. 1889.
8. Die Homologien innerhalb des Echinodermenstammes. Morph. Jahrbuch Bd. 15. 1889.
9. Ein Fall von Neubildung der Scheibe in der Mitte eines Seesternarmes. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft XXIII. N. F. XVI.
10. Zur Morphologie der bilateralen Wimperschnüre der Echinodermenlarven. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft XXV. N. F. 18.
11. Über die morphologische Bedeutung der Urniere in ihrem Verhältnis zur Vorniere und Nebenniere und über ihre Verbindung mit dem Genitalsystem. Anatom. Anzeiger Bd. V. 1890.
12. Notizen über den Zusammenhang der Harn- und Geschlechtsorgane bei den Ganoiden. Morph. Jahrbuch XVII. 1891.
13. Studien über den Bauplan des Urogenitalsystems der Wirbeltiere. Jena 1891 bei Gustav Fischer.

XLVI

Berichte über Zoologische Forschungsreisen Semons in Australien und im malayischen Archipel. (Jenaische Denkschriften V.)

14. Reisebericht und Plan des Werkes. Semons Zoolog. Forschungsreisen. Bd. I. 1893.
15. Verbreitung, Lebensverhältnisse und Fortpflanzung des *Ceratodus Forsteri*. Ibidem Bd. I. 1893.
16. Die äußere Entwicklung des *Ceratodus Forsteri*. Ibidem Bd. I. 1893.
17. Beobachtung über die Lebensweise und Fortpflanzung der Monotremen nebst Notizen über ihre Körpertemperatur. Ibidem Bd. 2. 1894.
18. Zur Entwicklungsgeschichte der Monotremen. Ibidem Bd. 2. 1894.
19. Die Entwicklung der paarigen Flossen des *Ceratodus Forsteri*. Ibidem Bd. 1. 1901.
20. Die Zahnentwicklung des *Ceratodus Forsteri*. Ibidem Bd. 1. 1900.
21. Die Furchung und Entwicklung der Keimblätter bei *Ceratodus Forsteri*. Ibidem Bd. 1. 1901.
22. Im australischen Busch und an den Küsten des Korallenmeeres. Reiseerlebnisse usw. 1896 bei Wilh. Engelmann.
23. Reisen in Nordaustralien und Neuguinea. Verh. d. Gesellsch. f. Erdkunde in Berlin 1894 Nr. 5.
24. Notizen über die Körpertemperatur der niederen Säugetiere (Monotremen). Archiv f. ges. Physiologie Bd. 58. 1894.
25. Vermeintliche „äußere“ Kiemen bei *Ceratodusembryonen*. Anatom. Anzeiger Bd. X.
26. Das Exkretionssystem der Myxinoiden. Festschrift für Gegenbaur Bd. III. 1897 und Anatom. Anzeiger Bd. XIII. Nr. 4 u. 5. 1897.
27. Vorniere und Urniere. Anatom. Anzeiger Bd. XIII. Nr. 8 u. 9. 1897.
28. Die Säugetierfauna Australiens. Verh. d. XII. deutschen Geographentages Jenä 1897.
29. Kleinere Mitteilungen. Bemerkungen über die Mammарorgane der Monotremen. Gegenbaur, Morph. Jahrbuch 1899. Bd. 27.
30. Über die Entwicklung der Zahngebilde der Dipnoer. Gesellsch. f. Morphologie u. Physiologie in München 1899. H. 1.
31. Weitere Beiträge zur Physiologie der Dypnoerflossen auf Grund neuer, von Mr. Arthur Thomsen an gefangenen Exemplaren von

- Ceratodus angestellten Beobachtungen. *Zoolog. Anzeiger* Bd. 22. 1899.
32. Zur vergleichenden Anatomie der Gelenkbildungen bei den Wirbeltieren. Festschrift für Kupffer. Jena 1899.
 33. Zur Entwicklungsgeschichte des Urogenitalsystems der Dipnoer. *Zoolog. Anzeiger* Bd. 24. 1901.
 34. Über das Verwandtschaftsverhältnis der Dipnoer und Amphibien. *Zoolog. Anzeiger* Bd. 24. 1901.
 35. Die „ektodermale Mediannaht“ des Ceratodus. *Archiv f. Entwicklungsmechanik*. Bd. 11. 1901.
 36. Normentafel zur Entwicklungsgeschichte des Ceratodus Forsteri. Jena. G. Fischer 1901.
 37. Australier und Papua. *Korrespondenzblatt der deutschen anthropol. Gesellschaft* 1902.
 38. Die Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens. Leipzig, bei Engelmann. I. Aufl. 1904, II. Aufl. 1907 III. Aufl. 1911.
 39. Über die Erblichkeit der Tagesperiode. *Biolog. Zentralblatt* Bd. XXV. 1905.
 40. Beweise für die Vererbung erworbener Eigenschaften. *Archiv für Rassen- u. Gesellschaftsbiologie* 1907. Jahrg. 4.
 41. Kritik und Antikritik der Mneme. *Archiv für Rassen- u. Gesellschaftsbiologie* 1907. Jahrg. 4.
 42. Hat der Rhythmus der Tageszeiten bei Pflanzen erbliche Eindrücke hinterlassen? *Biolog. Zentralblatt* Bd. 28. 1908.
 43. Beobachtungen über den australischen Lungenfisch im Freileben und in der Gefangenschaft. *Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde*. 1908.
 44. Der Reizbegriff. *Biolog. Zentralblatt* Bd. XXX. 1910.
 45. Die mnemischen Empfindungen in ihren Beziehungen zu den Originalempfindungen. Erste Fortsetzung der Mneme. Leipzig, bei Engelmann. 1909.
 46. Die physiologischen Grundlagen der organischen Reproduktionsphänomene. *Scientia Rivista di Scienze* Bd. 7. 1910.
 47. Assoziation als Teilerscheinung der mnemischen Grundgesetzlichkeit. *Journal f. Biologie und Neurologie*. 1910.
 48. Der Stand der Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften. *Fortschritte der naturwissensch. Forschung* Bd. II. 1911 bei Urban & Schwarzenberg.
 49. Die somatogene Vererbung im Lichte der Bastard- und Varia-

XLVIII

- tionsforschung. Verh. des naturforschenden Vereins Brünn. Bd. 49. — Festschrift für Gregor Mendel.
50. Die reizphysiologische Grundlage der organischen Reproduktionsphänomene. Deutsche Med. Wochenschr. Nr. 40, 1911.
 51. Können erworbene Eigenschaften vererbt werden? Die Abstammungslehre. (12 gemeinverständliche Vorträge über die Deszendenztheorie im Lichte der neueren Forschung. München 1911. Herausgegeben von Gustav Fischer 1911.)
 52. Das Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften. Leipzig, bei Wilhelm Engelmann. 1912.
 53. Die Fußsole des Menschen. Eine Studie über die unmittelbare und die erbliche Wirkung der Funktion. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 82. Abt. II. 1913.
 54. Die Experimentaluntersuchungen Schübelers. Biolog. Zentralblatt. Bd. 33. 1913.
 55. Über die Vererbung von funktionellen Veränderungen. Verh. der k. k. zoolog.-botan. Gesellschaft in Wien 1913.
 56. Aus Haeckels Schule. „Was wir Haeckel verdanken“, herausgegeben von H. Schmidt. Jena.
 57. K. Toldts Untersuchungen vorgeschrittener Entwicklungsstadien von Säugetieren. Die Naturwissenschaften Jahrg. 4. 1916.

Vorwort des Verfassers.

Die vorliegende Arbeit soll als nachgelassenes Werk nur halbvollendet erscheinen. Sie entstand während der Abfassung einer anderen, ebenfalls unvollendet gebliebenen Arbeit über die Pathologie der Mneme, von deren Veröffentlichung ich jetzt ganz absehe. Zunächst als Einleitung zu letzterem Werke gedacht, gewann sie allmählich selbständige Gestaltung und hat mich während der letzten drei Jahre ausschließlich beschäftigt. Es waren die Kriegsjahre 1916, 1917 und 1918, in denen es ungeheuer schwer war, die Gedanken auf diese von den Weltereignissen so weit abliegenden Fragen zu konzentrieren. Ein Verlust, der mich persönlich traf, machte mir das Fortarbeiten im letzten Jahre (1918) so gut wie unmöglich, und in Anbetracht der dauernd ungünstigen Zeitverhältnisse und meines vorrückenden Alters — kein Forscher, der das 50. Lebensjahr überschritten hat, sollte es wagen, ganz neue Forschungsgebiete erobern zu wollen, das lehrt schon die Ontogenie des menschlichen Gedächtnisses — darf ich nicht hoffen, diese schwierige Aufgabe jemals zu einem Ende zu führen, das mich selbst befriedigt. Sie muß also unvollendet bleiben.

Wenn ich dennoch den Wunsch hege, daß das, was, so gut es in meinem Vermögen steht, vollendet vorliegt, auch veröffentlicht wird, so bestimmt mich zu diesem Wunsche der Gedanke, daß in dem Vorliegenden schon fruchtbare Keime liegen mögen, die andere zum weiteren Ausbau anregen könnten, und daß der Grundgedanke für den, der zu lesen versteht, schon klar hervortritt.

München, Ende 1918.

R. W. Semon.

Einleitung.

Wir gehen aus von der Tatsache, daß eine feste Beziehung besteht zwischen unseren Bewußtseinszuständen und bestimmten Zuständen unseres Körpers, insbesondere unseres Nervensystems mit seinen Sinnesapparaten, wobei dem Gehirn, vor allem dem Großhirn, eine führende Rolle zuzuerkennen ist. Letztere Zustände lassen sich mit physikalischen und chemischen Methoden untersuchen, und obwohl wir da noch weit von einem vollständigen oder auch nur annähernden Einblick entfernt sind, ist doch soviel sicher, daß die Gehirnprozesse physikalisch-chemische Vorgänge sind und als solche den Energiegesetzen unterliegen. Zwischen diesen Vorgängen, deren Erforschung in das Arbeitsgebiet der Physiologie fällt, und unseren Bewußtseinsvorgängen, bestehen, wie die Erfahrung lehrt, streng gesetzmäßige Beziehungen. Die Reizung der Netzhaut durch strahlende Energie von bestimmter Wellenlänge und Amplitude bewirkt einen zum Teil schon jetzt durch physikalische Methoden nachweisbaren Erregungsvorgang in der Netzhaut und dem Sehnerven, der sich durch verschiedene Gehirnteile (äußere Kniehöcker und Sehhügel, obere Vierhügel) bis in die Großhirnrinde fortsetzt, und diesem Erregungszustand entspricht bei völlig unversehrter Hirnrinde regelmäßig ein bestimmter Bewußtseinszustand, und zwar eine Lichtempfindung, deren Farbe von der Wellenlänge, deren Stärke von der Amplitude der als Reiz wirkenden Ätherschwingungen abhängig ist. Ist die Leitung derartig unterbrochen, daß die Erregung sich nicht bis in die

Großhirnrinde fortsetzen kann, oder ist die letztere in hinreichend ausgedehnter Weise im Bereich der „Schrinde“ und über diesen Bereich hinaus zerstört, so tritt der entsprechende Bewußtseinszustand, die betreffende Gesichtsempfindung nicht ein.

Ich habe hier gleich ein konkretes Beispiel gegeben, einmal um die Anschaulichkeit zu erhöhen, dann aber auch, weil die Aufgabe der vorliegenden Arbeit hauptsächlich darin bestehen soll, die gesetzmäßigen Beziehungen festzustellen, die zwischen den beiden Erscheinungen: Erregungsprozeß im Nervensystem und Gehirn einerseits, Bewußtseinszustand beziehungsweise bewußte Empfindung andererseits nachzuweisen sind. Auf die Frage nach dem Wesen dieser Beziehungen will ich aber nicht näher eingehen, weil ich meinen Standpunkt zu ihr bereits in der Einleitung zu den mnemischen Empfindungen S. 5—10 hinreichend dargelegt zu haben glaube. „Ich erblicke, so sagte ich dort, in einer Erregung und ihrer Empfindungsmanifestation nicht zwei getrennte Objekte, die sich unserer Beobachtung darstellen, sondern dasselbe Objekt von zwei verschiedenen Standpunkten aus betrachtet: als Empfindung vom Standpunkt des unmittelbar hingegenommenen Bewußtseinsvorgangs; als Erregung dagegen höchst mittelbar durch die verwickelten Empfindungssynthesen hindurch, die uns dazu führen, daß wir Komplexe von Farben, Tönen, Drucken usw. als Körper zusammenfassen, und, indem wir die Ruhe oder Bewegung solcher Körper unterscheiden und daraus ein Maß für geleistete Arbeit gewinnen, zur Bildung solcher Begriffe wie Energieerscheinung oder energetischer Vorgang fortschreiten.“ Wenn wir Erregung als besonderen energetischen Vorgang der reizbaren Substanz eines Organismus definieren, so legen wir, wie erwähnt,

dem Begriff eine Bedeutung oder einen Inhalt bei, der das Produkt einer langen Kette von Abstraktionen und Kombinationen aus zahlreichen, auf dieses Schlußverfahren hinziehenden Empfindungsinhalten ist. Daß wir dazu voll durchaus berechtigt sind, braucht hier nicht näher auseinandergesetzt zu werden. Andererseits aber dürfen wir nie vergessen, daß dieser Begriffsinhalt unser eigenstes Werk ist, das Resultat zahlloser Empfindungssynthesen. Bleiben wir uns dieser unserer eigenen Tätigkeit bewußt, so kann es uns nicht wundern, daß eine Empfindung, z. B. eine Lichtempfindung und die ihr entsprechende Erregung, also der energetische Vorgang in Netzhaut, Sehnerven, Sehsphäre des Gehirns bei aller sonstigen Übereinstimmung in unserem Bewußtsein einen ganz verschiedenen Inhalt haben: hier eben Lichtempfindung, dort energetischer Vorgang in einer bestimmten reizbaren Substanz. Denn unsere Tätigkeit hat ja lediglich in der Schaffung des neuen Begriffsinhalts bestanden, und so versteht sich die Verschiedenheit von Erregung und ihr entsprechender Empfindung von selbst.

Wer diesen oder auch nur einen verwandten Standpunkt vertritt, kurz wer behauptet, durch den jeweiligen energetischen Zustand des Körpers sei der jeweilige Bewußtseinsinhalt restlos bestimmt, dem erwächst zweifellos die Pflicht, zu zeigen, daß alle Werte des letzteren Zustandes zu allen Werten des ersteren in einem Wechselverhältnis stehen. Für einige vertretende Werte ist dieser Nachweis verhältnismäßig leicht zu führen; für einen Wert der Bewußtseinsseite aber nämlich für den Grad der Bewußtheit beziehungsweise die Lebhaftigkeit der Empfindung ist es bisher noch nicht geglückt, den vertretenden Wert auf der Erregungsseite, das energetische Äquivalent zu finden.

In dieser Richtung einen Schritt vorwärts zu tun und zu sehen, welchen klärenden Wert der so angebahnte Fortschritt hat, soll die Aufgabe der vorliegenden Arbeit sein.

Bezeichnen wir die Empfindungen als Elemente der Bewußtseinszustände in dem S. 14—21 der mnemischen Empfindungen dargelegten Sinne, so haben wir zwei Hauptklassen von Empfindungen zu unterscheiden:

1. Durch gleichzeitige meist äußere Reize ausgelöste und in ihrer Dauer durch sie bestimmte Empfindungen, die ich als Originalempfindungen bezeichne.

2. Mnemische Empfindungen (Vorstellungen, Erinnerungsbilder), die sich als Wiederholungen (Reproduktionen) früherer Originalempfindungen erweisen.

Ihre Qualität, Intensität und Dauer ist bestimmt durch die entsprechenden Werte ihrer originalen Vorgängerinnen, also durch die Qualität, Intensität und Dauer der äußeren Reize, die die Auslösung jener ehemaligen Originalempfindungen bedingten.

In den mnemischen Empfindungen habe ich S. 27—32 dargelegt, daß der jeweilige Bewußtseinsinhalt eine zusammenhängende, freilich nicht homogene Einheit darstellt, deren Zerlegung in Einzelemente, Einzelempfindungen zwar im gewöhnlichen Leben wie bei der wissenschaftlichen Analyse anstandslos vorgenommen wird und vorgenommen werden muß. Ich zeigte aber, daß diese begriffliche Trennung ein Willkürakt ist ähnlich dem, den der Anatom vornimmt, wenn er durch Präparation die Muskeln, Nerven, Drüsen und anderen Organe des Körpers freilegt und mehr oder weniger isoliert. Dieses Vorgehen ist in beiden Fällen durchaus notwendig zur Orientierung, bleibt aber stets ein Willkürakt. Wenn man jedoch immer im Auge behält, daß Einzelempfindung und einzelner Empfindungs-

komplex ein aus dem Ganzen des Bewußtseinsinhalts herausgeschnittenes Kunstprodukt darstellt, hat die Verwendung dieser Begriffe nichts Bedenkliches. Dies alles bezieht sich natürlich ganz ebenso auf die mnemischen wie auf die Originalempfindungen.

Zu diesem Vorbehalt müssen wir noch einen zweiten hinzufügen. Wenn es immerhin bis zu einem gewissen Grade gelingt, wenn auch nicht ohne gewaltsamen Eingriff, diesen oder jenen Empfindungskomplex aus dem Ganzen eines Bewußtseinsinhalts herauszuschälen, dürfte es bei einer solchen Trennung kaum möglich sein, eine völlig reine Originalempfindung ohne jede Beimengung mnemischer Empfindungsbestandteile zu erhalten, wenigstens nicht bei einem Menschen, der über das allerjüngendliche Alter hinaus ist. Es wäre mir leicht, zu zeigen, daß dies selbst dann eintritt, wenn man die Reizung mit allem Vorbedacht so einrichtet, daß die Originalempfindung, der Ausfluß dieser Reizung, so beschaffen ist, daß sie möglichst zu keiner Ekphorie (Erweckung) homophoner mnemischer Empfindungen Anlaß gibt. Ganz ausschließen läßt sich dies wohl nie. Aber immerhin läßt sich die Wahl des Reizes und die Bedingungen seines Eingreifens so gestalten, daß die Beimengungen mnemischer Elemente als verhältnismäßig unbedeutend vernachlässigt werden können. Unter diesen Voraussetzungen soll im folgenden von Originalempfindungen gesprochen und untersucht werden, inwieweit ihre Eigenschaften und Werte durch zugeordnete Eigenschaften und Werte der ihnen entsprechenden Originalerregungen bestimmt sind. Die Originalempfindung und ihr entsprechende Originalerregung werden wir zunächst behandeln. Daran wird sich im Laufe der Untersuchung ein Eingehen auf die Bildung der Engramme, ihre Lokalisation, ihre Ek-

phorie, und auf die Beziehung der mnemischen Erregung zur mnemischen Empfindung ergeben. Wenn wir also im folgenden häufig kurz von Schallempfindung, Lichtempfindung, Geruchsempfindung usw. sprechen, ist damit immer originale Schall-, Licht-, Geruchsempfindung gemeint.

Unternimmt man es, die Bewußtseinsinhalte, die man erlebt, in Empfindungskomplexe und diese wiederum in Einzelempfindungen zu zerlegen, und untersucht diese letzteren, so findet man jede derselben mit einer Anzahl von Eigentümlichkeiten oder Eigenschaften ausgestattet, die sich — allerdings ebenfalls nicht immer ohne eine gewisse Willkür — in folgende Gruppen zusammenfassen lassen.

Eine dieser Gruppen kann man als die spezifische Beschaffenheit der Empfindungen bezeichnen. Gesichtsempfindungen, Tonempfindungen, Geschmacksempfindungen usw. sind spezifisch voneinander verschieden. Je nach dem Sinnesorgan, durch das die Empfindung ausgelöst wurde, läßt sie sich einem größeren Qualitätskreise, wie Fichte es nannte, zuordnen: Helmholtz hat diese Qualität im weitesten Sinne als Modalität der Empfindungen bezeichnet. Innerhalb dieser allgemeineren Qualität lassen sich nun noch stets qualitative Verschiedenheiten im engeren Sinne unterscheiden, wie Empfindung eines bestimmten Rot oder Blau oder Grün im Kreise der Gesichtsempfindungen, Empfindung eines Tons von bestimmter Höhe im Kreise der Tonempfindungen, von Sauer oder Süß im Kreise der Geschmacksempfindungen usw.

Zu dieser speziellen Beschaffenheit der Empfindungen gesellt sich aber bei der Mehrzahl derselben eine noch allerseziellste. Eine Gesichtsempfindung von qualitativ genau derselben Beschaffenheit, etwa ein Punkt desselben Rot

befindet sich einmal oben, einmal unten, einmal rechts, einmal links in unserem Gesichtsfeld. Ich empfinde einen Druck von gleicher Beschaffenheit diesmal an meiner Stirn, ein anderes Mal an meinem Hals, habe die gleiche Kälteempfindung an einer bestimmten Stelle jetzt meines rechten, jetzt meines linken Zeigefingers. Diese engste Spezifikation der Empfindungen ist von Lotze als ihr Lokalzeichen bezeichnet worden.

Wir können demnach vom Allgemeineren zum immer Spezielleren fortschreitend in bezug auf die spezifische Beschaffenheit einer Empfindung unterscheiden:

1. Ihre allgemeine Qualität (Modalität), das heißt ihre Zugehörigkeit zu einem bestimmten Sinnesgebiet.

2. Ihre engere Qualität (bestimmte Farbe, Tonhöhe, Geschmacks- und Geruchsqualität).

3. Ihr Lokalzeichen (soweit vorhanden).

Zu diesen spezifischen Eigenschaften der Empfindungen kommen ferner noch die folgenden nicht spezifischen:

4. Ihre Intensität.

5. Ihr Gefühlston (soweit vorhanden).

6. Ihre Vividität oder der Grad ihrer Bewußtheit.

Ich habe oben ausgeführt, daß demjenigen, der die Auffassung verfißt, durch den jeweiligen energetischen Zustand des Körpers sei der jeweilige Bewußtseinszustand restlos bestimmt, die Pflicht zufalle, wenigstens im Prinzip zu zeigen, daß alle Werte des letzteren Zustandes zu allen Werten des ersteren in einem reziproken Verhältnis stehen. Oder mehr analytisch zugespitzt: Wir haben zu zeigen, daß alle Eigenschaften der Empfindungen auf energetischem Gebiet durch reziproke Eigenschaften der Erregungen

repräsentiert werden, deren Manifestationen sie sind. Dieser Aufgabe wollen wir uns jetzt zuwenden, doch will ich vorausschicken, daß ich auf das Erregungskorrelat der Gefühlsstörungen nicht näher eingehen werde, sondern die Bearbeitung dieser Frage zukünftiger Forschung überlasse.

1. Kapitel.

Energetische Korrelate der spezifischen Eigenschaften der Empfindungen.

1 und 2). Allgemeine und speziellere Qualität der Empfindungen.

Wie bekannt, befindet sich die allgemeine wie die speziellere Qualität der Originalempfindungen in einem bestimmten Abhängigkeitsverhältnis von der Qualität der äußeren Reize, die die betreffenden Empfindungen auslösen. Die Reizqualität ist aber nicht das allein Bedingende für die Qualität der Empfindung. Ein zweites Bedingendes besteht in der spezifischen Beschaffenheit der nervösen Apparate, die Träger der Erregungen sind, die durch die betreffenden Empfindungen zur Manifestation gelangen, und zwar von ihrer Beschaffenheit vom Sinnesorgan an, das als Reizpforte dient, seinen Leitungen bis zum Gehirn, seinen Leitungen und Umschaltungen in diesem bis zu seinen Endapparaten in der Hirnrinde.

Hier sei eine kurze Auseinandersetzung über das, was ich als elementaren Sinnesapparat bezeichne, eingeschaltet. Die einfachsten Sinnesorgane, deren Rezeptoren oder Empfänger an der Körperoberfläche aus einem einzelnen Element bestehen wie z. B. dem einzelnen Sinnespunkt der Haut (Druckpunkt, Schmerzpunkt, Temperaturpunkt), können wir als geschlossene Einheiten auffassen. Die höheren Sinnesorgane dagegen bestehen aus massenhaften Anhäufungen solcher Einheiten. Das Auge z. B. ist aus vielen

Hunderttausenden, das Gehörorgan aus vielen Tausenden von Elementarapparaten zusammengesetzt, deren jedes isoliert reizbar und mit einer isolierten Leitung bis zur Hirnrinde versehen ist. Für jeden Ton, der von jedem anderen wahrnehmbaren Ton noch unterschieden werden kann, müssen wir wenigstens einen besonderen Empfänger in der Schnecke und eine isolierte Leitung von dort bis zur Hirnrinde annehmen, wofern wir eine Resonanztheorie des Hörens, sei es im engeren Sinne die von Helmholtz, sei es auch eine weniger bestimmt gefaßte, gelten lassen, was mir durchaus berechtigt erscheint. Jeder dieses Elementarapparate ist auf Schwingungen von einer ganz bestimmten Schwingungszahl abgestimmt, und zwar angefangen von etwa 30 Schwingungen in der Sekunde ($c^1 = 32$ Schwingungen) bis etwa 2000 Schwingungen ($c^{1111} = 2112$) in der Sekunde. Dabei müssen wir annehmen, daß für die mittleren Lagen von 500—1000 Schwingungen für jede Schwingungszahl mindestens ein besonderer Elementarapparat vorhanden ist. In dem Apparat, der auf eine bestimmte Schwingungszahl anklingt, „resoniert“, entsteht nun eine besondere von der Schwingungszahl des Reizes abhängige Erregung. Diese ist von allen Erregungen in anderen Elementarapparaten des Gehörorgans, die von Reizen mit größeren oder kleineren Schwingungszahlen ausgelöst werden, verschieden und manifestiert sich, von der Empfangungsseite aus betrachtet, durch eine eigenartige Empfindung. Die durch die Schwingungszahl des Reizes bestimmte spezifische Tonempfindung wird als Tonhöhe (subjektive Tonhöhe) bezeichnet.

Die speziellere Qualität der Gesichtsempfindungen bezeichnen wir als Farbenempfindung, wobei wir auch Weiß und Schwarz den Farben zurechnen. Die Beschaffenheit

der Erregung, deren Manifestation sie ist, wird bestimmt durch die Schwingungszahl (Wellenlänge) der als Reiz wirkenden strahlenden Energie. Die kurzwelligen Lichtstrahlen mit verhältnismäßig großer Schwingungszahl lösen Erregungen aus, die sich in Violettempfindung offenbaren, die langwelligen Strahlen mit kleiner Schwingungszahl Rotempfindung, die dazwischenliegenden Reize die übrigen Farben in allen ihren spektralen Stufen und Übergängen.

Nun habe ich schon erwähnt, daß die Reizqualität nicht das allein Bedingende ist für die Qualität der Empfindungen. Die weitaus meisten Gesichtsempfindungen, die wir haben, werden allerdings ausgelöst durch die strahlende Energie des Lichts. Aber auch ein Stoß, der das Auge trifft, kann bekanntlich eine Lichtempfindung auslösen, und dieselbe Wirkung läßt sich durch elektrische Reizung des Organs erzielen. Die spezifische Beschaffenheit der Empfindungen befindet sich also auch noch in einem Abhängigkeitsverhältnis von der spezifischen Beschaffenheit der gereizten Sinnesapparate, von dem, was Johannes Müller als die spezifischen Energien der Sinnesnerven bezeichnet hat. Die nervösen Apparate des Gesichtssinnes sind augenscheinlich nur einer bestimmten Erregungsform fähig, die sich in Lichtempfindungen kundgibt. Ausgelöst wird diese Erregung weitaus am leichtesten durch die strahlende Energie des Lichtes, die deshalb als der angemessene, adäquate Reiz für sie bezeichnet wird; doch vermögen auch unter Umständen andere, nicht adäquate Reize in diesen Sinnesapparaten Erregungen zu erzeugen, die sich aber dann immer nur in Gesichtsempfindungen offenbaren können. Ebenso verhält es sich sicherlich mit den nervösen Apparaten des Geschmackssinnes, da wir wissen, daß me-

chanische oder elektrische Reizung der nach Eröffnung der Paukenhöhle freigelegten Chorda tympani Erregungen hervorruft, die sich durch Geschmacksempfindungen manifestieren. Ähnlich verhält es sich höchstwahrscheinlich auf anderen Sinnesgebieten.

Johannes Müller war der erste, der klar erkannt hat, daß die Eigenart (Spezifität) einer in einem Sinnesapparat ausgelösten Erregung und der sie manifestierenden Empfindung in erster Linie abhängt von der besonderen Beschaffenheit dieses nervösen Apparats. Wenn, so argumentierte er, ein Druck auf den Sehnerven eine nicht als Druckempfindung, sondern als Lichtempfindung sich manifestierende Erregung hervorruft, so ist eben nicht die Eigenart des Reizes, sondern die des Sinnesapparats und seiner Leitungen das Bestimmende oder, wie man sich vielleicht vorsichtiger ausdrücken sollte, das grundsätzlich Bestimmende. Wir haben anzunehmen, daß alle Erregungen des eigentlichen Sehapparates sich nur durch Gesichtsempfindungen offenbaren, an welcher Stelle des Apparats von der Netzhaut an über die Faserverbindungen und Umschaltungen hin bis zur Ausstrahlung in die Großhirnrinde und durch welche Reize immer die Erregung ausgelöst wird. Dasselbe gilt für die Geschmacksapparate und wohl auch sicher für die Gehörorgane, Geruchsorgane und Hautsinnesorgane, obwohl für diese ein so unzweideutiger experimenteller Beweis noch nicht vorliegt. Soweit erscheint die Lehre Johannes Müllers von den spezifischen Sinnesenergien gut begründet. Unberechtigt aber ist es, diese Lehre dahin zu erweitern, daß man behauptet, die Qualität des Reizes sei für die Qualität der Erregung im gesamten Sinnesapparat nur insofern von Bedeutung, als jeder Sinnesapparat von seinem Empfänger (Rezeptor) aus nur auf eine einzige ganz bestimmte Reizquali-

tät hin anklingt beziehungsweise leicht anklingt, etwa in dem Sinne, daß ein bestimmter Netzhautzapfen mit seinem ganzen leitenden Apparat bis zur Ausstrahlung in die Hirnrinde, der durch kurzwellige Lichtstrahlen erregbar ist, nur Erregungen vermittelt, die sich durch Blauempfindung manifestieren, ein anderer, durch langwellige Strahlen erregbarer nur solche, die sich durch Rotempfindung offenbaren. Wie Nagel (1904) hervorhebt, nimmt heute selbst die große Mehrzahl derjenigen Forscher, die sich der Young-Helmholtzschen Theorie des Farbensinns anschließen, an, daß die drei Komponenten durch dreierlei verschiedene Erregungsprozesse repräsentiert sind, die sich in einem und demselben Zapfen abspielen und durch eine und dieselbe Faserverbindung der Großhirnrinde mitteilen können. Und Hering (1899), der Begründer der nach ihm benannten und sich immer mehr durchsetzenden Theorie des Farbensinns, vertritt mit größter Entschiedenheit die Auffassung, „daß in einem und demselben Netzhautelement durch Lichtstrahlen verschiedener Schwingungszahl auch verschiedene Prozesse veranlaßt werden können“. Ich glaube, man muß bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse Hering recht geben, wenn er sagt, „man sieht sich gezwungen zuzugeben, daß weder in allen Nervenfasern nur immer dieselbe Schwingungsform fortgeleitet wird, noch jede einzelne Nervenfaser allen, der Nervensubstanz überhaupt möglichen Schwingungen zugänglich ist. ... Die spezifischen Energien sind nach meiner Auffassung ein phylogenetisch erworbenes Erbgut nicht bloß der Sinnesnerven, sondern mehr oder weniger aller*) Neuronen, ihrer

*) In diesem Punkte stimme ich mit Hering nicht überein, wenigstens nicht, wenn unter allen Neuronen auch alle Neurone des Gehirns mit einbegriffen sein sollen. R. Semon.

Fasern sowohl als ihrer Zellen; aber ich meine, daß das dem einzelnen Neuron zugeteilte Erbe durchaus nicht immer so spärlich und einförmig ist, wie man dies für die Zellen der Sinneszentren annahm“.

Die spezifische Energie eines Sinnesapparats, das heißt seine Eigenart, nur auf bestimmte Reizarten leicht anzusprechen, und wenn immer ansprechend, nur verhältnismäßig wenigen Erregungsformen zugänglich zu sein, ist das Ergebnis einer im Laufe der Stammesgeschichte vollzogenen Beschränkung der ursprünglich weit vielseitigeren Erregungsfähigkeit, und es liegt in der Natur der Sache, daß diese Beschränkung nicht auf allen Sinnesgebieten genau gleich weit fortgeschritten ist, sondern je nach Ausbildung der verschiedenen Sinnessphären in verschiedener Weise.

Was das Gehörorgan anlangt, so müssen wir Hermann und Mach zustimmen, wenn sie die Ansicht vertreten, daß, selbst wenn man Bedenken hat, die spezielle Resonanztheorie von Helmholtz anzunehmen, ohne irgendeine Resonanztheorie nicht auszukommen ist, deren Grundpfeiler immer der sein würde, daß die nervösen Endorgane des Schneckenerven so beschaffen sind, daß jedes Element (oder eine Gruppe solcher) nur auf einen Reiz von einer ganz bestimmten Schwingungszahl anklingt bzw. leicht anklingt. Daraus würde sich aber auch eine sehr weitgehende Spezifikation der Sinnesenergien für die einzelnen elementaren Sinnesapparate des Hörsinns ergeben, insofern mit großer Wahrscheinlichkeit jeder einzelne „Empfänger“ nebst seinen Faser- und Zellverbindungen bis zur Großhirnrinde nur auf eine einzige Schwingungsform abgestimmt wäre. In diesem Falle ist das den einzelnen Nervenzellen zugefallene Erbe allerdings äußerst spärlich und einförmig; aber was Hering bestreitet, ist ja nur das,

daß dieser hohe Grad der Spezifikation in den Nervenapparaten aller Sinnesorgane eingetreten ist. Auch bei den Organen des Geschmacksinns scheint die Spezifikation einen hohen Grad erreicht zu haben; weniger weitgehend scheint sie zu sein bei den Organen des Hautsinnes und den Zapfenapparaten des Auges — auf die Stäbchenapparate wollen wir hier nicht eingehen —, und der geringste Grad der Spezifikation besteht allem Anschein nach bei den Apparaten unseres Geruchsinnens.

Überhaupt kann die Frage, wie weit die Spezifikation in jedem einzelnen Sinnesgebiet gediehen ist, wie eng begrenzt die Qualität der Reize ist, auf die der einzelne Elementarapparat dieses Gebiets noch leicht anspricht, und wieweit dementsprechend das Vermögen dieses Elementarapparats reicht, auf verschiedenartige Reize mit verschiedenartigen Erregungen zu antworten und diese der Hirnrinde zu übermitteln, diese wichtige Frage kann erst durch weitere langwierige Forschung eine sichere Beantwortung finden.

Hering hat mit Recht die spezifischen Sinnesenergien als ein im Laufe der Stammesgeschichte erworbenes Erbgut bezeichnet. Wenn wir durch dasselbe die Qualität der in bestimmten Nervenapparaten realisierbaren Erregungen bis zu einem gewissen, nach Sinnesgebieten verschiedenen Grade festgelegt sehen, so ist diese Festlegung doch nur das Werk von Reizen, die in ungezählten früheren Generationen vorgearbeitet, diese nervösen Substanzen umgemodelt haben. Die Spezifität der Erregung ist also im Grunde stets ein Ergebnis der Energieform der Reize, sei es ihrer Wirksamkeit auf die ungezählten Reihen der Generationen während der Stammesgeschichte, sei es, insoweit die Festlegung noch nicht ins Speziellere und Speziellste gediehen

ist, die Aufprägung des eigenen Stempels durch den gerade im Augenblick wirkenden Reiz.

3) Die Lokalzeichen der Empfindungen.

Unter spezifischer Energie der nervösen Apparate verstehen wir, wie eben dargelegt, die stammesgeschichtlich entwickelte Eigenschaft, auf Reizung nur noch mit einer einzigen oder mit einigen wenigen Erregungsformen zu reagieren. Immerhin sind diese Reaktionen bei vielen Tausenden der einzelnen Zapfenapparate in ihren Grundqualitäten dieselben, ebenso bei all den unzähligen Druckpunkt-, Kälte- und Wärmepunkt-, Schmerzpunkt-Apparaten des Hautsinnes, ferner bei den Elementarapparaten des Geschmackssinnes, deren Erregungen sich durch die Empfindungen von süß oder sauer oder salzig oder bitter kundgeben.

Zu dieser jeden Typus von Sinnesapparaten gemeinsam betreffenden Spezifikation gesellt sich aber noch bei der Mehrzahl dieser Typen eine solche, die den einzelnen individuellen Sinnesapparat betrifft. Jeder elementare Sinnesapparat dieser Typen besitzt in seinem Bau und seiner Aufstellung Eigenheiten, die der in ihm ausgelösten Erregung noch eine individuelle Note, eine Eigennote verleiht.

Selbst die vollkommenste menschliche Technik vermag es nicht, zwei Apparate herzustellen, die einander durchaus gleich sind und durch keinerlei individuelle Eigentümlichkeit voneinander abweichen. Jedes unter den Hunderttausenden von Telephonen einer Großstadt, mögen sie alle nach demselben Plane fabrikmäßig von demselben Erbauer hergestellt sein, besitzt seine Eigennote, die schon durch die Unmöglichkeit begründet ist, die schwingenden Metallplatten vollkommen gleich herzustellen und einzufügen. Die

stärkeren dieser Eigennoten vermag ein feines Gehör sogar unschwer herauszuhören. Keine Mikroskoplinse ist einer anderen von derselben Firma hergestellten durchaus gleich und liefert ein völlig gleiches Bild desselben Objekts.

Die elementarsten Sinnesapparate desselben Typs sind morphologisch durchaus nicht völlig gleichartig gearbeitet, und schon daraus ergibt sich mit Notwendigkeit eine Eigennote der Erregungen und der dieselben manifestierenden Empfindungen für jedes von ihnen. Aber es wäre doch sehr wohl möglich, daß dieselbe sich jeder der Wahrnehmung entziehen müßte, weil sie verschwindend klein wäre, ähnlich wie die Eigennoten gut gearbeiteter Telephone unserem Unterscheidungsvermögen nicht wahrnehmbar sind. Für die elementaren Sinnesapparate der meisten Typen trifft dies aber nicht zu. Ihre Eigennote ist auf das schärfste ausgeprägt. Was der weiteren Erforschung bedarf, ist die Art dieser Eigennote; und diese Aufgabe können wir wenigstens insofern in Angriff nehmen, als wir imstande sind, sie einem weiteren Erscheinungskreis einzuordnen.

Von jeder lebenden Zelle eines Zellverbandes geht eine eigenartige Erregungskomponente aus, durch die sich das Vorhandensein dieser Zelle an diesem bestimmten Platz im Zusammenklang der jeweilig vorhandenen Erregungen dokumentiert, was besonders dann deutlich zutage tritt, wenn nach Ausschaltung der betreffenden Zellen oder Zellkomplexe und der dadurch bedingten Ausschaltung der betreffenden Erregungen Reaktionen eintreten, um den Ausfall dieser Zellen und nur gerade dieser zu beseitigen. Wir sind noch weit von einer wirklich befriedigenden „Erklärung“ der Regenerations- und verwandten Erscheinungen bei Tieren und Pflanzen entfernt*). Einen Schluß aber

*) Vgl. darüber *Mneme* 3. Aufl. 1911, S. 382—384.

können wir aus ihnen mit Sicherheit ziehen, daß das Fehlen von Zellen im jeweiligen simultanen Erregungskomplex des betreffenden Individuums genau lokalisiert zum Ausdruck kommt, was daraus hervorgeht, daß die darauf einsetzenden Wachstumsreaktionen grade die fehlenden Teile genau ergänzen und nur in seltenen Ausnahmefällen ein Zuviel oder Zuwenig oder etwas sonst Abweichendes liefern. Dasselbe beweisen die Regulationserscheinungen bei Störung der ontogenetischen Entwicklung. Da die Mehrzahl derselben bei Tieren bisher grade in den frühesten Entwicklungsstadien noch vor der Differenzierung des Nervensystems untersucht worden ist, ist gleichzeitig der Beweis geführt, daß diese lokalisierenden Noten der Erregungen auch von Zellen ausgehen können, die keine nervöse Differenzierung besitzen. Aber auch im Pflanzenreich, wo es überhaupt nicht zur schärferen Differenzierung eines besonderen Nervensystems gekommen ist, sind verwandte Erscheinungen — von den Botanikern mit dem Ausdruck Korrelation bezeichnet — häufig zur Beobachtung gekommen. Als Beispiel will ich hier nur den schon lange bekannten, sehr lehrreichen Fall der entgipfelten Nadelhölzer (Fichten, Tannen, Kiefern, Lärchen) anführen. Der Hauptsproß der Fichte ist radiär gebaut und wächst senkrecht nach oben, die Seitensprosse sind dorsizentral und wachsen schief aufwärts. Wird nun der Hauptsproß entfernt oder stark geknickt oder durch irgendwelche anderen Einflüsse zum Verkümmern gebracht, so stellt sich einer, zuweilen auch mehrere der Seitensprosse senkrecht nach oben, wird radiär und zum Hauptsproß. Anwesenheit wie Abwesenheit des Zellkomplexes des Hauptsprosses macht sich also beim Wachstum des Gesamtindividuum bemerkbar; seine Anwesenheit verhindert die Seitensprosse am

senkrechten Aufwärtswachsen; seine Abwesenheit veranlaßt einen der letzteren dazu und verändert entsprechend dessen Bau.

Ich muß es mir hier versagen, weitere Beispiele, die sich in größter Fülle bieten, beizubringen. Meiner Ansicht nach sind wir genötigt, aus den sogenannten Korrelationserscheinungen der Botaniker, ferner den Regulationserscheinungen nach Störung der ontogenetischen Entwicklung, ja schon aus vielen Eigentümlichkeiten der ungestörten Ontogenese, endlich aus den Regenerationserscheinungen des sich entwickelnden und des ausgebildeten Organismus — den Schluß zu ziehen, daß jede Zelle mit einer ihrer Lage und ihrer Eigenart entsprechenden Eigennote im Gesamtakkord der jeweiligen Erregungen (simultanen Erregungskomplex) des Individuums vertreten ist.

Ich habe hier immer nur von Erregungen gesprochen. Dafür, daß die in Frage stehenden Erregungen sich durch Empfindungen manifestieren, haben wir keinen Beweis. Das sicherste Zeugnis für das Vorhandensein von bewußten Empfindungen liefert uns die Beobachtung unseres eigenen Bewußtseinsinhalts, die Introspektion. Nun wissen wir aber, daß bei Regenerationserscheinungen — beim Menschen im Vergleich zu den niederen Wirbeltieren ist ihr Vorkommen ein beschränktes — und ferner bei solchen Restitutionsleistungen, bei denen ebenfalls die topogenen Erregungen eine Rolle spielen, wie z. B. beim Zusammenheilen eines gebrochenen Knochens, diese Erregungen sich nicht durch Bewußtseinsvorgänge, nicht durch wenn auch noch so schwache Empfindungen offenbaren. Ein Empfindungskorrelat mag vorhanden sein, wird es sogar wahrscheinlich, aber es überschreitet nicht die Bewußtseinschwelle, entzieht sich deshalb jeder Feststellung. Aus

diesem Grunde erscheint es mir nicht statthaft, nach dem Vorschlag des Botanikers Noll, in solchen Fällen von Morphästhesie, das heißt Empfindung der Gestaltung, der morphologischen Konfiguration zu sprechen. So verlockend die Bezeichnung ist, und so sehr es mir wahrscheinlich ist, daß sie einen Kern von Wahrheit enthält, präjudiziert sie doch zu viel.

Ich selbst (Mneme, 3. Aufl., S. 244, Problem der Vererbung, S. 99) habe die entsprechenden Erregungen als morphogene bezeichnet, bemerkte aber gleich selbst dazu, daß mir diese Bezeichnung nicht recht zusagte und möchte sie jetzt in topogene Erregungen, bzw. topogene Eigennoten der Erregungen umändern. Da, wo dieselben sich durch bewußte Empfindungen manifestieren, werde ich von topogenen Eigennoten oder auch Lokalzeichen der Empfindungen sprechen und diese Seite des Empfindungsvermögens als Topästhesie bezeichnen.

Die topogenen Erregungen der Mehrzahl unserer Sinnesorgane offenbaren sich in deutlichster Weise durch entsprechende Empfindungen, und zwar gewöhnlich dann, aber nur dann, wenn sich die Erregung des betreffenden elementaren Sinnesapparats überhaupt durch eine Empfindung kundgibt. Die topogene Eigennote der Empfindung gesellt sich dann stets zu der durch den äußeren Reiz und die spezifische Energie des Organs bedingten Empfindungsqualität. Lotze (1852, S. 331) hat bekanntlich für die topogene Eigennote unserer Sinnesempfindungen die Bezeichnung „Lokalzeichen“ vorgeschlagen. Gegen diese Bezeichnung sind Bedenken erhoben worden, denen ich mich früher (Mnemische Empfindungen, S. 67) angeschlossen habe, die mir aber doch nicht erheblich ge-

nug erscheinen, um auf diesen kurzen und im ganzen treffenden Ausdruck zu verzichten.

Im zweiten, dritten und vierten Kapitel der Mnemischen Empfindungen habe ich dargelegt, daß wir in unserem jeweiligen Bewußtseinsinhalt das gleichzeitige Vorhandensein gesonderter Empfindungen feststellen können, das ich als Nebeneinander der Empfindungen bezeichnet habe. Ich kann das dort ausführlich Erörterte nicht wiederholen, sondern muß den Leser auf jene Ausführungen verweisen, und will hier nur hervorheben, daß das Nebeneinander der Empfindungen in einem bestimmten Abhängigkeitsverhältnis steht zu ihren Lokalzeichen. Innerhalb jedes Sinnesgebiets, vor allem der räumlichen Sinne, also des Hautsinnes, des kinästhetischen Sinnes und des Gesichtssinnes ordnet sich das Nebeneinander entsprechend den Eigennoten der jeweilig gereizten Elementarsinnesorgane, und diese Eigennoten sind genau abgestimmt nach der gegenseitigen topographischen Lage der Empfänger in der Netzhaut und im übrigen Körper. Auch die Organe des Geschmackssinnes besitzen ähnliche, freilich weniger gut ausgeprägte Eigennoten. Sehr nahe benachbarte elementare Sinnesapparate, auch wenn ihre Erregungen sich durch spezifisch verschiedene Empfindungen manifestieren, wie die Druck-, Temperatur- und Schmerzpunkte der Haut, die Druck-, Temperatur- und Geschmacksapparate der Zunge, besitzen gleiche topogene Eigennoten. Ihre Erregungen geben sich dementsprechend auch nicht durch ein Nebeneinander von Empfindungen, sondern durch eine Deckung der Empfindungen in den gleichen Empfindungsfeldern kund. Ich habe diese Empfindungsdeckung als Homophonie der Empfindungen bezeichnet.

Die Eigennote jedes Elementarapparates des rechten Auges stimmt mit der Eigennote eines entsprechend gelegenen des linken überein (korrespondierende oder identische Netzhautstellen). Zwei von korrespondierenden Netzhautstellen ausgelöste Erregungen manifestieren sich nicht durch zwei in verschiedenen Empfindungsfeldern also im Nebeneinander auftretende Empfindungen, sondern im gleichen Empfindungsfeld, und zwar wenn spezifisch gleich als homophone Empfindungen, wenn spezifisch ungleich entweder gemischt (binokulare Farbenmischung) oder alternierend (Wettstreit der Empfindungen).

Auch jede von einer anderen durch die Tonhöhe unterscheidbare Tonempfindung wird in einem besonderen Empfindungsfeld empfunden, und zwar besitzt dieses Nebeneinander im Gegensatz zu demjenigen der Tast- und Gesichtsempfindungen ausgesprochen lineare Anordnung (vgl. Mnemische Empfindungen, S. 51). Bei den Tonempfindungen läßt sich die topogene Eigennote von der spezifischen Qualität der Empfindung nicht trennen; sie fallen zusammen. Während dieselbe Grün- oder Blauempfindung (als Farbenempfindung) sich bei Erregung zweier ganz verschieden gelegener Zapfenapparate kundgeben kann, das heißt während man dasselbe Grün oder Blau an ganz verschiedenen Stellen des Gesichtsfeldes empfinden kann, ist die Empfindung des Tones *c* von einem einzigen, an einer ganz bestimmten Stelle der Schnecke gelegenen elementaren Sinnesapparat (oder eine Gruppe solcher) abhängig. Wir haben beim Hören also die Gelegenheit, dieselbe engere Empfindungsqualität in Verbindung mit verschiedenen Lokalzeichen wahrzunehmen, wie wir sie bei Haut-, Gesichts- und auch Geschmacksempfindungen haben; die Lokalzeichen gehen in der engeren

Qualität auf. Ein als solches wahrnehmbares Lokalzeichen ist nur insofern erhalten, als wir die Erregung des rechten Gehörorgans in dem Falle von dem des linken unterscheiden können, daß die Intensität der Erregungen rechts und links verschieden ist. Wir nehmen die Verschiedenheit dann allerdings nicht unmittelbar als solche wahr, sondern projizieren die Empfindungsmanifestation der stärkeren Erregung des rechten im Vergleich zum linken Gehörorgan nach außen, beziehen sie auf den Reiz, der die beiden Erregungen hervorrief, entnehmen aus ihr die Schallrichtung.

Wenn ich eben sagte, daß wir die stärkere Erregung des Gehörorgans der einen Seite im Vergleich zu dem der anderen nicht als solche wahrnehmen, so ist dem noch hinzuzufügen, daß wir überhaupt beim gewöhnlichen (nicht schmerzhaften) Hören nicht die Empfindung haben, daß eine besondere Körperstelle gereizt werde. Bei allen Sinnesempfindungen können wir den phylogenetisch eingeleiteten und verschieden weit fortgeschrittenen Prozeß beobachten, daß in gewöhnlicher Bewußtseinslage und bei nicht übermäßiger Reibung der Zustand des Empfangsorgans in den Hintergrund tritt. Am wenigsten ist dies in der Regel der Fall bei den Empfindungen des Hautsinnes, bei denen die Beziehung auf die Reizung einer bestimmten Körperstelle im Bewußtsein gewöhnlich nicht völlig zurücktritt. Doch kommt auch dies gar nicht so selten vor, wenn die Aufmerksamkeit scharf nach außen gerichtet ist, z. B. wenn wir die Glätte oder Rauhigkeit eines Stoffs mit besonderer Sorgfalt prüfen.

Überhaupt spielt Bewußtseinslage (Richtung der Aufmerksamkeit) in dieser Beziehung bei allen Sinnesempfindungen eine große Rolle. Bei einer nicht übermäßigen, vor allem nicht schmerzhaften Reizung des Seh-, Hör-, Ge-

ruchs- und selbst des Geschmacksorgans tritt die Reizung des Organs gewöhnlich gar nicht ins Bewußtsein. Wir empfinden und sagen dann: es hat geblitzt, es donnert, diese Speise schmeckt verdorben, es riecht hier brandig.

Es scheint, daß beim Menschen die elementaren Sinnesorgane des Geruchssinnes einer Eigennote ganz oder jedenfalls fast ganz entbehren. Wir müssen hier aber nicht vergessen, daß das Geruchsorgan des Menschen und wie aller Primaten, wie vergleichende Anatomie und Physiologie beweisen, im Vergleich zu dem der meisten anderen Säugetiere sehr wenig entwickelt ist. Ob bei Raubtieren und Huftieren mit ihrem ungleich höher entwickelten Geruchsvermögen die Dinge in bezug auf die Eigennoten der Elementarapparate anders liegen, läßt sich nicht entscheiden.

Dagegen ist es sehr wahrscheinlich, daß die in den Fühlern angebrachten elementaren Geruchsapparate der Insekten topogene Eigennoten besitzen. Der „topochemische Geruchssinn der Ameisen, der von Forel (1900) in seiner Eigenart erkannt und genau erforscht worden ist (vgl. besonders Forels zusammenfassendes Werk von 1910), verlangt ja an sich nicht unbedingt das Vorhandensein von topogenen Eigennoten der Geruchskomponenten, da dieser Sinn eine assoziative Verbindung von Tast- und Geruchssinn darstellt, und die Möglichkeit vorliegt, daß die topogenen Eigennoten nur von den elementaren Tastorganen geliefert würden, denen sich die vielleicht nicht lokalisierten Geruchseindrücke assoziativ verbinden. Immerhin würde die Annahme, daß bei diesen Tieren die Geruchseindrücke als solche der Lokalzeichen entbehrten, große Schwierigkeiten mit sich bringen, und die neuesten Versuche von Brun (1916) sprechen direkt dagegen. Schaltet man durch geeignete Versuchsanordnung das Eintreten von Tast-

eindrücken ganz aus (Bruns Versuch 9, a. a. O. S. 279), so weisen die Ergebnisse darauf hin, daß mittelst der Geruchsorgane allein Formen unterschieden werden können, z. B. Veilchenduft in länglicher Geruchsfläche von Veilchenduft in runder Geruchsfläche. Solche Formenwahrnehmung durch rein geruchliches Empfinden würde ohne das Vorhandensein von topogenen Eigennoten der elementaren Geruchsapparate unmöglich sein, und zur endgültigen Entscheidung der Frage bedarf es nur einer Sicherstellung dieser Brunschen Versuchsergebnisse durch Kontrollexperimente.

