

Ueber Raumwahrnehmungen im Gebiete des Tastsinnes.

Von

Charles Hubbard Judd.

Mit 1 Figur im Text.

I. Zur Kritik der Methoden.

Man darf wohl behaupten, dass fast alle die zahlreichen Forscher, die über Raumwahrnehmungen im Gebiet des Tastsinnes Versuche ausführten und, wie nicht bezweifelt werden kann, zu höchst wichtigen Ergebnissen gelangt sind, die von E. H. Weber herührende Methode ziemlich kritiklos angewandt haben. Freilich findet man in der Literatur auch einige andere Methoden erwähnt, aber dieselben wurden mit wenigen Ausnahmen entweder bald wieder ganz aufgegeben, oder die durch dieselben gewonnenen Resultate wurden im Sinne derjenigen Theorien gedeutet, welche aus der Anwendung der Weber'schen Methode hervorgegangen waren. Es ist aber begreiflich, dass die nach dieser Methode gewonnenen Resultate nur dann richtig verwerthet werden können, wenn man sich zuvor klar macht, welche Fragen hier zu beantworten sind, und wie weit die in Betracht kommende Methode zu der Beantwortung dieser Fragen brauchbar ist. Die Weber'sche Methode will die »Feinheit des Ortssinnes« dadurch bestimmen, dass sie diejenige Distanz feststellt, bei welcher zwei empfundene Punkte auf der Haut als eben trennbar aufgefasst werden können. Diese eben merkliche Trennbarkeit der Punkte ist von der eben merklichen Größe der Ausdehnung wohl zu unterscheiden. Dies hat schon

Fechner folgendermaßen ausgeführt¹⁾: »Wenn ein weißer Kreis auf schwarzem Grunde oder umgekehrt zu klein ist oder aus zu großer Ferne betrachtet wird, so wird er nicht mehr erkannt. Wenn zwei Punkte oder parallele Fäden einander zu nahe sind oder aus zu großer Ferne betrachtet werden, so verfließen sie für das Auge, und die Distanz derselben wird unmerklich. Die Grenze, wo das Erste eintritt, kann als Schwelle der erkennbaren Größe, die, wo das Letzte eintritt, als Schwelle der erkennbaren Distanz bezeichnet werden.«

Diese zwei Arten von Schwellen sind nun nicht immer klar von einander unterschieden worden, und es schien daher wünschenswerth, eine Reihe von Versuchen anzustellen, die den Unterschied derselben und ihre Beziehung zu einander prüfen sollten.

Betrachten wir zunächst die Weber'sche Methode als eine Methode für die Messung der erkennbaren Distanz (den Begriff »Distanz« in dem von Fechner gebrauchten Sinne genommen, in welchem er nur die Trennung zweier Eindrücke bedeutet), so erheben sich Bedenken gegen diese Verfahrungsweise aus folgendem Grunde. Wenn zwei Eindrücke auf der Haut als verschiedene erkannt worden sind, so kann diese Unterscheidung nur durch den qualitativ verschiedenen Empfindungsinhalt derselben ermöglicht werden. Die Frage, wie diese qualitativen Unterschiede auf verschiedenen Stellen der Körperoberfläche entstanden sind, soll uns hier nicht beschäftigen. Wir nehmen ihre Existenz als empirisch gegeben an und bezeichnen dieselben nach Lotze's²⁾ Vorgang als Localzeichen. Dass nun für die Vergleichung von Localzeichen die Weber'sche Methode keine günstigen Bedingungen bietet, ergibt sich schon aus den Principien, die Weber selbst aufgestellt hat. Denn er fand sowohl bei der Untersuchung von Druck- wie bei der von Temperaturempfindungen, dass sich successive Reize für die Vergleichung von Empfindungen besser eignen, als simultane. Ebenso hat er bereits darauf hingewiesen, dass man Geschmackswie Geruchsempfindungen nur successiv vergleichen könne. Ebenso wenig ist ihm dies beim Tastsinn entgangen, wie aus folgender Stelle ersichtlich ist: „Facilius impressiones duas illas discernimus

1) Elem. der Psychophys. Bd. I. S. 245.

2) Medicinische Psychologie, S. 331.

separatasque sentimus, si non eodem plane temporis momento ab utroque cruro attingimur, sed perbreui quidem aliquo tamen temporis spatio interposito¹⁾.«

Aber diese Beobachtung ist in den Artikel über »Tastsinn und Gemeingefühl« nicht wieder aufgenommen. Es scheint, dass er dieselbe für seine inzwischen ausgebildete Theorie nicht verwerthen konnte und sie deswegen nicht weiter verfolgt hat. Ebenso weiß Funke²⁾, dass die durch die Localzeichen gegebenen qualitativen Unterschiede bei successiven Reizen besser als bei simultanen erkannt werden.

Die Einwände, welche durch Kölliker und Lotze gegen die Weber'sche Theorie erhoben wurden, sind für Weber die Veranlassung zu einer neuen Untersuchung gewesen, in der er eine neue Methode zur Anwendung brachte³⁾. Diese Methode war dem besonderen Zwecke der zu untersuchenden Frage angepasst. Sie bestand darin, dass man eine Hautstelle punctuell reizt und diese gereizte Stelle sodann von der Versuchsperson unter Ausschluss des Gesichtssinnes nachtastend aufsuchen lässt. Die Größe des bei diesem Verfahren von der Versuchsperson begangenen Fehlers steht im umgekehrten Verhältniss zur Feinheit des Raumsinnes. Diese Methode geht augenscheinlich von einem ganz anderen Gesichtspunkte aus wie die erstere, denn hier untersucht man nicht die ebenmerkliche Zweiheit der Eindrücke, sondern es handelt sich lediglich um die Localisationsfähigkeit für einen einzigen Hautreiz. Doch hat Weber die mit dieser Methode gewonnenen Resultate dennoch ganz im Sinne der Theorie verwerthet, zu deren Aufstellung ihn seine erste Methode geführt hatte. Die Methode selbst ist nicht einwurfsfrei. Schon Czermak⁴⁾ hat gezeigt, dass die bei Anwendung derselben in Betracht kommenden Chancen der Art sind, dass in fast allen Fällen die wirklichen Fehler kleiner als die möglichen werden, und dass die Resultate aus diesem Grunde nicht zu verwerthen seien. Mit Czermak stimmt auch Goltz⁵⁾ überein. Ebenso

1) Annotationes anat. et physiol. S. 62 ff.

2) Hermann's Handbuch der Phys. III, 2. S. 400.

3) Sitzungsber. d. sächs. Ges. 1852. S. 85.

4) Sitzungsber. d. W. Akad. 1855. S. 474 ff.

5) De spatii sensu cutis. Inaug.-Diss. Leipzig 1858.

haben Kottenkamp und Ullrich¹⁾ nach dieser Methode eine Reihe von Versuchen ausgeführt, deren Resultate sie jedoch nicht verwerthet haben. Auch Klug²⁾ hat gefunden, dass die so gewonnenen Resultate zu variabel und daher nicht brauchbar waren. Neuerdings haben Bart³⁾, Lewy⁴⁾ und Pillsburry⁵⁾ nach derselben Methode gearbeitet, der Letztere hat versucht sie gegen die von Czermak erhobenen Einwände zu vertheidigen. Neben diesen aus mathematischen Gesichtspunkten gegen die Methode gemachten Einwürfen erheben sich gegen dieselbe auch noch aus praktischen Gründen Bedenken. Die Versuchsperson ist beim Nachtasten genöthigt, zuweilen mehrere Hautstellen zu berühren, bevor sie die ihr als richtig erscheinende Stelle trifft. Da nun der Beobachter hierdurch in der Nachbarschaft des betreffenden Punktes auch noch andere Hautempfindungen hat, so muss die Localisationsfähigkeit zugleich zweifellos beeinträchtigt werden. Andere störende Elemente müssen aus den das Aufsuchen begleitenden Muskel- und Gelenkempfindungen der Hand entstehen. Sie verursachen nämlich erstens eine Lagevorstellung und lenken außerdem die Aufmerksamkeit von der eigentlich gereizten Stelle ab.

Ueber die übrigen in diesem Gebiete verwandten Methoden können wir uns kürzer fassen. Die von Vierordt⁶⁾ und seiner Schule angewandte Methode der richtigen und falschen Fälle ist augenscheinlich nur eine Modification der ersten Weber'schen Methode. Sie dient nur dazu, die Messungen exacter und leichter auszuführen. Die von Fechner vorgeschlagene und von Camerer⁷⁾ angewandte Methode der Aequivalente ist ebenfalls auf die erste Weber'sche Methode zurückzuführen. Das Wesentliche dieser Methode besteht in der Vergleichung von zwei über der Schwelle liegenden Distanzen, indem der auf eine gewisse Körperstelle ausgeübte Reiz constant bleibt und nun auf einer anderen Hautstelle

1) Zeitschr. f. Biol. 1870. Bd. VI. S. 45 ff.

2) Du Bois-Reymond's Arch. f. Phys. (Phys. Abth.) 1877. S. 275 ff.

3) Inaug.-Diss. Juriew 1894.

4) Zeitschr. f. Psych. und Phys. d. Sinnesorg. VIII. S. 231 ff.

5) Amer. Journal of Psych. 1895. VII. S. 42 ff.

6) Grundriss der Physiol. 5. Aufl. 1877. S. 341 ff.

7) Zeitschr. f. Biol. XXIII. 1887. S. 509 ff.

ein zweiter Reiz so lange variirt wird, bis derselbe dem ersten gleich zu sein scheint. In der objectiven Differenz dieser beiden Reize hoffte Camerer das Verhältniss der Feinheit des Raumsinnes zwischen diesen Hautstellen finden zu können. Dies wäre jedoch nur unter der Bedingung möglich, dass beide Distanzen aus verschiedenen großen Empfindungseinheiten zusammengesetzt wären. Hieraus geht ganz deutlich hervor, dass Camerer die kleinste wahrnehmbare Ausdehnung als eine Empfindungseinheit betrachtete, und dass er glaubte, dass zwei als gleich beurtheilte Hautstrecken auch aus einer gleich großen Anzahl von Empfindungseinheiten zusammengesetzt sein müssten. Camerer war sehr überrascht, als die Resultate gegen seine Voraussetzung ausfielen. Er konnte dieselben nicht erklären. Er hat aber augenscheinlich den Fehler begangen, dass er die Schwelle der erkennbaren Distanz mit derjenigen der Größe identificirte.

Czermak¹⁾ und nach ihm Goltz²⁾ haben die von Weber und Lotze beobachtete Thatsache, dass zwei successive Reize leichter voneinander unterschieden wurden als simultane, weiter untersucht. Czermak fand auf diese Weise, dass in diesem Falle die Distanz zwischen zwei eben unterscheidbaren Punkten ungefähr ein Drittel von derjenigen beträgt, die nach der ersten Weber'schen Methode gefunden sind. Diese merkwürdige Thatsache hat aber wenig Beachtung gefunden. Czermak selbst suchte durch sie nur seine eigene Theorie, die ebenfalls auf Grund der nach der ersten Weber'schen Methode gefundenen Resultate aufgestellt war, weiter zu befestigen.

Zur Messung der Schwelle der erkennbaren Größe sind nur wenige Versuche ausgeführt worden. Eisner³⁾ gebrauchte aus Hartgummi gefertigte Cylinder, die einen verschiedenen Durchmesser besaßen, um durch einfaches Aufsetzen derselben auf die Haut die Unterschiedempfindlichkeit für Flächen zu messen. Er fand wichtige Resultate, die er jedoch im Sinne der Czermak'schen Theorie verwerthete, obwohl dieselben genau betrachtet gerade

1) Sitzungsber. d. W. Akad. 1855. XV. S. 466, XVII. S. 588 ff.

2) De spatii sensu cutis. S. 12 ff.

