

# Untersuchungen über psychische Hemmung.

Von  
G. HEYMANS.

## Zweiter Artikel.<sup>1</sup>

Inhalt.	Seite
III. Die Verdrängung von Empfindungen durch andere, qualitativ gleiche, aber local von jenen verschiedene Empfindungen . . . . .	305
1. Druckempfindungen. . . . .	306
2. Lichtempfindungen . . . . .	321
IV. Folgerungen. . . . .	335
1. Die Beziehung zwischen Reiz und Empfindung. . . . .	335
2. Die Verdrängung von Unterschiedsempfindungen durch Empfindungen (das WEBER'sche Gesetz) . . . . .	341
3. Die Abschwächung von Unterschiedsempfindungen durch Empfindungen (die MERKEL'schen und AMENT'schen Versuche) . . . . .	358

---

### III. Die Verdrängung von Empfindungen durch andere, qualitativ gleiche, aber local von jenen verschiedene Empfindungen.

Auch hier richtete sich die Untersuchung auf die Feststellung der durch gleichzeitig einwirkende Reize verursachten Erhöhung der Reizschwelle für bestimmte Empfindungen; statt

---

<sup>1</sup> S. diese Zeitschrift 21, 321—359.

aber Activ- und Passivreize von verschiedener Qualität gemischt auf Einen Theil der entsprechenden Sinnesfläche einwirken zu lassen, wurden jetzt verschiedene Theile einer Sinnesfläche durch Activ- und Passivreize gleicher Qualität getroffen. Es eignen sich zu dieser Untersuchung hauptsächlich zwei Sinnesgebiete: diejenigen der Druck- und der Lichtempfindungen.

### 1. Druckempfindungen.

Der Apparat, mittels dessen die einschlägigen Hemmungsverhältnisse untersucht wurden, war folgenderweise eingerichtet (Fig. 1).

Ein am Rande des Experimentirtisches festgeschraubtes Holzbrett trägt erstens drei feste Stative *ABC* mit Metallkapseln, in welchen zwei horizontale Metallachsen *DE* frei und unabhängig von einander drehen können. An jeder Achse ist in beliebig variirbarer Entfernung von den Stativen ein Hebel befestigt; einer derselben *FG* trägt an einem Arme eine Schale *G* mit Pelotte, am anderen ein verstellbares Laufgewicht *F*, mittels dessen der Hebel bei unbeschwerter Schale in einen Zustand indifferenten Gleichgewichts gebracht werden kann; der zweite Hebel *HI* besteht aus zwei Armen von ungleichem Gewichte, von denen der schwerere *I* ein an dünnen Seidenfäden aufgehängtes Papierschälchen trägt. Pelotte und Papierschälchen lassen sich über eine Strecke von etwa 1 cm auf- und niederschrauben. Bei den Versuchen, über welche hier berichtet werden soll, war der Apparat so eingestellt, daß das halbkugelförmig abgerundete untere Ende der Pelotte und die Untenseite des Papierschälchens sich in gleicher Höhe befanden; während die horizontale Entfernung zwischen denselben zunächst constant 4 cm betrug. Unter denselben lag auf einem mit Stellschrauben versehenen Brettchen in einem genau passenden Gypsabguß die Hand der Versuchsperson, deren Vorderarm in bequemer Lage auf einem Polster ruhte. Wurden also die in der Figur rechts liegenden, mit beliebigen Gewichten beschwerten Hebelarme gleichzeitig niedergelassen, so wurde der Handrücken an zwei, 4 cm von einander entfernten Stellen gleichzeitig gedruckt, und es konnte durch Variiren der Gewichte untersucht werden, inwiefern die Merklichkeit des einen durch das gleichzeitige Auftreten des anderen Druckes beeinflusst wurde. — Damit ist das Princip der





frei zu erhalten, oder wenigstens Variationen der beiden letzteren auszuschließen; zu diesem Zwecke wurden Pelotte und Papier-schälchen nicht unmittelbar auf die Hand der Versuchsperson, sondern auf kleine, während einer Versuchsreihe auf der Hand liegen bleibenden Korkscheibchen, deren Durchmesser 15 mm und deren Dicke 3 mm betrug, niedergelassen; eine Einrichtung, wodurch außerdem noch vollständige Gleichheit der Druckflächen, über welche die Einwirkungen der beiden Gewichte sich vertheilen, gesichert wurde. Sodann erschien es wünschenswerth, sowohl die Geschwindigkeit, mit welcher Pelotte und Papier-schälchen auf die Hand niedergelassen wurden, als die Dauer des von denselben ausgeübten Druckes constant zu erhalten; zu diesem Zwecke wurde der Apparat so eingerichtet, daß die betreffenden Hebelbewegungen nicht durch Manipulationen des Experimentators, sondern durch einen einfachen Mechanismus regulirt wurden. Es sind nämlich auf dem oben erwähnten Holzbrett noch zwei weitere Stative *KL* angebracht, zwischen welchen ein Metallreifen *M* um eine Langsseite drehen kann; diese Drehung besorgt ein etwa 80 cm langes und 1,7 kg schweres Pendel *NO*, welches mit dem Metallreifen fest verbunden ist, und seine Drehungsachse mit demselben gemein hat. Befindet sich das Pendel, wie in der Figur dargestellt, in seinem höchsten Stand nach rechts, so drückt der Metallreifen *M* die darunter befindlichen Hebelarme nieder; macht aber jenes eine Schwingung von rechts nach links, so läßt dieser Druck nach, und die Gewichte senken sich auf die unterliegende Hand. Indem nun bei jedem Versuch die Höhenlage der Pelotte und des Papier-schälchens so regulirt wird, daß beide die auf der Hand liegenden Korkscheibchen beinahe berühren, tritt der doppelte Druckreiz sofort ein, nachdem die zunächst vom Experimentator festgehaltene Pendelstange losgelassen wird, und dauert fort, bis die zurückschwingende Pendelstange seinen höchsten Stand wieder erreicht hat, und hier vom Experimentator aufgefangen wird. Die Einwirkung der Druckreize auf die Hand der Versuchsperson dauert also so lange wie eine Doppelschwingung des Pendels, nämlich etwas mehr als  $1\frac{1}{2}$  Sec.; sie tritt fast momentan in ihrer vollen Stärke ein, indem einerseits der linke Arm des Hebels *FG* sogleich beim Anfang der Schwingung durch die Aufwärtsbewegung der darauf drückenden Kante des Metallreifens von der Einwirkung desselben befreit wird, andererseits

der linke Arm des Hebels *HI* jener Aufwärtsbewegung folgt, und eine Entspannung der Seidenfäden, woran das Papierschälchen aufgehängt ist, zu Stande bringt; und sie hört ebenso momentan wieder auf. — Schliesslich ist noch zu erwähnen, daß bei sämtlichen hier zu besprechenden Versuchen die Hautstellen, auf welche die Reize einwirkten, in der Längsachse der Hand lagen; dergestalt, daß das leichtere, auf dem Papierschälchen liegende Gewicht nahe an den Fingerwurzeln, das schwerere, die Pelotte belastende näher am Pulsgelenk seinen Druck ausübte. Die Einrichtung des Apparates empfahl die entsprechende Handlage als die bequemere und einfacher herzustellende; doch habe ich mich durch einige Versuche davon überzeugt, daß bei transversaler Lage der Druckflächen sich die Resultate im wesentlichen identisch gestalten.

Größere Schwierigkeiten als die Einrichtung des Apparates ergab die Wahl der Forschungsmethode. Anfangs war die Methode der Minimaländerungen, welche bei den früher besprochenen Versuchen über Schall-, Farben- und Geschmacksempfindungen ausschliesslich zur Verwendung gelangte, auch für das jetzt vorliegende Gebiet in Aussicht genommen; bald jedoch stellte sich heraus, daß in dieser Weise keine irgendwie befriedigende Resultate zu erreichen waren. Wurden nämlich, wie bei den Farben- und Schallempfindungen geschah, die zu einer Schwellenbestimmung erfordernden einzelnen Entscheidungen über Merklichkeit oder Unmerklichkeit in einem Zuge nacheinander absolvirt, so erwies sich die bei Druckempfindungen schneller als sonst eintretende Abstumpfung als äußerst störend: je nachdem nämlich aufsteigend von einem schwächeren oder stärkeren, bzw. absteigend von einem stärkeren oder schwächeren Reize ausgegangen wurde, ergaben sich bedeutend höhere oder niedrigere Schwellenwerthe. Wurden dagegen, wie früher bei den Geschmacksempfindungen, die einzelnen Entscheidungen durch längere Zwischenzeiten getrennt, so war es unmöglich, auch nur annähernd die unentbehrliche Gleichheit der Umstände aufrecht zu erhalten. Wärme und Kälte, Arbeit und Ruhe, bequemere oder weniger bequeme Stellung und Handlage, Allgemeinbefinden und Stimmung beeinflussten nämlich die Empfindlichkeit in auffallendem Grade; demzufolge es vorkam, daß beispielsweise ein Reiz mehrere Male als unmerklich, einen Tag später aber als entschieden übermerklich, und bei bedeutender



Abschwächung noch immer als merklich beurtheilt wurde. Unter solchen Umständen liefs sich von der Methode der Minimaländerungen weiter nichts erwarten, und erschien es als angezeigt, die Methode der richtigen und falschen Fälle an die Stelle derselben treten zu lassen. Allerdings fehlten auch hier die Schwierigkeiten nicht ganz: steht doch die Theorie der mathematischen Verarbeitung der mittels dieser Methode gewonnenen Resultate noch keineswegs auf soliden, wenigstens nicht auf allgemein als solid anerkannten Füfsen. So überzeugend mir demnach persönlich die G. E. MÜLLER'schen Formeln, von welchen ich nachher auch noch einmal Gebrauch zu machen beabsichtige, vorkommen mögen, so schien es mir dennoch, um jeden Schein der Willkür und der Unsicherheit auszuschliessen, besser, auf die Hülfe der Rechnung überhaupt zu verzichten, und die Versuche so einzurichten, dafs die Ergebnisse derselben an und für sich eine directe Vergleichung des Einflusses verschiedener hemmender Factoren gestatten. Dieses zu ermöglichen, wurde vom Principe ausgegangen, dafs zwei Reize gleich merklich sind, wenn sie in einer gleichen Procentzahl sämtlicher Fälle, in welchen sie zur Anwendung gelangen, gemerkt werden; und es wurden nun durch vielfaches Herumprobiren diejenigen Verhältnisse ausgesucht, wo die betreffende Gleichheit thatsächlich sich ergab. Selbstverständlich erforderte dieses Verfahren zahlreiche Vorversuche, welche, da nicht nur täglich oder stündlich wechselnde Umstände, sondern auch relativ constante wie Jahreszeit u. dergl. die Empfindlichkeit merklich beeinflussen, vor jeder neuen Versuchsgruppe wiederholt werden mußten; es gelang aber auf diesem Wege Resultate zu erreichen, welche, wie mir scheint, die vorliegenden Verhältnisse mit genügender Deutlichkeit erkennen lassen.

Es wurde damit angefangen, durch vorläufige Versuche eine Reizgröfse zu bestimmen, welche, ohne Hemmungsreiz einwirkend, ungefähr ebenso oft bemerkt als nicht bemerkt wurde; es fand sich, dafs dies annähernd der Fall war, wenn das mit einem Gewichte von 160 mg beschwerte Papierschälchen auf die Hand niedergelassen wurde. In gleicher Weise wurde nun untersucht, wieviel zu diesem Betrage hinzugefügt werden mußte, um bei gleichzeitiger Einwirkung von Hemmungsreizen von 50, 100, 150, . . . . 500 gr ein gleiches Resultat zu erzielen. Die bei dem hierzu erforderten Herumprobiren gewonnenen Zahlen



machten es bald wahrscheinlich, daß auch die jetzt vorliegenden Verhältnisse dem früher festgestellten Hemmungsgesetze sich unterordnen; daß also die dem Passivreize hinzuzufügenden Beträge der Intensität der Activreize proportional verlaufen müssen, um die erforderte Gleichheit der sich ergebenden Verhältnisse zwischen richtigen und falschen Fällen zu Stande zu bringen. Demzufolge konnte sich die Voruntersuchung jetzt darauf beschränken, für Einen, und zwar für den stärksten Activreiz von 500 gr, den Betrag des Passivreizes zu bestimmen, welcher ebenso oft, wie ein solcher von 160 mg ohne Hemmung, gespürt wurde; und da solches einzutreffen schien, wenn die Belastung des Papierschälchens 360 mg, also die Erhöhung derselben 200 mg betrug, wurde das entsprechende Verhältniß  $\left(\frac{0,2}{500} = \frac{1}{2500}\right)$  den Versuchen einer ersten Gruppe zu Grunde gelegt.

Diese Versuche, im Ganzen 3250 der Anzahl nach, erstrecken sich mit einigen Unterbrechungen über eine Zeit von  $1\frac{1}{2}$  Jahren (25. August 1894 bis 15. Januar 1896), indem nur einmal täglich (sofort nach dem Frühstück) experimentirt, und jedesmal nur 10 Einzelversuche angestellt wurden; jenes um störende Einflüsse verschiedener Art, dieses um die Wirkung der Abstumpfung möglichst auszuschließen. Bei sämtlichen 10 Versuchen Eines Tages wirkte der nämliche Activ- und der nämliche Passivreiz; von Tag zu Tag wurden Activ- und Passivreize, abwechselnd in auf- und absteigender Reihenfolge, jedesmal mit 50 gr bzw. 20 mg vermehrt oder vermindert. Es gelangten demnach als Activreize Gewichte von 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 und 500 gr, als Passivreize (da das Gewicht des Papierschälchens 80 mg betrug) solche von 240, 260, 280, 300, 320, 340, 360, 380, 400, 420 und 440 mg zur Verwendung; nennen wir den Activreiz  $A$ , so hatte also jedesmal der entsprechende Passivreiz einen Werth  $= 240 + 0,0004 A$ . Das Verfahren war ein durchaus unwissentliches. Die Resultate sind in Tab. I zusammengestellt worden.

Tabelle I.

Activreiz in gr	Passivreiz in mg	Anzahl der Versuche	Anzahl der r-Fälle	Procentzahl der r-Fälle
0	240	300	117	39,0
50	260 <sup>1</sup>	300	104	34,7
100	280	300	106	35,3
150	300	300	107	35,7
200	320	300	102	34,0
250	340	300	101	33,7
300	360	300	97	32,3
350	380	300	100	33,3
400	400	300	98	32,7
450	420	300	97	32,3
500	440	300	104	34,7

Ein Blick auf diese Tabelle lehrt zuerst, daß für sämtliche verwendete Reizpaare die Anzahl der Mercklichkeitsfälle im Laufe der Versuche weit unter 50 % gesunken ist. Die Vorversuche scheinen in einer Zeit übernormaler Empfindlichkeit der Versuchsperson stattgefunden zu haben<sup>1</sup>; jedenfalls wurde schon während der ersten 100 Versuchstage im Ganzen nur 388 auf 1000 mal der Druck gefühlt, welche Zahl für die folgenden und für die letzten 100 Versuchstage nur noch unbedeutend (auf 379, bzw. 366) herunterging. Wichtiger ist, daß die resultirenden Procentzahlen, vorläufig von der ersteren abgesehen, fast vollständig mit einander übereinstimmen; von oben nach unten durchgesehen, lassen sie höchstens eine schwache Tendenz zur Abnahme erkennen, welche darauf hinweist, daß die Differenzen der Passivreize um ein Geringes größer hätten genommen werden sollen. Hiervon abgesehen, findet sich also daß, trotz der herabgesetzten Hautempfindlichkeit, die verwendeten Passivreize bei gleichzeitiger Einwirkung der denselben zugeordneten Activreize in einer Entfernung von 4 cm gleichmercklich geblieben sind; die Hemmungswirksamkeit der letzteren, an die

<sup>1</sup> Man vergleiche jedoch die Bemerkungen S. 320, welche eine andere Erklärung nahelegen.

Erhöhung der Reizschwelle für die ersteren gemessen, ist demnach auch hier, ebenso wie früher für Empfindungsmischungen gefunden wurde, proportional ihrer Intensität. — Dafs bei Anwendung eines Passivreizes von 240 mg ohne Activreiz ein bedeutend höherer Procentsatz von Merkmalsfällen erhalten wurde als sonst, läfst sich vielleicht aus der früher besprochenen, nur theilweise eliminirten Mitwirkung von Berührungsempfindungen (S. 307—308) erklären. Obgleich nämlich bei den betreffenden Versuchen an der Stelle, wo sonst der Activreiz einwirkte, ein Korkscheibchen aufgelegt wurde, kam dasselbe in Ermangelung jedes Druckes nur sehr lose mit der Hand in Berührung; demzufolge sich diese Fälle von den anderen nicht nur durch den Wegfall der Druckempfindung, sondern auch durch eine Herabsetzung der begleitenden Berührungsempfindungen unterscheiden. Man kann versuchen, diese Ungleichheit dadurch aufzuheben, dafs man bei den betreffenden Versuchen den die Einwirkung des Activreizes vermittelnden Hebel nicht ganz ausser Function setzt, sondern denselben mit einem unbedeutenden Gewicht von 1 oder 2 gr belastet; in welchem Falle auch ein Verschwinden der Ungleichheit in den Resultaten festgestellt wurde (s. Tab. III S. 315). Doch ist allgemein zu bemerken, dafs die reinen Schwellenversuche viel weniger regelmässige Resultate lieferten als die anderen, bei welchen Hemmungsreize einwirkten; was nach unseren früheren Erörterungen über die Reizschwelle wohl aus der gröfseren Variabilität der in ersterem Falle vorliegenden hemmenden Factoren zu erklären ist.

Eine zweite Versuchsgruppe hatte den Zweck, einen möglichen Einwand gegen die Beweiskraft der ersteren zu beseitigen. Man könnte nämlich fragen, ob nicht die Gleichheit der damals gewonnenen Zahlen einfach von der geringen Verschiedenheit der Passivreize herrühren, und von der Einwirkung der gleichzeitig angreifenden Activreize durchaus unabhängig sein könne. Um hierüber zu entscheiden, wurde bei den jetzt zu besprechenden Versuchen ein unveränderlicher Passivreiz von 440 mg (das Papierschälchen mit 360 mg Belastung) mit verschiedenen Activreizen (100, 200, 300, 400 und 500 gr) gleichzeitig zur Verwendung gebracht. Es wurden jetzt allmorgendlich zwei Versuchsreihen, jede zu 10 auf Einen Activreiz sich beziehenden Einzelbestimmungen, absolvirt; und es wurde dafür



gesorgt, daß die beiden nach einander verwendeten Activreize stets entweder gleich oder möglichst wenig (also 100 gr) verschieden waren, sowie daß die Versuche mit jedem Activreiz ebenso oft die erste als die zweite Stelle einnahmen. Die Gesamtzahl der Versuche beträgt für jeden Activreiz 100, also 500 im Ganzen; die Tab. II giebt die Anzahlen (zugleich die Procentzahlen) der Merkllichkeitsfälle.

Tabelle II.

Activreiz in gr	Passivreiz in mg	Anzahl der Versuche	Procentzahl der r-Fälle
100	440	100	38
200	440	100	24
300	440	100	21
400	440	100	15
500	440	100	12

Diese Zahlen entsprechen wenigstens insofern durchaus der Erwartung, als sie die Thatsache einer mit der Intensität des Activreizes zunehmenden Hemmungswirkung außer Zweifel setzen. Dagegen erregen die im Vergleich mit den in Tab. I verzeichneten Ergebnissen äußerst niedrigen Procentzahlen einige Verwunderung; auf diesen Punkt komme ich später zurück.

In einer dritten und letzten Versuchsgruppe wurde die Fragestellung der ersten mit derjenigen der zweiten Gruppe verbunden, indem von 4 Activreizen und ebensoviel Passivreizen je zwei regelmäfsig mit einander zur Verwendung gelangten. Um Zeit zu ersparen, und zugleich einen Einblick in die Ermüdungsverhältnisse zu gewinnen, wurden von diesen Versuchen allmorgendlich sechs Reihen, jede zu 10 auf Einem Activ- und Einem Passivreiz sich beziehenden Einzelbestimmungen, durchgenommen. Die Gesamtzahl der Versuche für jede der 16 möglichen Combinationen betrug 180; es wurde dafür gesorgt, daß jede Combination in regelmäfsiger Abwechslung ebenso oft wie die anderen die erste, zweite . . . . sechste Stelle in der Tagesordnung einnahm. Im Ganzen liegen also  $16 \times 180 = 2880$  Versuche vor. Die Activreize betragen 2 (vgl. S. 313), 100, 300 und 500 gr, die Passivreize 280, 360, 520 und 680 mg, welche Beträge durch neue Vorversuche als jetzt den Activreizen an-



nähernd entsprechende erkannt waren. Die Tab. III giebt die Resultate.

Tabelle III.

Activreiz in gr	Passivreiz in mg	Anzahl der Versuche	Anzahl der r-Fälle	Procentzahl der r-Fälle
2	280	180	44	24,4
2	360	180	54	30,0
2	520	180	80	44,4
2	680	180	129	71,7
100	280	180	27	15,0
100	360	180	46	25,6
100	520	180	54	30,0
100	680	180	81	45,0
300	280	180	27	15,0
300	360	180	25	13,9
300	520	180	44	24,4
300	680	180	61	33,9
500	280	180	16	8,9
500	360	180	24	13,3
500	520	180	32	17,7
500	680	180	45	25,0

Eine übersichtliche Zusammenstellung der in der letzten Verticalspalte dieser Tabelle enthaltenen Procentzahlen giebt Tab. IV:

Tabelle IV.