Beim Menschen entbehren, wie gesagt, die elementaren Geruchsapparate der topogenen Eigennoten. Es wurde oben schon allgemein ausgeführt, daß Empfindungen, auch wenn sie spezifisch gleich sind, aber ungleiche Lokalzeichen besitzen, in verschiedenen Empfindungsfeldern also nebeneinander empfunden werden, Empfindungen gleichen Lokalzeichens dagegen im gleichen Empfindungsfeld. In letzterem Falle tritt Empfindungsdeckung (Homophonie) ein, falls die Empfindungen spezifisch gleich sind. Sind sie aber spezifisch verschieden, so erfolgt in einer Reihe von Fällen Empfindungsmischung, in einer anderen Wettstreit. So verhält es sich bei den Empfindungen korrespondierender Netzhautstellen, so bei den Geschmacksempfindungen der Zunge.

Die Geruchsempfindungen, die beim Menschen der Lokalzeichen überhaupt entbehren, werden, so verschieden ihre spezifische Qualität auch sein mag, niemals nebeneinander, sondern stets im gleichen Empfindungsfeld empfunden. Dabei kommt es dann entweder zu einer Mischung der Qualitäten oder zu einer mehr oder weniger vollkommenen Verdrängung der einen durch die andere. Es kommt

auch vor, daß zwei Gerüche bei richtig abgestufter Stärke einander so vollständig ausgleichen, daß eine Geruchsempfindung überhaupt ausbleibt, so z. B. Kautschukgeruch und Paraffin-Toluolbalsamgeruch. Bei sehr intensiver Reizung tritt in solchen Fällen dagegen Wettstreit der Geruchsempfindungen auf.

Auch manche Mischempfindungen erhalten sich nicht immer längere Zeit hindurch konstant, sondern wechseln zeitweilig mit einem abwechselnden Hervortreten bald der einen, bald der anderen Geruchskomponente, also mit Wettstreit ab.

Geruchsempfindungen werden, wie wir sagten, in ihrem Empfindungsfeld nicht nebeneinander empfunden, das heißt, das Empfindungsfeld des Geruchs besitzt im Gegensatz zum Gesichtsfeld, Tonfeld, Hautsinnesfeld keine Ausdehnung. Von ersteren Empfindungsfeldern ist es völlig getrennt, geht aber beim sogenannten gustatorischen Riechen in den Empfindungsfeldern des anderen chemischen Sinnes, des Geschmacks auf und kann unter Umständen (Schnüffeln) mit den Hautsinnesfeldern der inneren Nase verschmelzen.

Im Gegensatz zu den Geruchsempfindungen des Menschen besitzen alle anderen Sinnesempfindungen mehr oder weniger ausgeprägte Lokalzeichen — die Geschmacksempfindungen die am wenigsten ausgeprägten —, und werden dementsprechend bei Verschiedenheit der Lokalzeichen ihren Sinnesfeldern, dem Gesichtsfeld, Hautsinnesfeld, Tonfeld nebeneinander empfunden. Die Lokalzeichen sind die Empfindungsmanifestationen der topogenen Eigennoten der Erregungen, und diese Eigennoten werden bestimmt durch die Lagebeziehungen der elementaren Sinnesapparate, und zwar durch die Lage ihrer „Empfänger“. Die Lage-

beziehungen und die Zahl der gereizten Empfänger manifestiert sich auf der Empfindungsseite durch die Anordnung und Ausdehnung des Nebeneinanders der betreffenden Einzelempfindungen. Nicht die Einzelempfindung, wohl aber der Komplex nebeneinander empfundener Einzelempfindungen besitzt Ausdehnung oder Extensität. Auf dieser Grundlage bauen sich unsere Raumbegriffe auf, die Linie, die Fläche, der dreidimensionale Körper. Zwar fließen die Empfindungsfelder unseres Gesichtssinnes mit denen unseres Hautsinnes und unseres kinästhetischen Sinnes nirgends zusammen, was wir ohne weiteres erfahren, wenn wir einen Gegenstand gleichzeitig betrachten und betasten, aber wir sind imstande, die an sich getrennten Gesicht-, Tast- und Bewegungsempfindungen aufeinander zu beziehen, die Erfahrungen auf diesen drei Gebieten miteinander in Einklang zu bringen und aus ihnen gemeinsame Raumbegriffe zu bilden, sie in einem Gemeinraum zu vereinigen.

Eigenartig in bezug auf das Nebeneinander und die darauf sich aufbauenden Raumbegriffe liegen die Dinge bei den Tonempfindungen. Ich sagte darüber im dritten Kapitel der Mnemischen Empfindungen: „Das Nebeneinander der Tonempfindungen ist zwar ein wirkliches Nebeneinander so gut wie das der Gesichtsempfindungen, es ist aber, da es keine Beziehungen zum Gemeinraum zu gewinnen vermag, isoliert, es befindet sich sozusagen in einem abgesperrten Bezirk. . . . Die Empfindungsfelder berühren sich nicht mit denen des Tast- und Gesichtssinnes. Sie sind in einer einzigen unverzweigten Reihe, also linear angeordnet. . . . Mach hat gesagt, die Tonreihe befinde sich in dem Analogon eines Raumes, der analog etwa einer Geraden verläuft. Mach hat ganz recht, das Wort „Gerade“

durch den Zusatz ‚etwa‘ einzuschränken. In Wirklichkeit empfindet man nur die Einreihigkeit oder lineare Anordnung der Tonreihe, hat aber dabei keine bestimmte Empfindung von ihrer sonstigen diesbezüglichen Beschaffenheit. . . . Ebenso gut wie eine Gerade könnten wir sie uns als eine Spirale etwa von der Art vorstellen, wie die Endorgane des Hörnerven, die Haarzellen (Hörzellen) einen spiralförmigen Streifen von annähernd 1 mm Breite bilden.“

Die Tonempfindungen teilen also mit den sogenannten räumlichen Empfindungen die Eigenschaft, daß sie nebeneinander empfunden werden können. Wir dürfen deshalb von ihnen auch nicht sagen, daß sie der Lokalzeichen entbehren, wie wir es für die niemals nebeneinander empfundenen Geruchsempfindungen des Menschen für wahrscheinlich erklärt haben. Sie besitzen, wie wir sahen (ganz abgesehen von der Empfindung der Schallrichtung) räumliche Eigenschaften, werden in linearer Anordnung empfunden, ihre Komplexe besitzen räumliche Extensivität, die abhängig ist von dem gegenseitigen Abstand der Töne in der Tonreihe und der Zahl der in einem Akkord nebeneinander klingenden Einzeltöne. Dies sind Eigenschaften, die sich bei den Gesichts- und Hautsinnesempfindungen auf die Funktion der Lokalzeichen zurückführen lassen. Bei letzteren Sinnen ist nun aber nicht Lokalzeichen mit engerer Empfindungsqualität unlöslich verbunden, dasselbe Grün kann z. B. in allen Teilen des Gesichtsfeldes, derselbe Druck an den verschiedensten Teilen der Haut empfunden werden. Bei den elementaren Sinnesorganen des Gehörsinns ist dagegen eine engere Bindung zwischen Lage des Empfängers und damit seiner topogenen Eigennote und Erregungsqualität eingetreten, die sich durch die feste Bindung zwischen Lokalzeichen und engere Qualität der

Gehörsempfindung manifestiert. Die Qualität der Tonempfindung und ihre räumlichen Eigenschaften (Lagebeziehung im Nebeneinander der Tonempfindungen) sind unlöslich miteinander verbunden und werden zusammen als Tonhöhe bezeichnet.

Dieser, soviel ich weiß, bisher noch niemals hervorgehobenen Tatsache wird nun in vollkommener Weise die Resonanztheorie des Hörens gerecht, die in ihrer weitesten Fassung im Grunde nichts anderes besagt, als daß die Endorgane des Schneckenerven so beschaffen sind, daß nur je ein elementarer Sinnesapparat (oder eine Gruppe eng zusammenliegender) zur Aufnahme eines Tonreizes von bestimmter Schwingungszahl und zu seiner Umwandlung in die entsprechende Erregung befähigt ist. Durch die Qualität dieser Erregung ist die Qualität der sie manifestierenden Empfindung bestimmt. Da aber der Empfänger des elementaren Sinnesapparates, der diese und nur diese Erregungs- und damit Empfindungsqualität vermittelt, eine ganz bestimmte Lage im spiralig aufgerollten Streifen der Hörzellen besitzt, ist damit auch gleichzeitig die topogene Eigennote des Apparats gegeben, deren Empfindungsmanifestation in den Lagebeziehungen dieses Tons im Nebeneinander der Töne zutage tritt.

Freilich besitzt die Extensität der Tonempfindungen im Vergleich zu der der Gesichts- und Tastempfindungen verschiedene Eigentümlichkeiten, die teils auf der Besonderheit in der Anordnung der Tonempfindungsfelder, besonders aber darauf beruhen, daß bei der Reizung durch Licht, Temperatur, Druck regelmäßig eine größere Anzahl von kontinuierlich aneinander grenzenden elementaren Sinnesapparaten erregt werden, bei der Reizung durch unsere Stimme und unsere musikalischen Instrumente aber nur

einige wenige und in der Regel diskontinuierlich gelagerte Apparate. Unsere musikalische Skala besitzt als engste Aufeinanderfolge von Tönen die Halbtöne. Nun vermag das menschliche Ohr zwischen zwei aufeinanderfolgenden Halbtönen noch eine sehr große Anzahl von Zwischentönen zu unterscheiden, ein geübtes Ohr z. B. zwischen den beiden aufeinander folgenden Halbtönen des eingestrichenen b und des zweigestrichenen c deren 90. Eine Tonfolge auf dem Klavier, die sich von Nachbartaste zu Nachbartaste bewegt, die sogenannte chromatische Tonleiter, überspringt also bei der Reizung unseres Gehörorgans von Schritt zu Schritt außerordentlich viele in der Reihe liegende elementarer Sinnesapparate, wir empfinden die Töne zwar in linearer Anordnung, aber nicht als irgendwie kontinuierliche, sondern als durchaus kontinuierliche, sozusagen punktierte Linie, oder, wie die Sprache es treffend ausdrückt, als Skala oder Leiter.

Weiter auf diese Fragen einzugehen, liegt nicht im Plan der vorliegenden Arbeit, und wir wenden uns jetzt von der spezifischen Beschaffenheit der Empfindungen, bei der wir allgemeine und engere Qualität sowie Lokalzeichen unterschieden haben, zu einer weiteren Eigenschaft der Empfindungen, ihrer Intensität.

2. Kapitel.

Das energetische Korrelat der Intensität der Empfindungen.

Die Aufgabe, die wir uns gestellt haben, ist die Ermittlung der gesetzmäßigen Beziehungen zwischen den Erregungsvorgängen in der reizbaren Substanz und den Empfindungsvorgängen, durch die sich diese Erregungen unserem Bewußtsein offenbaren. Soweit es sich dabei um Originalerregungen handelt, die direkt oder (Assimilationsvorgänge der Sehsubstanz) indirekt auf die Einwirkung äußerer Reize zurückzuführen sind, können wir bei der Intensitätsuntersuchung von der durch die alltägliche Erfahrung festgestellten und durch sorgfältige Versuche bestätigten Tatsache ausgehen, daß unter sonst gleichen Bedingungen mit der Zunahme der Reizintensität auch die Erregungsintensität wächst, und daß eine stärkere Erregungsintensität sich durch eine intensivere Empfindung beziehentlich durch stärkere anderweitige Reaktionen manifestiert.

Fraglich aber ist es, ob mit dem Wachstum der Reizintensität das Wachstum der Erregungsintensität gleichen Schritt hält, ob es ein proportionales Wachstum ist, und ferner ob eine Proportionalität des Wachstums der Intensitäten in bezug auf die Erregung einerseits, ihre Empfindungsmanifestation andererseits festgestellt werden kann. Man könnte sich sehr wohl denken, daß ein stärkerer Reiz zwar eine stärkere Erregung auslöst, daß aber die Erregungsintensität dabei doch nur verhältnismäßig schwächer zu-

nimmt als die auslösende Reizintensität, und ebenso daß bei Zunahme der Erregungsintensität ihre Empfindungsmanifestation zwar zunehme, aber nicht in gleichem Schritte, nicht proportional, sondern in einem anderen, etwa nur in einem logarithmischen Verhältnis.

Wenn uns zur Feststellung der Erregungsintensität nur ihre Empfindungsmanifestation zur Verfügung ist, so bleibt zur Entscheidung dieser Fragen nur der Vergleich des Wachstums der Reizstärken mit demjenigen der entsprechenden Empfindungsstärken übrig. Dies ist der Weg, den G. Th. Fechner gegangen und auf dem ihm die meisten Nachuntersucher gefolgt sind. Ehe wir uns aber zu den Ergebnissen dieser Forschungsmethode wenden, wollen wir der bisher viel weniger häufig behandelten Frage unsere Aufmerksamkeit zuwenden, wie sich das Wachstum der Reizintensität zu dem der Erregungsintensität verhält, sofern sich letztere durch objektiv wahrnehmbare Reaktionen manifestiert. Als solche Reaktionen kommen besonders in Frage die negative Schwankung des „Ruhestroms“ des Nerven, die Reaktionen am natürlichen Endorgan des Nerven, besonders die Muskelkontraktion, ferner vornehmlich auf botanischem Gebiet gewisse chemische und Wachstumsreaktionen.

Am unsichersten sind die Ergebnisse der Messung der Erregungsintensität durch die Größe der negativen Schwankung, die der Strom des „ruhenden“ Nerven bei einer Erregung dieses Nerven durch den die Erregung begleitenden Aktionsstrom erleidet. „Ruheströme“ der reizbaren Substanzen (Muskeln, Nerven usw.) existieren im völlig unversehrten Organismus nicht, sondern sind künstliche, durch die Präparation bedingte Erscheinungen. Sie entstehen erst dann, wenn man die betreffenden Organe, z. B. die Nerven,

verletzt, am besten durchschneidet und die Schnittfläche mit der unversehrten Oberfläche des Nerven durch einen Leiter verbindet. Der dann auftretende Ruhestrom erklärt sich, wie L. Hermann gezeigt hat, dadurch, daß die absterbende zur intakt gebliebenen Substanz sich elektro-negativ verhält. Dieser Ruhestrom wird durch den die Erregung des Nerven begleitenden Aktionsstrom abgeschwächt, und die Größe dieser negativen Schwankung läßt sich zahlenmäßig messen. Es ist an sich schon ein Nachteil dieser Methode, daß sie sich nur am verletzten Organ unter den Bedingungen des Absterbens anwenden läßt, nicht aber am unverletzten unter den natürlichen Bedingungen. „Unter allen Umständen,“ sagt B edermann (1895, S. 660), „muß aber die negative Schwankung als ein weit minder empfindliches Reagenz der Erregung gelten als die Reaktion des natürlichen Endorgans.“ Dazu kommen außerordentlich große technische Schwierigkeiten, die in den bisherigen Versuchen (Dewar und M'Kendrik, F. C. Müller, A. Waller, Steinach) noch keineswegs überwunden sind, und vor allem häufige Widersprüche innerhalb einer und derselben Versuchsreihe, z. B. wenn aus Steinachs Versuchen sich bei schwächeren Reizen eine annähernd logarithmische Abhängigkeit der Erregungsintensität von der Reizintensität, bei starken, aber mehr eine Proportionalität zu ergeben schien. Aus diesen Gründen ist man wohl allgemein der Ansicht, daß sich aus den bisherigen Versuchen über negative Schwankung bündige Schlüsse über die Abhängigkeit der Erregungsintensität von der Reizintensität nicht ziehen lassen.

Das viel geeignetere Reagenz der Erregung, die Reaktion des natürlichen Endorgans, wurde in den Versuchen von A. Fick (1869) verwertet, die ergaben, daß die Hubhöhe

des Froschschenkels bei isotonischer Zuckung innerhalb ziemlich weiter Grenzen in gleichem Verhältnis zur Intensität des Reizes zunimmt.

Noch viel beweisender für die Proportionalität von Reizintensität und Erregungsintensität scheinen mir aber die zahlreichen botanischen Feststellungen über die sogenannte Präsentationszeit zu sein. Darunter versteht man das Minimum von Zeit, während der eine Reizung stattfinden muß, um eine bestimmte Reaktion, z. B. eine geotropische oder heliotropische Krümmung zu bewirken oder eine chemische Reaktion (Anthokyanbildung) zu induzieren. Alle einschlägigen Untersuchungen haben ergeben, daß zur Erzielung einer grade noch merklichen Reaktion in jedem Falle das Produkt aus Lichtintensität und Präsentationszeit konstant ist, daß also genau in demselben Maße, in dem man die Reizintensität steigert, die Expositionszeit verkürzt werden kann und umgekehrt.

So erreicht man nach Fröschel (1908, 1909) dieselbe heliotropische Wirkung (heliotropische Krümmung in den epikotylen Stengelgliedern der Kresse), die man bei einer Reizdauer von 8 Minuten erhält, in 2 Minuten, wenn man einen 4mal so starken, und in $\frac{1}{2}$ Minute, wenn man einen 16mal so intensiven Lichtreiz anwendet. Blaauw (1909) vermochte bei ähnlichen Untersuchungen die Reizdauer sogar bis auf ganz kleine Bruchteile von Sekunden herabzusetzen, wenn er die Reizintensität entsprechend steigerte, und Fröschel (1909b) konnte dies durch weitere Versuche bestätigen. Ebenso fand Linsbauer (1908), daß die Präsentationszeit, die notwendig ist, um die Bildung des Anthokyans bei Keimlingen des Buchweizens zu induzieren, in demselben Verhältnis sich verkleinert, wie die Intensität des Lichtreizes zunimmt. Aus Bachs (1907) und noch

klarer aus Pekelharings (1910) Untersuchungen ergibt sich dasselbe Resultat für das Verhältnis der Präsentationszeit zur Intensität der, geotropischen Reiz ausübenden Zentrifugalkraft, und aus den Versuchen Fittings und Maillefers (1909) mit der Methode intermittierender Reizung für den geotropischen Reiz selbst. Letzterer Autor definiert danach „l'induction géotropique comme le produit de la force qui agit sur la plante par le temps lequel elle agit“.

Zu prinzipiell denselben Ergebnissen führen Versuche von Nathanson und Pringsheim (1908), bei denen es sich ebenfalls um intermittierende Reizung, und zwar Lichtreizung handelt. Wenn man eine Keir. pflanze von der einen Seite durch konstantes Licht bestrahlt, von der grade entgegengesetzten aber durch ebenso starkes, jedoch im Verhältnis von 1:1 intermittierendes Licht reizt, so krümmt sie sich der konstanten Lichtquelle zu. Verdoppelt man aber die Intensität des intermittierenden Lichts, so erfolgt überhaupt keine Krümmung. Die doppelte Intensität des intermittierenden Lichts löst also in der halben Zeit genau dasselbe Quantum von Erregungsenergie aus wie die halbe in der doppelten Zeit. Der Einklang dieses Befundes mit dem Talbotschen Gesetz der physiologischen Optik, auf das ich unten noch zurückkomme, ist unverkennbar.

Um sich über die Bedeutung dieser Tatsachen für die uns beschäftigende Frage ganz klar zu werden, muß man die sich hier abspielenden Vorgänge etwas genauer analysieren. Die Versuche über Präsentationszeit lehren uns, daß es zur Ausführung der betreffenden Reaktionen eines bestimmten Mindestmaßes von Erregungsenergie bedarf, und zur Hervorrufung letzteres eines bestimmten Mindestmaßes von Reizenergie, in den vorliegenden Fällen eines

Minimums von Beleuchtungsmenge. Die Beleuchtungsmenge nun ist das Produkt der Lichtintensität Ri mal der beleuchteten Fläche F mal der Zeitdauer der Beleuchtung T , also $Ri \cdot F \cdot T$. Da bei den betreffenden Vergleichen immer gleiche Flächen beleuchtet werden, kann $F = 1$ gesetzt werden; die Beleuchtungsmenge ist dann also gleich $Ri \cdot T$.

Diese Beleuchtungsmenge löst eine bestimmte Menge von Erregungsenergie aus, die sich darstellt als das Produkt aus Erregungsintensität Ei mal der Menge der erregten Substanz M , mal der Zeit, während welcher die Reizung stattfindet, T , also $Ei \cdot M \cdot T$. Da bei den betreffenden Vergleichen immer gleiche Mengen von reizbarer Substanz erregt werden, kann $M = 1$ gesetzt werden; die Menge von Erregungsenergie wird dann also ausgedrückt durch $Ei \cdot T$.

Nun löst die Beleuchtungsmenge $Ri \cdot T$ das Erregungsquantum $Ei \cdot T$ aus, das gerade ausreicht, die Reaktion hervorzubringen, und nach den Versuchsergebnissen löst dieselbe Beleuchtungsmenge aber in einer anderen zeitlichen Verteilung ($\frac{1}{n}$ der Beleuchtungsintensität in der n -fachen Zeit) also $\frac{Ri}{n} \cdot T \cdot n$ ein Erregungsquantum aus, das innerhalb dieser n -fachen Zeit ebenfalls diese Reaktion grade hervorzubringen vermag. Lassen wir es zunächst unentschieden, wie groß die Erregungsintensität in diesem Falle zu setzen ist, und bezeichnen wir den Faktor ihrer Zu- bzw. Abnahme mit x . Das Erregungsquantum ist dann also $\frac{Ei}{x} \cdot T \cdot n$.

$$\text{Nun ist } Ri \cdot T = \frac{Ri}{x} \cdot T \cdot n.$$

$Ri \cdot T$ löst $Ei \cdot T$ aus.

$\frac{Ri}{x} \cdot T \cdot n$ löst $\frac{Ei}{x} \cdot T \cdot n$ aus.

Erregungsquantum $Ei \cdot T$ genügt grade, um genau dieselbe Reaktion hervorzubringen, zu deren Hervorbringung $\frac{Ei}{x} \cdot T \cdot n$ grade genügt, woraus wir schließen dürfen, daß

$Ei \cdot T = \frac{Ei}{x} \cdot T \cdot n$ ist. Dann aber ist $x = n$. Das heißt,

wenn die Reizintensität sich um ein n faches verändert, verändert sich auch Erregungsintensität um ein n faches: die Erregungsintensität verändert sich proportional mit der Reizintensität.

Diese Schlußfolgerung ist völlig beweisend, wenn man die Richtigkeit der Annahme zugibt, daß das Quantum von Erregungsenergie, das grade ausreicht, eine bestimmte Reaktion zu bewirken, dasselbe ist, wenn die Auslösung langsamer, als wenn sie rascher erfolgt. Ich glaube aber nicht, daß man gegen die Richtigkeit dieser Annahme begründete Bedenken erheben kann.

Wenn wir uns nun von den objektiv wahrnehmbaren Reaktionen, durch die sich Erregungen der reizbaren Substanz manifestieren können, zu den Empfindungsmanifestationen wenden, so wollen wir, ehe wir dem von Fechner eingeschlagenen Weg der direkten Intensitätsvergleichen folgen, noch kurz zu Versuchen wenden, die sich zwar ebenfalls mit den nur subjektiv wahrnehmbaren Empfindungen als Kennzeichen der Erregung beschäftigen, mit den eben besprochenen Versuchen aber insofern zusammengehören, als auch aus ihnen hervorgeht, daß zur Erzielung einer minimalen, eben merklichen Empfindung (Gesichtsempfindung) das Produkt aus Reizdauer und Reizintensität innerhalb verhältnismäßig

weiter Grenzen konstant ist, daß also, wenn die Reizdauer um ein n faches vermindert wird, die Reizintensität um ein n faches vermehrt werden muß, um diese minimale Empfindung hervorzurufen.

Ausgehend von gewissen Vorarbeiten von Bréguet und Richet stellte zuerst Bloch (1885) auf Grund neuer Versuche fest, daß, um an die Grenze des Ebenmerklichwerdens einer sehr schwachen Lichtempfindung zu gelangen, es keinen Unterschied macht, ob man die doppelte Intensität anwendet und nur die halbe Zeit belichtet, oder umgekehrt die doppelte Zeit belichtet und nur die halbe Intensität wirken läßt. Man kann dies so ausdrücken, daß die Lichtintensitäten in umgekehrter Proportion zu den Reizzeiten stehen. Dieser Satz wurde bald darauf von Charpentier (1890) innerhalb der Zeitgrenzen von 0,002 und 0,125 Sekunden bestätigt, und gegenüber abweichenden Versuchsergebnissen von Grijns und Noyons durch weitere Versuche von v. Kries (1906) und Weiß und Laqueur (1908) sichergestellt. Einen vortrefflichen Bericht über alle diese Forschungen findet man in der oben angeführten Arbeit von Fröschel (1909), der zuerst die Frage von allgemeineren Gesichtspunkten aus behandelt und angesichts der oben kurz wiedergegebenen botanischen und optischen Versuchsergebnisse den Satz vertreten hat, „daß innerhalb gewisser Grenzen die Erregung proportional der eingestrahnten Energie wächst.“

Fröschel führt auch das Talbotsche Gesetz als Stütze dieses Satzes an, worin ich ihm durchaus recht gebe. Hier ist aber eine besondere Komplikation dadurch gegeben, daß bei der intermittierenden Belichtung des Auges die Verdunkelungszeiten durchaus nicht schlechthin „Reizpausen“ entsprechen, wie Fröschel sie nennt, sondern Zeiten einer unter Umständen sehr intensiven inneren

Reizung, einer assimilatorischen Erregung, deren Manifestation, worauf wir unten (S. 63) noch zurückkommen, eine entsprechend intensive Schwarzempfindung ist. Die Schwierigkeit, die sich aus dieser Besonderheit unseres Sehorgans für den hier zu führenden Beweis ergibt, ist zwar nicht unüberwindlich, würde aber die Beweisführung sehr in die Länge ziehen, und wir tun deshalb besser, die botanischen und optischen Versuchsergebnisse über Präsentationszeiten und, was intermittierende Reizung anbetrifft, die oben (S. 37) erwähnten Versuche von Nathanson und Pringsheim an Pflanzen in den Vordergrund zu stellen, bei denen diese Komplikation wegfällt. Sie weisen übereinstimmend darauf hin, daß die Erregungsintensität, ob sie sich nun durch objektiv wahrnehmbare Reaktionen oder durch Empfindungen manifestiert, innerhalb weiter Grenzen proportional mit der Reizintensität zu- und abnimmt.

Wir wenden uns jetzt der zweiten, viel häufiger angewandten Untersuchungsmethode zu, die darin besteht, die durch zwei verschiedene Reizintensitäten ausgelösten Empfindungsintensitäten unmittelbar im Bewußtsein zu vergleichen. Unter Empfindungsintensität verstehen wir die Heftigkeit einer Schmerz-, die Stärke einer Druck-, Bewegungs-, Geruchs- oder Geschmacksempfindung, die Abstufungen des Warm oder des Kalt bei den Temperaturempfindungen, die Lautheit einer Tonempfindung und, obwohl dies nur in eingeschränktem Maße zutreffend ist (siehe unten S. 63/64), die Helligkeit einer Gesichtsempfindung.

Die alltägliche Erfahrung lehrt uns nun, daß diese Empfindungsintensität in einem bestimmten Abhängigkeitsverhältnis steht zur Intensität des Reizes, welcher im elementaren Sinnesapparat den Erregungsprozeß hervorruft,

dessen Manifestation die betreffende Empfindung ist. Je stärker der Reiz, um so intensiver unter sonst gleichen Umständen die Empfindung, die wir haben.

Unterwerfen wir diese alltägliche Beobachtung einer systematischen wissenschaftlichen Untersuchung, so finden wir sie durchaus bestätigt. Freilich hat sich dabei ergeben, daß der im vorigen Satz gemachte Zusatz „unter sonst gleichen Umständen“ in vielen Fällen, ganz besonders beim Gesichtssinn, von außerordentlicher Bedeutung ist, und sich nicht etwa nur auf die Erregbarkeit der in Frage kommenden Sinnesorgane, sondern die ganze Konstellation betrifft, unter der die Reizung stattfindet. So ist es, wie Hering gezeigt hat, durchaus unrichtig, anzunehmen, daß die Helligkeit aller eben sichtbarer Außendinge, gleiche Erregbarkeit des Auges vorausgesetzt, mit der Stärke der Beleuchtung stets zunehme. Es können z. B. zwei mit elementaren Sinnesorganen von gleicher Empfänglichkeit und gleicher Wertigkeit gesehene Stellen des Außenraumes trotz Gleichheit des Außenreizes, also gleicher Lichtstärke, sehr verschieden hell und trotz verschiedener Lichtstärke gleich hell gesehen werden.

Es ist für uns nicht nötig, hier näher auf diese interessanten und praktisch wichtigen Verwicklungen einzugehen, die von Hering in bewundernswerter Weise aufgeklärt worden sind (vgl. besonders die Darstellung in seiner letzten Zusammenfassung 1907, 1901, VII. Abschnitt §§ 37 bis 49). Wir dürfen eben nie vergessen, daß bei allen anatomischen wie psychologischen Analysen Kunstprodukte geschaffen werden, und daß dies gilt, ob wir nun aus einem Bewußtseinsinhalt Einzelempfindungen aussondern, oder aus dem Körper einzelne Muskeln, Nerven oder Sinnesapparate herauspräparieren oder ihre Funktionen gesondert,

unabhängig vom Ganzen untersuchen. Jeder Bewußtseinsinhalt bildet ein zusammenhängendes, eine Einheit bildendes Ganzes, ist also in seiner Art streng genommen ebenso ein „Individuum“ wie jeder tierische oder pflanzliche Körper. Was den Körper anlangt, so dürfen wir wohl elementare Sinnesorgane des Gesichtssinns, Gehörsinns usw. unterscheiden, sie aber doch nie als völlig selbständige, sondern nur als sehr bedingte Einheiten auffassen. Auch das Gesamtorgan, z. B. das rechte oder linke Sehorgan bildet eine zwar höhere, aber auch immer noch bedingte Einheit, beide Sehorgane zusammen eine noch höhere, immer noch bedingte, eine unbedingte Einheit bildet aber nur der ganze Körper. Im Sehorgan ist die physiologische Abhängigkeit der einzelnen Elementarorgane voneinander besonders stark ausgesprochen, und diese Wechselwirkung manifestiert sich in genau entsprechendem Maße durch die in einzelnen Elementarorganen ausgelösten Empfindungen, besonders augenfällig z. B. durch die Erscheinungen des Kontrasts, sie ist aber überhaupt bei allen optischen Phänomenen ein Faktor, der neben der Qualität und Intensität des äußeren Reizes bei dem Gesamtergebnis der Reizung stark ins Gewicht fällt. Nicht ganz so beträchtlich scheint diese Wechselwirkung der Elementarorgane bei den übrigen Sinnesorganen zu sein, ist auch dort lange nicht so eingehend untersucht; ganz bedeutungslos ist sie aber wohl bei keinem Sinnesorgan.

Ist somit die Intensität des äußeren Reizes keineswegs der schlechthin allein bestimmende Faktor für die Intensität der durch ihn ausgelösten Empfindung, so ist sie doch dann der allein bestimmende, wenn es gelingt, bei den Reizversuchen unter sonst gleichen Bedingungen zu arbeiten, das heißt die übrigen mitbestimmenden Faktoren gleich

oder doch annähernd gleich zu erhalten. Unter solchen Umständen findet dann der Satz, daß die Intensität der Empfindung mit zunehmender Reizintensität zunimmt, mit abnehmender sinkt, seine volle Bestätigung.

Die nächste Frage, die wir zu lösen haben, ist nun naturgemäß die: in welchem Maße wächst mit zunehmender Reizintensität unter sonst gleichen Bedingungen die Intensität der Empfindung? Auch hierauf gibt die alltägliche Erfahrung eine Auskunft, die durch die genauere wissenschaftliche Untersuchung durchaus bestätigt wird, deren Deutung aber, wie wir sehen werden, zu Meinungsverschiedenheiten geführt hat. Wird in einem dunklen Raum eine elektrische Lampe von 5 Kerzen Stärke zum Glühen gebracht, so tritt eine sehr starke Erhellung ein, wird eine zweite solche Lampe eingeschaltet, so nimmt die Erhellung zu, aber in viel schwächerem Maße; brennen 4 solche Lampen, so macht die Einschaltung einer fünften einen noch viel geringeren Helligkeitsunterschied, und er wird völlig unmerklich, wenn man in einem Kronleuchter, in dem 20 solcher Lampen brennen eine einundzwanzigste hinzufügt. Wiegt ein Rucksack 200 g, und fügt man dazu ein weiteres Gewicht von 20 g, so bemerkt man beim Heben, daß er schwerer geworden ist. Wiegt er mit Füllung 4000 g, so gibt eine Hinzufügung von wiederum 20 g weder dem Muskelgefühl beim Heben, noch dem Druckgefühl, wenn wir ihn auf den Schultern tragen, die geringste Auskunft darüber, daß sein Gewicht zugenommen hat.

Diese und verwandte Tatsachen sind natürlich schon seit langer Zeit beachtet worden, aber was ihre gesetzmäßige Zusammenfassung anlangt, war Ernst Heinrich Weber (1831, 1846), wie Fechner sagt, der erste, der diese Gesetzmäßigkeit „in einer gewissen Allgemeinheit ausgesprochen,

bewertet und aus einem Gesichtspunkt von allgemeinem Interesse dargestellt hat“. Seine Untersuchungen führten ihn zu dem Ergebnis, daß der Zuwachs eines Reizes, der einen ebenmerklichen Zuwachs der Empfindung bewirken soll, immer in demselben Verhältnis zum bereits vorhandenen Reiz stehen muß. Beträgt beispielsweise der Reizzuwachs, der eben bemerkt werden kann, bei einem Gewicht von 100 g etwa 2,5 g, so würde er nach Weber bei einem Gewicht von 1000 g etwa 25 g betragen.

Diese von Weber nicht nur für die Intensitäten der Empfindungen, sondern auch für ihre räumliche und zeitliche Extensität aufgestellte Gesetzmäßigkeit hat nun von Fechner (1859, 1860) eine Formulierung erfahren, die weit über das hinausgeht, was Weber je behauptet, ja wohl auch nur gemeint hat. Die Bezeichnung „Webersches Gesetz“, die Fechner in bester Absicht seiner Fassung beilegte, besteht also, wie jetzt ziemlich allgemein anerkannt wird, sehr zu unrecht, und ist nach dem Vorschlage Herings (1875) am besten durch die Bezeichnung Fechnersches Gesetz zu ersetzen.

Indem Fechner von der Weberschen Feststellung ausging, daß der Reizzuwachs, der eine ebenmerkliche Steigerung der Empfindung hervorbringen soll, um so größer sein muß, je größer die bereits vorhandene Reizintensität ist, und das Tatsachenmaterial auf den verschiedensten Sinnesgebieten, zum Teil unter Schaffung neuer Methoden auf das gründlichste durcharbeitete, kam er zur Aufstellung des Satzes, daß gleiche relative Reizzuwüchse gleichen Empfindungszuwüchsen entsprechen. Diesem seinem „Weberschen Gesetz“ gab er in seiner Maßformel folgenden mathematischen Ausdruck: $E = C \log \text{nat } R$, wobei E die Empfindung, R den zugehörigen Reiz, C eine Konstante be-

deutet. In Worten drückte er die Formel folgendermaßen aus; „Die Größe der Empfindung steht im Verhältnis nicht zur absoluten Größe des Reizes, sondern zu dem Logarithmus der Größe des Reizes, wenn dieser auf seinen Schwellenwert, d. i. diejenige Größe als Einheit bezogen wird, bei der die Empfindung entsteht und verschwindet, oder kurz, sie ist proportional dem Logarithmus des fundamentalen Reizwertes.“ Bezogen auf das Wachsen von Reiz und Empfindung, das heißt auf das, was Fechner ihren bezugsweisen Gang nennt, läßt sich die Fechnerische Maßformel durch den Satz wiedergeben, daß die Empfindungsstärken proportional den Logarithmen der zugehörigen Reizstärken wachsen.

Um von dem, was Weber wirklich behauptet hat, zu dieser Aufstellung zu gelangen, mußte Fechner eine Voraussetzung machen, deren Richtigkeit er einfach für selbstverständlich ansah, die aber, wir wir sehen werden, einer schärferen Prüfung nicht stand hält. Sie besteht in der Annahme, daß, wenn man das Wachsen einer Empfindung durch ebenmerkliche Abstufungen teilt, diese Stufen nicht nur in bezug auf ihre Ebenmerklichkeit gleich sind, sondern auch gleich, wenn man sie als zahlenmäßige Größen auffaßt.

Um auf den Kern der hier auftretenden Schwierigkeit zu kommen, empfiehlt es sich zunächst einmal, den Bewußtseinsvorgang zu prüfen, der einer gegenseitigen Abschätzung, das heißt also einer Vergleichung zweier Empfindungen überhaupt und insbesondere in bezug auf ihre Maße (ihre Ausdehnung oder Extensität und ihre Stärke oder Intensität) zugrunde liegt.

Soll bei einer solchen Vergleichung die Hauptbedingung unter sonst gleichen Umständen möglichst erfüllt sein, so dürfen nur die zu vergleichenden Eigenschaften dieser Emp-

findungen, alle ihre übrigen Eigenschaften müssen möglichst gleich sein. So müssen beispielsweise zwei auf ihre Intensität zu vergleichende Empfindungen gleiche Qualität, gleiche Lokalzeichen, gleiche Extensität besitzen. Diese Forderung kann streng genommen nur durch sukzessive, also zu verschiedenen Zeitpunkten erfolgende Auslösung der zu vergleichenden Empfindungen erfüllt werden. Gleichzeitig ausgelöste und im Nebeneinander verglichene Originalempfindungen, etwa zwei benachbart im Gesichtsfeld befindliche graue Flecken, unterscheiden sich immer durch die Verschiedenheit ihrer Lokalzeichen, sind also, ganz abgesehen von ihrer Intensität, auch noch in einem anderen wesentlichen Punkte verschieden. Der Vergleich im Nebeneinander darf also nur unter bestimmten Vorbehalten als Ergänzung benutzt werden.

Um zwei Empfindungen zu vergleichen, die im übrigen einschließlich ihrer Lokalzeichen wirklich gleich sind, bleibt also nichts übrig als durch zwei zeitlich aufeinanderfolgende Reize auszulösen. Wenn dann der Vergleich erfolgt, während der zweite Reiz noch wirkt, ist die durch ihn bedingte Empfindung Originalempfindung, während die durch den ersten, bereits abgelaufenen Reiz bedingte Empfindung eine mnemische Empfindung (Erinnerungsbild, Vorstellung), beziehungsweise auch wenn die Aufeinanderfolge der Reize eine sehr rasche war, noch teilweise akoluthische Empfindung (Nachempfindung) ist.

Diese beiden auf dasselbe Empfindungsfeld angewiesenen Empfindungen treten nun im Bewußtsein zueinander in eine Beziehung, die unter den allgemeinen Begriff der Homophonie, den ich in der Mneme und den Mnemischen Empfindungen aufgestellt und näher definiert habe. Homophonie entsteht immer dann, wenn qualitativ ähnliche

Empfindungen bei ihrem gleichzeitigen Auftreten auf dasselbe Empfindungsfeld angewiesen sind. Es kann sich bei diesem Zusammentreten einmal bloß um originale (binokulares Sehen, diotisches Hören usw.), ein anderes Mal bloß um mnemische, ein drittes Mal um eine Beteiligung beider Empfindungsarten handeln. Erfolgt keine Unterscheidung der homophon in demselben Empfindungsfeld auftretenden Empfindungen, so spreche ich von nicht differenzierender Homophonie. Erfolgt eine Unterscheidung, so ist dieselbe stets derart, daß immer nur zwei Empfindungen oder zwei homophon zusammengefaßte Gruppen solcher einander gegenübergestellt und in einer Art von Wettstreit voneinander unterschieden, sozusagen verglichen werden. Ich habe diese homophone Vergleichung im 5. und 17. Kapitel der Mnemischen Empfindungen ausführlich behandelt und muß hier auf das dort Ausgeführte verweisen, das übrigens noch in mancher Beziehung der Erweiterung und Vertiefung bedarf.

Ich will hier den Fall einer solchen Gegenüberstellung an einem einfachen Beispiel erläutern, in dem es sich um zwei qualitativ gleiche Empfindungen handelt, die auf dasselbe Empfindungsfeld angewiesen sind, und die man gleichzeitig in demselben auftreten läßt, so daß es zu homophoner Vergleichung kommt. Schlägt man auf dem Klavier den Ton *a* an und gleich darauf denselben Ton, so besteht beim Hören des zweiten noch die Nachempfindung des ersten, also eine Homophonie zwischen der zweiten Empfindung, die eine Originalempfindung ist, und die wir als *a(ov)* bezeichnen wollen, und der Nachempfindung oder akoluten Empfindung *a(ak)*. Erfolgt das Hören des zweiten Tons erst so spät, daß die Nachempfindung bereits verschwunden ist, so wird doch unter Umständen das soeben geschaffene

Engramm der vorangegangenen Erregung bzw. Empfindung wiedererweckt (ekphoriert), und die mnemische Empfindung $a(mn)$ tritt in Erscheinung und ergibt mit der Originalempfindung eine Homophonie, die ich vorgeschlagen habe, folgendermaßen zu schreiben: $H\left(\frac{a(or)}{a(mn)}\right)$.

Liegen nun bei diesem homophonen Beisammensein der beiden Empfindungen die Dinge so, daß die Intensität*), d. h. Lautheit der einen, beispielsweise der mnemischen, diejenige der originalen merklich übertrifft, so werden die beiden Empfindungen bei der Homophonie in bezug auf ihre Intensität unterschieden, und wir empfinden bei sonstiger Gleichheit $a(mn)$ lauter als $a(or)$. Ich habe das Ergebnis der Gegenüberstellung zweier Empfindungen in demselben Empfindungsfeld, also der homophonen Differenzierung, als Empfindungsdifferential bezeichnet (vgl. besonders Mnemische Empfindungen, Kap. 17).

Als gleich werden bei der homophonen Vergleichung zwei Empfindungen dann bezeichnet, wenn keine Differenzierung möglich ist; nur die Wahrnehmung einer Ungleichheit erklärt also ein positives Empfindungselement. Wenn bei der homophonen Gegenüberstellung zweier Empfindungen kein Empfindungsdifferential auftritt, und wir demzufolge die beiden Empfindungen als gleich beurteilen, fehlt diesem Bewußtseinsvorgang das positive Element, das Gewißheit mit sich bringt, und wir entschließen uns fast stets erst nach einigem Schwanken zu der zuversichtlichen Aussage der Gleichheit.

*) Die Intensität (bei Tonempfindungen Lautheit) ist hier wie überall von der Vividität oder Lebhaftigkeit der Empfindung streng zu trennen. Die Vividität der mnemischen Empfindungen ist in der Regel sehr viel geringer als diejenige der Originalempfindungen.

Wir wollen nun bei unserer weiteren Prüfung des Empfindungsvergleichs nur die Vergleichung in bezug auf ihre mehr oder weniger meßbaren Eigenschaften, also erstens ihre Extensität und zweitens ihre Intensität ins Auge fassen. Nur die Extensitäten der Empfindungen sind im strengeren Sinne durch den Empfindungsvergleich meßbar, da nur bei ihnen eine zahlenmäßige Teilung der einen Extensität durch die andere möglich ist. Wir sind nämlich imstande, bei der homophonen Deckung der beiden Empfindungen die Extensität der kleineren auf der der größeren sozusagen abzutragen, die größere also durch die kleinere zu teilen, und das Ergebnis der Subtraktion, die Differenz als solche wahrzunehmen. Man denke an die Vergleichung zweier verschieden großer Linien oder Flächen, an den auf eine größere und eine kleinere Hautstelle ausgeübten Druck, an den Vergleich der Zeitabläufe zweier Gehörempfindungen.

Allein auf Grund der Fähigkeit des Bewußtseins, die räumliche oder zeitliche Ausdehnung einer Empfindung durch diejenige einer anderen zu teilen und die Vielheit eines Empfindungskomplexes mit derjenigen eines anderen teilend zu vergleichen, konnte sich der Zahlenbegriff überhaupt entwickeln. Er ist durchaus ein Kind der Vergleichung von Empfindungsextensitäten.

Vergleichen wir die Lautheit zweier Töne, die Helligkeit zweier Sehdinge, die Stärke zweier Druckempfindungen am besten unter homophonen Bedingungen oder auch weniger genau im Nebeneinander, so gibt uns bei hinreichender Verschiedenheit der Intensitäten unser Bewußtsein zunächst diese Antwort: dieser Ton ist lauter als jener, dieses Sehding heller als jenes usw. Aber ebenso bestimmt, wie unser Bewußtsein diese Aussage macht, ebenso bestimmt sträubt es sich

dagegen, irgendeine Empfindungsintensität als ein bestimmtes Vielfaches einer anderen zu bezeichnen.

Auf die Frage, ob dieser Ton noch einmal so laut sei wie jener, diese Helligkeit noch einmal so hell wie eine andere, dieser Geschmack noch einmal so salzig wie jener, antwortet es niemals mit einem bestimmten „Ja“, und mit einem bestimmten „Nein“ nur dann, wenn die beiden verglichenen Intensitäten unverhältnismäßig stark verschieden sind. Immerhin ist letztere Antwort: Empfindungsintensität A entschieden kleiner als die Hälfte von Empfindungsintensität B also $A < \frac{1}{2} B$ schon eine gewisse, durch bloßen Empfindungsvergleich gewonnene Maßbestimmung, die eines freilich sehr unbestimmten zahlenmäßigen Ausdrucks fähig ist.

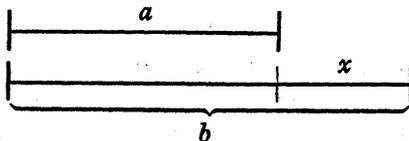
Durch den Empfindungsvergleich sind wir also imstande, zwei im übrigen gleiche Empfindungen einmal in bezug auf ihre Extensität, das andere Mal in bezug auf ihre Intensität zu unterscheiden. Es fragt sich nun aber, wie wir das Ergebnis solcher Differenzierung aufzufassen haben. Natürlich liegt es am nächsten, darin einfach eine Differenzbildung im mathematischen Sinne zu erblicken. Aber die uns hier beschäftigenden Erscheinungen bilden die Vorstufen der mathematischen Begriffsbildungen, letztere sind aus ihnen erst abgeleitet und erfordern vor ihrer Verwendung auf dem uns beschäftigenden Gebiet eine Nachprüfung, was sie dem Bewußtsein im gegebenen Falle bedeuten.

Will der Lehrer einem Schüler, den er in die Anfangsgründe des Rechnens einführt, eine möglichst einfache Differenzbildung vorführen, so wird er ihm zweckmäßigerweise sagen, bzw. durch Vorweisung erläutern: Wenn ich von diesen 5 Äpfeln 3 fortnehme, so bleiben 2 zurück.

Also ist $5 - 3 = 2$, oder 2 ist die Differenz von 5 weniger 3. Wenn ich von 10 Äpfeln 8 fortnehme, so bleiben 2. Also ist auch die Differenz von 10 weniger 8 oder auch von 30 weniger 28 $= 2$.

Daß die voraufgegangene Tätigkeit im ersten Falle 3, im zweiten 8, im dritten 28 Äpfel durch Arbeit der Hände oder des Vorstellungsvermögens fortzunehmen, jedesmal eine durchaus verschiedene ist, wird hierbei natürlich nicht berücksichtigt. Der zurückbleibende Rest wird für sich ins Auge gefaßt; als solcher ist er in allen drei Fällen gleich. Die Mathematik versteht also unter „Differenz“ schlechthin den zurückgebliebenen Rest, bei dem von der Art und Weise seiner Bildung, nachdem sie einmal erfolgt ist, vollständig abgesehen wird. Für die abstrakte Wissenschaft der Mathematik ist diese Abstraktion selbstverständlich, für die Bewußtseinslehre aber nicht, und deshalb empfiehlt es sich, bei den Bewußtseinsprüfungen die Differenzen oder Unterschiede im mathematischen Sinne als absolute Differenzen zu bezeichnen. Die absolute Differenz ist das, was übrig bleibt, wenn man einen Wert um einen anderen verkleinert.

An einem zweiten Beispiel wollen wir uns jetzt klar machen, welche zweite Art von Differenz bei der Empfindungsvergleichung noch in Frage kommen könnte. Angenommen, es liegen zum Vergleich die nebenstehenden beiden Linien, von denen die kleinere mit a , die größere mit b bezeichnet ist. Wir sollen den Unterschied dieser beiden



Linien bestimmen. Wir tun dies zunächst einmal, indem wir die kleinere auf der größeren mittels Zirkel oder Maßstab abtragen. Der verbleibende Rest, den wir x nennen wollen, ist dann, wenn wir ihn für sich ins Auge fassen und uns um die übrige Strecke von b , die der Länge von a entspricht, nicht kümmern, die absolute Differenz $x = b - a$.

Nehmen wir nun die Feststellung des Unterschiedes von b und a nicht mittels Zirkel oder Maßstab, sondern lediglich durch den Empfindungsvergleich, der in diesen Fällen als Augenmaß bezeichnet wird, vor, am besten bei sukzessiver Darbietung der beiden Linien so läßt die Bewußtseinsprüfung daran keinen Zweifel, daß das erste, was wir wahrnehmen, das Verhältnis von b zu a ist. Um dieses Verhältnis scharf aufzufassen, tragen wir auch hier — diesmal durch bloße Empfindungsdeckung und ohne jedes sonstige Hilfsmittel — selbst Hilfskonstruktionen lassen sich beim Sukzessivvergleich ausschließen — a auf b ab. Wir teilen dann auch in diesem Falle das Sehding b in zwei Abschnitte, einen von der Ausdehnung von a (oder annähernd a), den anderen von der Ausdehnung von $x = b - a$, und nehmen x zunächst als einen Teil von b wahr. x als ein Teil von b , oder zahlenmäßig ausgedrückt x relativ $b = \frac{b-a}{b}$ um wieviel

die kleinere der beiden verglichenen Empfindungen kleiner ist als die größere. Wir bezeichnen dies als die relative Differenz von b und a . Sie bedeutet: a ist um $\frac{b-a}{b}$ kleiner als b . Hat z. B. a den Zahlenwert 2, b den Zahlenwert 3, so ist 2 um $\frac{3-2}{3} = \frac{1}{3}$ kleiner als 3 (3 um $\frac{1}{3}$ kleiner als 4, 4 um $\frac{1}{4}$ kleiner als 5 usw.).

Beim Empfindungsvergleich ist die Wahrnehmung des

Verhältnisses von b zu a , das heißt die Auffassung der relativen Differenz $\frac{b-a}{b}$ immer der erste Schritt. Auf ihrer Grundlage also nur als zweiter Schritt kann dann erst die Auffassung der absoluten Differenz erfolgen, indem man $b - a$ nicht mehr als Teil von b , sondern als selbständigen von b losgelösten Wert, als Rest auffaßt.

Daß wir dazu beim Empfindungsvergleich wenigstens auf extensivem Gebiet befähigt sind, lehrt die Prüfung des Bewußtseinsvorganges bei dem betreffenden Verfahren. Wir vermögen sehr wohl, nicht nur wenn uns gleichzeitig, sondern auch wenn uns nacheinander zwei deutlich verschieden große Linien oder zwei Flächen gezeigt werden, im Bewußtsein die kleinere auf der größeren abzutragen, den Rest für sich aufzufassen, im Gedächtnis zu behalten und ihn mit anderen, ebenso gebildeten Resten oder absoluten Differenzen zu vergleichen. Ebenso vermögen wir sehr wohl die Dauer zweier Töne so zu vergleichen, daß wir von der Wahrnehmung, um wieviel der kürzere kürzer ist als der längere, dazu fortschreiten, die beide Tondauern unterscheidende Zeitstrecke isoliert aufzufassen, im Gedächtnis festzuhalten und zu weiteren Vergleichen zu benutzen. Wie weit es allerdings möglich ist, bei der so vor sich gehenden Bildung der absoluten Differenz aus der relativen die Loslösung von $b - a$ aus ihrem Verhältnis zur Gesamtlänge b vollständig d. h. so zu vollziehen, daß die Gesamtlänge auf die Schätzung von $b - a$ durchaus keinen Einfluß übt, ist eine andere Frage, auf die wir unten noch zurückkommen.

Auch die Frage, ob man beim Vergleich von Empfindungsintensitäten absolute Differenzen aufzufassen vermag, soll erst später erörtert werden.

Wir bleiben zunächst bei den extensiven Empfindungen, wo sowohl die Prüfung des Bewußtseinsvorganges als auch die Versuchsergebnisse von Wrinc h (1903) für den Zeitsinn und von Laub (1908) für den optischen Raumsinn die Bildung verhältnismäßig reiner absoluter Differenzen beim Vergleich stark übermerklicher Empfindungen beweisen. Aber die Prüfung des Bewußtseinsvorganges lehrt uns auch, daß die relative Differenz $\frac{b-a}{b}$, d. h. um wieviel die kleinere der beiden verglichenen Empfindungen kleiner geschätzt wird als die größere, einen greifbaren und für sich auffaßbaren Wert besitzen muß, wenn er losgelöst für sich aufgefaßt und zu weiteren Vergleichen bei Bewußtseinsoperationen verwertet werden soll. Nähert sich das Verhältnis $\frac{a}{b}$ der 1, wird damit die relative Differenz $1 - \frac{a}{b}$ nahezu gleich 0, oder, was dasselbe ist, wird die relative Differenz beim Empfindungsvergleich nur eben merklich, so vermag das Bewußtsein natürlich auch nicht bei diesem ihm nicht greifbaren Wert von der Gesamtgröße abzusehen, es vermag nicht eine so beschaffene relative Differenz in eine absolute umzuwandeln.