3) Beurtheilung der Größe und der Gestalt von Flächen. Inaug.-Diss. Erlangen 1888.

ein Argument gegen jene abgeben. Einige neuere Forscher wandten für diese Versuche Reize an, die aus continuirlichen Linien oder einfachen geometrischen Formgebilden bestanden. So hat z. B. Goldscheider¹⁾ derartige Linien als Reizmittel vorgeschlagen, obwohl er selbst bei seinen Arbeiten am meisten die erste Weber'sche Methode gebrauchte. Doch muss hierzu noch bemerkt werden, dass er dieselbe modificirte, da es ihm hauptsächlich auf die Unterscheidung der von ihm so bezeichneten spezifischen Druckpunkte ankam. Hoffmann²⁾ untersuchte die Unterscheidungsfähigkeit für Gestalten in einigen pathologischen Fällen. Eine umfangreiche Untersuchung über den Zahl- und Raumbegriff, in der auch derartige Reizmittel in den verschiedensten Abänderungen Verwendung fanden, ist weiter von Nichols³⁾ veröffentlicht worden. Ebenso hat Parrish⁴⁾ continuirliche Reize angewandt, um die Wahrnehmung von ausgefüllten und leeren Zwischenräumen auf der Haut zu untersuchen.

Schließlich sei noch in Kürze die Methode erwähnt, welche von Henri⁵⁾ und Pillsbury⁶⁾ angegeben worden ist. Nach dieser Methode liegt das zu untersuchende Körperglied (Hand oder Arm) der Versuchsperson in einer photographischen Nachbildung von natürlicher Größe vor. Nachdem der Experimentator einen Hautpunkt des entsprechenden wirklichen Körpertheils berührt hat, hat sodann die Versuchsperson die berührte Stelle auf der Photographie anzugeben. Diese Methode hat den Nachtheil, dass sie unter sehr complicirten Bedingungen arbeitet, indem sie als ein ganz neues Moment Gesichtseindrücke in die Untersuchung aufnimmt, die bei der einfachen Localisation von Tasteindrücken nicht in diesem Maße wenigstens vorhanden sind. Pillsbury's Resultate zeigen den Einfluss der Visualisation in auffallender Weise. Man wird

1) Arch. für Anat. und Phys. 1885. Suppl. S. 84 ff. und 95 ff.

2) Stereognostische Versuche, angestellt zur Ermittlung der Elemente des Gefühlssinnes, aus denen die Vorstellungen des Körper im Raume gebildet werden. Inaug.-Diss. Straßburg 1883.

3) Our Notions of Number and Space. Boston 1894.

4) Amer. Journ. of Psych. Vol. VI. S. 514 ff.

5) Archives de Physiol. 1893. S. 619 ff.

6) Amer. Journ. of Psych. VII, 1. S. 42 ff.

aber zugeben müssen, dass dieselbe mit der Fähigkeit zu localisiren an sich noch nichts zu thun habe. Es bedarf daher kaum eines weiteren Nachweises, dass die mit dieser photographischen Methode gewonnenen Resultate nicht die Grundlage für eine Erklärung der einfachen Localisationerscheinungen auf der Hautoberfläche abgeben können, sondern selber wieder einer Erklärung bedürftig sind.

Durch die vorstehende Kritik sollen die mit Hülfe der besprochenen Methoden gewonnenen Resultate in ihrem Werthe in keiner Weise herabgesetzt werden. Die so gefundenen Resultate sind alle von hoher Bedeutung, aber sie sind nur dann vollgültig zu verwerthen, wenn man einen verständnissvollen Einblick in die ihnen zu Grunde liegenden elementaren Vorgänge gewonnen hat.

II. Eigene Versuche.

Wenn wir der später folgenden historischen Uebersicht unsere eigenen Versuche voranstellen, so geschieht dies, weil wir hoffen dürfen, von dem durch die Versuche gewonnenen Standpunkte aus für die erstere ein besseres Verständniss zu gewinnen.

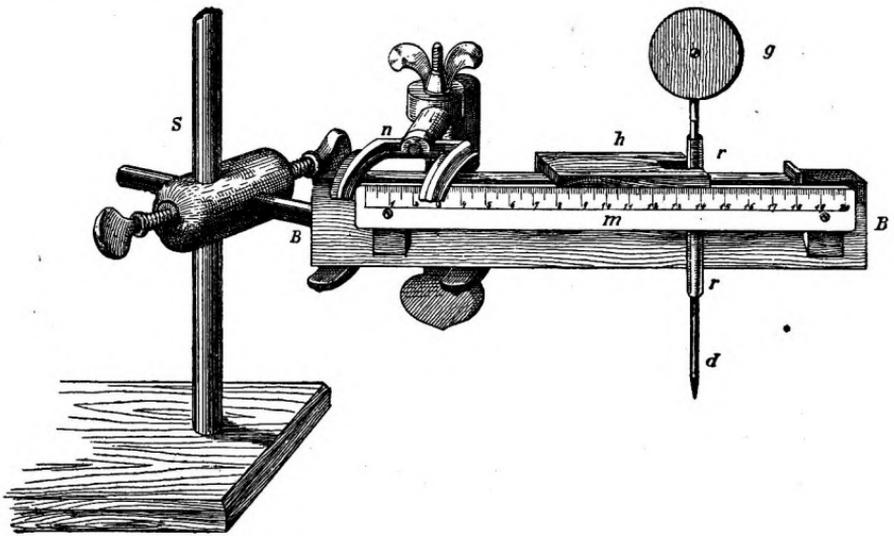
Der einfachste Vorgang im Gebiete des Raumsinnes der Haut ist die Wiedererkennung eines mehrmals nacheinander gereizten Hautpunktes. Diesem Vorgange parallel geht der, dass wir andere Hautpunkte als von diesem verschieden erkennen. Diese beiden Vorgänge näher zu untersuchen soll die erste Aufgabe dieser Arbeit sein. Es handelt sich demnach zunächst um die Bestimmung der Schwelle der erkennbaren Distanz. Erst später kommen wir zu der Untersuchung der Schwelle der erkennbaren Größe und zu der Beziehung zwischen beiden.

Schon in den früheren Arbeiten von Czermak¹⁾ und Goltz²⁾ finden sich einige Andeutungen zur Gewinnung eines einfacheren Verfahrens. Dieses besteht darin, dass man nach deutlicher Auffassung einer berührten Hautstelle eine zweite berührt und diese mit der ersten vergleichen lässt. Diese Vergleichung bezieht sich jedoch nur auf die Localisation der hervorgerufenen Eindrücke,

1) Sitzungsber. d. W. Akad. 1855. XVII. S. 588.

2) De spatii sensu cutis. S. 12 ff.

nicht auf die durch dieselben erzeugten Empfindungen des Drucks und der Temperatur. Um diese letzteren Eigenschaften, sowie auch die Größe der jeweils untersuchten Hautstelle constant halten zu können, und um weiter die Abstände der in Betracht kommenden Hauteindrücke ohne Schwierigkeiten ablesen zu können, wurde für die Versuche ein Apparat verfertigt, wie ihn die beifolgende Abbildung zeigt.



Als Reizmittel diente eine am unteren Ende etwas abgestumpfte Stricknadel *d* von etwa 10 cm Länge, welche aus Knochen gefertigt ist. Dieses Material wurde gewählt, um etwaige Temperaturunterschiede möglichst auszuschalten. Am oberen Ende ist diese Nadel durch eine Bleiplatte *g* beschwert. Der auf diese Weise stets constant ausgeübte Druck entspricht einem Gesamtgewicht von etwa 27 g. Um die Nadel ferner stets senkrecht auf die Haut aufsetzen zu können, ist dieselbe durch ein Glasrohr *rr* geführt, dessen innerer Durchmesser so groß genommen ist, dass die bei der Durchführung der Nadel entstehende Reibung eben vermieden ist. Die Nadel senkt sich daher bei jedem einzelnen Versuche mit ihrem ganzen Gewichte auf den betreffenden Hautpunkt. Das erwähnte Glasrohr ist am oberen Ende in einem wagrecht zu demselben stehenden Brettchen *h* befestigt. Das letztere dient somit als eine

Handhabe für das genannte Glasrohr, welches außerdem in einer horizontal an einem Statif *Sn* befestigten Schiene *BB* leicht hin und her bewegt werden kann. Auf beiden Seiten der Schiene befindet sich eine Millimeter-Scala *m*. Verschiebt man nun das über der oberen Kante der Schiene leicht hingleitende Brettchen, so ist man im Stande, die Entfernung der in Frage kommenden Hautstellen nach Millimetern leicht ablesen zu können. Auf diese Weise glauben wir alle die oben aufgezählten Bedingungen, welche für die Ausführung der Versuche nöthig sind, erfüllt zu haben. Die untersuchte Körperstelle, auf welche sich alle von uns angestellten Versuche beziehen, befindet sich auf der Volarseite des rechten Unterarmes, ungefähr in der Mitte zwischen Ellenbeuge und Handgelenk und ebenso in der Mitte der beiden Seitenränder dieser Körperflächen. Der Arm der Versuchsperson ruhte auf einem niedrigen Tisch, der zugleich den Apparat trug. Um alle Gesichtsvorstellungen während der Versuche streng auszuschließen, befand sich zwischen dem Apparat und dem Auge der Versuchsperson ein aus Pappe gefertigter Schirm, durch welchen der zu untersuchende Arm geführt ward. Zwischen den Einzelversuchen wurden hinreichend lange Pausen eingeschoben, um einer bei den Versuchen möglicherweise auftretenden Ermüdung vorzubeugen. Als Versuchspersonen dienten mir die Herren: Dr. E. Meumann, Dr. F. Kiesow, Mr. G. M. Stratton, Mr. F. D. Sherman und Dr. Bon, denen ich an dieser Stelle zugleich meinen Dank ausspreche.

I. Mit dem beschriebenen Apparate wurden zwei Arten von Versuchsreihen ausgeführt. In der ersten verwandten wir einfache successive Reize. Die Nadel berührte die Haut während drei Sekunden; dieselbe wurde dann aufgehoben und nach möglichst kurzer Zwischenzeit sofort wieder auf die gleiche oder auf eine andere Stelle niedergelassen. Im letzten Falle konnte sich die beim zweiten Aufsetzen der Nadel gereizte Stelle nach der Richtung der Ellenbeuge, nach dem Handgelenke hin oder rechts oder links von dem ersten Eindruck befinden. Nur diese vier Richtungen sind in den Versuchen in Betracht gezogen. Dieselben sind in den Tabellen mit *E*, *H*, *R* und *L* bezeichnet. Die verwandte Methode war die der minimalen Aenderungen, sowohl in der aufsteigenden wie in der absteigenden Reihe. Angefangen wurde stets mit dem Null-

werthe der ersteren. Das Verfahren war insofern ein unwissentliches, als die zu wählende Richtung des zweiten Eindruckes dem Reagenten unbekannt war. In der absteigenden Reihe musste die Richtung natürlich der Versuchsperson bekannt sein. Aus den so entstehenden Verschiedenheiten der beiden Versuchsweisen folgt, dass man für die zu suchenden Mittelwerthe nicht beide Reihen zusammen verwenden darf. In den Tabellen sind daher die Resultate von beiden Reihen angegeben worden. Unterschieden sind dieselben durch darübersetzte Pfeile ($\uparrow\downarrow$). Von der Versuchsperson wurden jedesmal zwei Antworten verlangt. Dieselbe hatte anzugeben, ob der zweite Reiz dieselbe oder eine andere Stelle getroffen hätte, und wenn dies letztere der Fall war, außerdem die Richtung dieses zweiten Reizes zu bezeichnen. Die in der Tabelle I mitgetheilten Werthe geben in Centimetern diejenige Distanz an, bei welcher die Richtungsurtheile anfangen constant der Wirklichkeit zu entsprechen.