Passivreize in mg	Activreize in gr			
	2	100	300	500
280	24,4	15,0	15,0	8,9
360	30,0	25,6	13,9	13,3
520	44,4	30,0	24,4	17,7
680	71,7	45,0	33,9	25,0

Mit wenigen Ausnahmen zeigen auch diese Zahlen, daß Einführung oder Verstärkung von Hemmungsreizen die Empfindlichkeit für andere herabsetzt, während dagegen der Procentsatz der Merklichkeitsfälle im Großen und Ganzen sich gleich bleibt, wenn die eingeführten Hemmungsreize durch proportionale Incremente der Passivreize aufgewogen werden. — Vergleicht man die jetzt gewonnenen Zahlen mit denjenigen der Tab. I, so ergibt sich wieder, ähnlich wie bei den Versuchen der zweiten Gruppe, eine bedeutende Abnahme der Reizempfindlichkeit und eine entsprechende Zunahme der Hemmungswirksamkeit. Während nämlich dort ein Druckreiz von 240 mg ohne Hemmungsreiz in 39 % der Fälle gespürt wurde, und nach Analogie der sonstigen damals gewonnenen Zahlen bei Einführung der die Activreize begleitenden Berührungsempfindungen vermuthlich noch in ungefähr 34 % der Fälle gespürt sein würde, macht sich hier ein stärkerer Reiz von 280 mg bei unbedeutendem, kaum mehr als jene Berührungsempfindungen erzeugendem Activreize nur in 24,4 % der Fälle bemerklich; und während dort zur Aufrechterhaltung der größeren Procentzahl Reizincremente zum Betrag von  $\frac{1}{2500}$  der Activreize genügten, sind hier zur Handhabung der geringeren Procentzahl solche von  $\frac{1}{1250}$  der Activreize erfordert. Um die Verschiedenheit der Ergebnisse in den drei Versuchsgruppen zur Anschauung zu bringen, stelle ich die für die erste und zweite Gruppe experimentell festgestellte, für die dritte durch Interpolation bestimmte Frequenz der Merklichkeitsfälle für Activ- und Passivreize von 500 gr bzw. 440 mg zusammen:

in der 1. Gruppe . . . . .	34,7
in der 2. Gruppe . . . . .	12,0
in der 3. Gruppe	$\frac{13,3 + 17,7}{2} = 15,5$

Die Verschiedenheit dieser, unter vollkommen gleichen äußeren Versuchsbedingungen gewonnenen Resultate, erläutert in schlagender Weise die Variabilität der Empfindlichkeit auf dem vorliegenden Gebiete. Die Erklärung für die niedrigen Procentsätze richtiger Fälle in der zweiten und dritten Gruppe ist nicht so leicht zu geben. Die Versuche der zweiten Gruppe

fallen zwischen 16. Januar und 24. Februar 1896; man könnte dennoch zunächst geneigt sein, hier an den Einfluß der Winterzeit auf die Beschaffenheit der Oberhaut zu denken, wodurch naturgemäß die Empfindlichkeit herabgesetzt werden muß. Doch kann dieser Umstand kaum entscheidend gewesen sein, da die ersten sowie die letzten 100 Tage der ersten Versuchsgruppe im Winter, die mittleren 100 Tage dagegen im Sommer fielen, ohne daß dennoch ein durchgreifender Unterschied in den Resultaten festzustellen wäre (s. S. 312). An zweiter Stelle könnte versucht werden, ein im Protokoll verzeichnetes allgemeines Unwohlfinden der Versuchsperson während jener Zeit für die herabgesetzte Empfindlichkeit verantwortlich zu machen; dem steht aber gegenüber, daß die Versuche der dritten Gruppe, welche in bestem Gesundheitszustande absolvirt wurden, kaum höhere Zahlen ergaben. Endlich könnte man noch fragen, ob nicht die Verdoppelung bzw. Versechsfachung der täglichen Versuchszahl in der zweiten und dritten Gruppe, wodurch der Einfluß von Abstumpfung und Ermüdung nothwendig verstärkt werden mußte, die Verschiedenheit der Ergebnisse erklären könne. Diese Frage läßt sich aus den Versuchsergebnissen der dritten Gruppe selbst mit leichter Mühe beantworten; dieselben ergeben als Procentzahl der richtigen Fälle im Durchschnitt für die ersten Versuchsreihen jedes Tages 30 %, für die ersten und zweiten zusammengenommen 27 %, für die sämtlichen sechs Reihen 27,4 %. Ermüdung und Abstumpfung haben demnach ganz sicher zur Herabsetzung der mittleren Empfindlichkeit bei den Versuchen aus der zweiten und dritten Gruppe etwas beigesteuert; ihr Einfluß ist aber ebenso sicher viel zu schwach gewesen, um von den festgestellten Differenzen auch nur annähernd genügende Rechenschaft ablegen zu können. — Die geforderte Erklärung muß also irgendwo sonst, und zwar vermuthlich in Umständen, welche der zweiten und dritten Versuchsgruppe in gleichem Maasse anhaften, gesucht werden. Auch können diese Umstände kaum solche gewesen sein, welche bloß zufällig während jener Versuche stärker als während derjenigen der ersten Gruppe auftraten. Es wurden nämlich die Versuche der ersten Gruppe am 15. Januar 1896 abgeschlossen und diejenigen der zweiten Gruppe am 16. Januar 1896 angefangen; zeitlich schloßen sich demnach diese unmittelbar an jene an; sofort nach der Veränderung der Versuchseinrichtung tritt aber auch der Umschlag ein, indem



beispielsweise die letzten fünf Versuchsreihen aus der ersten Gruppe mit Reizen von 500 gr und 360 mg im Ganzen 14, die ersten fünf Versuchsreihen aus der zweiten Gruppe mit den nämlichen Reizen im Ganzen nur 6 Mercklichkeitsfälle ergaben. Es muß also gefragt werden, durch welche für das vorliegende Problem in Betracht kommende Eigenthümlichkeiten sich die Versuchsbedingungen der zweiten und dritten von denjenigen der ersten Gruppe unterscheiden; auf diese Frage aber finde ich nur Eine Antwort: die Passivreize aus der ersten Gruppe waren in Folge ihrer Verbindung mit proportional anwachsenden Activreizen alle ungefähr gleichmerklich; diejenigen der beiden anderen Gruppen dagegen, von welchen jeder mit Activreizen sehr verschiedener Intensität combinirt wurde, erwiesen sich demzufolge auch als merklich in durchaus verschiedenem Grade. Dafs in der That die auffallende Verschiedenheit der Ergebnisse aus diesem Umstande zu erklären ist, wird durch eine weitere Versuchsgruppe, über welche ich schliesslich noch zu berichten habe, in schlagender Weise bestätigt:

Während nämlich bei allen bisher besprochenen Versuchen nur die Intensitäten der Activ- und Passivreize variirt, die Entfernung zwischen den Angriffsstellen derselben aber constant erhalten wurde, schien es mir interessant, jetzt auch über die Art und Weise, wie sich die Hemmungswirkung mit der Entfernung ändert, Einiges zu erfahren. Zu diesem Zwecke wurde zunächst die Versuchseinrichtung dahin verändert, dafs ein constanter Passivreiz zum Betrage von 500 mg an der nämlichen Hautstelle wie früher einwirkte, während ein gleichfalls constanter Activreiz von 500 gr in wechselnden Entfernungen von 3 bis 7 cm von jener seinen Druck ausübte. Für jede Entfernung wurden 100, im Ganzen 500 Versuche angestellt; das Resultat war folgendes:

Tabelle V.

Entfernungen in cm:	3	4	5	6	7
Procentzahl der r-Fälle:	7	15	22	37	46

Aus diesen Zahlen ergibt sich zunächst, dafs bei zunehmender Entfernung die Hemmungswirkung ziemlich rasch hinuntergeht,



wie dies mit Rücksicht auf die mit der Entfernung zunehmende Leichtigkeit, die Aufmerksamkeit vom Activreiz abgelenkt zu erhalten, nicht anders zu erwarten war. Des weiteren sieht man, daß die jetzt ermittelten Zahlen mit denjenigen aus der zweiten und dritten Gruppe von gleicher Ordnung sind, indem bei gleichzeitiger Einwirkung eines Activreizes von 500 gr in der zweiten Gruppe ein Passivreiz von 440 mg 12 mal, in der dritten ein solcher von 520 mg 17,7 mal, jetzt aber ein dazwischenliegender von 500 mg 15 mal in 100 Versuchen (alle mit einer Entfernung von 4 cm) gespürt wurde; auch hier geht demnach mit der ungleichen Merkhlichkeit der Reize eine bedeutende Herabsetzung der mittleren Empfindlichkeit einher. Nun wurden aber die zuletzt besprochenen Versuche noch einmal unter durchaus unveränderten Umständen wiederholt, nur daß diesmal mit dem constanten Activreize von 500 gr abwechselnd Passivreize von 500 und 1000 mg zur Verwendung gelangten. Das Ergebniss aus 1000 Versuchen (100 mit je einem Passivreiz in je einer Entfernung), wie früher in Procentzahlen der r-Fälle ausgedrückt, ist in Tab. VI zu ersehen:

Tabelle VI.<sup>1</sup>

Passivreiz in mg	Entfernungen in cm				
	3	4	5	6	7
500	0	1	12	31	39
1000	0	5	32	43	53

Wie man sieht, hat jetzt eine neue, und zwar keineswegs unbedeutende Herabsetzung der Empfindlichkeit stattgefunden. Die Reize zu 500 mg sind diesmal, unter genau den nämlichen Bedingungen wie vorher, nur etwa  $\frac{2}{3}$  so oft wie damals wahrgenommen worden; und zwar sind es ganz besonders die Ver-

<sup>1</sup> Aus diesen Zahlen lassen sich nach den von G. E. MÜLLER (*Pflüger's Archiv* 19, 191 ff.) vorgeschlagenen Formeln leicht die Reizschwellen bei Einwirkung eines Hemmungsreizes von 500 g in verschiedener Entfernung berechnen; es ergeben sich dabei für Entfernungen von 4, 5, 6 bzw. 7 cm Reizschwellenwerthe von 2414, 1331, 1277 bzw. 894 mg. Doch ist nach dem Vorhergehenden klar, daß diesen Zahlen nur eine durchaus relative Bedeutung beigelegt werden darf.

suche mit wenig entfernten Activreizen gewesen, welche diesen Zurückgang verschuldet haben. Indem nun die jetzt vorliegenden Versuche sich von den früheren nur durch die (jeden zweiten Tag erfolgende) Unterbrechung derselben durch Versuche mit intensiveren und deshalb merklicheren Reizen unterscheiden, und indem dieser Wechsel zwischen merklicheren und weniger merklichen Reizen auch überall sonst, wo ein starker Abfall der Merklichkeitsurtheile festgestellt wurde, gegeben war, darf derselbe wohl mit Recht als die Hauptursache der herabgesetzten Empfindlichkeit angesehen werden.<sup>1</sup> Auch ist es nicht unmöglich, die betreffende Wirkung wenigstens einigermaassen begreiflich zu machen. Wenn nur annähernd gleichmerkliche Reize dargeboten werden, so bildet sich alsbald ein scharf bestimmtes Erinnerungsbild von dem eigenthümlichen Charakter des jedesmal zu erwartenden Eindrucks; dieses Bild kommt dem Eindrucke selbst entgegen, und erleichtert die Wahrnehmung desselben. Wechseln dagegen die Reize dem Merklichkeitsgrade nach fortwährend, so weiß die Versuchsperson nicht was sie zu erwarten hat, und braucht demnach, um mit Sicherheit entscheiden zu können ob eine vom Passivreiz herrührende Druckempfindung dagewesen ist, eine grössere Intensität desselben. Dafs die allgemeine Herabsetzung der Empfindlichkeit sich bei den weniger merklichen Reizen am stärksten offenbart, läfst vermuthen, dafs aufser den vom Activreiz herrührenden Hemmungswirkungen noch andere, welche von den Erinnerungsbildern der stärkeren Passivreize ausgehen, die Sache compliciren. Indem nämlich diese Erinnerungsbilder sich auf die gleiche Hautstelle beziehen, auf welche später die schwächeren Reize einwirken, läfst sich verstehen, dafs die auf diese Hautstelle concentrirte Aufmerksamkeit dieselben in einem solchen Grade verstärkt, dafs sie auf jene nachkommenden schwächeren Reize eine merkliche hemmende Wirkung ausüben können. Doch wird dieser Punkt erst später, wenn wir von den Erscheinungen des successiven Contrastes zu reden haben, genauer zu erläutern sein.

---

<sup>1</sup> Nach einer von Dr. E. WIERSMA in meinem Laboratorium angestellten Untersuchung über Aufmerksamkeitsschwankungen, deren erster Theil in *dieser Zeitschrift* 26, 168 ff. veröffentlicht wurde, werden auch die Merklichkeitszeiten bei dauernden schwachen Reizen in hohem Grade durch den im Text erwähnten Factor beeinflusst.

Wie dem aber auch sei, das Hauptergebnis dieses Theiles unserer Untersuchung wird nicht davon berührt. Indem ich dasselbe kurz zusammenfasse, erinnere ich daran, daß, trotz erheblicher durch verschiedene Umstände bedingter Schwankungen der Empfindlichkeit, nicht nur überall wo Hemmungsreize eingeführt oder verstärkt wurden, sich eine Abnahme der Merkliehkeitsfälle ergab, sondern daß auch die Anzahl dieser Merkliehkeitsfälle sich im Großen und Ganzen constant erhalten liefs, wenn mit der Einführung oder Verstärkung des Hemmungsreizes eine proportionale Erhöhung des dieser Hemmung ausgesetzten Passivreizes einherging. Das betreffende proportionale Verhältniß, also nach der früher eingeführten Terminologie der Hemmungscoefficient unter den vorliegenden Umständen, beträgt 0,0004 bis 0,0008. Von den drei Gesetzen, welche wir früher für den Fall einer Vermischung von Activ- und Passivreiz festgestellt haben (*diese Zeitschr.* 21 S. 356), findet demnach das erste auch hier, wo active und passive Druckreize gesondert einwirken, volle Bestätigung: die an der Erhöhung der Reizschwellen gemessenen Hemmungswirkungen sind den Intensitäten der hemmenden Reize proportional. Die beiden anderen Gesetze finden, da sie qualitative Verschiedenheit der Reize voraussetzen, auf das vorliegende Gebiet keine Anwendung. Wohl aber ergiebt, wie S. 316 schon bemerkt wurde, eine Vergleichung der Tabb. I und III die wichtige Thatsache, daß bei Herabsetzung der Empfindlichkeit für Druckreize ohne Hemmung, auch eine stärkere Zunahme der Passivreize erfordert ist, um der Einführung bestimmter Activreize die Waage zu halten. Nicht nur der durch qualitative Verschiedenheit, sondern auch der durch andere Ursachen bedingten Ungleichheit der Reizschwellen scheint demnach eine in umgekehrter Richtung verlaufende Ungleichheit der Hemmungswiderstände zu entsprechen; was als eine Bestätigung der früher dargelegten Theorie der Reizschwelle angesehen werden kann.

## 2. Lichtempfindungen.

Es wurde hier, analog der Fragestellung des vorigen Abschnittes, untersucht, ob und in welchem Maasse sich die Reizschwelle für farblose Lichtempfindungen erhöht, wenn gleichzeitig in einiger Entfernung stärkere farblose Lichtreize ein-



wirken. Die Methode war diejenige der Minimaländerungen. Der verwendete Apparat ist in Fig. 2 in horizontaler Projection dargestellt.

Ein starkes, horizontal auf dem Experimentirtisch liegendes Holzbrett  $ABCD$  von 2 m Länge und 35 cm Breite ist durch eine verticale, 40 cm hohe, hölzerne Wand  $EF$  der Länge nach in zwei Hälften getheilt; zu beiden Seiten der Wand ist ein Argandbrenner  $GG$ , dessen Licht durch einen Gasdruckregulator constant erhalten wurde, aufgestellt. Das Brett wird an einem Ende durch einen verticalen, 60 cm hohen und 60 cm breiten Holzschirm  $HI$  abgeschlossen, in dessen Mitte ein rechtwinkliger Ausschnitt  $JK$  von 4 cm Höhe und 12 cm Breite angebracht ist. Vor diesem Ausschnitt ist eine Mattglasplatte zwischen zwei metallenen Diaphragmen befestigt; jedes Diaphragma hat zwei, mit denjenigen des anderen Diaphragmas sich deckende kreisförmige Oeffnungen, deren Mittelpunkte auf einer Horizontalinie 6 cm von einander entfernt, und zwar symmetrisch zur Schnittlinie des Schirmes mit der hölzernen Scheidewand liegen. Die eine dieser Oeffnungen hat einen Durchmesser von 1 cm, die

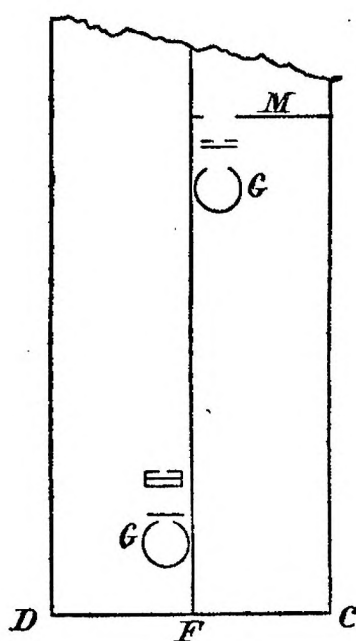
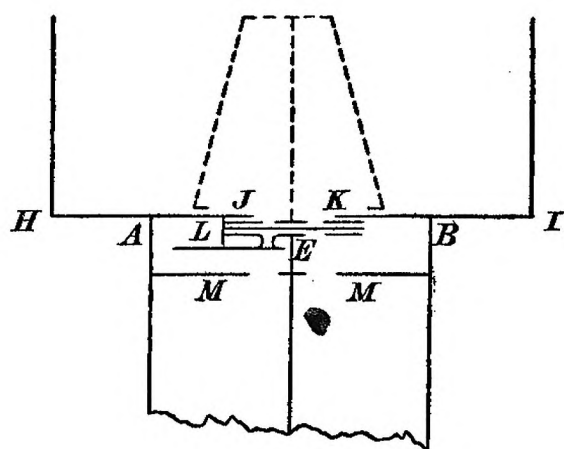


Fig. 2.

andere einen solchen von 2 cm; jede derselben wird durch einen der Argandbrenner beleuchtet, welche zu beiden Seiten der Scheidewand in beliebig zwischen 30 und 190 cm variirbarer, und mittels einer an der Wand angebrachten Centimeter-eintheilung abzulesender Entfernung von der Mattglasplatte aufgestellt werden. Jeder der beiden Argandbrenner trägt um den Glascylinder einen Metallcylinder mit lichtdichtem Schorn-



stein; in dem Metallcylinder ist auf Flammenhöhe eine kreisförmige Oeffnung von 1 cm Durchmesser angebracht; sodann vor dieser Oeffnung (zur Abblendung des seitlichen Lichtes und zur Compensation der gelben Farbe der Flamme) in 10 cm Entfernung von der Flamme ein kleiner Metallschirm mit kreisrunder, durch eine blaue Glasplatte verschlossener Oeffnung, deren Durchmesser 2 cm beträgt. Das Licht des einen, die grössere Diaphragmaöffnung beleuchtenden und den Activreiz liefernden Brenners wird blos durch Veränderung des Abstandes zur Mattglasplatte verstärkt oder geschwächt; die Intensität des anderen, auf die kleinere Diaphragmaöffnung fallenden und den Passivreiz liefernden Lichtes mußte durch weitere Maassnahmen der Schwelle nähergebracht werden. Zu diesem Zwecke wurde erstens die Lichtöffnung des Metallcylinders mittels einer kleinen, vor derselben drehbaren, mit verschiedenen Löchern versehenen Scheibe auf 4 mm Durchmesser reducirt; sodann zwischen dem kleinen Metallschirm und dem blauen Glase eine weisse Milchglasscheibe geklemmt, welche also von der Flamme beleuchtet wurde, und von welcher ein kreisförmiges, mit der Oeffnung des Metallschirmes sich deckendes Stück die directe Lichtquelle bildete. Die Intensität dieses Lichtes kann schliesslich noch mittels einer vor der kleineren Diaphragmaöffnung rotirenden Episkotisterscheibe *L* beliebig herabgesetzt werden. Die Intensitäten des von der Milchglasscheibe ausgestrahlten und des von dem anderen Brenner gelieferten Lichtes verhielten sich, wie die photometrische Bestimmung als Mittel aus 25 Beobachtungen ergab, wie 1 : 832.

Bei der Ausführung der Versuche saß nun die Versuchsperson hinter dem Holzschirm, und beobachtete aus einer constanten, durch eine Holzleiste mit Gucklöchern bestimmten Entfernung von 25 cm binocular die beiden beleuchteten Mattglasscheiben, indem sie die kleinere und schwächer beleuchtete fixirte. Es wurden demnach die Mittelpunkte der beiden Scheiben unter einem Gesichtswinkel von beinahe  $13,5^{\circ}$ , die inneren Ränder derselben unter einem solchen von etwas mehr als  $10^{\circ}$  wahrgenommen. Sammttücher, welche die Holzleiste mit dem Schirm verbinden, schlossen jeden Lichtreflex auf die Mattglasscheiben aus; ein großes an den Holzschirm befestigtes Stück Sammt umhüllte Kopf und Oberkörper der Versuchsperson, und ließ von dem spärlichen im Zimmer anwesenden Lichte nichts

zu ihr durchdringen. Jeder einzelne Versuch bestand darin, daß bei einer bestimmten Intensität des Activreizes der Passivreiz durch allmähliche Verkleinerung der Episkotisteröffnung so lange geschwächt wurde bis er nicht mehr zur Wahrnehmung gelangte, und daß dann, nachdem die Episkotisteröffnung noch um eine Strecke verkleinert worden war, durch allmähliche Vergrößerung derselben der Punkt bestimmt wurde, wo sich der Reiz wieder bemerklich machte. Das arithmetische Mittel der beiden den betreffenden Episkotisteröffnungen entsprechenden Intensitäten des Passivreizes lieferte dann die Reizschwelle unter den betreffenden Umständen; aus mehreren in solcher Weise unter gleichen Umständen gewonnenen Schwellenwerthen wurde wieder das arithmetische Mittel gezogen, und der wahrscheinliche Fehler desselben berechnet. Es wurden im Ganzen zehn verschiedene Reizschwellen bestimmt: einmal ohne Hemmungsreiz, sodann während die den Hemmungsreiz liefernde Flamme sich in Entfernungen von 160, 110, 90, 80, 70, 60, 50, 40 und 30 cm von der beleuchteten Mattglasscheibe befand. Nimmt man das Lichtquantum, welches das von dem anderen Brenner beleuchtete Milchglasscheibchen aus einer Entfernung von 172 cm auf die Mattglasscheibe wirft, als Einheit, so sind nach dem Vorhergehenden die Intensitäten der Hemmungsreize = 961, 2034, 3039, 3846, 5023, 6837, 9846, 15384 und 27349 zu setzen. Die Intensitäten der jeweilig angewandten Reize waren der Versuchsperson unbekannt. Jeder Versuchsreihe (von drei bis fünf Einzelversuchen) ging eine Vorbereitungszeit von 10 Min. im Dunkeln voran. In den folgenden Tabellen sind die Intensitäten der Activreize und der Passivreizschwellen in der oben erwähnten Einheit ausgedrückt. Die wahrscheinlichen Fehler der mittleren Schwellenwerthe, die Hemmungscoefficienten und die daraus berechneten, mit den beobachteten zu vergleichenden Schwellenwerthe sind in der nämlichen Weise wie die entsprechenden Zahlen für die Untersuchungen des ersten Artikels ermittelt worden (vgl. *diese Zeitschr.* 21, S. 328 und 334).

Tabb. VII und VIII enthalten die Resultate zweier Versuchsgruppen, welche auf die Feststellung der nämlichen Schwellenwerthe unter den nämlichen Bedingungen ausgingen, deren Ergebnisse ich aber gesondert vorführe, weil bei den Versuchen der zweiten noch etwas genauer als bei denjenigen der

ersten Gruppe auf die Ausschließung störender Lichtreflexe geachtet wurde. Die große Verschiedenheit zwischen den Intensitäten der Activ- und der Passivreize liefs es nämlich als möglich erscheinen, daß, obgleich die Zimmerwände sowie auch sämtliche Apparate und Möbel schwarz angestrichen waren, dennoch ein geringer Bruchtheil des den Activreiz liefernden Lichtes auf Umwegen zur kleineren Diaphragmaöffnung gelangen, und den Passivreiz in nicht ganz zu vernachlässigender Weise verstärken könnte. Dieser Möglichkeit vorzubeugen, wurden nun zwischen den Brennern und den durch sie zu beleuchtenden Flächen mehrere Metallschirme *M* aufgestellt, von welchen jeder mit einer kreisförmigen Oeffnung versehen war, welche zwar das für die betreffende Fläche bestimmte Licht durchliefs, allem anderen Lichte aber den Zutritt verwehrte. Daß diese Maassnahmen nicht ganz überflüssig waren, ergibt sich daraus, daß die in Tab. VIII enthaltenen Schwellenwerthe fast sämtlich etwas höher sind als diejenigen, welche aus den der Tab. VII zu Grunde liegenden Versuchen hervorgingen.

Tabelle VII.

Intensität des Activreizes	Anzahl der Versuche	Mittlere Reiz- schwelle	Wahr- scheinlicher Fehler derselben	Hemmungs- coefficient	Berechnete Reiz- schwelle
0	18	0,054	0,003	0,000025	0,053
961	18	0,074	0,003		0,077
2 034	18	0,093	0,004		0,104
3 039	18	0,135	0,004		0,129
3 846	18	0,150	0,006		0,149
5 023	18	0,189	0,005		0,179
6 837	18	0,225	0,005		0,224
9 846	18	0,297	0,023		0,297
15 384	18	(0,894)	0,066		0,438
27 349	18	(1,437)	0,072		0,737



Tabelle VIII.

Intensität des Activreizes	Anzahl der Versuche	Mittlere Reiz- schwelle	Wahr- scheinlicher Fehler derselben	Hemmungs- coefficient	Berechnete Reiz- schwelle
0	18	0,077	0,005	0,000030	0,065
961	18	0,093	0,003		0,094
2034	18	0,120	0,003		0,126
3039	18	0,149	0,005		0,156
3846	18	0,180	0,008		0,180
5023	18	0,216	0,009		0,216
6837	18	0,270	0,012		0,270
9846	18	0,359	0,014		0,350
15384	18	(0,575)	0,023		0,527
27349	18	(1,188)	0,039		0,885

Ein Blick auf diese Tabellen (wobei wir vorläufig von den beiden höchsten, für Activreize von 15384 und 27349 ermittelten Schwellenwerthen absehen) läßt sofort erkennen, nicht nur daß, sondern auch wie die Zahlen aus der ersten und aus der dritten Verticalspalte mit einander zusammenhängen: auch hier ist die durch Einwirkung eines Hemmungsreizes erfolgende Erhöhung der Reizschwelle der Intensität dieses Hemmungsreizes proportional. In der That ergibt die unter Zugrundelegung dieser Annahme erfolgte Berechnung der wahrscheinlichen Hemmungscoefficienten und Reizschwellen Zahlen, welche in sehr genügender Weise zu den Versuchsergebnissen stimmen, wie in den Tabellen nachzusehen ist. Nur bei den stärksten zur Verwendung gelangten Hemmungsreizen zeigt sich eine erhebliche Abweichung, indem hier die Reizschwelle viel höher ansteigt als die Formel erwarten läßt. Eben hier ist aber auch eine der Bedingungen, welche wir am Anfang unserer Untersuchung für die Zuverlässigkeit der Versuchsergebnisse gestellt haben (*diese Zeitschr.* 21 S. 324) nicht mehr erfüllt: es fangen nämlich jetzt merkliche Gefühlstöne an, die Sache zu compliciren. Die starken Lichtreize in der dunkeln Umgebung und nach der langen Vorbereitung in völliger Dunkel-

heit sind zwar nicht immer, aber doch oft dem Auge sehr unangenehm; sie müssen demnach das Bewußtsein mehr in Anspruch nehmen und stärker hemmend wirken als sonst der Fall sein würde. Die Einmischung dieses fremden Factors giebt sich auch in der auffallenden Steigerung des wahrscheinlichen Fehlers kund; wo diese weniger stark hervortritt (in Tab. VIII), ist auch die Differenz zwischen den beobachteten und den berechneten Reizschwellen am geringsten.