Als relative Differenz bedeutet nämlich $\frac{b-a}{b}$ in diesen Fällen, daß a um ein Ebenmerkliches kleiner ist als b . Die daraus zu bildende absolute Differenz würde bedeuten, daß der Rest $b-a$ für sich genommen eben merklich ist. Dies ist aber direkt unrichtig. Für sich genommen kann $b-a$ sehr stark merklich sein, und ist es sogar in der Regel. Wir sind hier auf die Wurzel des von Fechner gemachten Fehlers gestoßen. Es widerspricht durchaus den

bei der Bewußtseinsprüfung sich ergebenden Tatsachen und ihrer logischen Verknüpfung zu behaupten, ein ebenmerklicher Unterschied sei eine absolute Differenz d. h. eine Differenz, bei der von der jeweiligen Größe des Minuendus abstrahiert wird, zu behaupten, nicht nur $\frac{b-a}{b}$ sei ebenmerklich, sondern auch $b-a$ für sich sei ebenmerklich. Aus den relativen Differenzen lassen sich im Falle, daß sie nur ebenmerklich oder nahezu ebenmerklich sind, keine absoluten Differenzen bilden, vor allem keine, bei denen man den Rest für sich als ebenmerklich bezeichnen dürfte. Alle ebenmerklichen Differenzen sind relative Differenzen.

Durch diese Erkenntnis wird der Grundirrtum aus dem Wege geräumt, der in dieser Frage so viel Verwirrung gestiftet hat und trotz heftiger Bekämpfung zum Teil noch immer stiftet. Wenn Fechner sein Webersches Gesetz so faßt (1907, Bd. I, S. 64), „daß gleiche relative Reizzuwüchse gleichen Empfindungszuwüchsen entsprechen“, wobei er unter gleichen Empfindungszuwüchsen gleiche absolute Zuwüchse oder Differenzen versteht, so ist dies zunächst einmal für die ebenmerklichen Empfindungszuwüchse (Empfindungsdifferenzen) falsch. Gleiche relative Reizzuwüchse entsprechen vielmehr gleichen ebenmerklichen und daher ebenfalls relativen Empfindungszuwüchsen.

Wenn z. B. ein linearer Reiz von 10 mm um 0,2 mm wachsen muß, um einen ebenmerklichen Empfindungszuwachs zu ergeben, so muß ein linearer Reiz von 50 mm um annähernd 1 mm wachsen, um einen ebenmerklichen Empfindungszuwachs zu ergeben

$$\frac{10,2 - 10}{10,2} = \frac{1}{51}; \quad \frac{51 - 50}{51} = \frac{1}{51} .$$

Zahllose im Laufe der letzten 50 Jahre angestellte Versuche haben gelehrt, daß sowohl auf dem Gebiete der extensiven Empfindungen (Raum- und Zeitsinn) als auch auf dem der intensiven Gesichts-, Schall-, Druck- und Bewegungsempfindungen die ebenmerklichen Empfindungszuwüchse (Empfindungsdifferenzen) annähernd gleichen Reizzuwüchsen (Reizdifferenzen) entsprechen. Nur bei extrem schwacher oder extrem starker Reizung tritt eine Änderung dieser Regel ein; sie hat also Geltung innerhalb sehr weiter Grenzen der Reizung.

Wir wenden uns nun zu den Bedingungen der Empfindungsschätzung, die die Bildung von absoluten Differenzen gestatten. Gehen wir auch da wieder von der Prüfung des Bewußtseinsvorganges selbst aus, so ist, wie wir sahen, die Grundbedingung die, daß die relative Differenz, deren Bildung stets den ersten Schritt darstellt, einen greifbaren Wert besitzt, daß sie stark übermerklich ist. Wir wählen zum Ausgangspunkt auch hier wieder die extensiven Empfindungen, und zwar einen möglichst einfachen Fall, den Vergleich zweier gerader Linien. Wird uns z. B. eine Linie von 30mm und dann eine Linie von 10mm gezeigt, und bezeichnen wir die ihnen entsprechenden Sehempfindungen mit b und a , so werden wir ohne längeres Besinnen sagen, daß a etwa der dritte Teil von b sei, und daß das, was übrig bleibt, wenn man a auf b abträgt, sich zu b verhält, wie 2:3. Dieses Verhältnis des übrigbleibenden Restes zu b oder $\frac{b-a}{b}$ bedeutet die relative Differenz und beträgt im vorliegenden Falle $\frac{3-1}{3} = \frac{2}{3}$. Für das Bewußtsein stellt dieser Teil von b ein wohlumschriebenes Element dar, das sich unter nachträglichem Absehen vom übrigen b für sich auffassen,

im Gedächtnis festhalten und mit anderen linearen Seheempfindungen vergleichen läßt. Dasselbe gilt für Flächenempfindungen, was man sich am besten durch Empfindungsvergleich zweier Rechtecke von gleicher Grundlinie, aber verschiedener Höhe klar machen kann, und dasselbe gilt für Zeitempfindungen. Auch in bezug auf zwei im übrigen gleiche, in ihrer Dauer aber verschiedene Töne läßt sich das Mehr an Dauer der längeren Empfindung als losgelöstes selbständiges Empfindungselement, also als absolute Differenz $b - a$ im Bewußtsein auffassen, gedächtnismäßig festhalten und für weitere Vergleiche verwerten.

Daß unter solchen Umständen wirklich absolute Differenzen gebildet werden, geht auch aus der Prüfung der Bewußtseinszustände hervor, die Laub (1908) bei seinen lange fortgesetzten Versuchen über Raumwahrnehmung von Versuchspersonen vornehmen ließ, die teils psychologisch geschult waren, teils aber auch der experimentellen Psychologie fern standen. Bei diesen Versuchen wurden sowohl Flächenempfindungen als auch lineare Empfindungen geschätzt. Als Form der Flächen wurden Kreise gewählt; die Linien wurden nicht als solche geboten, sondern die Versuchspersonen wurden aufgefordert, die Durchmesser der ihnen vorgelegten Kreise zu schätzen, so daß ein Abmessen im engeren Sinne und die Benutzung von Hilfskonstruktionen ganz fortfiel. Sehr treffend charakterisiert eine Versuchsperson die Bildung und den Vergleich solcher Differenzen dahin, daß zuerst die eine Differenz gebildet und eingepreßt werde, darauf werde die Bildung der zweiten Differenz vorgenommen, und nun erfolge der Vergleich der beiden Differenzen. — Daß dies nur möglich ist, wenn diese Differenzen sozusagen von ihrem Mutterboden losgelöst, wenn es absolute Differenzen sind, versteht sich von selbst.

Vergleichen wir die so gebildeten absoluten Differenzen extensiver Empfindungen mit denjenigen der ihnen entsprechenden Reize, so finden wir, daß sie den absoluten Differenzen dieser Reize annähernd entsprechen, jedenfalls unvergleichlich mehr als den relativen Reizdifferenzen. Um nur ein Beispiel aus den zahlreichen Versuchen Laubs anzuführen: in einem Falle ergab bei Schätzung von Flächen der Reiz $r_1 = 1$ die Empfindung a , Reiz $r_2 = 14$ die Empfindung b , und es wurde nun die Empfindung c bestimmt, deren Differenz von b von der Versuchsperson gleich der Differenz von $b - a$ geschätzt wurde. Die aus dieser Schätzung hervorgegangene Empfindung wurde, wie dann festgestellt wurde, durch einen Reiz $r_3 = 32$ hervorgebracht. Würde bei der gewählten Form der Empfindungsschätzung eine völlige Proportionalität von Reizgröße und Empfindungsgröße zutage treten, so müßte eigentlich die gesuchte Empfindung c durch einen Reiz von der Größe 27 hervorgebracht werden; den absoluten Empfindungsdifferenzen $b - a = c - b$ würden genau entsprechen die Reizdifferenzen $14 - 1 = 27 - 14$. Immerhin ist der gemachte Fehler: 32 statt 27 verhältnismäßig klein. Er liegt in der Richtung der relativen Differenz, doch ist ganz sicher, daß es sich bei dieser Gleichschätzung von Empfindungsdifferenzen um absolute, nicht um relative handelt, denn bei einer Gleichschätzung der relativen Differenzen müßte $\frac{1}{3}$ den Wert 196 besitzen. Der gemachte Fehler wäre also ganz außerordentlich viel größer, wenn die relative, als wenn die absolute zur Vergleichung benutzt worden wäre.

Um die Bedeutung der bei der Schätzung der absoluten Differenzen gemachten Fehler zu verstehen, muß man sich erinnern, daß auch bei dieser Schätzung stets von der rela-

tiven Differenz ausgegangen wird. Auf diesen ersten Schritt erfolgt dann erst als zweiter die Loslösung der absoluten Differenz aus jener Beziehung zur Gesamtgröße der vergleichenden Empfindungen. Es ist nun klar, daß dieser erste Schritt auf die Gesamtschätzung einen gewissen Einfluß ausüben muß. So wird z. B. selbst das schärfste Augenmaß sich nicht ganz dem Eindruck entziehen können, daß die Länge einer auf einer längeren Linie abgetragenen Strecke im Vergleich mit derselben auf einer erheblich kürzeren Linie abgetragenen Strecke eher etwas kleiner als diese, als ihr völlig gleich erscheint. Aber der durch diese Unterschätzung gemachte Fehler ist außerordentlich viel kleiner, als wenn die Schätzung nach der Fechnerschen Formel erfolgt wäre, das heißt als wenn man bei der Schätzung der relativen Differenz stehen geblieben wäre. Wenigstens gilt das durchweg für die Schätzung von extensiven Empfindungen, Flächen und Linien nach den Untersuchungen von Laub (1908). Was den Zeitsinn anlangt, so kommt Wrinch (1903) auf Grund seiner Untersuchungen zu folgendem Ergebnis: „Im allgemeinen ist bei Zeiten eine Tendenz erkennbar, absolut gleiche Unterschiede für gleich groß zu halten, d. h. das arithmetische Mittel zwischen den Grenzzeiten als Rm zu schätzen“ (S. 32). Zum mindesten lag bei allen seinen Versuchen der subjektive Mittelwert zwischen t_1 und t_3 „fast ausnahmslos höher als das geometrische Mittel, und zwar meistens näher dem arithmetischen als dem geometrischen“ (S. 297).

Wenden wir uns nun zur Schätzung stark übermerklicher Empfindungsdifferenzen auf intensivem Gebiet, und untersuchen zunächst den Bewußtseinsvorgang beim Vergleich zweier Helligkeiten, Tonstärke-, Druckempfindungen usw., so ist das Eine ganz sicher, daß wir auch hier als

ersten Schritt des Bewußtseinsvorgangs den Unterschied nicht losgelöst für sich als Empfindungsrest, also nicht als absolute Differenz wahrnehmen, sondern in Beziehung zur Gesamtstärke der verglichenen Empfindungen, also als relative Differenz. Die Frage kann nur sein, ob wir überhaupt imstande sind, in diesen Fällen den zweiten Schritt zu tun, von der Beziehung zur Gesamtstärke der verglichenen Empfindungen ganz abzusehen und auf diese Weise einen Empfindungsrest herzustellen, der um den Betrag der schwächeren Empfindung schwächer ist als die stärkere Empfindung. So zweifellos dies beim Vergleich extensiver Empfindungen, Linien, Flächen, Zeitstrecken möglich ist, so schwer ist es, diese Frage in bezug auf den Empfindungsvergleich von Helligkeiten, Tonstärke-, Druck- und Bewegungsempfindungen die Frage mit innerer Überzeugung zu beantworten. Die Prüfung des Bewußtseinsvorgangs, die uns in bezug auf die Bewertung der übermerklichen Unterschiede extensiver Empfindungen und der sämtlichen ebenmerklichen Empfindungsunterschiede eine so unzweideutige Antwort gegeben hat, läßt uns also in bezug auf die Bewertung der übermerklichen Unterschiede intensiver Empfindungen im Stich.

Glücklicherweise liefern uns aber die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen, unter denen diejenigen von J. Merkel (1888—1894) eine hervorragende Stelle einnehmen, befriedigendere Aufschlüsse. Sie weisen darauf hin, daß bei hinreichender Übermerklichkeit des Unterschiedes eine Loslösung von seiner Beziehung zur Stärke der verglichenen Empfindungen, also die Bildung einer absoluten Differenz stattfindet, daß aber die Schätzung in noch höherem Grade als bei den extensiven Empfindungen von der Beschaffenheit der stets als erster Schritt erfolgenden

Bildung der relativen Differenz mit beeinflußt wird (vgl. oben S. 60).

Für Schallempfindungen fand Merkel (1889), daß bei Schätzung größerer Intensitätsintervalle der Reiz, dessen zugehörige Empfindung als Empfindungsmitte geschätzt wird, durchgängig Werte hat, die dem arithmetischen Mittel zwischen den beiden Grenzreizen näher liegen als dem geometrischen, also annähernd richtige absolute Differenzen sind. Abweichende Ergebnisse Angells (1892) erklären sich, wie Ament (1900, S. 179, 195) gezeigt hat, dadurch, daß die Experimente Angells sich über einen viel geringeren Umfang von Reizverhältnissen erstreckt haben, wobei sich die Empfindungsunterschiede zu sehr der Ebenmerklichkeit nähern. Je größer die Intervalle der Grenzreihe werden, um so mehr entfernt sich die Schätzung von der relativen Differenz und nähert sich der absoluten.

Ähnlich liegen die Dinge bei Gewichtsschätzungen, und zwar sowohl wenn die auf die Haut ausgeübte Druck-, als auch wenn die zur Hebung dieses Gewichts erforderlichen Bewegungsempfindungen verglichen werden, worauf schon Hering (1875) hingewiesen hat, und was durch die ausgedehnten Versuchsreihen Merckels (1889) bestätigt worden ist. Untersuchte er mittels der Methode der mittleren Abstufungen stark übermerkliche Gewichtsunterschiede so lag die geschätzte Reizmitte zwischen der absoluten und der relativen Differenz, näherte sich aber mehr der ersteren.

Besondere Schwierigkeiten bereitet beim augenblicklichen Stande unserer Kenntnisse die Entscheidung der Frage, ob und inwieweit beim Vergleich von Helligkeiten unter Umständen eine Schätzung absoluter Differenzen möglich ist. Nach den Versuchsergebnissen von Merkel (1888) und Ament (1900) würden bei Wahl größerer Reiz-

intervalle die Dinge hier ganz ähnlich liegen wie bei den Intensitätsvergleichen von Druck- und Schallempfindungen. Bei hinreichender Größe der Intervalle ist danach eine Anzahl von Versuchspersonen zu einer absoluten Schätzung bis zu einem gewissen Grade befähigt, indem die geschätzte Mitte zwischen dem geometrischen und arithmetischen Mittel, dem letzteren aber näher liegt. Es gibt aber auch Versuchspersonen (vgl. Ament, 1900, S. 160), die selbst bei größeren Intervallen regelmäßig ziemlich genau das geometrische Mittel als Mitte empfinden, also bei der Schätzung der relativen Differenz stehen bleiben. Aus diesen individuellen Verschiedenheiten bei der Schätzung erklären sich wohl zum Teil die abweichenden Versuchsergebnisse von Fröbes und Ebbinghaus (1905, S. 525).

Ich verzichte aber darauf, auf die Frage der Schätzung von Lichtintensitäten näher einzugehen, weil sie nicht nur durch eine Anzahl von Nebenumständen (Adaptation des Auges an verschiedene Helligkeiten, Kontrastphänomene), sondern vor allem durch eine Besonderheit des Wesens der Helligkeitsempfindung in höchstem Grade kompliziert ist.

Die Abwesenheit jedes äußeren Reizes in einem Teil der elementaren Sinnesorgane des Auges manifestiert sich auf der Empfindungsseite nicht in einer Abwesenheit von Empfindung, wie dies auf allen anderen Sinnesgebieten der Fall ist, sondern im Auftreten einer sehr intensiven Empfindung, der Empfindung eines sehr tiefen Schwarz, die, wie Hering gezeigt hat, die Manifestation einer sehr starken Erregung der betreffenden reizbaren Substanz ist. Freilich wird dieselbe nicht durch einen äußeren Reiz, sondern durch innere Vorgänge, Stoffwechselprozesse in der Sehsubstanz bedingt, die nach Hering den Charakter der Assimilierung besitzen,

und durch äußeren Reiz nur insofern mitbedingt sind, als ein solcher auf benachbarte elementare Sinnesorgane des Auges wirken und hier den entgegengesetzten Prozeß der Dissimilierung hervorrufen muß (Erscheinungen des simultanen und sukzessiven Kontrasts). Ich muß mich begnügen, den Leser hier auf die grundlegenden Abhandlungen Herings (1878 [1874]) und auf seine neuste zusammenfassende Darstellung (1905, 1907) hinzuweisen. „Man muß,“ sagt Hering (1874a, S. 54), „in der schwarzweißen Empfindungsreihe zwei Intensitätsskalen annehmen, deren eine dem Weißen oder Hellen, die andere dem Schwarzen oder Dunklen entspricht.“ Der Nullpunkt, von dem aus beide Intensitätsskalen in entgegengesetzter Richtung auseinanderlaufen, liegt in einem Grau, die Hering als das mittlere oder neutrale bezeichnet, und das man sich genau in die Mitte der schwarzweißen Empfindungsreihe gestellt denken muß. Es ist nun klar, daß die einsinnig gerichtete Intensitätsskala der äußeren Lichtreize sich nicht so ohne weiteres mit der doppelsinnig gerichteten (vom neutralen Grau einerseits zum Weißen, andererseits zum Schwarzen ansteigenden) Intensitätsskala der schwarzweißen Empfindungsreihe vergleichen läßt, wie dies auf anderen Sinnesgebieten möglich ist. Wie sich Hering mit dieser besonderen Schwierigkeit abfindet, möge man in seiner neusten Darstellung (1907, S. 81—100) im Original nachlesen, wobei ich bemerke, daß er auf die Frage, ob die geschätzten Helligkeitsunterschiede als relative oder als absolute Differenzen zu betrachten sind, nicht weiter eingegangen ist.

Trotz der eben angedeuteten, bisher noch keineswegs überwundenen Schwierigkeiten, die sich einer einwandfreien Versuchsanordnung und Deutung von Intensitätsvergleichen auf dem Gebiet des Lichtsinns entgegen-

stellen, läßt sich doch sagen, daß auch hier relativen Reizdifferenzen relative Empfindungsdifferenzen und, soweit eine absolute zustande kommt, was selbst bei großen Intervallen bei manchen Versuchspersonen überhaupt nicht der Fall zu sein scheint, absolute Reizdifferenzen annähernd absoluten Empfindungsdifferenzen entsprechen.

Wenn man also gewisse willkürliche und, wie sich gezeigt hat, falsche Deutungen Fechners berichtigt, zeigt es sich, daß das imposante von E. H. Weber, Fechner und zahlreichen späteren Forschern gewonnene Tatsachenmaterial sich nur unter dem Gesichtspunkt einer proportionalen, keiner anderen Beziehung von Reizintensität und Empfindungsintensität in befriedigender Weise zusammenordnen läßt. Die Intensität der Empfindung wächst unter sonst gleichen Umständen proportional der Intensität des äußeren Reizes.

Wir kommen damit zu dem Ergebnis, daß der äußere Reiz eine Erregung auslöst, deren Intensität in einem proportionalen Verhältnis steht zu derjenigen des Reizes, und daß die Empfindungsmanifestation der Erregung davon ebenso unverfälscht Ausdruck gibt wie die oben (S. 59 f.) betrachteten objektiv wahrnehmbaren Reaktionen. Die Intensität der Erregung ist somit das vollständige energetische Korrelat der Empfindungsintensität.

3. Kapitel.

Das energetische Korrelat des Gefühlstons der Empfindungen.

Ich will gleich vorausschicken, daß es beim gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse nicht möglich ist, zu einem bestimmten Ergebnis über das energetische Korrelat der Gefühlsbetonungen, bzw. der Gefühle zu gelangen. Zur gründlichen Erörterung der Frage wären zudem sehr weit-ausgreifende Ausführungen erforderlich, die sich noch dazu vielfach auf ungesichertem, hypothetischem Boden bewegen müßten. Unter diesen Umständen scheint es mir richtiger, hier eine Lücke zu lassen. Für die Ausfüllung derselben kann und wird die zukünftige Forschung sorgen. Ich will daher nur in möglichster Kürze auf das hier vorliegende Problem und seine Schwierigkeiten eingehen.

Zunächst einmal besteht keine Einigkeit der Forscher darüber, ob die Gefühle als Grundformen psychischer Elemente neben die Empfindungen zu stellen sind, oder ob ihnen eine solche selbständige Stellung nicht zukommt. Die Vertreter der letzteren Ansicht, denen ich mich anschließe, halten es für zweckmäßiger, der Bewußtseinsanalyse eine einzige Klasse von Grundformen, nämlich die Empfindungen, zugrunde zu legen, und die Gefühle nur als besondere Eigenschaften der Empfindungen aufzufassen, die manchmal vorhanden sein, häufig fehlen können, die aber nur scheinbar als selbständige Elemente für sich auftreten. Das Gefühl als Eigenschaft einer Empfindung wird dann zweckmäßigerweise als Gefühlston der Empfindung bezeichnet.

Auch darüber ist man nicht einig, ob man den Gefühlston als denjenigen Bestandteil einer Empfindung bezeichnen soll, die das Bewußtsein auf das eigene Ich bezieht, oder ob es zweckmäßiger ist, den Charakter des Gefühlstons, ob Lust oder Unlust (manche Psychologen stellen noch Spannung und Lösung, Aufregung und Beruhigung daneben) als das wesentliche Merkmal des Gefühlstons in den Vordergrund zu stellen. Letzterer Ansicht schließe ich mich an. Natürlich handelt es sich bei der Bewertung aller solcher Einteilungen und Definitionen nicht um die Frage: richtig oder falsch, sondern: zweckmäßig oder unzweckmäßig. Meinen eigenen Standpunkt habe ich in den Mnemischen Empfindungen S. 15—18 kurz zum Ausdruck gebracht.

Dasjenige, was die Behandlung des uns vorliegenden Problems so schwierig macht, ist der Umstand, daß der Gefühlston diejenige Eigenschaft einer Empfindung ist, die von der Beschaffenheit des äußeren Reizes viel weniger unmittelbar abhängig ist, als die übrigen Eigenschaften dieser Empfindung. Auch für den Charakter der Empfindungsqualität ist die Qualität des Reizes keineswegs der alleinbestimmende Faktor. Eine wie wichtige Rolle daneben die spezifische Energie der gereizten Sinnesorgane spielt, wurde bereits oben (S. 14) dargelegt. Auch sei daran erinnert, daß dieselbe Reizqualität, die unter bestimmter Konfiguration bei Reizung einer Gruppe elementarer Sinnesorgane eine Weißempfindung auslöst, bei Reizung derselben Gruppe unter anderer Konfiguration des benachbarten Gesichtsfeldes eine Rot- oder Grün- oder Blau- oder Gelbempfindung auslösen kann (farbiger Kontrast).

Was die Intensität des Reizes anlangt, so wurde bereits erwähnt (S. 42), daß zwei mit elementaren Sinnesorganen von gleicher Empfindlichkeit und gleicher Wertigkeit ge-

sehene Stellen des Außenraums je nach der gesamten Konstellation trotz gleicher Intensität des Reizes sehr verschieden hell und trotz verschiedener Intensität des Reizes gleich hell gesehen werden können (Hering).

Handelt es sich in diesen Fällen wesentlich um den Einfluß der Reizung benachbarter elementarer Sinnesorgane, so ist ferner auch mitbestimmend für den Erfolg der Reizung die jeweilige Irritabilität des gereizten Organs, die besonders beim Auge eine sehr wechselnde sein kann (Hell- und Dunkeladaptation der Netzhaut).

Während es sich in allen diesen Fällen um eine durch die Konstellation bedingte Beeinflussung der Originalerregung, bzw. Originalempfindung handelt, kann durch gleichzeitige Erweckung (Ekphorie) mnemischer Empfindungen zwar nicht die Originalerregung selbst, aber wohl ihre Empfindungsmanifestation durch den homophonen Zusammenklang mit besagten mnemischen Empfindungen verändert werden. So nahm ich einmal beim ersten Morgengrauen gleich nach dem Erwachen meine mir seit vielen Jahren bekannte grüne Tischdecke unzweifelhaft als grün wahr, entdeckte aber gleich darauf durch eine zufällige Beobachtung, daß mein vollständig dunkeladaptiertes Auge, wie dies immer der Fall ist, total farbenblind war, und überzeugte mich bei nochmaliger, nunmehr kritischer Prüfung, daß ich die Decke in originaler Gesichtsempfindung gar nicht als grün, sondern nur als dunkel sah.

Auch in bezug auf die Qualität und Intensität der Empfindungen ist also der auslösende Reiz nur ein, freilich sehr wichtiger Faktor. Die übrigen gleichzeitigen originalen und mnemischen Erregungen, bzw. Empfindungen, die gesamte Konstellation (innere energetische Situation) spielt aber daneben eine bedeutende Rolle. In noch höherem

Grade ist dies aber in bezug auf diejenige Eigenschaft der Empfindung der Fall, die wir als Gefühlston bezeichnen.

Die große Mehrzahl der Empfindungen der meisten Bewußtseinsinhalte entbehrt des Gefühlstons. Das Auftreten eines solchen hängt von drei Variablen ab: erstens von der Qualität und Intensität der Reizung, zweitens von dem homophonen Mitklingen assoziativ erweckter mnemischer Empfindungen, drittens von dem Gesamtzustand des Organismus, der augenblicklichen Gesamtkonstellation.

Was den ersten Punkt anlangt, so haben wir gesehen, daß Reize von sehr großer Intensität auch Erregungen von entsprechend großer Intensität auslösen, und wir finden nun, daß die entsprechenden sehr intensiven Empfindungsmanifestationen fast durchweg Unlusttönung besitzen, wie alle „blendenden“ Gesichtsempfindungen, bedeutend starke Gehörsempfindungen, überstarke Geruchs-, Druck-, Bewegungsempfindungen, alle stärkeren Schmerzempfindungen, jeder übermäßig süße, saure, bittere Geschmack.

Diese Fälle sind für das von uns behandelte Problem insofern besonders lehrreich, als bei ihnen eine allgemeine Gesetzmäßigkeit des Auftretens von Unlusttönungen zutage tritt und dabei die ganze Sachlage verhältnismäßig einfach ist. Fassen wir die Unlust- (und Lust-) Tönungen als Eigenschaften der Empfindungen auf, so können wir sagen, daß bei der Verstärkung der Reizung über einen gewissen Grad hinaus an der durch solche Reizung ausgelösten Empfindungsmanifestation der Erregung zu ihren bisherigen Eigenschaften: „Qualität“, Lokalzeichen, Intensität eine neue Eigenschaft hinzutritt, die Unlusttönung. Von unserem Standpunkt aus muß dieser neu auftretenden Eigenschaft der Empfindungen eine ebenfalls neu auf-

tretende Eigenschaft des durch sie manifestierten energetischen Korrelats, also der Erregung entsprechen.

Schmerzempfindungen besitzen selbst bei geringer Intensität eine Unlusttönung; bei starker Intensität wächst die Unlusttönung zu großer, zuweilen überwältigender Stärke. Bei sehr geringer Intensität, z. B. bei einem mäßig starken Kratzen der Haut kann die Tönung dagegen eine mehr lustvolle sein, und die eigentümliche Verkehrung, die darin besteht, daß von manchen Individualitäten selbst stärkere Schmerzen in Verbindung mit sexueller Erregung als lustvoll empfunden werden, ist als sexuelle Perversität unter dem Namen Masochismus oder passive Algolagnie (Schmerzlust) bekannt. Übrigens ist nicht daran zu zweifeln, daß passive Schmerzlust leichtesten Grades beim weiblichen Geschlecht innerhalb der Grenzen des Normalen liegt und ihre stammesgeschichtliche Wurzel in den bei der Liebeswerbung der Vögel und Säugetiere sehr verbreiteten Liebesspielen und erotischen Spielkämpfen hat, wie denn auch die Heiratszeremonie der Raubehe mit ihren oft dazu gehörigen Brutalitäten bei niederen Völkern über den ganzen Erdkreis verbreitet ist. (Vgl. darüber das Kapitel über Erotik und Schmerz bei Haveloc Ellis [1909]).

Diese Erscheinungen sind insofern sehr lehrreich, als sie zeigen, daß selbst bei den Schmerzempfindungen der für sie gewöhnlich charakteristische Gefühlston der Unlust unter einer besonderen Konstellation in sein Gegenteil umschlagen, sich von Unlust in Lust verkehren kann. Auf anderen Sinnesgebieten tritt ein solcher Umschlag noch häufiger ein. Derselbe süße Geschmack, der vor Eintritt der Sättigung sehr angenehm ist, kann nach Eintritt derselben unlusterrregend, bei Übersättigung sogar ekelerrregend wirken. Derselbe heitere Klang, dasselbe bunte Farben-

spiel, das uns heute e. freut, kann uns morgen nach einer schlecht verbrachten Nacht, nach Empfang einer niederdrückenden Nachricht, höchlichst irritieren und beinahe unerträglich erscheinen.

Von großer Bedeutung für den neben den übrigen Eigenschaften einer Empfindung auftretenden Gefühlston ist ferner das Mitklingen mnemischer Empfindungen von bestimmter Gefühlstönung. So kann uns z. B. ein bisher angenehmer Geschmack auf lange Zeit verleidet sein, weil er einmal von einem üblen Nachgeschmack gefolgt war. Der Anblick der Peitsche wirkt auf den Hund, der noch nie damit gezüchtigt worden ist, indifferent, nach wiederholter Züchtigung aber Angst und Unlust erregend. Umgekehrt wirkt der Anblick einer fremden Person auf ein kleines Kind oder ein scheues Haustier zunächst indifferent oder unlustbetont; später, nachdem es sich mit dem Betreffenden angefreundet hat, ist derselbe Anblick stark lustbetont. Allerdings ist es richtiger, die Sache so aufzufassen, daß die durch die betreffenden Originalempfindungen ekphorierten mnemischen Empfindungen die betreffenden Gefühlstönungen besitzen, nicht aber die Originalempfindungen selbst, ganz ähnlich wie bei dem oben (S. 68) angeführten Beispiel einer Änderung der Empfindungsqualität durch homophone mnemische Empfindungen, die Qualität der Originalempfindung selbst unverändert blieb, doch läßt sich eine solche Scheidung nicht in allen Fällen streng durchführen, und jedenfalls wird die Untersuchung durch das assoziativ verursachte Hineinspielen gefühlsbetonter mnemischer Empfindungen außerordentlich erschwert.

Wir wollen nun noch etwas ausführlicher auf die dritte Variable eingehen, die für die Gefühlstönung der Empfin-

dungen mitbestimmend ist, auf die oben schon wiederholt berührte Gesamtkonstellation, die man in bezug auf die Gefühlstönung der zeitweiligen Bewußtseinslage als „Stimmung“ bezeichnen kann. Bei heiterer Stimmung sind viele sonst indifferente Empfindungen lustgetönt, das unscheinbarste, was wir sonst gar nicht beachtet hätten, kann uns erfreuen, „der Himmel hängt uns voller Geigen“. Bei trauriger Stimmung oder auch nur leichter Verstimmung, die durch eine schlaflose Nacht, eine Überarbeitung, eine Magenaffektion verursacht sein kann, ist das Gegenteil der Fall; das meiste, was wir wahrnehmen und erleben, ist leicht unlustgetönt, uns „ärgert die Fliege an der Wand“.

Durch Einwirkung gewisser Stoffe, die dem Blute einverleibt, die energetischen Abläufe im Nervensystem beeinflussen, lassen sich heitere Stimmungen und traurige Verstimmungen künstlich hervorrufen. Ein ganz leichter Alkoholrausch, wie er durch wenige Gläser Wein hervorgerufen wird, verleiht in seinen Anfangsstadien einer Menge sonst indifferenter Empfindungen Lusttönung, während die Nachwirkung einer stärkeren Alkoholintoxikation eine mindestens ebenso große Anzahl sonst gleichgültiger Empfindungen mit einer oft erheblichen Unlusttönung ausstattet. Verschieden vom Alkohol und auch unter sich verschieden wirken Morphium, bzw. Opium, Kokain, indischer Hanf (Haschisch) usw., doch haben alle diese Vergiftungen das Gemeinsame, daß ihre Anfangsstadien die Lusttönungen, ihre Nachwirkungen die Unlusttönungen der Bewußtseinsinhalte vermehren und erhöhen.

Es gibt nun eine Anzahl von Stoffen, die, von drüsigen Organen des Körpers selbst bereitete, nicht nach außen entleert, sondern ins Blut aufgenommen werden und auf diesem Wege als Reizstoffe wirken. Hierher gehören in erster Linie

die Ausscheidungen solcher drüsiger Organe, die der Ausführungsgänge entbehren, der sogenannten „Blutdrüsen“, wie Nebenniere, Schilddrüse, Hirnanhang, Zibeldrüse, Milz, Thymus und die nicht Keimzellen bereitenden Gewebsteile der Keimdrüsen. Doch sind auch gewisse Gewebsteile nach außen offener drüsiger Organe wie Niere, Pankreas, Magen- und Darmschleimhaut mit der Funktion der „inneren Sekretion“ betraut und insofern ebenfalls den „endokrinen Organen“ zuzurechnen.

Die Erforschung der früher ganz rätselhaften Blutdrüsen hat in den letzten Jahrzehnten ganz überraschende Ergebnisse gezeitigt und unsere physiologische Erkenntnis ebenso erweitert und vertieft, wie sie der Heilkunde neue Wege eröffnet hat. Noch bedeutendere Fortschritte sind für die Zukunft mit Sicherheit zu erwarten.

Starling nannte die Ausscheidungen der endokrinen Organe Hormone, Reizstoffe, weil sie den Anreiz zum Eintritt oder zur Hemmung vieler organischer Abläufe liefern. Besonders interessant und genau untersucht in bezug auf ihre Beziehung zum Nervensystem ist die Funktion der Nebenniere und ihrer inneren Sekrete (besonders des Adrenalins). Das Adrenalin ruft, dem Blute einverleibt, eine starke Reizung des sympathischen Nervensystems hervor. Andererseits führt eine direkte, z. B. faradische Reizung des großen sympathischen Eingeweidenerven, N. splanchnicus, zu einer lebhaften Absonderung von Adrenalin. Es ließ sich feststellen, daß die Splanchnici nicht nur gefäßverengernde, also blutdrucksteigernde, sondern auch sekretorische Fasern für die Nebennieren enthalten (vgl. Biedl, 1916, 2. Bd., S. 11).

Nun kann man aber den Splanchnicus außer durch direkten Eingriff (Faradisierung) auch, wie Cannon (1911, 1914) gezeigt hat, durch emotionelle Einflüsse, die vom

Zentralnervensystem ausgehen, reizen, und auch diese Reizung führt zu einer lebhaften Ausscheidung von Adrenalin in das Blut. Mit Adrenalin belastetes Blut übt aber seinerseits eine Reizwirkung auf den Sympathicus aus und erzeugt auf dem Wege seines Einflusses auf die Herz- und Gefäßmuskulatur sowie die Haarmuskeln (Haarsträuber) dasselbe Bild, das für die starke Angst- und Zornempfindungen begleitende Sympathicusreizung bei Hund und Katze charakteristisch ist. Cannon (1911, S. 70) sagt darüber folgendes, was ich hier in wörtlicher Übersetzung wiedergebe: „Man wird es also verstehen, daß ein Teil des Nebennierensekrets, das durch den emotionell bedingten Nervenreiz zur Ausscheidung gebracht ist, im Blutstrom wieder zu dieser Drüse zurückgelangt und dieselbe in bedingtem Maße zu neuer Tätigkeit reizt. Somit ist wohl die längere Andauer der Erscheinung nicht sowohl weiterer Aufregung, sondern teilweise wenigstens der durch diesen Kreisprozeß bedingten inneren Sekretion der Nebenniere zuzuschreiben. So kann auch die Andauer des Aufregungszustandes nach Verschwinden des Gegenstandes der Aufregung erklärt werden.“

Es ist sehr möglich, daß diese Auffassung einen gesunden und fruchtbaren Kern enthält. Es wäre aber verfehlt, in ihr eine Stütze der bekannten Theorie der Affekte von W. James und C. Lange zu erblicken, die sich durch den Satz von James (1901, 2. Bd., S. V) kurz wiedergeben läßt: „Emotion is a consequence, not the cause, of the bodily expression.“ Das soll besagen, daß „die körperlichen Veränderungen unmittelbar auf die Wahrnehmung der erregenden Tatsachen folgen, und daß das Bewußtsein eben dieser Veränderungen die Gemütsbewegung ist“ (James, 1909, S. 376).

Außer andern gewichtigen Einwänden, die sich gegen

diese Theorie vorbringen lassen, scheinen mir neuere experimentelle Feststellungen sie ziemlich schlagend zu widerlegen. Sherrington stellte Beobachtungen an bei einer Hündin, bei der durch Quertrennung des Rückenmarks zwischen Hals- und Brustteil sowie beider Vagi die Möglichkeit ausgeschlossen war, daß Erregungen von den Eingeweiden, der nahezu gesamten Körpermuskulatur (von den hinter den Schultern befindlichen Muskeln an), in gleicher Weise der Haut des Körpers, endlich dem gesamten Blutgefäßapparat (ausgenommen die Gefäßerweiterer für den Kopf) zum Gehirn gelangen konnten. Trotz dieser Unterbrechung der Nervenleitung zwischen Gehirn und allen den genannten Organen und damit Absperrung des Bewußtseins von der Kenntnisnahme der meisten körperlichen „Ausdruckserscheinungen“, die nach James und Lange die Affekte erst sekundär bedingen sollen, zeigte diese sehr temperamentvolle, Lust- wie Unlustaffekten äußerst zugängliche Hündin doch keine Spur einer Veränderung ihres emotionellen Charakters. Auch die Versuche anderer Art von Elliot, die mit einer Katze angestellt wurden, deren Rückenmark zwischen Hals- und Brustteil durchtrennt worden war und bei der also auch die Verbindung des Gehirns mit fast allen sympathisch innervierten Organen des Körpers aufgehoben war, führten ebenfalls zu dem Ergebnis, daß unmöglich der Erregungszustand gewisser sympathisch innervierter Organe erst sekundär den emotionellen Zustand hervorruft, daß nicht „emotion is a consequence of bodily expression“, sondern daß bei der fast vollständigen Unterbrechung der Leitung zwischen jenen Organen und dem Gehirn von einer solchen sekundären Entstehung der Affekte keine Rede sein kann. (Ausführlicheres darüber bei Metzner, 1913, S. 18—20.)

Soviel über die James-Langesche Theorie. Wenn ich oben sagte, daß nicht nur gewisse von außen eingeführte und dem Blute einverleibte Reizstoffe von Einfluß auf die Gefühlstönungen der Empfindungen seien, sondern auch manche durch innere Sekretion der Blutbahn zugeführte Stoffe, so gilt dies in ausgeprägtem Maße für die von den Keimdrüsen ausgeschiedenen Hormone. Wir beobachten, wie sich zur Brunstzeit der emotionelle Charakter vieler Tiere vollkommen ändert. Anblick, Geruch, Stimme der Geschlechtsgenossen, die bis dahin ziemlich indifferent wirkten, wirken nun in vielen Fällen stark unlusterregend, entsprechende Reize, wenn sie von den Vertretern des anderen Geschlechts ausgehen, lusterregend. Befinden sich die Keimdrüsen nicht im Zustande der Brunst, sind sie durch Alter außer Funktion gesetzt oder operativ entfernt, so treten auch diese Veränderungen nicht ein. Besonders beweisendes Material haben in dieser Beziehung die Versuche von Steinach (1910, 1911, 1912, 1913, 1916) geliefert, der die Keimdrüsen bei heranwachsenden Säugetieren (Meerschweinchen und Ratten) von einem Geschlecht auf das andere überpflanzte, und sowohl kastrierte Männchen mit implantierten Eierstöcken in Tiere mit ausgeprägt weiblichen sekundären Geschlechtscharakteren und weiblichem emotionellen Charakter umwandelte, als auch (1913) kastrierte Weibchen mit implantierten Hoden in Tiere mit männlichen sekundären Geschlechtscharakteren (Größe, Behaarung) und männlichem emotionellen Charakter. Aus den Steinachschen Untersuchungen scheint mir auf das klarste hervorzugehen, daß diese Umwandlungen das Werk spezifischer Hormone sind, die wahrscheinlich von den interstitiellen, nicht Keimzellen bereitenden Teilen der Keimdrüsen ausgehen. Steinach bezeichnet diesen Teil

der Keimdrüse, dem die innere Sekretion zufällt, als Pubertätsdrüse. Die Wirkung des von der männlichen Pubertätsdrüse ausgeschiedenen Reizstoffs steht in einem Antagonismus zu der Wirkung des von der weiblichen Pubertätsdrüse ausgeschiedenen.

Es kann somit keinem Zweifel unterliegen, daß verschiedene chemische Stoffe, die dem Körper, sei es von außen, sei es durch innere Sekretion einverleibt werden, und durch Vermittlung des Blutstroms auf das Nervensystem einwirken, auf diejenige Beschaffenheit der Nerven-erregung, die sich im Bewußtsein als Gefühlston manifestiert, von größtem Einfluß sein können. Durch diese Feststellung ist aber die Frage nach dem energetischen Korrelat der Gefühlstönung der Empfindungen noch keineswegs entschieden. Es ist damit nur eine besondere Bedingung des Auftretens dieser Tönungen ermittelt, die Hauptfrage aber bleibt vorläufig noch ungelöst. So wäre es durchaus voreilig, etwa in einem chemischen Zusatzprozeß beim Erregungsvorgang das energetische Korrelat der Gefühlstönungen zu erblicken. Die schweren Bedenken, die sich dagegen erheben, mit James und Lange in der Rückstrahlung der körperlichen Reaktionen (Ausdrucksformen) gewisser Erregungen auf das Zentralnervensystem das energetische Korrelat der Affekte zu erblicken, haben wir bereits oben auseinandergesetzt. Statt mich in hypothetische Erörterungen zu verlieren, ziehe ich es deshalb vor, hier ein Fragezeichen zu setzen und die feste Zuversicht auszusprechen, daß die so verheißungsvoll einsetzende experimentelle Forschung auch diesen Schleier in absehbarer Zeit lüften wird.

Am Ende dieses Kapitels, das den ersten Teil unserer Untersuchung abschließt, will ich die Ergebnisse, zu denen wir gelangt sind, in einem übersichtlichen Schema zusammenstellen.

Empfindung	Energetisches Korrelat: Erregung	Bedingungen	
		äußere	innere
Modalität und Qualität Spezifische Beschaffenheit Lokalzeichen	Energiiform der Erregung Lokal bedingte Besonderheit der Energiiform der Erregung: Topogene Eigennote	1. Energiiform des Reizes	2. Spezifische Differenzierung der reizbaren Substanz: Joh. Müllers „spezifische Energie“ 3. Konstellation des Erregungszustandes in der übrigen reizbaren Substanz des Organismus (z. B. Kontrastphänomene) Bau und Lage des elementaren Sinnesorgans
Intensität	Intensitätsfaktor der Erregungsenergie	1. Intensitätsfaktor der Reizenergie	2. Jeweiliger Zustand der Irritabilität (Adaptationsscheinungen) 3. Konstellation des Erregungszustandes in der übrigen reizbaren Substanz des Organismus (z. B. Helligkeitskontrast)
Gefühlston	Energetisches Korrelat bisher noch zweifelhaft	über die Bedingungen vgl. den Text S. 69.	

4. Kapitel.

Der Quantitätsfaktor der Erregungsenergie. Seine Verstärkung durch Vervielfältigung der Reizung.

Wir sind im ersten Teil dieser Arbeit zu dem Ergebnis gelangt, daß das, was wir als die spezifische Beschaffenheit (Modalität, Qualität und Lokalzeichen) der Empfindungen bezeichnet haben, in der Energieform der Erregung ihr energetisches Korrelat hat. Das Korrelat der Empfindungsintensität ist der Intensitätsfaktor der Erregungsenergie. Die Bestimmung des Korrelats für den Gefühlston, der übrigens nur eine gelegentlich auftretende, keine Grundeigenschaft der Empfindung ist, ließ sich zur Zeit noch nicht in befriedigender Weise ausführen.

Eine Grundeigenschaft jeder Empfindung blieb aber bisher unberücksichtigt. Es ist das, was man ihre Deutlichkeit oder Lebhaftigkeit nennt, und wofür sich in den Mnemischen Empfindungen als technischen Ausdruck die Bezeichnung „Vividität“ vorgeschlagen habe. Mit der Stärke oder Intensität der Empfindungen hat ihre Lebhaftigkeit oder Vividität gewisse Berührungspunkte, beide Eigenschaften sind aber, wie nähere Prüfung lehrt, auf das schärfste voneinander zu unterscheiden. „So*) hört z. B. der aufmerksam Lauschende ein sehr schwaches Geräusch, etwa die Tritte eines vorsichtig Heranschleichenden, mit äußerster Lebhaftigkeit und Deutlichkeit, er hört sie aber

*) Vgl. Mnem. Empf. S. 238.

immer nur als etwas durchaus Leises, hat eine Empfindung von großer Vividität, aber sehr geringer Intensität. . . . Umgekehrt ist das Fortissimo einer lärmenden Gartenmusik, das wir ohne Aufmerksamkeit, zerstreut, ‚mit halbem Ohre‘ hören, das Gegenbeispiel einer sehr intensiven, aber dabei doch wenig vividien Empfindung.“ Ebenso kann man die äußerst lebhaft empfundene Empfindung eines ganz schwachen Lichtschimmers haben und umgekehrt eine sehr wenig lebhaft empfundene Gesichtsempfindung, wenn man, mit ganz anderen Gedanken beschäftigt, auf die in hellstem Sonnenlicht dahliegende Landschaft hinausschaut. Bei äußerster Steigerung des Intensitätsgrades pflegt allerdings eine Empfindung fast immer an Vividität zu gewinnen; ein blendendes Licht, ein gewaltiges Krachen wird in der Regel auch sehr lebhaft empfunden. Aber selbst diese Regel hat Ausnahmen, was, wie wir später sehen werden, sich dadurch erklärt, daß der Zusammenhang beider Eigenschaften ein mittelbarer, kein unmittelbarer ist. Intensität und Vividität können Hand in Hand gehen, brauchen es aber nicht.

Ist somit die Vividität einer Empfindung von ihrer Intensität grundsätzlich zu trennen, so führt andererseits jede einfache Selbstbeobachtung dazu, die Lebhaftigkeit einer Empfindung mit dem Grade ihrer Bewußtheit einfach gleich zu setzen. Alle sehr lebhaften Empfindungen befinden sich im jeweiligen Brennpunkt des Bewußtseins, alle nicht lebhaften außerhalb desselben. Dabei ist hier Grad der Bewußtheit nicht zu verstehen als Grad der Zurückbeziehung auf das eigene Ich, sondern allgemein als Deutlichkeitsgrad der verschiedenen Komponenten eines Bewußtseinsinhalts, ganz gleich ob und inwieweit diese Komponenten auf das eigene Ich, auf das Selbstbewußtsein zurückbezogen werden. Nicht selten wird die größte Vividität einer Kom-

ponente dann erreicht, wenn wir uns völlig selbstvergessen der betreffenden Empfindung, z. B. der Beobachtung eines äußeren Vorganges hingeben. In anderen Fällen kann freilich wieder die mit der Zurückbeziehung auf das eigene Ich häufig verbundene Gefühlstönung einer Empfindung mittelbar dazu führen, sie in den Brennpunkt des Bewußtseins zu versetzen, ihre Vividität zu steigern.

Der Intensitätsfaktor der Erregung ist, wie wir gesehen haben, das energetische Korrelat der Empfindungsintensität. Es erhebt sich nun die Frage, ob der andere Energiefaktor, der Qualitätsfaktor, bei den Empfindungskombinationen einer Erregung überhaupt zum Ausdruck gelangt oder sich im Bewußtsein nicht offenbart.

Die Bedeutung der beiden Energiefaktoren will ich zunächst an einigen einfachen Beispielen erläutern. Wir vergleichen zwei Wasserläufe, die vor ihrer Vereinigung eine Strecke weit parallel zueinander fließen und demgemäß dort genau das gleiche Gefälle haben. Der eine ist ein großer Strom, der andere ein kleiner Bach. Obwohl nun das Wasser der beiden Läufe mit der gleichen Geschwindigkeit fließt, die Intensitätsfaktoren ihrer Energien also genau die gleichen sind, ist doch die kinetische Energie des Stromes von der des Bachs himmelweit verschieden. Die eine vermag Maschinen zu treiben, die eine ganze Stadt mit Licht versehen, die andere genügt kaum, um eine kleine Mühle zu treiben. Ebenso leistet ein elektrischer Strom, der mit gleicher Intensität (gleichem Potentialgefälle) durch einen Draht von 1 mm Durchmesser fließt, sehr viel geringere Arbeit, als ein solcher, der mit derselben Intensität durch einen Draht von 10 mm Durchmesser fließt. Das Gleiche ist der Fall mit einem Licht- oder Wärmestrahle von 1 mm Durchmesser, verglichen mit einem solchen von 10 mm

Durchmesser bei gleicher Amplitude der Schwingungen im dünneren und des dickeren Licht- oder Wärmestrahls. Es ist klar, daß in allen drei Fällen außer der Intensität, also der Geschwindigkeit des sich bewegenden Wassers, dem elektrischen Potentialgefälle, der Amplitude der Ätherschwingungen auch noch die Menge des bewegten Wassers, die Elektrizitätsmenge, die in der Zeiteinheit den Querschnitt des Leiters durchströmt, die Menge der mit einer bestimmten Geschwindigkeit vibrierenden Ätherteilchen berücksichtigt werden muß, daß diese Menge ein mitbestimmender Faktor ist für die Energie selbst, d. h. für die Fähigkeit, Arbeit zu leisten. Man kann mit anderen Worten die Energie in zwei Energiefaktoren zerlegen, deren einen man als ihren Intensitätsfaktor, den anderen als ihren Quantitäts- oder Extensitätsfaktor bezeichnet.

Die kinetische Energie läßt sich vermöge des Arbeitsbegriffs allgemein durch die Geschwindigkeit (G) und die Masse (Menge) (M) ausdrücken, nämlich für einen Massenpunkt m (für andere Fälle durch Superposition) $E a = \frac{1}{2} m G^2$ in Worten: Die kinetische Energie eines Punktes ist gleich dem halben Produkt seiner Masse in das Quadrat seiner Geschwindigkeit*). Auf dieser Grundlage lassen sich für die kinetischen Energien aller möglichen Qualitäten (Schallenergie, mechanische, strahlende, elektrische, chemische Energie) Formeln aufstellen, deren einer Faktor, der Quantitätsfaktor, immer die Masse (Menge) ist; bei der Schallenergie ist es die Masse der in Schwingungen versetzten Luft, wie überhaupt bei der mechanischen Energieschlechthin die Masse des oder der bewegten Körper, bei der elektrischen Energie ist es die Strommenge (oft unzweckmäßigerweise

*) Vgl. F. Auerbach, Kanon der Physik S. 183.

als Stromstärke bezeichnet), bei der strahlenden Energie ist es die an den Schwingungen teilnehmende Äthermenge usw. Mit diesem Faktor ist der Intensitätsfaktor zu multiplizieren, der sich, wie wir gesehn haben, je nach Umständen als Geschwindigkeit, Potential usw. darstellt.

Wie verhält es sich nun mit dem Quantitätsfaktor der Reizenergie? Ich will dies an einem einfachen Beispiel erläutern. Man betrachte bei Tagesbeleuchtung einen kleinen sehr hellen oder auch leuchtenden, sich von einem dunklen Hintergrund abhebenden Fleck (Kreis oder Quadrat) aus einer Entfernung, daß sein Gesichtswinkel etwa 80—90 Sekunden beträgt. Unter diesen Umständen wird nur ein einziger Zapfen der Netzhaut gereizt. Man beobachte zunächst mit einem Auge, und zwar bei der sehr häufigen verschiedenen Lichtempfindlichkeit beider Augen mit demjenigen, das das lichtempfindlichere ist. Doch überzeuge man sich, daß der Gegenstand auch von dem anderen, weniger lichtempfindlichen Auge in der betreffenden Entfernung noch deutlich wahrgenommen werden kann. Die Reizung des betreffenden Netzhautzapfens bedingte Erregung erstreckt sich dann über das ganze elementare Sinnesorgan, dessen Empfänger dieser Zapfen ist, bis einschließlich seiner Einstrahlung in die Hirnrinde. Wir wollen die Masse reizbarer Substanz dieses elementaren Sinnesorgans vom Empfänger bis einschließlich ihrer Hirnrindenstrahlung mit m_1 bezeichnen. Als Empfindungsmanifestation dieser Erregung nehmen wir ein winziges helles, bzw. (bei Wahl größerer Intensität) leuchtendes Pünktchen wahr.

Bringen wir alsdann in einiger Entfernung von dem ersten hellen Fleck einen zweiten gleich beschaffenen auf dem Hintergrunde an, so haben wir nun in unserem Gesichtsfeld zwei nebeneinander liegende, aber deutlich ge-

trennte helle, bzw. leuchtende Pünktchen. Die Wahrnehmung des zweiten Punktes ist die Empfindungsmanifestation, der Erregung eines zweiten elementaren Sehorganes, bedingt durch die Reizung eines zweiten Netzhautzapfens. Diese zweite in Erregung umgesetzte Masse reizbarer Substanz vom Empfänger bis einschließlich der Hirnrindenstrahlung des Organs wollen wir mit m_2 bezeichnen. Es ist klar, daß m_2 annähernd = m_1 ist.