Was uns in erster Linie aus der Tabelle entgegentritt, sind die auffallend niedrigen Schwellenwerthe. Tabelle II zeigt zum Vergleiche die Schwellen für zwei Spitzen, wenn dieselben gleichzeitig aufgesetzt werden. Diejenigen Werthe, welche in der ersten Reihe der zweiten Tabelle zusammengeordnet sind, sind aus dem Mittelwerthe der aufsteigenden *E*- und *H*-Reihe in Tabelle I gewonnen, indem aus diesen wiederum das Mittel gezogen ist. Dies ist geschehen, weil die Versuchsreihen, in denen zwei Spitzen gleichzeitig aufgesetzt sind, nur in der Längsrichtung angestellt wurden. Die Vergleichung dieser mit gleichzeitigen und successiven Reizen gewonnenen Werthe zeigt eine annähernde Uebereinstimmung mit den Resultaten, die Czermak und Goltz, wie oben (S. 415) erwähnt, erhalten haben. Die Vergleichung zeigt augenscheinlich, dass die aus successiven Reizen resultirenden Schwellenwerthe viel niedriger liegen, als diejenigen, welche man bei simultanen Eindrücken erhält. Hieraus erhellt, dass die anatomischen Bedingungen für die Unterscheidung zweier punktartiger Eindrücke auf der Hautoberfläche nicht so ungünstig sein können, als man nach den gewöhnlich gefundenen extensiven Schwellenwerthen gemeinhin anzunehmen pflegt, denn die Wahrnehmung der Zweiheit kommt in der That unterhalb dieser Schwellen unter den günstigen Bedingun-

gen, unter denen wir arbeiteten, vor. Hierzu muss noch bemerkt werden, dass die Thatsachen, welche die beigegebenen Tabellen enthalten, noch nicht alles sind, was man als Beweis für die eben angeführte Behauptung anführen kann. Schon Czermak¹⁾ hat bemerkt: »dass man sehr oft mit aller Deutlichkeit die Lage des zweiten Eindruckes wahrzunehmen glaubt — somit jedenfalls schon die Vorstellung zweier getrennter Raumpunkte haben muss — die objective Lage der Eindrücke aber nichtsdestoweniger der vermeintlichen nicht nur nicht entsprechend, sondern sogar geradezu entgegengesetzt sein kann.«

Diese von Czermak mitgetheilte Beobachtung können wir nach unsern Versuchen durchaus bestätigen. Die Versuchsperson konnte oftmals wahrnehmen, dass die zweite berührte Stelle von der zuerst gereizten verschieden war, ohne aber dabei die Richtung der Eindrücke zu erkennen; die letztere wurde in manchen Fällen als unsicher oder als überhaupt unerkennbar angegeben. Verständlich wird diese Erscheinung, wenn man die Selbstbeobachtungen der Versuchspersonen näher ins Auge fasst. Diese Vorgänge werden von den Versuchspersonen folgendermaßen beschrieben: Beim Aufsetzen des ersten Reizes ist die Aufmerksamkeit stark auf die Reizstelle gerichtet. Hierdurch wird eine Druckempfindung erzeugt, welche bei einer Gruppe von Beobachtern ein deutliches Gesichtsbild der getroffenen Armstelle durch Associationen mit sich bringt. Andere sehen in diesem Falle nur einen dunklen Umriss des betreffenden Körpertheils, auf welchen sie den Eindruck dann localisiren. Bei einer dritten Gruppe von Personen fehlen bewusste Gesichtsassociationen gänzlich, diese verlassen sich nur auf die durch die Structurverhältnisse bedingte Druckqualität. Beim Aufsetzen des zweiten Reizes weiß man sofort, ob derselbe in das erste Gesichtsbild hineinpasst oder ob derselbe in Fällen, wo nur die Druckqualität in Betracht kommt, dem ersten Reize gleich oder ungleich ist. Ist nun das zweite Gesichtsbild oder die zweite Druckqualität dem ersten Eindruck nicht gleich, so ist der einfachste Fall der, in dem man sich des einfachen Nichtidentischseins der betreffenden Eindrücke bewusst wird, ohne dabei im Stande zu sein,

1) Moleschott's Unters. 1856. Erster Band. S. 196.

Tabelle I.

E ↑	E ↓	H ↑	H ↓	L ↑	L ↓	R ↑	R ↓	Richtung
Dr. F. Kiesow.								
13	13	13	13	13	13	13	13	Anzahl d. Einzelbestimm.
0,65	0,29	0,65	0,35	0,58	0,28	0,68	0,29	Mittlere Schwelle
0,17	0,13	0,24	0,20	0,12	0,10	0,11	0,13	Mittlere Variation
1,4	0,5	2,0	0,7	0,8	0,5	1,2	0,7	Größte Schwelle
0,4	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,3	0,0	Kleinste Schwelle
Mr. G. M. Stratton.								
12	12	10	10	12	12	10	10	Anzahl d. Einzelbestimm.
0,73	0,64	0,59	0,51	0,73	0,60	0,72	0,46	Mittlere Schwelle
0,17	0,13	0,12	0,17	0,19	0,18	0,14	0,12	Mittlere Variation
1,2	0,8	1,0	1,0	1,4	1,0	1,2	0,6	Größte Schwelle
0,5	0,3	0,4	0,2	0,4	0,2	0,6	0,1	Kleinste Schwelle
Mr. F. D. Sherman.								
10	10	10	10	10	10	10	10	Anzahl d. Einzelbestimm.
0,70	0,60	0,84	0,60	0,88	0,62	0,66	0,52	Mittlere Schwelle
0,20	0,08	0,14	0,12	0,22	0,11	0,11	0,10	Mittlere Variation
1,2	0,8	1,2	1,0	1,6	0,8	0,8	0,6	Größte Schwelle
0,4	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	Kleinste Schwelle
Dr. E. Meumann.								
5	5	5	5	5	5	5	5	Anzahl d. Einzelbestimm.
0,82	0,40	0,96	0,48	0,70	0,36	0,94	0,50	Mittlere Schwelle
0,23	0,08	0,28	0,26	0,08	0,19	0,26	0,24	Mittlere Variation
1,4	0,5	1,6	0,7	0,9	0,8	1,6	0,8	Größte Schwelle
0,6	0,2	0,6	0,0	0,6	0,0	0,4	0,0	Kleinste Schwelle
Dr. F. Bon.								
5	5	5	5	5	5	5	5	Anzahl d. Einzelbestimm.
0,54	0,12	0,54	0,18	0,55	0,18	0,50	0,16	Mittlere Schwelle
0,07	0,06	0,07	0,06	0,11	0,07	0,08	0,07	Mittlere Variation
0,7	0,2	0,6	0,3	0,8	0,3	0,6	0,3	Größte Schwelle
0,5	0,0	0,4	0,1	0,3	0,0	0,4	0,1	Kleinste Schwelle

Tabelle II.

Ki.	St.	Sh.	M.	B.	Beobachter
0,65	0,66	0,77	0,89	0,54	Aus Reihe I. — Mittlere Schwelle
2,50	2,03	2,66	3,49	2,50	Mit 2 Spitzen. — Mittlere Schwelle

Tabelle III.

E ↑	E ↓	H ↑	H ↓	L ↑	L ↓	R ↑	R ↓	Richtung
0,82	0,40	0,96	0,48	0,70	0,36	0,94	0,50	Aus Reihe I
3,0	1,0	1,8	0,4	2,0	1,0	1,4	0,2	} Bestimmungen bei Ermüdung
1,6	1,2	3,2	1,2	0,6	0,2	1,6	0,0	

irgendwelche positive Angaben über ihre qualitativen Unterschiede machen zu können. Sollen nun die beiden hervorgerufenen Eindrücke mit Bezug auf ihre Lage näher in Beziehung zu einander gesetzt werden, was für die Erkennung ihrer Richtung Bedingung ist, so müssen die qualitativen Unterschiede derselben zuvor deutlich erkannt sein. Die Beziehung der Eindrücke zu einander ist aber immer sehr schwierig vorstellbar, wenn die qualitativen Unterschiede sehr gering sind. In diesen Fällen kommt man daher nicht weiter, als bis zum Urtheil der bloßen Nichtidentität. Die Richtung ist hier so unbestimmt, dass sie nicht erkannt werden kann. Das Urtheil der Zweiheit aber kann in diesem Sinne bei minimalen Distanzen vorkommen. Es kann sogar auftreten, wenn man dieselbe Stelle zweimal nacheinander reizt. Zur Erklärung des letzteren Falles lässt sich zweierlei anführen. Man kann einmal annehmen, dass eine Hautstelle, die bereits drei Secunden lang gereizt wurde, sich nicht mehr in dem anfänglichen Zustande befindet. Die so nothwendig entstehenden Empfindungsunterschiede könnten, obwohl sie sehr gering sein müssen, dennoch hinreichend groß sein, um eine sehr eingeübte Versuchsperson zu dem Urtheil »nicht gleich« zu veranlassen. Sodann muss hervorgehoben werden, dass es auch bei der größten Vorsicht fast unmöglich ist, denselben

Hauptpunkt absolut genau zum zweiten Male zu treffen, und ebenso, dass die Applicationsweise der beiden Reize in beiden Fällen nicht immer dieselbe sein dürfte. Ich bin geneigt, auf diese letztere Ursache das meiste Gewicht zu legen, da die Nulldistanz in der aufsteigenden Reihe meistens als »gleich« beurtheilt wurde. Geringe Distanzen von 2 mm aber genügten bereits, um die Ungleichheit der beiden Eindrücke bei einigen Versuchspersonen regelmäßig erkennen zu lassen. Außer den Fällen, in denen die Richtung un deutlich erscheint, gibt es andere, in denen zwar eine Richtung angegeben wird, die aber doch der wirklichen nicht entspricht. Diese falschen Richtungsvorstellungen können, wie Czermak nach dem obigen Citate (S. 419) bereits bemerkte, der wirklichen Richtung gerade entgegengesetzt sein. Es verdient aber hervorgehoben zu werden, dass dies mehr eine Sache des Zufalls ist. Mitunter kommen auch in derselben Versuchsreihe noch unterhalb der Schwelle verschiedenartige falsche Richtungsurtheile vor. Dieselben dürfen nicht immer der subjectiven Unsicherheit zugeschrieben werden, denn man kann das Urtheil einer falschen Richtung abgeben, auch wenn man glaubt, die richtige ganz deutlich erkannt zu haben. Dies ist oft der Fall bei sehr kleinen Distanzen von etwa 3 oder 4 mm. Die dunkel percipirte Zweiheit scheint in diesem Falle die Veranlassung für die Richtungsvorstellung zu sein. Da aber die qualitativen Unterschiede der Localzeichen nicht groß genug sind, um mit klarem Bewusstsein verglichen und in Beziehung gesetzt werden zu können, so kann die beurtheilte Richtung auch nicht von der wirklichen Empfindungsdifferenz abhängen, sondern nur von sich häufenden zufälligen Einflüssen. Beim wissentlichen Verfahren beobachtet man, dass die Richtungen bei viel geringeren Distanzen als beim unwissentlichen erkannt werden. Dies erklärt sich aus dem Umstand, dass an die Stelle der zufälligen Einflüsse die Kenntniss der Richtung tritt. Ein Blick in die Tabelle I wird dies bestätigen. Bei den absteigenden Versuchsreihen, in denen ein wissentliches Verfahren zum Ausdruck kommt, sind die Werthe ohne Ausnahme geringer, als in den aufsteigenden Reihen. In den absteigenden Reihen kommen außerdem nicht selten richtige Richtungsurtheile auch bei den Nulldistanzen vor. Diese Erscheinung ist jedoch, theilweise wenigstens, dem Einflusse der Erwartung

zuzuschreiben, auf welche wir weiter unten zurückkommen werden.