Des Weiteren habe ich versucht, ähnlich wie für die Druckempfindungen, auch für das vorliegende Gebiet wenigstens in großen Zügen die Abhängigkeit der Hemmungswirkung von der Entfernung zwischen den gereizten Netzhautstellen zu bestimmen. Hierzu war nur nöthig, die beiden vor dem Ausschnitt des Holzschirms angebrachten sich deckenden Diaphragmen durch andere zu ersetzen, in welchen die Oeffnungen, bei gleicher Gröfse wie früher, 4 cm, bezw. 2 cm von einander entfernt waren, so daß die Mittelpunkte derselben jetzt unter Gesichtswinkeln von  $9^{\circ} 5'$  bezw.  $4^{\circ} 34'$ , die inneren Ränder unter solchen von  $5^{\circ} 34'$  bezw.  $1^{\circ} 9'$  zur Beobachtung gelangten. Mit Rücksicht auf die bedeutend stärkere Hemmungswirkung, welche sich unter diesen Bedingungen ergab, mußten die Grenzen, zwischen welchen der Passivreiz variirt werden konnte, entsprechend erhöht werden; zu welchem Zwecke bei den Versuchen mit 4 cm Entfernung die Lichtöffnung des Metalcyinders auf 7 mm Durchmesser vergrößert, bei denjenigen mit 2 cm Entfernung zwar diese Lichtöffnung wieder auf 2 mm verkleinert, dagegen aber an die Stelle des die directe Lichtquelle bildenden Milchglasscheibchens ein Mattglasscheibchen, welches bedeutend mehr Licht durchscheinen liefs, verwendet wurde. Die bei diesen Versuchen auf die kleinere Diaphragmaöffnung geworfenen, mittels des Episkotisters noch weiter herabzusetzenden Lichtquanta erwiesen sich als 2,8 bezw. 15,2mal so stark als bei der früheren Einrichtung; in den nachfolgenden Tabellen sind die ursprünglich mit diesen veränderten Maafsen gemessenen Reizschwellen jedoch wieder auf die früher (S. 324) angegebene Einheit zurückgeführt.

Tabelle IX.  
(Mittelpunktsentfernung der Diaphragmaöffnungen 4 cm.)

Intensität des Activreizes	Anzahl der Versuche	Mittlere Reiz- schwelle	Wahr- scheinlicher Fehler derselben	Hemmungs- coefficient	Berechnete Reiz- schwelle
0	8	0,068	0,001	0,000103	0,045
961	8	0,152	0,013		0,144
2 034	8	0,247	0,016		0,255
3 039	8	0,348	0,015		0,358
3 846	8	0,416	0,027		0,441
5 023	8	0,555	0,050		0,562
6 837	8	0,758	0,081		0,749
9 846	8	1,072	0,010		1,059
15 384	8	1,560	0,063		1,630
27 349	8	(3,076)	0,318		2,862

Tabelle X.<sup>1</sup>  
(Mittelpunktsentfernung der Diaphragmaöffnungen 2 cm.)

Intensität des Activreizes	Anzahl der Versuche	Mittlere Reiz- schwelle	Wahr- scheinlicher Fehler derselben	Hemmungs- coefficient	Berechnete Reiz- schwelle
961	8	0,689	0,054	0,000541	0,771
2 034	8	1,366	0,109		1,352
3 039	8	1,840	0,150		1,895
3 846	8	2,424	0,128		2,333
5 023	8	2,931	0,131		2,969
6 837	8	4,167	0,132		3,951
9 846	8	5,436	0,209		5,579
15 384	8	6,514	0,188		7,575
27 349	8	9,687	0,989		15,048

<sup>1</sup> Die größere Intensität des bei diesen Versuchen zur Erzeugung d Passivreizes verwendeten Lichtes (s. o.) machte es unmöglich, dassel mittels des Episkotisters so weit zu verdunkeln, als zur direkten B stimmung der einfachen (ohne Hemmung sich ergebenden) Reizschwel erforderlich gewesen wäre.



Die abnormal niedrigen Werthe, welche für die letzten zwei Reizschwellen in Tab. X gefunden wurden, sind schwer zu erklären; am nächsten liegt wohl die Vermuthung, daß trotz aller Vorsichtsmaafsregeln, bei der geringen Entfernung zwischen den Diaphragmaöffnungen und dem nahen Stande der das starke Licht liefernden Lampe, ein Bruchtheil dieses Lichtes zur Erhellung der kleineren, den Passivreiz abgebenden Diaphragmaöffnung hat mitwirken können. Die übrigen Zahlen bestätigen in sehr befriedigender Weise das Proportionalitätsgesetz; des weiteren ergibt sich aus denselben, daß der Hemmungscoefficient, welcher bei 6 cm Entfernung der Diaphragmaöffnungen rund ein Dreissig- bis Vierzigtausendstel betrug, sich bei Entfernungen von 4 bzw. 2 cm auf ein Zehntausendstel bzw. ein Zweitausendstel erhöht. Die Hemmungswirkung nimmt also, ähnlich wie für Druckempfindungen festgestellt wurde, bei abnehmender Entfernung zwischen den gereizten Theilen der Sinnesfläche rasch zu, was hier wie dort auf die grössere Schwierigkeit, die Aufmerksamkeit von einer dem Fixirpunkte näherliegenden Stelle abgelenkt zu erhalten, zurückzuführen sein wird.

Schliesslich habe ich noch über einige Controlversuche zu berichten, durch welche naheliegende Zweifel an der Berechtigung, die vorliegenden Resultate dem allgemeinen Begriffe der Hemmung unterzuordnen, auf ihre Stichhaltigkeit geprüft werden sollten. Mit Rücksicht auf den grossen Intensitätsunterschied zwischen Activ- und Passivreiz wäre es nämlich denkbar, daß das von jenem (der grösseren Diaphragmaöffnung) ausstrahlende Licht durch Reflexion oder Zerstreuung im Apparate oder im Auge der Versuchsperson eine dem schwachen Passivreiz gegenüber nicht zu vernachlässigende Erleuchtung des ganzen Sehfeldes zu Stande brächte; wenn dem aber so wäre, so könnte die festgestellte Erhöhung der Reizschwelle einfach als eine durch jene Erhellung des Hintergrundes nach dem WEBER'schen Gesetz zu erklärende Erhöhung der absoluten Unterschiedsschwelle gedeutet werden, und die Annahme einer Hemmungswirkung bei Lichtempfindungen wäre eine überflüssige Hypothese. Allerdings müßte in jenem Gedankengange Eines sonderbar erscheinen, welches sich für die Hemmungstheorie leicht erklären läßt, nämlich die in Tab. VII, VIII und IX regelmässig zurückkehrende weit überproportionale Erhöhung der Reizschwelle bei Verwendung stärkster Activreize; denn daß hier das reflectirte

und zerstreute Licht, obgleich es für die Versuchsperson völlig unmerklich bleibt, schon stark genug sein würde um die bekannte „obere Abweichung“ vom WEBER'schen Gesetze eintreten zu lassen, ist doch wohl ausgeschlossen. Zur Erklärung der betreffenden Thatsache würde demnach jene Theorie doch wieder so wie so eine Hemmungswirkung gelten lassen müssen, während die hier vertretene Auffassung für die Erklärung des ganzen vorliegenden Thatbestandes mit der Hemmung allein auskommt. Trotz alledem kommt jedoch jenen beiden Factoren, wenn auch nur als möglichen Fehlerquellen, von vornherein eine gewisse Wahrscheinlichkeit zu; und so habe ich denn geglaubt, dieselben nicht unberücksichtigt lassen zu dürfen.

Was nun zuerst die Lichtreflexion innerhalb des Apparates betrifft, so liefs sich der etwaige Einfluß derselben ohne Schwierigkeit experimentell bestimmen. Allerdings war nicht daran zu denken, das äufserst geringe, durch die Augen der Versuchsperson und die sie umgebenden schwarzen Sammttücher zurückgeworfene Lichtquantum direct zu messen; wohl aber konnte untersucht werden, ob und inwiefern dasselbe für sich eine Erhöhung der Reizschwelle bewirken könne. Zu diesem Zwecke wurde innerhalb des von dem Holzschild und den Sammttüchern eingeschlossenen Raumes auf einem Stativ ein kleiner schwarzer Papierschirm so aufgestellt, dafs das von der gröfseren Diaphragmaöffnung ausstrahlende Licht von den Augen der Versuchsperson abgeblendet wurde, überall sonsthin sich aber frei verbreiten konnte; und sodann bei verschiedenen Intensitäten dieses Lichtes die Reizschwelle für das andere in der vorhin angegebenen Weise bestimmt. Es war also bei diesen Versuchen nur die Wirkung des Activreizes im Auge und im Bewußtsein der Versuchsperson ausgeschaltet, während die Lichtreflexion im Apparate sich in gleichem Maafse wie früher geltend machen konnte; hätte also jene Lichtreflexion ganz oder zum Theil die früher festgestellte Erhöhung der Schwelle verursacht, so müfste eine solche sich auch jetzt ergeben haben. Statt dessen war aber genau das Umgekehrte der Fall: bei Verstärkung des Activreizes von 961 bis 15384 ging die Reizschwelle allmählich von 0,067 bis auf 0,025 zurück, während bei Einführung des stärksten Activreizes (zu 27349) selbst ohne jede Beleuchtung von aufsen die kleinere Diaphragmaöffnung erkannt wurde. Auch läfst sich dieses Ergebnifs unschwer erklären: die

beobachtete Mattglasscheibe wirft nämlich mehr Licht zurück als die umgebende schwarze Fläche des Diaphragmas; das von innen auffallende Licht begünstigt demnach die Unterscheidung beider statt dieselbe zu erschweren. Jedenfalls beweisen diese Versuche, daß Lichtreflexion innerhalb des Apparates die früher beobachtete Erhöhung der Reizschwelle nicht verschuldet haben kann; vielmehr würden ohne dieselbe sämtliche Schwellenwerthe noch um ein Geringes höher ausgefallen sein als jetzt der Fall gewesen ist.

Die zweite Fehlerquelle, welche wir womöglich auszuschließen hätten, bezieht sich auf Verhältnisse innerhalb des Auges. Bekanntlich sieht man in der Umgebung eines sehr hellen, von dunkelm Grunde sich abhebenden Lichtes einen nebligen weißen Schein; wenn man mit HELMHOLTZ<sup>1</sup> dieses Phänomen auf diffuse Zerstreuung und Reflexion des Lichtes innerhalb des Auges zurückführt, so wird es wahrscheinlich bei schwächerem Lichte, nur in geringerem oder selbst gar nicht merklichem Maasse, gleichfalls vorkommen; wollte man nun schliesslich noch annehmen, daß bei den oben besprochenen Versuchen sich dieser den Activreiz umgebende Nebelschein bis in die Gegend des Passivreizes verbreitet habe, so käme wieder eine Erhellung des Hintergrundes heraus, aus welcher in oben angedeuteter Weise die scheinbare Erhöhung der Reizschwelle erklärt werden könnte. Hier ist es nun, da wir nicht einen Schirm innerhalb des Auges aufzustellen vermögen, nicht so leicht wie vorher, festzustellen was die Zerstreuung ohne Hemmung leisten kann; wohl aber kann umgekehrt untersucht werden, was die Hemmung ohne Zerstreuung zu Stande bringt. Wenn wir nämlich unsere Versuchseinrichtung so modificiren, daß der Activreiz auf das eine, der Passivreiz auf das andere Auge der Versuchsperson einwirkt, so kann jene vermuthete objective Erhellung eines gröfseren Theiles der Netzhaut nur in jenem Auge stattfinden, und der Hintergrund, auf welchem der Passivreiz dem anderen erscheint, bleibt völlig dunkel; die Bedingungen, unter welchen die oben-erwähnte Erklärung zulässig erscheinen könnte, sind also aufgehoben. Dieses zu bewerkstelligen, wurde zwischen den Augen der Versuchsperson und dem Diaphragma ein stereoscopförmiger, vorn und hinten offener, durch eine verticale Scheidewand in

---

<sup>1</sup> Physiologische Optik, 2. Aufl., S. 178.



zwei Hälften vertheilter Kasten aufgestellt, wie in der Figur durch Strichellinien angedeutet ist; die Scheidewand erstreckte sich bis unmittelbar an das Diaphragma, so daß der Activreiz nur dem linken, der Passivreiz nur dem rechten Auge sich irgendwie bemerklich machen konnte. Uebrigens waren die Versuche genau so wie diejenigen, über welche in Tab. VII und VIII Bericht erstattet wurde, eingerichtet. Das Ergebniss war folgendes:

Tabelle XI.

Intensität des Activreizes	Anzahl der Versuche	Mittlere Reiz- schwelle	Wahr- scheinlicher Fehler derselben	Hemmungs- coefficient	Berechnete Reiz- schwelle
0	12	0,048	0,002	0,0000027	0,051
961	12	0,051	0,002		0,054
2 034	12	0,054	0,002		0,056
3 039	12	0,058	0,002		0,059
3 846	12	0,070	0,004		0,061
5 023	12	0,068	0,003		0,065
6 837	12	0,068	0,003		0,069
9 846	12	0,082	0,004		0,078
15 384	12	0,096	0,004		0,093
27 349	12	0,119	0,004		0,125

Von diesen Zahlen darf wohl mindestens soviel mit gutem Gewissen behauptet werden, daß sie deutlich die Tendenz bekunden, sich dem Proportionalitätsgesetze zu fügen. Uebrigens sind hier die Hemmungswirkungen bedeutend schwächer als bei den früheren binocular, sonst aber unter gleichen Bedingungen angestellten Versuchen; was zu erwarten war. Denn schon während der Experimente erklärte die Versuchsperson wiederholt, daß der Activreiz jetzt kaum noch störend wirken könne, da sie denselben bei der angestrengten Fixirung des Passivreizes fast ganz aus dem Auge verliere; welche Aussage dadurch eine interessante Bestätigung erhielt, daß einmal während eines Versuches durch eine zufällige Verschiebung der Lampe der Activreiz für die eine Hälfte verdunkelt und für die andere gelb statt weiß gefärbt wurde, ohne daß die Versuchsperson etwas davon bemerkte. Vermuthlich haben instinctive, kaum bewusste

und schwer auszuschließende Augenbewegungen die geringere Merklichkeit des störenden Lichtes verschuldet; jedenfalls genügt dieselbe vollständig um die schwächere Wirkung dieses Lichtes zu erklären. Daß trotz derselben dennoch fast jede Verstärkung des Activreizes eine entsprechende Erhöhung der Schwelle für den Passivreiz mit sich führte, macht es in hohem Grade wahrscheinlich, daß auch die früher besprochenen Hemmungswirkungen von der Lichtzerstreuung im Auge wesentlich unabhängig waren.

Dennoch wäre es interessant, wenn wir nun auch noch die umgekehrte Probe machen, also untersuchen könnten, was die Lichtzerstreuung im Auge, für sich allein, zu leisten vermag. Ich sagte vorhin, dazu wäre eigentlich erfordert, einen Schirm innerhalb des Auges aufzustellen; durch diese Formulirung des Problems, welche scheinbar nur seine Unlösbarkeit zum Ausdruck bringt, wurde schliesslich der Weg zu einer einfachen Lösung desselben gewiesen. Die Herstellung eines solchen Schirmes, welche uns allerdings unmöglich sein würde, hat nämlich die Natur selbst besorgt, indem sie das Auge mit dem blinden Fleck ausstattete: werden die Versuche so eingerichtet, daß das hemmende Licht auf den blinden Fleck fällt, so sind ja die Verhältnisse durchaus die nämlichen, wie wenn wir innerhalb des Auges vor dem beleuchteten Netzhauttheile einen undurchsichtigen Schirm aufgestellt hätten; Reflexion und Zerstreuung des Lichtes im Auge sowie im Apparate findet in gleicher Weise wie früher statt, die hemmende Lichtempfindung aber ist ausgeschaltet. Dieses zu erreichen, war nur nöthig, die früher verwendeten Diaphragmen durch andere zu ersetzen, in welchen die den Activreiz liefernde Oeffnung verkleinert (Durchmesser 1 cm) und etwas nach links und nach unten verschoben war (Mittelpunktsentfernung der beiden Oeffnungen 7 cm), und schliesslich die Beobachtung monocular stattfinden zu lassen. Bei den betreffenden Versuchen war mir Dr. E. WIERSTMA, Privatdocent der Psychiatrie an der hiesigen Universität, als Versuchsperson behülflich, wofür ich ihm hier meinen besten Dank ausspreche. Die Versuche fanden in dreifacher Weise statt: einmal so, daß der Activreiz durch einen schwarzen Papierschirm für das Auge der Versuchsperson verdeckt erhalten, und also die einfache Reizschwelle bestimmt wurde; sodann indem der Papierschirm entfernt, und der Kopf so gestellt wurde, daß beim

Fixiren des Passivreizes der Activreiz den blinden Fleck traf und also nicht gesehen wurde; schliesslich so, dass die beiden Diaphragmen umgekehrt (auf den Kopf gestellt) wurden, demzufolge das Licht des Activreizes auf einen empfindlichen Theil der Netzhaut fiel und zur Wahrnehmung gelangte. Bei allen diesen Versuchen wurde mit dem linken Auge beobachtet und das rechte geschlossen gehalten; da überall das nämliche Paar Diaphragmen verwendet wurde, blieben auch Grösse und Entfernung der Reize sich vollkommen gleich. Die Versuche vertheilten sich, von mehreren Vorversuchen abgesehen, auf drei Abende; an jedem Abend wurden nach einer Viertelstunde Vorbereitung im Dunkeln, aus jeder Gruppe 6 Versuche absolvirt; die Ordnung der Versuche war so bestimmt, dass diejenigen aus je einer Gruppe einmal zuerst, einmal zuzweit und einmal zuletzt an die Reihe kamen. — Im Anfang erwies es sich als nicht ganz leicht, den zu beobachtenden, mittels des MARBE'schen Apparates bis zur Unmerklichkeit sich verdunkelnden Passivreiz unausgesetzt im Fixationspunkte, und damit das Bild des Activreizes auf dem blinden Fleck zu erhalten, und auch später machte sich bei unwillkürlichen Augenbewegungen der Activreiz noch bisweilen bemerklich; es wurde dann aber stets mit der Abgabe eines Urtheils gewartet, bis es gelungen war, denselben wieder auf den blinden Fleck zurückzubringen. Indem letzteres bei stärkeren Reizen, welche sobald sie bemerkt werden, fast unwiderstehlich den Blick auf sich ziehen, etwas Zeit kostete, demzufolge hier eine Complication durch die Nachwirkung des wahrgenommenen hellen Lichtes zu befürchten war, wurde nur mit einem schwachen Activreiz (= 118 mal die früher eingeführte Einheit) experimentirt. Das Resultat war folgendes:

Tabelle XII.

(Activreiz = 118.)

Versuchseinrichtung	Anzahl der Versuche	Mittlere Reiz- schwelle	Wahr- scheinlicher Fehler derselben
Activreiz verdeckt	18	0,115	0,011
Activreiz beleuchtet bl. Fleck	18	0,109	0,008
Activreiz wahrgenommen	18	0,221	0,009



Es stellt sich also heraus, daß, während die Reizschwelle durch den wahrgenommenen Activreiz nahezu verdoppelt wird (welche in Vergleich mit unseren früheren Ergebnissen unerwartet starke Wirkung wohl auf die geringere Uebung der jetzigen Versuchsperson zurückgeführt werden muß), sie durch den nicht wahrgenommenen, den blinden Fleck beleuchtenden Activreiz keine merkliche Steigerung erfährt. Damit scheint mir aber die Annahme, daß die oben besprochenen Hemmungserscheinungen auf Reflexion und Zerstreuung des Lichtes im Auge beruhen sollten, endgültig zurückgewiesen zu sein.

#### IV. Folgerungen.

##### 1. Die Beziehung zwischen Reiz und Empfindung.

Indem wir jetzt versuchen wollen, aus den in diesem und in dem vorhergehenden Artikel besprochenen Thatsachen einige weitere theoretische Folgerungen abzuleiten, wird uns an erster Stelle die Frage zu beschäftigen haben, ob die betreffenden Thatsachen, deren Zusammengehörigkeit durch das gemeinsame Gesetz, welches sie beherrscht, verbürgt zu werden scheint, als rein physiologische oder als psychologische gedacht werden müssen. Man wolle den Sinn dieser Frage nicht mißverstehen. Ich bin sehr weit davon entfernt, psychologische und physiologische Auffassungen als ein Entweder-Oder einander gegenüberstellen zu wollen; vielmehr halte ich es für höchst wahrscheinlich, daß alles Psychische seine physiologische „Kehrseite“ hat, das heißt, nach den Principien des an anderer Stelle von mir vertheidigten idealistischen Monismus<sup>1</sup>, daß es unter günstigen Umständen durch Vermittelung der Sinnesorgane die Wahrnehmung physiologischer Erscheinungen erzeugen kann. Durch dieses Zugeständniß verliert jedoch die oben aufgeworfene Frage keineswegs ihre Bedeutung. Denn von sämtlichen in meinem Körper wahrzunehmenden physiologischen Processen entsprechen vermuthlich nur wenige (die oder einige Hirnprocesse) in der angedeuteten Weise den mir gleichzeitig gegebenen Bewußtseinserscheinungen, während den anderen

<sup>1</sup> Zur Parallelismusfrage, *diese Zeitschrift* 17, 62—105.

unbekannte reale Processe zu Grunde liegen, welche jedenfalls in „meinem“ Bewußtsein nicht vorliegen, wenn sie auch mit dem Inhalte desselben vielfach ursächlich zusammenhängen. Die Frage nach der physiologischen oder psychologischen Natur irgendwelcher gegebener Verhältnisse kann demnach überall nur folgenden Sinn haben: sind diese Verhältnisse in Processen begründet, von welchen uns nur die physiologische Seite gegeben sein kann, oder aber in solchen, welche wir im eigenen Bewußtsein als psychische vorfinden? Praktisch fällt diese Frage mit der anderen, ob die betreffenden Processe sich der sinnlichen Wahrnehmung als solche in den peripheren Sinnesorganen oder den nervösen Leitungsbahnen, oder aber als solche im Centralnervensystem darbieten, nahezu zusammen. Nur wo jene Frage in letzterem Sinn beantwortet werden muß, gehören die Thatsachen, auf welche sie sich bezieht, zum Forschungsgebiet des Psychologen; allerdings hat sich derselbe als solcher blos mit der psychischen Seite dieser Thatsachen zu befassen, während das Suchen nach körperlichen Begleiterscheinungen principiell dem Physiologen zu überlassen ist.