Da die Intensität der Erregung in beiden Organen dieselbe ist, so können wir sagen, daß sich die durch die Wahrnehmung der beiden Funktionen manifestierte Erregungsenergie, verglichen mit derjenigen bei Wahrnehmung eines einzelnen Pünktchens, im ganzen genommen, verdoppelt hat. Da aber die Energieformen beider Erregungen infolge der verschiedenen Eigennoten der Elementarorgane, in denen sie sich abspielen, verschieden sind, so liegt nicht die doppelte Menge einer und derselben Energie vor, sondern das Mehr entsteht durch Hinzutreten einer an Intensität und Masse gleichen, in ihrer Form (Eigennote) verschiedenen Erregung. Diese beiden Erregungen manifestieren sich als zwei durch ihre Lokalzeichen deutlich unterschiedene, nebeneinander geordnete Empfindungen. Durch einreihiges Zusammentreten derartiger Gesichtsempfindungen entsteht das, was wir als das Bild einer Linie, durch mehrreihiges das, was wir als das einer Fläche bezeichnen. Einer derartigen Extensität der Erregungsenergie entspricht also das, was wir als das Nebeneinander der Empfindungen (vgl. Mnemische Empfindungen, Kapitel 2 und 3) bezeichnen; im vorliegenden Falle das Nebeneinander von zwei oder mehr Gesichtsempfindungen, dann aber überhaupt aller Empfindungen, die gleichzeitig gesondert empfunden werden, also schlechthin die Extensität

des Bewußtseinsinhalts. Wie wir oben (S. 29) gesehen haben, baut sich aus dem Nebeneinander der Gesichts-, Tast- und kinästhetischen Empfindungen das auf, was man als „Gemeinraum“ (Mnemische Empfindungen, S. 50, 55) bezeichnen kann.

Soviel über die Empfindungsmanifestation des Extensitätsfaktors der Erregungen, soweit es sich um verschiedene Energieformen und entsprechend verschiedene Erregungen handelt. Die Sache ändert sich aber beim Zusammenwirken zweier (oder mehr) durch multiple Reizung ausgelöster Erregungen, wenn ihre Energieformen bei sonstiger Gleichheit auch nicht [durch Eigennoten verschieden sind, und ihre Empfindungsmanifestationen dementsprechend gleiche Lokalzeichen besitzen.

Kehren wir zu unserem Beispiel zurück. Wir haben bisher unsere Beobachtung der hellen Flecken auf dunklerem Hintergrund mit dem einen lichtempfindlicheren Auge angestellt, während das andere durch Lidschluß geschlossen war. Betrachten wir nun im Fall des Vorhandenseins nur eines hellen Flecks diesen unter dem oben bezeichneten Gesichtswinkel mit beiden Augen, so wird in diesem Falle ein Zapfen der rechten und ein korrespondierender der linken Netzhaut gereizt. Da Intensität und Energieform der Reizung und die Eigennoten der in Erregung versetzten korrespondierenden elementaren Sinnesorgane rechts und links die gleichen sind, die Menge der erregten Substanz sich aber verdoppelt hat, liegt jetzt eine Verdoppelung der Energie derselben Erregung vor, und zwar ist der Intensitätsfaktor derselbe geblieben, der Quantitätsfaktor hat sich verdoppelt.

Wie manifestiert sich nun diese energetische Sachlage auf dem Empfindungsgebiet? Der helle Punkt erscheint

uns zweiäugig gesehen durchaus nicht merklich heller*) als beim Sehen mit einem Auge, die Intensität der Empfindungsmanifestation bleibt also annähernd gleich, wenn der Intensitätsfaktor der Erregung gleich bleibt, auch wenn der Qualitätsfaktor der letzteren sich verdoppelt. Besitzt nun aber die zweiäugig durch Reizung korrespondierender Netzhautstellen ausgelöste Empfindung durchaus nichts, was sie von der einäugig ausgelösten unterscheidet, gibt keine Veränderung der Empfindungsmanifestation Kunde von der Verdoppelung des Qualitätsfaktors der Erregung? Dies ist allerdings der Fall. Die Empfindung des zweiäugig gesehenen Punktes erscheint uns zwar nicht merklich heller, sie erscheint uns aber, wie unten noch näher gezeigt werden soll, lebhafter als die des bloß einäugig gesehenen, und noch greifbarer tritt dies zutage, wenn wir den Erfolg der Reizung nicht eines, sondern einer ganzen Gruppe von elementaren Sinnesorganen bei einäugiger und bei zweiäugiger Betrachtung vergleichen. Zu diesem Zwecke fertigen wir uns zwei Rohre aus zusammengerolltem schwarzem Papier, die eine Länge von etwa 30 cm, einen Durchmesser von 2 cm besitzen, befestigen dieselben nebeneinander in Augendistanz auf einem Stativ, so daß beim Durchblicken das Gesichtsfeld des rechten Auges mit dem des linken deckt und betrachten durch dieses gläserlose Doppelrohr einen Teil der flachen (nicht reliefartigen) Inschrift auf einer etwa 200 m weit entfernten Häuserwand oder Reklame-tafel. Wenn wir nur mit dem lichtempfindlicheren Auge beobachten und dann das weniger lichtempfindliche öffnen, so gewinnt das Bild zwar nicht in merklicher Weise an Helligkeit, wohl aber in einer unten noch näher zu schildernden

*) Genaueres darüber s. unten S. 89 ff.

Weise an Lebendigkeit (Vividität), wobei bei der gewählten Versuchsanordnung jede stereoskopische Wirkung auszuschließen ist. Um die Lebhaftigkeitssteigerung deutlich wahrzunehmen, ist es vorteilhafter, in der angegebenen Weise ein durch die Rohre verkleinertes Gesichtsfeld zu beobachten, als ohne solche Vorrichtung ein nicht eingegengtes Gesichtsfeld beim einäugigen und beim zweiäugigen Sehen zu vergleichen. Einen noch markanteren Versuch, bei dem sich vor allem der Bewußtseinsvorgang der Vividitätssteigerung schärfer erfassen läßt, werden wir unten kennen lernen.

Dieselben Tatsachen wie beim Gesichtsorgan ergeben sich beim Vergleich des einohrigen und zweiohrigen Hörens. Einen sehr sinnfälligen, von jedem leicht zu wiederholenden Versuch will ich hier mit den Worten Stumpfs (Tonpsychologie, 2. Band, 1890, S. 433) wiedergeben: „Wir verstopfen zuerst beide Ohren und horchen auf einen nicht zu schwachen konstanten Ton. Im ersten Augenblick hört man nur den tiefen Muskelton, dann tritt der objektive deutlich hervor. Wir merken uns den Stärkegrad a , den er zu haben scheint, öffnen dann das eine*) Ohr und beobachten die nunmehrige Stärke b ; dann bei Öffnung des anderen Ohres die Stärke c . Man wird b entschieden größer als a , aber c kaum größer als b finden. Von a zu b fällt ein Teil der subjektiven Störung hinweg, von b zu c der andere, insoweit sind die Bedingungen annähernd gleich. Von a zu b erfolgt aber wirkliche Verstärkung auf dem geöffneten Ohr durch größere Reizstärke. Durch den Gegensatz gegen diese wirkliche Verstärkung unter sonst gleichen Umständen wird der

*) Auch bei diesen Versuchen ist es bei ungleicher Hörschärfe beider Ohren notwendig, beim einohrigen Hören immer dasjenige zu benutzen, das die größere Hörschärfe besitzt.

Schein der Verstärkung beim zweiten Übergang zerstört.“ Genauere Untersuchung der Empfindungsvorgänge bei derartigen Versuchen wird erst unten erfolgen. Was die Vividitätssteigerung beim zweiohrigen Hören anlangt, so bezeichnet sie Stumpf als „eine Art von Verbreiterung des Eindrucks“ und bezeichnet an einer anderen Stelle den Doppeleindruck als „reicher, voller“ und fügt hinzu: „so kann leicht die Täuschung entstehen, als wäre er stärker“.

Die stärksten Ausschläge der Steigerung der Vividität bei Gleichbleiben der Intensität durch Vermehrung der Zahl der gereizten, nicht durch topogene Eigennoten unterschiedenen elementaren Sinnesorgane habe ich bei den Geruchsempfindungen gefunden. Die elementaren Sinnesorgane des Geruchssinnes besitzen ja überhaupt keine topogenen Eigennoten und die Empfindungsmanifestationen ihrer Erregungen keine Lokalzeichen (siehe oben S. 26). Führt man einer Versuchsperson mittelst getrennter Röhren durch das eine Nasenloch reine, durch das andere mit Riechstoff beladene Luft zu (Mnemische Empfindungen, S. 85, 96), so ist sie, solange sie nicht weiß, um was es sich handelt, zunächst immer der Ansicht, daß der Geruch ihr beiderseitig zuströmt. Erst auf Befragen geben die Betreffenden an, sie glaubten, der Geruch käme stärker durch das rechte oder durch das linke Röhren. Diese Angaben stimmen in 50% der Proben mit den tatsächlichen Reizverhältnissen überein, in 50% der Fälle sind sie falsch, ein Beweis, daß der wahrgenommene Unterschied ein nur eingebildeter, durch die Fragen suggerierter ist. Dagegen wird fast immer sogleich eine Veränderung deutlich wahrgenommen, wenn die Reizung nicht mehr bloß einseitig, sondern beiderseitig erfolgt. Die Deutlichkeit der Wahrnehmung steigert sich dann in sehr sinnfälliger Weise.

Eine Versuchsperson äußerte sich, sie habe den Eindruck, als steigere sich die Lebhaftigkeit der Empfindung, der Geruch würde nicht schärfer, aber voller.

Sehr leicht läßt sich die Vividitätssteigerung, die infolge der Vermehrung der Zahl der gereizten elementaren Sinnesorgane auftritt, auf dem Gebiet des Geschmackssinns veranschaulichen.³ Wenn man ein Zuckerplätzchen in den Mund nimmt und an demselben lutscht, so hat man Geschmack von einem bestimmten Süßigkeitsgrad. Zerbeißt man das Plätzchen, so daß seine Bruchstücke mit einem viel größeren Teil der Zungenoberfläche in Berührung kommen, so ändert sich der Süßigkeitsgrad nicht, die Geschmacksempfindung wird aber ausgesprochen voller, reicher. Dies ist auch der Grund, warum Kinder sich so oft nicht enthalten können, Bonbons zu zerbeißen, statt sie ganz allmählich auf der Zunge zergehen zu lassen und sich so die Freude zu verlängern. Sie ziehen eben den kürzeren volleren Genuß dem längeren, weniger vividem vor. Die professionellen Wein- und Teeprüfer, bei deren Tätigkeit übrigens das gustatorische Riechen die Hauptrolle spielt, nehmen freilich nur kleine Schlucke der zu prüfenden Flüssigkeit in den Mund, aber sie verteilen dieselbe über die ganze Zunge und behalten sie eine Weile im Munde. Es kommt ja zur Erhöhung der Vividität einzig und allein darauf an, möglichst viele elementare Sinnesorgane gleichzeitig durch den Reiz in den gleichen Erregungszustand zu versetzen.

Wir haben oben gesagt, mit zwei Augen würde in der Regel nicht merklich heller gesehen als mit einem, eine geringe Verstärkung der Lautheit beim Hören mit zwei Ohren verglichen mit dem mit bloß einem, sei nicht ganz auszuschließen. Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes muß auf diesen Punkt noch näher eingegangen werden.

Über die Frage, ob man unter den Bedingungen des gewöhnlichen Tagessehens die Dinge mit einem Auge ebenso hell sieht, wie mit beiden, herrscht in der Literatur (einiges darüber bei Piper 1903b, S. 161—164) eine ziemliche Unsicherheit. Während z. B. Fechner auf eine große Reihe von sorgfältigen Versuchen hin die Ansicht vertritt, daß eine sehr leichte Verdunkelung bei Schluß oder Verdecken des einen Auges stets eintritt, die allerdings so gering ist, daß sie von 4 Versuchspersonen dauernd übersehen wurde, während 30 sie regelmäßig wahrnahmen, ist diese Verdunkelung bei Helladaptation des Auges neuerdings von Piper (1903b, S. 172) wieder angezweifelt worden. Ich selbst konnte bei den ersten Versuchen, die ich anstellte, ebenfalls nicht sofort das Auftreten der Verdunkelung wahrnehmen. Als ich aber mit hinreichender Sorgfalt vorgeh, vor allem die Beobachtung auf einen wohlumschriebenen, nicht zu großen Abschnitt des Gesichtsfeldes beschränkte und das Öffnen und Schließen bald des einen, bald des anderen Auges öfters wiederholte, konnte ich mich selbst bei Beobachtung so ungünstiger Objekte wie der gleichmäßig helle Himmel es ist, mit Sicherheit davon überzeugen, daß beim Öffnen des geschlossenen Auges, als das man zweckmäßiger das weniger lichtempfindliche seiner Augen wählt und das wir *B* nennen wollen, regelmäßig eine ganz geringfügige Erhellung, bei seinem Schließen eine ganz geringfügige Verdunkelung eintritt. Bessere Objekte sind helle Randpartien grauer Wolken, deren Leuchten sich beim Öffnen des Auges ein klein wenig, aber bei ruhiger und wiederholter*) Beobachtung doch un-

*) Man vermeide es, das Auge zu lange geschlossen zu halten, und schiebe immer längere Perioden binokularen Sehens ein, damit keine Dunkeladaptation des Auges eintritt.

zweifelhaft verstärkt. Wir wollen nun noch den Versuch in folgender Weise variieren. Hat man sich das zu beobachtende Objekt am Himmel ausgewählt, so betrachte man es zunächst zweiäugig und schiebe dann vor das zunächst noch offen bleibende Auge *B* in etwa 3 cm Entfernung ein schwarzes Kartonblatt. Man bemerkt sofort eine deutliche Verdunkelung des Wolkenbildes, die beim Wegschieben des Kartons wieder verschwindet. Schließt man nun das Lid des mit dem Karton verdeckten Auges *B*, so tritt eine Erhellung ein; wie man sich aber durch Wegziehen des Kartons und Öffnen des Auges überzeugen kann, ist diese Erhellung nicht so groß, als wenn man auf beiden geöffneten und unverdeckten Augen die betreffende Wolkenstelle betrachtet. Noch weit stärker als bei Verschieben eines schwarzen Kartons wird die Verdunkelung, wenn man dunkelgefärbtes Glas, das aber noch beim Durchblick die Konturen des Bildes gut erkennen läßt, vor das Auge *B* schiebt. Bei jeder Verdunkelung des Gesichtsfeldes von Auge *B* bei stets offenbleibendem unverdunkeltem Auge *A* tritt also eine Verdunkelung des Wolkenbildes ein, und zwar ist diese Verdunkelung am schwächsten (kaum bemerklich), wenn das Gesichtsfeld von *B* durch Schließen des Auges am stärksten verdunkelt ist, erheblich stärker, wenn *B* auf den schwarzen Karton blickt, am stärksten, wenn Auge *B* durch ein schwärzliches Glas selbst ein stark verdunkeltes Bild der Wolke hat.

Das, was wir hier ausgeführt haben, ist die Quintessenz von Fechners „paradoxem Versuch“ (Fechner, 1861, S. 416—463), der sich aus dem Phänomen der binokularen Farbmischung (im gegebenen Falle Mischung der tonfreien Farben Schwarz und Weiß) oder, allgemeiner gefaßt, aus dem Phänomen des Wettstreits der Sehfelder erklärt;

wir werden auf gewisse Einzelheiten und die Bedeutung dieses Vorgangs später ausführlich einzugehen haben. Jetzt genüge die Feststellung, daß von dem dunkleren Gesichtsfelde von *B* sich stets ein gewisser Anteil zu dem helleren von *A* hinzumischt, und zwar ist die Beimischung von Dunkel zum hellen Gesichtsfeld von *A* bei einer gewissen mittleren Dunkelheit von *B* am bedeutendsten, sie nimmt von diesem Optimum aus ab, sowohl wenn das Gesichtsfeld von *B* heller als auch, wenn es dunkler wird, oder mit anderen Worten, die Kampfeslage ist bei einer gewissen mittleren Dunkelheit für *B* im Wettstreit für dieses relativ am günstigsten, was wir zunächst als Tatsache hinnehmen wollen, eine Tatsache, aus der sich das ganze Phänomen des paradoxen Versuchs in einfacher Weise vollständig erklärt. Was uns hier aber vor allem interessiert, ist der durch die obigen Beobachtungen festgestellte Umstand, daß bei zunehmender Verdunkelung des Gesichtsfeldes *B* die Verdunkelung des Wolkenbildes zwar von einem Optimum ab kontinuierlich abnimmt, aber sich auch noch beim Schließen oder gänzlicher Verdeckung von *B* in geringem Maße bei sorgfältiger Beobachtung stets bemerklich macht.

Deutlicher noch tritt die Verdunkelung des Gesichtsfeldes bei Schluß des Auges *B* zutage, wenn man ein weniger grelles Beobachtungsobjekt wählt. Schon Aubert (1865, S. 282) gibt an, daß er die Verdunkelung nicht wahrnehme, wenn er den hellen Himmel beobachtete, wohl aber sah er, daß sich ein sehr zarter Schatten über das Gesichtsfeld breitete, sobald er das eine Auge schloß, wenn er bei nicht

*) Wobei bei Einschiebung dunkler aber durchsichtiger Gläser auch noch von Bedeutung ist, daß Auge *B* dann das, abgesehen von der verschiedenen Helligkeit, genau gleiche Bild sieht wie *A*, was die Teilnahme von *B* am Wettstreit sehr unterstützt.

zu hellem Tageslicht ein weißes Papier betrachtete. Ich finde nun, daß die Verdunkelung sehr viel ausgesprochener ist, wenn man die Beobachtung an einem grauen Papier anstellt. Bei richtiger Wahl der Grautönung ist die Verdunkelung bei Schluß des Auges und die Erhellung bei seiner Öffnung recht beträchtlich, wenn auch nicht annähernd so groß, wie wenn man, statt das Auge *B* zu schließen, es durch ein dunkelgefärbtes Glas auf das Papier blicken läßt.

Noch auffälliger aber ist die Verdunkelung bei Ausschaltung von Auge *B*, wenn wir den Versuch nicht mit hell-, sondern mit vollständig dunkeladaptiertem Auge anstellen. Besonders wenn man die ins Gesichtsfeld zu nehmende Fläche nur äußerst schwach beleuchtet und im übrigen allen Lichteinfall in die dunkeladaptierten Augen ausschließt, tritt bei Schluß von *B* eine auffällige Helligkeitsabnahme, beim Öffnen eine entsprechende Helligkeitszunahme ein. Es ist das Verdienst Pipers, diese Tatsache festgestellt und das Helligkeitsverhältnis monokular und binokular ausgelöster Lichtempfindungen beim dunkeladaptierten Auge vergleichend untersucht zu haben, zuerst in seiner Arbeit über Dunkeladaptation (1903a) auf Grund von Messungen an der Intensität des Schwellenlichtreizes, dann in einer besonderen Arbeit (1903b) auf Grund von direkter Vergleichung monokular und binokular gesehener Helligkeiten, die durch eine sinnreiche Versuchsanordnung unmittelbar nebeneinander beobachtet werden konnten. Piper gelangte dabei zu dem Ergebnis, „daß man bei Helladaptation mit zwei Augen nicht oder nur ganz außerordentlich wenig heller sieht als mit einem, daß aber bei Dunkeladaptation die Helligkeitsempfindung zweier Augen die eines erheblich an Intensität übertrifft“. Mit diesen

Sätzen kann man sich unter Anbringung der Berichtigung einverstanden erklären, daß auch bei Helladaptation unter geeigneten Versuchsbedingungen bei Schließen des einen Auges eine nicht unerhebliche Verdunkelung eintritt, und daß eine solche auch in anderen Fällen sich wohl nur ausnahmsweise einer sorgfältigen Beobachtung ganz entzieht. Unrichtig aber ist es, wenn Piper seinen Versuchsergebnissen die Deutung gibt, daß zwar bei Helladaptation der Augen eine „additive Superposition der beiden Monokularerregungen“ nicht stattfindet, daß dieses aber bei Dunkeladaptation der Fall ist. Auch ich hielt letzteres früher durch die Piperschen Versuche für erwiesen (Mnemische Empfindungen, S. 90, 91), habe mich aber seitdem durch eine Reihe eigener Versuche davon überzeugt, daß die auffällige Verdunkelung des monokular gesehenen Gesichtsfeldes bei Dunkeladaptation genau ebenso wie die gewöhnlich viel geringere bei Helladaptation auf nichts anderes als auf den Wettstreit der Sehfelder (Bedingungen des paradoxen Versuchs) zurückzuführen ist, und daß die entsprechende Erhellung bei Öffnen des geschlossenen Auges sich lediglich aus dem Fortfall der Verdunkelung durch das wettstreitende dunkle Sehfeld des geschlossenen oder auch ins vollständig lichtlose blickenden Auges erklärt.

Zu seiner irrtümlichen Deutung ist Piper dadurch gelangt, daß er annahm (1903b, S. 171), Fechner habe gezeigt, „daß eine Verminderung der von einem Sehfeld ausgelösten Helligkeitsempfindung durch Reizung der korrespondierenden Stellen der anderen Netzhaut mit dunklerem Licht nur dann eintritt, wenn die Dunkelheit des anderen Sehfeldes eine gewisse untere Grenze nicht überschreitet“. Dies hat Fechner weder gezeigt, noch auch jemals behauptet. Ganz im Gegenteil! Er hat vielmehr gezeigt, daß

die Verdunkelung des gemeinsamen Gesichtsfeldes bei Vorhalten immer dunklerer Gläser vor das Auge *B* bis zu einem gewissen Punkte der Verdunkelung, seinem „Minimumpunkt“, dauernd zunimmt, beim Vorhalten noch dunklerer Gläser oder Glaskombinationen dann allerdings wieder abnimmt, aber selbst bei größtmöglicher Verdunkelung, wie sie sich durch Schluß oder Verdeckung des Auges *B* erzielen läßt, nicht gleich 0 wird. Dieser Punkt würde erst erreicht werden (Fechner, 1861, S. 448), „wenn das andre Auge gar nichts, auch nicht das Schwarz im Auge empfindet*), und er hat erkannt, daß das dunkle Sehfeld des geschlossenen Auges „vermöge seines photometrischen Wertes schon in ähnlicher Weise eine gewisse Verdunkelung des Gesichtsfeldes bewirkt, als dieses von dem photometrischen Werte sehr dunkler Gläser gilt, wenn sie an die Stelle des Augenschlusses vor das Auge *B* treten“. (Fechner, 1861, S. 448). In diesem Sinne interpretiert Fechner auch auf derselben Seite 448 seine auf S. 364 wiedergegebenen sehr lehrreichen Kurven.

Daß nun aber in der Tat unter den Piperschen Versuchsbedingungen bei Dunkeladaptation die bedeutende Verdunkelung des Gesichtsfeldes bei Schluß des Auges *B* oder beim Blicken dieses Auges ins völlige Dunkle auf binokularer Farbmischung oder besser auf dem Phänomen des Wettstreits der Sehfelder im weiteren Sinne beruht, das läßt sich insoweit durch direkte Beobachtung erweisen, als sich zeigen läßt, daß ein augenfälliger Wettstreit unter den gegebenen Bedingungen besonders leicht eintritt.

*) Bei intaktem Auge läßt sich dies also überhaupt nicht erzielen, wohl aber wenn jede Einwirkung des Auges auf das Zentralorgan — etwa durch traumatische Trennung seiner Verbindung mit demselben — ausgeschlossen ist (Anmerkung von R. Semon).

Blickt man nämlich nach einigem Verweilen im Dunkelmzimmer auf eine von einem anderen Raume aus äußerst schwach belichtete Fläche, z. B. das Milchglasüberlicht einer Tür, wobei es von Vorteil ist, wenn dieselbe aus einer Anzahl kleinerer durch Holzumrahmung getrennter Scheiben besteht, so daß die schwach sichtbaren hellen Felder von dunklen Konturen umrahmt sind, so verdunkelt sich bei Schluß eines Auges das Bild in unverkennbarer Weise. Läßt man nun das Auge eine längere Weile geschlossen, so sieht man, daß das Bild nicht so bleibt, wie es anfangs war, sondern sich bald hier, bald da, immer aber von der Peripherie aus gegen die Mitte des Gesichtsfeldes zu stärker verdunkelt, so daß die Felderung verschwimmt, bald dies, bald jenes helle Feld ganz schwarz wird (für Augenblicke kann das ganze Gesichtsfeld schwarz werden), sich dann wieder in wechselnder Form und Stärke aufhellt und wieder verdunkelt und verschwimmt. Dies Spiel wiederholt sich bei passender Wahl der Beleuchtung, solange das Auge geschlossen bleibt und ein Zustand der Ruhe tritt nicht ein. agegen hat man, sobald man das geschlossene Auge öffnet und zweiäugig beobachtet, sofort ein nicht nur helleres, sondern vor allen Dingen vollkommen ruhiges Bild.

Eine ganz ähnliche Wahrnehmung kann man machen, wenn man in dunkler Nacht eine Gruppe nur schwach sichtbarer Fixsterne betrachtet, am besten in der Nähe des Horizonts, damit keine zu hellen Sterne mit ins Gesichtsfeld fallen. Auch hier beobachtet man sehr bald nach Schließen des einen Auges eine wechselnde Verdunkelung, ein Verschwimmen, selbst Verschwinden und zeitweiliges Wiederauftauchen des Sternbildes, kurz das Auftreten einer Unruhe, die sofort dauernder Ruhe Platz macht, sobald man das geschlossene Auge öffnet und zweiäugig beobachtet.

Was wir in diesen Fällen vor uns haben, ist unzweideutig ein Wettstreit der Sehfelder, und zwar diejenige Form, die man bisher gewöhnlich als die typische schlechthin mit diesem Namen belegt hat, und die ich die Form des wogenden Kampfes nenne, während ich die Form des Wettstreits, die zu einem Dauerzustand, Gleichbleiben der Verdunkelung, binokularer Farbenmischung führt, als die des stehenden Kampfes bezeichne*).

Nehme ich in das Gesichtsfeld von Auge *A* zu helle Objekte, z. B. ein helles Sternbild, so kommt es bei Schluß von Auge *B* in den Bezirken des Gesichtsfeldes, in denen sich die hellen Punkte befinden, nicht zum wogenden Kampfe, ebenso nicht, wenn man im Dunkelzimmer die leuchtende Fläche zu hell wählt. Dann kommt es nur zu der mehr oder weniger merklichen (bei sehr hellen Objekten unmerklichen) Verdunkelung des stehenden Kampfes. Über die Bedingungen, wann die eine, wann die andere Form als Wettstreit auftritt, werden wir später noch ausführlich zusprechen haben. Doch sei erwähnt, daß unter Umständen bei manchen Individuen auch bei Helladaptation ein Wettstreit der Helligkeiten zwischen dem hellen Gesichtsfeld des Auges *A* und dem dunklen des geschlossenen Auges *B* in Form des wogenden Kampfes stattfinden kann, der von Purkinje sowie auch von Volkmann (vgl. Fechner, 1861, S. 427) genau beobachtet worden ist.

Übrigens kann man sich diese Erscheinung bei einem mittleren Adaptationszustand sehr schön folgendermaßen zur Anschauung bringen. Betrachtet man auf der Mattscheibe eines photographischen Apparats das Bild einer

*) Anmerkung des Herausgebers: Darauf sollte im 7. Kapitel noch ausführlicher eingegangen werden, denn es findet sich hier im Text der von mir gestrichene Satz: „Ich komme hieauf im 7. Kapitel noch ausführlicher zurück.“

einfachen Figur, z. B. einer 1, die als helle Fläche auf einem dunklen Hintergrund erscheint und deren Lichtstärke so abgeblendet ist, daß sie eben noch schwach wahrgenommen werden kann, wenn man bei helladaptiertem Auge den Kopf mit dem Dunkeltuch verhüllt, so tritt beim Schließen eines Auges sofort eine deutliche Verdunkelung, dann aber — bei richtiger Wahl der Abblendung — nach wenigen Sekunden das Phänomen des wogenden Kampfes auf, das bald diese, bald jene Stelle der Figur noch weiter verdunkelt, ganz zum Verschwinden bringt, oft alles mit Dunkel übergießt, worauf bald wieder die Figur ganz oder in Teilen sichtbar wird. Alles dies geschieht lange bevor ein vollständiger oder auch nur höherer Grad von Dunkeladaptation erreicht ist. Beim Verschwinden der Figur gelingt es, dieselbe durch leichte Kopfbewegung wieder deutlicher hervortreten zu lassen, das Übergewicht des helleren Sehfeldes im wogenden Kampf wieder herbeizuführen, aber beim Verweilen in der neuen Stellung wiederholt sich gleich wieder das alte Spiel. Nebenbei sei erwähnt, daß man auch beim altbekannten Wettstreit der Konturen oder der Farben durch leichte Änderungen der Kopf- und Augenstellung dem wogenden Kampf eine vorübergehende Wendung geben kann, da solche Änderungen naturgemäß den Kampf in das Bereich neuer elementarer Sinnesorgane (Zapfen- und Stäbchenorgane) überträgt.

Sehr lehrreich ist es, daß bei der geschilderten Versuchsanordnung der wogende Kampf gewöhnlich schon wenige Augenblicke nach Lidschluß beginnt, so daß es sich erübrigt, den etwaigen Einwurf, es handle sich vielleicht bloß um eine „Ermüdungserscheinung“ zu diskutieren.

Man kann endlich die Versuche auch so anstellen, daß man die Bilder zweier kongruenter, objektiv gleich be-

leuchteter Figuren (besser konturierter Figuren als gleichmäßiger Felder, wie Piper sie anwendete) nebeneinander im Gesichtsfeld zur Wahrnehmung bringt, von denen die eine binokular, die andere aber monokular gesehen wird. Sehr einfach läßt sich dies mit Hilfe eines Stereoskops erreichen (siehe unten S. 000), und man kann dann bei hinreichender Herabsetzung der Beleuchtung im Nebeneinander des Gesichtsfeldes die Ruhe des binokular gesehenen Bildes mit dem wogenden Kampfe der Helligkeiten im uniokular gesehenen unmittelbar vergleichen.

Daß die Wahrnehmung dieses Wettstreits Piper ganz entgangen ist, lag wohl zum Teil daran, daß bei seiner Versuchsanordnung der Wettstreit der Konturen sehr zurücktritt, der bei Wahl von Vergleichsobjekten mit charakteristischen Konturen erheblich mitwirkt, den leicht wahrnehmbaren wogenden Kampf herbeizuführen, z. B. wenn ein konturenbesitzendes helles Sehfeld mit einem konturenlosen dunklen (bei Lidschluß) in Wettstreit tritt.

Jedenfalls ist durch die oben mitgeteilten Beobachtungen bewiesen, daß ein Wettstreit sowohl bei hell- als auch bei dunkeladaptierten Augen bei jeder erzielbaren Verdunkelung eines Sehfeldes auftritt, und nicht, wie Piper meint, nur dann, „wenn die Dunkelheit des anderen Sehfeldes eine gewisse untere Grenze nicht überschreitet, was auch Fechner (siehe oben S. 94) nie behauptet, sondern von dem er das gerade Gegenteil gesagt hat. Daß bei Pipers Versuchsanordnung Verdunklung des binokular gesehenen Teils des Gesichtsfeldes bei Schluß des anderen Auges nicht auftrat (Piper, 1903b, S. 171), ist nur selbstverständlich, da dieses Auge schon vorher in völlige Dunkelheit geblickt hatte, eine weitere Verdunkelung durch den Lidschluß also nicht eintreten konnte.

Piper befindet sich also im Irrtum, wenn er durch seine Versuche bewiesen zu haben glaubt, daß zwar bei Helladaptation der Augen beim binokularen Sehakt „eine additive Superposition der beiden Monokularerregungen“ nicht stattfindet, daß dies aber bei Dunkeladaptation der Fall ist. Vielmehr findet eine solche additive Superposition, eine Summation der Intensität beim binokularen Sehakt weder bei Hell-, noch bei Dunkeladaptation statt, wohl aber beim uniokularen Sehakt eine gewöhnlich minimale, unter Umständen aber auch beträchtlichere Intensitätsschwächung durch den stets vorhandenen Wettstreit des Sehfeldes des geschlossenen mit dem des geöffneten Auges, ein Umstand, ohne den, wie Fechner (1861, S. 448) mit Recht sagt, „wir mit einem Auge allein genau ebenso hell sehen würden, als mit zweien“. Da dieser Wettstreit bei Intaktheit beider Augen aber stets vorhanden ist, allerdings bei Schluß eines Auges und einigermaßen hellem Sehfeld des anderen für das erstere äußerst ungünstig liegt, so sehen wir mit zwei Augen stets heller als mit einem, dieses Mehr ist aber, wenn das Sehfeld des geöffneten Auges hinreichend hell ist, von verschwindender Kleinheit, weil in diesem im gewöhnlichen Leben weitaus häufigsten Falle die Kampfeslage im Wettstreit für das durch Lidschluß verdunkelte Sehfeld äußerst ungünstig ist.

Die Komplikation, die beim Sehorgan dadurch gegeben ist, daß auch das gänzlich verdunkelte Auge sich keineswegs in einem Zustande der Unerregtheit befindet, vielmehr noch ein Sehfeld besitzt und mehr oder weniger zur Geltung bringt, fällt bei anderen Sinnesorganen, z. B. beim Gehörorgan, ganz oder jedenfalls praktisch genommen fort, wenn es uns gelingt, jeden äußeren Reiz von dem auszuschießenden Organ fernzuhalten. Denn die durch innere

Reize etwa noch hervorgerufenen Erregungen spielen jedenfalls beim Ohr und den übrigen Sinnesorganen nicht im entferntesten die Rolle wie beim Auge, wo bei noch so langer Fernhaltung jedes Lichtreizes bekanntlich immer noch als Ausdruck des Stoffwechsels der Sehsubstanz eine beständig schwankende Gesichtsempfindung*) vorhanden ist.

Dennoch kommen auch bei der Vergleichung des diotischen mit dem monotischen Hören gewisse Komplikationen in Betracht, die die Aufgabe erschweren, ohne jedoch eine exakte Intensitätsvergleichung unmöglich zu machen. Das Studium dieser Komplikationen trägt sogar zur Klärung des von uns behandelten Hauptproblems bei. Hierauf kann aber erst später**) näher eingegangen werden, und wir wollen hier nur das Endergebnis einer diese Nebenumstände berücksichtigenden Untersuchung vorwegnehmend in dem Satz zusammenfassen, daß man mit einem Ohr genau ebenso laut hört wie mit zweien, ebenso wie Fechner mit Recht behauptet hat, daß man, wenn man den Einfluß des dunklen Sehfeldes des geschlossenen Auges völlig ausschließen könnte, „wir mit einem Auge genau ebenso hell sehen würden als mit zweien“.

Eine Intensitätssteigerung der Empfindungsmanifestation findet also bei der Erregung zweier entsprechender

*) Vgl. die genauere Beschreibung dieser Empfindung bei Aubert (1865 S. 333). Man hat ihr die Bezeichnung Lichtchaos, Lichtstaub des dunklen Gesichtsfeldes, inneren Lichtnebel, Eigenlicht der Netzhaut, Augenschwarz beigelegt. Wie Hering (1874 S. 64) hervorhebt, empfindet man „durchaus kein Schwarz, sondern hat Empfindungen, welchen man eine ziemlich bedeutende Helligkeit zuschreiben muß, und welche nach längerem Aufenthalt in einem absolut dunklen Raume dem Weiß fast ebenso nahe verwandt sind wie dem reinen Schwarz“. Die Bezeichnung Augenschwarz ist also ungeeignet.

**) Im unvollendeten 7. Kapitel.

elementarer Sinnesorgane des rechten und linken Sehorgans oder des rechten und linken Gehörorgans nicht statt, wohl aber eine nachweisbare Vividitätssteigerung. Freilich ist letztere verhältnismäßig geringfügig verglichen mit derjenigen, die durch besondere Einstellung der sogenannten Aufmerksamkeit hervorgerufen werden kann, einer Erscheinung, dem das folgende Kapitel gewidmet sein soll.

Bei der verhältnismäßigen Kleinheit der Vividitätssteigerung durch Vervielfältigung der Reizung ist ein exakter Nachweis schwierig. Angesichts der prinzipiellen Wichtigkeit der Sache erscheint es mir aber notwendig, einen solchen zu führen, und, indem ich eine Reihe minder schlagender Versuchsanordnungen, auf die ich bei längerer Beschäftigung mit dem Gegenstande geführt worden bin, hier, um Platz zu sparen, übergehe, beschreibe ich im folgenden einen Versuch, der mir den Anforderungen voll zu genügen scheint.

Figur 1 zeigt nebeneinander gestellt drei als Abdrücke desselben Klischees identische Bilder einer Echinodermenlarve (*Synapta digitata*), die eine etwa eiförmige Gestalt besitzt. Die fünf Wimperschnüre, die den Körper umsäumen, erinnern an die Reifen einer Tonne, und die daraus sich ergebende Ähnlichkeit des ganzen Gebildes mit einer Tonne, hat diesem Larvenstadium die Bezeichnung als Tonnenlarve eingetragen. Die drei Abdrücke sind von links nach rechts mit den Buchstaben *a*, *b* und *c* bezeichnet. *a* und *b* sind die Objekte, die binokular zur Deckung gebracht werden sollen, während *c* nur bei gewissen Versuchsanordnungen als einäugig gesehenes Vergleichsobjekt zu dienen hat. Bei Versuchsanordnung 1 ist Objekt *c* mit einem dunkelen, am besten schwarzen Blatt zu verdecken.

Versuchsanordnung 1 ist die einfachste und genügt allen

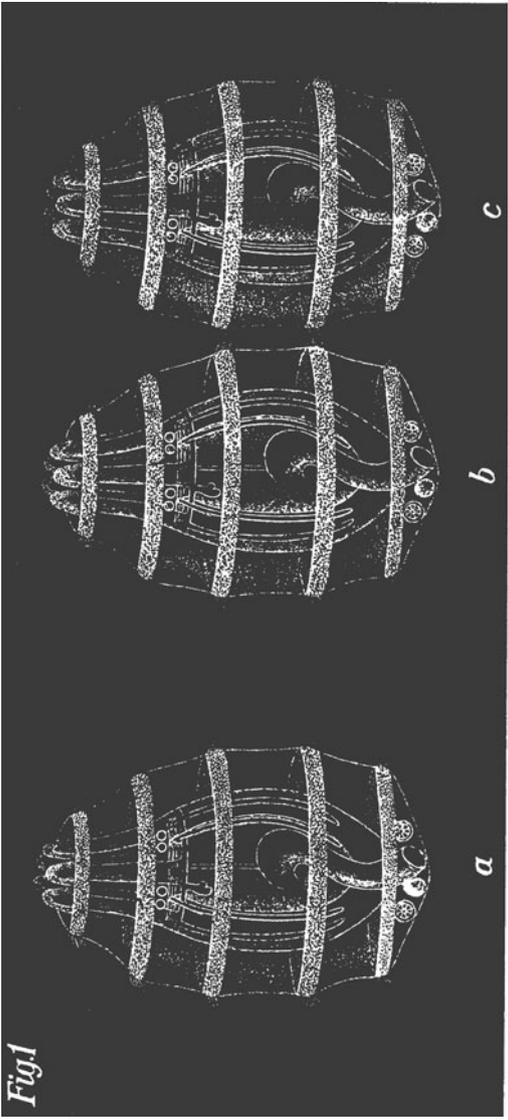


Fig1

Anforderungen. Es bedarf aber einer gewissen Übung, um den Versuch auf diese Weise auszuführen. Nach Verdeckung von *c* blicke man in gewöhnlicher Leseentfernung auf *a* und *b* unter Parallelstellung der Blicklinien. Dies ist leicht zu erzielen, wenn man für die Ferne akkommodiert, indem man z. B., immer auf die Figuren blickend, seine Aufmerksamkeit von ihnen ablenkt und an ganz etwas anderes denkt. Sobald die Parallelstellung der Blicklinien eingetreten ist, wird man bemerken, daß sich nicht mehr zwei, sondern drei Sehdinge im Gesichtsfeld befinden. Man lernt es nun bald, diesen seine Aufmerksamkeit zuzuwenden und dadurch auf sie zu akkommodieren, ohne die Parallelstellung der Blicklinien zu verändern, d. h. ohne zu konvergieren, was eine Umwandlung der drei Sehdinge in nur zwei verursachen würde.

Von den so gesehenen drei Sehdingen wird das mittlere binokular gesehen, die beiden anderen unokular, und zwar das rechte allein mit dem linken Auge, das linke allein mit dem rechten. Vergleicht man nun das mittlere Sehding mit den beiden seitlichen, so wird man ohne weiteres bemerken, daß, abgesehen von einem geringen Grade größerer Helligkeit (Wettstreitphänomen, siehe oben S. 96/97), der Eindruck der Körperlichkeit des mittleren Sehdings sehr viel stärker ist als der seiner seitlichen Nachbarn. Die Wimperreifen z. B. springen dem Beschauer ungleich stärker entgegen, sie scheinen von den inneren Organen, dem Darm usw., viel weiter entfernt als bei den einäugig gesehenen seitlichen Bildern, und überhaupt erscheint alles viel plastischer.

Versuchsordnung 2. Wem es nicht gelingen sollte, auf diese Weise eine binokulare Deckung unter Parallelstellung der Blicklinien zu erzielen, der kann folgendermaßen verfahren. Nach Aufdeckung von Figur *c* stelle er auf den

hellen Strich zwischen *a* und *b* senkrecht ein dunkles Kartonblatt, das bis zu seinem Gesicht reicht, so daß er *a* nur mit dem linken, *b* und *c* nur mit dem rechten Auge sieht. Er wird sodann nach kurzer Zeit nur zwei Sehdinge wahrnehmen, von denen das linke zweiäugig, das rechte bloß einäugig (mit dem rechten Auge) gesehen wird. Beim Vergleich dieser beiden Bilder macht sich in Bezug auf den plastischen Eindruck genau derselbe Unterschied zwischen zweiäugig und einäugig gesehenem bemerklich wie bei der ersten Versuchsanordnung.

Wenn auch auf diesem Wege eine binokulare Deckung von Figur *a* und *b* nicht gelingen sollte, so ist ein Apparat in Anwendung zu bringen, der die Deckung zweier, jedem Auge einzeln gebotener Bilder erleichtert. Wem nicht ein handliches, d. h. nicht fest eingebautes, sondern von seinem Stativ unabhängiges Stereoskop (z. B. nach Art des von C. Zeiß hergestellten) zur Verfügung steht, der kann sich ein für unsere Zwecke gut verwendbares Instrument herstellen, indem er von einem gewöhnlichen Opernglas die Okulare abschraubt und durch die so entstandenen Hohlräume und die Objektivlinsen blickend Figur *a* mit dem linken, Figur *b* (nebst *c*) mit dem rechten Auge in Lupenabstand betrachtet. Ist das Gesichtsfeld des Instruments nicht zu klein, so sieht man rechts von dem zweiäugig wahrgenommenen Sehding auch noch das nur vom rechten Auge gesehene Bild von *c*. Fällt dies nicht hinreichend mit ins Gesichtsfeld, so kann man den Vergleich von zweiäugig mit einäugig gesehenem Sehding nacheinander anstellen, indem man bald das eine, bald das andere Auge schließt und wieder öffnet. Letztere Methode hat noch den Vorteil, daß dann der Helligkeitsunterschied zwischen unokularem und binokularem Sehding ein verschwindend kleiner ist. Da-

gegen ist der Unterschied im plastischen Eindruck, den die beiden Sehdinge machen, ein überraschend großer.

Wir haben uns nun die Frage vorzulegen, wie dieser Unterschied des plastischen Eindrucks zwischen einäugiger und zweiäugiger Betrachtung zustande kommt. Zunächst steht es fest, daß es sich in allen unseren Versuchen bei dem zweiäugig gesehenen Sehding nicht um ein stereoskopisches Sammelbild handelt, wie es entsteht, wenn jedem Auge ein seiner parallaktischen Stellung entsprechendes, von dem anderen verschiedenes Bild geboten wird. Vielmehr sind die beiden Augen gebotenen Bilder als Abdrücke desselben Klischees in allen ihren Konturen durchaus gleich. Jede stereoskopische Tiefenwahrnehmung im eigentlichen Sinne des Worts ist also ausgeschlossen.

Außer dieser eigentlichen, durch die „stereoskopische Parallaxe“ bedingten Tiefenwahrnehmung gibt es nun aber bekanntlich noch eine zweite, die es auch dem Einäugigen ermöglicht, körperlich zu sehen, die einer auf eine Fläche gezeichneten Abbildung den Eindruck der Körperlichkeit zu verleihen vermag und dadurch die Grundlage aller Zeichen- und Malkunst bildet, und die ganz passend als quasi-stereoskopische Tiefenwahrnehmung bezeichnet wird. Wenn wir ein Auge schließen und die uns umgebende Körperwelt einäugig betrachten, fällt die eigentliche stereoskopische Tiefenwahrnehmung ganz fort; dennoch sehen wir unsere Umgebung nach wie vor körperlich, allerdings nicht ebenso körperlich wie mit zwei Augen, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man z. B. eine feine Nähnadel einäugig einzufädeln versucht.

Die quasi-stereoskopische Tiefenwahrnehmung gründet sich auf die Erfahrungsmotive der Perspektive, der Luftperspektive, der Schattenverteilung und der teilweisen

Bedeckung hintereinander gelegener Teile. Durch angemessene Benutzung der Wirksamkeit dieser Motive gelingt es einem geschickten Maler, den Gegenständen eines auf eine ebene Fläche gezeichneten oder gemalten Bildes, das auch bei zweiäugiger Betrachtung keine eigentliche stereoskopische Tiefenwahrnehmung hervorrufen kann, einen oft erstaunlichen Grad von Körperlichkeit zu verleihen.

In der Nähe betrachtet wirkt eine solche Abbildung bei einäugiger Betrachtung entschieden körperlicher als bei zweiäugiger. Dies erklärt sich daraus, daß, wenn wir eine Abbildung, wie z. B. die unserer Tonnenlarve, in gewohnter Weise vor uns halten und binokular betrachten, sie angenähert oder genau in unserem Längshoropter, d. i. zugleich in der Kernfläche des Sehraumes, liegt. Sie wird infolgedessen durchaus flächenhaft gesehen, und dieser Umstand wirkt den quasi-stereoskopischen Motiven der Schattierung, Luftperspektive, Bedeckung der hinten gelegenen Teile durch die vorn gelegenen nicht unbeträchtlich entgegen, so daß unter diesen Umständen eine Art Widerstreit zwischen flächenhaftem und körperlichem Eindruck entsteht. Schließt man eine Auge, so wird der Zwang zum flächenhaften Sehen ausgeschlossen, und die quasi-stereoskopischen Motive gelangen ungestört zur Geltung. Die Erhöhung des plastischen Eindrucks einer bildlichen Darstellung bei Betrachtung aus nicht zu großer Entfernung durch Schluß eines Auges ist eine den Künstlern wohlbekannte Erscheinung.

Der Widerstreit zwischen dem Zwang zum flächenhaften Sehen und der Wirksamkeit der quasi-stereoskopischen Motive, der bei der gewöhnlichen binokularen Betrachtung aus der Nähe vorhanden ist, fällt nun aber bei binokularer Betrachtung unter Parallelstellung der Gesichts-

linien, wie wir sie bei allen unseren Versuchen in Anwendung gebracht haben, ganz fort. Denn bei parallelen Gesichtslinien gibt es keine Horopterfläche und entsprechende Kernfläche mehr, sondern der ganze über eine gewisse Entfernung hinausliegende Raum ist Horopter. Der bei gewöhnlicher zweiäugiger Betrachtung einer flächenhaften Abbildung bestehende Nachteil fällt also dann fort, und der Vergleich zwischen einäugiger und zweiäugiger Betrachtung erfolgt unter wirklich gleichen Bedingungen. Das Ergebnis des so ausgeglichenen Vergleichs ist ein völlig unzweideutiges: die quasi-stereoskopischen Motive machen sich bei zweiäugiger Betrachtung ungleich stärker geltend als bei einäugiger. Warum? Offenbar weil sie sich dem Bewußtsein viel stärker aufdrängen, d. h. weil ihre Vividität wie die Vividität des binokular gesehenen Sehdinges überhaupt *ceteris paribus* stets größer ist als die des unokular gesehenen)*.

*) In den mnemischen Empfindungen (S. 96) habe ich die Bemerkung Herings (1862, Heft 2, S. 93) zitiert, daß im Vergleich zu dem einäugig Gesehenen „das doppeläugig Gesehene aber sich *ceteris paribus* stets lebhafter ins Bewußtsein drängt.“ Ewald Hering hat mich noch kurz vor seinem Tode darauf aufmerksam gemacht, daß dieser Ausspruch sich nur auf den bestimmten Fall dort von ihm behandelten Fall bezieht, bei dem es sich um doppeläugige mit disparaten Netzhautstellen, also stereoskopisch Gesehenes handelt und nicht besagen soll, daß ganz allgemein alle doppelseitig erzeugten Empfindungen, also auch die durch Reizung korrespondierender Netzhautstellen ausgelösten, größere Eindringlichkeit oder Vividität besitzen, also nur einseitig erzeugte. Dagegen hat sich Jentzsch-Wetzlar (1913) in seiner Besprechung des von ihm konstruierten binokularen Mikroskops auf den von mir vertretenen Standpunkt gestellt. Auch ist ihm bereits die Zunahme des plastischen Eindrucks bei doppeläugiger Betrachtung identischer Bilder aufgefallen und er äußert die Vermutung, „daß in dem Eindruck der Vividität auch ein Teil der Tiefenempfindung selbst enthalten ist, und zwar diejenigen ihrer psychischen Faktoren, die nur beim binokularen Sehen auftreten“. — Die vor allem durch die Vividitäts-

Dieser Beweis scheint mir ein bündiger zu sein, und wir fassen nunmehr das Hauptergebnis dieses langen Kapitels in den Sätzen zusammen: Eine Intensitätssteigerung der Empfindungsmanifestation findet bei Vervielfältigung der Erregung durch Reizung korrespondierender elementarer Sinnesorgane des Gehörs und Gesichts oder zahlreicherer äquivalenter Organe des Geruchs und Geschmacks nicht statt, obwohl im Vergleich zur Erregung nur je eines, bzw. einer kleineren Anzahl dieser Organe eine Vermehrung der Energiemenge vorliegt. Wohl aber steigert sich die Vividität der diese Doppelerregungen bzw. Vielfacherregungen manifestierenden Empfindung in merklichem Grade.

steigerung bedingte Überlegenheit des doppeläugigen Sehens über das bloß einäugige ist eine so bedeutende, daß es meiner Ansicht nach nur eine Frage der Zeit ist, daß alle solchen optischen Instrumente wie Mikroskope, terrestrische und astronomische Fernrohre usw. zum doppeläugigen Gebrauch auch da hergerichtet werden, wo man auf parallaktische Effekte (eigentliches stereoskopisches Sehen) ganz verzichten will oder muß.

V. Kapitel.

Grad der Bewußtheit und Aufmerksamkeit.

Wir haben in der zweiten Hälfte des vorigen Kapitels eine Steigerung des Bewußtheitsgrades behandelt, die das Ergebnis einer vervielfachten Reizung, und zwar einer Reizung korrespondierender, bzw. äquivalenter Empfangsstellen ist. Die auf diesem Wege erzielte Steigerung des Bewußtheitsgrades hat, abgesehen von meinen Ausführungen in den Mnemischen Empfindungen, bisher noch niemals die gebührende Beachtung gefunden. Um so eifriger hat man sich dafür mit denjenigen Zuständen des Bewußtheitsgrades beschäftigt, die man als Aufmerksamkeit zu bezeichnen pflegt. In der Sprache des Alltagslebens wird unter Aufmerksamkeit recht Verschiedenartiges verstanden, und vor allem verbindet sich zunächst fast für jeden mit diesem Begriff der der aktiven Anspannung, wie er noch schärfer in der lateinischen Bezeichnung *attentio* zum Ausdruck kommt, die ursprünglich schlechthin Anspannung, in übertragenem Sinne als Anspannung des Geistes, Aufmerksamkeit bedeutet und in den italienischen, französischen und englischen Bezeichnungen für diesen Begriff weiterlebt. Anspannung aber erscheint uns als Handlung und aktive Anspannung als eine von unserer Willkür abhängige Handlung, wodurch wir leicht dazu geführt werden, die Aufmerksamkeit unter diese Begriffs-kategorie einzuordnen und hierin ihr Hauptcharakteristikum zu erblicken.

Nun lehrt uns allerdings hundertfältige Erfahrung, daß zwar der Grad unserer Aufmerksamkeit auf diese oder jene Einzelheit unseres jeweiligen Bewußtseinsinhalts bis zu einem gewissen Ausmaße von dem abhängig sein kann, was wir Wille oder Willkür nennen, daß dieses Maß aber ein verhältnismäßig beschränktes ist. Wie oft wird der Brennpunkt unserer Aufmerksamkeit gegen unseren Willen verschoben durch einen unerwartet auftretenden starken Eindruck, und wie oft gelingt es der heftigsten Anspannung nicht, ihn in dem Bezirk unseres Bewußtseinsinhalts zu fesseln, in dem unser sogenannter Wille ihn festzuhalten wünscht.