Die hervorgehobenen Thatsachen lassen keinen Zweifel darüber zu, dass das Urtheil der Richtung ein weit complicirterer Vorgang ist, als das der Zweiheit. Das letztere kann, wie bereits ausgeführt wurde, lediglich der einfachen Wahrnehmung des Nichtidentischseins der Eindrücke entstammen. Derjenige Vorgang jedoch, durch welchen die Erkennung der Richtung zum Bewusstsein kommt, mag folgendermaßen beschrieben werden. Von jedem Punkte der Haut aus verändert sich allmählich die Qualität der Localzeichen. Wenn nun zwei derartige Localzeichen wahrgenommen werden, so müssen ihre positiven qualitativen Empfindungsinhalte, damit sie in einer einzigen Vorstellung auf einander bezogen werden können, deutlich aufgefasst werden. Dies ist aber nur dann möglich, wenn die Localzeichen deutlich von einander unterschieden werden, da dieselben sonst zu einem einzigen Eindrücke verschmelzen oder durch ihre Aehnlichkeit der deutlichen Perception der Zweiheit große Schwierigkeit darbieten würden. Die Gebiete, in denen die Localzeichen völlig gleich erscheinen, sind sehr klein und müssen als Punkte betrachtet werden. Die qualitativen Unterschiede wachsen aber nur sehr langsam, so dass zwei Punkte, welche ganz deutlich verschiedene Qualitäten liefern, die man, um zu einer neuen Gesamtvorstellung zu gelangen, untereinander vergleichen muss, schon eine ziemlich beträchtliche Distanz annehmen müssen. Diese Distanzen sind die Schwellenwerthe, welche in der Tabelle I angegeben sind. Dass aber diese Distanzen durch ein gleichzeitiges Aufsetzen von zwei Spitzen gemessen werden können, muss auf das Entschiedenste zurückgewiesen werden. Was in diesem letzterwähnten Falle vor sich geht, soll später untersucht werden. Vorläufig erscheint es hinreichend bewiesen, dass die Schwellenwerthe für diese Distanzen durch die von uns angewandte Methode einwurfsfreier bestimmt sind. Hiermit soll aber nicht gesagt sein, dass die Schwellenwerthe constant bleibende Größen seien. Die mittleren Variationen sind, wie man aus den Tabellen ersieht, nicht unbedeutend und der Unterschied zwischen den größten und kleinsten Schwellen ist manchmal ein recht bedeutender. Hieraus folgt jedoch nicht, dass die Methode unbrauchbar ist, sondern nur, dass

das Richtungsurtheil ein zusammengesetzter, von vielen Bedingungen abhängiger Vorgang ist.

Von großem Interesse ist der Einfluss der Erwartung¹⁾. Hat die Versuchsperson eine beliebige Richtung beurtheilt, so benützt dieselbe den nächsten Versuch gewissermaßen, um das abgegebene Urtheil zu prüfen. Nehmen wir nun an, dass die Versuchsperson bei sehr kleinen Distanzen zufällig irgend eine Richtung beurtheilt, und die Qualitätsunterschiede auch beim nächsten Aufsetzen noch so gering sind, dass das Urtheil nochmals durch zufällige Einflüsse bestimmt wird, so wird die nun auftretende Erwartung das Urtheil dermaßen beeinflussen, dass die unbestimmte Empfindung mit der Erwartung in Einklang zu sein scheint. Nach einer Reihe gleicher Urtheile befestigt sich die Erwartung immer mehr. Auf diese Weise kann sie auch manchmal den Schwellenwerth beträchtlich erhöhen, denn unter diesen Bedingungen müssen die qualitativen Verschiedenheiten erst sehr deutlich werden, um trotz der Erwartung erkannt zu werden. In anderen Fällen schwankt der Beobachter in seinem Urtheile zwischen zwei Richtungen und wählt endlich die falsche, die dann deutlicher erscheint und unter dem Einflusse der Erwartung das nächste Urtheil erschwert.

Der Einfluss der Ermüdung kam bei unseren Versuchen in der Regel nicht in Betracht, da zwischen den einzelnen Versuchsreihen, wie gesagt, immer längere Pausen inne gehalten wurden. Doch müssen einige Fälle besprochen werden, in denen sich die Versuchsperson schon beim Beginn der Versuche als sehr müde erklärte. Dieselben sind trotz der anormalen Bedingungen, unter denen sie angestellt wurden, dennoch verwerthet worden, weil sich der Einfluss der Ermüdung in denselben in auffallender Weise zeigte. Doch sind sie für die Tabelle I unberücksichtigt geblieben. Die Tabelle III enthält die aus diesen Versuchen gewonnenen Resultate. Aus den 16 Reihen, welche diese Tabelle enthält, erkennt man unschwer die Herabsetzung der Empfindlichkeit und somit eine beträchtliche Erhöhung der Schwellenwerthe im Zustande der

1) Der Beobachter versuchte so viel wie möglich die gegebene Empfindung ohne Vorurtheile aufzufassen. Trotzdem machte sich dieser Einfluss der Erwartung deutlich geltend.

Ermüdung. Was den Einfluss der Uebung betrifft, so ist ein solcher aus unseren Versuchen nicht nachweisbar gewesen, obwohl diese Reihen mit einer der Versuchspersonen (Dr. F. Kiesow) mit Ausnahme der Sonntage täglich während eines Zeitraumes von vier Wochen fortgesetzt wurden.

In der Feinheit der Unterscheidungsfähigkeit besitzt nach unseren Beobachtungen keine der vier Richtungen einen besonderen Vorzug, wie man nach der Weber'schen Aussage, dass die Zweifelhait leichter in der Quer- als in der Längsrichtung erkannt werde, vermuthen könnte. Die Schwellendistanzen in Tabelle I sind aber verhältnissmäßig klein. Auch wenn der zweite Reiz nach rechts oder links von dem ersten aufgesetzt wurde, traf derselbe noch nicht die eigentlichen Seitentheile des Armes. Die in Betracht kommenden Hautbezirke sind demnach nach allen Richtungen hin als ziemlich gleichwerthige anzusehen. Ebenso müssen die Localzeichen auf diesen Gebieten ziemlich gleichmäßig variiren.

II. Eine zweite Versuchsreihe wurde unter veränderten Bedingungen angestellt. Wir benutzten für diese Versuche zwei Nadeln, wie die, welche oben (S. 416) beschrieben ist. Von diesen blieb die eine nach der Hervorrufung des ersten Eindrucks auf dem Hautpunkte ruhen, bis auch der mit der anderen Nadel applicirte zweite Reiz erfolgt war. Der letztere folgte auf den ersten nach einer Zwischenzeit von 3 Secunden. Im Uebrigen war die Versuchsanordnung genau dieselbe, wie die der ersten Versuchsreihe. Die Resultate dieser Versuche sind in Tabelle IV angegeben. Dieselbe zeigt regelmäßig höhere Schwellenwerthe, als wir bei den erstbesprochenen Versuchen erhielten. In Tabelle V sind die Ergebnisse beider Versuchsanordnungen zum besseren Vergleiche zusammengestellt. Die einzigen Ausnahmen von der eben erwähnten Beobachtung fanden sich in den absteigenden *E*- und *R*-Reihen bei Mr. F. Sherman und in beiden auf- und absteigenden *E*-Reihen bei Herrn Dr. Meumann. Der Letztere zeigte in dieser Reihe die deutliche Tendenz, den zweiten Eindruck nach der Ellenbeuge hin zu localisiren. Dies ist der Grund, weswegen die Schwellen in der *H*-Reihe, wie man sieht, beträchtlich höher und umgekehrt die der *E*-Reihe bedeutend tiefer liegen. In geringerem Maße zeigte sich diese Tendenz auch bei Herrn Dr. Bon. Die Resultate dieser

Tabelle IV.

E↑	E↓	H↑	H↓	L↑	L↓	R↑	R↓	Richtung
Dr. F. Kiesow.								
10	10	10	10	10	10	10	10	Anzahl d. Einzelbestimm.
0,87	0,47	1,43	0,61	0,93	0,52	0,91	0,49	Mittlere Schwelle
0,12	0,04	0,26	0,05	0,07	0,08	0,08	0,09	Mittlere Variation
1,0	0,5	2,4	0,9	1,0	0,6	1,0	0,7	Größte Schwelle
0,6	0,4	1,0	0,5	0,7	0,4	0,8	0,4	Kleinste Schwelle
Mr. G. M. Stratton.								
10	10	10	10	10	10	10	10	Anzahl d. Einzelbestimm.
1,24	0,67	1,12	0,57	1,18	0,63	1,22	0,63	Mittlere Schwelle
0,23	0,14	0,21	0,10	0,22	0,09	0,24	0,11	Mittlere Variation
1,90	0,90	1,70	0,70	1,50	0,80	1,70	0,9	Größte Schwelle
0,70	0,40	0,90	0,40	0,70	0,50	0,90	0,5	Kleinste Schwelle
Mr. F. D. Sherman.								
10	10	10	10	10	10	10	10	Anzahl d. Einzelbestimm.
1,16	0,49	1,18	0,58	1,20	0,62	1,20	0,66	Mittlere Schwelle
0,19	0,14	0,22	0,13	0,18	0,12	0,26	0,16	Mittlere Variation
1,5	0,7	1,7	0,9	1,5	0,9	1,7	0,9	Größte Schwelle
0,9	0,0	0,9	0,4	0,9	0,5	0,7	0,5	Kleinste Schwelle
Dr. E. Meumann.								
5	5	5	5	5	5	5	5	Anzahl d. Einzelbestimm.
0,74	0,20	1,46	0,66	1,14	0,54	1,06	0,52	Mittlere Schwelle
0,13	0,16	0,12	0,13	0,13	0,09	0,13	0,10	Mittlere Variation
0,9	0,4	1,70	0,9	1,3	0,7	1,3	0,7	Größte Schwelle
0,5	0,0	1,3	0,5	0,9	0,4	0,9	0,4	Kleinste Schwelle
Dr. F. Bon.								
5	5	5	5	5	5	5	5	Anzahl d. Einzelbestimm.
0,56	0,20	1,22	0,40	0,98	0,38	0,90	0,36	Mittlere Schwelle
0,07	0,16	0,14	0,08	0,22	0,06	0,16	0,17	Mittlere Variation
0,7	0,4	1,5	0,5	1,3	0,5	1,3	0,6	Größte Schwelle
0,5	0,0	1,0	0,3	0,7	0,3	0,7	0,0	Kleinste Schwelle

ganzen Versuchsreihe zeigen, dass die Bedingungen für die Beurtheilung der Richtung bei dieser Versuchsanordnung nicht so günstige, wie bei den früheren Reihen sind. Dies stimmt auch mit den Angaben aller Versuchspersonen überein, nach welchen das Urtheil bei diesen Versuchen schwerer ist, als bei der ersten Anordnung. Diese Erschwerung wird sich aus der näheren Betrachtung folgender Begleiterscheinungen erklären. In einigen Fällen lautete das Urtheil nach der Applicirung des zweiten Reizes einfach auf Druckvermehrung, die zuweilen von einem Stumpferwerden oder einer diffusen Ausstrahlung der Empfindung begleitet war. Dies entspricht augenscheinlich dem Gleichheitsurtheil der ersten Reihe, obwohl die Distanzen in diesem Falle gewöhnlich größere waren. In anderen Fällen wurde der zweite Reiz nahe an der Grenze der den ersten umstrahlenden Zone empfunden. Hier haben wir ohne Zweifel das Phänomen vor uns, das von Meißner¹⁾ als Irradiationskreis bezeichnet wurde. Nach Meißner wird durch jeden punktartigen Hautreiz ein ziemlich großer Bezirk in Mitleidenschaft gezogen, der sich um einen gewissen Kernpunkt herumlagert und von hier aus nach der Peripherie hin allmählich abklingt. Kommt nun der zweite Reiz innerhalb der Grenze eines solchen Irradiationsbezirkes zu liegen, so kann dieser zweite Reiz wohl als verschieden von dem Mittelpunkt der ersten, aber doch nicht als von diesem getrennt erkannt werden. Rücken jedoch die zwei Reize weiter auseinander, so können sie als deutlich verschieden wahrgenommen werden, obwohl ihre Irradiationskreise in einander greifen. In diesem Falle empfindet man dieselben als mit einander verbunden. Diese Verbindungsempfindung wird um so schwächer, je mehr die beiden Reize aus einander rücken. Alle diese Stadien wurden bei unseren Versuchen beobachtet. Der erste Augenblick nach der Application des zweiten Reizes ist für die Beurtheilung der günstigste; denn Unterschiede, welche in diesem Momente klar percipirt werden, werden dann undeutlich und verschwinden allmählich. Mitunter tritt an die Stelle der Zweiheit eine unbestimmte ausgedehnte Empfindung. Alle diese bisher aufgeführten Thatsachen lassen sich durch peripherische Bedingungen hinreichend erklären.

1) Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Leipzig 1853. S. 44.

Aber es ist wohl darauf zu achten, dass es sich in allen diesen Fällen um positive Nebenempfindungen handelt, nicht um Ausfallserscheinungen.

Eine weitere Reihe von Thatsachen betrifft die Schwankungen der Aufmerksamkeit. Es schien der erste Eindruck beim Aufsetzen des zweiten Reizes sich oft zu schwächen oder ganz zu verschwinden. Die Versuchsperson stellte sogar oftmals an den Experimentator die Frage, ob der erste Reiz bei der Application des zweiten aufgehoben worden sei. Es ist schon oben bei der Darstellung der ersten Versuchsanordnung darauf hingewiesen worden, dass man gemeinhin auf den ersten Eindruck die Aufmerksamkeit einstellt, bis der zweite erfolgt, und sodann die ganze Aufmerksamkeit auf diesen zweiten Eindruck lenkt. Nehmen wir an, dass sich derselbe Vorgang auch bei diesen Versuchen vollzieht, so bietet die Erklärung für das Aufhören des ersten Reizes nach dem Auftreten des zweiten keine weitere Schwierigkeit mehr. Dieses Verschwinden des ersten Reizes kam am häufigsten bei Hrn. Dr. F. Kiesow vor, bei ihm finden sich auch in den Schwellenwerthen, die in beiden Reihen gefunden wurden, die geringsten Differenzen.

Die umgekehrte Erscheinung, dass der zweite Reiz gar nicht percipirt wurde, kam ebenso in einigen Fällen vor. Die Wiederholung des Versuches auf denselben Punkten genügte zuweilen, um den zweiten Eindruck zur Wahrnehmung zu bringen. Wurde derselbe auch diesmal nicht empfunden, so wurde er bei einer dritten Reizung, da in diesem Falle auch für den zweiten Punkt ein Signal vorher ging, ausnahmslos percipirt. Hier muss man annehmen, dass die Aufmerksamkeit so sehr auf den ersten Reiz concentrirt war, dass der zweite ganz verloren ging. Freilich können in den beiden eben genannten Fällen peripherische Bedingungen mitwirken; denn wenn die von einem Reize getroffene Stelle nur sehr wenig empfindlich oder abgestumpft ist, muss die Wahrnehmung erschwert sein. Dass diese Erklärung aber nicht ausreicht, geht daraus hervor, dass man bei hinreichend starker Aufmerksamkeit im letzten Falle den Eindruck oft nach der Wiederholung und stets nach dem zweiten Signal wahrzunehmen vermochte. Außerdem muss hier noch hervorgehoben werden, dass in dem oben angeführten ersten Fall der erste Reiz stets percipirt wurde, das Ver-

schwinden desselben ist demnach nicht peripher zu erklären. Hierzu kommt ferner, dass der schwer wahrgenommene Reiz in einigen Fällen keine sehr unempfindliche, sondern eine gut empfindliche Stelle getroffen zu haben schien, wie die Versuchsperson angab, nachdem sie die Empfindung wahrgenommen hatte. Diese Fälle müssen als von psychischen Bedingungen abhängig gedacht werden und sind daher als Erscheinungen der Aufmerksamkeit aufzufassen.

Ein dritter Fall, der nur durch die Wirkung der Aufmerksamkeit erklärt werden kann, ist folgender. Nahm die Versuchsperson zwei Punkte deutlich als zwei wahr und versuchte dann, die Aufmerksamkeit zu gleicher Zeit auf beide Eindrücke einzustellen, so kamen hier häufig Schwankungen in der Deutlichkeit derselben vor, indem das eine Mal der eine und dann wieder der andere Eindruck im Bewusstsein stärker hervortrat. Von einer Versuchsperson wurde diese Erscheinung sogar dem Wettstreite der Empfindungen im Gebiete des Gesichtssinnes verglichen. Das Gleiche ist auch von Czermak beobachtet worden. Er ließ innerhalb eines Empfindungskreises zwei Gläschen auf die Haut einwirken, von denen das eine mit warmer, das andere mit kalter Flüssigkeit gefüllt war. Die durch diese Versuchsanordnung gefundenen Resultate beschreibt Czermak folgendermaßen¹⁾: »Man unterscheidet unter den angegebenen Bedingungen den Kälteeindruck des einen Gläschens deutlich von dem Wärmeeindruck des anderen, allein (und dies versetzt den Beobachter in eine eigenthümliche, nicht zu beschreibende Verwirrung) man hat keine Ahnung von ihrem Nebeneinander, man kann durchaus nicht angeben, ob der Wärmeeindruck rechts oder links, nach vorn oder hinten von dem Kälteeindruck sich befindet. Manchmal glaubt man zwar die räumliche Disposition der Eindrücke wahrzunehmen, gibt dann aber regelmäßig das gerade Gegentheil von dem an, was wirklich stattfindet. So scheint unter Umständen ein Schwanken der Wahrnehmung, ähnlich dem beim sogenannten Wettstreite der Sehfelder, Platz zu greifen.« Die Neigung, die Wahrnehmung räumlicher Verschiedenheiten unterhalb der Schwelle zu leugnen, entspringt wohl aus dem Umstande, dass Czermak selber in seiner eigenen Theorie

1) Sitzungsber. d. W. Akad. 1855. XV. S. 500.

zu befangen war. Das von ihm beobachtete Phänomen ist augenscheinlich dem von uns oben beschriebenen gleich.

Auch wenn die zwei Reize nach der successiven Aufsetzung längere Zeit auf der Haut gelassen werden, beobachtet man mitunter, dass die betreffenden Eindrücke näher aneinander zu rücken, oder auch ihre relative Lage zu verändern scheinen. Alle diese eben hervorgehobenen Thatsachen zeigen ganz deutlich, warum das Urtheil in dieser zweiten Reihe schwerer ist, als in der ersten. Denn einmal sind die peripheren Bedingungen nicht in gleicher Weise günstig und außerdem entstehen für die gleichzeitige Wahrnehmung zweier Punkte durch die Zerstreung der Aufmerksamkeit größere Schwierigkeiten.

Die übrigen Ergebnisse dieser Reihe sind ganz ähnlich denjenigen, die wir bei der Besprechung der ersten bereits namhaft gemacht haben. Die Zweiheit wird früher wahrgenommen als die Richtung, ebenso gehen eine Anzahl falscher Richtungsurtheile der Erkennung der wahren Richtung gewöhnlich voraus. Diese Resultate sind in analoger Weise zu erklären. Die Reihe scheint in der Mitte derjenigen zu stehen, die mit successiv und simultan applicirten Reizen angestellt wurden. Zur Erklärung der Unterscheidung von zwei Eindrücken, die bei simultaner Reizung hervorgerufen wurden, wird man sehr vieles von den hier beschriebenen Resultaten verwenden können. Doch wird diese Sache nach der Betrachtung einer dritten von uns angestellten Versuchsanordnung noch verständlicher werden.

III. Diese Reihe hat zur Aufgabe, die Schwelle der erkennbaren Größe, wie Fechner sie genannt hat, zu bestimmen. Bei dieser dritten Versuchsanordnung benutzten wir als Reizmittel continuirliche Linien. Dieselben bestanden aus den Rändern von dünnen Cartonstreifen und variirten in einer Länge von 1—50 mm. Damit die Endpunkte dieser so gefertigten Cartonränder bei den Versuchen möglichst wenig störend einwirken konnten, waren die Ecken derselben abgeschnitten. Bei allen nach dieser Methode angestellten Versuchen wurde dieselbe Hautstelle untersucht, welche wir bei den früheren Versuchen benutzten. Dabei kamen folgende vier Richtungen in Betracht: längs (l), quer (q), schräg von rechts nach links (r—l) und schräg von links nach rechts (l—r). Der

Winkel der Schrägrichtung betrug in jedem Falle 45° und wurde vor jeder Versuchsreihe mit Tinte markirt. Das Verfahren war hier ebenfalls insofern ein unwissentliches, als die untersuchte Richtung der Versuchsperson unbekannt war. Da man befürchten musste, die Versuchspersonen zu ermüden, weil die Anzahl der Einzelbestimmungen bei jedem Versuch immer ziemlich beträchtlich sein muss, so wurden die Versuche dieser Reihe nur in der aufsteigenden Richtung angestellt. Es wurde immer mit so kleinen Reizen angefangen, dass diese subjectiv als Punkt erschienen, und diese nun allmählich bis zur Wahrnehmung der Ausdehnung anwuchsen. Die Versuchsperson hatte zweierlei Urtheile abzugeben, nämlich erstens, ob ein Punkt oder eine Strecke wahrgenommen wurde, und wenn dies letztere der Fall war, in welcher Richtung sich diese Ausdehnung befand. Tabelle VI enthält die Schwellenwerthe, bei welchen die Ausdehnung als solche ohne Rücksicht auf die Erkennung der Richtung eben wahrnehmbar wird. Die hier angegebenen Werthe sind nicht ganz mit denen, die die früheren Tabellen enthalten, vergleichbar; denn jene zeigen die Distanzen, in denen die Richtung erkannt wird. Die auffallende Aehnlichkeit aber zwischen den Werthen in den Tabellen IV und VI zeigt ganz deutlich, dass das Urtheil der Richtung im früheren Fall und das Urtheil der Ausdehnung in diesem in nahem Verhältnisse zu einander stehen, und damit ist zu gleicher Zeit die Beziehung der Schwelle der erkennbaren Größe zu derjenigen der erkennbaren Distanz angedeutet. Nach den früheren Ausführungen hängt das Urtheil in jenem Falle von der deutlichen Unterscheidung zweier Localzeichen ab, und auch hier muss man annehmen, dass eine Ausdehnung als solche nur dann wahrgenommen werden kann, wenn ihre Endpunkte voneinander unterscheidbar sind. Hiermit ist aber keineswegs gesagt, dass die Unterscheidung im letzteren Falle mit klarem Bewusstsein vollzogen wird. Durch den linienartigen Eindruck wird eine ganze Reihe von Localzeichen in Empfindungen umgesetzt, welche alle Stufen von qualitativen Verschiedenheiten darstellen können. Aber diese Verschiedenheiten können nur dann die Veranlassung zur Vorstellung einer Ausdehnung geben, wenn sie als nicht identisch wahrgenommen werden. Wir brauchen hier nur wie bei der ersten Reihe eine dunkle Vorstellung des Nichtidentischseins der ver-

Tabelle VI.

Ki.	St.	M.	Sh.	B.	Beobachter
40	40	20	20	20	Anzahl d. Einzelbestimmungen
0,94	1,18	0,72	0,82	0,73	Mittlere Schwelle
0,23	0,31	0,14	0,17	0,13	Mittlere Variation
1,4	1,6	1,2	1,2	1,0	Größte Schwelle
0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	Kleinste Schwelle

Tabelle VII.

A.
Dr. F. Kiesow.

l	q	$r-l$	$l-r$
3,6	1,8	3,8	3,4
2,8	2,4	(5,0)	2,6
3,2	2,4	4,8	2,6
3,0	2,8	4,2	3,2
2,4	2,0	3,4	4,0
2,6	1,6	3,6	2,8
2,8	1,2	4,0	(5,0)
2,6	2,0	3,8	2,6
2,4	3,0	3,6	3,8
2,2	1,4	(5,0)	2,8

B.
Mr. G. M. Stratton.

l	q	$r-l$	$l-r$
2,6	2,8	3,2	3,8
1,6	2,4	3,8	3,6
3,0	3,4	4,0	3,2
2,2	2,0	4,2	3,0
2,4	4,8	3,4	(5,0)
4,0	3,6	(5,0)	3,4
2,8	2,6	4,8	4,4
4,4	2,4	(5,0)	4,4
2,8	2,4	3,4	(5,0)
4,6	1,6	4,4	2,0

C.

Dr. E. Meumann.

l	q	$r-l$	$l-r$
2,0	2,8	3,7	(5,0)
1,2	(5,0)	2,6	2,8
2,8	3,4	(5,0)	2,0
2,4	1,6	2,6	2,0
2,6	2,8	4,8	(5,0)

D.