Dafs wir es nun im vorliegenden Falle mit in diesem Sinne psychologischen Verhältnissen zu thun haben, halte ich aus mehrfachem Grunde für äußerst wahrscheinlich. Erstens scheint mir die gemeinsame Gesetzmäßigkeit, welche die gesammten festgestellten Thatsachen beherrscht, eher auf einen psychischen bzw. centralen Ursprung derselben, als auf einen solchen aus Verhältnissen in den verschiedenartig eingerichteten und in verschiedener Weise die Reize verarbeitenden Sinnesorganen hinzuweisen. Sodann ist von vornherein schwer einzusehen, warum die Einführung des einen Reizes die Wirksamkeit des anderen herabsetzen sollte. Die Reize, welche in den vorliegenden Versuchen zur Verwendung gelangten, waren entweder qualitativ verschieden oder räumlich getrennt; in diesem Falle ist sicher, in jenem mit gröfserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dafs sie verschiedene Theile der Sinnesflächen afficiren, und auf verschiedenen Wegen zum Gehirn gelangen. Wollte man aber Ausstrahlungen der nervösen Processe auf benachbarte Elemente oder Bahnen annehmen, durch welche diese gereizt, und also die Unterscheidung eines hinzugefügten äufseren Reizes erschwert werden sollte, so wäre dagegen zu bemerken, dafs nach dieser Auffassung, wenn beispielsweise nach Tab. III des

ersten Artikels die Rothempfindung durch blau oder weifs mehr als durch roth gehemmt wird<sup>1</sup>, die Wirkung dieser Ausstrahlung der Blau- oder Weifsreizung auf die rothempfindenden Fasern diejenige einer directen Reizung durch roth übertreffen müfste, was doch kaum glaublich ist. Ausserdem wird sich bald ergeben, dafs wir, statt die Hemmung mittels Hülfs-hypothesen aus dem WEBER'schen Gesetze zu erklären, einfacher und ohne Hülfs-hypothesen das WEBER'sche Gesetz aus der Hemmung erklären können. — Schliesslich aber und hauptsächlich läfst sich die tiefgehende Analogie nicht verkennen, welche zwischen den hier besprochenen Hemmungswirkungen und anderen, welche ganz sicher der psychischen Sphäre angehören, besteht. Ich denke hierbei besonders an alle diejenigen Erscheinungen, welche in der älteren Psychologie unter dem Begriff der „Enge des Bewusstseins“ zusammengefafst wurden, und mittels derer sich zwischen den einfachsten sensorischen und den complicirtesten intellectuellen oder emotionalen Hemmungsvorgängen mit leichter Mühe ein continuirlicher Uebergang herstellen läfst. Oder wäre es vielleicht möglich, hier irgendwo eine scharfe Grenze zu ziehen? Man vergleiche zunächst die im Vorhergehenden untersuchten Hemmungswirkungen mit anderen, in der Einleitung (*diese Zeitschr.* 21 S. 322) genannten: etwa mit der Verdrängung einer schwächeren elektrischen Hautempfindung oder eines schwächeren körperlichen Schmerzes durch stärkere, jedoch an ganz verschiedenen Körperstellen auftretenden Eindrücken gleicher Natur. Für diese Fälle ist eine Erklärung aus peripherischen Processen bereits vollständig ausgeschlossen; indem sich dieselben aber durch Verringerung des Abstandes zwischen den gereizten Körperstellen allmählich in die im vorhergehenden Abschnitt besprochenen Erscheinungen überführen lassen, wird man sich kaum veranlafst fühlen, sie scharf von diesen zu trennen. Nun denke man sich aber den Fall, jener starke körperliche Schmerz mache es einem Maler oder einem Mathematiker unmöglich, bestimmte Farben- oder Linienverbindungen in der Vorstellung zu Stande zu bringen oder zu erhalten; oder auch umgekehrt: die intensive Beschäftigung mit interessanten Farben- oder Linienverbindungen bringe beim Maler oder beim Mathematiker einen leichten Schmerz zum Verschwinden: liegt nun irgend ein Grund vor um anzunehmen, dafs jener Schmerz in anderer Weise

<sup>1</sup> *Diese Zeitschrift* 21, 335.



hemmend wirken, dieser in anderer Weise gehemmt werden sollte als früher, weil denselben jetzt Vorstellungen statt sinnlicher Empfindungen und Gefühle gegenüberstehen? Und schliesslich hält es nicht schwerer, diese gemischten Fälle mit der rein ideationellen Hemmung einerseits, wie mit der rein sensorischen andererseits, in Verbindung zu bringen: der in seinen Büchern vertiefte Gelehrte überhört nicht nur den Straßelärm, sondern vergißt auch einer getroffenen Verabredung Folge zu leisten; der verwundete Krieger spürt in der Hitze des Kampfes nicht nur keinen Schmerz, er denkt auch nicht an die Gefahr für das eigene Leben; dem beglückten Liebhaber ist nicht nur sein Kopfweh, sondern auch seine pessimistische Weltanschauung spurlos verschwunden. Es wäre allerdings voreilig, mit Sicherheit zu behaupten, daß alle diese Fälle einer identischen psychischen Gesetzmäßigkeit unterliegen; das wird erst nach sehr vielen weiteren Untersuchungen möglich sein. Soweit aber unsere jetzigen Kenntnisse reichen, liegt kein Grund vor, einige derselben principiell von den anderen zu trennen; insbesondere wird man kaum die psychische Natur der letzteren zugestehen können, ohne auch diejenige der ersteren mindestens für sehr wahrscheinlich zu halten. Nur auf Einen Punkt, welcher gegen diese Gleichsetzung geltend gemacht werden könnte, ist hier noch kurz einzugehen. Auf dem Londoner Psychologencongress von 1892, wo die hier vertretene Auffassung zuerst im Umriss vorgetragen wurde, vertheidigte Prof. SULLY die Nothwendigkeit einer scharfen Sonderung zwischen sensorischer und ideationeller Hemmung mit einer Berufung auf das angeblich durchaus verschiedene Verhältniß beider zur willkürlichen Aufmerksamkeit: „the very fact, that in the former domain an effort of voluntary attention was (save within certain narrow limits) inoperative in rendering the unperceived differences observable, appeared to him sufficiently to differentiate the two groups of phenomena.“<sup>1</sup> Ich kann die Berechtigung dieses Schlusses nicht zugestehen: denn einmal kann ja auch bei ideationeller Hemmung die Arbeit der willkürlichen Aufmerksamkeit erfolglos bleiben (so wenn der von tiefem Leid oder hohem Glück Betroffene vergeblich versucht, die für die tägliche wissenschaftliche oder Berufsarbeit erfordernden Vorstellungen im Bewußtsein gegenwärtig zu be-

<sup>1</sup> International Congress of Experimental Psychology, Second Session, London 1892, S. 114.

halten); und andererseits gelingt es oft ohne Mühe, eine rein sensorische Hemmung (z. B. die Verdrängung der Wahrnehmung des Uhrtickens durch das Tagesgeräusch) mittels willkürlicher Anspannung der Aufmerksamkeit zeitweilig ihrer Wirksamkeit zu berauben. Die Möglichkeit oder Unmöglichkeit, einer gegebenen Hemmung durch willkürliche Anspannung der Aufmerksamkeit mit Erfolg entgegenzuarbeiten, hängt also nicht davon ab, ob die betreffende Hemmung ideationeller oder sensorischer Natur ist, sondern einfach davon, ob die Aufmerksamkeit während der eingetretenen Hemmung schon mit maximaler Intensität auf die gehemmten Bewusstseinsinhalte gerichtet war oder nicht. In ersterem, bei allen hier besprochenen Versuchen gegebenem Falle kann der gehemmte Inhalt durch eine Steigerung der Aufmerksamkeitsspannung unmöglich zur Merklichkeit verholfen werden; nicht deshalb aber, weil eine solche Steigerung unwirksam wäre, sondern weil sie ex hypothesi unmöglich ist. Im zweiten Falle dagegen kann sich die Aufmerksamkeit dem gehemmten Inhalte zuwenden, bezw. die diesem Inhalte bereits zugewendete Aufmerksamkeit sich verstärken, wodurch derselbe dann unter Umständen wieder merklich werden kann. — Die Gesamtheit der einschlägigen, oben durch einige typische Beispiele erläuterten Fälle läßt sich demnach, wie mir scheint, am einfachsten nach folgendem, in seiner Allgemeinheit allerdings noch durchaus hypothetischem Schema überschauen. Jeder Vorstellung im weitesten Sinne des Wortes kommt, anderen Vorstellungen gegenüber, eine gewisse Hemmungskraft und ein gewisser Hemmungswiderstand zu, welche von verschiedenen Umständen, jedenfalls von der Intensität und dem Gefühlston derselben, abhängen, und durch willkürliche Zuwendung der Aufmerksamkeit verstärkt werden können. Ob Hemmungskraft und Hemmungswiderstand immer, wie in unserem ersten Artikel für bestimmte Fälle festgestellt wurde, einander proportional verlaufen, muß vorläufig dahingestellt bleiben. Ist nun die Intensität und der Gefühlston einer Vorstellung gering, so wird dieselbe nur wenn man die Aufmerksamkeit derselben zuwendet, merklich hemmend wirken können; bei einem etwas höheren Grade der Intensität oder des Gefühlstones wird sie auch ohnedies, bei einem noch höheren Grade selbst wenn man die Aufmerksamkeit auf eine bestimmte andere Vorstellung richtet, diese zu hemmen im Stande sein. Und schließlich kann es

vorkommen, daß eine Vorstellung, kraft ihrer Intensität oder ihres Gefühlstons, solchermaassen das Bewußtsein in Anspruch nimmt, daß sie die Motive, welche zu einer willkürlichen Abwendung der Aufmerksamkeit führen könnten, selbst nicht aufkommen läßt, und so zeitweilig die Alleinherrschaft an sich reißt. Nimmt man noch hinzu, daß selbstverständlich associativ verbundene Vorstellungen auch in dieser Verbindung hemmen und der Hemmung widerstehen, so braucht man, wie mir scheint, keine weiteren Gesichtspunkte, um die Gesamtheit der vorliegenden Thatsachen, soweit wir sie überhaupt kennen, verständlich zu machen.

Wenn nach alledem die in dieser Arbeit untersuchten Hemmungserscheinungen als psychische Thatsachen, also, obgleich sie an den Reizen gemessen wurden, doch als Wirkungen zwischen Empfindungen gedacht werden müssen, so ergiebt sich daraus eine wichtige Folgerung für die allgemeine Empfindungslehre. In Bezug auf die viel ventilirte Frage, ob die Empfindungen proportional den Reizen, oder ob sie proportional den Logarithmen der Reize anwachsen, scheinen nämlich die hier gewonnenen Resultate sehr bestimmt der ersteren Auffassung das Wort zu reden. Es haben uns, wie ich kurz erinnere, fünf verschiedene, auf vier Sinnesgebiete sich erstreckende Untersuchungen übereinstimmend gelehrt, daß die Hemmungskraft eines beliebigen Reizes, an die durch denselben bewirkte Erhöhung der Schwelle für einen gleichzeitig einwirkenden anderen Reiz gemessen, seiner Intensität proportional zu setzen ist; werden nun des Weiteren die Empfindungen proportional den Reizen gesetzt, so ist das ganze Verhältniß ein überaus durchsichtiges: die zu erklärende Proportionalität zwischen dem hemmenden und dem ebengehemmten Reize beruht einfach darauf, daß den Reizintensitäten die Empfindungsintensitäten, und den Empfindungsintensitäten die zugehörigen Hemmungswirkungen proportional sind. Hätte dagegen die logarithmische Hypothese Recht, so müßte der vorliegende Sachverhalt in ungleich complicirter Weise gedeutet werden. Nennt man den hemmenden Reiz  $R$ , den ebengehemmten  $r$ , und stellen  $c$ ,  $c'$ ,  $c''$  Constanten vor, so wären nach jener Hypothese die zugehörigen Empfindungen

$$E = c \log R \qquad e = c' \log r$$

zu setzen; ferner haben unsere Versuche ergeben:

$$R = c'' r$$



Daraus folgt aber:

$$E = e + c''$$

Das heißt also: wenn die logarithmische Beziehung zwischen Reiz und Empfindung gelten sollte, so müßte die Empfindungshemmung, um den vorliegenden Thatsachen zu genügen, nach dem Gesetze stattfinden, daß immer die hemmende und die eben gehemmte Empfindung um einen constanten Betrag differirten. Nun ist aber erstens kaum anzunehmen, daß eine so einfache Gesetzmäßigkeit wie die vorliegende in so verzwickter Weise begründet sein sollte; und zweitens wird, wenn eine starke Empfindung  $E$  eine viel schwächere  $e$  unmerklich macht, Niemand es für wahrscheinlich halten, daß  $E$  nur um den geringen Betrag  $e$  verstärkt zu werden brauchte, um eine doppelt so starke Empfindung wie früher verdrängen zu können. Soviel darf nach alledem wohl getrost behauptet werden, daß, soweit die in dieser Arbeit besprochenen Thatsachen reichen, die Proportionalitätshypothese als die weitaus näherliegende und wahrscheinlichere anzusehen ist. Wäre aus der Empfindungslehre nichts mehr bekannt als dieses, daß Empfindungen anderen Empfindungen gegenüber Hemmungswirkungen ausüben, welche den Intensitäten der verursachenden Reize proportional sind, so würde daraus mit vollstem Rechte auf die hohe Wahrscheinlichkeit einer proportionalen Beziehung zwischen Reiz und Empfindung geschlossen werden. Nun ist uns aber aus der Empfindungslehre mehr bekannt, und darunter solches, woraus nach der Ansicht Vieler in mehr oder weniger zwingender Weise das Gegebensein einer logarithmischen Beziehung gefolgert werden kann. Wir wollen also jetzt die betreffenden Thatsachen — diejenigen des WEBER'schen Gesetzes — etwas genauer ins Auge fassen, und fragen, ob sie in der That unseren bisherigen Resultaten schnurstracks zuwiderlaufen, oder aber ob sie mit denselben vereinbar, vielleicht selbst aus denselben abzuleiten sind.

## 2. Die Verdrängung von Unterschiedsempfindungen durch Empfindungen (das WEBER'sche Gesetz).

Das WEBER'sche Gesetz ist (wie öfters, aber doch kaum zu oft, hervorgehoben wurde) von der zur Erklärung desselben aufgestellten FECHNER'schen Hypothese scharf und principiell zu trennen. Ersteres sagt nur aus, daß die Differenz

zweier Reize, welche zur Unterscheidbarkeit der zugehörigen Empfindungen erfordert ist, innerhalb bestimmter Grenzen der Intensität jener Reize proportional verläuft; es ist ein rein empirisches, nichts mehr als einen gegebenen Thatbestand zum Ausdruck bringendes Gesetz. Zur Erklärung dieses Thatbestandes machte nun FECHNER die Annahme, daß die Empfindungen proportional den Logarithmen der Reize anwachsen; eine Annahme welche, wenn ihr weiter nichts im Wege stünde, ohne Zweifel als eine mögliche Erklärung des WEBER'schen Gesetzes volle Beachtung verdienen würde. Mit Unrecht aber hat man oft geglaubt, dieselbe als eine nothwendige Folgerung aus dem WEBER'schen Gesetze darstellen zu dürfen; nur wenn vorausgesetzt wird, daß die eben- (und als solche gleich-) merklichen Empfindungsunterschiede auch gleiche Empfindungsunterschiede sind, ist der Schluß auf die Richtigkeit der logarithmischen Formel nicht mehr zu vermeiden. Thatsächlich ist aber jene Voraussetzung nichts weniger als sicher: die Möglichkeit, daß ungleiche Empfindungsunterschiede, in Folge der ungleichen Umstände unter welchen sie auftreten, sich dem Bewußtsein in gleichem Maasse bemerklich machen, darf von vornherein keineswegs als ausgeschlossen betrachtet werden.

Des Weiteren ist bekannt, daß im Laufe der Zeit gegen die Zulässigkeit der FECHNER'schen Hypothese mehrere, und zum Theil schwerwiegende Bedenken laut geworden sind. Einige derselben beruhen auf Thatsachen, welche an und für sich außerhalb des WEBER'schen Gesetzes liegen: so die m. A. n. noch immer nicht entscheidend widerlegten Einwürfe HERING's, und die Zweifel, welche sich an die von MERKEL und neuerdings von AMENT mittels der Methode der mittleren Abstufungen gewonnenen Ergebnisse festknüpfen; in diesem Kreise finden auch die oben erörterten, auf den Inhalt des Hemmungsgesetzes fußenden Schwierigkeiten ihren Platz. — Kaum geringeren Werth möchte ich einer zweiten Gruppe von Bedenken zugestehen, welche sich auf den Gültigkeitsumfang des WEBER'schen Gesetzes selbst beziehen. Das WEBER'sche Gesetz gilt, wie man weiß, nicht nur für die Vergleichung von Empfindungsintensitäten, sondern auch für die von Raum- und Zeitstrecken, Lust- und Unlustgefühlen, Urtheilsintensitäten<sup>1</sup>; wenn auch für die

<sup>1</sup> Beispiele (außer dem allbekannten von der fortune physique und der fortune morale): bei zunehmendem Ruf kümmert man sich immer

beiden letzteren Gebiete der zahlenmäßige Beweis noch nicht geführt werden kann. Nun ist aber auf alle diese Fälle die FECHNER'sche Erklärung im Princip unanwendbar; man steht also vor der Wahl, entweder die Einheit des WEBER'schen Gesetzes aufzugeben, oder die FECHNER'sche Hypothese fallen zu lassen. — Schliesslich wäre noch zu bemerken, was bisweilen übersehen worden ist, daß die FECHNER'sche Hypothese, selbst für das Gebiet der Vergleichung von Empfindungsintensitäten, nicht den gesamten vorliegenden Thatbestand, sondern nur eine einzige Seite desselben zu erklären vermag, für das Uebrige aber ohne Hülfs-hypothesen nicht auskommt. Zu erklären sind an dem WEBER'schen Gesetze mindestens drei relativ selbständige und dennoch eng verbundene Thatfachencomplexe: die Existenz der Unterschiedsschwelle, die Proportionalität derselben mit der Reizintensität, und die unteren und oberen Abweichungen. Die logarithmische Hypothese erklärt nicht die Thatsache der Unterschiedsschwelle: indem ihr zufolge die Empfindung zwar langsamer als der Reiz, aber doch regelmässig mit dem Reize anwächst, könnte sie nichts dagegen haben, wenn die kleinste Differenz zwischen den Reizen noch eine Unterscheidung der Empfindungen ermöglichte. Sie muß also die Thatsache der Unterschiedsschwelle voraussetzen, und kann dann die Proportionalität derselben mit der Reizintensität erklären; zum Verständniß der oberen und unteren Abweichungen kann sie aber nur wieder mittels weiterer, physiologischer oder anderer Hülfsannahmen gelangen. Ein solcher Sachverhalt kann offenbar einer Erklärungshypothese nicht zur Empfehlung gereichen.

Wenn nach alledem die logarithmische Hypothese den gesicherten Platz, den sie noch vor wenigen Jahren in der Wissenschaft einzunehmen schien, kaum mehr behaupten kann, so habe ich nicht den Eindruck, als ob etwas ebenso Klargedachtes und Scharfumrissenes, welches an ihre Stelle zu treten berufen wäre, in der Literatur irgendwo fertig vorläge. Wir haben, allerdings, das WUNDT'sche Beziehungsgesetz, nach welchem „wir in unserem weniger um eine einzelne günstige oder ungünstige Beurtheilung; eine feine Bemerkung in einem mittelmässigen Buch macht grössere Freude als eine solche bei einem durchwegs geistreichen Schriftsteller; Alles verliert seinen Reiz, wenn es in all zu grosser Ueberfluth gegeben ist; ein neuer Wahrscheinlichkeitsgrund bringt eine um so weniger merkbliche Verstärkung des Ueberzeugungsgefühls zu Stande, je mehrere Gründe schon vorlagen; u. s. w.



Bewußtsein kein absolutes, sondern nur ein relatives Maas besitzen für die Intensität der in ihm vorhandenen Zustände“, und „also je einen Zustand an einem anderen messen, mit dem wir ihn zunächst zu vergleichen veranlaßt sind“<sup>1</sup>. Aber es will mir scheinen, als ob dieses „Gesetz“ seinen Hauptvorzug, auch auf Erscheinungen außerhalb des Gebietes der Empfindungsmessung anwendbar zu sein, durch sein vollständiges Verzichtleisten auf quantitative und qualitative Bestimmtheit doch etwas zu theuer erkauft hätte. Fragen wir kurz: welche von den im WEBER'schen Gesetz zusammengefaßten Thatsachen hätte man auf Grund jenes Gesetzes vorhersagen oder auch nur vernünftigerweise erwarten können? Die Thatsache der Unterschiedsschwelle? die scheinbare Gleichheit also der aus wenig verschiedenen Reizen sich ergebenden Empfindungen? Gewiß nicht. Dann vielleicht doch die Constanz der relativen Unterschiedsschwelle? Man könnte es fast glauben; nur wäre dann mit gleichem Recht das Nämliche auch bei der Vergleichung von Tonhöhen zu erwarten gewesen, wo es aber bekanntlich nicht zutrifft. Von den oberen und unteren Abweichungen ist ganz zu schweigen. Sicher bedarf das Relativitätsgesetz der näheren Präcisirung, wenn es mehr als ein bequemer Schlupfwinkel für unsere Unwissenheit werden soll.

An dieser Stelle ist nun, wie mir scheint, der Hemmungsbegriff berufen, ergänzend einzutreten. Ich betrachte nämlich, kurz gesagt, die Unterschiedsschwelle als eine Hemmungserscheinung, und das WEBER'sche Gesetz als einen Special-, bzw. als einen Grenzfall zum ersten (auf die Proportionalität zwischen hemmenden und gehemmten Reizgrößen sich beziehenden) Hemmungsgesetz.

Die hiermit ausgesprochene und im Folgenden zu begründende Auffassung ist nicht ganz neu; vielmehr finden sich Anklänge an dieselbe durch die ganze psychologische Literatur zerstreut vor. Ich erinnere an das von HERING dem FECHNER'schen gegenübergestellte „allgemeine psychophysische Grundgesetz“, nach welchem „die Reinheit, Deutlichkeit oder Klarheit irgend einer Empfindung oder Vorstellung abhängt von dem Verhältniß, in welchem das Gewicht derselben, d. i. die GröÙe des entsprechenden psychophysischen Processes, steht zum Gesammtgewichte aller gleichzeitig vorhandenen Empfindungen und

<sup>1</sup> Physiologische Psychologie I<sup>4</sup>, S. 393.

Vorstellungen (oder wie man sonst die psychischen Zustände nennen will), d. i. zur Summe der Gröſsen aller entsprechenden psychophysischen Processe“<sup>1</sup>; sodann an die von HÖFLER befürwortete Annahme, „daß es uns um so schwerer fällt (verhältnißmäßig mehr „psychische Arbeit kostet“), Vergleichen anzustellen, je stärker das Organ, genauer: das empfindende Bewußtsein, schon in Anspruch genommen ist“<sup>2</sup>; schließlich an das WUNDT'sche Relativitätsgesetz. In allen diesen und in mehreren anderen Aeufserungen ist der Grundgedanke der nachfolgenden Erörterungen bereits enthalten; allerdings bedürfte dieser Grundgedanke der genaueren Kenntniß der Hemmungerscheinungen, um zu einer discutirbaren Theorie sich entwickeln zu können.

Wir wollen jetzt, indem wir nichts weiter als jenes erste und bestbegläubigte Hemmungsgesetz, sowie die Proportionalität zwischen Reiz und Empfindung voraussetzen, versuchen ob es nicht möglich ist, von hier aus zum WEBER'schen Gesetze zu gelangen.

Um eine erste, wenn auch nur vorläufige Brücke zu schlagen, erinnere ich an die in meinem ersten Artikel besprochenen Untersuchungen über die Hemmungsverhältnisse bei Farbenempfindungen (I. 1; *diese Zeitschr.* 21, S. 326—338). Es wird vielleicht einigen Lesern aufgefallen sein, daß ich bei jenen Untersuchungen mich insofern nicht genau an das aufgestellte Programm gehalten habe, als nicht nur die Reizschwellenerhöhungen welche durch Beimischung heterogener, sondern auch diejenigen welche durch Beimischung gleichartiger Farbenreize erfolgten, ermittelt wurden; oder mit anderen Worten: ich habe damals nicht nur Mischungs-, sondern gleichzeitig Unterschiedsschwellen im altbekannten Sinne bestimmt, nicht nur das Hemmungsgesetz, sondern gleichzeitig das WEBER'sche Gesetz auf seine Gültigkeit für Farbenempfindungen geprüft und gültig befunden. Sofern die bei jener Untersuchung ermittelten Hemmungscoefficienten sich auf Verhältnisse zwischen gleichartigen Activ- und Passivreizen beziehen, sind sie dementsprechend auch nichts weiter als relative Unterschiedsschwellen im Sinne der üblichen Terminologie. Nun wolle man aber in der Tab. III (*diese Zeitschr.* 21, S. 335) nachsehen, ob die betreffenden

<sup>1</sup> Zur Lehre vom Lichtsinne, Wien 1878, S. 84—85.

<sup>2</sup> *Vierteljahrsschr. f. wissensch. Phil.* 11, 369.

Zahlen zu den anderen stimmen, sich der allgemeinen Gesetzmäßigkeit derselben unterordnen, oder ob denselben von ihrer Sonderstellung etwas anzumerken ist. Ist, wie ich glaube, letzteres nicht der Fall, können sich also die Erscheinungen des WEBER'schen Gesetzes unter diejenigen des Hemmungsgesetzes mischen ohne sich irgendwie fremdartig auszunehmen, so wird wohl auch der Schluss, daß die beiden Erscheinungsgruppen wesentlich zusammengehören, kaum zu umgehen sein. Oder um ein concretes Beispiel zu nehmen: in der erwähnten Tab. III hat die relative Unterschiedsschwelle für Weiß auf Weiß aus allen Zahlen der betreffenden Verticalcolumnne den höchsten, aus allen Zahlen der betreffenden Horizontalcolumnne den niedrigsten Werth; Ersteres gilt aber auch von den Hemmungscoefficienten in allen Fällen wo Weiß als Activreiz, das zweite von den Hemmungscoefficienten in allen Fällen wo Weiß als Passivreiz auftritt. Das wäre aber ein durchaus unerklärlicher Zufall, wenn die Weißempfindung in anderer Weise und aus anderen Gründen durch Weiß unmerklich gemacht würde als die Grünempfindung durch Weiß oder die Weißempfindung durch Grün.