Dies sind allbekannte Tatsachen, die schon seit langer Zeit zur Unterscheidung einer willkürlichen und unwillkürlichen bzw. einer aktiven und passiven Aufmerksamkeit geführt haben, woraus unmittelbar hervorgeht, daß Willkürlichkeit und aktive Anspannung keine inhärenten Merkmale des allgemeinen Begriffs der Aufmerksamkeit sein können, und daß wir aus demselben Grunde nicht berechtigt sind, die Aufmerksamkeit allgemein als Handlung oder als Tätigkeit zu klassifizieren. Unwillkürliche Aufmerksamkeit stellt sich unserem Bewußtsein eben nicht als Tätigkeit dar, und wenn man sie im Gegensatz zur willkürlichen, aktiven Aufmerksamkeit vielfach als passive bezeichnet, so ist es unmöglich, an ihrem Tätigkeitscharakter festzuhalten und sie als passive, also nicht tätige Tätigkeit anzusehen. Auch die mannigfachen Wechsel der passiven Aufmerksamkeit stellen sich unserem Bewußtsein nicht als Tätigkeiten, sondern als bloße Vorgänge ohne Tätigkeitscharakter dar.

Die Aufmerksamkeit im gegebenen Augenblick ist vielmehr als Zustand zu bezeichnen, der Wechsel der Aufmerksamkeit von einem Augenblick zum anderen zu-

nächst als ein Vorgang, der nur in dem besonderen Fall der willkürlichen Aufmerksamkeit einen mehr oder weniger ausgeprägten Tätigkeitscharakter annehmen kann. Auch das Ausbleiben des Wechsels, das Beharren des Zustandes von einem Augenblick zum anderen kann in dem Sonderfalle Tätigkeitscharakter annehmen, wenn es unter Anspannung durchgeführt und dementsprechend als willkürlich bedingt empfunden wird.

Worin besteht nun der Wechsel der Aufmerksamkeit? Abgesehen von dem begleitenden Bewußtseinsvorgang des Wollens, der vorhanden sein oder fehlen kann, also nur akzidentell ist, stellt er sich dar als ein Wechsel der Lebhaftigkeit (Vividität) oder allgemein ausgedrückt des Grades der Bewußtheit der verschiedenen Teile des Bewußtheitsinhalts. Wir können demnach sagen: unter Stand der Aufmerksamkeit verstehen wir den jeweiligen Stand der Verteilung der verfügbaren Vividität auf die verschiedenen Teile des Bewußtseinsinhalts; unter Wechsel der Aufmerksamkeit den Wechsel dieser Verteilung.

Die Erfahrung lehrt uns, daß wir sehr wohl imstande sind, unsere Aufmerksamkeit gleichzeitig verschiedenen Teilen unseres Bewußtseinsinhalts zuzuwenden, also die Vividität dieser Teile im Vergleich zu den übrig bleibenden Teilen zu erhöhen, sie lehrt uns aber auch, daß auf je mehr Punkte wir verteilen, um so geringer die Vividität jedes einzelnen Teilhabers wird. Umgekehrt, je mehr sie auf wenige oder am besten auf bloß einen möglichst kleinen Teil beschränkt wird, um so größer wird die Vividität dieses Teils. Man bezeichnet diese Erscheinung in der Psychologie als die „Enge des Bewußtseins“, und wenn man von Konzentration der Aufmerksamkeit spricht, so liegt diesem Bilde der Gedanke zugrunde, daß die Aufmerksamkeit

etwas ist, was sich zusammendrängen oder umgekehrt auf Kosten seiner Dichte auf ein weiteres Gebiet verteilen läßt. „Wir können“, so sagte ich in den Mnemischen Empfindungen (S. 342), „uns also bildlich so ausdrücken, daß die verschiedenen Komponenten eines simultanen Empfindungskomplexes (Bewußtseinsinhalts) sozusagen in einer Mitbewerbung um die Verteilung der im gegebenen Augenblick verfügbaren Vividität stehen.“ Wir werden in späteren Kapiteln sehen, daß diese Anschauung, die hier in bildlichem Gewande auftritt, sich tiefer fassen und in ihrem energetischen Korrelat auf eine ganz bestimmte anatomische und physiologische Grundlage stellen läßt. Erst dann kann auch der Ausdruck „verfügbare“ Vividität seine nähere Erklärung finden.

Stand der Aufmerksamkeit ist also, wie oben ausgeführt, gleichbedeutend mit Stand der Verteilung der verfügbaren Vividität auf die einzelnen Teile des Bewußtseinsinhalts. Natürlich bleibt dann zu untersuchen, was den Stand der Aufmerksamkeit, d. h. die Vividitätsverteilung bestimmt. Wir werden darauf später eingehen und werden finden, daß eine ganze Reihe von bedingenden Umständen den Zustand der Vividität des jeweiligen Bewußtseinsinhalts beeinflusst. Nicht selten, wiewohl durchaus nicht vorwiegend stellt sich uns ein Komplex dieser Umstände als Willensphänomen dar. Dann sagen wir: mein „Wille“ oder „ich“ lenkte meine Aufmerksamkeit hier hin oder dort hin, konzentrierte sie auf diesen Punkt oder teilte sie zwischen jenen gleichzeitigen Wahrnehmungen. Oder aber, wo ein Willensvorgang nicht in Frage kommt: meine Aufmerksamkeit wurde durch ein plötzliches Geräusch oder durch ein grelles Licht von dem Gegenstande, bei dem sie gerade verweilte, abgezogen

In allen diesen Fällen ist es überflüssig, die Aufmerksamkeit als eine Art Agens oder auch nur als ein Zwischenglied zwischen den bedingenden Umständen (einschließlich des sogenannten Willens) und der resultierenden Verteilung der Vividität aufzufassen, etwa als ein besonderes seelisches Vermögen, durch das jene bedingenden Umstände die Verteilung ins Werk setzen. Es ist zuzugeben, daß bei oberflächlicher Betrachtung die Aufmerksamkeit uns als eine Art Instrument erscheinen könnte, mit dessen Hilfe wir diesen oder jenen Teil eines Bewußtseinsinhalts herausheben, ihn lebhafter und klarer machen können, ähnlich wie wir ein Mikroskop oder eine photographische Kamera mittels der Stellschraube scharf auf ein bestimmtes Objekt oder einen einzelnen Teil desselben einstellen können, ähnlich auch wie wir unser Auge bald auf einen nahen, bald auf einen fernen Punkt in unserem Sehfeld durch Entspannung oder durch Spannung der Zonula Zinnii akkomodieren. In Fortführung dieses Vergleiches sagt man dann nicht selten, dieser oder jener Teil des Bewußtseinsinhalts befinde sich im Blickpunkt, Brennpunkt, Fokus der Aufmerksamkeit. Diese bildliche Ausdrucksweise ist aber nur so lange zulässig, als sie uns nicht verleitet, in der Aufmerksamkeit nun auch einen eigenartigen Mechanismus zu erblicken, der wie die Stellschraube des Mikroskops oder der Akkomodationsapparat des Auges die Einstellung vermittelt. Der Einschlebung eines vermittelnden Zwischengliedes zwischen bedingenden Umständen und Vollzug der Vividitätsverteilung bedarf es, wie wir noch sehen werden, nicht. Sie ist, da die Vividitätsverteilung sich unmittelbar unter dem Einfluß der bedingenden Umstände vollzieht, vollkommen überflüssig und daher verwerflich. Brennpunkt der Aufmerksamkeit ist für uns einfach der Punkt

stärkster Vividität im Bewußtseinsinhalt. Im Sprachgebrauch wird das Wort Aufmerksamkeit häufig im Sinne von Brennpunkt der Aufmerksamkeit, Punkt stärkster Vividität gebraucht, beispielsweise wenn man sagt, man richte seine Aufmerksamkeit auf etwas oder die Aufmerksamkeit richte sich auf etwas. Da man aber auch von geminderter Aufmerksamkeit, größerer oder geringerer Unaufmerksamkeit bei einer Wahrnehmung zu sprechen pflegt, erkennt doch auch der Sprachgebrauch der Aufmerksamkeit alle möglichen Grade zu und identifiziert sie damit einfach mit der Vividitätsverteilung.

Ehe wir uns nun der Grundfrage unserer Untersuchung nach dem energetischen Korrelat der Vividität und damit auch nach dem der Vividitätsverteilung wieder zuwenden, haben wir noch eine Vorfrage zu erledigen. Wir haben im vorigen Kapitel gefunden, daß mit der durch Vervielfältigung der Reizung verbundenen Vividitätssteigerung keine Steigerung der Intensität der betreffenden Empfindung verbunden ist. Wie verhält es sich damit, wenn die Vividitätssteigerung sich als ein Ergebnis des Aufmerksamkeitszustandes, also des Verteilungszustandes der verfügbaren Vividität darstellt?

Dies ist eine viel umstrittene Frage, doch ist die Sachlage eine derartige, daß sich eine bestimmte Antwort auf dieselbe sehr wohl geben läßt. Betrachten wir sie zuerst in ihren großen Zügen und gehen wir dabei von den Sätzen aus, die Fechner in seinen Elementen der Psychophysik (1860) und Revision der Hauptpunkte der Psychophysik (1882) ausspricht: „Wir sehen einen Gegenstand heller, wenn der Lichtreiz, der von ihm herkommt, stärker ist, aber wir sehen ihn nicht ebenso heller, wenn wir ihn aufmerksamer betrachten. Wir vernehmen einen Ton als einen

stärkeren, wenn der Schallreiz stärker ist, aber die verstärkte Aufmerksamkeit läßt uns demselben keine größere sinnliche Stärke beilegen. Mögen wir aufmerksamer hinsehen, hinhören, die Helligkeit, die Schallstärke scheint uns nicht sinnlich dadurch verstärkt.“ Ebbinghaus (1905, S. 612) bemerkt dazu: „In der Hauptsache verhält es sich gewiß so. Eine Stearinkerze gewinnt nicht die Helligkeit eines Auerlichtes, wenn man sie auch noch so aufmerksam betrachtet, ein Wein wird nicht süßer oder saurer, wenn man ihn ‚mit Verstand‘ trinkt. Die vorgehende Veränderung ist ganz anderer Art; sie besteht, um das schon oben Gesagte kurz zusammenzufassen, wesentlich in zweierlei. Das aufmerksam Wahrgenommene macht sich erstens mit größerer Energie in der Seele geltend, d. h. es drängt sich vor anderen Eindrücken und in besserer Abhebung gegen seine Umgebung im Bewußtsein hervor, und es wird in höherem Maße bestimmend für den weiteren Fortgang der Gedanken, es beherrscht die Reproduktion; zweitens treten in ihm verschiedene Seiten oder verschiedene Teile deutlicher und in schärferer Sonderung auseinander. Allein es ist doch fraglich, wie Fechner an anderer Stelle selbst anerkennt, ob eine solche Unabhängigkeit zwischen Energie des Hervortretens und sinnlicher Empfindungsstärke als eine absolute behauptet werden kann, ob nicht die Eindrücke durch Zuwendung der Aufmerksamkeit doch auch eine gewisse Steigerung ihrer Stärke erfahren.“

Die Gründe nun, die dafür geltend gemacht werden, daß die Aufmerksamkeit innerhalb gewisser, recht beschränkter Grenzen die Intensität der Empfindungen zu verstärken vermag, sind größtenteils mehr indirekter Natur, und diese können, weil durchaus unhaltbar, von uns in Kürze abgetan werden.

Erstens ist da zu erwähnen, die Tatsache, daß wir alle imstande sind, unsere mnemischen Empfindungen (Erinnerungsbilder, Phantasiebilder) durch Konzentration der Aufmerksamkeit auf sie in dem Sinne zu „verstärken“, daß sie deutlicher, lebhafter werden. Es gibt Menschen (vgl. Mnemische Empfindungen, S. 223—225, ferner G. H. Meyer, 1843), die dieses Vermögen in dem Maße besitzen, daß ihre Erinnerungs- und Phantasiebilder unter Umständen, wie J. Müller (1826) sich ausdrückt, „leuchtend“ werden können, womit gemeint ist, daß sie die Vividität von durch äußeren Reiz ausgelösten Sinnesempfindungen, von Originalempfindungen erreichen. In allen diesen Fällen aber beruht die sogenannte Verstärkung auf einer Zunahme der Vividität, nicht der Intensität. Schon in den Mnemischen Empfindungen (S. 238) habe ich ausgeführt: Das Pianissimo eines Gesanges, das wir bis in die feinsten Nuancen vernehmen, bleibt trotz der vollkommenen, gar nicht zu übertreffenden Klarheit, in der atemlosen Stille des Konzertsalles, in der absorbierenden Stimmung, die Originallaute der berühmten Sängerin zum ersten Male zu hören, doch immer ein Pianissimo. Und ebenso kann ich mir das Erinnerungsbild dieses Pianissimo auf das allerlebhafteste wieder erwecken, so daß es mir fast leibhaftig wieder in den Ohren klingt; dabei bleibt es aber immer ein Pianissimo. Dem möchte ich hier noch hinzufügen, daß, wenn es mir, wie wohl der Mehrzahl der Menschen, nicht gelingt, mir eine sonnenbeglänzte Schneelandschaft „leuchtend“, d. h. mit der Lebhaftigkeit einer Originalempfindung vorzustellen, ich sie deshalb doch nicht mit meinem inneren Auge im Halbdunkel sehe; ich sehe sie vielmehr mit meinem inneren Auge in den richtigen Intensitäten, aber mit sehr geminderter Vividität.

Andere indirekte Beweise, die Ebbinghaus (1905, S. 613) aus gewissen Tatsachen des Traumlebens abzuleiten sucht, sind ebenfalls bedeutungslos. Wenn er sagt, die bekannte Lebhaftigkeit der Traumbilder sei daraus zu erklären, daß ihnen eine relativ stark konzentrierte Aufmerksamkeit zugewandt sei, so ist dies ganz richtig, beweist aber doch nicht die durch die Aufmerksamkeit gesteigerte Intensität, sondern nur die gesteigerte Lebhaftigkeit oder Vividität dieser Empfindungen. Ebenso unbeweisend ist die von Dürr (1914, S. 123) herangezogene Beobachtung, daß, während wir zuweilen im richtigen Schlaf Kanonendonner zu hören glauben, wir uns beim Erwachen in die friedlichste Situation versetzt finden, da wir in der Stille der Nacht dem Schlag der Turmuhr lauschen. Der Ausgangspunkt des Unterschiedes ist hier offenbar die verschiedene Deutung, die wir im Traume einerseits, im Wachen andererseits der durch denselben Reiz ausgelösten Empfindung geben. Diese verschiedene Deutung bedingt das Auftreten ganz verschiedener assoziativer Zutaten und dadurch besonders verschiedener Gefühlstönungen, wie der Angst im Traumzustand, der Beruhigung im Wachzustand, sie macht dadurch den Vergleich unrein und infolgedessen die betreffenden Erfahrungen — ein noch ausgeprägteres Beispiel würde das sogenannte Alpdrücken abgeben — überhaupt zur Entscheidung der uns hier beschäftigenden Frage ungeeignet.

Man hat drittens versucht, aus gewissen Schwellenbestimmungen eine Art Beweis für den Einfluß der Aufmerksamkeit auf die Intensität der Empfindungen abzuleiten und besonders die Versuche über den Zusammenhang zwischen Aufmerksamkeit und Reizschwellenverminderung in diesem Sinne zu verwerten. In seiner Monographie

über die Aufmerksamkeit sagt Dürr (1914, S. 124) darüber: „Läßt sich nämlich zeigen, daß unter dem Einfluß der Aufmerksamkeit die Reizschwelle (d. h. der kleinste Betrag des Reizes, der noch eine Empfindung hervorruft) kleiner, daß also die Empfindlichkeit größer wird, so kann man daraus mit einem gewissen Recht schließen, daß auch die Empfindungen, die durch scharf beobachtete überschwellige Reize hervorgerufen werden oder die in einem Zustand eingengten Bewußtseins auftreten, eine größere Intensität besitzen als Empfindungen, die durch gleichstarke Reize unter weniger günstigen Umständen ausgelöst werden.“

Nicht „mit einem gewissen Recht“ darf man so schließen, sondern mit gar keinem. Auch durch stark überschwellige Reize ausgelöste Empfindungen bleiben bekanntlich sehr häufig unter der Bewußtseinsschwelle, wenn die Aufmerksamkeit nicht auf sie gerichtet ist. Ich erinnere an das laute Ticken der Wanduhr in unserem Wohnzimmer, das, wenn wir nicht besonders darauf achten, nur ganz ausnahmsweise wahrgenommen wird, ferner an die vielen Doppelbilder, die wir immerfort haben, aber nur dann wahrnehmen, wenn wir besonders auf sie aufmerken, „daher denn auch“, wie Helmholtz (1896, S. 874) sagt, „die meisten Laien das Phänomen der Doppelbilder gar nicht kennen, obgleich sie solche fast fortdauernd in ihrem Gesichtsfeld gehabt haben müssen“. Bei hochgradiger Konzentration auf innere (mnemische) Vorgänge, bei völliger Versunkenheit bleiben selbst sehr starke äußere Reize unbeachtet, man pflegt zu sagen, daß ein Mensch in solchem Zustande nichts hört und nichts sieht. Wir haben aber durchaus keinen Grund zu der Annahme, daß unter solchen Umständen „die Empfindlichkeit“ gegen jene Reize herab-

gesetzt ist. Sie hinterlassen nicht nur ausgezeichnete positive und negative Nachbilder*), was man allenfalls als rein periphere Erscheinung deuten könnte, sondern sie hinterlassen auch Engramme, deren Nachweis allerdings nur unter besonderen, günstigen Umständen möglich ist. Ein allbekanntes Beispiel, das wohl jeder schon an sich selbst erfahren hat, ist das richtige Nachzählen der Schläge einer Uhr, deren Anfangsschläge unbeachtet und unbewußt geblieben sind. Auch unterscheiden sich die Erinnerungsbilder, die unsere Aufmerksamkeit auf sich lenkten, nicht durch größere Intensität von denen der unbewußt perzipierten ersten Schläge. Nicht die Intensität, sondern nur die Vividität dieser Eindrücke war also herabgesetzt.

Was aber den intensiveren Empfindungen recht ist, ist auch den minder intensiven billig. Beide Kategorien bedürfen eines gewissen Vividitätsgrades, um überhaupt bemerkt, d. h. faßbar bewußt zu werden, und zwar die weniger intensiven eines höheren Vividitätsgrades als die intensiveren. Daraus geht nun aber keineswegs hervor, daß mit der Vividitätssteigerung auch eine Intensitätssteigerung verbunden ist, sondern der fundamentale Satz, den ich hier nur kurz anführe und erst in einem späteren Kapitel ausführlich be-

*) So berichtet Fechner (Psychophysik, Bd. 2 S. 426): Früh im Bette pflege ich über allerlei nachzudenken. Dem Bette gegenüber ist ein schwarzes Ofenrohr an einer hellen Wand. Da der Kopf still liegt, so imprimiert sich, wenn ich nach eingebrochenem Morgenlichte mit offenen Augen liege, der Eindruck des schwarzen Rohres stark im Auge, aber ich denke an ganz anderes, und dieser Eindruck ist mir völlig unbewußt. Sehr oft aber bin ich, wenn ich einmal die Augen schloß, durch ein sehr intensiv weißes Nachbild des Ofenrohres frappiert worden. Der physische Eindruck war also in solcher Form gemacht, daß die Gesichtsempfindung entstehen konnte, aber er war, solange die Aufmerksamkeit abgelenkt war, unbewußt geblieben und konnte doch nachmals noch in das Bewußtsein treten.“

sprochen werde, nämlich daß das *Produkt* aus Intensitäts- und Quantitätsfaktor der betreffenden Erregungsenergie eine gewisse Größe besitzen muß, um überhaupt durch eine Empfindung im Bewußtsein zur Manifestation zu gelangen. Aus diesem allgemeinen Satz ergibt sich auch ohne weiteres eine Erklärung der bei den Untersuchungen von Peters (1906) über Aufmerksamkeit und Reizschwelle gefundenen Tatsachen, nicht aber durch die unhaltbare Deduktion Dürrs (1914, S. 125), daß die Empfindungsintensität im Zustand der Aufmerksamkeit eine Erhöhung erfährt.

Endlich haben G. E. Müller (1873) und C. Stumpf (1883 und besonders 1890) die Klanganalyse als indirekten Beweis für die Intensitätssteigerung der Empfindungen durch Aufmerksamkeitskonzentration herangezogen, besonders die Möglichkeit, Obertöne eines Klanges durch besondere Anspannung der Aufmerksamkeit herauszuhören, während derselbe Klang ohne eine solche Anspannung durchaus einheitlich gehört wird. Aber auch hier fehlt jeder Beweis dafür, daß die Intensität des herausgehörten Obertons eine Steigerung erfährt, und er nicht bloß, was doch in allererster Linie in Frage kommt, durch die Steigerung seiner Vividität aus der bis dahin einheitlichen Klangempfindung herausgehoben wird.

Denn die Heraushebung gewisser Teile des Bewußtseinsinhalts aus der Masse der übrigen kann gradezu als Charakteristikum der Aufmerksamkeit gelten, da in dem Maße, als sich die Aufmerksamkeit auf diese bestimmten Teile konzentriert, sie also mit größerer Vividität ausgestattet, stärker bewußt werden, die übrigen an Vividität einbüßen, im Bewußtsein zurücktreten, was natürlich ein Heraustreten

der mit größerer Vividität ausgestatteten Teile mit sich bringt.

Im vorliegenden Falle gesellt sich zu der Vividitätssteigerung durch Anspannung der Aufmerksamkeit sehr häufig noch eine solche durch Hinzutreten und homophone Mitwirkung mnemischer Empfindungen, nämlich immer dann, wenn die Versuchsperson bereits aus Erfahrung vorher weiß, das Heraushören welcher Töne als Obertöne sie zu erwarten hat. Wie Helmholtz (1877, S. 85) in bezug auf das Heraushören der Obertöne sagt, „hat ein musikalisch geübter Beobachter darin einen wesentlichen Vorzug vor dem ungeübten, daß er sich leicht vorstellt, wie die Töne klingen müssen, die er sucht, während der Ungeübte sich diese Töne immer wieder angeben muß, um ihren Klang frisch in der Erinnerung zu haben.

Alle die besprochenen indirekten Beweisführungen für Intensitätserhöhung durch Aufmerksamkeitskonzentration sind demnach nicht nur gekünstelt, sondern direkt unrichtig, weil sie an dem Grundfehler leiden, nicht hinreichend scharf zwischen Intensität und Vividität zu unterscheiden, indem beispielsweise das Gegenständlichwerden der Erinnerungsbilder im Wachen und im Traume, das Herausheben von durch sehr schwache Reize ausgelösten Empfindungen über die Bewußtseinsschwelle, das Heraushören der Obertöne eines Klanges unter dem Einfluß der Anspannung der Aufmerksamkeit ohne weiteres als das Ergebnis einer Intensitätssteigerung gedeutet wird, während es in Wirklichkeit aus der Vividitätssteigerung selbst sich ergibt.

Es ist aber ganz unnötig, sich auf den immerhin schwierigen Boden solcher Umwege zu begeben, weil der gerade Weg der direkten Beobachtung hier völlig zum Ziele führt und die Frage entscheidet. Mußte doch schon Ebbinghaus

in seinen oben (S. 115) zitierten Ausführungen Fechner beistimmen und zugeben, daß die direkte Beobachtung einer Steigerung der Empfindungsintensität durchaus widerspricht. Aber er meinte, die Frage, ob nicht doch „eine gewisse“, womit er sagen wollte, sehr geringfügige Steigerung einträte, sei damit noch nicht mit Sicherheit in verneinendem Sinne entschieden. Zugegeben, daß dies für Erfahrungen, die in der losen Form der von ihm angeführten Versuche gemacht werden, zutrifft, so lassen sich doch die Versuche besonders auf dem Gebiet des Gesichtssinns leicht so anstellen, daß sie eine unzweideutige Antwort ergeben und als *experimenta crucis* gelten können. Ich will in folgendem einige von mir angestellte Versuche näher schildern, weil die Entscheidung dieser Fragen für unser Hauptproblem von ebenso großer Bedeutung ist wie das im vorigen Kapitel gewonnene Ergebnis, daß mit einer Vividitätssteigerung durch Vervielfältigung der Reizung (Reizung korrespondierender oder äquivalenter Rezeptoren) keinerlei Intensitätssteigerung verbunden ist.

Man blicke auf eine in größerer Entfernung (70 m oder mehr) befindliche gleichgefärbte und gleichmäßig beleuchtete Fläche, die groß genug ist, die mittleren Partien des Gesichtsfeldes und einen guten Teil ihrer Umgebung auszufüllen. Ein geeignetes Objekt ist die gleichmäßig getünchte Brandmauer eines Hauses oder auch eine gleichmäßig ausgebreitete Schneefläche. Dabei ist es gleichgültig, ob die Färbung objektiv eine ganz gleichmäßige ist; wesentlich ist nur, daß das Auge beim Absuchen der Fläche keine Helligkeitsunterschiede zu entdecken vermag. Wolken oder grauer Himmel eignen sich dagegen nicht, weil man bei genauerer Untersuchung in ihren Flächen in der Regel doch noch Helligkeitsunterschiede wahrnimmt. In-

dem man als Fixationspunkt die Mitte der Fläche wählt und dann jede Verschiebung der Blicklinien vermeidet, betrachte man zunächst die Fläche so, daß man seine Aufmerksamkeit gleichmäßig über sie verteilt, d. h. daß man das Sehding als Ganzes ansieht und sich nicht darauf einläßt, seine Aufmerksamkeit auf irgendeinen Teil desselben, auch nicht auf die Mitte (den Fixationspunkt) zu richten. Dies ist leicht zu bewerkstelligen. Man sieht das Sehding dann natürlich überall gleichmäßig hell. Nun richte man seine Aufmerksamkeit mit möglichster Anspannung auf einen kleinen zentralen Teil der Fläche. Ein Hellerwerden dieses Teils tritt dann nicht ein. Ebenso wenig erfolgt eine Verdunkelung desselben, wenn man seine Aufmerksamkeit wieder gleichmäßig der ganzen Fläche zuwendet.

Fast ebenso beweisend als dieser sukzessive Vergleich eines und desselben, immer durch Reize von gleicher Stärke ausgelösten Empfindungskomplexes, der abwechselnd mit stärkerer oder mit geringerer Vividität ausgestattet wird, ist der simultane Vergleich zweier durch ihre Lokalzeichen verschiedener Komplexe. Hat man nämlich bei obigem Versuch seine Aufmerksamkeit gleichmäßig der Fläche als Ganzem zugewandt, so erscheint sie, wie schon erwähnt, gleichmäßig hell. Konzentriert man dann die Aufmerksamkeit auf das Zentrum, so ändert sich trotz der nunmehr ganz ungleichartigen Vividitätsverteilung nichts an der Helligkeitsverteilung. Die Fläche erscheint nach wie vor gleichmäßig getönt, und keine Spur einer Abtönung von einem helleren Zentrum zu einer dunkleren Peripherie ist wahrzunehmen.

Man wende nicht ein, daß in dem Augenblick, in dem man die Helligkeit des Zentrums mit der der Peripherie vergleicht, der Aufmerksamkeitszustand sich ändern müsse, und die

Peripherie dann mit derselben Vividität ausgestattet werde wie das Zentrum. Man mache den Versuch nach, und man wird finden, daß es sehr wohl gelingt, die Aufmerksamkeit unverrückt auf das Zentrum konzentriert zu erhalten und doch gleichzeitig das Ausbleiben jeder Helligkeitsnuancierung vom Zentrum zur Peripherie wahrzunehmen.

Beim Nahesehen ergeben sich, wie wir gleich sehen werden, die gleichen Tatsachen, doch will ich da zunächst auf eine Verwicklung hinweisen, die eine Helligkeitssteigerung durch Aufmerksamkeitskonzentration vortäuschen könnte. Hält man z. B. einen schmalen weißen Papierstreifen oder eine Zigarette in etwa 140 mm Entfernung vertikal in der Mittelebene des von der Lichtquelle abgewandten Gesichts vor die Augen und wendet in dieser Stellung seine Aufmerksamkeit einem weit dahinter liegenden Gegenstand, etwa einem 10 m dahinter hängenden Bild oder einer ebenso weit entfernten Bücherreihe zu, so sieht man doch immer noch, wiewohl recht undeutlich, den nahen Gegenstand. (D. h., in Wirklichkeit sieht man, wie man sich leicht überzeugen kann, ein Doppelbild desselben; der Laie aber (vgl. die oben S. 118 zitierte Äußerung von Helmholtz) beachtet regelmäßig nur das eine dieser Doppelbilder und ignoriert das andere. Das ist hier nebensächlich.) Richtet man seine Aufmerksamkeit von dem entfernten Gegenstand weg dem nahen zu, so erscheint er ganz wesentlich heller. Wählen wir statt des Papierstreifens, der bei auffallendem Lichte hell wirkt, ein Objekt, das, ebenfalls bei auffallendem Licht betrachtet, einen dunkelen Eindruck macht, z. B. einen Streifen tiefschwarzen Sammets, so wirkt derselbe weit weniger dunkel, wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf die weit hinter ihm befindlichen Gegenstände richten, als wenn wir ihn selbst mit

Aufmerksamkeit betrachten. Auch hier hat also in letzterem Falle eine Steigerung der Intensität der Empfindung stattgefunden*). Diese Steigerung ist aber nicht auf die direkte Wirkung der Aufmerksamkeit, sondern nur auf die die Akkommodation bewirkende Veränderung im Refraktionszustand des Auges zurückzuführen. Betrachten wir nämlich den nahen Gegenstand mit Aufmerksamkeit, so akkommodieren wir auch auf denselben, d. h. wir stellen den optischen Apparat des Auges so auf ihn ein, daß der Brennpunkt für die von ihm ausgehenden Strahlen in die lichtempfindliche Schicht fällt, das Netzhautbildchen sich also scharf und in kräftigen Tönen abzeichnet. Richten wir dagegen unsere Aufmerksamkeit auf einen entfernteren Gegenstand und akkommodieren auf diesen, so fällt der Brennpunkt aller gleichzeitig im Gesichtskreis befindlicher näherer Objekte hinter die lichtempfindliche Schicht der Netzhaut, das Netzhautbildchen wird verschwommen und in allen seinen Intensitäten abgeschwächt. Die Steigerung der Empfindungsintensitäten bei obigem Versuche ist also nicht auf Rechnung der Aufmerksamkeitsrichtung der entsprechenden Vividitätssteigerung, sondern der mit dieser assoziativ verbundenen Akkommodationsbewegung und der aus ihr sich ergebenden Steigerung der Reizintensität zu setzen.

*) Man muß, wie oben (S. 64) im Anschluß an Hering ausgeführt, in der schwarzweißen Empfindungsreihe zwei Intensitätsskalen annehmen, deren eine dem Weißen oder Hellen, die andere dem Schwarzen oder Dunklen entspricht. Der Nullpunkt, von dem aus beide Skalen auseinanderlaufen, liegt im mittlern oder neutralen Grau. Hieraus erklärt sich der scheinbare Widerspruch, daß bei gleicher Änderung der Bedingungen im einen Falle das Helle heller, im andern das Dunkle dunkler erscheint. In beiden Fällen hat eben eine Steigerung der Intensität der Empfindungen stattgefunden.

In dem folgenden Versuch spielt diese Komplikation ebensowenig eine Rolle wie in dem oben (S. 122) beschriebenen mit fernen Objekten.

Man blicke in Leseabstand auf die in Figur 2 vorgelegte graue Scheibe, indem man Sorge trägt, daß ihre Beleuchtung derselben eine durchaus gleichmäßige ist, und indem man auch peinlich darauf achtet, daß die Gesichtslinien stets fest auf das durch einen Punkt bezeichnete Zentrum des Kreises gerichtet bleiben und kein Wandern des Blicks stattfindet.

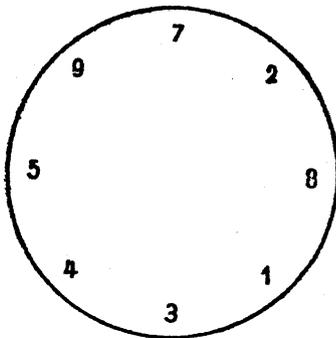


Fig. 2.

Esmacht nun keine Schwierigkeit, bei dieser Augenstellung seine Aufmerksamkeit so zu verteilen, daß man die Kreisfläche als Ganzes sieht. Man nimmt dann, ohne die Aufmerksamkeit etwa auf eine der Zahlen im besonderen zu richten, die Zahlen alle gleichzeitig noch deutlich genug wahr, um sie eben noch zu lesen. Die Helligkeit des grauen

Grundes erscheint dann natürlich überall durchaus gleich. Richtet man sodann seine Aufmerksamkeit mit möglichster Anspannung auf ein recht kleines Feld im Zentrum der Scheibe, so werden bei dieser Verteilung die peripheren Gesichtsempfindungen weniger vivid, was sich dadurch kundgibt, daß die dort verzeichneten Zahlen im Bewußtsein zurücktreten, als Zahlen unlesbar und nur noch als dunkle Linien wahrgenommen werden. Dabei findet aber weder eine Erhellung der jetzt mit gespannter Aufmerksamkeit betrachteten Mitte gegen früher, noch eine Verdunkelung der jetzt mit sehr geminderter Vividität

wahrgenommenen peripheren Teile des grauen Grundes, ebensowenig die geringste Spur einer Abtönung vom Zentrum zur Peripherie statt. Die letztere erscheint, soweit sie überhaupt ins Bewußtsein tritt, genau in der gleichen Helligkeit wie die Mitte. Dieser Nahversuch läßt ebenso wie der zuerst beschriebene Fernversuch keine andere Deutung zu als die, daß der Vividitätsgrad (die Aufmerksamkeitsverteilung) auf den Intensitätsgrad der Gesichtsempfindungen ohne Einfluß ist.

Auf den Gebieten der Geruchs-, Geschmacks-, Tast-, Temperatur- und Schmerzempfindungen verhält es sich, wie in entsprechender Weise angestellte Versuche lehren, ebenso. Allerdings liegen auf diesen Gebieten die Untersuchungsbedingungen in verschiedener Beziehung weniger günstig, vor allem ist es hier schwieriger, die Intensitätssteigerung der Empfindung von der Vividitätssteigerung so scharf zu unterscheiden wie bei den Gesichtsempfindungen. Bei genauerer Prüfung gelingt es aber auch hier.

Wählen wir als Beispiel zunächst die Druckempfindung. Man lege auf die auf dem Tische bequem ruhende Hand ein zusammengefaltetes Taschentuch. Das Gewicht, das man noch durch daraufgelegte Gewichte erhöhen kann, übt auf die Hautstellen, auf denen es aufliegt, einen konstanten Druck aus, der sich im Bewußtsein als eine leichte Druckempfindung manifestiert. Auch den Druck des gewohnheitsmäßig getragenen Klemmers oder der Brille, der Kleidung, z. B. der Hosenträger oder des Huts, kann man als passendes Versuchsobjekt wählen. Lenkt man dann seine Aufmerksamkeit anderen Dingen zu, vertieft sich z. B. in das Lesen eines interessanten Buches, so schwindet die Druckempfindung bald völlig aus dem Bewußtsein. Sie ist aber gleich in voller Stärke wieder da, sobald sie

überhaupt wieder ins Bewußtsein tritt. Durch möglichste Anspannung der Aufmerksamkeit wird der betreffende Druck nicht größer, erscheint das auf die Hand gelegte Gewicht nicht schwerer. Wohl aber ist man dann viel besser imstande, den Druck zu lokalisieren, die Hautstellen zu bezeichnen, die von ihm überhaupt und unter ihnen die, die am stärksten betroffen werden. Dies ist ein Zeichen dafür, daß die Vividität des Empfindungskomplexes gesteigert worden ist. Von einer Intensitätssteigerung ist aber nicht das geringste zu bemerken.

Man könnte meinen, daß es sich bei den Schmerzempfindungen anders verhält, wobei ich nicht im Auge habe, daß man unter lebhaftem Schmerz schlechthin einen heftigen Schmerz versteht. Das sind Ungenauigkeiten des Sprachgebrauchs, die sich auf allen Gebieten bemerklich machen und für den Gebrauch der Wissenschaften die Einführung einer besonderen Terminologie rechtfertigen, ja erfordern. Die Wissenschaft bedarf der Ausdrücke, die einen scharf umgrenzten Begriff bezeichnen, und die ihr die Sprache des gewöhnlichen Lebens, die sich einer viel größeren Freiheit erfreuen darf und soll, nicht ohne weiteres zu liefern vermag.

Ein wenig intensiver, bei Ablenkung der Aufmerksamkeit kaum bemerkter Schmerz, etwa ein leichter Zahn- oder Kopfschmerz, wird, wenn die Aufmerksamkeit sich auf ihn richtet, vivid, d. h. in höherem Grade bewußt. Heftiger wird er aber dabei nicht, er bleibt ein leichter Schmerz, auch wenn wir ihn mit möglichster Anspannung beobachten. Allerdings läßt sich nicht leugnen, daß ein heftiger Schmerz, wenn wir ihm unsere Aufmerksamkeit voll zuwenden, viel unerträglicher ist, als wenn wir sie von ihm ablenken. Diese leicht zu machende Erfahrung ist aber keineswegs ein Beweis dafür, daß der Schmerz durch die Zuwendung

der Aufmerksamkeit intensiver geworden ist, sondern nur daß seine Unlusttönung sich im Bewußtseinsinhalt stärker geltend macht. Dies läßt sich bei Empfindungen, die neben der Gefühlstönung noch besser greifbare spezifische Eigenschaften haben als die Schmerzempfindungen, noch schärfer nachweisen. „Ein Wein wird“, wie Ebbinghaus mit Recht sagt, „nicht süßer oder saurer, wenn man ihn ‚mit Verstand‘ trinkt.“ Wohl aber, so muß man ergänzend hinzufügen, nimmt das Angenehme oder Unangenehme seines Geschmacks bei Zuwendung der Aufmerksamkeit zu.

Die Lust- oder Unlusttönung einer Empfindung ist allerdings auch mit von ihrer Intensität abhängig, aber diese Abhängigkeit ist keineswegs derartig, daß jede Zunahme der Intensität mit einer Zunahme der betreffenden Tönung, jede Abnahme mit einer entsprechenden Abnahme verbunden ist. Ein schwach süßer, „süßlicher“ Geschmack kann unter Umständen unangenehm, beinahe widerlich sein; bei mäßiger Zunahme der Süße kann er sich in einen angenehmen verwandeln, bei noch stärkerer Zunahme wieder unangenehm werden. Auch auf anderen Empfindungsgebieten läßt sich Ähnliches beobachten. Der Schluß: weil die Lust- oder Unlusttönung einer Empfindung zugenommen hat, muß auch ihre Intensität zugenommen haben, ist also auch aus diesem Grunde ganz ungerechtfertigt.

Es liegt in der Natur der Sache, daß ein widriger Geschmack oder Geruch, ein unerfreuliches Geräusch, ein Schmerzgefühl viel unangenehmer und auf die Dauer quälender auf uns wirkt, wenn wir darauf achten, als wenn wir sie durch Ablenkung der Aufmerksamkeit verhindern, sich der verfügbaren Vividität zu bemächtigen und mit- samt seiner Unlusttönung im Bewußtseinsinhalt vor-

herrschend zu werden. Das hat aber mit der Intensität der betreffenden Empfindungen nichts zu tun. Der widrige Geschmack wird dabei nach wie vor von uns als ein nur schwacher, das Geräusch als ein leises, der Schmerz als ein keineswegs starker empfunden.

Was die Tonempfindungen anlangt, so wurde schon oben darauf hingewiesen, daß ein leises Knistern oder Rascheln auch bei angespanntestem Lauschen immer nur ein sehr leises Geräusch, das Pianissimo des Sängers oder Instruments immer nur ein Pianissimo bleibt. Eine irgendwie stärkere Intensitätsänderung läßt sich also durch Anspannung der Aufmerksamkeit offenbar nicht erzielen. Doch kann man in Zweifel sein, ob nicht bei angespanntem Lauschen eine allerdings nur geringfügige Zunahme der Lautheit des Schalls erfolgt.

Ich habe sehr zahlreiche Versuche mit verschiedenartigen periodischen und konstanten Schallarten angestellt, so zahlreiche deshalb, weil es äußerst schwierig ist, sich darüber klar zu werden, ob die beobachtete Veränderung der Empfindung ein wirkliches Lauterwerden oder nur ein Lebhafter-, Deutlicherwerden, also eine bloße Vividitätssteigerung vorstellt. Zu einer vollkommen sicheren Entscheidung bin ich nicht gelangt, doch neige ich stark zu der Auffassung, daß die wahrgenommene Veränderung sowohl als ein Lebhafterwerden als auch ein allerdings geringgradiges Lauterwerden anzusprechen ist. Es tritt nur in den ersten Augenblicken des gespannten Hinhorchens (1. bis höchstens 2. Sekunde) ein, und die Lautheit der Schallempfindung bleibt dann konstant und läßt sich durch weitere, noch so starke Anspannung der Aufmerksamkeit in keiner Weise mehr steigern, was für die ganze Erscheinung besonders kennzeichnend ist.

Machen wir nun den Versuch in umgekehrter Richtung! Wir lauschen nicht mehr auf den Schall, sondern wenden unsere Aufmerksamkeit, indem wir ihn eben noch im Ohre behalten, anderen Dingen, wie dem Lseen eines Buches oder einer Rechenaufgabe, zu. Dann scheint er mir allerdings nicht nur im Bewußtsein zurückzutreten, sondern auch etwas schwächer, leiser zu werden. Ähnliche Versuche, die Külpe*) (1897) mit drei Versuchspersonen angestellt hat, führten zu demselben Ergebnis. Die Ablenkung der Aufmerksamkeit geschah durch leises Kopfrechnen. Sie bewirkte konstant und bei allen Beobachtern ein Leiserwerden des gehörten Schalls. Die Ursache dieser Abschwächung konnte Külpe noch nicht direkt feststellen, er vermutet sie aber peripher in Wirkungen des Trommelfellspanners.

Hier ist zu vermerken, daß jedes gespannte Lauschen von einer deutlichen Organempfindung im Ohre begleitet ist. Auf diese Erscheinung ist schon wiederholt hingewiesen worden, so von Stumpf (1883, S. 374), der bei willkürlicher Aufmerksamkeit auf Töne von einer „Aktion im Ohre“, spricht, „die sich durch Muskelempfindung kund gab,“ so auch von Gottstein, der beim Lauschen ein eigentümliches Spannungsgefühl im Ohre beobachtete, das er auf den

*) Der K lpesche Vortrag vor dem internat. Kongreß f. Psychologie in München 1896 ist im Original nicht veröffentlicht worden. Ein lückenhafter Abriß, in dem gerade die akustischen Versuche fehlen, findet sich in dem bei Lehmann (München 1897) erschienenen Kongreßbericht. Ich berichte über den K lpeschen Vortrag hier nach den stenographischen Aufzeichnungen von Geysler, aus dessen historisch-kritischen Untersuchung „ ber den Einfluß der Aufmerksamkeit auf die Intensit  der Empfindung“ (1897), die eine ausgezeichnete Übersicht über die ganze Frage gibt. Mit den Auffassungen Geyslers stimme ich überhaupt fast in allen wesentlichen Punkten überein.

Steigbügelmuskel bezog. Es würde zu weit führen, hier kritisch zu untersuchen, ob man berechtigt ist, die Organempfindung, die wir beim angespannten Lauschen unzweifelhaft haben, kurzweg als Muskelempfindung zu bezeichnen. Es ist sehr wohl möglich, daß sie eine solche ist, läßt sich aber schwerer beweisen, als auch ich anfangs geglaubt habe. Doch kommt nicht allzuviel darauf an, zumal eine einigermaßen genaue Lokalisation dieser Empfindung nicht möglich ist.

Es gibt indessen schwerwiegendere Gründe für die Annahme, daß die beim Lauschen eintretende, eng begrenzte Zunahme der Lautheit auf einer durch Muskeltätigkeit bedingten Adaptation des schalleitenden Organs beruht. Jedenfalls legt das Vorhandensein zweier Muskeln im Mittelohr, die sich in der ganzen Säugetierreihe bis zum Menschen hinauf unverkümmert erhalten haben, und die auf die gegenseitige Stellung der Gehörknöchelchen, auf die Spannung des Trommelfells und auf die Druckverhältnisse des Labyrinths einen Einfluß zu üben vermögen, den Gedanken sehr nahe, daß sie in erster Linie Regulatoren der Schalleitung sind. Und zwar schwerlich Regulatoren im Sinne bloßer Dämpfung. Sollte die Hauptfunktion des Trommelfellspanners wirklich die sein, allzu starke Laute zu dämpfen, was übrigens noch keineswegs feststeht, so trifft dies für den Steigbügelmuskel sicher nicht zu. Auch bleibt festzustellen, welche Konfiguration der Schalleitung sich aus der kombinierten Tätigkeit der beiden Muskeln ergibt, eine Aufgabe, die bisher noch gar nicht in Angriff genommen, geschweige denn gelöst ist. Überhaupt sind wir von einem tieferen Einblick in die Funktion der beiden Muskeln noch weit entfernt, und es erübrigt sich deshalb für uns, auf die zahlreichen, meist vortrefflichen Unter-

suchungen einzugehen, die darüber vorliegen. Daß dieselben in ihren Ergebnissen nicht ausschlaggebend und vielfach widerspruchsvoll sind, erklärt sich aus den Schwierigkeiten, die sich diesen Untersuchungen in verschiedener Richtung entgegenstellen, vor allem der Kleinheit und schwer zugänglichen Lage des schalleitenden Apparats und seiner Muskulatur.

Alles zusammengenommen scheint mir in hohem Grade wahrscheinlich, daß die Muskulatur des schalleitenden Apparats, Trommelfellspanner und Steigbügelmuskel, die Schalleitung beeinflussen, sie sowohl herauf- als auch herabsetzen, dämpfen kann, wofür die isolierte Wirkung jedes der beiden Muskeln und die kombinierte beider bei gleichzeitiger Kontraktion in Frage kommen. Bei dieser Sachlage ist kein Grund zu der Annahme vorhanden, daß bei den Gehörsempfindungen im Gegensatz zu allen übrigen Empfindungsarten die Konzentration der Aufmerksamkeit, also die Vividitätssteigerung an sich, eine Intensitätssteigerung bedingt.

Beim Auge läßt sich eine mit dem Stande der Aufmerksamkeit verknüpfte Intensitätsschwankung der Empfindung auf einen Adaptationsvorgang des Organs (Akkommodation) zurückführen (vgl. oben S. 125), und dadurch wird dort die Ausnahme von der Regel als eine nur scheinbare mit voller Bestimmtheit nachgewiesen. Beim Gehörorgan steht ein ebenso bündiger Beweis noch aus, doch liegen die Dinge hier höchst wahrscheinlich ganz ebenso, wofür neben dem Vorhandensein einer besonderen Muskulatur des schalleitenden Organs auch der Umstand spricht, daß die beim Lauschen eintretende Intensitätssteigerung auf einen recht geringen, in kurzer Zeit erreichten Grad beschränkt ist, und daß über diesen Punkt hinaus weitere

Konzentration der Aufmerksamkeit auf den Schall seine Lautheit in keiner Weise mehr beeinflußt.

Wir kommen also ganz allgemein zu dem Schluß, daß wohl gewisse mit der Aufmerksamkeitskonzentration (Vividitätssteigerung) sekundär verbundene Muskeleinstellungen die Intensität der Empfindungen steigern können. Sie tun dies aber dergestalt, daß sie die Intensität der Reize erhöhen. Dagegen bedingt die Vividitätssteigerung an sich keine Intensitätssteigerung der Empfindungen, und zwar weder wenn die Vividitätssteigerung durch Vervielfältigung (im quantitativen, nicht im intensiven Sinne) der Reizung zustande kommt, was wir im vorigen Kapitel gesehen haben, noch auch wenn sie ein Ergebnis der Verteilung der verfügbaren Vividität (Aufmerksamkeitskonzentration) ist.

6. Kapitel.

Das energetische Korrelat der Vividitätsverteilung (der passiven und aktiven Aufmerksamkeit).

Wir sind in den beiden vorigen Kapiteln zu dem Ergebnis gelangt, daß die Vividität einer Empfindung gesteigert werden kann:

1. durch Vervielfältigung der entsprechenden Reizungen derart, daß zwei oder mehr korrespondierende Empfänger (korrespondierende Netzhautstellen, korrespondierende Hörzellen, Teile des rechten und linken Riechepithels usw.) durch den gleichen Reiz getroffen werden, so daß ein und dieselbe Erregung in einer vermehrten Menge reizbarer Substanz zur Betätigung gelangt.

2. durch die Wirksamkeit der sogenannten aktiven oder passiven Aufmerksamkeit, d. h. durch eine für die in Frage stehende Empfindung günstige Verteilung der „verfügbaren“ Vividität.

Da im ersten Falle die Vividitätssteigerung dann eintritt, wenn erweislicherweise die Menge der reizbaren Substanz, in der sich der betreffende Erregungsvorgang abspielt, vermehrt wird, so liegt aus diesem und den oben (Kap. 5 bes. S. 132 f.) besprochenen allgemeineren Gründen der Gedanke sehr nahe, daß auch das energetische Korrelat der Vividitätssteigerung durch die sogenannte Aufmerksamkeit in der Vergrößerung des Quantitätsfaktors [der Erregungsenergie also in der Heranziehung einer größeren Menge reizbarer Substanz

zur Teilnahme an der betreffenden Erregung zu suchen ist. Dem, was wir auf dem Empfindungsgebiet als Verteilung der „verfügbaren Vividität“ auf die Teile des Bewußtseinsinhalts bezeichnet haben, würde als Korrelat auf energetischem Gebiet entsprechen die Verteilung einer „verfügbaren Menge“ reizbarer Substanz in bezug auf weitere Ausbreitung der betreffenden im gegebenen Augenblick vor sich gehenden Erregungen.

Wo aber findet sich diese „verfügbare Menge“ reizbarer Substanz?

Da die Nervensysteme der verschiedenen Tierstämme bekanntlich äußerst verschiedenartig gebaut sind, läßt sich diese Frage nicht allgemein erörtern, sondern nur so, daß ein Nervensystem von einem ganz bestimmten Bauplan als Ausgangspunkt gewählt wird. Unsere Wahl kann da nur auf das Nervensystem der Wirbeltiere, insbesondere der Säugetiere und unter diesen auf das des Menschen fallen, in dessen Bau wir am tiefsten eingedrungen sind, und über dessen Bewußtseinskorrelate uns Selbstbeobachtung und mündliche Mitteilung der Patienten bei Störungen irgendwelcher Art viel zuverlässiger belehren, als die mehr indirekten Schlüsse, auf die wir bei unseren stummen Mitgeschöpfen angewiesen sind. Dazu kommt noch, daß uns überhaupt klinische Erfahrungen bei anderen Spezies nicht entfernt in dem Maße zur Verfügung stehen wie beim Menschen. Viel größer sind dagegen die Möglichkeiten experimenteller Erforschung bei den Tieren, und in der Tat hat der experimentelle Eingriff als erster Wegweiser beim Eindringen in diese schwierigen Gebiete gedient.

Wenn wir uns nun die Frage vorlegen, wo sich im Nervensystem der Wirbeltiere vielleicht „verfügbare“, d. h. weder durch spezifische Energie noch durch Kon-

stellation der Leitung von vornherein für eine ganz bestimmte Funktion festgelegte nervöse Substanz finden könnte, so kommt das ganze periphere Nervensystem dabei von vornherein nicht in Betracht, weil hier alles oder doch so gut wie alles in obigem Sinne festgelegt ist. Dasselbe gilt von der weißen Substanz des Zentralnervensystems, nämlich des Rückenmarks, verlängerten Marks und des ganzen Gehirns, also der weißen Substanz schlechthin, wobei die in diese stellenweise eingestreuten Ganglienzellen schon wegen der verhältnismäßigen Geringfügigkeit ihrer Menge unberücksichtigt bleiben können.

In Frage kommen nur die ansehnlichen grauen Massen im Rückenmark und Gehirn, doch ist die Masse derselben im ersteren verglichen zu der in letzterem sehr unbedeutend.

Wenn die Massenfrage in den Vordergrund gestellt wird — und das Korrelat des Grades der Bewußtheit ist ja, wie wir hier nachzuweisen suchen, der Quantitätsfaktor, d. h. die Menge der von einer bestimmten Erregung betroffenen Substanz — so lenkt das bei den höheren Wirbeltieren alle übrigen Hirnteile an Masse weit überragende Großhirn von selbst unsere Aufmerksamkeit auf sich. Nicht minder wichtig ist, daß alle Erfahrungen der Physiologie und Pathologie des Gehirns uns gradezu zwingen, in diesem Hirnteil den Hauptsitz des Bewußtheitskorrelats zu suchen. In dieser Beziehung herrscht Einmütigkeit unter den Forschern.