Mr. F. D. Sherman.

l	q	$r-l$	$l-r$
2,8	3,8	3,2	(5,0)
2,4	2,8	(5,0)	4,2
4,8	3,2	(5,0)	3,4
2,6	3,6	3,4	(5,0)
4,8	3,0	4,4	4,8

E.

Dr. F. Bon.

l	q	$r-l$	$l-r$
2,0	4,4	3,4	4,8
2,4	2,8	2,8	3,6
3,4	3,0	3,8	(5,0)
2,4	(5,0)	4,0	2,6
3,0	3,2	3,2	2,8

schiedenen Localzeichen zu besitzen, um in diesem Falle das Urtheil Linie zu gewinnen. Dass die Wahrnehmung der ebenmerklichen Ausdehnung nicht aus der deutlichen Auffassung der positiven Qualitäten der beiden Endpunkte resultirt, wird dadurch bewiesen,

dass die Schwelle für die Richtung viel höher liegt, als die für die Ausdehnung. Bei der Wahrnehmung der eben merklichen Ausdehnung haben wir nur nöthig anzunehmen, dass mehrere Localzeichen eben als nicht identisch zum Bewusstsein kommen. Dies ist scheinbar ein Widerspruch mit der früheren Erscheinung, dass bei der ungefähr gleichen Länge in Reihe II die qualitativen Unterschiede der einzelnen Localzeichen wirklich klar wahrgenommen wurden. Dieser Widerspruch wird aber aufgehoben, wenn man annimmt, dass die peripheren und physischen Bedingungen für die Unterscheidung hier noch ungünstigere sind, als in Reihe II. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, dass bei der Wahrnehmung der eben merklichen Ausdehnung nicht wie in den Reihen I und II zwei successive Localzeichen, sondern mehrere simultan gereizte in Betracht kommen und dass, wie wir bereits in der zweiten Reihe gezeigt haben, die gleichzeitige Reizung zweier Localzeichen der deutlichen Auffassung ihrer positiven Qualität störend entgegenwirkt. Diese Undeutlichkeit kann sich, wenn die Reizausdehnung eine sehr kleine ist, so weit steigern, dass man trotz der Wahrnehmung der Verschiedenheit in den Localzeichen die Linie als solche doch nicht wahrzunehmen vermag. Thatsächlich kann man oft noch unterhalb der Schwellenwerthe, welche in der Tabelle VI zusammengestellt sind, einen linearen deutlich von einem punktartigen Eindruck unterscheiden, doch wird jener in diesem Falle nicht als Linie, sondern als unbestimmt und stumpf flächenhaft empfunden. Lässt man nun von diesem Punkte aus den objectiven linearen Eindruck allmählich an Ausdehnung wachsen, so zieht sich der anfangs in einem unbestimmten Umfang diffus empfundene Eindruck in der Richtung des einen Durchmesser allmählich länglich aus, und wird so schließlich als Linie aufgefasst. Wir werden nun des weiteren zu zeigen haben, wie durch immer größere Ausdehnung des objectiven Eindrucks auf diese Stufe, auf welcher nur erst die Linie als solche erkannt wird, eine spätere folgt, auf der dann auch die Richtung dieses linienartigen Eindrucks allmählich percipirt wird. Bevor wir jedoch auf die Tabelle VII A—E näher eingehen, wird es zweckmäßig sein, einige Reihen ausführlicher zu besprechen.

1. Versuchsperson: Dr. F. Kiesow. 12. Nov. 1895. Richtung l—r.

Distanz 0,2—0,6 cm empfunden als Punkt.

>	0,8—1,0	>	>	>	stumpfe Berührung.
>	1,2	>	>	>	Linie querliegend.
>	1,4	>	>	>	Linie querliegend oder r—l.
>	1,6	>	>	>	Linie längs oder r—l.
>	1,8	>	>	>	Linie ganz deutlich aber keine Richtung erkennbar.
>	2,0	>	>	>	ebenso.
>	2,2	>	>	>	Linie längs oder l—r.
>	2,4—3,0	>	>	>	Linie längs, zuweilen mit geringen Abweichungen nach l—r.
>	3,2—3,8	>	>	>	Linie l—r deutlich.

Die Schwelle für die Perception der einfachen Linie liegt demnach bei einer Distanz von 1,2 cm, die für die Wahrnehmung der Richtung jedoch erst bei einer Ausdehnung von 3,2 cm.

2. Versuchsperson: Mr. G. M. Stratton. 15. Nov. 1895.
Richtung r—l.

Distanz 0,4—0,6 cm empfunden als Punkt.

>	0,8	>	>	>	vielleicht Linie, querliegend.
>	1,0	>	>	>	Linie, längs.
>	1,2	>	>	>	Linie, l—r oder längs.
>	1,4—2,4	>	>	>	Linie, l—r zuweilen ganz deutlich.
>	2,6	>	>	>	Linie, quer oder l—r.
>	2,8	>	>	>	Linie, quer.
>	3,0—3,2	>	>	>	Linie, quer oder l—r.
>	3,4—4,0	>	>	>	Linie, quer.
>	4,2	>	>	>	Linie, r—l.
>	4,4	>	>	>	Linie, quer oder r—l.
>	4,6	>	>	>	Linie, quer.
>	4,8	>	>	>	Linie, quer oder r—l.
>	5,0	>	>	>	Linie, quer.

Größere objective Ausdehnungen konnten bei der schrägen Richtung nicht benutzt werden, weil sie in Folge der Wölbung des Armes ihrer ganzen Länge nach nicht gleichzeitig aufgesetzt werden konnten. Ein successives Aufsetzen musste selbstverständlich ausgeschlossen bleiben, da in diesem Falle ein ganz anderes Phänomen als das unserige untersucht worden wäre. Ueber 5,0 cm hinaus sind diese Versuche daher niemals angestellt worden, auch wenn keine Richtungsschwelle gefunden wurde. Das Vorkommen dieser Fälle ist in den Tabellen durch die Parenthese () angegeben. In der

vorstehenden Reihe beträgt der Schwellenwerth für die Wahrnehmung einer einfachen Linie 1,0 cm.

3. Versuchsperson: Dr. Bon. 26. Nov. 1895. Richtung r—l.

Distanz	empfundene	als	Punkt.
> 0,6	>	>	> unbestimmter Eindruck.
> 0,8—2,6	>	>	> Linie, längs, oft mit der Angabe; ganz deutlich.
> 2,8—3,6	>	>	> Linie, r—l.

Schwelle für die Auffassung der Linie 0,8 cm, für die Wahrnehmung der Richtung 2,8 cm.

4. Versuchsperson: Mr. F. Sherman. 21. Nov. 1895. Richtung längs.

Distanz	empfundene	als	Punkt.
> 1,0	>	>	> kleine Linie, vielleicht quer.
> 1,2	>	>	> Linie, quer.
> 1,4	>	>	> Linie, quer oder r—l.
> 1,6	>	>	> Linie, längs.
> 1,8	>	>	> Linie, quer oder r—l.
> 2,0	>	>	> Linie, l—r.
> 2,2	>	>	> Linie, l—r oder längs.
> 2,4	>	>	> Linie, r—l oder längs.
> 2,6—3,0	>	>	> Linie, r—l.
> 3,2—3,6	>	>	> Linie, l—r.
> 3,8	>	>	> Linie, längs.
> 4,0	>	>	> Linie, r—l.
> 4,2—4,6	>	>	> Linie, r—l oder längs.
> 4,8—5,4	>	>	> Linie, längs.

Schwelle für die Perception der Linie 1,0 cm, für die Richtung 4,8 cm.

5. Versuchsperson: Dr. E. Meumann. 13. Nov. 1895. Richtung längs.

Distanz	empfundene	als	Punkt.
> 0,6	>	>	> Linie, r—l.
> 0,8	>	>	> ebenso.
> 1,0	>	>	> Linie, quer.
> 1,2	>	>	> Linie, r—l oder quer.
> 1,4	>	>	> Linie, quer.
> 1,6	>	>	> Linie, quer oder l—r.
> 1,8—2,0	>	>	> Linie, l—r.
> 2,2	>	>	> Linie, l—r oder längs.
> 2,4	>	>	> Linie, längs.
> 2,6	>	>	> Linie, längs oder r—l.
> 2,8—3,4	>	>	> Linie, längs, ganz deutlich.

Schwelle für die Auffassung der Linie 0,6 cm, Richtungsschwelle 2,8 cm.

Da die Variationen bei diesen Versuchen sehr groß sind, so schien es zweckmäßiger, die Resultate im einzelnen anzuführen, die Mittelwerthe würden den Thatsachen nicht genau entsprechen. Die Resultate wurden aus mindestens drei constant richtigen Angaben gewonnen. Es ist ganz evident, dass die Erkennung der einfachen Linie in den Reihen viel früher auftritt als die der Richtung derselben. Nur in einigen wenigen Fällen fallen beide Werthe zusammen. Eine der Versuchspersonen zeigte an einigen Tagen die Tendenz, alle unbestimmten Richtungen als quer zu bezeichnen. In zwei Fällen entsprach dieses Urtheil der objectiven Lage der Linie. Dem entsprechend wurde die Richtung hier sofort bei der Perception der Linie scheinbar erkannt. (Tabelle VII A 1,2 cm und 1,4 cm.)

In Tabelle VII B fallen bei den Versuchen q 16 und l 16 die Schwellenwerthe für die Erkennung der Linie und der Richtung ebenfalls zusammen. Doch ist hierbei zu bemerken, dass der Schwellenwerth für die Ausdehnung sehr hoch gelegen ist. Auch in anderen Fällen trat das richtige Urtheil für die Richtung bald nach der Wahrnehmung der Ausdehnung auf. Trotzdem aber geht aus allen Versuchen mit absoluter Bestimmtheit hervor, dass die Richtungsschwelle weit oberhalb der Ausdehnungsschwelle gelegen ist. Eine lineare Ausdehnung ohne eine Richtung ist aber unvorstellbar. Wenn nun in Fällen, in denen deutlich eine Linie wahrgenommen wird, vielfach die Neigung vorherrscht, dass unterhalb der Richtungsschwelle ein positives Richtungsurtheil abgegeben wird, so können diese Vorstellungen nur durch zufällige Einflüsse bedingt sein. Zu den letzteren gehört zweifellos die Erwartung. Die Versuchsperson ist sich sogar oft dessen bewusst, dass sie die Richtung durch ihre Vorstellungen bestimmen kann; denn es wurde oft ausgesagt, dass eine Linie je nach der willkürlich erzeugten Vorstellung die eine oder die andere Richtung einnehmen könne. Mitunter ist diese willkürliche Deutung der Richtung nur innerhalb gewisser Grenzen möglich. Nehmen wir nun an, dass beim Aufsetzen des Cartonstreifens eine Richtungsvorstellung bereits vorhanden war, so sieht man ganz deutlich, wie die der Richtung nach sonst ganz un-

bestimmt percipirte Linie durch diese Vorstellung bestimmt wird. Einen solchen Fall zeigt das Beispiel 3 auf Seite 437. Hier beherrscht eine Richtungsvorstellung den ganzen ersten Theil der Reihe.

Auch die Aufeinanderfolge der einzelnen Reihen ist für die Auffassung der Richtung nicht ohne Bedeutung. Man findet hier eine Art von Contrasterscheinung. Wenn z. B. auf eine l—r Reihe eine l Reihe folgt, so sind die falschen Urtheile meistens r—l, d. h. man überschätzt die zwischen den beiden Reihen befindliche Differenz. Wenn weiter in einem zweiten Falle auf eine l—r Reihe eine r—l Reihe folgt, so wird die richtige Richtung früher als gewöhnlich erkannt. Bei sämmtlichen 140 Versuchen dieser Reihe konnten wir den Einfluss der Aufeinanderfolge in 89 Fällen beobachten. Unter diesen 89 Fällen fanden wir, dass bei 65 möglichen Fällen der erstgenannten Art diese Erscheinung 34mal ganz deutlich hervortrat. Bei 24 möglichen Fällen der zweitgenannten Art war dies 9mal der Fall.