Ein anderer, nicht weniger naheliegender Gedankengang führt von einigen Ergebnissen des gegenwärtigen Artikels zum gleichen Resultat. Wir haben nämlich oben (S. 318—319, 327—329) gefunden, daß sowohl bei Licht- als bei Druckempfindungen die Hemmungswirkung stärker wird, wenn die Entfernung zwischen den Angriffsstellen des Activ- und des Passivreizes abnimmt; was sich auch durchaus ungezwungen aus dem Umstand erklärt, daß es bei geringerer Entfernung stets schwieriger wird, die Aufmerksamkeit auf den Passivreiz zu fixiren ohne dieselbe gleichzeitig dem Activreiz zuzuwenden. Was wird nun geschehen, wenn wir die Entfernung zwischen Activ- und Passivreiz noch weiter, und schließlich bis auf Null, verringern? Mehrere Umstände gestatteten nicht, dieser Frage bei unveränderter Versuchseinrichtung experimentell genauer auf den Leib zu rücken; nach Analogie der vorliegenden Resultate ist aber zu vermuthen, daß, sofern Complicationen ausgeschlossen bleiben, der Hemmungscoefficient dabei fortwährend steigen, und endlich beim Zusammenfallen des Activ- und Passivreizes einen Maximalwerth erreichen würde. Dieser Maximalwerth aber ist wieder nichts Anderes, als die altbekannte relative Unterschieds-



schwelle: der Satz, daß die relative Unterschiedsschwelle für Lichtempfindungen  $\frac{1}{100}$  beträgt, kann auch so formulirt werden, daß eine Lichtempfindung von der Intensität  $E$  einen gleich localisirten Empfindungsunterschied von  $\frac{1}{100} E$  unmerklich zu machen, also zu hemmen vermag. Stellen wir die a. a. O. ermittelten Hemmungskoeffizienten für Druck- und Lichtreize, welche in verschiedenen Entfernungen einwirken, mit den bekannten relativen Unterschiedsschwellen für die betreffenden Gebiete graphisch zusammen, so ergeben sich Curven, welche, soweit unsere Daten reichen, einen ganz regelmäßigen Verlauf erkennen lassen, so zwar, daß die Hemmungswirkung bei örtlichem Zusammenfallen von Activ- und Passivreiz am größten ist, bei zunehmender Entfernung zwischen beiden aber zunächst sehr schnell, dann immer langsamer heruntergeht (Figg. 3 u. 4).

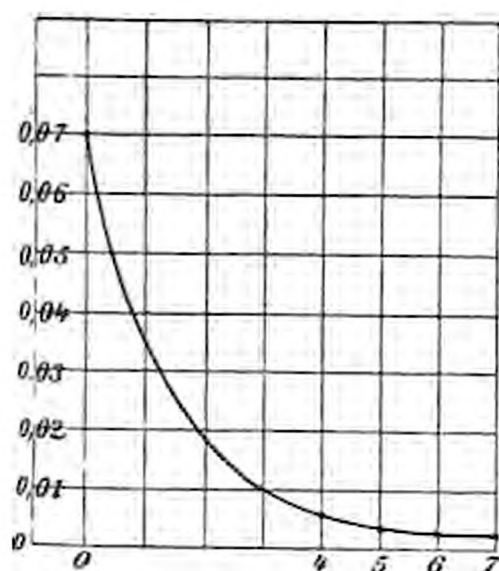


Fig. 3. (Druckempfindungen.)

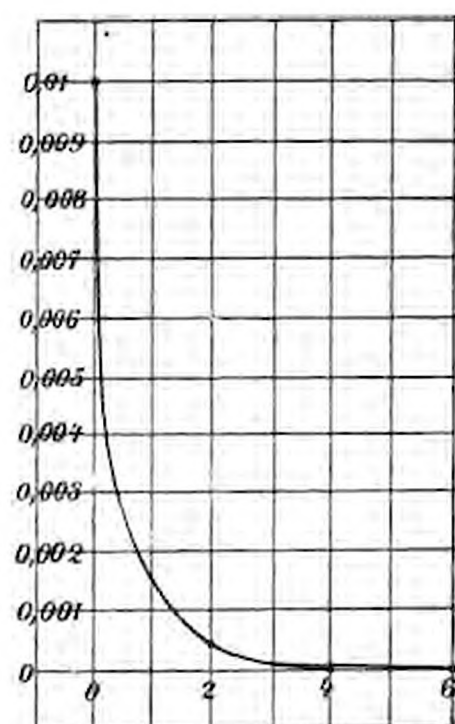


Fig. 4. (Lichtempfindungen.)

Doch können offenbar diese Curven, wegen der geringen Anzahl der experimentell ermittelten Werthe, der geringen Zuverlässigkeit der S. 319 ermittelten Druckreizschwellen, und der Verschiedenheit der Umstände, unter welchen die Bestimmung der Unterschiedsschwellen und der Hemmungskoeffizienten stattgefunden hat, nur eine durchaus provisorische Bedeutung beanspruchen.

Versuchen wir nun die hiermit angedeuteten Gedanken zu Ende zu denken, so gelangen wir zum Begriff einer Hemmung von Unterschiedsempfindungen durch Reizempfindungen. Es ist nämlich daran zu erinnern, daß bei Ver-

suchen über Unterschiedsempfindlichkeit stets und nothwendig im Momente der Entscheidung ein Doppeltes im Bewußtsein gegenwärtig ist: erstens die Wahrnehmung bzw. Vorstellung der zu vergleichenden Empfindungsinhalten, sodann die Wahrnehmung bzw. Vorstellung des Unterschiedes zwischen denselben. Dieser letztere Bewußtseinsinhalt setzt zwar jenen ersteren voraus, schließt sich auch unter gewissen Bedingungen demselben sofort an, aber ist doch keineswegs schon in demselben enthalten: wir nehmen ja oft genug succedirende oder auch gleichzeitige Empfindungsinhalte wahr ohne an das Intensitätsverhältniß zwischen denselben zu denken; auch verläuft bei Versuchen über Unterschiedsempfindlichkeit oft eine merkbare Zeit zwischen dem fertigen Vorliegen zweier wenig verschiedener Empfindungen und dem auf das Intensitätsverhältniß beider sich beziehenden Urtheil. Das Bewußtwerden des Unterschiedes ist also etwas, welches zum Bewußtwerden der Empfindungen hinzutritt; es bezieht sich ferner auf einen Inhalt, der ebenso wie derjenige der Empfindungen des Mehr-oder-Weniger fähig ist: wir können uns größerer oder geringerer Unterschiede bewußt sein, ebenso wie wir uns stärkerer oder schwächerer Empfindungen bewußt sein können. Und schließlich wird, wenn wir mit Recht angenommen haben, daß die wahrgenommene Empfindung dem zu Grunde liegenden Reiz proportional ist, auch wohl der wahrgenommene Empfindungsunterschied dem zu Grunde liegenden Reizunterschied proportional zu setzen sein. Wird aber soviel zugestanden, so bedürfen wir nur noch der durch die Erörterungen des vorigen Abschnittes als sehr wahrscheinlich erwiesenen Annahme, daß dem Hemmungsbegriff und den Hemmungsgesetzen Gültigkeit für alle psychische Phänomene zukommt, um das WEBER'sche Gesetz, wenigstens seinem allgemeinen Inhalte nach, als eine nothwendige Folgerung aus diesen Voraussetzungen deduciren zu können. Die betreffende Argumentation verläuft dann folgendermaßen: Im Momente, wo zwei ungleiche Empfindungen der Intensität nach mit einander verglichen werden, ist stets, außer jenen Empfindungen, noch ein anderes psychisches Phänomen gegeben, welches mit denselben im Fixationspunkte der Aufmerksamkeit liegt, und welches wir, ohne damit über seine eigentliche Natur zu präjudiciren, die Unterschiedsempfindung nennen wollen. Sind nun, wie bei den betreffenden Versuchen regelmäßig der

Fall ist, die Empfindungen im Vergleich mit den Unterschiedsempfindungen stark, so können sie diese unmerklich machen oder hemmen; und zwar wird nach unserem ersten (erweiterten) Hemmungsgesetz die Intensität der eben zu hemmenden Unterschiedsempfindung derjenigen der hemmenden Reizempfindung proportional sein. Nun haben wir aber weiter vorausgesetzt, daß die Unterschiedsempfindung dem Reizunterschiede, sowie die Reizempfindung dem Reize, proportional verläuft; es werden also auch die eben gehemmten (oder die ebenmerklichen) Reizunterschiede den Intensitäten der Vergleichsreize proportional sein müssen. Daß dem so ist, besagt aber eben das WEBER'sche Gesetz, und ist, innerhalb bestimmter Grenzen und mit bestimmten Abweichungen auf welche ich später zurückkomme, durch alle auf dasselbe sich beziehende Untersuchungen regelmäßig bestätigt worden.

Daß in der That durch Hemmungswirkungen, welche von Empfindungen ausgehen, sonst merkliche Empfindungsunterschiede unmerklich gemacht werden können, läßt sich nicht nur durch Analogieschlüsse wahrscheinlich machen, sondern auch auf experimentellem Wege direct nachweisen. Ueber eine ganze Reihe hierhergehöriger Versuche habe ich in 1892 auf dem Londoner Psychologencongreß Bericht erstattet; dieselben bezogen sich auf Druckempfindungen, und suchten nach der Methode der richtigen und falschen Fälle die Frage zu beantworten, inwiefern bei der Vergleichung zweier successiver Druckreize die Frequenz der r-Fälle durch die gleichzeitige Anwendung stärkerer, in 4 cm Entfernung einwirkender Hemmungsreize beeinflusst wird. Der bei diesen Versuchen verwendete Apparat war dem früher (S. 306—309) beschriebenen ähnlich, nur etwas unbehülflicher eingerichtet, indem das Niederlassen und Aufheben der Gewichte durch Manipulationen des Experimentators besorgt wurde, die Hand der Versuchsperson ohne Gypsunterlage auf dem Tisch ruhte u. s. w. Durch zahlreiche Vorversuche wurden diejenigen Differenzen zwischen je zwei successiven Reizen bestimmt, welche mit, bzw. ohne Hemmungsreiz in ungefähr 75 % sämtlicher Fälle richtig erkannt wurden, und dann mit diesen Differenzen weiter experimentirt. Indem nun die sich hierbei ergebenden Procentzahlen der r-Fälle in der That nur wenig und unregelmäßig von jenem angestrebten Verhältniß abweichen, beweisen dieselben wenigstens annähernd die Gleichmerklichkeit



der Unterschiede bei allen untersuchten Combinationen, und kann ohne großen Nachtheil auf die (durch das seltene Vorkommen von Gleichheitsurtheilen in exacter Weise kaum mögliche) Bestimmung der entsprechenden Unterschiedsschwellen verzichtet werden.<sup>1</sup> Die Resultate sind in Tab. XIII zusammengestellt worden; in Bezug auf dieselbe ist nur noch zu bemerken, daß die in der zweiten Versuchsgruppe verwendeten Hemmungsreize, wie übrigens leicht ersichtlich, in der dritten zu den Vergleichsreizen zugesetzt worden sind.

Tabelle XIII.

Halbe Summe der Vergleichsreize in gr	Differenz der Vergleichsreize in gr	Hemmungsreiz in 4 cm Entfernung in gr	Anzahl der Versuche	Anzahl der r-Fälle
10	3	0	160	99
20	4	0	160	113
40	6	0	160	113
80	10	0	160	118
120	14	0	160	116
180	20	0	160	114
10	6	50	160	116
20	10	100	160	117
40	14	200	160	112
80	28	400	160	116
120	40	600	160	114
180	56	900	160	115
60	8	0	160	121
120	14	0	160	116
240	20	0	160	105
480	40	0	160	115
720	60	0	160	108
1080	90	0	160	115

<sup>1</sup> In meinem Londoner Vortrag war eine Berechnung der Unterschiedsschwellen nach der KRÄPELIN-JASTROW'schen Methode vorgenommen worden; indem ich aber die Berechtigung der gegen die Zuverlässigkeit dieser Methode erhobenen Einwürfe anerkenne, schien es mir besser, mich hier auf die Veröffentlichung der rohen, an und für sich deutlich genug redenden Versuchsergebnisse zu beschränken.

Im Durchschnitt mußten also die Differenzen zwischen den Vergleichsreizen fast auf das Dreifache gesteigert werden, um bei gleichzeitiger Verwendung von Hemmungsreizen, welche fünfmal stärker waren als die Vergleichsreize und in 4 cm Entfernung von denselben einwirkten, die ursprünglichen Procentzahlen aufrecht zu erhalten. Wurden dagegen jene 5fachen Hemmungsreize einfach den Vergleichsreizen zugesetzt, so war zu dem gleichen Zwecke eine Erhöhung der Differenzen auf das 4- bis 5fache ihres ursprünglichen Betrages erforderlich und genügend (ein Resultat, welches darauf hinweist, daß die Versuche der ersten Gruppe sich bereits im Gebiete der „unteren Abweichungen“ vom WEBER'schen Gesetz bewegten). Ueberall sind also die Erhöhungen der Differenzen zwischen den Vergleichsreizen den Hemmungsreizen nahezu proportional; und zwar betragen die Hemmungskoeffizienten bei Entfernungen von 4 bzw. 0 cm, wie eine leichte Rechnung ergibt, im Durchschnitt 0,048 bzw. 0,083. Diese Verhältnisse ordnen sich dem früher aufgestellten Schema wieder ohne Mühe unter: die Merklichkeit der Unterschiede wird, wie die Merklichkeit der Reize, umsomehr durch Hemmungsreize herabgesetzt, je schwieriger es wird, die ersteren ohne die letzteren im Blickpunkte der Aufmerksamkeit zu erhalten; sie wird minimal, wenn jene Schwierigkeit, durch das örtliche Zusammenfallen beider, zur Unmöglichkeit geworden ist.

Ähnliche Resultate ergab eine allerdings vereinzelt gebliebene Untersuchung auf dem Gebiete der Lichtempfindungen. Dieselbe fand mittels des früher (S. 322—323) beschriebenen Apparates statt; nur war die früher den Passivreiz, jetzt die Vergleichsreize liefernde Diaphragmaöffnung so angebracht, daß sie durch das vor derselben rotirende Episkotister nicht ganz, sondern nur zur Hälfte verdunkelt wurde. Es wurde nun untersucht, in welchem Maasse diese Verdunkelung stattfinden mußte, damit der Helligkeitsunterschied zwischen den beiden Hälften, sowohl für sich als bei gleichzeitiger Einwirkung eines 4 cm entfernten Hemmungsreizes von verschiedener Intensität, noch eben gespürt wurde. Es zeigte sich aber alsbald, daß die betreffende Untersuchung mit den vorliegenden Mitteln nur für schwache Vergleichsreize durchgeführt werden konnte; für stärkere ist die (absolute) Unterschiedsschwelle an und für sich bereits zu hoch, um durch hinzugefügte Hemmungswirkungen noch in exact bestimmbarer

Weise gesteigert zu werden. Bei den (nach der Methode der Minimaländerungen angestellten) Versuchen, deren Ergebnisse in Tab. XIV mitgetheilt werden, betrug die Intensität des stärkeren Vergleichsreizes, in der S. 324 eingeführten Einheit ausgedrückt, constant 38.

Tabelle XIV.

Intensität des Hemmungs- reizes	Anzahl der Versuche	Mittlere Unter- schiede- schwelle	Wah- scheinlicher Fehler derselben	Hemmungs- coefficient	Berechnete Unter- schiede- schwelle
0	8	7,72	0,24	0,000111	7,91
2 034	10	7,62	0,27		8,14
3 039	12	8,34	0,22		8,25
3 846	12	8,46	0,22		8,34
5 023	12	8,69	0,21		8,47
6 837	12	8,88	0,20		8,67
9 846	12	9,11	0,22		9,00
15 384	12	9,70	0,25		9,62
27 349	12	10,77	0,21		10,95

Was an dieser Tabelle zuerst auffällt, ist der abnorm hohe Betrag der ohne Hemmung sich ergebenden relativen Unterschiedsschwelle (etwa  $\frac{1}{5}$ ), welcher vermuthlich auf die geringe Intensität und besonders auch auf die geringe Ausdehnung der Vergleichsreize zurückzuführen ist. Sodann ist interessant, daß der jetzt ermittelte Hemmungscoefficient fast genau demjenigen gleich ist, welchen nach Tab. IX die Versuche über Hemmung von Lichtempfindungen, bei gleicher Entfernung zwischen Activ- und Passivreiz wie hier, ergaben. Ob wir hier einer zufälligen Coincidenz gegenüberstehen, oder aber ob allgemein Empfindungen und Empfindungsunterschiede unter gleichen Umständen in gleichem Maasse gehemmt werden, ist eine theoretisch wichtige Frage, deren Beantwortung aber weiteren Untersuchungen überlassen bleiben muß. Die für Druckempfindungen und für Druckempfindungsunterschiede erhaltenen Resultate sind für die Beantwortung jener Frage ohne Werth, weil die letzteren, wie oben bemerkt wurde, durch successive Reize erzeugt wurden, und also die Wahrnehmung derselben mit der momentanen Reizwahrnehmung nicht vergleichbar ist.



Wie dem aber auch sei, durch die beiden zuletzt besprochenen Untersuchungen scheint mir die Thatsache einer Hemmung von Unterschiedsempfindungen durch gleichzeitige Reizempfindungen sichergestellt, und die Proportionalität zwischen den entsprechenden Reizdifferenzen und Reizgrößen wenigstens als sehr wahrscheinlich nachgewiesen worden zu sein. Die hier vorgetragene Erklärung des WEBER'schen Gesetzes gewinnt damit eine neue Stütze, indem der von ihr vorausgesetzte Erklärungsgrund nunmehr nicht nur nach Analogie erschlossen und an die zu erklärenden Thatsachen verificirt, sondern auch außerhalb des Gebietes dieser Thatsachen als eine „vera causa“ nachgewiesen werden kann.

Wir dürfen jedoch unsere Untersuchung nicht für abgeschlossen halten, ehe wir noch einige weitere, auf die Leistungsfähigkeit der aufgestellten Hypothese sich beziehende Fragen zu beantworten versucht haben. Im Vorhergehenden haben wir nämlich zwar gesehen, daß diese Hypothese die Gültigkeit des WEBER'schen Gesetzes im Großen und Ganzen zu erklären im Stande ist, nicht aber ob sie auch über den Umfang des von demselben beherrschten Gebietes, sowie über die innerhalb dieses Gebietes festgestellten Abweichungen und Besonderheiten Rechenschaft abzulegen vermag. Eben hierin, daß sich ohne irgendwelche Hülfsypothesen die wichtigsten der betreffenden Thatsachen als nothwendige Folgerungen aus ihrem Princip ableiten lassen, sehe ich aber einen Hauptvorzug der hier vertretenen Auffassung.

Ich erwähne an erster Stelle die wichtige Thatsache, daß das WEBER'sche Gesetz überall da, wo intensive oder extensive Größen mit einander verglichen werden, sich innerhalb weiter Grenzen trefflich bewährt; daß es aber, der anfänglichen Erwartung schnurstracks entgegen, für qualitative Unterschiede in keiner Weise gilt. Jene erste Thatsache, also die Constanz der relativen Unterschiedsschwelle nicht nur für Empfindungsintensitäten sondern auch für Raum- und Zeitgrößen sowie annähernd für Ueberzeugungs-, Lust- und Unlustgefühle, hat stets den physiologischen Theorien Schwierigkeiten bereitet; diese zweite, also die Nichtbestätigung jenes Gesetzes für Unterschiede der Tonhöhe und des Farbentons, ist für diejenige psychologische Theorie, welche das Gesetz als eine Folge der allgemeinen Relativität innerer Zustände deutet, schwer zu erklären. Beide

Thatsachen sind aber für die hier gebotene Erklärung durchaus verständlich. Die eben zu hemmenden Unterschiede steigern sich überall da, wo die hemmenden Bewusstseinsinhalte intensiv oder extensiv einen Zuwachs erfahren, und demzufolge mehr als früher das Bewusstsein in Anspruch nehmen; aber sie brauchen sich keineswegs zu steigern, wo jene bloß qualitativ verändert werden. Im ersteren Falle sind ja mehr hemmende Theilinhalte da als früher, und setzen sich die Hemmungskräfte der neu hinzugekommenen mit denjenigen der früher anwesenden zu vereinter Wirksamkeit zusammen; im zweiten sind die früheren hemmenden Inhalte bloß durch andere ersetzt worden, und es liegt kein Grund vor, eher eine Zunahme als eine Abnahme der Hemmungswirksamkeit zu erwarten. Es scheint nicht nöthig, über diese fast selbstverständlichen Folgerungen ausführlicher zu reden.

Eine zweite, nicht weniger interessante Frage betrifft die unteren und oberen Abweichungen vom WEBER'schen Gesetz. Bei Anwendung sehr schwacher Reize hat man regelmässig eine Abnahme, bei Anwendung sehr starker Reize in den meisten Fällen eine Abnahme, bisweilen aber auch eine Zunahme der relativen Unterschiedsempfindlichkeit festgestellt; alle diese Erscheinungen sind meistentheils störenden Umständen physiologischer Natur, welche mit den zur Erklärung des WEBER'schen Gesetzes aufgestellten Hypothesen nicht nothwendig zusammenhängen, zugeschrieben worden. Die hier vorgetragene Erklärung bedarf solcher Hülfsypothesen nicht; die Nothwendigkeit der unteren, sowie wenigstens die Möglichkeit der oberen Abweichungen lässt sich aus ihren Voraussetzungen logisch ableiten. Was nämlich zunächst die unteren Abweichungen betrifft, so ist in Betracht zu ziehen, daß dieselben uneliminirbaren Bewusstseinsinhalte, auf welche wir früher die Thatsache der Reizschwelle zurückgeführt haben, auch bei den Unterschiedsschwellenbestimmungen auftreten, und hier, neben den in den Vergleichsreizen gegebenen variablen hemmenden Factoren, einen constanten hemmenden Factor darstellen. Indem jedoch diese uneliminirbaren Bewusstseinsinhalte, während sich die Aufmerksamkeit auf die Vergleichsreize richtet, nur eine schwache hemmende Wirkung ausüben, kann diese die Proportionalität zwischen den Intensitäten stärkerer Vergleichsreize und den entsprechenden Hemmungswirkungen nicht merklich stören; je

schwächer aber die Vergleichsreize werden, um so deutlicher wird sich der betreffende Einfluß in den Versuchsergebnissen erkennen lassen. Setzen wir etwa die Hemmungswirkungen verschiedener sich wie die natürlichen Zahlen verhaltender Reize  $= a, 2a, 3a \dots na$ , und diejenige der uneliminirbaren Bewusstseinsinhalte  $= d$ , so betragen die in den Unterschiedsschwellen sich offenbarenden Totalhemmungen:

$$a + d, 2a + d, 3a + d, \dots \dots na + d,$$

und es ist klar, daß diese Werthe für hohe Beträge von  $n$  annähernd proportional den Vergleichsreizen verlaufen, für kleinere jedoch merklich langsamer als im Verhältniß zu den Vergleichsreizen abnehmen müssen. — Man wird übrigens leicht einsehen, daß die Reizschwelle und die untere Abweichung vom WEBER'schen Gesetz nicht zwei verschiedene, einander coordinirte That-sachen sind, sondern daß die erstere als ein Specialfall der letzteren, genauer als derjenige Specialfall, in welchem die untere Abweichung ein Maximum erreicht, aufzufassen ist. Wäre das WEBER'sche Gesetz absolut gültig, so müßte für einen Normalreiz 0 auch die Unterschiedsschwelle 0 betragen; daß dem nicht so ist, bringt eben der Satz von der Reizschwelle zum Ausdruck. Die Gründe welche früher (II; *diese Zeitschr.* 21, S. 357—358) für die Auffassung der Reizschwelle als eine Hemmungserscheinung angeführt worden sind, unterstützen demnach auch die hier gebotene Erklärung der unteren Abweichung.