Das Übergewicht des allmählich zum „Großhirn“ werdenden Vorderhirns, besonders die fortschreitende Ausbildung seines Dachs oder Mantels ist eine stammesgeschichtlich verhältnismäßig junge Errungenschaft. Noch bei den Fischen beschränkt sich die stärkere Ausbildung des Hirns im wesentlichen auf die hinteren Hirnteile, auf das

Hinterhirn, wo sie zur Entwicklung des Cerebellums oder Kleinhirns führt, und auf das Mittelhirn, wo die Grundlage der späteren Vierhügelplatte der Säugetiere gelegt wird. Für die weitere stammesgeschichtliche Entwicklung der Wirbeltiere ist es bemerkenswert, daß die fortschreitende Volumenzunahme des Gehirns hauptsächlich in der weiteren Ausbildung des „Dachs“ des Vorderhirns zum Ausdruck gelangt, gegen die das Anwachsen der basalen Hirnteile zurücktritt. Die schon bei den Dipnoer angedeutete, bei den Amphibien und Reptilien fortschreitende Hemisphärenbildung erreicht ihre höchste Ausbildung bei den Säugetieren, bei denen der Mantel des nunmehr zum Großhirn werdenden Vorderhirns in der aufsteigenden Säugetierreihe eine stetige Volumenzunahme erfährt. Mehr und mehr überwächst und umschließt damit der Großhirnmantel die übrigen Hirnteile, schließlich auch das verhältnismäßig noch immer voluminöse Kleinhirn, und endlich sind (beim Menschen) die basalen Teile des Vorderhirns (Streifenkörper), das Zwischenhirn (Sehhügel) und Mittelhirn (Vierhügel) ganz vom Großhirnmantel umlagert, so daß sie sich wie in ihn eingeschlossen darstellen; das Hinterhirn (Kleinhirn und Brücke) ist von ihm oben vollständig und seitlich zum großen Teil überlagert. Dies drückt sich auch in den Gewichtsverhältnissen aus. Der Großhirnmantel ist beim Menschen nach den Wägungen Meynerts nahezu viermal so schwer als alle übrigen Hirnteile mit Einschluß des basalen Großhirns (Streifenkörpers) zusammengenommen.

Schon diese Tatsachen weisen eindringlich darauf hin, die „verfügbare Substanz“ beim Menschen und den Säugetieren vorwiegend in den grauen Teile des Großhirnmantels, d. h. im Grau der Hirnrinde zu suchen. Daß die experimentellen und klinischen Erfahrungen jeder Art übereinstim-

mend in derselben Richtung weisen, wurde schon erwähnt. Damit soll nicht gesagt sein, daß „verfügbare Substanz“ in unserem Sinne nicht auch in anderen, stammesgeschichtlich älteren Hirnteilen des Zentralnervensystems vorhanden sein könne. Aber wenn dies der Fall sein sollte, was ich durchaus nicht für unwahrscheinlich halte, so ist doch zweifellos die Menge solcher verfügbarer, funktionell nicht absolut festgelegter Substanz in den unterhalb der Großhirnrinde gelegenen „subkortikalen“ Teilen des Zentralnervensystems beim Menschen relativ so unbedeutend, daß ihre Bedeutung im vorliegenden Falle, bei dem es sich um eine Massenfrage handelt, gegenüber der enorm entwickelten Großhirnrinde ganz zurücktritt.

Die Rinde der Großhirnhemisphären bildet bei vielen Säugetieren, besonders den größeren Formen*), keinen glatten Überzug, sondern zeigt eine komplizierte Faltung, die sich beim Menschen schon im 5. Monat des Embryonallebens durch das Auftreten zahlreicher Furchen (Sulci) und

*) Eine größere Tierspezies besitzt bei gleicher „Intelligenz“ ein absolut größeres Gehirn als eine ihr verwandte kleinere, weil die viel zahlreicheren Organelemente wie Muskelfasern usw., die ihr Körper besitzt, im Zentralnervensystem durch entsprechend mehr Nerven-elemente ihre Repräsentation finden. Wächst nun das Volumen eines Körpers, so wächst auch sein Umfang, aber er wächst bekanntlich in viel geringerem Maße als das Volumen. Die größere Spezies besitzt also bei einem im Verhältnis zur Körpergröße gleichen Hirnvolumen einen erheblich geringeren Hirnumfang als die kleinere, und sie würde auch eine verhältnismäßig erheblich kleinere Hirnrinde besitzen, wenn dies nicht durch die Faltenbildung der Rinde ausgeglichen würde. Die Faltenbildung ist demnach eine Erscheinung, die durch das Größerwerden des Gehirns bedingt wird. Dieses Größerwerden aber ist nicht nur abhängig von der Steigerung der Leistung des Organs als „Seelenorgan“, sondern daneben auch von der durchschnittlichen Körpergröße der Spezies.

wulstförmiger, gewundener Erhebungen, der sogenannten Windungen (Gyri) zu erkennen gibt.

Denkt man sich die gefaltete Rinde eines gut ausgebildeten menschlichen Gehirns unter Glättung der Falten flach ausgebreitet, so würde sie nach den Berechnungen von H. Wagner (1864), die neuerdings durch Henneberg im wesentlichen bestätigt werden konnten, eine quadratische Fläche von nicht ganz einem halben Meter Seite bedecken. Wäre das menschliche Gehirn nicht gefurcht, sondern glattrindig, so würde seine Hirnrindenoberfläche nur etwa den vierten Teil der tatsächlich vorhandenen ausmachen. Die graue Hirnrinde besitzt eine Dicke, die beim ausgebildeten menschlichen Gehirn, je nachdem welcher Region der Hirnkarte sie angehört, zwischen 1,5 mm bis 4,5 mm im Mittel schwankt. So beträgt z. B. die Rindbreite in der vorderen Zentralwindung des Menschen 4 mm im Mittel, in der hinteren, speziell ihrer vorderen Lippe, rund 2 mm.

Es wäre nun in erster Linie an folgende Möglichkeiten zu denken: 1. Die gesuchte „verfügbare Substanz“ könnte sich in einem umschriebenen Bezirk, etwa in einer bestimmten Region oder noch enger begrenzt einem bestimmten Feld der Hirnkarte befinden. Zweitens wäre es aber auch möglich, daß die verfügbare Substanz nicht in einer oder einigen dieser Regionen oder Felder zu suchen wäre, sondern sich in einer gewissen Schicht der, wie erwähnt, 1,5 mm bis 4,5 mm dicken Rinde über deren ganze Flächenausbreitung hin erstreckte. Bekanntlich zeigt die Hirnrinde eine deutliche Schichtung, deren Konfiguration auf der Menge und Beschaffenheit der eingelagerten Zellen beruht. Daraus ergibt sich für die Hirnrinde neben der Feldereinteilung in der Fläche eine stratigraphische oder Schichteneinteilung in der Dicke. Unter diesen

Schichten lassen sich schärfer abgesetzte und durchgreifende als Grundschichten unterscheiden, die dann wieder in mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Unterschichten zerfallen können. Strenge Kriterien für das, was als Grund- und was als Unterschicht zu beurteilen ist, lassen sich schwer geben, und so kommt es, daß die Einteilungen der Autoren stark voneinander abweichen. Heutzutage unterscheidet man meistens nach dem Vorgange Brodmanns (1902, 1909) sechs Grundschichten, von denen die eine oder die andere, je nach der, die zur Untersuchung vorliegt, in bis zu drei Unterschichten zerfallen kann. Vielleicht bildet die „verfügbare Substanz“ eine dieser Grund- oder Unterschichten oder durchzieht wenigstens, da jede der Schichten noch andere Bestandteile enthält, die Schicht in ihrer ganzen Ausdehnung, vielleicht auch ist sie über mehrere Schichten in deren ganzer Ausdehnung verteilt.

Die erste Möglichkeit, die einer Lagerung der in Frage stehenden Substanz in einer umschriebenen Region der Hirnkarte läßt sich meiner Ansicht nach mit Bestimmtheit ausschließen. Eine solche Lokalisation würde es mit sich bringen, daß beiderseitige Zerstörung der betreffenden Region die Steigerung der Vividität jedweden Sinneseindrucks, welcher Art er auch sei, durch „Aufmerksamkeit“ unmöglich machen würde. Schon einseitige Zerstörung des betreffenden Hirnrindenteils würde das Maß der Vividitätssteigerung auf allen Sinnesgebieten sehr stark herabsetzen. Einen solchen Hirnteil kennen wir aber nicht, obwohl wir doch durch vielfältige Tierversuche und zahllose klinische Beobachtungen beim Menschen über die Ausfallserscheinungen nach Zerstörung eines jeden Hirnteils hinreichend unterrichtet sind. Eine Region, deren beiderseitige Zerstörung die Wirksamkeit der passiven und aktiven Auf-

merksamkeit, d. h. die Möglichkeit der Vividitätssteigerung, summarisch auf allen Sinnesgebieten aufhebt, hat sich nicht finden lassen.

Am ersten wäre da noch an die Frontalregion zu denken, der manche Autoren nach dem Vorgange von Meynert, Hitzig und Flechsig auch heute noch eine führende Rolle unter den Hirnteilen beimessen und in der sie den Sitz der höheren geistigen Tätigkeiten, das Organ für das abstrakte Denken (Hitzig), für die psychische Synthese (Bianchi), das Zentrum für die geistige Konzentration (Ferrier) erblicken. Richtig ist, daß bei ausgedehnten Tumoren oder Erweichungen des Stirnhirns Störungen der Fähigkeit, sich geistig zu konzentrieren, häufiger sind als bei anderen lokalisierten Hirnzerstörungen. Doch sind auch zahlreiche Fälle bekannt, bei denen trotz ausgedehnter, selbst beiderseitiger Läsion der Frontalregion keine nennenswerten intellektuellen Störungen in Erscheinung getreten sind. Bei progressiver Paralyse verfällt die Rinde des Stirnhirns oft in besonders hohem Maße der diffusen Zerstörung, doch sind in allen ausgeprägten Fällen auch die anderen Rindenteile mehr oder weniger ergriffen. Was aber das Wesentliche ist: bei allen Zerstörungen des Stirnhirns durch Verwundung, Bluterguß, Tumor oder diffuse Krankheitsprozesse sind die auftretenden intellektuellen Beeinträchtigungen keineswegs dadurch gekennzeichnet, daß die Kranke nun weniger gut mittels Auge, Ohr, Tastsinn usw. wahrnehmen könnten, falls nicht etwa ein komplizierender Krankheitsprozeß dieses oder jenes Organ peripher oder anderwärts zerebral geschädigt hat. Korrekte Wahrnehmungen sind aber, worauf wir später noch näher eingehen werden, nur möglich, wenn die passive oder aktive Aufmerksamkeit auf den betreffenden Sinneseindruck ge-

richtet, wenn seine Vividität hinreichend stark ist. Weder in der Frontalregion, noch in irgend einer anderen Hirnregion führt aber eine noch so ausgedehnte beiderseitige Zerstörung zu einer so merklichen Verminderung der Fähigkeit, die Vividität zu steigern, daß dadurch sämtliche Sinneswahrnehmungen in Mitleidenschaft gezogen würden. Dieser negative Befund macht allein schon die Annahme hinfällig, daß die „verfügbare Substanz“ auf eine oder auf einige wenige Regionen der Hirnkarte beschränkt sei. Sie ist vielmehr augenscheinlich über die ganze Fläche verteilt.

Wenn das der Fall ist, kommen wir zu der zweiten Möglichkeit, nämlich daß die verfügbare Substanz sich in einer oder mehreren der Grund- oder Oberschichten über die ganze Fläche der Hirnrinde ausgebreitet vorfindet. Über die funktionelle Bedeutung der Schichten wissen wir bisher noch sehr wenig. Verhältnismäßig am erfolgreichsten sind bisher in dieser Richtung die Untersuchungen über die Bedeutung der 5. Brodmannschen Schicht, der sogenannten Ganglienschicht gewesen, und zwar in dem beschränkten Gebiet der vorderen Zentralwindung, wo es zur Ausgestaltung monströser Zellformen, der Betzchen Riesenzellen, im Riesenpyramidentypus kommt. Trotz sehr zahlreicher Untersuchungen können wir jedoch bis jetzt nur sagen, daß diese Schicht an dieser Stelle zu motorischen Funktionen in näherer Beziehung steht. „Vor allem“, wie Brodmann (1909, S. 7) sagt, „fehlt jeder Nachweis, daß diese Schicht die ausschließlich motorische Komponente in der Rinde darstellt.“

Über die Schichten in der Area striata, deren Ausdehnungsbezirk, wie sicher feststeht, zum Sehakt in engster Beziehung steht, läßt sich nach dem Urteil desselben Forschers weder sagen, „welche von den drei in Betracht

kommenden Schichten des fraglichen Rindenfeldes — ob der Vicq d'Azyrsche Faserstreif oder die beiden granulären Zellschichten — das spezifisch ‚visuosensorische‘ Element innerhalb des Feldes stellen, noch vor allem, ob sie es ausschließlich tun, oder ob nicht vielmehr der ganze Rindenquerschnitt mit allen seinen Schichten am Zustandekommen kortikaler Sehfunktionen, auch der allerprimitivsten teil hat. Ebenso wenig — um ein drittes Beispiel anzuführen — wissen wir etwas über die sogenannte ‚Molekularschicht‘ der Autoren oder die äußerste Rindenschicht, unsere Lamina zonalis. . . . Die Meinungen über sie gehen sogar diametral auseinander, indem die einen sie für eine sehr hochwertige Schicht, ein, Assoziationsorgan‘, halten, während andere sie für ein funktionell niedriges Gebilde oder eine ‚neurologisch wertlose Schicht‘ (Meynert) erklären“.

Ich will hier noch kurz das Wenige anführen, was die neuere Hirnforschung bisher sonst über die funktionelle Bedeutung der Schichten ermittelt hat. In erster Linie sind da die Forschungen Nissls (1911) zu nennen, der fand, daß durch völlige Isolierung einer Hemisphäre beim neugeborenen Kaninchen, „die Weiterentwicklung der Nervenzellen in den beiden inneren Schichten der Konvexitätsrinde in einem unverhältnismäßig größeren Grade gestört wird als die Weiterentwicklung der Zellen in den übrigen Schichten“.

Diese Tatsache aber besagt, daß nicht der Gesamtquerschnitt der Konvexitätsrinde gleichartig innig mit dem übrigen Zentralorgan zusammenhängt, sondern daß die Beziehungen zu den beiden inneren Schichten der Rinde und den übrigen Gehirnteilen unverhältnismäßig inniger und größer sind als diejenigen der übrigen (äußeren) Schichten.“ Daraus ergibt sich der Schluß, daß die landkarten

artige Hirnoberflächentopographie nur auf die beiden inneren Schichten, nicht aber auf den Gesamtquerschnitt der Rinde bezogen werden kann, wodurch ein fundamentaler Funktionsunterschied zwischen den äußeren und inneren Schichten des Rindenquerschnitts erwiesen wäre.

Bielschowsky (1916), obwohl er den Wert der tatsächlichen Feststellungen Nissls voll anerkennt, ist auf Grund der Untersuchung zweier anatomisch und klinisch fast gleichartiger Fälle von einseitiger Hemiplegie bei intakter Pyramidenbahn beim Menschen zu einer wesentlich anderen Deutung des funktionellen Schichtungsplans der Hirnrinde gelangt. Auch er unterscheidet zwei Fundamentalzonen des Schichtensystems, eine Innen- und eine Außenzone. „Im Cortex existieren zwei Fundamentalzonen, nämlich eine dem Rindenweiß entsprechende Innenzone, aus welcher die gesamte corticofugale Projektionsfaserung zu den tieferen Abschnitten des Zentralorgans (einschließlich des Thalamus) hervorgeht, und der deshalb effektorische oder motorische Funktion im weitesten Sinne beizumessen ist, und eine dem Rindengrau Nissls entsprechende Außenzone, die die corticopetale Projektionsfaserung aufnimmt und dementsprechend als rezeptorischer oder sensorischer Organbestandteil aufgefaßt werden muß. Die Außenzone des Cortex ist in ungleich stärkerem Maße als die Innenzone mit Assoziationsfasern versorgt. Die anatomische Betrachtung nötigt deshalb zu der Annahme, daß der Außencortex nicht nur zu den sensiblen, sondern auch zu den höheren psychischen Funktionen in engerer Beziehung als die Innenzone steht.“ Zu einer ähnlichen Auffassung der beiden Fundamentalschichten ist auf Grund pathologisch- und vergleichend-anatomischer Untersuchungen Chr. Jakob (1912) gelangt.

Wie wir sehen, stimmen Bielschowsky und Jakob einerseits, Nissl andererseits in der Unterscheidung einer inneren und äußeren Fundamentalzone überein, sie weichen aber in der Auffassung ihrer funktionellen Bedeutung wesentlich voneinander ab. Selbst wenn die eine oder die andere dieser beiden Auffassungen sich als richtig erweisen sollte, wäre damit doch nur der allererste Schritt getan, in die Funktion der Rindenschichten einen gewissen Einblick zu gewinnen.

Ein Ergebnis scheint mir aber durch die erwähnten Untersuchungen sowie auch durch eine Reihe anderer Erfahrungstatsachen sichergestellt, freilich eines negativen Charakters, das aber insofern von großer Bedeutung ist, als es mit einer unhaltbaren, wiewohl noch vielfach gehegten Auffassung aufräumt. Der Auffassung nämlich, daß in einem bestimmten Rindenfeld sämtliche Nervenzellen aller Schichten der Rindendicke nur einer einzigen Funktion dienen, etwa der Bewegung einer besonderen Muskelgruppe in einem Feld der motorischen Region oder einer besonderen optischen Funktion in einem Feld der Area striata usw. So einfach liegen die Dinge jedenfalls nicht. Höchstwahrscheinlich üben schon in jeder einzelnen Schicht und Unterschicht gewisse Nervenzellen eines Feldes diese, andere jene Funktion aus, womit auch der Befund in Einklang steht, daß sich in jeder Schicht Nervenzellen verschiedener morphologischer Bildung neben einander vorfinden. Es ist deshalb auch sehr wohl denkbar, daß die von uns gesuchte „verfügbare Substanz“ sich in Gestalt besonderer Elemente in verschiedenen Schichten — unbeschadet der sonstigen Funktion der betreffenden Schichten — über die ganze Hirnrinde ausgebreitet vorfindet.

In erster Linie wird man natürlich an zellige Elemente denken, und wenn das zutrifft, haben wir uns die Frage vorzulegen, welche Nervenzellen oder Verbände solcher als verfügbare Substanz von vornherein ausscheiden, weil sie offenbar für andere besondere Funktionen in Beschlag genommen sind. In erster Linie kommen da die in Nestern zusammenliegenden sehr großen Zellen der 5. Schicht der motorischen Rindenregion in Betracht, die bereits oben erwähnten Riesenpyramiden oder Betzschen Zellen, in denen man mit gutem Grund schon seit längerer Zeit (Betz, 1874) „motorische Hirnzellen“ erblickt hat, d. h. Zellelemente, „die in physiologischer Hinsicht mit motorischen Funktionen in Zusammenhang stehen und anatomisch von allen übrigen Rindenzellen durch einen nur ihnen eigentümlichen Bau sich unterscheiden“ (Brodmann, 1909), weshalb Brodmann sie als „ein Beispiel (vielleicht das einzig verwertbare) einer histologischen Elementarlokalisierung“ aufführt.

Viel weniger sicher steht es um die Feststellung von in bestimmten Gegenden lokalisierten Sinneszellen oder sensorischen (optischen, akustischen usw.) Spezialzellen, von „kommemorativen“ oder gar „psychischen“ Zellen ganz zu geschweigen. Aber selbst wenn wir annehmen, daß alles, was bisher als motorische und als sensorische Hirnrindenzelle angesprochen worden ist, diesen Namen wirklich verdient, so ist das doch nur ein ganz verschwindender Bruchteil des Zellenheeres der Hirnrinde. Nach Abzug dieses Bruchteils bleiben noch ungezählte Legionen von Rindenzellen übrig, aus deren Reihen sich die Masse der verfügbaren Substanz voll und ganz rekrutieren könnte, die durch keine spezifische Energie und durch keine Eigenart der Leitung an eine bestimmte Erregungsform gebunden sein

dürfte, die vielmehr Empfänger und Träger jeder Erregungsform sein müßte.

Wenn es sich so verhält, würde sich unsere Kenntnis von der Lokalisation der verfügbaren Substanz in derselben Lage befinden, wie sie sich den allermeisten übrigen Großhirnfunktionen gegenüber befindet, deren Zellrepräsentanten wir auch bisher nicht oder nur höchst hypothetisch angeben und für die wir bestenfalls die Region oder das Feld bezeichnen können, in dem sie (richtiger ausgedrückt ihre kortikopetale, bzw. kortikofugale Projektion) auf der Fläche der Rinde lokalisiert sind. Im Gegensatz dazu sprechen, was die verfügbare Substanz anlangt, die experimentellen und klinischen Erfahrungen durchaus dafür, daß sie nicht auf eine Region oder ein Feld beschränkt ist, sondern sich durch die ganze Fläche der Rinde hindurch erstreckt.

Es besteht nun aber noch eine zweite, zunächst vielleicht abliegend erscheinende Möglichkeit, nämlich daß die „verfügbare Substanz“ überhaupt nicht in zelligen Elementen zu suchen ist, sondern in plasmatischen Bildungen, die, obwohl natürlich Produkte von Zellen, eine selbständige Entwicklung genommen und je einer einzelnen Zelle nicht mehr zugeteilt werden können. Schon seit langer Zeit ist es nicht unbeachtet geblieben, daß alle Teile der grauen Substanz nicht nur aus Nervenzellen, Nervenfasern, Glia und aus Blut- und Lymphgefäßen bestehen, sondern außerdem noch eine eigenartige Zwischensubstanz enthalten. Die älteren Autoren waren vorwiegend der Ansicht, diese Substanz sei nicht nervöser, sondern bindegewebiger Natur; sie unterschieden verschiedene Formen derselben und beschrieben sie je nachdem als granulierte, retikuläre, spongiöse, gelatinöse Grundsubstanz. Nissl (1903, S. 449) sagt

darüber: „Heute wissen wir, dank den Forschungen Weigerts, daß die frühere Auffassung der Glia nicht der Wirklichkeit entsprach. Allein dadurch wird keineswegs die Tatsache aus der Welt geschafft, daß man schon frühzeitig die körnig-fädige Zwischen- oder Grundsubstanz des grauen Gewebes als etwas Besonderes, Eigenartiges und etwas von Nervenzellen, Nervenfasern sowie von Gliazellen und den faserartigen Ausläufern der letzteren Verschiedenes erkannt hat.“

Zeitweise ist unter dem Einfluß der neuen Färb- und Imprägnationsmethoden das Interesse an der körnig-fädigen Grundsubstanz ganz zurückgetreten, bis dann wieder Nissl ihr eine weitgehende Beachtung geschenkt und auf ihre Bedeutung hingewiesen hat. Er beschreibt sie als nicht im eigentlichen Sinne granuliert und auch nicht retikuliert; sie erinnere nur an das Aussehen wirklich granulierter oder retikulierter Gewebsbestandteile. Tiefer in ihrem histologischen Aufbau einzudringen, ist bisher noch nicht gelungen.

Nissl ist nun auf Grund eines sehr großen, freilich bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse vielfach noch recht vieldeutigen Tatsachenmaterials zu der Überzeugung gelangt, daß diese Grundsubstanz nervöser Natur sei, weshalb er sie als das „nervöse Grau“ bezeichnet, und daß ein Funktionieren des zentralen Nervensystems ohne Mitarbeit dieses nervösen Grau undenkbar wäre. Denn die ungeheure Mehrzahl der in einem grauen Zentrum endigenden markhaltigen Nervenfasern verliert in dieser Grundsubstanz seine Markscheiden, und unmittelbar darauf entzieht sich auch der Axenzylinder jeder weiteren Verfolgung, und zwar in ansehnlicher Entfernung von den umgebenden Nervenzellen und den sie umhüllenden Golgischen Netzen. Ganz

unbewiesen und mit den tatsächlichen Befunden unvereinbar ist Nissls Ansicht nach die Vorstellung, daß der Axenzylinder nach Verlust der Markscheide stets oder auch nur in der Regel als nackter oder markloser Axenzylinder seinen Weg fortsetzt und aufsplitternd mit seinen Endästen in die perizellulären und pericentrischen Golgischen Netze entfernt liegender Nervenzellen tritt, wo sein Axenzylinderplasma verschwindet und die nun allein übrig bleibenden Neurofibrillen von der Substanz der Golgischen Netze umhüllt werden. Vielmehr deutet Nissl den bisher vorliegenden objektiven Befund so, daß die markhaltigen Axenzylinder nach Verlust ihrer Markscheiden ihren Verlauf als marklose Axenzylinder nicht fortsetzen, sondern irgendeine Substanzveränderung erleiden, indem sie wahrscheinlich ins nervöse Grau übertreten. Nur ein kleiner Bruchteil von Nervenfasern zieht bis dicht an die fremden Nervenzellen heran und bildet hier entweder nach Art der Trapezkernfasern ein korbartiges Geflecht um die Zellen oder tritt in der oben erwähnten Weise mit dem Golgischen Netz in Beziehung.

Das nervöse Grau findet sich nach Nissl in allen grauen Teilen des Zentralnervensystems. Bei weitem seine Hauptmasse aber befindet sich in der Hirnrinde, und zwar besonders in ihren äußeren Schichten, und regionär am massenhaftesten im Stirnhirn. Auf den interessanten Versuch Nissls, das nervöse Grau des Wirbeltierhirns mit dem diffusen Elementargitter der Ganglienknotten bei Wirbellosen in Parallele zu bringen, will ich hier nicht näher eingehen und nur allgemein über das Problem des nervösen Grau folgendes sagen.

Es wäre für mich sehr verlockend, im nervösen Grau Nissls die verfügbare Substanz zu erblicken, die auf keine

bestimmte Erregungsform abgestimmt, also ohne „spezifische Energie“ jeder Erregungsform in gleicher Weise zugänglich ist, die nicht auf eine bestimmte Region oder ein Feld der Hirnrinde, auch nicht auf eine einzelne Schicht derselben beschränkt ist, und deren Einzelbezirke überall durch gute, mehrsinnig funktionierende Leitungssysteme miteinander in Verbindung stehen, wie sich dies aus dem instruktiven Schema Nissls für das nervöse Grau (1903, Taf. 2, Fig. 6) ergibt. Ich muß aber dieser Lockung widerstehen, weil die Rolle, die die „körnig-fädige Grundsubstanz“, bzw. Nissls „nervöses Grau“ im Aufbau des zentralen Nervensystems spielt, ja selbst die Entscheidung der Frage, ob sie wirklich den nervösen Substanzen zuzurechnen ist, solange noch durchaus unentschieden bleiben muß, bis wir tieferen Einblick in ihren Bau und besonders in ihre Beziehungen zu den scheinbar unvermittelt in ihr endenden markhaltigen Nervenfasern gewonnen haben.

Es ist zur Zeit ebensowenig möglich anzugeben, welche histologischen Elemente der Hirnrinde (Zellen, bzw. auch Nissls Grau) als verfügbare Substanz zu bezeichnen sind, wie zu sagen, welche histologischen Elemente — mit Ausnahme vielleicht der Betzschen Riesenzellen — durch spezifische Energie oder Konfiguration der Leitungsverhältnisse für eine ganz bestimmte Funktion festgelegt sind, z. B. dem Sehen, Hören, Fühlen usw. dienen. Freilich können wir in letzteren Fällen die Felder der Rinde bezeichnen, die vorwiegend, wenn auch wohl sicher nicht ausschließlich, im Dienste einer bestimmten Sinnes- oder Bewegungsfunktion stehen. Aber wir können weder die histologischen Elemente angeben, die innerhalb der Region der betreffenden Funktion dienen, noch behaupten, daß die Funktion streng auf die betreffende Region beschränkt sei, noch auch

daß die Region in ihrer ganzen Dicke und mit allen ihren Elementen ausschließlich dieser Funktion diene.

In unserem Falle können wir nun allerdings nicht eine Region bezeichnen, die man als Ausgangspunkt für die Funktion der Vividitätssteigerung (dies Wirkungsgebiet der passiven und aktiven Aufmerksamkeit) ansprechen könnte. Dies beruht aber nicht auf einer größeren Mangelhaftigkeit unserer Kenntnisse dieser Hirnfunktion, verglichen mit den anderen, sondern liegt in der Natur der Sache. Denn gerade unsere experimentellen und klinischen Erfahrungen führen uns, wie oben ausgeführt, mit großer Bestimmtheit zu dem Schluß, daß die Funktion der Vividitätssteigerung nicht regionär beschränkt ist, daß kein einzelnes Rindengebiet als der ausschließliche oder auch nur ganz vornehmliche Sitz der passiven und aktiven Aufmerksamkeit angesehen werden darf, daß vielmehr die „verfügbare Substanz“ über die ganze Fläche der Hirnrinde verteilt ist.

Nachwort.

Sechs Kapitel des Werkes sind im wesentlichen vollendet und liegen dem Leser in Obigem gedruckt vor. Eine ebenso große Anzahl von Kapiteln sollte noch folgen, waren in ihren Hauptzügen entworfen, aber noch mehr oder weniger unausgearbeitet. Einige von ihnen hätten dem im 4., 5. und 6. Kapitel vorgetragene Grundgedanken starke Stützen verliehen, der Auffassung, daß der Grad der Bewußtheit (Vividität) einer Empfindung vom Quantitätsfaktor der Erregung, deren Manifestation sie ist, also von der Menge der in dem betreffenden Erregungszustand begriffenen reizbaren Substanz abhängt.

Das siebente Kapitel sollte den Wettstreit der simultanen Erregungen um diejenige reizbare Substanz darstellen, die ich als nicht durch Eigenart der Leitung oder spezifische Energie von vorn herein festgelegt, sondern allen Erregungsformen zugänglich, als „verfügbare Substanz“ bezeichnet habe. Das Korrelat der „verfügbaren Vividität“ (Mnemische Empfindungen, S. 342) ist auf energetischem Gebiet diese „verfügbare Substanz“. S. 342 der Mnemischen Empfindungen sagte ich: „Wir können uns also bildlich so ausdrücken, daß die verschiedenen Komponenten eines simultanen Empfindungskomplexes sozusagen in einer Mitbewerbung um die Verteilung der im gegebenen Augenblick verfügbaren Vividität stehen.“ Jetzt sage ich, daß dies nicht nur bildlich, sondern wörtlich zu nehmen ist. Der Mitbewerbung um die Verteilung der verfügbaren Vividität auf dem Empfindungsgebiet entspricht

aber als energetisches Korrelat der Wettstreit der simultanen Erregungen um die „verfügbare Substanz“. Dabei haben wir zwei Voraussetzungen zu machen. Erstens daß die Leitungsverhältnisse zur und in der verfügbaren Substanz derartige sind, daß alle Erregungen zu ihr Zugang haben, eine Voraussetzung, die sich durch die Tatsachen der simultanen Assoziation der Empfindungen (und damit auch ihres energetischen Korrelats: der Erregungen) bei einigem Nachdenken leicht begründen läßt. Die zweite Voraussetzung ist die, daß innerhalb eines und desselben Abschnitts von erregbarer Substanz sich im gegebenen Augenblick nur eine Erregungsform abspielen kann. Wird eine andere, wenn schon noch so ähnliche dazugeleitet, so verdrängt sie entweder die erste schon vorhandene oder sie macht vor dem bereits okkupierten Gebiet halt. Eine Kombination irgendwelcher Art der konkurrierenden Erregungen (Vermischung, Neutralisation oder sonstige Veränderung) findet nicht statt. Eine eingehendere Besprechung und weitere Begründung dieser beiden Voraussetzungen sollte im Schlußkapitel stattfinden.

Es läßt sich zeigen, daß die Tatsachen auf dem Empfindungsgebiet („Enge des Bewußtseins“) in bestem Einklang stehen mit der Annahme eines Wettstreits der Erregungen. Vertiefen läßt sich diese Betrachtung aber durch die genaue Untersuchung eines ganz besonderen Sonderfalls, der in mancher Beziehung besonders einfache Verhältnisse darbietet: es ist dies das bekannte Phänomen des Wettstreits der Sehfelder. Dieser Fall zeichnet sich vor anderen dadurch aus, daß die in Wettbewerb um die verfügbare Vividität befindlichen Empfindungskomplexe auf dasselbe Empfindungsfeld angewiesen sind (Mnemische Empfindungen, S. 72, 74, 302, 343; die dort gegebenen Darstel-

lungen würde ich übrigens jetzt in mancher Hinsicht anders fassen). Ich habe in dieser Richtung zahlreiche neue Beobachtungen angestellt, die ich, weil noch nicht abgeschlossen, hier nicht darstellen kann; ich möchte aber spätere Forscher darauf hinweisen, daß hier noch eine reiche Fundgrube neuer Erkenntnisse für unser Problem vorhanden ist. Natürlich ist bei der Verwertung dieses Sonderfalls immer im Auge zu behalten, daß hier die Empfindungsmanifestationen der beiden konkurrierenden Erregungen nicht in nebeneinander gelegenen Empfindungsfeldern auftreten, wie dies sonst in der Regel der Fall ist, sondern auf dasselbe Empfindungsfeld angewiesen sind.

Das nächste (achte) Kapitel sollte einer Erörterung des Lokalisationsproblems gewidmet sein. Darüber, daß der Eintritt der zentripetalen Erregungen in die Großhirnrinde lokalisiert ist ebenso wie der Austritt der zentrifugalen aus derselben, darüber kann kein Zweifel obwalten. Über diese Lokalisation, die durch die Hirnanatomie, Hirnphysiologie und Hirnpathologie hinreichend sichergestellt ist, gibt die „Hirnkarte“ schon zu gegenwärtiger Zeit eine leidlich genaue Auskunft. Physiologisch wie pathologisch handelt es sich aber hierbei in der Hauptsache um eine Lokalisation der Ein- und Ausleitung der Erregungen. Damit ist aber noch keineswegs bewiesen, daß die betreffenden Erregungen auf das cytoarchitektonische Feld, in das sie ein- oder von dem sie ausstrahlen, beschränkt bleiben, ebensowenig daß das betreffende Feld durch die ganze Dicke der Hirnrinde hindurch das ausschließliche Organ dieser einzigen Erregung ist. Von dieser Anschauung haben sich so bedeutende Hirnforscher wie v. Monakow, Nissl, Bielschowsky und andere bereits freigemacht und die von mir im 6. Kapitel dieser Arbeit entwickelten

Anschaungen über die „verfügbare Substanz“ lassen meiner Ansicht nach diese ganze Frage in einem neuen Lichte erscheinen.

Eine zweite Seite der Frage ist die nach der Lokalisation der Engramme; sie steht in innigem Zusammenhang mit der ersten, fällt aber natürlich nicht mit ihr zusammen. Wenn es richtig ist, daß zwar der Eintritt und Austritt der Erregungen an gewisse Stellen der Hirnrinde gebunden, also entsprechend der Hirnkarte lokalisiert ist, nicht aber die Ausbreitung der Erregungen innerhalb der „verfügbaren Substanz“, so ist eine strenge, der Hirnkarte entsprechende Lokalisation der von den Erregungen zurückgelassenen Engramme im hohen Maße unwahrscheinlich. Auch die neuere hirnpfysiologische und hirnpfathologische Forschung spricht durchaus dagegen, was z. B. aus den umfassenden Zusammenstellungen von v. Monakow (Die Lokalisation im Großhirn, Wiesbaden 1914) mit großer Deutlichkeit hervorgeht. Dies kann natürlich hier nicht weiter ausgeführt werden. Überhaupt begegne ich mich mit v. Monakow an sehr vielen (nicht allen) Punkten, was um so bemerkenswerter ist, als unsere Ausgangspunkte ganz verschieden waren.

v. Monakow ist auch derjenige, der meine chronogene Lokalisation (Mneme, 3. Aufl., S. 171, 381, Mnemische Empfindungen, S. 282, 379) als ein unumgängliches Postulat voll anerkannt hat. Dieser chronogenen Lokalisation wollte ich in der vorliegenden Arbeit eine tiefergehende Untersuchung widmen. Ohne eine solche, in bloßen Andeutungen über diese schwierige Frage zu reden, hat keinen Sinn. Also schweige ich hier darüber, sowie über die Frage, in welchen Elementen der reizbaren Substanz die Engramme etwa lokalisiert sein könnten. Immerhin will ich nicht ver-

schweigen, daß eine Anzahl von Gründen (besonders das, was wir über „Vererbungssubstanz“ wissen) mir dafür zu sprechen scheinen, die Aufspeicherung der Engramme finde in der chromatischen Substanz der Zellkerne statt. Beweisen läßt sich das natürlich bis jetzt in keiner Weise; vielleicht aber kann es als Arbeitshypothese dienen.

Das neunte Kapitel sollte den Titel tragen: Quantitätsfaktor und Mneme. Es sollte ausgehen von der Tatsache, daß je vividere eine Empfindung, um so vollkommener *ceteris paribus* die von ihren Erregungskorrelaten hinterlassenen Engramme. Nimmt man nun mit mir an, daß einer vivideren Empfindung eine größere Menge der in dem betreffenden Erregungszustand begriffenen reizbaren Substanz entspricht, so ist damit auch das Zurückbleiben von entsprechend mehr (über weitere Strecken der Hirnrinde verbreiteten) Engrammen gegeben. Bei der Erweckung dieser Engramme entsprechen dem also mehr Kraftzentren als Ausgangspunkte der entsprechenden mnemischen Erregung. Es ist hier also der Fall multipler Reizung (Analogie mit der oben im 4. Kapitel besprochenen multiplen äußeren Reizung) gegeben. Dadurch Vermehrung der gereizten Substanz und als Empfindungskorrelat größere Vividität der (in vorliegendem Falle mnemischen) Empfindung. Von diesem Ausgangspunkt aus sollten eine größere Anzahl mnemischer Phänomene näher untersucht werden. — An dieser Stelle will ich auf eine Parallele auf einem anderen mnemischen Gebiet hinweisen. In seinem posthumen Werk: „Zwei Fehlerquellen bei Merogonieversuchen . . .“, Archiv f. Entwicklungsmech., Bd. 44, Heft 3/4, 1918, sagt Th. Boveri S. 467: „Durch Bastardierung von Rieseneiern sind wir*) zunächst beide zu der übereinstimmenden

*) Gemeint sind erstens Boveri, zweitens C. Herbst.

Feststellung gelangt, daß das Vererbungssubstrat bei Echiniden quantitativ wirkt . . .“ usw. bis „in der Verdoppelung der mütterlichen Kernsubstanz ihren Grund hat.“ Natürlich liegt das tertium comparationis hier nicht auf dem Gebiet der Bewußtseinsmanifestation, sondern auf energetischem Gebiet, Wichtigkeit des Quantitätsfaktor der Erregungsenergie.

Das zehnte Kapitel sollte die Grade der Bewußtheit behandeln. Von der vollkommensten Bewußtheit bis zur gänzlichen Unbewußtheit gibt es alle denkbaren kontinuierlichen Übergänge, und eine scharfe Unterscheidung von Oberbewußtsein, Unterbewußtsein und absoluter Unbewußtheit ist unmöglich. Der Terminus „Unterbewußtsein“ ist deshalb unhaltbar, kann nur Verwirrung stiften und sollte fallen. Andererseits ist das Vorhandensein und die Wirksamkeit von Hirnrindenprozessen, die kaum oder gar nicht bewußt werden, eine wichtige Tatsache, deren weiteres Studium von grundlegender Bedeutung für die Psychologie werden wird. Unbewußt bleibende Denkarbeit spielt in unserem Denkprozeß eine viel größere Rolle als wir bis vor kurzem ahnten. Hier ist eine weitere reiche Fundgrube. Ich hatte in dieser Beziehung schon ein ziemlich reiches neues Material gesammelt. Einen Anstoß zum Studium eines Teils dieser Erscheinungen hatten bereits die Arbeiten Freuds und seiner Schüler gegeben. Leider hat die unwissenschaftliche Methode dieser Schule, besonders die willkürliche, voreingenommene Art ihres Folgerns hier arge Verwirrung gestiftet. Das ist eine vorübergehende Erscheinung. — Es kommt vor, daß Denkprozesse, die unbewußt oder ganz schwach bewußt vor sich gehen, zu besseren Ergebnissen führen, als wenn sie vollbewußt vorgenommen werden. Ich vermute, der Grund liegt darin,

daß bei der vollbewußten Denkarbeit, besonders wenn sie unter schwerem Ringen vor sich geht, unter Umständen immer wieder derselbe Fehler gemacht, dieselbe falsche Bahn eingeschlagen wird, während bei der unbewußten Weiterarbeit dieser Fehler vermieden, und der Phantasie gestattet wird, sich in anderen, abliegenden Bahnen zu bewegen. Kommt auf diese Weise ein neues, überraschendes Resultat zustande und gewinnt dasselbe hinreichende Vividität, so sprechen wir von Intuition. Intuition und vollbewußte logische Denkarbeit unterscheiden sich im Grunde nur durch den Bewußtheitsgrad. Ihre grundsätzliche Gegenüberstellung, wie sie z. B. Bergson vornimmt, ist ganz zu verwerfen. — Hier sei übrigens auch daran erinnert, daß mnemische Prozesse, besonders Ekphorien, sehr oft unbewußt besser verlaufen als vollbewußt. Wenn uns ein Name oder ähnliches durchaus nicht einfallen will, tun wir gut, uns nicht weiter zu quälen, sondern unser Denken abzulenken. Nach einiger Zeit wird dann das Gesuchte oft „von selbst“ im Bewußtsein auftauchen. Auch hier sind dann eben beim bewußten Ringen immer wieder falsche Bahnen eingeschlagen worden.

(Affekte [Lust und Unlust] in ihrem Ausmaß von ihrer Intensität und ihrer Vividität, also im Erregungskorrelat von $m \cdot i$ [Menge der erregten Substanz \times Intensität] abhängig.)

Das elfte Kapitel war bestimmt zu zeigen, daß durch den Nachweis, der Grad der Bewußtheit sei von der Quantität der erregten Substanz abhängig, ein Einklang hergestellt wird zwischen den Ergebnissen der vergleichenden Morphologie und denen der vergleichenden Psychologie. Am besten läßt sich das zeigen bei den Wirbeltieren, bei denen offenbar die phylogenetische Zunahme der sogenannten

Intelligenz mit der verhältnismäßigen (d. h. auf die Körpergröße reduzierten) Zunahme der Gehirnmasse, besonders bei den höheren Formen der Masse der Großhirnrinde in einem ganz bestimmten Abhängigkeitsverhältnis steht. Aber auch für andere Tierstämme (Insekten, Cephalopoden) gilt dasselbe. Dies läßt sich leicht demonstrieren. Aber man könnte fragen: was hat die Möglichkeit auf Grund der Zunahme der „verfügbaren Substanz“ die Vividität (Grad der Bewußtheit) zu verstärken, mit der Zunahme der Intelligenz zu tun? Sehr viel. Ein Mensch, in dessen Gesichtsfeld an einem Waldrande an verschiedenen Stellen eine Anzahl Feinde auftauchen, kann gleichzeitig das Vorgehen jedes einzelnen beobachten, ihre Bewaffnung und Gefährlichkeit abschätzen, berechnen, wie lange dieser oder jener bis zur Erreichung eines bestimmten Punktes brauchen wird, gleichzeitig erwägen, wie das hinter ihm selbst befindliche Terrain beschaffen ist, wo er am ersten auf Zuzug rechnen kann, daraufhin einen Plan fassen und bei Ausführung desselben immer gleichzeitig beobachten, wie seine verschiedenen Gegner darauf reagieren und dementsprechend seinen Plan blitzschnell abändern. Er vermag eben gleichzeitig vieles zu beobachten und gleichzeitig vieles zu denken. Das vermag in diesem Maße auch nicht im entferntesten irgendein Tier. Je mehr ein Tier es vermag — der Hund mehr als der Hase, der Hase mehr als der Frosch — als um so intelligenter bezeichnen wir es. Alle höheren geistigen Fähigkeiten hängen im Grunde davon ab, gleichzeitig verschiedenes in Betracht zu ziehen, mit einem Worte, seine Aufmerksamkeit zu teilen, ohne daß doch die Vividität jedes der Teilstücke allzu sehr geschmälert wird. Das aber ist nur dann möglich, wenn soviel „verfügbare Substanz“ vorhanden ist,

daß, wenn auch unter viele Erregungen geteilt, jedes Teilstück so groß bleibt, daß die Empfindungsmanifestation der ihr zugeteilten Erregung noch hinreichendes Gewicht behält, um sich im Gesamtkonzert geltend zu machen.

Das Schlußkapitel (zwölftes Kapitel) sollte Betrachtungen über die bisher noch so ganz rätselhafte Erregungsenergie und damit über das Wesen des Gehirnprozesses vom energetischen Standpunkt aus enthalten. Ich weiß nicht, ob ich diese Gedanken, die von der modernen Entwicklung der Atomlehre (Rutherford, Bohr usw.) angeregt worden sind, auch nach jahrelanger Durcharbeitung seiner Veröffentlichung für wert gehalten hätte. Jedenfalls hat es keinen Sinn, hier jetzt in Andeutungen von ihnen zu reden. Und somit schließe ich dieses Buch und meine wissenschaftliche Arbeit überhaupt.

Dezember 1918.

Richard Semon.

Literatur.

- Ament, W., Über das Verhältnis der ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden bei Licht- und Schallintensitäten. Philosophische Studien. Bd. 16. 1900.
- Angell, F., Untersuchungen über die Schätzung von Schallintensitäten nach der Methode der mittleren Abstufungen. Philosophische Studien. Bd. 7. 1892.
- Aubert, H., Physiologie der Netzhaut. 1865.
- Bach, H., Jahrbuch f. wissenschaft. Botanik. Bd. 44. 1907.
- Biedermann, W., Elektrophysiologie. Jena 1895.
- Biedl, A., Innere Sekretion. 3. Auflage, Berlin und Wien 1916.
- Bielschowsky, M., Über Hemiplegie bei intakter Pyramidenbahn. Ein Beitrag zur Kenntnis des Schichtungsplanes der Großhirnrinde. Journal f. Psychol. u. Neurologie. Bd. 22. 1916.
- Blaauw, A. H., Inaug.-Diss. Extract de Rec. d. Trav. Bot. Neerl. Bd. 5. 1909.
- Bloch, A. M., Compt. rend. d. l. soc. d. biol. Bd. 37. 1885.
- Brodmann, K., Vergleichende Lokalisationslehre der Großhirnrinde. Leipzig, 1916.
- Brun, R., Die Raumorientierung der Ameisen. Jena 1914.
— Weitere Untersuchungen über die Fernorientierung der Ameisen. Biol. Zentralbl. Bd. 36. 1916.
- Cannon, W. B., The emergency function of the adrenal medulla in pain and the major emotions. Amer. Journ. of Physiology. Bd. 33. 1914.
— and D. de la Paz, Emotional Stimulation of adrenal Secretion. Amer. Journ. of Physiology. Bd. 28. 1911.
- Charpentier, A., Archive d'Ophthalmol. Bd. 10. 1890.
- Dürr, E., Die Lehre von der Aufmerksamkeit. Leipzig 1914.
- Ebbinghaus, H., Grundzüge d. Psychologie. Bd. 1. 1905.
- Fechner, G. Th., Elemente der Psychophysik. 1860; 2. unv. Aufl. 1899; 3. unv. Aufl. 1904. Vgl. ferner die weiteren Ausführungen in Fechners Schriften: In Sachen der Psychophysik 1877; Revision der Hauptpunkte d. Psychophysik 1882; die psychischen Maßprinzipien u. d. Webersche Gesetz. Philosoph. Studien Bd. 4. 1888.

- Fechner, G. Th., Über ein psychophysisches Grundgesetz und dessen Beziehung zur Schätzung von Sterngrößen. Abhdlg. d. Kgl. sächs. Ges. d. Wiss. Bd. 4. 1839.
- Über einige Verhältnisse des binokularen Sehens. Abhandlungen d. Kgl. sächs. Ges. d. Wissenschaften. Bd. 7 (s. Bd. 5 d. Abhandlung d. math.-physischen Klasse). 1861.
- Fick, A., Untersuchungen über elektrische Reizung. 1869.
- Fitting, H., Jahrbuch f. wissensch. Botanik. Bd. 41. 1905.
- Forel, A., Expériences et remarques critiques sur les sensations des Insectes. Como. Riv. d. Sc. Biol. Vol. II u. III. 1900—1901.
- Das Sinnesleben der Insekten. München 1910.
- Fröbes, Ein Beitrag zu den sog. Vergleichen über merkliche Empfindungsunterschiede. 7. Psych. u. Phys. d. tinn. org. Bd. 36. 1909.
- Fröschel, P., Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. Bd. 117. 1908.
- Über die Induktion des Heliotropismus. Zeitschr. f. d. Ausbau d. Entwicklungslehre. 2. Jahrg. 1908.
- Über ein allgemeines reizphysiologisches Gesetz. Naturwissenschaftl. Wochenschrift. N. F. Bd. 8. 1909.
- Untersuchung über die heliotropische Präsentationszeit. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wissensch. Wien, 1. Mitteilung Bd. 117, 1908; 2. Mitteilung Bd. 118, 109.
- Geyser, J., Über den Einfluß der Aufmerksamkeit auf die Intensität der Empfindung. Dissertation. München 1897.
- Gruithuisen, F., Beiträge zur Physiognosie und Cantognosie, München 1812.
- Haveloc, Ellis, Das Geschlechtsgefühl. Deutsche Ausgabe von H. Kurella. 2. Aufl. Würzburg 1909.
- Helmholtz, H., Die Lehre von den Tonempfindungen. 4. Ausgabe. Braunschweig 1877.
- Handbuch der physiologischen Optik. 2. Auflage. Hamburg und Leipzig. 1896.
- Hering, E., Beiträge zur Physiologie. Leipzig 1861—1864.
- Beiträge zur Physiologie. 2. Heft. Von den identischen Netzhautstellen. Leipzig 1862.
- Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn. Graefe-Saemisch, Handbuch d. ges. Augenheilkunde. Leipzig, 1. Lieferung 1905, 2. Lieferung 1907, 3. Lieferung 1911.
- Zur Lehre von der Beziehung zwischen Leib und Seele. I. Über Fechners psychophysisches Gesetz. Bd. 72. 3. Abt. Sitzungs-

- ber. d. K. Akad. d. Wissensch. Math.-naturw. Klasse. Jahrg. 1875, Wien 1876.
- Hering, E., Zur Lehre vom Lichtsinne. Sechs Mitteilungen an die K. Akad. d. Wissensch. in Wien 1878. 4. Mitteilung. Über die sogenannte Intensität der Lichtempfindung und über die Empfindung des Schwarzen. Vorgelegt 1874 (a). 5. Mitteilung. Grundzüge einer Theorie des Lichtsinnes. Vorgelegt 1874 (b).
- Zur Theorie der Nerventätigkeit. Leipzig 1899.
- Jakob, Chr., Über die Ubigenität der sensomotorischen Doppelfunktion d. Hirnrinde. Journ. f. Psych. u. Neurol. Bd. 19. 1912.
- James, W., Psychologie. Übersetzt von M. Dürr. Leipzig 1909.
- The Physical Basis of Emotion. Psycholog. Review. I, 1894.
- The Principles of Psychology. 2 Bände. London 1901
- Jentzsch-Wetzlar, F., Das binokulare Mikroskop. Zeitschrift f. wissensch. Mikroskopie. Bd. 30. 1913.
- Kries, J. v., Zeitschrift f. Sinnesphysiologie. Bd. 41. 1906.
- Külpe, O., Grundriß der Psychologie. Leipzig 1893.
- Unpublizierter Vortrag über den Einfluß d. Aufmerksamkeit auf die Empfindungsintensität vor dem 3.internat. Kongreß f. Psychologie in München 1896. Ein lückenhafter Abriß im Bericht des Kongresses (Lehmann, 1897). Über die in diesem ganz fehlenden akustischen Versuche berichtet nach eigenen stenographischen Aufzeichnungen J. Geysers (1897) in seiner in vorliegendem Verzeichnis aufgeführten Arbeit.
- Lange, C., Über Gemütsbewegungen. Übersetzt von Kurella, Leipzig 1887.
- Laub, J., Über das Verhältnis der ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden auf dem Gebiet der optischen Raumwahrnehmung. Archiv f. d. ges. Psychologie. Bd. 12. 1908.
- Linsbauer, L., Wiesner-Festschrift 1908.
- Lotze, H., Medizinische Psychologie. Leipzig 1852.
- Maillefer, A., Etude sur le géotropisme. Bull. de la Soc. Vaudoise des sienc. nat. Bd. 45. 1909.
- Merkel, J., Die Untersuchungen dieses Verfassers über das Abhängigkeitsverhältnis von Reiz und Empfindung und über die Versuchsmethodik finden sich in Philosophische Studien, herausgegeben von W. Wundt Bd. 4, 1888; Bd. 5, 1889; Bd. 7, 1892; Bd. 9, 1894; Bd. 10, 1894.
- Metzner, R., Einiges vom Bau und von den Leistungen des sympathischen Nervensystems, besonders in Beziehung auf seine

- emotionelle Erregung. Samml. anat. u. physiologischer Vorträge von Gaupp u. Trendelenburg. Bd. 2, Heft 21. Jena 1913.
- Meyer, G. H.**, Untersuchungen über die Physiologie der Nervenfasern. Tübingen 1843.
- Müller, G. E.**, Zur Theorie der sinnlichen Aufmerksamkeit. Inauguraldissertation. Leipzig 1873.
- J., Die Lehre von den spezifischen Sinnesenergien. Coblenz 1826.
- Nagel, W.**, Über die phantastischen Gesichterscheinungen. In Handbuch der Physiologie des Menschen. Herausgegeben von W. Nagel. Bd. 3, 1. Hälfte. Braunschweig 1904.
- Nathanson, A.**, und E. Pringsheim, Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik. Bd. 45. 1908.
- Nissl F.**, Zur Lehre der Lokalisation in der Großhirnrinde des Kaninchens. Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wissenschaft. Bd. 2 B. 1911.
- Pekelharing, C. J.** — Rutten Rec. frad bot. néerl. vol 7. 1910.
- Peters, W.**, Aufmerksamkeit und Reizschwelle. Archiv f. d. ges. Psychologie. Bd. 8. 1906.
- Piper, H.**, Über das Helligkeitsverhältnis monokular und binokular ausgelöster Lichtempfindungen. Zeitschr. f. Psych. u. Physiol. d. Sinnesorgane. Bd. 32. 1903b.
- Über Dunkeladaptation. Zeitschr. f. Psychol. und Physiol. d. Sinnesorgane. Bd. 31. 1903a.
- Semon, R.**, Die Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens. 3. Aufl. Leipzig 1911.
- Die mnemischen Empfindungen. Leipzig 1909.
- Das Problem der Vererbung „erworbener“ Eigenschaften. Leipzig 1912.
- Steinach, E.**, Entwicklung der vollen Männlichkeit in funktioneller und somatischer Beziehung bei Säugern als Sonderwirkung des inneren Hodensekrets. Zentralbl. f. Physiologie. Bd. 24. 1910b.
- Feminierung von Männchen und Maskulierung von Weibchen. Zentralblatt f. Physiologie. Bd. 27. 1913.
- Geschlechtstrieb und echt sekundäre Geschlechtsmerkmale als Folge der innersekretorischen Funktion der Keimdrüsen. Zentralbl. f. Physiologie. Bd. 24. 1910a.
- Pubertätsdrüsen und Zwitterbildung. Archiv f. Entwicklungsmechanik. Bd. 42. 1916a.
- Umstimmung des Geschlechtscharakters bei Säugetieren durch Austausch der Pubertätsdrüsen. Zentralbl. f. Physiologie. Bd. 25. 1911.