Die zwei schrägen Richtungen l—r und r—l sind, wie man aus den Tabellen VII A—E ersehen wird, weit schwerer zu erkennen, als die beiden andern Richtungen. Die Versuchsperson hat ganz deutlich die Neigung, dieselben als quer oder längs liegend zu beurtheilen. Typisch für diese Fälle ist das Beispiel 2 auf Seite 436. Die Erklärung für diese Erscheinung bietet keine Schwierigkeiten dar. Diejenigen Qualitäten der Linien, die sich am meisten von einander unterscheiden, sind ohne Zweifel die Localzeichen, welche zu den Endpunkten der Linien gehören, weil dieselben die größte Distanz zwischen sich fassen. Wir dürfen annehmen, dass der Beobachter hauptsächlich durch die deutliche Wahrnehmung derselben die Richtung zu bestimmen sucht. Die locale Färbung dieser Endqualitäten wird demnach für die Beurtheilung von der größten Bedeutung sein. Auf dem Arme aber sind diejenigen Localzeichen durch ihre charakteristische Färbung am meisten ausgezeichnet, welche nach oben und unten und nach innen und außen gelegen sind. Unterstützt wird die Unterscheidung dieser verschiedenen Qualitäten außerdem durch den gegenseitigen paarweisen Contrast, in dem sie zu einander stehen. Wenn man nun durch vorwiegende Deutlichkeit des einen Contrastverhältnisses am meisten darauf aufmerksam wird, dass das eine Ende beispielsweise auf der inneren,

und das andere auf der äußeren Seite gelegen ist, so kann dem Beobachter entgehen, dass das eine Ende weiter nach oben liegt, als das andere. So wird das Richtungsurtheil in diesem Falle falsch ausfallen und als quer abgegeben werden. Kommen aber die Gegensätze des oben und unten mehr zum Bewusstsein, so muss das Urtheil in diesem Falle längs ausfallen.

Eine wie große Rolle die Endpunkte für die Wahrnehmung der Richtung spielen, ist weiter daraus ersichtlich, dass der Beobachter manchmal die Mitte einer Linie entweder gar nicht oder nur undeutlich empfindet. Theilweise kann dies von dem Reizmittel selbst herrühren, denn trotz der äußersten Vorsicht bleiben die Endpunkte des Cartonstreifens doch zuweilen ein wenig scharf. Es kann außerdem ebenso gut möglich sein, dass in einigen Fällen die Körperhaut gerade bei den Enden der Karten besonders empfindlich war. Wir dürfen aber, wie bereits hervorgehoben, annehmen, dass die qualitativen Unterschiede, die zwischen den beiden Endpunkten am stärksten ausgeprägt sind und in Folge dessen die Aufmerksamkeit am intensivsten auf sich lenken, ebenfalls in hohem Maße in Betracht kommen. Der Vorgang des Richtungsurtheils kann jedoch mit der deutlichen Wahrnehmung der Endpunkte nicht als identisch betrachtet werden. Es kommt noch dazu, dass man die ganze Reihe der zwischenliegenden Empfindungen mehr oder weniger deutlich als Uebergangsstufen auffasst. Eine der Versuchspersonen beschrieb den Vorgang nach der Selbstbeobachtung geradezu als eine Ordnung der verschiedenen lokalen Empfindungen. Sehr wichtig ist mit Bezug hierauf auch die folgende Beobachtung Weber's¹⁾: »Interessant ist es, dass man oft die Figur, die man gefühlt hat, nachzeichnen kann, ohne den Buchstaben zu errathen, und dass man ihn erst erräth, wenn man die nachgezeichnete Figur mit den Augen betrachtet.«

In dem oben angeführten Falle wird das Ordnen wesentlich unterstützt durch das Nachzeichnen. Man braucht die verschiedenen Localzeichen gewissermaßen nur nacheinander zu beobachten und sein Urtheil in jenem Falle sogleich aufzuzeichnen. Die Schwierigkeiten, welche sich bei der gleichzeitigen Auffassung von zwei

1) Sitzungsber. d. Sächs. Ges. d. Wiss. 1852. S. 99.

Localzeichen geltend machen, sind bereits bei der Besprechung der zweiten Reihe hervorgehoben worden. Dieselben müssen sich naturgemäß häufen, wo sich mehrere Localzeichen gleichzeitig ins Bewusstsein drängen. Sie werden aber theilweise dadurch beseitigt, dass die Endpunkte, wenn sie einmal deutlich wahrgenommen worden sind, die allgemeine Lage der anderen Punkte gewissermaßen bestimmen. Doch ist dies nicht immer der Fall. Manchmal nimmt der Beobachter die betreffende Linie als gebogen oder als unterbrochen wahr. In einigen seltenen Fällen schien die Linie sich auf der Haut zu drehen.

Die große Schwierigkeit in der gleichzeitigen Auffassung und Vorstellung der Richtung einer Linie ist von allen Versuchspersonen übereinstimmend hervorgehoben worden. Man kann vielleicht in diesem Umstande den Grund für die wohlbekannte Thatsache finden, dass wir unsere Tastempfindungen in Gesichtsvorstellungen einzuordnen bestrebt sind. Diese letztere Thatsache ist bereits von Hagen¹⁾ hervorgehoben worden: »Die Vorstellung einer bestimmten empfundenen Körperstelle ist lediglich Folge einer durch Association von Gesichtsvorstellungen oder von zeitlichen Bewegungsvorstellungen mit Gefühlsvorstellungen erworbenen Erfahrung. — — — — So associiren wir nach und nach die verschiedenen Empfindungen von den einzelnen Gefühlskreisen mit den betreffenden Gesichtsvorstellungen und verbinden mit einer bestimmten Gefühlsempfindung die Vorstellung des ihr entsprechenden Punktes auf unserer Körperfläche. Das Gefühl selbst gibt daher nie Auskunft über den bestimmten Ort einer Empfindung, sondern das thut immer nur die durch lange Gewohnheit mit ihr eng verbundene Gesichtsvorstellung, sodass wir keinen Theil unseres Körpers fühlen können, ohne ihn uns zugleich durch das Gesicht zu denken.«

Dieselbe Thatsache ist seitdem mehrfach hervorgehoben worden und in neuerer Zeit haben sich zwei Beobachter²⁾ die Aufgabe gestellt, diese Verknüpfung des Tastsinnes mit dem Gesichtssinn einer experimentellen Untersuchung zu unterziehen. Diese Einordnung

1) Wagner's Handwörterbuch. Bd. II. S. 715.

2) Miss Washburn, Phil. Stud. XI, S. 190 ff. Pillsbury, Amer. Journ. of Psych. VII, S. 42 f.

von Tastempfindungen in Gesichtsvorstellungen ist ganz im Sinne des von Weber beschriebenen Nachzeichnens zu betrachten¹⁾. Das Auge ist wegen seines hochausgebildeten Localzeichensystems und seiner großen Beweglichkeit für die Wahrnehmung räumlicher Verschiedenheiten ein viel besseres Sinnesorgan, als die Körperhaut. Wir können große Gesichtsfelder mit ruhendem Auge auffassen und sehr große Distanzen mittelst der Beweglichkeit des Auges schnell überblicken. Ebenso ist das Auge auch für die Wahrnehmung feinerer Distanzunterschiede bevorzugt. Wenn also das Auge und somit auch die Gesichtsvorstellungen soviel höher entwickelt sind als die Haut- und die Tastempfindungen, so liegt auf der Hand, dass man der zweckmäßigeren Einrichtung überall den Vorzug angedeihen lässt und überall versucht ist, die gröberen Vorstellungen in feinere zu übertragen und sie dann erst zusammen zu fassen, wenn sie als Gesichtsvorstellungen erscheinen. Dieses Ueberwiegen des Gesichtssinnes bei Sehenden ist unleugbar. Damit wird aber nicht bewiesen, wie Miss Washburn²⁾ anzunehmen scheint, dass bei jeder Reizung der Haut ein deutliches Gesichtsbild des betreffenden Gliedes auftritt. Bei manchen Beobachtern ist dies sicher nicht der Fall. Aber auch bei solchen Personen, deren Gesichtsvorstellungen nur unklar sind, werden die durch Tasten empfundenen Objecte gewöhnlich als Gesichtsobjecte vorgestellt. Die Gesichtsvorstellungen, die durch Hautreize veranlasst werden, sind gewöhnlich Vorstellungen des Objectes, nicht der Haut selbst. Nun kann freilich der Körper ein Object des Vorstellens werden, dies ist der Fall, wenn z. B. ein Theil desselben durch einen anderen berührt wird. Dieser berührte Theil kann dann als Gesichtsvorstellung ins Bewusstsein treten, wenn, wie in den ersten zwei Reihen, die Aufgabe des Beobachters lediglich darin besteht, die relative Lage zweier gereizter Hautpunkte zu beurtheilen. Wenn aber, wie dies gewöhnlich der Fall ist, beim Aufsetzen zweier Spitzen oder einer Linie das Object des Urtheils die charakteristische Beschaffenheit des Eindrucks selbst ist, so kommt die Gestalt des eigenen Körpers für das Urtheil fast gar nicht in Frage.

1) Vergl. oben S. 440.

2) Phil. Stud. XI, S. 190 f.

Von welcher Wichtigkeit die successive Auffassung der qualitativen Unterschiede von Tasteindrücken für Blinde ist, bei denen die Uebertragung derselben in Gesichtsvorstellungen ausgeschlossen ist, geht aus der kürzlich veröffentlichten Arbeit von Th. Heller¹⁾ hervor. Er unterscheidet das analysirende Tasten von dem synthetischen. Beim Sehenden tritt die Synthese erst in Wirksamkeit, wenn die Uebertragung der Tasteindrücke in Gesichtsbilder bereits vollzogen ist. Beim Blinden ist die Wahrnehmung beim Gebrauche von Linien statt Punkten noch mehr erschwert, wie von demselben Verfasser und zahlreichen anderen Forschern beobachtet worden ist. Obwohl bei den Blinden zum Theil Bewegungen der Glieder als Erklärung für diese Erscheinung in Frage kommen, so dürfen wir dennoch diese Thatsachen als eine Bestätigung für die von uns gezogenen Schlussfolgerungen betrachten, dass die Wahrnehmung mehrerer simultaner Eindrücke auf der Hautoberfläche ein complicirter Vorgang ist, der sich aus der Unterscheidung verschiedener Qualitäten und deren Synthese zusammensetzt.

Von diesem Standpunkt aus können wir nun die allgemeine Wahrnehmung von Gestalten durch den Hautsinn näher betrachten. Weber²⁾ hat schon bemerkt, dass Körper, deren Größe unterhalb der von ihm gefundenen Schwellenwerthe blieb, ihrer Gestalt nach nicht erkannt wurden. Czermak hebt dies noch entschiedener hervor, indem er sagt³⁾: »Obschon selbst innerhalb dieser Bezirke« (der von zwei eben unterscheidbaren Punkten begrenzten) »die Wahrnehmung der räumlichen Beziehung der durch den Querschnitt eines soliden Stabes und einer gleichgestalteten Röhre erregten Empfindungen eine so vage ist, dass wir den Umriss und die verschiedene Gestalt jener beiden Tastobjecte nicht zu erkennen im Stande sind, ihre etwaige Unterscheidbarkeit daher wesentlich nur auf unräumlichen Kennzeichen beruhen muss.«

Dass diese Behauptungen nicht richtig sind, wird schon durch die oben erwähnte Arbeit von Eisner⁴⁾ bewiesen. Er fand, dass

1) Phil. Stud. XI, S. 226 ff. 406 ff. 531 ff.

2) Wagner's Handwörterbuch III, 2, S. 540.

3) Sitzungsber. d. W. Akad. 1855. XVII. S. 593.

4) Beurtheilung der Größe und der Gestalt von Flächen. Inaug.-Diss. Erlangen 1888.