Was sodann die oberen Abweichungen vom WEBER'schen Gesetze anbelangt, so wird für die Erklärung derselben wohl hauptsächlich auf die Verstärkung der Hemmungswirkung durch den Gefühlston der Empfindungen Rücksicht zu nehmen sein. Sehr starken Empfindungen kommt bekanntlich ein ausgeprägter Unlustcharakter zu; und ebenso wie dadurch nach unseren früheren Versuchen (*diese Zeitschr.* 21, S. 346, 26, S. 326) die hemmende Wirkung derselben anderen Empfindungen gegenüber verstärkt wurde, werden auch die Unterschiedsempfindungen, mehr als sonst der Fall sein würde, dieser hemmenden Wirkung unterliegen; m. a. W. die Unterschiedsempfindlichkeit wird für die betreffenden Reize herabgesetzt werden. Eine solche Herabsetzung der relativen Unterschiedsempfindlichkeit für starke Reize hat denn auch die Untersuchung für die meisten Sinnesgebiete, besonders für Licht- und Farben-



empfindungen, ergeben; für Druckempfindungen dagegen hat MERKEL bei stärkeren Reizen umgekehrt eine Steigerung der relativen Unterschiedsempfindlichkeit beobachtet.<sup>1</sup> Indem die betreffende Steigerung ungefähr bei derjenigen Reizstärke auftrat, wo die Empfindung anfangs schmerzhaft zu werden<sup>2</sup>, wird auch hierbei der Gefühlston wohl eine Rolle spielen. Ich gebe Folgendes als eine mögliche Erklärung: im Gebiete des Drucksinnes wächst bekanntlich der Unlustcharakter der Empfindung nicht allmählich mit der Stärke des Reizes, sondern derselbe tritt ziemlich plötzlich als Schmerzgefühl auf; demzufolge kann es aber leicht geschehen, daß von zwei Reizen, welche nach ihrer Intensität nicht hätten unterschieden werden können, der stärkere sich durch eben dieses Schmerzgefühl als solcher zu erkennen giebt. Daß die Steigerung der Unterschiedsempfindlichkeit für ein verhältnißmäßig ausgedehntes Gebiet festgestellt wurde, ist hiermit nur scheinbar im Streit, da das Auftreten des Schmerzgefühls außer von der Reizstärke noch von mehreren anderen Umständen (Hautstelle, Richtung des Druckes u. s. w.) abhängt, und je nach diesen Umständen einmal bei geringeren, das andere Mal erst bei größeren Reizstärken erfolgt. Bei jedem Versuche hat aber der stärkere Reiz die größere Chance, Schmerz hervorzurufen; wodurch die mittlere Unterschiedsschwelle für Reize aus jenem Uebergangsgebiet nothwendig etwas nach unten verschoben werden muß. — Uebrigens gilt von diesen, wie von den früheren Bemerkungen zur Reizschwelle, daß selbstverständlich die Mitwirkung physiologischer Factoren zur Entstehung der Abweichungen durch dieselben keineswegs ausgeschlossen wird. Nur soviel kann behauptet werden und wird behauptet, daß die Auffassung der Unterschiedsschwelle als Hemmungserscheinung an und für sich genügt, um Abweichungen vom WEBER'schen Gesetz, im Sinne derjenigen welche thatsächlich vorliegen, von vornherein nothwendig oder wahrscheinlich zu machen.

In Bezug auf eine dritte Frage, diejenige von der Ungleichheit der Ergebnisse, welche bei Untersuchungen mit simultanen und mit successiven Reizen gewonnen werden, kann eine kurze Bemerkung genügen; ich glaube nämlich nicht, daß hier die

---

<sup>1</sup> *Philosophische Studien* 5, 257—262.

<sup>2</sup> a. a. O. S. 286.

Hemmungstheorie bestimmte Erwartungen nach einer oder der anderen Seite begründen kann. Allerdings ist zu vermuthen, daß zwei gleichzeitige Empfindungen eine stärkere Hemmungswirkung ausüben als eine, und könnte daraus gefolgert werden, daß nur eine Steigerung der Unterschiedsempfindlichkeit bei successiver Reizung (welche bekanntlich auch die Versuche über Druckempfindungen thatsächlich ergeben haben) den Voraussetzungen der Hemmungstheorie entspricht. Dem steht aber gegenüber, daß auch während eines kurzen Intervalls die Klarheit und Deutlichkeit des vom ersteren Eindrucke zurückgelassenen Erinnerungsbildes eine Abnahme erfährt, welche die exacte Vergleichung mit dem folgenden Eindruck nothwendig erschweren muß; ob aber dieser ungünstige oder jener günstige Einfluß überwiegen wird, ist von vornherein schwer zu sagen. Wenn also die Versuche mit Lichtempfindungen regelmässig niedrigere Unterschiedsschwellen bei simultaner als bei successiver Reizung ergeben haben, so kann dieser Thatsache schwerlich ein begründeter Einwurf gegen die Hemmungstheorie entnommen werden.

Schließlich scheint mir ein Hauptvorzug der hier gebotenen Erklärung des WEBER'schen Gesetzes darin zu liegen, daß sie den scheinbaren Widerspruch zwischen den nach der Methode der ebenmerklichen Unterschiede und nach der Methode der mittleren Abstufungen erhaltenen Versuchsergebnissen beseitigt. Nach den in jüngster Zeit veröffentlichten Untersuchungen AMENT's<sup>1</sup> kann es nämlich kaum mehr zweifelhaft erscheinen, daß die mittels der letzteren Methode gewonnenen Zahlen nur unter ganz besonderen Versuchsbedingungen (auf welche ich später noch zurückkomme) sich der logarithmischen Hypothese fügen wollen, während bei allen übrigen Verfahrensweisen stets wieder Werthe sich ergeben, welche dem nach der Proportionalitätshypothese zu erwartenden arithmetischen Mittel der Grenzreize wenigstens sich annähern. Nach der hier vertretenen Auffassung besteht zwischen diesen Resultaten und den Thatsachen des WEBER'schen Gesetzes nicht im geringsten Streit: eben weil die Empfindungen proportional den Reizen verlaufen, muß einerseits die mittlere Empfindung, sofern nicht störende Umstände eingreifen, dem mittleren Reize entsprechen; und muß

---

<sup>1</sup> *Philosophische Studien* 16, 135—196.

andererseits der Unterschied zweier Reize, welcher eben stark genug ist, um trotz der Hemmungswirksamkeit der zugehörigen Empfindungen wahrgenommen zu werden, mit der Intensität dieser Reize und dieser Empfindungen sich vergrößern. Wir können aber, wie mir scheint, noch einen Schritt weiter gehen. Sowie wir nämlich früher nicht nur den allgemeinen Inhalt des WEBER'schen Gesetzes, sondern auch die Abweichungen von demselben mit Hülfe der Hemmungstheorie aus der Proportionalitätshypothese erklärt haben, so wollen wir jetzt versuchen, neben der Annäherung der MERKEL-AMENT'schen Ergebnisse an das arithmetische Mittel, auch die systematischen Abweichungen vom arithmetischen Mittel, welche diese Ergebnisse erkennen lassen, mit Hülfe der Hemmungstheorie aus der Proportionalitätshypothese abzuleiten. Mit diesem Versuch wird sich der nächstfolgende Abschnitt beschäftigen.

### 3. Die Abschwächung von Unterschiedsempfindungen durch Empfindungen (die MERKEL'schen und AMENT'schen Versuche).

Wenn wirklich, wie wir im Vorhergehenden angenommen und durch unsere Versuche bestätigt gefunden haben, Reize und Empfindungen sich durchgehend proportional verhalten, wie erklärt es sich dann, daß in den MERKEL'schen und AMENT'schen Versuchen die nach subjectiver Beurtheilung mittlere Empfindung nicht genau dem arithmetischen Mittel der Grenzreize, sondern regelmäßig einem niedrigeren, zwischen arithmetischem und geometrischem Mittel liegenden Werthe des Reizes entsprach? Ich glaube, daß wir auch für die Lösung dieses Problems auf Hemmungsverhältnisse Rücksicht nehmen müssen.

Wenn wir nämlich den Erörterungen des vorigen Abschnittes entsprechend annehmen, daß unter Umständen Unterschiedsempfindungen durch gleichzeitige Empfindungen unmerklich gemacht werden, so können wir die Frage aufwerfen, was geschehen wird, wenn die unmerklichen Unterschiede, bei unveränderter Intensität der hemmenden Empfindungen, allmählich bis zur Ebenmerklichkeit und dann bis zur Uebermerklichkeit verstärkt werden. Oder genauer: werden die hemmenden Empfindungen, welche die Unterschiedsempfindung bis zu einem bestimmten Betrage vollständig aus dem Bewußtsein zu verdrängen vermochten, bei Ueberschreitung dieses Betrages plötz-



lich ihre Wirksamkeit einstellen, und den jetzt vorliegenden Unterschied voll und ganz zur Wahrnehmung gelangen lassen? Dafs dem so wäre, ist aus mehrfachen Gründen durchaus unwahrscheinlich. Erstens widerspräche es den allgemeinsten Gesetzen der Erfahrung und des Denkens, wenn eine wirkende Kraft, bei Zunahme des zu überwindenden Widerstandes über einen bestimmten Punkt hinaus, auf einmal aller Wirkung verlustig gehen sollte. Sodann lehrt die Erfahrung in Bezug auf den analogen Fall der Empfindungshemmung, dafs nicht nur bei gleichzeitiger Einwirkung sehr starker Reize schwache Reize keine, sondern auch stärkere Reize abgeschwächte Empfindungen hervorrufen: bei spätem Tageslicht werden die Sterne nicht, aber gleichzeitig der Mond blaß und lichtarm gesehen, im Fabrikgetöse wird eine schwache Menschenstimme nicht, eine starke aber als eine schwache wahrgenommen. Drittens aber läßt sich auch durch directe Wahrnehmung feststellen, dafs etwa der ebenmerkliche Unterschied zwischen Schallreizen von 300 und 400 kleiner erscheint als der gleich grofse aber übermerkliche zwischen Schallreizen von 50 und 150. Mit Rücksicht auf alledem darf die Annahme dafs, sowie kleine Unterschiede durch die hemmende Wirksamkeit der zu Grunde liegenden Empfindungen gar nicht, gröfsere durch die nämliche Ursache wenigstens geschwächt wahrgenommen werden, sicher als eine wohlbegründete angesehen werden; und es ist nach sämtlichen vorhergehenden Untersuchungen wohl mindestens als plausibel zu betrachten, dafs auch diese Abschwächung proportional den Intensitäten der hemmenden Empfindungen stattfinden wird. Nehmen wir also versuchsweise einmal an, dafs jeder Unterschied zweier Empfindungen  $E$  und  $E'$  um einen der Summe oder dem Mittel dieser Empfindungen proportionalen Betrag  $H(E + E')$  abgeschwächt wird, so lassen sich die auf Grund dieser Annahme bei Versuchen nach der Methode der mittleren Abstufungen zu erwartenden Resultate in einfacher Weise berechnen und an die vorliegenden Thatsachen verificiren. Nennen wir nämlich von den äufseren Reizen den kleineren  $R$  und den gröfseren  $pR$ , die entsprechenden Empfindungen  $E$  und  $pE$ , die als gleichweit von beiden entfernt geschätzten Reize und Empfindungen  $xR$  und  $xE$ , so betragen abgesehen von der Hemmung die gleichgeschätzten Empfindungsdifferenzen

$$xE - E \text{ und } pE - xE$$

Werden aber nach Obigem beide um einen den Summen der einschlägigen Empfindungen proportionalen Betrag herabgesetzt, so gelangen als Differenzen thatsächlich zur Wahrnehmung:

$$xE - E - H(xE + E) \text{ und } pE - xE - H(pE + xE)$$

Werden diese einander gleichgesetzt, so ergibt sich des Weiteren:

$$\begin{aligned} xE - E - H(xE + E) &= pE - xE - H(pE + xE) \\ 2xE &= pE - H pE + E + HE \\ x &= \frac{1}{2}p + \frac{1}{2} - \frac{1}{2}H(p - 1) \end{aligned}$$

Daraus folgt aber Verschiedenes:

1. Da  $p > 1$ , muß der als in der Mitte liegend geschätzte Reiz  $xR$  kleiner sein als das arithmetische Mittel aus den äußeren Reizen  $(\frac{1}{2}p + \frac{1}{2})R$ .

2. Sofern der Werth  $H$  constant bleibt (wie dieses für ein bestimmtes Sinnesgebiet und bei unveränderter Versuchseinrichtung vorauszusetzen ist), ist  $x$  durch  $p$  vollständig bestimmt; wo also das Verhältniß zwischen den äußeren Reizen constant bleibt, muß, trotz beliebiger Variation der absoluten Intensitäten derselben, auch das Verhältniß des als in der Mitte liegend geschätzten Reizes zum kleineren (und ebenso zum größeren) der äußeren Reize sich constant erhalten.

3. Sofern der Werth  $H$  constant bleibt, muß  $x$  eine lineare, also geometrisch durch eine gerade Linie darzustellende Function von  $p$  sein.

Eben diese Gesetzmäßigkeiten nun, welche wir als notwendige Folgerungen aus der aufgestellten Hypothese deducirt haben, lassen sich aus den Versuchsergebnissen MERKEL's und AMENT's, sowie schliesslich auch aus denjenigen ANGELL's, mit leichter Mühe und in unzweideutigster Weise herauslesen; wie im Folgenden nachgewiesen werden soll.

In Bezug auf den ersten Punkt brauchen wir keine Worte zu verlieren. Daß der geschätzte mittlere Reiz überall, mit sehr wenigen Ausnahmen (welche später auch ihre Erklärung finden werden), hinter das arithmetische Mittel der äußeren Reize zurückbleibt, ist von allen erwähnten Autoren übereinstimmend festgestellt und wiederholt hervorgehoben worden.

Was den zweiten Punkt anbelangt, muß auf die Tabellen IV bis XXII verwiesen werden, in welchen sämtliche einschlägige, von den genannten Autoren mitgetheilte Versuchsergebnisse mit Angabe der Herkunft zusammengestellt und nach den Werthen von  $p$  geordnet worden sind. Es bedeuten darin  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_m$ , wie gebräuchlich, die äusseren Reize und den geschätzten mittleren Reiz; über Ursprung und Bedeutung der in den letzten zwei Verticalcolumnen enthaltenen Zahlen wird S. 375 Aufschluß gegeben; der Sinn der übrigen Zahlen erklärt sich aus den Aufschriften von selbst. Vorläufig hat man sich nur davon zu überzeugen, daß für gleiche Werthe von  $p$  überall auch nahezu gleiche Werthe von  $x$  vorliegen.

Tabelle XV.

(Lichtempfindungen. MERKEL's Tabellen IX—XIII. *Philosophische Studien* 4, 567—568.)

Nr. der Tab. bei MERKEL	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
IX	0,5	1	0,721	2	1,4	0,27	1,4
IX	24	48	39,79	2	1,2		
IX	0,5	2	1,166	4	2,3		2,1
XI	0,5	2	1,18	4	2,4		
XIII	0,5	2	1,17	4	2,3		
XI	2	8	4,70	4	2,4		
X	8	32	18,61	4	2,4		
XI	8	32	19,80	4	2,5		
IX	24	96	58,21	4	2,4		
XI	24	96	61,08	4	2,5		
XI	96	384	248,5	4	2,6		
X	384	1536	1040	4	2,7		
XI	384	1536	1032	4	2,7		
XII	384	1536	999	4	2,6		
IX	0,5	4	1,86	8	3,7	0,27	3,6
IX	24	192	93,6	8	3,9		
IX	0,5	8	2,98	16	6,0		6,5
XIII	0,5	8	3,56	16	7,1		
X	2	32	12,04	16	6,0		
IX	24	384	157,7	16	6,6		
X	96	1536	675,5	16	7,0		
XII	96	1536	736,7	16	7,7		



Nr. der Tab. bei MERKEL	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
IX	0,5	16	5,45	32	10,9	0,27	12,3
IX	24	768	293,8	32	12,2		
XII	32	1536	580,3	48	18,1		
IX	0,5	32	8,3	64	16,6		25,0
X	0,5	32	8,93	64	17,9		
XIII	0,5	32	10,44	64	20,9		
IX	24	1536	472,3	64	19,7		
X	24	1536	517,6	64	21,6		70,7
XIII	0,5	96	24,8	192	49,6		
XII	8	1536	399,6	192	49,7		
XIII	0,5	384	68,5	768	137,0		281,0
XII	2	1536	289	768	144,5		
XII	0,5	1536	211,7	3072	423,4		1121,9
XIII	0,5	1536	194,9	3072	389,8		

Tabelle XVI.

(Druckempfindungen. MERKEL's Tabellen XXIII—XXVc. *Philosophische Studien* 5, 269—271.)

Nr. der Tab. bei MERKEL	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
XXIVa	1	2	1,481	2,0	1,5	0,13	1,4
XXVa	1	2	1,466	2,0	1,5		
XXIVb	2010	4010	3361	2,0	1,7		
XXVb	2010	4010	3316	2,0	1,6		1,5
XXIVa	51	110	78,5	2,2	1,5		
XXVa	51	110	78,79	2,2	1,5		
XXIVb	21	51	35,60	2,4	1,7		1,6
XXVb	20	50	34,50	2,5	1,7		1,7
XXIVc	6	21	12,37	3,5	2,1		2,1
XXIVc	510	2010	1257	3,9	2,5		2,3
XXVc	510	2010	1268,5	3,9	2,5		
XXVc	5	20	11,44	4,0	2,3		2,3
XXIVb	1010	4010	2664	4,0	2,6		
XXVb	1010	4010	2714	4,0	2,7		2,3
XXIVa	51	210	116,3	4,1	2,3		

Nr. der Tab. bei Merkel	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
XXVa	51	210	121,9	4,1	2,4		2,3
XXIVc	51	210	123,5	4,1	2,4		
XXVc	51	210	126,5	4,1	2,5		
XXIVb	11	51	30,03	4,6	2,7		2,6
XXIVc	11	51	29,03	4,6	2,6		
XXIVc	110	510	283,3	4,6	2,6		
XXVc	110	510	300,7	4,6	2,7		2,7
XXIVc	210	1010	572,7	4,8	2,7		
XXVc	210	1010	598,7	4,8	2,8		
XXIVa	1	5	2,721	5,0	2,7		
XXVa	1	5	2,784	5,0	2,8		
XXIVc	1	5	2,52	5,0	2,5		
XXVc	1	5	2,52	5,0	2,5		2,7
XXVc	2	10	5,19	5,0	2,6		
XXVb	10	50	28,80	5,0	2,9		
XXVc	10	50	28,20	5,0	2,8		
XXIVc	1010	5025	3157	5,0	3,1		
XXVc	1010	5025	3186	5,0	3,2		
XXIVc	21	110	59,44	5,2	2,8	0,13	2,8
XXVc	21	110	60,6	5,2	2,9		
XXIVc	2	11	5,55	5,5	2,8		
XXIVb	510	4010	2397	7,9	4,7		4,0
XXVb	510	4010	2388	7,9	4,7		
XXIVb	6	51	27,34	8,5	4,6		
XXIII	1	10	4,689	10,0	4,7		
XXVa	1	10	4,839	10,0	4,8		
XXIII	2	20	9,801	10,0	4,9		
XXIII	5	50	21,97	10,0	4,4		
XXVb	5	50	25,15	10,0	5,0		
XXIII	10	100	46,36	10,0	4,6		
XXIII	20	200	92,37	10,0	4,6		4,9
XXIII	50	500	215,3	10,0	4,3		
XXIVa	51	510	230,4	10,0	4,5		
XXVa	51	510	247,5	10,0	4,9		
XXIII	100	1000	430,7	10,0	4,3		
XXIII	200	2000	948,3	10,0	4,7		
XXIII	500	5000	2435	10,0	4,9		
XXIVa	1	11	5,263	11,0	5,3		

Nr. der Tab. bei MERKEL	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
XXIVb	3	51	23,87	17,0	7,4	0,13	8,0
XXIVb	210	4010	2132	19,1	10,2		} 8,9
XXVb	210	4010	2176	19,1	10,4		
XXIVa	51	1010	425,2	19,8	8,3		9,2
XXVa	1	20	8,885	20,0	8,9		} 9,3
XXVa	51	1020	465,4	20,0	9,1		
XXIVa	1	21	9,255	21,0	9,3		9,7
XXVb	2	50	22,02	25,0	11,0		11,4
XXIVb	110	4010	2061	36,5	18,7		} 16,4
XXVb	110	4010	2050	36,5	18,6		
XXIVa	51	2010	793	39,4	15,6		} 17,7
XXVa	51	2010	887,4	39,4	17,4		
XXVa	1	50	20,8	50,0	20,8		} 22,3
XXVb	1	50	20,57	50,0	20,6		
XXIVa	1	51	21,12	51,0	21,1		} 22,8
XXIVb	1	51	20,96	51,0	21,0		
XXIVb	51	4010	1998	78,6	39,2		} 34,8
XXVb	51	4010	1934	78,6	37,9		
XXIVa	51	5025	2232	98,4	43,8		} 43,4
XXVa	51	5025	2101	98,4	41,2		

Tabelle XVII.

(Druckempfindungen.<sup>1</sup> MERKEL's Tab. XXVI. *Philosophische Studien* 5, 271.)

Nr. der Tab. bei MERKEL	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
XXVI	1	10	5,040	10	5,0	0,11	5,0
"	2	20	10,71	10	5,4		
"	5	50	23,65	10	4,7		
"	10	100	49,35	10	4,9		
"	20	200	101,5	10	5,1		
"	50	500	240,1	10	4,8		
"	100	1000	475,6	10	4,8		
"	200	2000	1063	10	5,3		
"	400	4000	3541	10	8,8		

<sup>1</sup> Wegen erheblicher Verschiedenheit der Versuchseinrichtung mußten diese Zahlen, ebenso wie diejenigen der beiden folgenden Tabellen, ge-



Tabelle XVIII.

(Druckempfindungen. MERKEL's Tabelle XXVII. *Philosophische Studien* 5, 271.)

Nr. der Tab. bei MERKEL	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
XXVII	1	10	4,547	10	4,5	0,20	4,6
"	2	20	9,498	10	4,7		
"	5	50	22,12	10	4,4		
"	10	100	46,25	10	4,6		
"	20	200	93,47	10	4,7		
"	50	500	223,9	10	4,5		
"	100	1000	445,2	10	4,5		
"	200	2000	991,8	10	5,0		
"	400	4000	3022	10	7,6		

Tabelle XIX.

(Druckempfindungen. MERKEL's Tabelle XXVIII. *Philosophische Studien* 5, 271.)

Nr. der Tab. bei MERKEL	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
XXVIII	1	10	4,770	10	4,8	0,16	4,8
"	2	20	10,08	10	5,0		
"	5	50	22,93	10	4,6		
"	10	100	47,88	10	4,8		
"	20	200	97,15	10	4,9		
"	50	500	231,3	10	4,6		
"	100	1000	460,9	10	4,6		
"	200	2000	1019	10	5,1		
"	400	4000	3365	10	8,4		

sondert von den vorhergehenden dargestellt werden, obgleich sie inhaltlich gut zu denselben passen.

## Tabelle XX.

(Schallempfindungen. MERKEL's Tabellen XVI—XIX. *Philosophische Studien* 5, 519—520.)

Nr. der Tab. bei MERKEL	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
XIX	5,062	10,12	7,563	2,0	1,5		1,4
XVI	2,025	6,075	4,060	3,0	2,0		
XVI	4,993	14,98	9,911	3,0	2,0		
XVI	9,886	29,66	19,88	3,0	2,0		
XVI	39,73	119,2	80,39	3,0	2,0		
XVI	77,89	233,7	155,0	3,0	2,0		1,8
XVI	146,6	439,8	305,4	3,0	2,1		
XVI	260,8	782,4	524,6	3,0	2,0		
XVI	795,2	2386	1600	3,0	2,0		
XVI	1234	3702	2461	3,0	2,0		
XIX	5,062	24,96	14,73	4,9	2,9	0,20	2,6
XVII	2,025	10,12	6,146	5,0	3,0		
XVII	4,993	24,96	14,93	5,0	3,0		
XVII	9,886	49,43	29,15	5,0	2,9		
XVII	39,73	198,7	118,1	5,0	3,0		2,6
XVII	77,89	389,5	231,7	5,0	3,0		
XVII	146,6	733,0	435,8	5,0	3,0		
XVII	260,8	1304	773,3	5,0	3,0		
XVII	795,2	4771	2551	6,0	3,2		3,0
XVII	1234	7404	3915	6,0	3,2		
XIX	5,062	49,43	25,90	9,8	5,1		4,5
XVIII	2,025	20,25	11,39	10,0	5,6		
XVIII	4,993	49,93	27,89	10,0	5,6		
XVIII	9,886	98,86	55,89	10,0	5,6		
XVIII	39,73	397,3	210,8	10,0	5,3		4,6
XVIII	77,89	778,9	411,8	10,0	5,3		
XVIII	146,6	1466	757,3	10,0	5,2		
XVIII	260,8	2608	1330	10,0	5,1		
XVIII	2,025	30,37	15,16	15,0	7,5		
XVIII	4,993	74,89	38,25	15,0	7,7		6,6
XVIII	9,886	148,3	75,9	15,0	7,7		
XIX	5,062	98,86	44,59	19,5	8,8		8,4
XIX	5,062	198,7	79,25	39,2	15,6		16,3
XIX	5,062	389,5	141,6	76,9	28,0		30,8
XIX	5,062	733,0	244,8	144,8	48,4		58,5
XIX	5,062	1304	384,7	257,6	76,0		103,6
XIX	5,062	2386	604,2	471,4	119,4		185,2
XIX	5,062	3702	893,9	731,3	176,7		293,1

Tabelle XXI.