- Steinach, E., Willkürliche Umwandlung von Säugetier-Männchen in Tiere mit ausgeprägt weiblichen Geschlechtscharakteren und weiblicher Psyche. *Archiv f. d. ges. Physiologie*. Bd. 144. 1912.
- und G. Holzknecht, Erhöhte Wirkungen der inneren Sekretion bei Hypertrophie der Pubertätsdrüse. *Archiv f. Entwicklungsmechanik*. Bd. 42. 1916b.
- Wagner, H., Maßbestimmungen der Oberfläche des großen Gehirns. Inaug.-Diss. Göttingen 1864.
- Stumpf, C., Tonpsychologie. Leipzig. Bd. 1, 1883; Bd. 2, 1890.
- Weber, E. H., Abhandlung über Tastsinn und Gemeingefühl in R. Wagners Handwörterbuch d. Physiologie. Bd. 3, 2. Abt. 1846. *Annotationes anatomicae et physiologicae* 1851: De Tactu 1831.
- Weiß, O., und E. Laqueur, Beiträge zur Physiol. u. Pathol. 1908.
- Wrinch, F. S., Über das Verhältnis der ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden im Gebiet des Zeitsinns. *Wundts Philosophische Studien*. Bd. 18. 1903.
- Wundt, W., Grundzüge der physiologischen Psychologie. Leipzig, 1902.

Anhang.

Zur Ontogenese der engraphischen Empfänglichkeit.

Nach hinterlassenen Bleistiftentwürfen
zusammengestellt.¹⁾

Das ganze vorliegende Tatsachenmaterial, sowohl das der gewöhnlichen Erfahrung, als auch das der systematischen wissenschaftlichen Beobachtung entstammende beweist übereinstimmend für die erste Kindheit eine beständige Zunahme der engraphischen Empfänglichkeit von der Geburt an und, wie wir gleich unten sehen werden, dauert dieser Vorgang auch in der späteren Kindheit an und erreicht erst in der Reifezeit des menschlichen Individuums sein Ende. In Erscheinung tritt diese Zunahme sowohl in bezug auf sofortige, als auf selbständige Reproduktion (Meumanns sofortiges, vorübergehendes und dauerndes Behalten), das heißt in bezug auf die Vollkommenheit sowohl, als auch auf die Dauerhaftigkeit der zurückgelassenen Engramme.

Aus diesem großen Entwicklungsgesetz der engraphischen Empfänglichkeit erklärt sich unmittelbar das, was der bekannte Neuropathologe Freud in nicht sehr glücklicher Weise als „normale infantile Amnesie“ bezeichnet.

¹⁾ Bei der Zusammenstellung, besonders bei dem Aufsuchen der angeführten Literatur, worüber Angaben fehlten, bin ich von meinem Assistenten, Herrn Dr. Kuczyński, in dankenswerter Weise unterstützt worden. Die Kurve der Gehirngewichte nach Boyd, die Semon erwähnt, die aber in seinen hinterlassenen Papieren fehlte, ist von Herrn Dr. Kuczyński angefertigt. Lubarsch.

Wir haben sicherlich Grund zu glauben, daß unser Gedächtnis zu einer anderen Lebenszeit aufnahme- und reproduktionsfähiger sei, als gerade in den Jahren der ersten Kindheit, denn im Gegenteil erst gegen Abschluß der Kindheit wird der Gipfel erreicht, und die genannten Fähigkeiten sind während der ersten Kinderjahre verglichen mit der späteren Kindheit und noch mehr mit der Zeit um die Erreichung der Reife herum ganz außerordentlich schwach. Es handelt sich demnach bei der sogenannten kindlichen Amnesie nicht um an sich wirkungsfähige, also durch „Verdrängung“ ins Unterbewußte verbannte, in pathologischen Fällen „invertierte“ Kindheitseindrücke, wie Freud behauptet, der ja auch die „normale infantile Amnesie“ mit infantiler Sexualbetätigung in Zusammenhang bringen wollte, sondern um die durch die geringe engraphische Empfänglichkeit bedingte Schwäche und Vergänglichkeit der Kindheitsengramme, die um so größer ist, in je früherer Kindheit jene Engramme erzeugt werden.

Ich würde auf diesen handgreiflichen Irrtum Freuds hier nicht näher eingegangen sein, wenn derselbe nicht von grundlegender Bedeutung für das von Freud und seinen unbedingten Anhängern geübte Verfahren wäre. In dem an sich sehr berechtigten Bestreben, eine nervöse Störung bis an die Wurzeln zu verfolgen, die psychischen Traumen, auf die sie zurückzuführen waren, vollständig aufzudecken, stoßen die Psychoanalytiker auf sehr große Schwierigkeiten, die in der Natur der Sache liegen und hier nicht näher erörtert zu werden brauchen. Ich stimme mit Freud und anderen, die das unabhängig von ihm aussprachen, vollkommen überein, daß bei normalem, wie pathologisch verändertem Geschehen mehr oder weniger unmerklich gewordene, ja völlig unbewußt ablaufende Vorgänge eine viel größere Rolle

spielen, als wir bei Introspektion zu erkennen vermögen. Hier und da wird es möglich sein, etwas von diesen Vorgängen aufzudecken, sie aber vollständig bloßzulegen ist entschieden nicht möglich und keineswegs führen da gewagte, gewaltsame und jeder Wahrscheinlichkeit bare Deutungen zum Ziele, von denen es in den Werken Freuds und seiner unbedingten Schüler wimmelt. Ganz hoffnungslos wird aber der Versuch, die Wurzeln dieser Vorgänge bis in die ersten Lebensjahre und frühe Kindheit hinein zu verfolgen, erstens weil sie in den meisten Fällen schon wegen der geringen Dauerhaftigkeit der zu jener Zeit geschaffenen Engramme gar nicht so weit zurückreichen und zweitens, weil eben wegen der von Hause aus gegebenen Oberflächlichkeit der dadurch entstehenden Eindrücke eine viele Jahre später vorgenommene Psychoanalyse ganz in der Luft schwebt und ein durch Auto- und Fremdsuggestion geschaffenes, ganz unzuverlässiges Phantasiegebilde darstellt. Wissenschaftliche Untersuchung lehrt uns eben, daß die Eindrücke jener Zeit nicht verdrängt, sondern bis ins völlig Schattenhafte verblichen sind, um so mehr, je früherer Kindheit sie angehören. Diese wichtige Tatsache ist von Freud übersehen worden. Auch die Untersuchungen von V. u. C. Henri zeigen die Unrichtigkeit der Freudschen Lehre. Diese Gelehrten zeigten nämlich, daß bei den Personen, deren Kindheitserinnerungen in ein sehr frühes Lebensalter hineinreichten, auch darauf folgende Jahre an Erinnerungen verhältnismäßig reich waren; bei solchen Personen erstreckte sich dann gewöhnlich der Bereich des zusammenhängenden Engrammschatzes bis ins 5. oder 6. Lebensjahr. Bei Personen dagegen, deren früheste Kindheitserinnerungen weniger weit zurückgingen, erstreckte sich der Bereich des zusammenhängenden Engrammschatzes bloß bis ins 8., 9.

oder gar 10. Lebensjahr. Die Entwicklung der engraphischen Empfänglichkeit unterliegt eben individuellen Schwankungen, wie wir das ja bei der ontogenetischen Entwicklung aller morphologischen und biologischen Eigenschaften aller Organismen beobachten können. Organe, wie Fähigkeiten reifen eben bei dem einen Individuum rascher, bei dem anderen langsamer. Das bedingt auch eine besondere Vorsicht bei allen Schlüssen, die aus psychologischen Versuchen gezogen werden. Die Zahl der Individuen, die der experimentellen Prüfung unterworfen werden, ist nicht selten viel zu klein, um den Einfluß zahlloser Zufälligkeiten, insbesondere den Einfluß der besonderen individuellen Beschaffenheit der Versuchspersonen auszuschalten, die das Ergebnis entscheidend beeinflussen können. Es müßten daher bei den Untersuchungen über die Entwicklung der engraphischen Empfänglichkeit innerhalb der verschiedenen Altersstufen die Versuchsreihen an einer möglichst gewaltigen Zahl unter gleichen Bedingungen versetzter Personen vorgenommen werden.

Des weiteren muß man berücksichtigen, daß zwar alle die verschiedenen Leistungen, die in den verschiedenen Untersuchungen geprüft wurden und deren zahlenmäßiger Ausdruck den Vergleichen zugrunde gelegt werden, Gedächtnisleistungen sind, daß die beobachtete Leistung aber nicht allein von der Beschaffenheit des Gedächtnisses, sondern auch noch von verschiedenen anderen Faktoren abhängt. Vor allem von der Fähigkeit, die Aufmerksamkeit kürzere oder längere Zeit auf einen bestimmten Gegenstand zu konzentrieren, ohne abzuschweifen. Wie Meumann sagt, ist die Ablenkbarkeit der Aufmerksamkeit um so größer und die Widerstandsfähigkeit gegen Störungen jeder Art geringer, je jünger das Kind ist. Dazu kommt die viel

raschere Ermüdbarkeit, die zusammen mit dem größeren Ernst und Eifer des gereiften Menschen, eine so langweilige Aufgabe wie das Auswendiglernen z. B. sinnloser Silbentrennungen zu bewältigen, ein entschiedenes Plus in die Waagschale der Ergebnisse bei zwanzigjährigen werfen, wenn man ihre Lernleistungen mit denen viel jüngerer, aber auch der 15jährigen vergleicht. Es ist also wohl möglich, daß die encephalische Empfänglichkeit schon in jeder Hinsicht um das 15. Lebensjahr herum ihren Höhepunkt erreicht, um dann zunächst ständig und unverändert hoch oder niedrig zu bleiben, daß aber trotzdem beim Auswendiglernen die Gedächtnisleistungen auf Grund der Zunahme der Konzentrationsfähigkeit, der Abnahme der Ermüdbarkeit, der Vermehrung der Willenskraft noch steigen. Wenn letztere Umstände keine Rolle spielen, wie in den Sternschen Versuchen, in denen ein leicht verständliches Bild bloß etwa eine Minute lang aufmerksam betrachtet werden mußte, da wird ja der Höhepunkt der Gedächtnisleistung, wie es scheint, schon ungefähr um das 15. Jahr herum erreicht.

Sollte sich diese Auffassung bei Weiterführung und entsprechender Vervollkommnung der Experimentaluntersuchungen bestätigen, so würde dadurch eine weitere meiner Ansicht nicht leicht zu nehmende Schwierigkeit ihrer Lösung näher gebracht werden. — Es ist nämlich auf Grund von experimentellen Erfahrungen von verschiedenen Seiten die Behauptung aufgestellt worden, daß die Lernfähigkeit, das unmittelbare Behalten eine ganz andere Entwicklung durchmache, als das dauernde Behalten. Aus den Untersuchungen von Pentschew (1903), Wessely (1905) und besonders Radozsawljewitsch (1907) soll nämlich nach Meumann (1911) folgendes hervorgehen: „Die Schüler der Volksschulen behalten das unter gleichen Bedin-

gungen Erlernte sehr viel länger als der Erwachsene, oder was dasselbe sagen will, das Vergessen schreitet beim Kinde der Volksschulklassen sehr viel langsamer voran, als beim Erwachsenen.“ Zunächst habe ich gegen die Richtigkeit dieses Satzes, soweit sie eine Formulierung des betreffenden Ergebnisses der umfassenden Untersuchung von Radozsawljewitsch sein soll, einen Einwand zu erheben. Es wurde durch jene Untersuchung gar nicht erwiesen, daß „das unter gleichen Bedingungen“ Erlernte vom Volksschüler besser behalten wird als vom Erwachsenen, bzw. vom jüngeren Schüler besser als vom älteren, sondern unter recht ungleichen Bedingungen. Denn wenn das gleiche „Erlernte“ bei Kindern im Vergleich mit Erwachsenen das Produkt von außerordentlich viel mehr Wiederholungen ist (Radozsawljewitsch), so ist es eben nicht unter gleichen Bedingungen entstanden. Ich glaube im 15. Kapitel der „mnemischen Empfindungen“ (1909) den Nachweis geführt zu haben, daß jede Wiederholung eines engraphisch wirkenden Erregungskomplexes nicht eine Vervollkommnung eines bereits vorhandenen Engrammes, keine Vertiefung desselben, kein „Ausschleifen“ bereits vorhandener Bahnen bewirkt, sondern die Erzeugung eines neuen, ähnlichen, aber doch im Engrammschatz (chronogen) anders lokalisierten Engramms. Jemand, der ein Gedicht einmal ablesend hersagt und es dann in den nächsten zehn Minuten fehlerlos aufsagen kann, erzielt zwar damit für den Augenblick dieselbe Wirkung, wie der Langsamler, der zu der gleichen Leistung erst nach zehnmaligem Hersagen befähigt ist. Aber der erstere behält in seinem Engrammschatz dann eben nur zwei Engrammserien des Gedichtes zurück, der andere aber deren elf. Dies ist aber durchaus nicht dasselbe, nicht einmal in Bezug auf

dasjenige, was zunächst bei den Versuchen als Merkmal des gleichen Effekts benutzt wird: die Möglichkeit, den Stoff unmittelbar nach dem Lernen herzusagen. Über diesen Punkt verdanken wir gerade Meumann sehr belehrende Fingerzeige: „Der Schnellernende (d. h. mit wenigen Wiederholungen Lernende) und Vergessende ist in der Regel beim Hersagen nicht imstande, eine fehlende Silbe durch längeres Besinnen nachträglich zu finden, jeder Versuch dieser Art ist bei ihm mit dem Bewußtsein völliger Vergeblichkeit verbunden. Der langsam (mit zahlreichen Wiederholungen) Lernende findet fehlende Silben nach einem Besinnen von einer Minute Dauer und darüber mit Bestimmtheit wieder. Der schnelle Typus merkt sich besonders genau die erste Silbe (das erste Wort), entfällt ihm das, vermag er das folgende nicht zu rekonstruieren.“ Diese Bemerkungen beziehen sich auf das Lernen mittelst mehr oder weniger Wiederholungen ganz ohne Rücksicht auf das Lebensalter. Aus allem dem geht schon klar hervor, daß dasjenige, was mit wenig zahlreichen Wiederholungen bis zum Punkte der sofortigen Reproduktion gelernt wird, keineswegs unter wirklich gleichen Bedingungen mit dem gelernt ist, was, durch zahlreichere Wiederholungen gelernt, schon bei sofortiger Reproduktion eine höhere Stufe des Behaltens erkennen läßt.

In viel höherem Grade tritt dies aber hervor, wenn das Ergebnis dieses Lernens mit zahlreichen Wiederholungen (des Langsamlernens) mit denjenigen mit viel weniger zahlreichen (des Schnellernens) nach dem Ablauf eines längeren Zeitraumes, nach Wochen oder gar Monaten verglichen wird. Dann zeigt sich im besseren Haften des Gelernten, in der relativen Ersparnis neuer Wiederholungen beim Aufsuchen bis abermaliger fehlerloser Reproduktion

die Überlegenheit des langsam d. h. mit vielen Wiederholungen Gelernten. Eine Beobachtung, die ich aber vor längerer Zeit an mir selbst gemacht habe, weist darauf hin, daß sich das Gleiche sogar bei einem und demselben Individuum nachweisen läßt. Ich habe gefunden, daß wenn ich mir z. B. für einen Vortrag, den ich in einigen Tagen zu halten gedenke, eine längere Ausführung möglichst wörtlich einprägen will, ich besser tue, sie nur öfter (drei- bis viermal) mit mäßiger Aufmerksamkeit laut vorzulesen, als mit gespannter Aufmerksamkeit und genau auf den Wortlaut achtend ein- oder zweimal. Prüfe ich dann kurz vor dem Vortrag noch einmal mein Gedächtnis, so finde ich bei mir eine deutliche Überlegenheit des ersten Verfahrens über das zweite. Dies soll natürlich nur als Hinweis dienen und bedarf viel genauerer methodischer Nachprüfung.

Soviel steht aber durch die bisherigen experimentellen Untersuchungen fest, daß das durch zahlreiche Wiederholungen Gelernte länger haftet, als das durch weniger zahlreiche Wiederholungen Gelernte, und wenn also Radzsa wljewitsch (1907) einerseits gefunden hat: „Die Erwachsenen brauchen im allgemeinen weniger Wiederholungen zum Erlernen eines Stoffes, als die Kinder, die jüngeren Schüler brauchen im allgemeinen mehr Wiederholungen zum Aneignen eines Materials als die älteren“ und andererseits: „Das Behalten bei Erwachsenen ist nur nach den ersten Zeitintervallen (5 und 20 Minuten) größer, als das der Kinder, dagegen bei allen andern Zeiträumen behalten die Schüler mehr als die Erwachsenen, und zwar zeigen wieder die jüngeren Kinder nach allen Zeitintervallen besseres Behalten als die älteren“, so ist das kein Widerspruch.

Nehmen wir dieses durch die Untersuchungen anderer im wesentlichen bestätigte Ergebnis der umfassenden Unter-

suchungen von Radozsawljewitsch als richtig an, so sind wir dennoch nicht, wie es heute geschieht, berechtigt, zu sagen, die Treue des Behaltens sei trotz ihres langsameren Lernens, sei trotz der größeren Zahl der nötigen Wiederholungen bei Schulkindern bis zu 14 Jahren größer als bei Erwachsenen. Nicht trotz der größeren Zahl der Wiederholungen, sondern zum guten Teil sicherlich auf Grund der größeren Zahl der nötigen Wiederholungen.

Eine andere Frage ist es, ob diese größere Treue des Behaltens, die bei den Lernversuchen gefunden wurde, ausschließlich auf die größere Zahl der Wiederholungen zurückzuführen ist, oder ob dabei in der Tat noch eine Besonderheit in der Art und Weise der Ausreifung der physiologischen Fähigkeit, welche wir als engraphische Empfänglichkeit bezeichnen, mitwirkt. Es wäre ja denkbar, daß Eindrücke, die im 8. Lebensjahr erzeugt werden eine größere Widerstandsfähigkeit gegen den Einfluß der Zeit besitzen als solche, die unter ganz gleichen Umständen im 12. Lebensjahr erzeugt werden und diese wiederum eine größere Widerstandsfähigkeit gegen den Zeiteinfluß als die genau ebenso im 20. Lebensjahr erzeugten. Um über diese Frage Klarheit zu schaffen, müßten aber gleich erzeugte Produkte verglichen werden und nicht wie bei den Lernversuchen das Verhalten eines etwa durch 30 Wiederholungen erzeugten Eindruckkomplexes, mit dem durch bloß 20 und dieser mit den durch bloß 10 Wiederholungen erzeugten. Das Einfachste wäre es, zu diesem Behufe das Haften von Einzeleindrücken in den verschiedensten Lebensstufen, den Einfluß des Zeitverlaufes auf den nur einmal erzeugten Engrammkomplex zu untersuchen, und es müßten das mit einem Wort Untersuchungen sein in der Art der von Lobsien (1903—04,

1905—06) und Stern (1905—06) angestellten. Aber bei der 1903—04 angestellten Untersuchung Lobsiens sind zwar die Altersstufen genauer berücksichtigt; die Beobachtungen über die Treue der Reproduktion erstrecken sich aber nicht über den Zeitraum von 24 und 48 Stunden hinaus, nach welchem Zeitablauf in der Mehrzahl der Fälle die Reproduktion besser war als sofort nach der Erzeugung des Eindruckes. In der Sternschen Untersuchung (1904) finden sich zwar viele Beobachtungen über den Altersfortschritt, sie beziehen sich aber auch alle auf mehr oder weniger unmittelbare Reproduktion. In der späteren Untersuchung Lobsiens ist zwar der Einfluß der Zeit auf die Treue der Reproduktion nach einmaligem Eindruck genauer untersucht; der Altersfrage der Untersuchungspersonen aber keine nähere Aufmerksamkeit geschenkt.

In der interessanten Arbeit von Bernstein und Bogdanoff (1905—06), in der die Untersuchung mit Hilfe der Methode des Wiedererkennens von besonders einmal gezeigten Figuren stattfand, ist wiederum zwar dem Altersfortschritt genaue Aufmerksamkeit zugewendet, die Merkfähigkeit aber nur in bezug auf das unmittelbare, nicht auf das dauernde Behalten geprüft. Der Höhepunkt für das erstere wurde um das 15. Lebensjahr gefunden. Um festzustellen, ob dies auch für das dauernde Behalten zutrifft, müßten die Zahlen der Darbietungen in allen verglichenen Fällen dieselben, am einfachsten wohl einmalige sein und als Ziel der Untersuchung die Frage in den Vordergrund gestellt werden, wie sich der Zeiteinfluß in den verschiedensten Lebensaltern solcher, dann wirklich unter gleichen Bedingungen geschaffener Engrammkomplexe geltend macht. Solche Untersuchungen liegen nicht vor, und wir müssen unsere endgültige Entscheidung vertagen. Doch

können wir vorläufig sagen, daß wir in keiner Weise berechtigt sind zu behaupten, die Fähigkeit des längeren Behaltens mache ontogenetisch eine ganz andere Entwicklung durch als die des sofortigen Behaltens, wenigstens nicht, wenn man diesen Satz verallgemeinert und dabei den physiologischen Kern, die engraphische Empfänglichkeit im Auge hat. Höchstwahrscheinlich wird diese engraphische Empfänglichkeit beim Mitteleuropäer um das 15. Lebensjahr herum erreicht und hält sich dann eine Reihe von Jahren auf dieser Höhe. Die nach dem 15. Jahre noch beobachtete Steigerung in der Lernfähigkeit, besonders soweit es sich dabei um sofortige Reproduktion handelt, ist wahrscheinlich auf Nebenursachen: größere Konzentrationsfähigkeit, geringere Ermüdbarkeit, größeren Eifer, bei manchen Versuchen auch auf die Zunahme der assoziativen Stützen (größeren Reichtum des Engrammschatzes) zurückzuführen. Dies ist der Schluß, den man vorläufig zu ziehen hat. Warten wir ab, ob weitere in der oben angedeuteten Richtung führende Experimentaluntersuchungen ihn bestätigen werden.

Wie lange nun der Organismus auf den um das 15. Lebensjahr und vielleicht auch etwas später erreichten Höhepunkt der engraphischen Empfänglichkeit verharret, ist eine Frage, die sich ebenfalls heute nur annäherungsweise beantworten läßt, da auch hier die eigentlichen Untersuchungen erst eingesetzt haben. Nach den bisher vorliegenden Erfahrungen scheint sich die engraphische Empfänglichkeit dann mindestens ein Jahrzehntlang auf der zu Beginn der Reifezeit erreichten Höhe zu halten. Die Leistungen in unmittelbarem Behalten (Lernfähigkeit) nehmen in dieser Zeit sogar noch zu, doch ist dies, wie wir sahen, wohl ausschließlich auf andere Umstände zurückzuführen, als auf eine weitere Zunahme der engraphischen Empfänglichkeit. Daß

die Treue des Behaltens in dieser Zeit schon abnimmt, ist, wie oben ausgeführt, in keiner Weise bewiesen. Der Engrammschatz aus dem Jahrzehnt von 15—25 Jahren ist bei der Mehrzahl der Menschen der bis ins späte Alter hinein am längsten erhaltene, verhältnismäßig vollständigste, derjenige, der den Einflüssen der Zeit, des Alters, Senilität am kräftigsten Widerstand leistet, mit einem Wort der am vollkommensten engraphierte.

Von da an tritt ganz allmählich und anfangs kaum merklich ein gewisses Nachlassen ein. Meumann (1911), fand, daß im Alter von 20—25 Jahren seine Versuchspersonen die besten Gedächtnisresultate aufzuweisen hatten, von da ab zeigte sich ein geringer Rückgang. Bei 30—40jährigen Versuchspersonen fanden wir z. B., daß der Übungseffekt nicht so groß war, wie bei Studenten von 20—25 Jahren und daß das dauernde Behalten etwas abnahm. „So habe ich selbst als 40jähriger einen größeren Aufwand von Wiederholungen nötig gehabt, als die besten Studierenden, die im Alter von 20—25 Jahren standen, obwohl meine Übung eine viel größere war.“

Besonders auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen werden höchst wahrscheinlich eine an sich schwache, aber keineswegs doch ganz bedeutungslose Abnahme der engraphischen Empfänglichkeit während des Jahrzehnts zwischen 30—40 Jahren noch deutlicher erweisen. Im nächsten Jahrzehnt ist diese stetig zunehmende Abnahme schon so merklich, daß sie manchen geistig arbeitenden und zur Selbstbeobachtung und Selbstkritik veranlagten Menschen auch ohne besondere darauf gerichtete Versuche bewußt wird, und nach Erreichung des 50. Lebensjahres sind die Klagen über Abnahme des Gedächtnisses wohl bei allen geistigen Arbeitern allgemein. Wieviel unendlich schwerer wird es

dann einem Menschen, noch eine neue, ihm etymologisch ganz fremde Sprache zu lernen, deren Bewältigung ihm 25 Jahre früher unvergleichlich geringere Schwierigkeiten gemacht hätte.

Die Abnahme der engraphischen Empfänglichkeit, die bis gegen das 50. Lebensjahr nur eine sehr langsame, nur ganz allmählich zunehmende war, steigert sich dann im folgenden und noch mehr im übernächsten Jahrzehnt. Natürlich gibt es da, wie überall, große individuelle Verschiedenheiten, und anhaltende Übung vermag den Prozeß nicht unwesentlich zu verzögern, wie andauernde körperliche Übung die körperlichen Rückbildungsvorgänge in Muskeln und Gelenken bis zu einem gewissen Grade zu verlangsamen imstande ist. Aber hier wie dort nur bis zu einem gewissen Grade. Keine Übung vermag den in reifere Jahre tretenden Menschen in Weit- und Hochsprung, im Laufen, Fußballspielen, Schneeschuhrennen seinen eigenen früheren Leistungen gegenüber auf der Höhe zu erhalten, was aus dem Ausscheiden aller Personen reiferen Alters aus den großen Wettbewerben (olympische Spiele usw.) ohne weiteres ersichtlich ist. Nur Ringkampf macht da eine gewisse Ausnahme, weil bei ihm das in reiferen Jahren noch zunehmende Gewicht vorübergehend einen Ausgleich bietet.

Mit 70 Jahren, gewöhnlich aber schon früher, ist der Mensch in bezug auf seine engraphische Empfänglichkeit bereits übel daran, besonders wenn man diese seine Fähigkeit zu dieser Zeit mit seinem eigenen Höhepunkt vor etwa 50 Jahren vergleicht. Zwischen 70 und 80, noch mehr zwischen und 80/90 Jahren tritt dann die Abnahme der unmittelbaren Merkfähigkeit und besonders des dauernden Behaltens immer stärker hervor und bildet in besonders stark ausgeprägten Fällen die Hauptgrundlage des Sympto-

menkomplexes, den man als Altersblödsinn (senile Demenz) zu bezeichnen pflegt. Aber auch bei Greisen und Greisinnen im höchsten Lebensalter, die im übrigen die volle Schärfe des Verstandes, die Sicherheit des Urteils, die Herrschaft über ihren reichen Engrammschatz bewahrt hatten, ist die Abnahme der Merkfähigkeit und die Treue des Behaltens ein unausbleiblicher Vorgang, der sich gerade bei der im übrigen erhaltenen Verstandesklarheit dem Betreffenden schmerzlich fühlbar macht und die Umgebung oft erschreckt und befremdet, die gewöhnlich nicht weiß, daß es sich hierbei um einen unweigerlich eintretenden, durchaus dem normalen Lebenslauf entsprechenden physiologischen Vorgang handelt.¹⁾

Ich habe hiermit einen Abriß der Ontogenese der engraphischen Empfänglichkeit aufzuzeichnen versucht, so weit sie sich heute auf Grundlage der Versuchs- und Beobachtungsergebnisse geben läßt. Die systematische Versuchsarbeit auf diesem Gebiete ist bisher noch recht ungleich und lückenhaft gewesen, und wir stehen da erst am Anfang. Aber es scheint mir doch, daß wir in der Hauptsache bereits auf gesichertem Boden stehen und die zu-

¹⁾ Dieser Vorgang ähnelt in seinem Verlaufe in mancher Beziehung dem freilich auf ganz anderen Ursachen beruhenden (Starrwerden der Linse) physiologischen Vorgang der Akkommodation des Auges im Laufe des Lebens. Mit 20 Jahren beträgt die normale manifeste Akkommodation 10 Dioptrien, mit 30 Jahren 7, mit 40 Jahren 4,5, mit 50 Jahren 2,5, mit 60 Jahren 1,0, mit 70 Jahren 0,3. Für den normalsichtigen Menschen macht sich dadurch eine Störung beim Lesen in der Nähe erst nach zurückgelegtem 40. Lebensjahre bemerklich, doch gibt es Berufe, bei denen diese physiologische Abnahme schon viel früher zutage tritt. So können z. B. zur Anfertigung der allerfeinsten Nadelarbeiten (Nadelspitzen anfertigen) nur jugendliche Leute, nicht aber solche in reiferen Jahren verwendet werden.

künftige Forschung nur noch die Zeitpunkte schärfer zu begrenzen haben wird, zumal wenn ich mit meiner Auffassung recht habe, daß kein Grund vorliegt für die Annahme einer verschiedenen Entwicklung der engraphischen Empfänglichkeit zwischen unmittelbarem und dauerndem Behalten.

Die engraphische Empfänglichkeit ist, wie ich bereits in der *Mneme* (3. Aufl. 1911 S. 16) ausgeführt habe, keineswegs auf die nervös differenzierte Substanz beschränkt oder sogar nur in dieser auf das Zentralnervensystem oder die Großhirnrinde, sondern sie ist eine gemeinsame Eigenschaft aller lebenden Substanz und erreicht in der Gehirns substanz nur ihre höchste Ausbildung. Die Manifestation des höheren Gedächtnisses, die wir meinen obigen Ausführungen zugrunde gelegt haben, sind, wie wir wissen, auf Leistungen der engraphischen Empfänglichkeit des Gehirns, speziell der Großhirnrinde zurückzuführen, und wenn wir oben die Zunahme, dann die Abnahme dieser physiologischen Leistung während der Ontogenese verzeichnet haben, so haben wir jetzt zu untersuchen, wie sich die ontogenetische Entwicklung des Substrats dagegen verhält.

Das Substrat, um das es sich hier handelt, ist beschränkt auf die reizbare Substanz der Nervenzellen und ihrer Fortsätze im Gehirn und besonders in der Hirnrinde. Nun wissen wir, daß diese Zellen der Zahl nach bei der Geburt schon fertig angelegt sind. Eine Vermehrung der Zahl der Zellen tritt dann nicht mehr ein, wenigstens berechtigt uns nichts zu dieser Annahme, da Kernteilungsfiguren in Ganglienzellen noch niemals einwandfrei nachgewiesen worden sind und selbst die von manchen Experimentatoren angegebenen Befunde über Mitosen in Ganglienzellen nach Gehirnverletzungen sehr zweifelhaft sind.

Nur um eine Volumensvermehrung der Nervenzellen, um eine weitere Ausbildung ihrer Fortsatzbildungen, sowie eine Weiterentwicklung ihrer inneren Struktur kann es sich also nach der zu normaler Zeit eingetretenen Geburt allein noch handeln, und daß solche Vorgänge dann noch in ausgiebigem Maße eintreten, ist sicher. Systematische auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen liegen aber bis jetzt nicht vor, und es ist deshalb leider unmöglich, eine irgendwie brauchbare Darstellung dieser ontogenetischen Vorgänge von der Geburt an bis ins Greisenalter zu geben. Was wir dagegen leicht verfolgen können, ist die Größen- und Gewichtszunahme des Gesamtorgans von der Geburt bis zur Reifezeit, die im höheren Alter wieder einer kleinen Gewichtsabnahme Platz macht. Sie betrifft alle Hirnabschnitte, aber natürlich den Hirnmantel als den an sich weitaus größten und schwersten Teil des Gehirns (über $\frac{1}{4}$ des ganzen) absolut am meisten. An dieser Zunahme sind nicht nur die Nervenzellen und ihre Fortsätze, sondern auch die Hülle und das Stützgewebe des Zentralnervengewebes, Neuroglia und Markscheiden, Bindegewebe, sowie Blut- und Lymphgefäße beteiligt. Der Anteil, den das Wachstum der Neuroglia, des Bindegewebes und der Gefäße an der gewaltigen Massen- und Gewichtszunahme des Gehirns von der Geburt bis zur Reifezeit einnimmt, ist nun ein verhältnismäßig verschwindend kleiner, verglichen mit dem Anteil, den das Zellwachstum und besonders bei der Entwicklung der Fortsätze (Dentritenbildung) in der grauen Substanz, die Entwicklung und „Reifung“ der Markscheiden in der weißen Substanz daran hat.

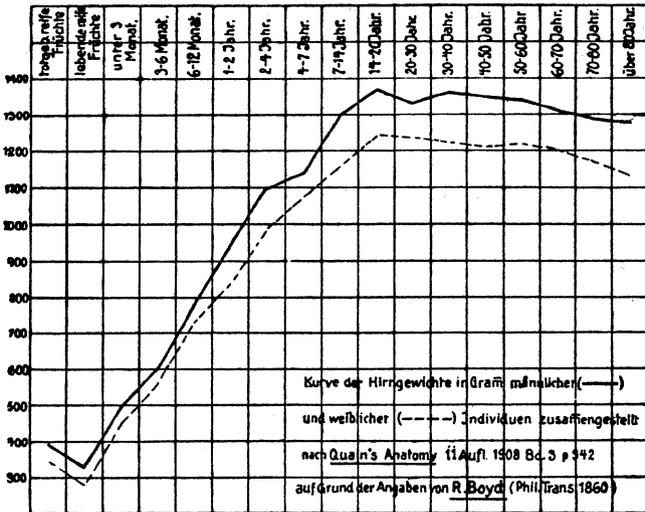
Die Markreifung vollzieht sich, soweit das Großhirn in Betracht kommt, schon in den ersten Monaten, doch erfolgt dann noch dauernd eine Zunahme des Marks, und es darf

dieser Faktor bei Beurteilung der Volumens- und Gewichtszunahme des Gehirns nicht unterschätzt werden. Doch steht ihm die Zunahme der eigentlich nervösen Substanz, das Wachstum der Nervenzellen und die weitere Ausbildung ihrer Fortsätze jedenfalls nicht nach, und wenn wir also finden, daß das Gehirngewicht vom 6. Lebensmonat bis zum 7. Lebensjahr durchschnittlich sich verdoppelt, so dürfen wir getrost annehmen, daß sich dabei auch das Gewicht der Nervenzellen und ihrer Fortsätze zu mindestens verdoppelt hat. Freilich ohne daß dabei die Zahl der Zellen sich vermehrt hätte.

Bekanntlich bestehen bis auf den heutigen Tag noch lebhafte Meinungsverschiedenheiten darüber, ob in den Nervenzellen und ihren Fortsätzen die fibrilläre Substanz oder die interfibrilläre Substanz (das Neuroplasma) vorwiegend oder ausschließlich als die „reizbare“ Substanz anzusprechen seien. Manche erkennen beiden Substanzen das Vermögen der Reizbarkeit zu und erachten das Zusammenwirken beider als notwendig für die Leistungen. Wie auch die Entscheidung ausfallen wird, beide Substanzen erfahren naturgemäß bei der eben erwähnten Volumens- und Gewichtszunahme des Zentralnervensystems während seiner Entwicklung eine außerordentliche Vermehrung und Weitergliederung, und es liegt doch sehr nahe, die damit zeitlich parallel laufende Steigerung zu der in späteren Stufen erfolgenden Abnahme der encephalischen Empfänglichkeit in irgendeiner Weise in Beziehung zu bringen.

Bei Besprechung der Tabellen, die R. Boyd nach Wägungen von mehr als 2000 Gehirnen für die verschiedenen Altersklassen zusammengestellt hatte, sagt Schwalbe gelegentlich, daraus ergäbe sich ein rasches Anwachsen von der Geburt bis zu den zwanziger Jahren.

Die nebenstehende Kurve gibt eine Übersicht über die bis zum 20. Jahr erfolgende Zunahme, nach Überschreiten der Fünfziger Jahre ganz allmählich deutlicher hervortretende Abnahme des Hirngewichts nach den von Boyd ermittelten Werten.



Wir sehen, daß diese Lebenskurve der Hirngewichte sehr gut übereinstimmt mit dem, was über die Zunahme und nach Überschreitung der Lebenshöhe erfolgende Abnahme der engraphischen Empfänglichkeit ermittelt worden ist. In Form einer Kurve dies festzulegen ist allerdings wegen Mangel einer streng durchzuführenden zahlenmäßigen Grundlage zur Zeit noch nicht möglich. Ich habe ursprünglich versucht, eine solche Lebenskurve der engraphischen Empfänglichkeit auf Grund der verschiedenartigen, zum Teil ja auch zahlenmäßig verwertbaren Feststellungen

(z. B. Zunahme des Sprachschatzes in den ersten Lebensjahren) zu entwerfen, mußte aber den Versuch als nicht exakt durchführbar aufgeben. Mein vorläufiger Entwurf gleicht aber in auffallender Weise der von mir erst viel später entworfenen Lebenskurve der Hirngewichte. Nur die Abnahme der engraphischen Empfänglichkeit erfolgt in den letzten Jahrzehnten des Lebens in einem entschieden stärkeren Maße als die Abnahme des Hirngewichtes. Hier haben wir uns zunächst die Frage vorzulegen, wie diese Abnahme des Hirngewichtes zustande kommt. Zunächst müssen wir da feststellen, daß eine systematische Untersuchung dieser Frage bisher noch nicht vorgenommen worden ist. Immerhin ist es möglich, bestimmte Angaben schon jetzt zu machen, wenngleich sie noch lückenhaft sind und der Ergänzung dringend bedürfen. An den Gehirnen in den höchsten Lebensaltern beobachtet man schon makroskopisch eine Verschmälerung der Rinde der gesamten Hirnwindungen. Sie erscheinen dann mehr kantig und runzelig, die Furchen klaffen tiefer und sind breiter, das Rückenmark ist schlank. Alles dieses erklärt sich aus einer mikroskopisch nachweisbaren leichten Atrophie der Hirnsubstanz, und zwar sowohl der Zellen wie Dendriten, als auch in geringerem Grade der markhaltigen Nervenfasern. Während also die eigentliche nervöse Substanz leichte Rückbildungsprozesse zeigt, sind die Stützsubstanzen, sowohl Glia, wie Bindegewebe vermehrt. Hirn sowohl wie Rückenmark fühlen sich infolgedessen härter an. Gegenüber diesen normalen Altersveränderungen stellen sich die Fälle von ausgesprochenem Altersblödsinn nur als stärkere Ausprägungen desselben Vorganges dar, die sich nur quantitativ, nicht qualitativ von ersterem unterscheiden. Im ersteren Fall gibt es eben verhältnismäßig nur wenige, im

zweiten mehr nervöse Elemente, die dem Schwunde anheim fallen.¹⁾

Wir müssen uns hier erinnern, daß in Gegensatz zu den übrigen Geweben z. B. den Muskel- und Drüsengeweben, den Bindesubstanzen usw. die zelligen Bestandteile des Nervensystems nach der Geburt beim Menschen einer Regeneration nicht fähig sind. Mit der Geburt ist die Zahl der Nervenzellen gegeben, Ersatz für eine untergegangene Zelle ist nicht möglich, jeder Untergang einer Zelle bedeutet einen dauernden Verlust.²⁾ Die peripheren Nerven dagegen besitzen ein leistungsfähiges Regenerationsvermögen d. h. eine sonst gesunde Nervenzelle vermag den getrennten Nervenfortsatz, den wir in seinem peripheren Verlauf als Achsenzylinder bezeichnen, durch Wachstum zu ersetzen. Jede Nervenzelle also, die durch eine Ernährungsstörung, Vergiftung oder Überreizung eine zu Atrophie führende Schädigung erleidet, kann nie wieder ersetzt werden, und da während eines langen Menschenlebens solche Schädigungen unvermeidlich sind, sich mit den Jahren häufen, da ferner die alternden Zellen solchen Schädigungen geringeren Widerstand entgegensetzen, können wir uns nicht wundern, nach Abschluß des Wachstums der Nervenzellen im 1. Jahrzehnt des Lebens eine zunächst kaum wahrnehmbare, später aber

1) Eine genaue Beschreibung der für die senilen Zellveränderungen charakteristische n Merkmale findet man in dem Aufsatz von Bieleschowsky und Brodmann (1905 Zur feineren Histologie und Histopathologie der Großhirnrinde S. 194—195, Tafel 10—12).

2) Das ist wohl sicher die allgemeine Regel. Die Angaben über Mitosen in Ganglienzellen, z. B. Purkinjesche Zellen des Kleinhirns nach Stichverletzung (bei Meerschweinchen) sind, wie Ernst (1919 S. 444) sagt, „mit großer Vorsicht aufzunehmen, denn erstens kann man durch Mitosen anderer Zellen, besonders Gliazellen getäuscht werden, und zweitens bedeutet eine Mitose in einer Ganglienzelle noch nicht deren Teilung und Vermehrung“.

mit jedem Jahrzehnt zunehmende Verringerung der nervösen Substanz im Zentralnervensystem zu beobachten.

So einfach und eindeutig dies an sich ist, so berechtigt doch der auffallende Parallelismus zwischen Zu-, später Abnahme des Hirngewichts, also einerseits der Masse und morphologischen Ausbildung der nervösen Substanz der Zentralorgane, speziell der Hirnrinde, engraphischer Empfänglichkeit andererseits uns keineswegs zu dem Schluß, daß die engraphische Empfänglichkeit lediglich von der morphologischen Ausbildung und Masse der nervösen Substanz der Zentralorgane abhängt. — Mit 50 Jahren pflegt das Nachlassen der engraphischen Empfänglichkeit für den schärfer Beobachtenden doch schon recht fühlbar zu sein; der Ausfall an nervöser Substanz ist dann aber noch äußerst gering. Es darf nicht aus den Augen gelassen werden, daß die Beschaffenheit der nervösen Substanz selbst auch in den sonst völlig gesunden Nervenzellen dann schon eine andere geworden ist, daß die engraphische Empfänglichkeit jeder einzelnen Rindenzelle zwischen dem 15. bis vielleicht 25. Lebensjahr ihre Höhe erreicht, von der sie dann zuerst langsam, später zunehmend schneller wieder herabgleitet. Die engraphische Empfänglichkeit im strengen Sinne des Wortes nimmt also in der nervösen Substanz der Hirnrinde von der Geburt bis zur Reifezeit zu, dann erst langsamer, dann rascher wieder ab und diesen qualitativen Veränderungen, dieser erst zu- dann abnehmenden Sensibilisierung der Substanz gegenüber stellt die quantitative Zu-, dann Abnahme der Hirnsubstanz nur ein begleitendes Moment dar.

Unserer Übersicht über die ontogenetische Entwicklung der engraphischen Empfänglichkeit im Bereich des höheren

Gedächtnisses beim Menschen könnte aber der Vorwurf der Lückenhaftigkeit gemacht werden, würden wir nicht auf eine bestimmte Frage noch näher eingehen. Sie betrifft die Entwicklung der sogenannten Spezialgedächtnisse. Bekanntlich ist die Merkfähigkeit und Treue des Behaltens nicht allen verschiedenen Eindrücken gegenüber eine gleiche, etwa bei dem einen Individuum gleichmäßig eine größere, bei dem anderen gleichmäßig eine geringere, sondern eine auf den verschiedenen Sinnesgebieten in der Regel sehr ungleiche. Der eine Mensch ist imstande, bei einer zum ersten Male gehörten Oper am nächsten Tage eine Menge von Themen zu reproduzieren, kann sich aber nur schwer eine Zahl merken oder ein Gesicht wiedererkennen. Ein anderer vermag aus dem Gedächtnis die Gesichte seiner Bekannten zeichnerisch wiederzugeben, besitzt aber ein sehr schwaches musikalisches Gedächtnis. Ja, auf demselben Sinnesgebiet ist diese Fähigkeit oft sehr ungleich entwickelt. Viele Menschen können die Zahlen sehr gut merken, Namen aber nicht und umgekehrt. Der berühmte Kopfrechner Inoudi vermochte nach Binet (1894) zwar nach einmaligem Vorlesen und Nachsprechen seinerseits sich bis zu 42 Zahlen fehlerlos einzuprägen, während ein gewöhnliches Gedächtnis unter solchen Umständen höchstens 13 Zahlen behält, er konnte aber nur eine kleine Reihe von Buchstaben unter gleichen Umständen behalten und hatte Mühe, sich einige Worte eines Gedichts einzuprägen.

Je nach dem Sinnesgebiet, dessen Originaleindrücke im Vergleich zu anderen Sinnesgebieten bei einem bestimmten Individuum besonders leistungsfähige Engramme liefern, unterscheidet man verschiedene Gedächtnis- oder Vorstellungstypen: einen akustischen (auditiven), einen visuellen (optischen), einen motorischen (kinästhetischen) Typus und

spricht vom akustischem, visuellem, motorischem Spezialgedächtnis. Damit soll aber nur gesagt sein, daß bei einem Individuum auf einem bestimmten Sinnes- (oder auch Stoff-)gebiet die Fähigkeit, Eindrücke festzuhalten und mnemisch zu reproduzieren besonders stark ist, nicht aber, daß sie ausschließlich auf dieses Gebiet beschränkt ist. Ein Mensch kann ein verhältnismäßig sehr schlechtes akustisches Gedächtnis haben, dennoch ist seine engraphische Empfänglichkeit für akustische Reize noch an sich sehr bedeutend, denn sonst würde er nicht imstande sein, die gesprochenen Worte seiner Muttersprache zu verstehen d. h. wiederzuerkennen. So verhält es sich auf allen Sinnesgebieten. Vollständig reine Gedächtnistypen gibt es also selbstverständlich nicht, alle sind mehr oder weniger gemischt; doch dürften andererseits Fälle, in denen die mnemische Fähigkeit allen Reizpforten gegenüber gleichmäßig entwickelt ist, außerordentlich selten sein. In der Regel hat doch das eine oder das andere Sinnesgebiet Übergewicht.

Man könnte nun denken, daß es sich hier um eine wirkliche Verschiedenheit der engraphischen Empfänglichkeit bei verschiedenen Individuen handelt, daß also das eine Individuum von sonst gleich starken akustischen Erregungen vollkommenere und dauerhaftere Engramme behielte, als von sonst gleich starken optischen Erregungen, während bei einem anderen Individuum dies umgekehrt sei. Hierauf gehen wir aber zunächst nicht ein und fragen erst, ob diese merkwürdigen Verschiedenheiten von Anfang an in der individuellen Entwicklung vorhanden sind und dauernd erhalten bleiben oder ob sie sich erst allmählich herausbilden und während des Lebens einem Wechsel unterliegen. Leider reicht das zurzeit vorliegende Tatsachenmaterial in keiner Weise zur Entscheidung der Frage aus. Meiner Ansicht

nach lassen sich aus den Untersuchungen von Netschajeff (1900) sowie derjenigen von Lobsien (1901) irgendwelche weitergehende Schlüsse über die Entwicklung der verschiedenen Arten des Gedächtnisses beim Individuum nicht ziehen. Radozsawljewitsch (1907) beobachtete bei seinen Lernversuchen an Schulkindern im Alter von 7—13 Jahren daß die Vorstellungstypen der Kinder sich im Laufe der Zeit veränderten, indem die Teilnehmer an seinen Versuchen sich allmählich immer mehr dem akustischen Gedächtnistypus annäherten. Ausgeprägt reine Typen hat auch er bei keinem der Kinder beobachtet — und er faßt seine Erfahrungen in dem Satz zusammen (S. 169): „Es scheint demnach, daß die Gedächtnistypen veränderlich sind.“ Verschiebungen anderer Art fand bei der von ihm angewandten Untersuchungsmethode Pöhlmann (1906 S. 158). Er fand, daß bei ansteigender Alterstufe die visuelle Methode der Vorführung „an Leistungsfähigkeit schneller zunimmt und schließlich die akustische übertrifft.“ Schlüsse allgemeiner Art auf eine in verschiedenem Zeitmaß fortschreitende Entwicklung der verschiedenen Spezialarten engraphischer Empfänglichkeit in der optischen, akustischen, motorischen usw. Sphäre können aber aus den bisher vorliegenden Versuchen nicht gezogen werden. Die vorliegenden Versuche sind methodisch für die Entscheidung dieser Frage völlig unzulänglich, und mit Recht sagt Offner (1911 S. 218): „Hier können erst umfassende, auf verschiedenen Alterstufen, und zwar wo möglich bei gleichen Personen über eine größere Anzahl von Jahren sich erstreckende, exakte Beobachtungen sicheren Aufschluß geben. Vorläufig stehen wir noch in den Anfängen.“

Überblicke ich nun das ganze mir bekannte Tatsachenmaterial, so komme ich zu der Auffassung, daß die Spezial-

gedächtnisse durch die individuell verschiedene Stärke und Vividität der engraphisch wirkenden Erregungen bedingt werden, nicht aber durch eine Verschiedenheit der engraphischen Empfänglichkeit gegenüber von nach Sinnesgebieten verschiedenen, an sich aber gleichmäßigen Erregungen.

Diese Auffassung, die die ganze Sachlage außerordentlich vereinfachen würde, erfordert als Vorbedingung des Beweises ihrer Richtigkeit, ja nur Möglichkeit ein näheres Eingehen darauf, was hier unter Gleichwertigkeit (Äquivalenz) der Erregungen zu verstehen ist. Zwei Personen, beide normalsichtig und von gleicher Sehschärfe, beide mit im ganzen gutem Gedächtnis begabt, aber mit dem Unterschied, daß bei dem einen das visuelle, dem andern das auditive Spezialgedächtnis das weitaus stärkere ist, begegnen auf einem Spaziergang einem andern Wanderer. Beide haben ihn flüchtig angesehen. Wenn sie ihm nach einigen Stunden irgendwo, sagen wir in der ländlichen Wirtschaft wiederbegegnen, erkennt der Visuelle ihn sofort wieder, während der Auditive keine Ahnung hat, ihn je zuvor gesehen zu haben. Man wird sagen, ihre optischen Erregungen seien trotz des flüchtigen Blickes, den beide auf den Fremden warfen, nicht gleichwertig gewesen, weil der Visuelle allen optischen Eindrücken, auch den flüchtigen, ein viel größeres Interesse entgegenbringt, ihnen viel mehr Aufmerksamkeit schenkt, als der Auditive. Dies ist durchaus richtig, und wohl alle Autoren, die über den Gegenstand gearbeitet haben, haben die Wichtigkeit des Faktors der Aufmerksamkeit auch gebührend gewürdigt. Aber in dieser Form reicht er doch zur Erklärung der überragenden Fähigkeit des Spezialgedächtnisses und der Defekte der übrigen Gedächtnisarten, die wir häufig bei einem Indivi-

duum finden, nicht aus. Gespannte Aufmerksamkeit im konkreten Fall genügt nämlich durchaus nicht, um den Defekt eines Gedächtnisfehlers auszugleichen. Da ich ein schwaches Personengedächtnis habe, so versuche ich häufig durch scharfe Beobachtung das Aussehen einer Person, mit der ich bekannt gemacht werde, mir ihr Bild einzuprägen. Dennoch erkenne ich Damen, die ich nur in Gesellschaftskleidung ohne Hut gesehen habe, nur selten beim ersten Begegnen auf der Straße wieder. Bei meiner Frau war es dagegen umgekehrt; fast unfehlbar erkannte sie jede Person, mit der sie einmal in Gesellschaft zusammen war, sofort wieder, auch wenn sie ihr beim ersten Zusammensein kaum Beachtung geschenkt hatte. Der Unterschied der Leistung in dieser Richtung ist ungeheuer groß und kann durch keine Anspannung der Aufmerksamkeit auch nur annähernd ausgeglichen werden. Dennoch ist der Unterschied meiner Ansicht nach in der Hauptsache in der Verschiedenartigkeit des Interesses und der Aufmerksamkeit begründet, nicht sowohl der Aufmerksamkeit im jeweils vorliegenden konkreten Falle, sondern der durch lange Jahre geübten Aufmerksamkeit.