Schallempfindungen.<sup>1</sup> MERKEL's Tab. XX—XXI. *Philos. Stud.* 5, 521—522.)

Nr. der Tab. bei MERKEL	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
XXI	1590	2468	2043	1,6	1,3	0,17	1,2
XX	5,062	10,12	7,560	2,0	1,5		1,4
XXI	869,5	2468	1675	2,9	1,9		1,8
XX	5,062	24,96	14,89	4,9	2,9		2,6
XXI	488,6	2468	1479	5,1	3,0		2,7
XXI	259,6	2468	1340	9,5	5,2		4,5
XX	5,062	49,43	26,70	9,8	5,3		4,7
XXI	132,5	2468	1207	18,6	9,1		8,3
XX	5,062	132,5	65,58	26,2	13,0		11,5
XXI	49,43	2468	1109	49,9	22,4		21,3
XX	5,062	259,6	121,6	51,3	24,0		21,9
XX	5,062	488,6	216,9	96,5	42,8		40,7
XXI	24,96	2468	1015	98,8	41,5		41,6
XX	5,062	869,5	354,9	171,8	70,1		71,9
XXI	10,12	2468	946,5	243,9	93,5		101,8
XX	5,062	1590	596,0	314,1	117,7		130,9
XX	5,062	2468	831,8	487,6	164,3		201,9
XXI	5,062	2468	875	487,6	172,9		

Tabelle XXII.

Schallempfindungen. AMENT's Tabelle XI.<sup>2</sup> *Philosophische Studien* 16, 177.)

Nr. der Tab. bei AMENT	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_1}{R_2}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
XI	11,24	46,95	24,00	4,2	2,1	0,40	2,0
-	4,50	32,78	14,19	7,3	3,2		2,9
-	4,50	46,95	20,91	10,4	4,6		3,8
-	1	11,24	4,14	11,2	4,1		4,1
-	1	20,76	6,75	20,8	6,8		6,9
-	1	32,78	9,34	32,8	9,3		10,5
-	1	46,95	14,78	47,0	14,8		14,8

<sup>1</sup> Die Zahlen dieser Tabelle sind aus Zweckmäßigkeitsrücksichten, weil nämlich die Curve derselben etwas anders verläuft als diejenige der Zahlen aus Tab. XX, gesondert von den letzteren dargestellt worden. (Vgl. Figg. —11, S. 373.)

<sup>2</sup> Da die vier Tabellen AMENT's sich auf Versuche beziehen, welche



Tabelle XXIII.

(Schallempfindungen. AMENT's Tab. XII. Philosophische Studien 16, 177.)

Nr. der Tab. bei AMENT	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
XII	11,24	46,95	26,12	4,2	2,3	0,24	2,2
"	4,50	32,78	15,11	7,3	3,4		3,4
"	4,50	46,95	23,32	10,4	5,2		4,6
"	1	11,24	4,88	11,2	4,9		4,9
"	1	20,76	8,16	20,8	8,2		8,5
"	1	32,78	11,94	32,8	11,9		13,1
"	1	46,95	19,47	47,0	19,5		18,5

Tabelle XXIV.

(Schallempfindungen. AMENT's Tab. XIII. Philosophische Studien 16, 181.)

Nr. der Tab. bei AMENT	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
XIII	11,24	46,95	25,28	4,2	2,2	0,36	2,0
"	4,50	32,78	17,15	7,3	3,8		3,0
"	4,50	46,95	23,79	10,4	5,3		4,0
"	1	11,24	4,15	11,2	4,2		4,3
"	1	20,76	7,23	20,8	7,2		7,3
"	1	32,78	10,53	32,8	10,5		11,2
"	1	46,95	14,34	47,0	14,3		15,7

Tabelle XXV.

(Schallempfindungen. AMENT's Tab. XIV. Philosophische Studien 16, 181.)

Nr. der Tab. bei AMENT	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
XIV	11,24	46,95	25,86	4,2	2,3	0,33	2,1
"	4,50	32,78	16,04	7,3	3,6		3,1
"	4,50	46,95	22,17	10,4	4,9		4,2
"	1	11,24	3,98	11,2	4,0		4,5
"	1	20,76	6,93	20,8	6,9		7,7
"	1	32,78	12,25	32,8	12,3		11,8
"	1	46,95	15,75	47,0	15,8		16,6

entweder mit verschiedenen Versuchspersonen oder mit verschiedener Versuchseinrichtungen ausgeführt wurden, mußten die Ergebnisse derselber gesondert zusammengestellt werden.

Tabelle XXVI.

(Schallempfindungen. ANGELL's<sup>1</sup> Tab. IIa. *Philosophische Studien* 7, 441.)

Nr. der Tab. bei ANGELL	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
IIa	40	120	75,8	3,0	1,9	0,00	2,0
"	20	79	55,5	4,0	2,8		2,5
"	20	111	61,7	5,6	3,1		3,3
"	20	144	84,8	7,2	4,2		4,1

Tabelle XXVII.

(Schallempfindungen. ANGELL's Tab. IIb. *Philosophische Studien* 7, 441.)

Nr. der Tab. bei ANGELL	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
IIb	40	120	77,5	3,0	1,9	0,08	1,9
"	20	79	56	4,0	2,8		2,4
"	20	111	60,5	5,6	3,0		3,1
"	20	144	86,8	7,2	3,6		3,8

Tabelle XXVIII.

(Schallempfindungen. ANGELL's Tab. III. *Philosophische Studien* 7, 443.)

Nr. der Tab. bei ANGELL	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
III	20	50	33,6	2,5	1,7	0,06	1,7
"	20	60	37,2	3,0	1,9		1,9
"	20	70	38,9	3,5	1,9		2,2
"	20	79	44,6	4,0	2,2		2,4
"	20	90	52,9	4,5	2,6		2,6
"	20	102	63,6	5,1	3,2		2,9
"	20	144	84,4	7,2	4,2		3,9

<sup>1</sup> Auch die ANGELL'schen Tabellen erfordern mit Rücksicht auf die Verschiedenheit der Versuchspersonen und Versuchseinrichtungen eine gesonderte Darstellung. Zu denselben ist noch zu bemerken, daß die drei ersteren (unsere Tabellen XXVI, XXVII und XXVIII) nur der Vollständigkeit halber hier aufgenommen sind, da sie nach ANGELL's eigener Aussage a. a. O. S. 447) als wenig zuverlässig zu betrachten sind.

Tabelle XXIX.

(Schallempfindungen. ANGELL's Tabellen IV—VI. *Philos. Stud.* 7, 453—454.)

Nr. der Tab. bei ANGELL	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
IV	10	40	21,3	4,0	2,1	0,24	2,1
VI	10	40	21,4	4,0	2,1		
IV	15	60	32,2	4,0	2,1		
V	15	60	32,2	4,0	2,1		
VI	15	60	31,1	4,0	2,1		
IV	20	80	43,5	4,0	2,2		
V	20	80	46,6	4,0	2,3		
VI	20	80	41,2	4,0	2,1		
IV	25	100	52,5	4,0	2,1		
V	25	100	53,9	4,0	2,2		

Tabelle XXX.

(Schallempfindungen. ANGELL's Tabellen VII—VIII a. *Philos. Stud.* 7, 457—465.)

Nr. der Tab. bei ANGELL	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
VII bis VIII a	20	60	35,00	3,0	1,8	0,33	1,7
	10	40	19,62	4,0	2,0		2,0
	15	60	28,60	4,0	1,9		
	20	80	41,61	4,0	2,1		
	20	100	43,77	5,0	2,2		2,3

Tabelle XXXI.

(Schallempfindungen. ANGELL's Tabellen VII—VIII b. *Philos. Stud.* 7, 457—465.)

Nr. der Tab. bei ANGELL	$R_1$	$R_2$	$R_m$	$p = \frac{R_2}{R_1}$	$x = \frac{R_m}{R_1}$	$H$ be- rechnet	$x$ be- rechnet
VII bis VIII b	20	60	35,75	3,0	1,8	0,22	1,8
	10	40	20,49	4,0	2,0		2,2
	15	60	32,33	4,0	2,2		
	20	80	43,71	4,0	2,2		
	20	100	51,11	5,0	2,6		2,6



Man braucht diese Tabellen nur durchzusehen, um überall bestätigt zu finden, daß nicht nur  $x$  unter allen Umständen regelmäßig mit  $p$  ansteigt, sondern daß auch, wo für ein bestimmtes Sinnesgebiet und bei unveränderter Versuchseinrichtung, aber bei beliebiger Variation der verwendeten Reizintensitäten,  $p$  constant oder nahezu constant erhalten wird, sich für  $x$  merklich gleiche Zahlen ergeben. Den entscheidendsten Beweis hierfür liefern wohl die obigen Tabb. XVII—XIX, wo die für Grenzeize von 1 und 10 gr erhaltenen Werthe  $x$ , bei proportionaler Verstärkung jener bis über die Beträge von 100 und 1000 gr hinaus, nur unbedeutende und unregelmäßige Schwankungen erkennen lassen. Aber wie gesagt, die nämliche Gesetzmäßigkeit findet sich in allen übrigen Tabellen ohne Ausnahme wieder; die aus der aufgestellten Hypothese S. 360 abgeleitete zweite Folgerung, nach welcher  $x$  durch  $p$  bestimmt sein muß, findet also in den Versuchsergebnissen MERKEL's, AMENT's und ANGELL's ihre volle Bestätigung.

An dritter und letzter Stelle wurde aus jener Hypothese abgeleitet, daß für ein bestimmtes Sinnesgebiet und bei unveränderter Versuchseinrichtung  $x$  eine lineare, durch eine gerade Linie darzustellende Function von  $p$  sein muß. Um sich zu überzeugen, inwiefern die vorliegenden Versuchsergebnisse dieser Forderung genügen, wolle man die nachfolgenden Diagramme (Figg. 5—15), in welchen die Abscissen  $p$ -Werthe, die Ordinaten  $x$ -Werthe veranschaulichen, zu Rathe ziehen. In Bezug auf dieselben ist noch zu bemerken, daß einzelne von den Zahlen der Tabb. XVI, XX und XXI so nahe auf einander gedrängt sind, daß sie in den entsprechenden Figuren keinen Platz haben finden können; der Inhalt der übrigen Tabellen ist vollständig dargestellt worden. Wo für Einen Werth von  $p$  mehrere Werthe für  $x$  vorlagen, ist selbstverständlich das Mittel aus denselben zur graphischen Darstellung verwendet.

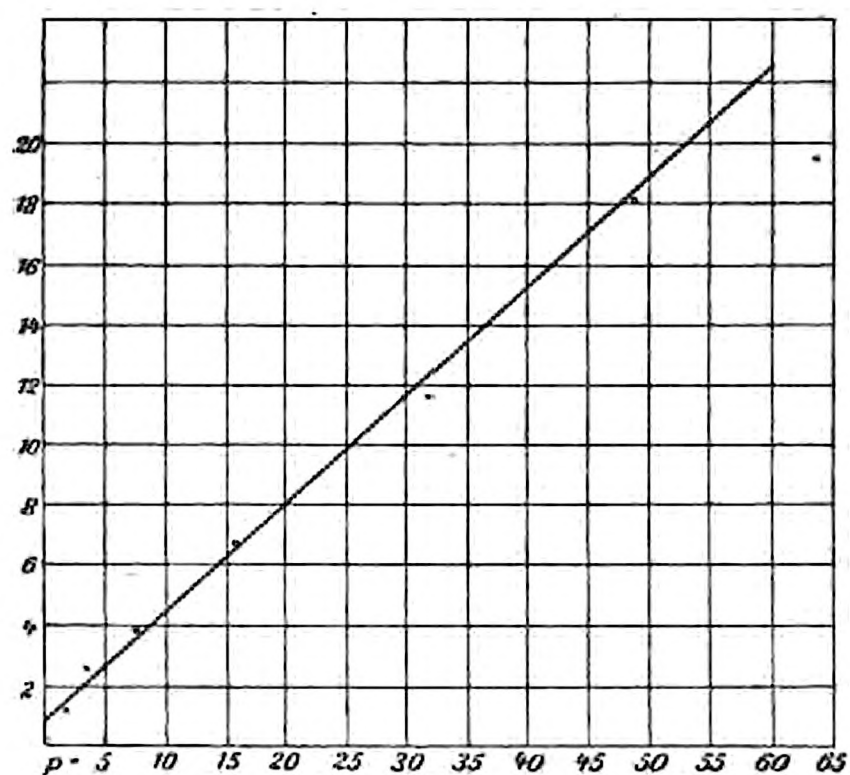


Fig. 5. (Tabelle XV, kleinere Werthe.)

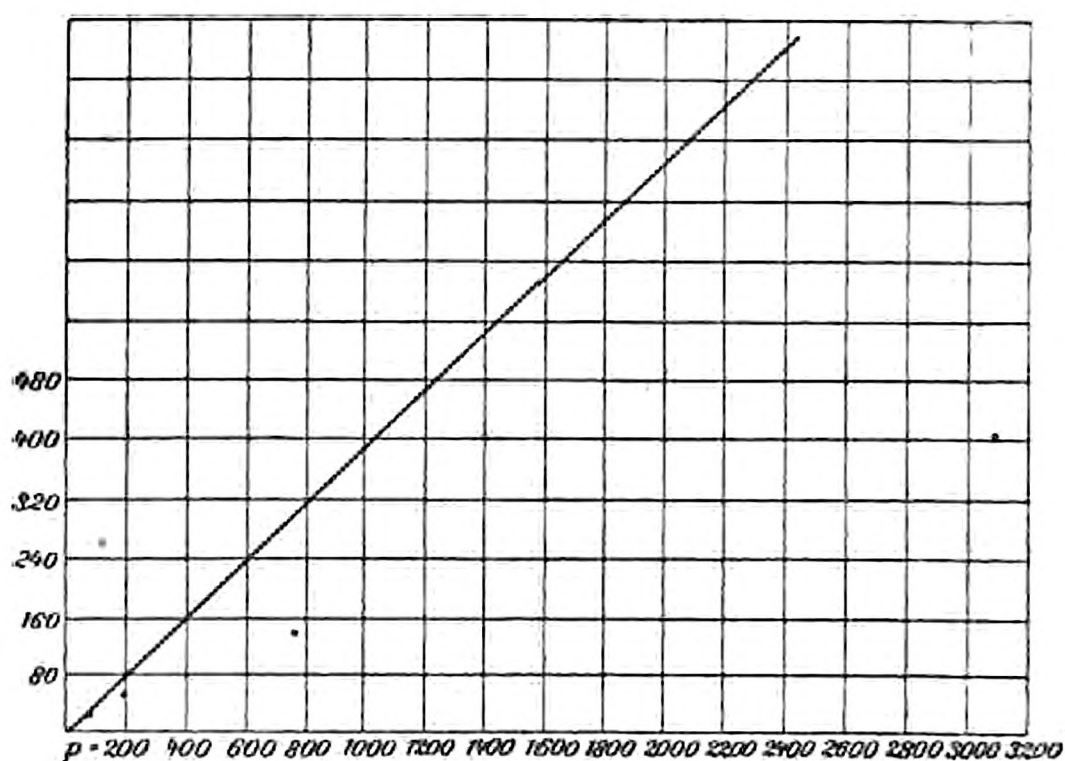


Fig. 6. (Tabelle XV, größere Werthe.)

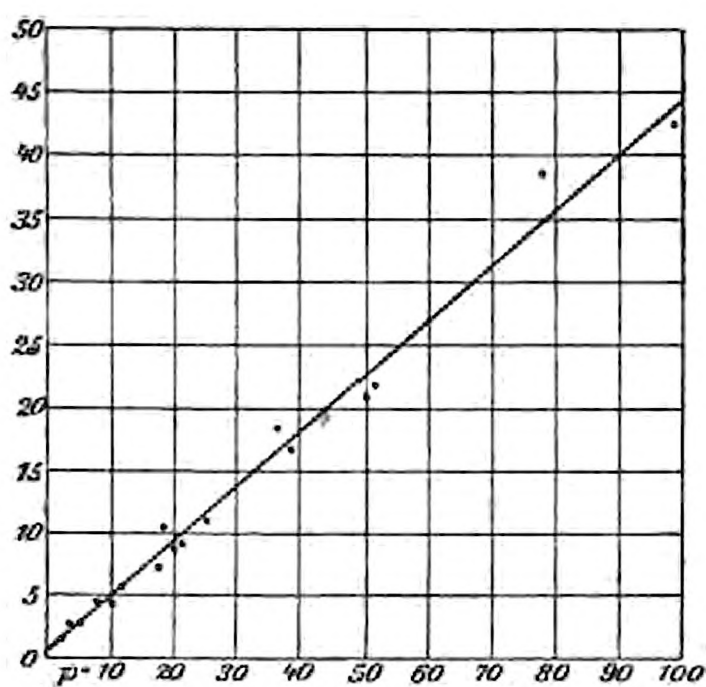


Fig. 7. (Tabelle XVI.)

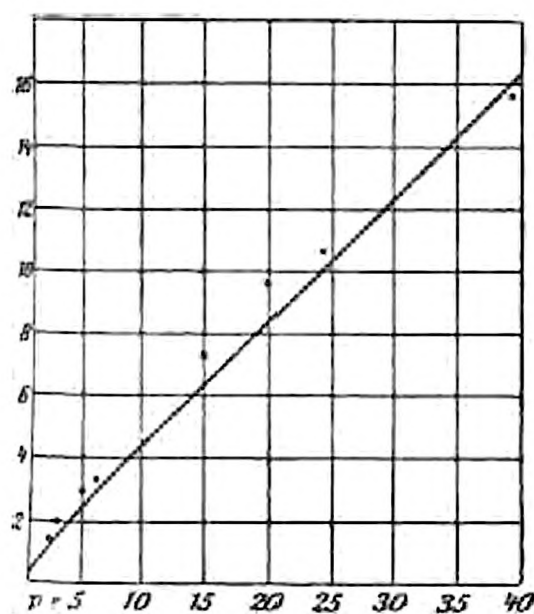


Fig. 8. (Tab. XX, kleinere Werthe.)

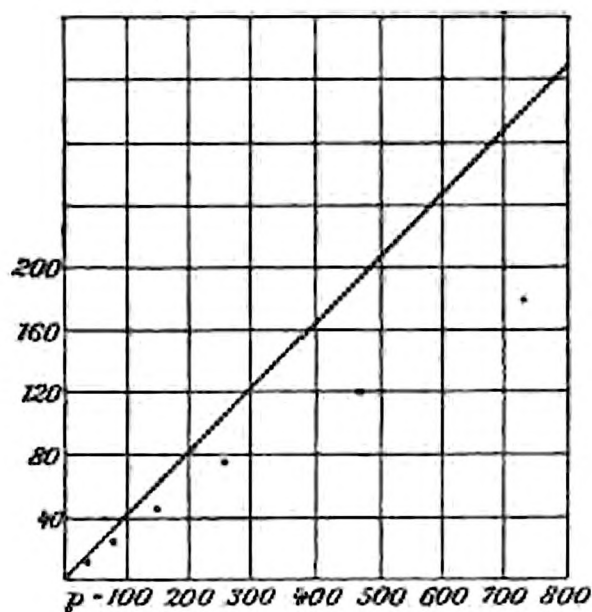


Fig. 9. (Tab. XX, größere Werthe.)

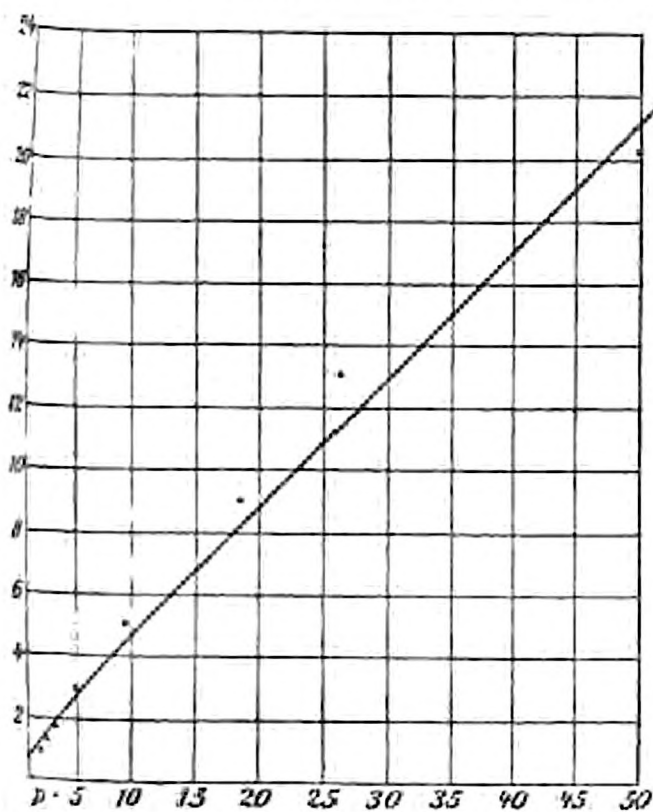


Fig. 10. (Tab. XXI, kleinere Werthe.)

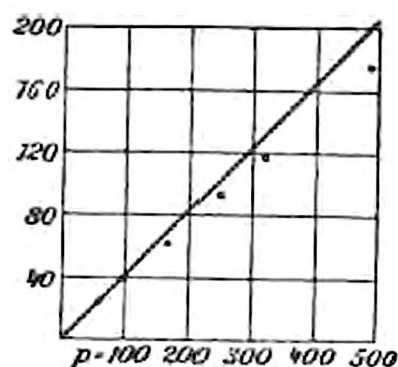


Fig. 11. (Tab. XXI, größere Werthe.)



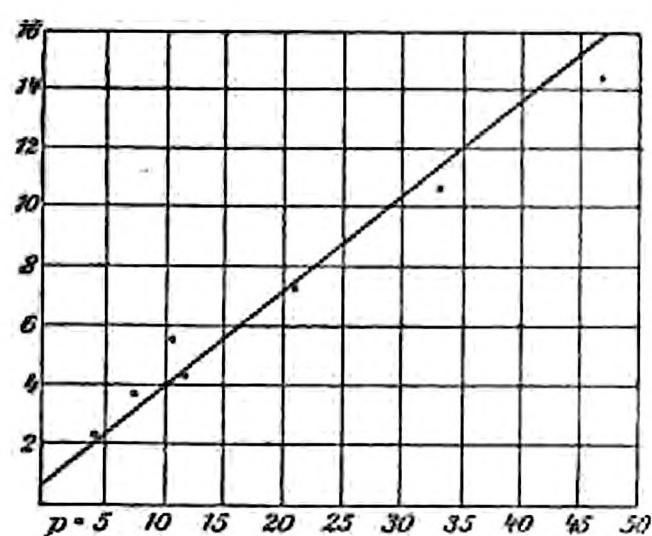


Fig. 12. (Tab. XXII.)

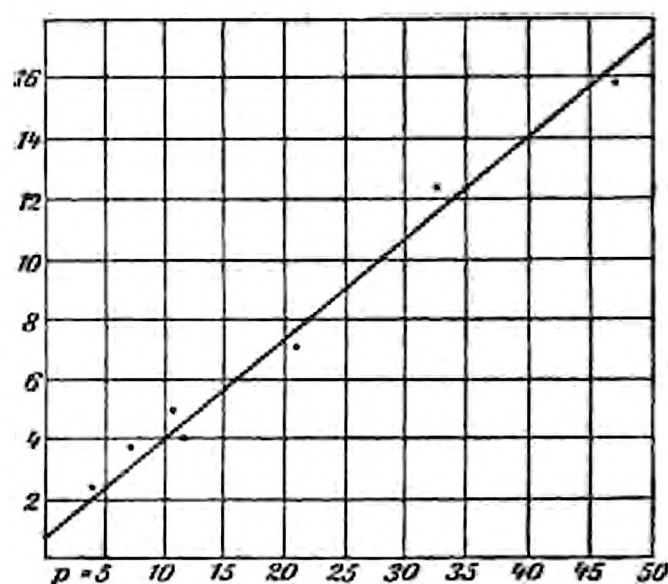


Fig. 13. (Tab. XXIII.)