Zur Klarlegung muß ich etwas weiter ausholen und auf meine in den „mnemischen Empfindungen“ gemachten Ausführungen zurückgreifen. Der erste mnemische Hauptsatz lautet: „Alle gleichzeitigen Erregungen innerhalb eines Organismus bilden einen zusammenhängenden simultanen Erregungskomplex, der als solcher engraphisch wirkt, d. h. einen zusammenhängenden und insofern ein Ganzes bildenden Engrammkomplex zurückläßt“ (S. 146). Auf S. 155 bis 158 führte ich dann ergänzend aus, daß jeder derartige simultane Erregungskomplex nicht etwa nur aus Originalerregungen, Produkten der jeweiligen durch äußere Reize

direkt ausgelösten Erregungen besteht, sondern zum großen Teil auch aus mnemischen Erregungen, die bei diesem ihrem Wiederaufleben durch Ekphorie genau so an der Bildung der neuen Engramme beteiligt sind, wie die gleichzeitig vorhandenen Originalerregungen. Ich führte dies dort (S. 156—158) an folgendem Beispiel aus: Eine bestimmte planimetrische Zeichnung, die ich beifügte, Quadrat, von dessen zwei aneinanderstoßenden Seiten ein Rhombus angeschrieben ist, wird von jedem Kulturmenschen, der sie ganz gleich ob unilokular oder binokular betrachtet, ohne weiteres körperlich als Würfel aufgefaßt werden, obwohl sie der nötigen Schatten entbehrt und einen Würfel nicht einmal perspektivisch ganz richtig darstellt. (Ein Weddah oder australischer Eingeborener würde darin wahrscheinlich nur ein ebenes Liniensystem erblicken.) Daß sie so aufgefaßt wird, beruht darauf, daß ihr Bild, obwohl es nur ganz unvollkommen mit dem Bilde eines Würfels übereinstimmt, doch das Engramm eines des als Körper gesehenen Würfels ekphoriert und die so erweckte mnemische Empfindung (oder Summe mnemischer Empfindungen) mit der Originalempfindung, die das Bild der Zeichnung hervorruft, homophon zusammenklingt. Was wir also schließlich empfinden, ist ein Produkt des Zusammenwirkens von Original- und mnemischen Empfindungen. So verhält es sich mit fast allem, was der der ersten Kindheit entwachsene Mensch sieht und hört, kaum weniger, was er tastet, schmeckt und riecht. Nun wirkt aber auch das Produkt dieses homophonen Zusammenklingsens von originalen und mnemischen Empfindungen bzw. Erregungen engraphisch. Wer in obigem Beispiel in der Zeichnung einen Würfel gesehen hat und nicht eine planimetrische Figur, der hat damit auch das Engramm eines Würfels erhalten. Wer dagegen etwa, mit planimetri-

schen Aufgaben beschäftigt, diese Figur aufmerksam betrachtet und rein planimetrisch aufgefaßt hätte, würde auch ein Engramm des bloßen Liniensystems zurückbehalten.

Wenn zwei mit gleicher Sinnesfähigkeit begabte Menschen unter genau gleichen äußeren Umständen denselben visuellen, akustischen usw. Sinnesreiz empfangen, sehen und hören sie deshalb noch nicht dasselbe. Denn was wir als sehen, hören, tasten usw. bezeichnen, ist ja durchaus nicht die bloße durch den äußeren Reiz ausgelöste Originalempfindung, sondern ein ganzes Heer von durch sie erweckten homophon mit ihr verlaufenden mnemischen Empfindungen. Eine Person, die sich für menschliche Physiognomien interessiert, „sieht“ deshalb dasselbe menschliche Gesicht, das sie mit gleicher Aufmerksamkeit unter ganz gleichen äußeren Bedingungen betrachtet, ganz anders, als eine andere, die immer an der äußeren Seite ihrer Mitmenschen gleichgiltig vorübergegangen ist. Mit einem Blick nimmt der erstere wahr, daß in diesem besonderen Gesicht der Mund etwas kleiner als gewöhnlich, die Lippen etwas schmaler, das Kinn etwas mehr vorspringend, die Augen tiefliegender sind, sie ordnet sofort das Gesicht einem bestimmten Typus ein und nimmt gleichzeitig wahr, in welchem Punkte es von diesem Typus abweicht. Alles das geschieht ohne weiteres Nachdenken unter der Schwelle klar bewußten Denkens und nur besondere Eigentümlichkeiten und Abweichungen werden sofort vollbewußt aufgefaßt und vermerkt. Die andere Person dagegen, der wegen ihrer bisherigen Interesselosigkeit für menschliche Gesichter ein unvergleichlich geringeres Vergleichsmaterial zur Verfügung steht, die infolge der größeren Armut und der Leere der homophon mit erregten mnemischen Bilder höchstens imstande ist, den allgemeinen Typ dieses Gesichtes zu erfassen, nicht aber seine zahlreichen

eigentümlichen Besonderheiten, hat von Hause aus eine viel weniger detaillierte originale Wahrnehmung und behält selbstverständlich dementsprechend ein viel ärmlicheres Engramm zurück, auch wenn ihre engraphische Empfänglichkeit als solche genau ebenso gut ist wie die der anderen Person.

Dies wird sich natürlich auch beim Wiedererkennen des betreffenden Gesichtes äußern. Man wird von der einen Person sagen, sie habe ein sehr gutes, von der anderen, sie habe ein sehr schlechtes Personengedächtnis, und dennoch ist damit noch nicht im entferntesten bewiesen, daß die engraphische Empfänglichkeit der beiden als solche auf optischem Gebiet eine verschiedene ist. Sehr lehrreich sind in dieser Hinsicht die Angaben, die Tarrasch über sich selbst macht, weil dieser berühmte Schachmeister durch seinen ärztlichen Beruf eine besondere Schulung in der Beobachtung einschließlich der Selbstbeobachtung besitzt. Ich erwähnte bereits, daß das visuelle Gedächtnis Tarraschs insofern Enormes leistet, als er gleichzeitig 6—8 Partien blind zu spielen und gewöhnlich zu gewinnen vermag, wobei er Schachbrett mit Figuren plastisch vor sich sieht, am besten dann, wenn er die Augen schließt, dabei ist aber sein Personengedächtnis ein unvollkommenes, auch ist er ein sehr schwacher Kopfrechner. Sehr charakteristisch sind seine Beschreibungen davon, wie er beim inneren, also mnemischen Sehen Brett und Figuren vor sich hat. Er sieht das Brett sehr deutlich, was die Figuren anbelangt, so nimmt er ihre Form und Farbe nur unbestimmt wahr. Dies könnte vielleicht befremden, aber die Sache wird sofort klar, da Tarrasch Figuren auch beim Sehen mit offenen Augen während des Spiels ganz ähnlich abstrakt sieht. Nur Anfänger nehmen beim Spiel die Einzelheiten

des Schachbrettes und die Besonderheiten in der Form der Figur wahr. Tarrasch gibt dafür Beispiele; er könnte z. B. nicht angeben, ob die Schachbretter auf dem Schachturnier in Dresden 1892 aus Holz oder Pappe waren, auch nicht, wenn man ihn sofort nach Beendigung eines Spiels gefragt hätte. Den Verlauf der gespielten Partie könnte er aber noch nach Jahren auswendig reproduzieren. Der weißen Königin des Schachspiels, das er zu Haus benutzt, hat eines seiner Kinder die Spitze abgebrochen, seine Frau befestigt sie hin und wieder mit Siegelack. Am Ende einer Partie könnte er aber niemals angeben, ob die Figur diesmal die Spitze besessen hätte oder nicht, falls er nicht ausdrücklich darauf geachtet hatte. Ähnlich verhält es sich nach der Zusammenstellung Binets mehr oder weniger bei allen starken Spielern. Sie vernachlässigen alle überflüssigen Details in der visuellen Reproduktion des Bretts und der Figuren beim Blindspiel, aber sie verfahren, wie auch Morian hervorhebt, genau so beim direkten Sehen der Partie während des Spiels, und es ist deshalb nicht ganz richtig, wenn Binet hier von einem abstrakten visuellen Gedächtnis der Schachspieler spricht, es handelt sich vielmehr wohl um eine Abstraktion beim originalen Sehen selbst, um eine Vernachlässigung der Aufnahme aller unwesentlichen Eindrücke, dafür aber ein Hineintragen von Elementen durch Erweckung von Engrammen, die sich besonders auf die Bewegungsart, den Machtbereich und den Wert der Figuren beziehen.

Ich glaube, daß es fast in allen Fällen möglich sein wird, ungewöhnliche Spezialgedächtnisse auf die besondere Art zurückzuführen, wie bei der betreffenden Person die Originalaufnahme erfolgt, nicht nur in bezug auf die grade im Augenblick aufgewendete Anspannung der Aufmerksam-

keit, sondern auch auf die Art und Weise ihrer Einstellung, deren Leistung in hohem Grade durch Übung gesteigert werden kann und nur durch diese, weil dabei zum großen Teil eine Ekphorie aller Engramme ihre homophone Mitwirkung durch die homophone Vergleichung (s. mnemische Empfindungen 17. Kapitel) eine große Rolle spielt. Bei den oben ausgeführten Beispielen von den beiden Menschen mit gutem und schlechtem Personengedächtnis habe ich das Nähere erläutert. Wenn der bekannte Maler Mackart imstande war, Blumendetails wahrheitsgetreu malerisch wiederzugeben, auf die er nur einmal einen flüchtigen Blick geworfen hatte — Ähnliches wird auch von anderen Malern, Horace Vernet, Gustav Dorée berichtet — so ist es ganz klar, daß in diesen Fällen schon die Originalwahrnehmung von der gewöhnlicher Menschen eine verschiedene ist, da diese nach einem flüchtigen Blick nur einen ganz allgemeinen Eindruck des Gesehenen haben und die Einzelheiten wahrzunehmen überhaupt nicht imstande sind.

Ebenso ist bei einem erfahrenen Kapellmeister das originale Hören eines jeden Zusammenklanges des Orchesters ein ganz anderes als bei einem vielleicht von Haus aus ebenso gut musikalisch veranlagten Menschen, der aber in seinem Leben nicht 10000, sondern nur 100 Orchesteraufführungen gehört hat und weder gelernt hat, seine Aufmerksamkeit entsprechend einzustellen, noch auch ein annähernd gleiches mnemisches Vergleichsmaterial besitzt, dessen homophone Mitwirkung ihm eine ganz andere Auffassung des Gehörten ermöglicht. Denn — und dies gilt in ganz gleicher Weise für das Sehen ebenso Schmecken —; schon die Originalaufnahme bei einer durch Beruf oder alter Neigung vorbereiteten Person, findet ganz anders statt, als bei einer unvorbereiteten und kann bei letzterer nicht durch

einmalige Anspannung und Aufmerksamkeit ausgeglichen werden. Denn 1. kann das Vermögen der richtigen Einstellung desselben in der betreffenden Sphäre nur durch lange Übung erworben werden und besonders spielt bei der Wahrnehmung auf jedem Sinnesgebiet die Mitwirkung homophon mitklingender mnemischer Empfindungen eine ungeheure Rolle, die durchaus von dem Reichtum des Engrammschatzes auf dem betreffenden Gebiet abhängig ist. Sie liefert die Grundlage der homophonen Vergleiche, sie bedingt die gleiche Anspannung, den in einem Falle außerordentlich großen, im andern sehr geringen Reichtum der Detailwahrnehmung, kurz, was man als Schärfe der Beobachtung bezeichnet.

Besondere Leistungsfähigkeit eines Spezialgedächtnisses beruht deshalb in erster Linie auf der Besonderheit der Originalwahrnehmung auf dem betreffenden Gebiet, und es scheint sehr zweifelhaft, ob daneben noch eine besondere auf das eine Gebiet beschränkte Überlegenheit der engraphischen Empfänglichkeit anzunehmen ist. Mir erscheint es sogar sehr unwahrscheinlich. Jedenfalls spricht das bisher vorliegende Tatsachenmaterial nicht für diese auf den ersten Blick naheliegende, genauer besehen aber große Schwierigkeiten bereitende Annahme, die so lange zurückzustellen ist, bis neue Tatsachen und Versuche ihr eine Grundlage bereiten, die bisher völlig fehlt. Wenn wir also nicht zu der Annahme gezwungen sind, daß die verschiedenen Leistungen der Spezialgedächtnisse auf Verschiedenheiten der engraphischen Empfänglichkeit als solcher in den verschiedenen Sinnesgebieten beruht, braucht auch bei der ontogenetischen Entwicklung der engraphischen Empfänglichkeit auf eine etwaige Verschiedenheit derselben in den verschiedenen Sinnesgebieten keine Rücksicht genom-

men zu werden und unsere Darstellung von der Ontogenese bedarf keiner weiteren Spezialisierung nach Sinnesgebieten. Doch sei hier daran erinnert, daß die in obigen Ausführungen behandelte engraphische Empfänglichkeit ihren Sitz hat in den Neuronen des Zentralnervensystems, speziell der Großhirnrinde, also in Zellgebilden, deren individuelle Lebensdauer von der Zeit der Geburt an mit der Lebensdauer des Gesamtorganismus zusammenfällt, wofern nicht ein gewisser Prozentsatz schon früher stirbt. Eine Abkürzung der individuellen Lebensdauer durch Teilungsprozesse findet aber bei diesen Zellen nicht statt. Wenn wir also auf den bei unseren bisherigen Ausführungen berücksichtigten Leistungen ein Ansteigen der engraphischen Empfänglichkeit von Geburt bis zum 14. Lebensjahre, vielleicht sogar darüber hinaus; Verweilen auf der Höhe (14. — 25. — 30. Lebensjahr) dann erst langsames, dann rascheres Abfallen feststellen konnten, so verkörpert diese Zeitkurve gleichzeitig auch die Ontogenese der engraphischen Empfänglichkeit der einzelnen Nervenzellen, insbesondere derjenigen der Großhirnrinde. Wie ich aber schon oben ausgeführt habe, ist die engraphische Empfänglichkeit der organischen Substanz eines Individuums zwar im Nervensystem am höchsten ausgebildet, keineswegs aber ein Monopol dieses Gewebssystems.¹⁾

Die Keimdrüsen entbehren der Nerven nicht, aber in den Keimzellen selbst findet sich natürlich noch nichts von nervöser Differenzierung. Dennoch sind auch diese Zellen nicht nur reizempfindlich, was durch Beobachtungen

1) Beispiele für engraphische Wirkungen bei Pflanzen und Protozoen, also Organismen, bei denen es zur Ausbildung eines Nervensystems überhaupt nicht gekommen ist, habe ich in der „Mneme“ (3. Aufl. 1911, S. 21, 22) gegeben.

nach ihrer Ablösung vom elterlichen Organismus schon lange festgestellt ist, sondern besitzen Reizen verschiedener Art gegenüber auch engraphische Empfänglichkeit. Die Möglichkeit, die Keimzellen engraphisch zu beeinflussen, ist experimentell besonders durch die Untersuchungen von Tower (1906 S. 286—294) in äußerst schlagender Weise bewiesen worden und diese Untersuchungen haben gleichzeitig erwiesen, daß die engraphische Empfänglichkeit dieser Zellen — der Nachweis wurde bisher nur an den weiblichen Keimzellen des Koloradokäfers geführt — keineswegs während der Ontogeneso der Zelle eine gleichförmige ist, sondern daß sie erst in der Reifezeit der Keimzelle eine ansehnliche Höhe erreicht. Ein Reiz, der in der Keimdrüse die von der Reife noch weitentfernten Keimzellen und gleichzeitig solche trifft, die in der Wachstums- und Reifeperiode sind, übt nur auf die letzteren einen nachweisbaren engraphischen Einfluß aus. Man pflegt diese Zeit starker engraphischer Empfänglichkeit neuerdings als die sensible Periode der Keimzellen zu bezeichnen. Wie bei der Nervenzelle nimmt also auch bei der Keimzelle die engraphische Empfänglichkeit mit fortschreitender Ausbildung zu, ein interessanter Parallelismus, den wir aber nicht weiter verfolgen wollen, weil jene Experimente Towers erst den Anfang einer neuen verheißungsvollen Ära experimenteller Forschung auf diesem Gebiete bedeuten und weitergehende Schlüsse besser erst nach Erweiterung der tatsächlichen Grundlagen zu ziehen sind.

Wir wenden uns deshalb jetzt wieder zu unserm Ausgangspunkt der engraphischen Empfänglichkeit des Zentralnervensystems, und zwar des Großhirns zurück.

Vorübergehende Veränderungen der engraphischen Empfänglichkeit.

In der ontogenetischen Entwicklung der engraphischen Empfänglichkeit haben wir Veränderungen kennen gelernt, die sich zuerst rascher, dann nach der Erreichung der Reife des Individuums langsamer vollziehen, sich in ihrer Dauer stets über Monate und Jahre erstrecken und stets einsinnig gerichtet und unredressierbar sind, zunächst im Sinne einer Zunahme, dann eines längeren Stillstandes, dann im Sinne einer allmählichen Abnahme der engraphischen Empfänglichkeit. Neben diesen Veränderungen laufen aber noch andere nebenher, die mehr vorübergehender Art und wieder ausgleichbar sind. Nur in einigen pathologischen Fällen, auf die wir zum Schlusse eingehen, führen sie zu unredressibaren Dauerzuständen. In der großen Mehrzahl der Fälle handelt es sich bei ihnen um eine vorübergehende Herabsetzung der engraphischen Empfänglichkeit; inwieweit auch von einer Erhöhung derselben gesprochen werden kann, soll unten erörtert werden.

Eine vorübergehende Herabsetzung der engraphischen Empfänglichkeit (Herabsetzung unter den normalen Stand d. h. denjenigen Stand der engraphischen Empfänglichkeit, der bei den betreffenden Individuen auf der bestimmten Entwicklungsphase bei größter Gesundheit und Leistungsfähigkeit vorhanden ist), wird wohl durch jede vorübergehende Schwächung „Depression“ des Allgemeinzustandes des Individuums bewirkt. Schwächenden Einflüssen gegenüber, die den Gesamtorganismus betreffen, zeigt sich das Zentralnervensystem, vor allem die Zellen der Großhirnrinde besonders empfindlich, was sich in einer sofortigen Herabsetzung aller ihrer Leistungen, vornehmlich aber ihrer en-

graphischen Empfänglichkeit offenbart. So sehen wir die engraphische Empfänglichkeit regelmäßig nach schweren Blutverlusten, nach erschöpfenden Krankheiten, langdauernder Überanstrengung, Schlaflosigkeit, anhaltender Unterernährung bedeutend herabgesetzt, nach Beseitigung der Schädigungen aber ebenso rasch wieder hergestellt. Fast alle Rekonvaleszenten von schweren langdauernden Krankheiten klagen, daß sie viel schlechter „behalten“ können, als gewöhnlich. Mit Wiedererlangen der alten körperlichen Kräfte und Frische verschwindet auch dieses Symptom. Aber selbst länger dauernde starke Anstrengung des Gehirns wirkt in dieser Richtung, wie ich selbst in Zeiten großer geistiger Inanspruchnahme an mir beobachten konnte und nur noch viel deutlicher zutage tritt, wenn eine solche Überanstrengung zu ausgesprochenen Erschöpfungszuständen führt.

Die vorübergehenden, wieder ausgleichbaren Veränderungen, mit denen wir uns jetzt beschäftigen wollen, können sowohl im Sinne einer Erhöhung, als auch einer Herabsetzung der engraphischen Empfänglichkeit liegen. Dabei kann als allgemeine Regel vorausgeschickt werden, daß mit einem nicht übermäßigen Zustande der Hochspannung des Organismus eine Heraufsetzung — mit jedem Zustande der Abspannung aber eine Herabsetzung der engraphischen Empfänglichkeit verbunden ist. Alle Einflüsse also, die eine nicht übermäßige Hochspannung hervorrufen, aber Affekte mittleren Grades auslösen, ferner toxische Einflüsse in ihrer Anfangswirkung, die mit mäßigen Erregungszuständen des Gesamtorganismus verknüpft sind, bewirken gleichzeitig und entsprechend eine zeitweilige Heraufsetzung der engraphischen Empfänglichkeit, abspannende Einflüsse dagegen das Gegenteil. — Die bedeutende Rolle

des Affekts kann jeder aus seinem eigenen Engrammschatz ablesen, wenn er dessen Schichten durchblättert. Fast jede Schicht, die besonders gut engraphisch ist, ist auch irgendwie affektbetont. Die Augenblicke, als uns eine freudige oder traurige Nachricht erreichte, der erste Ferientag des vom langen Schulbesuch befreiten Schülers, der Augenblick, an dem wir zum ersten Mal die Alpen, das Meer, die ewige Stadt Rom sahen, irgendein unerwarteter Anblick, der uns in Überraschung oder Erstaunen versetzte, die Situation, als wir vor Menschen, an deren Urteil uns etwas lag, etwas recht Einfältiges, Unpassendes sagten und tausend andere ähnliche Momente oder Stunden, die sich als besonders gut engraphisch erweisen, sind solche, bei denen wir fast ausnahmslos eine besondere Affektbetonung finden. Damit stimmt auch gut das überein, was wir über die ersten Kindheitserinnerungen wissen, deren große Mehrzahl sich als affektbetont erweist, seien es Affekte der Freude, des Erstaunens, des Schrecks oder auch des Schmerzes. Es zeigt sich dabei, daß nicht etwa nur der affektbetonte Einzelkomplex allein besonders gut engraphisch fixiert ist, sondern der gesamte Simultankomplex jenes Augenblicks mit seinen zum Teil selbst unbedeutenden, nicht affektbetonten Einzelheiten. Dies ist aber nur die allgemeine Regel. Fast ausnahmslos finden wir beim Blättern in unserem Engrammschatz einerseits die schärfsten Ausprägungen ausgesprochen affektbetont (vorwiegend freudiger oder unfreudiger Erregung, besonders häufig freudiger oder schreckhafter Überraschung), andererseits aber noch daneben eine Menge ganz belangloser Einzelheiten, die eben nur gleichzeitig mit wahrgenommen wurden. Wie ich schon in der Mneme (3. Aufl. S. 122) erwähnte, berichtet Ch. Darwin in seiner Autobiographie, daß die Lösung eines wichtigen Problems,

die ihm den Schlüssel zu vielem Rätselhaften bot, ein Ereignis, das naturgemäß bei jedem den Zustand freudiger Erregung auslöste, ganz unmittelbar bei einer Spazierfahrt gekommen sei und fügt hinzu: „Ich kann mich selbst noch der Stelle auf der Straße erinnern, wo mir, während ich in meinem Wagen saß, die Lösung einfiel, und dies geschah lange Zeit nach meiner Übersiedlung nach Down.“ In diesen und zahlreichen anderen Fällen, die ich anführen könnte, ist es also nicht die „Enge des Bewußtseins“, die innerhalb des gesamten Simultankomplexes durch Einstellung auf einen Einzelkomplex letzteren auf Kosten der übrigen eine besondere Vividität und dadurch besondere engraphische Fähigkeit verleiht, woraus sich natürlich auf eine zeitweilige Heraufsetzung der engraphischen Fähigkeit als solcher schließen ließe, sondern trotz der Einstellung der Aufmerksamkeit auf den affektbetonten Einzelkomplex wird auch das Beiwerk, von dem natürlich die Aufmerksamkeit in diesen Fällen abgelenkt ist, besonders gut fixiert und das rechtfertigt den Schluß auf die allgemeine Erhöhung der engraphischen Empfänglichkeit in Zeiten der Hochspannung und macht es unmöglich, mit Gordon und Külpe anzunehmen, daß die bessere Fixierung affektbetonter Komplexe lediglich auf die Wirksamkeit der Aufmerksamkeit, also im Sinne der Enge des Bewußtseins zurückzuführen sei. — Die experimentellen Untersuchungen haben in unzweideutiger Weise die besonders gute Fixierung der affektbetonten Erlebnisse im Vergleich zu den indifferenten erwiesen. So fand z. B. Peters (1914) von 879 Erlebnissen, die in seinen Experimenten auf Reizworte hin in Erinnerung kamen 80%, gefühlsbetont, 16%, indifferent und 4% fraglich. Von gefühlsbetonten Erlebnissen waren $\frac{2}{3}$ lustbetonte, $\frac{1}{3}$ unlustbetont. Dieses Vorwiegen der lust-

betonten Erinnerungen dürfte meiner Ansicht nach nicht etwa auf einen besonders günstigen Einfluß der Lustaffekte auf die engraphische Empfänglichkeit zurückzuführen sein, sondern darauf, daß jeder es doch tunlichst vermeidet, unlustvolle Erlebnisse wieder zu ekphorieren, während jeder gern wieder an seine angenehmen Erlebnisse zurückdenkt und dadurch nun oft sehr zahlreiche Wiederholungsengramme von ihnen schafft, die zur Erklärung der besseren Fixierung und leichteren Ekphorierbarkeit des lustbetonten Engrammkomplexes genügt, zumal auch Peters fand, daß das Vorherrschen der lustbetonten Erregungen vielmehr in bezug auf ältere, als auf jüngere Erlebnisse sich erstreckt. — Daß auch beim völlig gesunden Menschen eine Herabsetzung der engraphischen Empfänglichkeit im Zustande sehr großer Ermüdung und Schläfrigkeit in hohem Grade wahrscheinlich ist, wurde oben schon erwähnt, doch wäre es interessant, das Maß dieser Herabsetzung einigermaßen genau experimentell zu ermitteln, was bisher noch nicht geschehen ist, aber kaum besonderen Schwierigkeiten unterliegen würde. Schwieriger dagegen wäre eine solche Feststellung für den Zustand des eigentlichen Schlafes. Die geringe Dauerhaftigkeit der Traumerregungen ist ja allbekannt, und selbst äußerst lebhaft erliefene Träume erliegen in erstaunlicher Weise dem Vergessen. Dafür will ich hier ein bezeichnendes Beispiel anführen. In der Nacht vom 27./28. Oktober 1915 hatte ich einen langen, äußerst lebhaften Traum, den ich in seiner Hälfte erlebte als Zuschauer hochdramatischer Vorgänge, die mich mit maßloser Überraschung und mit größter innerer Anteilnahme, zum Teil mit tiefem Mitleid erfüllten. Unter den verschiedenen Affektbetonungen war wohl die des Erstaunens die vorherrschende. Da mir dieser Traum deshalb sehr bemerkenswert erschien — es ist der merk-

würdigste, den ich je gehabt habe — daß eine eigene Phantasieschöpfung, die doch jeder Traum ist, sich in solcher Komplikation blitzschnell entwickeln und so viel Überraschendes bieten kann, schrieb ich das ganze Traum-erlebnis am nächsten Morgen so genau nieder, wie ich mich dessen erinnerte und fügte sogar einige kleine Zeichnungen der wechselnden Stellungen der handelnden 6 Personen bei. Als ich dann 9 Wochen später meine Aufzeichnungen wieder überlas, war ich sehr verwundert zu finden, daß ich außerordentlich viele Einzelheiten der Vorgänge vollständig vergessen hatte, sicher unvergleichlich viel rascher, als ich nach 9 Wochen vergessen haben würde, wenn ich diese Szene wirklich erlebt oder auf der Bühne gesehen hätte. Nun ist dieses rasche Verblässen offenbar nicht ausschließlich auf die Herabsetzung der engraphischen Empfänglichkeit während des Schlafes zu setzen. Denn jene Szene wurde eben nur innerlich erlebt, es waren rein mnemische Gebilde und alle Originalerregungen durch optische und akustische Reize waren bei dem engraphischen Vorgang ausgeschaltet. Doch halte ich es für ausgeschlossen, daß bei mir selbst eine reine Phantasieschöpfung des wachen Zustandes, ein so lebhafter und affektbetonter Wachtraum in so kurzer Zeit so rasch vergessen werden könnte, und vielmehr für sicher, daß eine hochgradige Herabsetzung der engraphischen Empfänglichkeit im Schlafzustande dabei mit im Spiele war. Dafür sprechen auch sonst noch viele Wahrscheinlichkeitsgründe, die Führung eines zwingenden Beweises muß aber der Zukunft überlassen bleiben. — Im Gegensatz dazu ist für den hypnotischen Zustand eine Erhöhung der engraphischen Empfänglichkeit angenommen worden. So zuverlässige Gelehrte wie Ladame und Grützner haben bestätigt, daß bei manchen Personen die Merkfähigkeit in der Hyp-

nose eine außerordentliche Steigerung erfahren kann, dergestalt, daß die im hypnotischen Zustand aufgenommenen Eindrücke später wiederum im hypnotischen Zustand viel vollkommener reproduziert werden können, als es dieselbe Person mit Eindrücken des Wachzustandes im Wachzustande zu tun vermöchte. Diese Erscheinung, die verschiedene Deutungen zulassen würde, bedarf aber noch vor allen Dingen einer exakten experimentellen Prüfung, ehe mit ihr zu rechnen ist. Eine solche Prüfung dürfte sich mit unseren heutigen Methoden unschwer vornehmen lassen.

Bei der Wirkung giftiger Stoffe auf die engraphische Empfänglichkeit sind am genauesten die herabsetzenden Wirkungen erforscht. Beim Alkohol scheint ja allerdings nach den Untersuchungen Kraepelins bei Einführung kleiner Dosen kurze Zeit nach ihrer Einnahme in bescheidenem Maße eine Erhöhung der engraphischen Empfänglichkeit einzutreten, worauf unten noch näher eingegangen wird. Die späteren Autoren, die allerdings mit größeren Alkoholgaben arbeiteten, fanden indeß bei Lernversuchen kein vorübergehendes Stadium der Erleichterung der Leistung, sondern durchgängig eine Erschwerung der Lernfähigkeit. Rüdin faßt deshalb seine Ergebnisse (die sich allerdings nur auf größere Alkoholgaben beziehen) in bezug auf die unmittelbare Alkoholwirkung in dem Satz zusammen: „Der Alkohol schädigt das willkürliche Einprägen und Festhalten dargebotener Reize (Merkfähigkeit).“ Rüdin hat auch die Frage näher geprüft, wieweit diese Störungen nicht ausschließlich oder vorwiegend auf eine Schädigung der Auffassungsfähigkeit, oder nicht mehr auf eine solche der „Merkfähigkeit“ im engeren Sinne unserer engraphischen Empfänglichkeit zurückzuführen seien. Da er gefunden hat, daß der Einfluß des Alkohols bei den Merkversuchen fast

überall stärker war, als bei den Auffassungsversuchen, macht dies ihm eine selbständige Störung der engraphischen Empfänglichkeit höchst wahrscheinlich.

Einem starken Alkoholmißbrauch folgt erfahrungsgemäß nach Ablauf des Rausches am folgenden Tage ein Zustand starker seelischer und körperlicher Depression. Diese macht sich auch dann, wenn sie nicht mit ausgesprochener Niedergeschlagenheit der Stimmung einhergeht, die ihr im Volksmund die Bezeichnung „Jammer“ eingetragen hat, nach jedem ungewöhnlich starken Alkoholmißbrauch durch allgemeine Abspannung und Abgeschlagenheit bemerklich. Benutzen wir zur Untersuchung das feine Reagens des Versuchs, so finden wir, daß die Lernfähigkeit nach starkem Alkoholgenuß mindestens 12, gewöhnlich aber 24, ja selbst 48 Stunden deutlich geschädigt ist. Dauer und Stärke dieser Nachwirkung sind, wie die Versuche von Fürer, Smith, Kurz und Rüdin ergeben haben, abhängig von der Größe der gereichten Alkoholgabe und von der individuell verschiedenen Empfänglichkeit der Versuchspersonen gegen das Gift. Erst nach Ablauf dieser Zeit erfolgt dann, wenn keine Vergiftung stattfindet, ein völliger Ausgleich. Beim Arbeiten mit großen Alkoholdosen tritt die herabsetzende Wirkung besonders deutlich hervor. Zunächst arbeitete man mit Anfangsdosen von 30 g Alkohol, wie sie in 3 großen Schnapsgläsern stärksten Kognaks oder drei großen Weingläsern eines sehr schweren Weins enthalten sind. In den späteren Untersuchungen wurden diese Gaben verdoppelt, verdreifacht, in den Fürerschen Versuchen sogar verfünffacht und dienten, auf einmal gegeben, also in den meisten Fällen zur Erzeugung eines, je nach der Beschaffenheit der Versuchsperson leichteren oder schwereren Rausches. Ebenso, wie eine Heraufsetzung der engraphischen Empfänglich-

keit auch auf dem Wege der Affekte nur bei leichterem Anregung, nicht aber bei Übererregung (rasender Wut, sinnloser Angst, überschäumender Freude) erfolgt, vollzieht sich auch bei großen Alkoholgaben der Übergang anfänglicher Anregung in dem Nebel des Rausches viel zu rasch, und es ist deshalb verständlich, daß Rüdín (Auffassungs- und Merkfähigkeit unter Alkoholwirkung 1904 S. 520), der seinen Versuchspersonen (sämtlich nicht Gewohnheitstrinkern) innerhalb 2 Minuten 100 g mit Wasser und etwas Himbeeressig auf 500 g verdünnt einnehmen ließ (also mehr als $\frac{1}{4}$ Flasche stärksten Kognaks) eine vorübergehende Verbesserung der Merkfähigkeit weder am Beginn der Alkoholwirkung noch im weiteren Verlaufe feststellen konnte, sondern nur Herabsetzung fand.

Anders aber, wenn die Vergiftung durch starken Alkoholgenuß Jahre hindurch beständig fortgesetzt wird. Für den chronischen Alkoholismus höheren Grades ist eine bedeutende Herabsetzung der Merkfähigkeit wohl stets charakteristisch, und zwar erstreckt sich diese Herabsetzung nicht nur auf die Zeit der Rausche selbst, sondern auch auf die nüchternen Intervalle und es bedarf zu ihrer Beseitigung einer länger fortgesetzten Abstinenz. Da in den Zeiten der Nüchternheit die Perzeptionsfähigkeit nicht beträchtlich gestört ist, handelt es sich bei dieser Merkstörung offenbar in der Hauptsache um eine Herabsetzung der engraphischen Empfänglichkeit. Allerdings pflegte diese Störung in der Mehrzahl der von Rauschburg (1911 S. 64) experimentell untersuchten Fälle hinter der gleichartigen der progressiven Paralytiker erheblich zurückzubleiben, ist aber immerhin bedeutend genug (vgl. Bogdanoff 1905/06 und Vieregge 1908). Zu ihrer Beseitigung braucht die Störung einer vollständigen Abstinenz von durchschnittlich 1—2 Monaten. Eine ge-

wisse Schwächung ist aber auch dann meist noch nachweisbar und weicht erst nach viel längerer Zeit. Am ausgesprochensten pflegen die Merkstörungen bei derjenigen Form des chronischen Alkoholismus zu sein, die man als Korsakowsche Psychose (Bonnhöfers Chronisches Alkoholdelirium) bezeichnet. Aber auch bei dieser Erkrankung die mehr als Folgeerkrankung auf der Grundlage des chronischen Alkoholismus sich entwickelt (übrigens auch auf Grundlage anderer chronischer Vergiftungen z. B. Arsen, sowie auch infektiöser Prozesse z. B. Typhus) sind, wie Bonnhöffer (1901) in seiner Monographie angibt, die Merkstörungen nicht so bedeutend wie z. B. in schweren Fällen von postapoplektischer und seniler Demenz. Bei völliger Abstinenz bedarf in schwereren Fällen die Besserung einiger Monate, manchmal eines Jahres. Nach Bonnhöffer bleibt auch in günstig verlaufenden schweren Fällen meist eine Schwäche der Merkfähigkeit zurück, die noch bei der Untersuchung nachweisbar war.

Bei näherer Untersuchung dürfte es sich herausstellen, daß noch viele andere Nervina bei lange fortgesetztem Gebrauch herabsetzend auf die engraphische Empfänglichkeit wirken, doch liegen dafür bisher noch zu wenig brauchbare Belege vor, vor allem keine experimentellen Nachweise. Nur sei erwähnt, daß beim Brom an einen ungünstigen Einfluß auf die engraphische Empfänglichkeit nach übereinstimmenden klinischen Erfahrungen nicht gut gezweifelt werden kann. Auch Loewald (1896), der die unmittelbare Wirkung kleiner (4 g) Dosen von Brom experimentell untersucht hat und dabei eigentümliche, schwer zu deutende Ergebnisse hatte, leugnet diesen Einfluß lange fortgesetzten Bromgenusses nicht.

Nicht so klar, jedenfalls verwickelter liegen die Verhält-

nisse hinsichtlich einer erregenden, fördernden Wirkung von Nervengiften auf die engraphische Empfänglichkeit. Die darüber vorliegenden systematischen Versuche beziehen sich fast ausschließlich auf den Alkohol, wenn man auch im allgemeinen namentlich in der älteren Heilkunde zahlreichern Mitteln einen erregenden Einfluß auf das Nervensystem zuschrieb und deswegen von „Nervina excitantia“ sprach. Die wichtigsten Untersuchungen über die Alkoholwirkung verdanken wir Kraepelin und seiner Schule, die in den letzten 20 Jahren zahlreiche Untersuchungen darüber anstellten. Auf einen Teil dieser Versuche sind wir oben bereits eingegangen. Hier erwähnen wir zunächst die älteren Versuche Kraepelins (1892). Er prüfte bei der Mehrzahl der Versuchspersonen die Lernfähigkeit durch Auswendiglernen zwölfstelliger Zahlen, nachdem er ihnen 20 g Alkohol (2 Schnapsgläser starken Kognaks) gegeben hatte. Hier fand er bei den meisten Versuchspersonen eine anfängliche Zunahme der Lerngeschwindigkeit, bei Gaben von 30 g zeigte sich dagegen nur noch bei einer Versuchsperson eine vorübergehende Erleichterung des Auswendiglernens. Auch die Gabe von 20 g ist noch eine recht hohe. Sie entspricht etwa der Einnahme von 5 großen Weingläsern eines leichten Tischweins; das ist für einen mäßigen Menschen auch noch übertrieben viel. Es wäre daher zweckmäßiger, die Merkversuche mit einer mindestens um die Hälfte kleineren Dosis vorzunehmen, mit einer Gabe, bei der die Versuchsperson fühlt, daß der Trank sie anregt, aber ihr nicht „zu Kopf steigt“. Dann könnte man besser beurteilen, ob die anregende Wirkung nur eine kurze ist und ebenfalls einer herabsetzenden Wirkung der engraphischen Empfänglichkeit Platz macht.

Noch weniger eindeutig sind Kraepelins Versuche über

die Wirkung einer starken Gabe von Tee. Bei einigen Versuchspersonen fand Kraepelin nach Aufnahme von Tee eine auffallende Abnahme der Leistungsfähigkeit beim Auswendiglernen, die sich nur langsam wieder ausglich, bei anderen fand dagegen zunächst Steigerung, dann Abnahme, dann wieder Zunahme der Lernfähigkeit statt, bei einer dritten Gruppe endlich erfolgte eine fortschreitende, nur vorübergehend unterbrochene Steigerung der Arbeitsleistung. Kraepelin sagt selbst, daß die Deutung dieser Ergebnisse nicht ganz leicht sei. Individuelle Verschiedenheiten der Versuchspersonen dem Reizmittel gegenüber spielen sicher eine große Rolle. Auch die Prüfung der Lernfähigkeit mittelst der Ebbinghausenschen Methode (Einprägung durch wiederholtes lautes Durchlesen bis zum fehlerlosen Hersagen) ist zu einseitig, um ohne weiteres einen Schluß auf die Merkfähigkeit oder engraphische Empfänglichkeit zu gestatten. Da Kraepelin zu dem Schlusse kommt, daß Tee die Auffassung und intellektuelle Verarbeitung äußerer Eindrücke erleichtert, die Umsetzung zentraler Erregungszustände in motorische Leistungen dagegen eher erschwert, müßte eine ergänzende Untersuchungsmethode für die Wirkung auf die Merkfähigkeit angewendet werden, bei denen motorische Leistungen sowohl bei der Darbietung (rein akustische oder rein visuelle Vorführung), als auch bei der Reproduktion möglichst ausgeschaltet sind. Solche Methoden stehen uns ja dank den Bemühungen der experimentellen Psychologen und Psychopathologen, unter ihnen Kraepelin selber, jetzt in großer Anzahl zur Verfügung. Bis solche Untersuchungen vorliegen, können wir nicht mit Sicherheit behaupten, daß sich durch toxische Einflüsse in bestimmter Dosierung die engraphische Empfänglichkeit vorübergehend heraufsetzen läßt, obwohl mir

eine gewisse Wahrscheinlichkeit für diese Annahme vorzuliegen scheint.

Ganz unentschieden muß vorläufig die Frage bleiben, ob bei gewissen Geisteskrankheiten in den Stadien nicht zu hochgradiger Erregung eine Heraufsetzung der engraphischen Empfänglichkeit stattfindet. Daß das Umgekehrte bei zahlreichen Geistesstörungen der Fall ist, unterliegt keinem Zweifel, ja bei einigen bildet die Störung der Merkfähigkeit sogar ein Hauptsymptom. Bei der Mehrzahl der Paranoiker findet man dagegen sowohl bei der klinischen Beobachtung, wie im Experiment keine Herabsetzung der Merkfähigkeit, weder des unmittelbaren Behaltens, noch auch der Retentionsfähigkeit für längere Zeit. Sie war vielmehr, wo sie untersucht wurde, zumeist sehr gut erhalten, „derjenigen der Normalen völlig ebenbürtig“ (Rauschburg 1911 S. 65). Mit manischen Kranken lassen sich natürlich während der Erregungsstadien nur schwer brauchbare Versuche anstellen. Doch ist es charakteristisch, daß die Erinnerung für die Erlebnisse während der Krankheit meist sehr gut erhalten ist. In der von Forel mitgeteilten Selbstbiographie eines Falles von Mania acuta staunt man, wie außerordentlich reich die zahllosen Halluzinationen, Illusionen und Wahnideen dauernd engraphisch fixiert waren. Die Patientin konnte nach ihrer Genesung eine Liste von nicht weniger als 132 solcher Wahngelbilde zusammenstellen, wie sie selbst betont „sogar im Zusammenhang mit einer Örtlichkeit, dagegen viel weniger im Zusammenhang mit der betreffenden Zeit.“ Bei der progressiven Paralyse, die in ihrem Verlauf ja unweigerlich zu schwerster Herabsetzung der Merkfähigkeit führt, läßt sich doch, wie Rauschburg angibt und Boldt bestätigt, bei der expansiven Form anfangs im Stadium starker manischer Erregung zuweilen

eine vorzügliche Merkfähigkeit nachweisen. Rauschburg betont, „daß also das schon hochgradig invalid gewordene Gehirn bei einer organischen Defekterkrankung Erscheinungen der Hyperfunktion zeigen kann, welche jedoch, wie das nachzuweisen Boldt auch noch möglich war, mit dem Abschluß der Erregtheit des Kranken verschwindet und in Defekt übergeht. Diese Befunde legen den Gedanken nahe, daß auch die manische Erregung ähnlich der Affektanregung bei geistig Normalen eine Erhöhung der engraphischen Empfänglichkeit bewirkt. Ein Beweis dafür auf experimentellem Wege ist allerdings noch nicht erbracht und wird sich auch nur schwer führen lassen, vielleicht so, daß man die Merkfähigkeit in einem günstigen Fall leichter organischer Manie untersucht und damit die Merkfähigkeit derselben Person nach eingetretener vollkommener Heilung vergleicht.

Zum Schluß bleibt uns noch eine Frage zu erörtern, ob durch Übung eine vorübergehende Heraufsetzung der engraphischen Empfänglichkeit bewirkt werden kann, vorübergehend insofern, als sie bei Aufhören der Übung allmählich wieder zurückgeht. Der alte Spruch „*memoria minuitur, nisi tu eam excercas*“ bejaht die Frage. Daß die Übung besonders die Lernfähigkeit stärkt, daran kann meiner Ansicht nach sowohl nach dem Zeugnis der täglichen Erfahrung, wie des Experiments nicht gezweifelt werden. Ganz besonders trat diese Übung der Lernfähigkeit in den Versuchen von Ebert und Meumann (1904) beim Auswendiglernen sinnloser Silben zutage. So gebrauchte z. B. eine Versuchsperson Meumanns „zum Lernen von 10 sinnlosen Silben beim ersten Versuch 46 Wiederholungen, nach vierwöchigem täglichen Üben lernte sie dasselbe Quantum sinnloser Silben nach 4—5 Wiederholungen, nach weiteren

vier Wochen mit einer Wiederholung“ (Meumann 1913 S. 752). Ebert und Meumann stellten ferner fest, daß bei fortgesetzten Übungen sinnloser Silben nicht nur das Lernen und Behalten für den einen Übungsstoff vervollkommnet wird, sondern daß dadurch eine Mitvervollkommnung des Lernens und Behaltens sehr verschiedenartiger anderweitiger Gedächtnisstoffe erreicht wird. Diese Tatsachen, die auch von anderen Untersuchern z. B. Radozsawljewitsch, Wrinch und anderen bestätigt worden sind, dürfen wir an sich als erwiesen ansehen. Strittig bleibt aber, ob es sich dabei wirklich um eine Steigerung der engraphischen Empfänglichkeit handelt oder lediglich um eine Zunahme der Konzentrationsfähigkeit und eine Verbesserung der Lerntechnik, wie James, Wreschner, Jansen, Watt und andere annehmen. Daß ein guter, wohl der größte Teil des Fortschritts der Lernfähigkeit auf Rechnung letzterer Umstände, also einer Vervollkommnung der Aufnahmefähigkeit kommt, kann keinem Zweifel unterliegen. Aber wir sind andererseits auch nicht berechtigt zu behaupten, daß jede Heraufsetzung der engraphischen Empfänglichkeit auszuschließen sei und ihr keinerlei Anteil an der durch Übung zweifellos zu steigernden Lernfähigkeit zukomme. Nur neue Versuche mit vervollkommeneten Methoden können uns das Recht geben, eine Heraufsetzung der engraphischen Empfänglichkeit durch Übung zu bejahen oder zu verneinen.

Literatur zum Anhang.

- Bernstein und Bogdanoff, Experimente über das Verhalten der Merkfähigkeit bei Schulkindern. Beitr. z. Psychol. der Aussage. Bd. 2. 1905.
- Bielschowski und Brodmann, Zur feineren Histologie und Histopathologie der Großhirnrinde mit besonderer Berücksichtigung der Dementia paralytica, der Dementia senilis und Idiotie. J. f. Psychiatrie und Neur. Bd. V. 1905.
- Binet, Psychologie des grands calculateurs et des joueurs d'échecs. Paris 1894.
- Bonhöffer, Die akuten Geistesstörungen der Gewohnheitstrinker. Jena 1901.
- Boyd, R., Phil. Transact. 1860.
- Ebert, E. und Meumann, E., Über einige Grundfragen der Psychologie der Übungsphänomene im Bereich des Gedächtnisses. A. Psych. Bd. IV, S. 204 ff.
- Ernst, Paul, Das Nervensystem in Aschoff, Pathol. Anatomie IV, 2. 1919.
- Freud, S., Drei Abhandlungen zur Sexualtheorie. Wien 1905. E. Aufl. 1915.
- Fürer, Bericht über den IV. Internat. Kongreß zur Bekämpfung des Mißbrauchs geistiger Getränke zu Basel. Schriftstelle des Alkoholgegnerbundes. 1896.
- Gordon, Käthe, Über das Gedächtnis für affektiv bestimmte Eindrücke. A. Psych. IV. 1905.
- Henri, V. und C., Enquête sur les premiers souvenirs de l'enfance. Année psychologique vol. 3. 1897.
- James, Psychologie, übersetzt von Dürr 1909.
- Jansen, M., Über den Einfluß der Übung eines Spezialgedächtnisses auf das allgemeine Gedächtnis. Diss. Zürich 1910.
- Külpe, O., Bemerkungen zu vorstehender Abhandlung ebenda.
- Kraepelin, Emil, Über die Beeinflussung einfacher psychischer Vorgänge durch einige Arzneimittel. Jena 1892.

- Kurz, Ernst und Kraepelin, E., Über die Beeinflussung psychischer Vorgänge durch regelmäßigen Alkoholgenuß. Psych. Arb. 1901. Bd. 3.
- Lobsien, Marx, Experimentelle Untersuchungen über die Gedächtnisentwicklung von Schulkindern. Z. f. Psych. 1901. Bd. 27.
- — Aussage und Wirklichkeit bei Schulkindern. Einige experimentelle Beobachtungen. Beitr. zur Psych. der Aussage I. Heft 2. 1904.
- Loewald, Kraepelins Brombehandlung. Psychol. Arb. Bd. 1. 1896.
- Meumann, E., Ökonomie und Technik des Gedächtnisses. Leipzig 1908.
- Vorlesungen zur Einführung in die experimentelle Pädagogik. 2. Aufl. 1911. (Literatur.)
- Netschajeff, Experimentelle Untersuchungen über die Gedächtnisentwicklung bei Schulkindern. Z. Psych. Bd. 24. 1900.
- Offner, Max, Das Gedächtnis. 2. Aufl. 1911. (Literatur.)
- Radozsawljewitsch, P. R., Behalten und Vergessen bei Kindern und Erwachsenen. Leipzig 1906.
- Rüdin, Über die Dauer der psychischen Alkoholwirkung. Herausgegeben von Emil Kraepelin. Psychol. Arb. IV. 1904.
- Auffassung und Merkfähigkeit unter Alkoholwirkung. 1904.
- Stern, W., Arbeiten in „Beiträge zur Psychologie der Aussage“. 1903 ff.
- Tower, W. L., An Investigation of Evolution in Chrymelid Beetles of the Genus *Leptinotarsa*. Carnegie Institution of Washington Publ. N. 48. 1906.
- Peters, W., Gefühl und Erinnerung. Psychol. Arbeiten. 1911.
- und Nemeček, O., Massenversuche über Erinnerungsassoziationen. Forstchr. Psych. Bd. II. 1914.
- Wreschner, A., Das Gedächtnis im Lichte des Experiments. 2. Aufl. Zürich 1910.

Namenverzeichnis.

- Ament 62, 63.
Angell 62.
Aubert 92, 101.
Auerbach 82.
Bergson 159.
Bernstein 176.
Betz 147.
Biondi 142.
Biedl 73.
Bielschowsky 145, 146, 155, 185.
Binet 188, 195, 196.
Bohr 161.
Bogdanoff 176, 209.
Boldt 213, 214.
Bonhöffer 209.
Boveri 157.
Boyd 183.
Brodmann 141, 143, 147, 185.
Cannon 73, 74.
Darwin IX, XXIX, 203.
Dewar 35.
Dürr 117, 118, 120.
Ebbinghaus 63, 115, 117, 121, 129,
212.
Ebert 214, 215.
Edinger XXV.
Elliot 75.
Erdmann XXVII.
Ernst 185.
Fechner 34, 39, 44, 45, 46, 55, 56,
60, 65, 90, 91, 94, 95, 97, 99, 100,
101, 115, 119, 122.
Ferrier 142.
Fick 35.
Fischer, Gust. XXI.
Fitting 37.
Flehsig 142.
Flegel, Rob. XIII, XIV.
Forel XXXIII, 26, 213.
Franz, V. XXXIV.
Freud 158, 169, 170.
Fröbes 63.
Fröschel 36, 40.
Fürbringer, M. XXI, XXII, XXIII,
XXV, XXVII, XXXI.
Fürer 208.
Geysler 131.
Gordon 204.
Gottstein 131.
Grijns 40.
Grützner 206.
Haeckel XVI, XVII, XVIII, XXI,
XXVII, XL.
Haveloc Ellis 70.
Helmholtz 8, 12, 15, 16, 118, 121,
124.
Henneberg 140.
Henri, C. 169.
— V. 169.
Herbst, C. 157.
Hering XXXI, 15, 16, 17, 42, 45,
62, 63, 64, 68, 101, 103, 125.
Hermann, L., 16, 35.
Hertwig, Osk. XXI.
Hitzig 142.

- Jakob Chr. 146.
James, W. 74, 75, 77, 215.
Jansen 215.
Jentzsch-Wetzlar 107.
Kendrick Mc. 35.
Kölsch, Ad. XXXIII.
Kraepelin 207, 211, 212.
v. Kries 40.
Külpe 131, 204.
Kurz 209.
Ladame 206.
Lange, C. 74, 75, 77.
Laqueur 40.
Laub 55, 58, 59, 60.
Loewald 210.
Linsbauer 36.
Lobsien 175, 176, 190.
Lotze 9, 22.
Mach XXXII, 16, 29.
Maillefers 37.
Merkel, J. 61, 62.
Metzner 75.
Meumann 167, 170, 171, 173, 178,
214, 215.
Meyer, G. H. 116.
Meynert 138, 142, 141.
v. Monakow 155, 156.
Morian 196.
Müller, F. C. 35.
— G. E. 120.
— Joh. 13, 14, 116.
Nagel 15.
Nathanson 37, 41.
Netschajeff, 190.
Nissl 144, 145, 149, 150, 151, 155.
Noll 22.
Noyons 40.
Offner 190.
Pekelharing 37.
Pentschew 173.
Peters 120, 204, 205.
Piper 90, 93, 94, 95, 98, 99.
Pöhlmann 190.
Pringsheim 37, 41.
Purkinje 97, 186.
Radozsawljewitsch 171, 172, 174,
175, 190, 215.
Rauschburg 213, 214.
Richet 40.
v. Ritter, Paul XXI, XXII.
Rüdin 207, 208, 209.
Rutherford 161.
Schwalbe, G. 183.
Sherrington 75.
Smith 207.
Starling 73.
Stern 176.
Steinach 35, 76.
Stumpf 87, 120, 131.
Talbot 40.
Tower 199, 200.
Vierегge 209.
Virchow, Rud. XIX.
Volkmann 97.
Wagner, H. 148.
Walter, A. 35.
Watt 215.
Weber, Ernst H. 44, 45, 65.
Weigert 151.
Weiß 40.
Weismann XXXV.
Wessely 171.
Wreschner 215.
Wrinch 55, 60, 215.
Zeiß, C. 104.