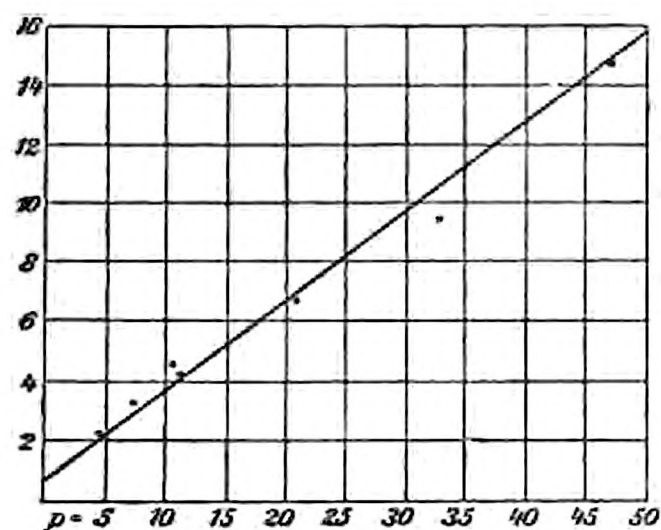


Fig. 14. (Tab. XXIV.)

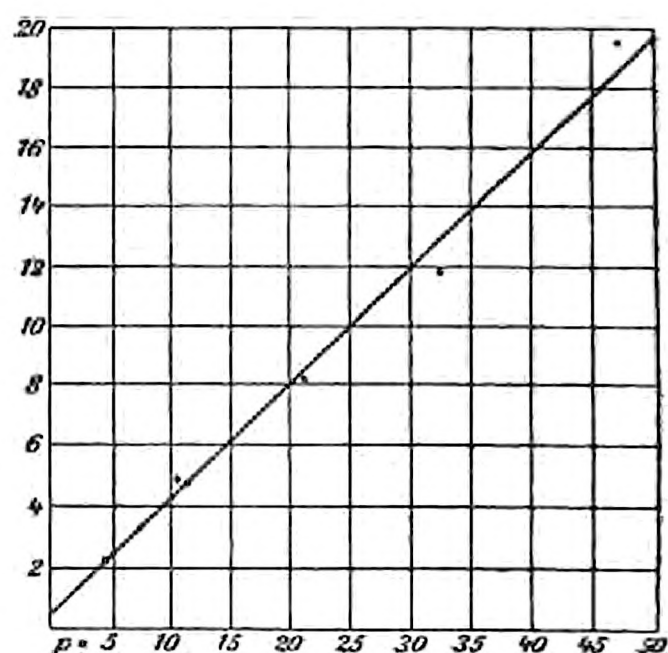


Fig. 15. (Tab. XXV.)

Auch über die Deutung dieser Figuren kann kein Zweifel bestehen: in jeder derselben vertheilen sich die durch schwarze Tüpfel angegebenen Endpunkte der Ordinaten, mit geringen und unregelmäßigen Abweichungen, auf die beiden Seiten einer die Ordinatenaxe etwas oberhalb des Nullpunktes schneidenden Geraden; nur für die höchsten  $p$ -Werthe zeigen einige dieser Geraden eine Tendenz, weniger steil als Anfangs zu verlaufen, was später (S. 375—377) seine Erklärung finden soll. Hiervon abgesehen, zeigen also die betreffenden Punktsysteme eben denjenigen Verlauf, welchen sie nach der hypothetischen Formel von S. 360:

$$x = \frac{1}{2} p + \frac{1}{2} - \frac{1}{2} H (p-1)$$

oder:

$$x = \frac{1}{2} H + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} p (1-H)$$

besitzen sollen; es bleibt nur noch zu untersuchen, ob der durch  $\frac{1}{2}(1 - H)$  bestimmte Neigungswinkel der Curven zum Anfangspunkte derselben, welcher durch  $\frac{1}{2}(1 + H)$  bestimmt wird, paßt. Zu diesem Zwecke ist für jede der Tabb. XV—XXXI aus den gegebenen Werthen von  $p = \frac{R_2}{R_1}$  und  $x = \frac{R_m}{R_1}$  der wahrscheinliche Werth von  $H$  berechnet, und durch Substitution dieses Werthes in der obigen Formel für jeden Betrag von  $p$  der zugehörige Betrag von  $x$  ermittelt worden; die solcherweise gewonnenen Zahlen habe ich in die letzten zwei Verticalcolumnen der betreffenden Tabellen eingetragen, und in den entsprechenden Figuren durch ausgezogene Linien dargestellt. Die Uebereinstimmung der berechneten mit den experimentell ermittelten Werthen läßt, von jener Abweichung für höhere  $p$ -Werthe abgesehen, nur wenig zu wünschen übrig.

Zusammenfassend können wir also sagen, daß die nach Analogie unserer früheren Ergebnisse von uns aufgestellte Hypothese einer der Intensität zweier verglichener Empfindungen proportional verlaufenden Verkleinerung des zwischen denselben wahrgenommenen Unterschiedes durch die Resultate MERKEL's, AMENT's und ANGELL's übereinstimmend und in exacter Weise bestätigt wird. Die Zuverlässigkeit dieses Ergebnisses wird noch dadurch erhöht, daß die beiden zuletzt besprochenen Gesetzmäßigkeiten den Forschern selbst, aus deren Untersuchungen wir sie ans Licht gefördert haben, durchaus verborgen geblieben sind; demzufolge die Möglichkeit, daß Erwartungstäuschungen zum Zustandekommen derselben mitgewirkt haben sollten, vollständig ausgeschlossen ist.

Wir haben jetzt noch auf einige specielle Punkte kurz einzugehen.

Erstens auf die mehrfach erwähnten Abweichungen vom linearen Charakter der Function  $x = F(p)$ , welche sich mit besonderer Deutlichkeit in den Tabb. XV, XX—XXI und XXIV als ein Zurückbleiben der beobachteten hinter den berechneten  $x$ -Werthen bei höheren Beträgen von  $p$  offenbaren, und auch in den entsprechenden Figg. 5—6, 8—9, 10—11 und 14 als eine merkliche Abbiegung der Curve nach der Abscissenaxe hin hervortreten. Für die Hemmungstheorie können diese Abweichungen

nur den Sinn haben, daß in den betreffenden Fällen entweder eine der (oder die beiden) äußeren Empfindungen eine Abschwächung erfährt, oder aber daß die stärkeren Empfindungen  $R_m$  und  $R_2$  in höherem Maasse als ihrer Stärke entspricht die Wahrnehmung ihres Unterschiedes beeinträchtigen, demzufolge dieser Unterschied abnorm verkleinert erscheint, und erst nach entsprechender Herabsetzung von  $R_m$  demjenigen zwischen  $R_1$  und  $R_m$  gleichgeschätzt werden kann. Es läßt sich nun in den vorliegenden Verhältnissen das Gegebenesein der Bedingungen für diese beiden Möglichkeiten unschwer nachweisen. In Bezug auf die erstere wäre auf Contrastwirkungen Rücksicht zu nehmen, denen zufolge von zwei weit auseinanderliegenden Empfindungen die schwächere noch weiter herabgesetzt erscheinen muß; mit dieser Erklärung stünde in Einklang, was sowohl MERKEL<sup>1</sup> als AMENT<sup>2</sup> gefunden haben, daß nämlich  $R_m$  bei aufsteigendem Verfahren durchwegs mehr als bei absteigendem sich dem stärksten der drei Reize nähert, ein Resultat, welches auch schon von MERKEL<sup>3</sup> auf den Einfluß des Contrastes zurückgeführt wurde. Was sodann die zweite Möglichkeit anbelangt, so wäre auch hier, ähnlich wie bei den oberen Abweichungen vom WEBER'schen Gesetz (S. 355—356), an Complicationen durch Gefühlswirkungen zu denken, welche entweder auf den intensiveren Empfindungen an und für sich anhaftenden Unlustcharakter, oder auf das Ueberraschungsgefühl, welches ihre starke Abweichung von den vorhergegangenen Empfindungen hervorruft, beruhen können, in beiden Fällen aber eine Verstärkung ihrer Hemmungswirkung ergeben müssen. Für diese Erklärung würde sprechen, daß die genannte Abweichung bei Druckempfindungen entweder (Tab. XVI, Fig. 7) nicht vorkam, oder selbst (Tabb. XVII, XVIII, XIX) in entgegengesetzter Richtung verlief; was den Ergebnissen MERKEL's in Bezug auf die oberen Abweichungen vom WEBER'schen Gesetz vollständig entspricht, und in gleicher Weise wie dort zu deuten wäre (S. 356). Welche der beiden Erklärungen die richtige ist, oder inwiefern beide zusammen gelten, muß späteren Untersuchungen zu entscheiden überlassen werden; uns kann die Einsicht genügen, daß Abweichungen

---

<sup>1</sup> *Philosophische Studien* 5, 269.

<sup>2</sup> *Philosophische Studien* 16, 196.

<sup>3</sup> *Philosophische Studien* 5, 273.



von der beschriebenen Art von vornherein, und zwar aus doppeltem Grunde, zu erwarten waren.

Sodann sind noch einige Gesetzmäßigkeiten von untergeordneter Bedeutung zu besprechen, welche die mehrfach genannten Autoren in ihren Versuchsergebnissen vorgefunden haben, und welche sich sämtlich auf das Verhältniß des geschätzten mittleren Reizes zum geometrischen und zum arithmetischen Mittel aus den beiden äußeren Reizen beziehen. Zur Erläuterung der Art und Weise, wie sich nach der hier vertretenen Auffassung dieses Verhältniß mit dem Werthe von  $p$  ändern muß, sind in Fig. 16 die Curven für  $\sqrt{p}$ ,  $\frac{1}{2}p + \frac{1}{2}$  und  $\frac{1}{2}p + \frac{1}{2} - \frac{1}{2}H(p-1)$

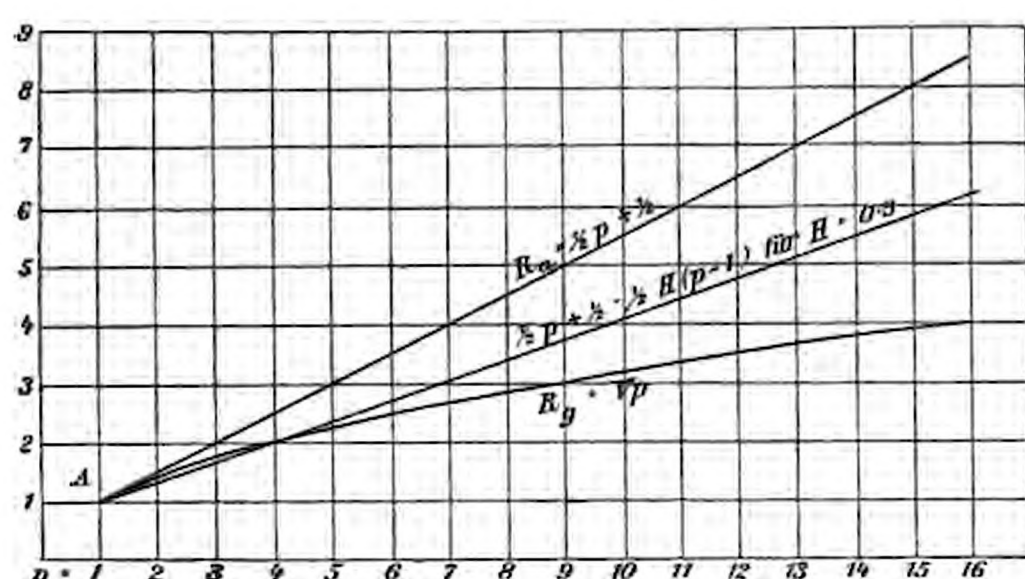


Fig. 16.

(letztere für  $H = 0,3$ , während die Curven für kleinere Werthe von  $H$  sämtlich gerade Linien sind, welche durch  $A$  gehen und zwischen der Curve für  $H = 0,3$  und derjenigen für das arithmetische Mittel  $R_a$  verlaufen) zusammengestellt worden; es läßt sich also aus dieser Figur für jeden Werth von  $p$  das entsprechende Größenverhältniß zwischen dem geometrischen Mittel  $\sqrt{R_1 R_2} = \sqrt{R_1 \cdot p R_1} = R_1 \sqrt{p}$ , dem arithmetischen Mittel  $\frac{1}{2}(R_1 + R_2) = \frac{1}{2}(R_1 + p R_1) = R_1 (\frac{1}{2}p + \frac{1}{2})$  und dem nach der Theorie als in der Mitte liegend zu schätzenden Reiz  $R_1 x = R_1 (\frac{1}{2}p + \frac{1}{2} - \frac{1}{2}H(p-1))$  ohne Weiteres ablesen. Ein Blick auf diese Figur kann nun Mehreres, was sonst sonderbar oder zufällig erscheinen müßte, als durchaus in der Ordnung oder selbst nothwendig erkennen lassen. Erstens die vielbesprochene Thatsache, daß, während nach MERKEL und AMENT bei Schallempfindungen der geschätzte mittlere Reiz sich

dem arithmetischen Mittel aus den äusseren Reizen annähert, ANGELL dafür in denjenigen Versuchsreihen, welche allein er als zuverlässig gelten liess, Werthe fand, welche sich nahezu mit dem geometrischen Mittel aus den äusseren Reizen decken. Dieser scheinbare Widerspruch löst sich sofort, wenn man erwägt, dass (auch nach den Versuchen MERKEL's und AMENT's)  $H$  für Schallempfindungen um den der mittleren Curve in Fig. 16 zu Grunde gelegten Werth 0,3 oscillirt, dass in den betreffenden Versuchen ANGELL's  $p$  niemals höhere Werthe als 5 erreichte, und dass nach der Figur für diese Werthe von  $p$  die untere und die mittlere Curve nahezu zusammenfallen. Die Vermuthung AMENT's<sup>1</sup>, dass die kleinen Reizintervalle, mit welchen ANGELL arbeitete, sein abweichendes Resultat verschuldet haben, findet also volle Bestätigung. Hierzu ist noch zu bemerken, dass das althergebrachte, auf die subjective Eintheilung der Sterne in Grössenklassen sich stützende Argument für die logarithmische Hypothese durch eine analoge Betrachtung als nicht entscheidend nachgewiesen werden kann. Es verhalten sich nämlich die mittleren Intensitäten zweier auf einander folgender Grössenklassen ungefähr wie 1 : 2,5, also die Intensitäten zweier durch eine mittlere getrennter Grössenklassen wie 1 : 6,25; nun beträgt nach MERKEL's Versuchen für Lichtempfindungen  $H$  etwa 0,27; für diese Werthe gehen aber in der Figur die untere und die mittlere Curve nur noch wenig aus einander. — In gleicher Weise lassen sich einige weitere Aussagen AMENT's mit leichter Mühe aus der Figur bestätigen, oder auch als einer Correctur bedürftig nachweisen. Dass z. B., wie AMENT für Licht- und Schallreize festgestellt hat,  $R_m$  um so mehr in der Richtung nach dem stärkeren Reiz hin von  $R_g$  differirt, je grösser die Intervalle der Grenzreize werden<sup>2</sup>, lässt sich aus dem linearen Charakter der mittleren gegenüber dem parabolischen der unteren Curve sofort als nothwendig erkennen. Ein Gleiches gilt von seiner Bemerkung, dass die Function  $F_a = 1 - \frac{R_m}{R_a}$  theils unregelmässig verläuft, theils eine gewisse Constanz aufweist<sup>3</sup>: indem nämlich  $R_a$  und  $R_m$  beide lineare Functionen von

<sup>1</sup> *Philosophische Studien* 16, 195.

<sup>2</sup> *Philosophische Studien* 16, 179.

<sup>3</sup> a. a. O. 180.

$p$  bedeuten, sind die Zuwächse beider bei beliebiger Verstärkung von  $p$  einander proportional, woraus sich wenigstens für nicht allzukleine Beträge von  $p$  eine annähernde Constanz von  $F_a$  ergibt. Genauer gesprochen, ist nach dem Vorhergehenden:

$$F_a = 1 - \frac{R_m}{R_a} = \frac{R_a - R_m}{R_a} = \frac{\frac{1}{2} H (p - 1)}{\frac{1}{2} p + \frac{1}{2}} = H \frac{p - 1}{p + 1};$$

es muß also bei zunehmendem  $p$   $F_a$  gegen  $H$  limitiren: eine Folgerung, welche durch die Tabellen MERKEL's und AMENT's im Großen und Ganzen bestätigt wird. — Auch eine andere sich aus diesen Tabellen ergebende Thatsache, daß nämlich

$$F_g = \frac{R_m}{R_g} - 1 \text{ mit wachsendem } p \text{ regelmäfsig und ziemlich}$$

schnell zunimmt, hätte man aus der Figur oder aus den derselben zu Grunde liegenden Formeln vorhersagen können. Denn

$$\begin{aligned} F_g &= \frac{R_m}{R_g} - 1 = \frac{R_m - R_g}{R_g} = \frac{\frac{1}{2} p + \frac{1}{2} - \frac{1}{2} H (p - 1) - \sqrt{p}}{\sqrt{p}} \\ &= \frac{1}{2} \left( (1 - H) \sqrt{p} + \frac{1 + H}{\sqrt{p}} - 1 \right); \end{aligned}$$

dieser Betrag muß aber offenbar, da  $\frac{1 + H}{\sqrt{p}}$  nur zwischen

einem die Einheit wenig übersteigendem Werthe und Null variiren kann, mit  $p$  regelmäfsig anwachsen. — Dagegen würde eine letzte Bemerkung AMENT's, wenn dieselbe richtig wäre, Allem zuwiderlaufen, was wir im Vorhergehenden vorausgesetzt und stets wieder bestätigt gefunden haben. Er ist nämlich der Ansicht, daß nicht nur die absolute Abweichung vom geometrischen Mittel  $R_m - R_g$ , sondern auch die relative  $F_g = \frac{R_m}{R_g} - 1$ ,

aufser von dem Verhältniß der äufseren Reize  $p$ , noch von den absoluten Intensitäten derselben abhängt<sup>1</sup>; während nach obiger Erörterung  $F_g$  ausschließlic durch  $H$  und  $p$  bestimmt sein müßte. Nun beruht aber die Behauptung AMENT's nur auf die Ergebnisse, welche er einmal bei Versuchen mit äufseren Reizen von 1 und 11,24, sodann bei solchen mit äufseren Reizen von 4,50 und 46,95 gewonnen hat: es verhalten sich nämlich diese beiden Reizpaare annähernd gleich, während doch merklich verschiedene Beträge von  $F_g$  herauskommen. Zieht man aber die obigen, sämtliche Versuche AMENT's zusammenfassenden

<sup>1</sup> a. a. O. 180.



Figg. 12—15 oder die entsprechenden Tabb. XXII—XXV zu Rathe, so ergibt sich, daß eben die Versuche mit den äußeren Reizen 1 und 11,24 einen Ausnahmefall darstellen, indem sie allein die überall sonst vorliegende regelmässige Zunahme von  $x$  mit  $p$  durch einen mehr oder weniger jähen Abfall unterbrechen. Da diese Erscheinung in allen vier Versuchsreihen AMENT's in durchaus gleicher Weise zurückkehrt, analoge Erscheinungen aber so gut wie nirgends sonst nachweisbar sind (man vergleiche die sämtlichen Figg. 5—15), so muß die Ursache derselben wohl in irgend einer Unvollkommenheit des Versuchsapparates oder der Versuchseinrichtung zu finden sein; jedenfalls eignen sich die betreffenden Ergebnisse nicht dazu, allgemeine Gesetzmässigkeiten auf dieselben aufzubauen. Leider hat AMENT sonst nicht mit Reizpaaren von verschiedener Intensität aber gleichem oder nahezu gleichem Verhältniß experimentirt; MERKEL aber um so mehr. Bei den Versuchen des letzteren hat sich aber durchwegs  $x$ , und demnach auch  $F_0$ , von der absoluten Intensität der äußeren Reize unabhängig gezeigt; wie denn ersteres aus unseren darauf bezüglichen Tabellen, und das andere aus den entsprechenden Tabellen von MERKEL selbst, direct zu entnehmen ist.

Schließlich haben wir uns noch einen Augenblick bei den früher ermittelten und in die vorletzten Verticalcolumnen der Tabb. XV—XXXI eingetragenen  $H$ -Werthen aufzuhalten. Allerdings haftet denselben, indem wir die für hohe  $p$ -Werthe gefundenen Zahlen von der Berechnung ausschließen und hierbei mehr oder weniger willkürlich die Grenze ziehen mußten, eine gewisse Unsicherheit an; trotzdem darf nicht unbeachtet bleiben, daß sie sämtlich eine ausgesprochene Tendenz bekunden, sich den relativen Unterschiedsschwellen für die betreffenden Gebiete anzunähern. Für Schallempfindungen ergibt sich als Durchschnittswerth für  $H$  aus den MERKEL'schen Tabellen 0,19, aus den AMENT'schen 0,33, aus den ANGELL'schen, sofern dieselben von ihm als zuverlässig anerkannt wurden, 0,26; die relative Unterschiedsschwelle für das betreffende Gebiet beträgt etwa 0,30. Für Druckempfindungen fand MERKEL bei verschiedenen Versuchseinrichtungen die relativen Unterschiedsschwellen 0,09, 0,10 und 0,08<sup>1</sup>, denen die oben festgestellten  $H$ -Werthe 0,13, 0,11 und 0,20 entsprechen. Endlich

<sup>1</sup> *Philosophische Studien* 5, 257—262.

für Lichtempfindungen beträgt  $H$  nach den MERKEL'schen Tabellen 0,27, während die unter gleichen Umständen von ihm ermittelten relativen Unterschiedsschwellen zwischen 0,04 und 0,66 sich bewegen<sup>1</sup>. Auf so rohen Uebereinstimmungen weittragende Folgerungen zu bauen, wäre offenbar gefährlich; doch scheint es mir für die Beurtheilung der hier vorgetragenen Theorie nicht ohne Bedeutung zu sein, daß die beiden Werthe, welche von ihr als das Maass der Verdrängung und als das Maass der Abschwächung von Unterschiedsempfindungen durch gleichzeitige und gleichlocalisirte Empfindungen gedeutet werden, wenigstens nicht zu weit auseinandergehen.

---

Welche wären also unsere Resultate, und welchen Werth hätten wir denselben beizulegen?

Wir haben erstens für vier Sinnesgebiete, und zwar sowohl bei Mischung als bei gesonderter Anwendung der Reize, gefunden, daß schwache Empfindungen durch stärkere in einem den Intensitäten der letzteren proportionalen Maasse aus dem Bewusstsein verdrängt werden;

sodann, daß eine Erweiterung dieses Gesetzes auf die Verdrängung von schwachen Unterschiedsempfindungen genügt, um die Thatsache der Unterschiedsschwelle, den allgemeinen Inhalt des WEBER'schen Gesetzes, den Umfang in welchem dasselbe gilt, sowie die oberen und unteren Abweichungen von demselben zu erklären;

und zuletzt, daß eine abermalige Erweiterung dieses Gesetzes auf die Abschwächung von stärkeren Unterschiedsempfindungen uns befähigt, von den bei Anwendung der Methode der mittleren Abstufungen durch MERKEL, AMENT und ANGELL erhaltenen Versuchsergebnissen durchgängige und exacte Rechenschaft zu geben.

Der Werth dieser Ergebnisse scheint mir zunächst darin zu liegen, daß sie die Vielheit der vorliegenden Erscheinungen in einfacherer und übersichtlicherer Weise, als bis jetzt möglich war, zu beschreiben gestatten. Außerdem weisen sie auf eine innere Zusammengehörigkeit dieser Erscheinungen hin, und fordern einen gemeinsamen Erklärungsgrund für dieselben.

---

<sup>1</sup> *Philosophische Studien* 4, 557—561.

Dagegen ist die Art und Weise, wie im Vorhergehenden diese Zusammengehörigkeit formulirt wurde, als eine durchaus provisorische zu betrachten; Begriffe wie Unterschiedsempfindung, Intensität der Unterschiedsempfindung u. dergl. sind sicher nicht dazu angethan, unzergliedert und unverändert ihren Platz in der Wissenschaft zu behaupten. Ich muß demnach ausdrücklich bitten, in jenen von mir verwendeten Ausdrücken keinen tieferen Sinn zu vermuthen; sollte man mich auffordern dieselben zu definiren, so könnte ich nur antworten: ich meine damit dasjenige quantitativ abstufbare Psychische, welches durch den gegebenen Unterschied zweier verglichener Empfindungen oder Reize hervorgerufen wird, und in unseren Aussagen über wahrgenommene Unterschiede seinen naturgemäßen Ausdruck findet. Das ist allerdings keine Definition welche sich sehen lassen darf; aber ich habe keine bessere, und glaube auch, daß wir vorläufig einer besseren entrathen können. Es scheint mir nicht nur möglich sondern auch nützlich, ehe wir mit dem begrifflichen Oberbau anfangen, den thatsächlichen Unterbau zu prüfen, zu befestigen und zu Ende zu führen: wird doch dieser jenen zu tragen haben. Wenn wir über die Gesetze einig sind, werden die Begriffe sich finden.

*(Eingegangen am 29. Mai 1901.)*

---