Hartgummicylinder von einem Durchmesser von 2 und 6 mm auf dem Handrücken und von 2 und 25 mm auf dem Rücken von einander unterschieden wurden. Ebenso zeigen unsere Versuche, dass zwei Punkte und eine Ausdehnung als solche weit unterhalb der Schwelle für zwei Spitzen unter günstigen Bedingungen wahrgenommen werden können. Die Wahrnehmung räumlicher Unterschiede ist demnach unterhalb dieser Schwelle möglich. Was aber die Erkennung der Gestalten unmöglich macht, liegt in der Schwierigkeit begründet, mehrere Unterschiede gleichzeitig vorzustellen. Wie schwer diese Auffassung auch für die einfachste aller Figuren, nämlich für die gerade Linie ist; geht aus der letzten Reihe unserer Versuche klar und deutlich hervor. Bedenken wir nun, dass diese Schwierigkeiten sich mit jeder neu hinzukommenden Linie vermehren müssen, so darf man a priori vermuthen, dass die Wahrnehmung von Gestalten um so schwerer wird, je mehr Linien dieselben begrenzen. Der Grund liegt nicht darin, dass die größere Ausdehnung gar nicht wahrgenommen wird, sondern darin, dass die verschiedenen Theile derselben nicht in ihrem richtigen Verhältnisse zu einander percipirt werden können. Dass die Schwierigkeiten sich thatsächlich mit der Zunahme der Begrenzungslinien häufen, wird durch die Arbeiten von Hoffmann¹⁾ und Nichols²⁾ außer Frage gestellt. Wie wir oben gesehen haben, wird das Ordnen der Localzeichen in einer Linie wesentlich unterstützt durch die deutliche Wahrnehmung der beiden Endpunkte. Wir dürfen also die Wahrnehmung einer Richtung und die deutliche Unterscheidung von zwei Localzeichen als zwei sich sehr nahestehende Vorgänge ansehen. Wenn wir nun annehmen, dass die extensive Schwelle ein Ausdruck für zwei gleichzeitig wahrgenommene Hauptempfindungen ist, so finden wir thatsächlich, dass die von uns in der Tabelle VII angegebenen Schwellenwerthe eine annähernde Uebereinstimmung mit denjenigen aufweisen, die man gewöhnlich bei Anwendung von zwei Spitzen findet. Die Schwankungen sind bei uns freilich größer als im letzterem Falle. Dies kommt daher, dass die Bedingungen für das Urtheilen bei dieser Versuchsanord-

1) Stereognostische Versuche. Inaug.-Diss. Straßburg 1883.

2) Our Notions of Number and Space. Boston 1894.

nung complicirtere sind. Die von uns gefundenen Thatsachen aber liefern eine Erklärung für die extensive Schwelle. Wir haben es hier keineswegs mit einer einfachen Wahrnehmung zu thun, wie diejenigen Forscher anzunehmen pflegen, welche die extensive Schwelle als Empfindungseinheit betrachten. Wir müssen vielmehr den Vorgang folgendermaßen beschreiben: Ein Punkt a ist auf der Haut mehr oder weniger genau localisirt, d. h. durch seine eigenthümliche Färbung ausgezeichnet. Ein Punkt b ist gleichfalls mehr oder weniger genau localisirt. Diese beiden Punkte werden durch ihre verschiedene Localfärbung von einander unterschieden, wenn sie gleichzeitig ins Bewusstsein treten, auch wenn ihre absolute Localisation relativ unsicher bleibt.* Es handelt sich hier demnach um die Wahrnehmung und Unterscheidung von zwei einfachen Wahrnehmungen. Diese Unterscheidung wird in Folge der ungünstigen peripherischen, wie auch der noch ungünstigeren psychischen Bedingungen bei gleichzeitiger Reizung der Punkte erschwert. Die so bestimmte extensive Schwelle ist also keine Messung für die Feinheit des Raumsinnes, wenn wir diese so auffassen, dass sie ein Maß für die kleinsten wahrnehmbaren räumlichen Verschiedenheiten abgibt. Sie ist vielmehr ein Maß für einen ziemlich complicirten Vorgang der räumlichen Perception. Diese Schlussfolgerung wird durch eine große Menge von Versuchen, die seit Weber in diesem Gebiet ausgeführt worden sind, vielseitig bestätigt. Wir werden auf die Resultate dieser Versuche später ausführlicher eingehen. Zuerst haben wir eine Erscheinung zu untersuchen, die schon Weber beobachtet hat. Weber's eigne Worte lauten¹⁾: »Auch dann (wo die zwei Eindrücke anfangen, als ein einziger Eindruck empfunden zu werden) konnte der Beobachter oft noch bestimmen, ob die Linie, die die Enden des Zirkels verbindet, in der Längsrichtung seines Körpers und seines Gliedes, oder in querer Richtung liege. Dann empfand er zwar nur einen Eindruck, aber der berührte Theil der Haut schien eine längliche Gestalt zu haben und er konnte sagen, wohin der größere und der kleinere Durchmesser dieses länglichen berührten Theiles der Haut gerichtet war.«

1) Wagner's Handwörterbuch, III, 2, S. 525.

Ausführlicher ist diese Erscheinung von Camerer beschrieben und als Erklärung für die sogenannten Vexirfehler verwandt worden. Die Stelle lautet bei Camerer¹⁾: »Berührt man aber die Körperstelle mit einem Nadelpaar von genügend kleinem Spitzenabstand, so hat man auch im Falle des richtigen Urtheils nie die deutliche Empfindung zweier Spitzen, oder gar eines Abstandes zwischen denselben, vielmehr nur die nicht näher qualificirbare Empfindung, dass die Berührung nicht mit einer Nadelspitze, sondern mit etwas breiterem erfolgt sei. Denn der Uebergang zwischen deutlichen und undeutlichen Empfindungen ist ein ganz allmählicher, und zwar geht aus meinen Tabellen hervor, dass falsche Fälle viel häufiger vorkommen bei den Vexirversuchen, welche zugleich mit kleinem Spitzenabstande gemacht werden, als bei den zugleich mit größerem Spitzenabstande gemachten Vexirversuchen. Nach dem oben Gesagten ist es leicht verständlich, dass die Versuchsperson beide, in der That nur wenig verschiedene Empfindungen verwechselt (die breitere, welche der Versuch mit einem Nadelpaar von kleinem Abstand macht, und die weniger breite, welche der Vexirversuch macht), sei es ohne äußeren Grund nur in Folge der Einbildung, sei es weil äußere Ursachen, z. B. stärkeres Andrücken der Nadel beim Vexirversuche, zu dem Irrthum Veranlassung geben.«

IV. Zur Untersuchung dieses Phänomens benützten wir linienartige Reize, zu denen, wie in der letzten Reihe, auch Cartonränder verwendet wurden. Andere Karten waren so geschnitten, dass sie zwei Spitzen darstellten, von denen jede 1 mm breit war und die in verschiedenen Abständen von einander entfernt waren. Durch die letztere Einrichtung konnte man somit die extensive Schwelle im gewöhnlichen Sinne bestimmen. Mit diesen beiden Reizarten wurden Reihen durcheinander angestellt. Das Verfahren war insofern ein unwissentliches, als die Versuchsperson nicht wusste, ob die betreffende Reihe mittelst Linien oder Spitzen ausgeführt wurde. Der Beobachter hatte anzugeben, ob er einen Punkt, eine Linie oder zwei Spitzen wahrnehme. In jedem Falle wurden die Reihen mit so geringen Abständen begonnen, dass nur ein Punkt empfunden wurde. Bei diesen Versuchen ist jedoch sogleich ein Factor

1) Zeitschr. f. Biol. XVII. S. 15.

als störendes Moment zu erwähnen. Dies ist der sogenannte Vexirfehler, der sich bei einem Beobachter (Mr. Stratton) in besonderem Maße störend erwies. Ist die Neigung, den Vexirfehler zu begehen, zu stark, so kann das Urtheil, auch wenn es dem objectiven Reiz entspricht, selbstverständlich nicht als richtig betrachtet werden. Die Bestimmung eines Schwellenwerthes ist in diesem Falle also ganz unmöglich. In ganz besonderem Maße störend war das Auftreten von Vexirfehlern bei der oben erwähnten Versuchsperson, als dieselbe während einiger Zeit an einer bereits veröffentlichten¹⁾ Untersuchung über Trugwahrnehmungen theilnahm. Nichols²⁾ hat bereits darauf hingewiesen, dass ein Beobachter, der einmal angefangen hat, Vexirfehler zu begehen, stark geneigt ist, dieselben fortwährend zu begehen. An einigen Tagen musste die Schwellenbestimmung bei der erwähnten Versuchsperson aus dem genannten Grunde aufgegeben werden. Zurück trat diese Neigung in einigen Fällen, in denen in der absteigenden Reihe mit einer ziemlich großen Distanz begonnen wurde, in denen also das Verfahren ein wissentliches war.

Die Vexirfehler dürften für weitere Untersuchungen eine sehr wichtige Erscheinung sein. Es sei an dieser Stelle bemerkt, dass die Schlussfolgerung, welche Henri und Tawney³⁾ aus ihrer Untersuchung gezogen haben, nämlich dass das Auftreten von Vexirfehlern hauptsächlich an peripherische Bedingungen gebunden sei, durch ihre Resultate nicht bestätigt werden kann. Wenn dieselbe bei einem der beiden Beobachter scheinbar zutraf, so ist dagegen zu bemerken, dass bei ihm eine deutliche Neigung vorhanden ist, seine Urtheile auf die Quer- und Längsrichtung zu beschränken, was aus peripherischen Ursachen erklärt werden kann. Auch die Camerer'sche Erklärung, nach welcher die Erscheinung auf eine falsche Interpretation von unbestimmten Breitenempfindungen zurückzuführen sei, ist nicht ausreichend, denn in manchen Fällen empfindet der Beobachter ganz deutlich zwei gleich starke und von einander getrennte Eindrücke. In anderen Fällen sind dieselben

1) Tawney and Henri, Phil. Stud. XI, S. 394 ff.

2) Our Notions of Number and Space. Boston 1894. S. 163 f.

3) Phil. Stud. XI, S. 403.

nicht von gleicher Stärke, aber dennoch deutlich von einander getrennt. Wir konnten außerdem beobachten, dass diese Neigung an einigen Tagen stärker hervortrat als an anderen. Dies war besonders der Fall, wenn der Beobachter schlecht disponirt war. Es ist daher weit wahrscheinlicher, dass psychische Einflüsse die nächste Ursache für dies eigenthümliche Phänomen sind, wie bereits Fechner, Camerer, Nichols u. A. ausgeführt haben. — Gehen wir auf die Versuchsergebnisse zurück (Tab. VIII). Die bei Anwendung von Linien gefundene kleinere Schwelle entspricht ganz den Resultaten der letzten Reihe, obwohl die Zahlenwerthe in beiden Reihen nicht absolut gleich sind. Doch ist hierzu zu bemerken, dass diese beiden Reihen zu verschiedenen Jahreszeiten gemacht wurden. Die eine wurde im Frühling, die andere im Herbst angestellt. Nehmen

Tabelle VIII.

Anzahl der Einzelbestimmungen	Mittlere Schwelle	Mittlere Variation	Größte Schwelle	Kleinste Schwelle	
Dr. E. Meumann.					
11	0,98	0,21	1,5	0,6	Mit einer Linie
7	3,49	0,39	4,0	2,8	Mit zwei Spitzen
—	0,89	—	1,6	0,6	Aus der ersten Reihe
Mr. G. M. Stratton.					
15	0,80	0,15	1,1	0,5	Mit einer Linie
10	2,03	0,25	2,6	1,6	Mit zwei Spitzen
—	0,66	—	1,2	0,4	Aus der ersten Reihe
Mr. F. D. Sherman.					
21	1,22	0,17	1,5	0,9	Mit einer Linie
14	2,66	0,17	3,0	2,4	Mit zwei Spitzen
—	0,77	—	1,2	0,4	Aus der ersten Reihe

wir hierzu noch die verschiedenen Versuchsbedingungen, unter denen die beiden Reihen angestellt wurden, so dürfte sich aus diesen beiden Umständen die geringe Differenz in den Werthen der Resultate erklären.

Wir haben hier nochmals auf einige Beobachtungen zurückzukommen, welche schon bei der vorigen Reihe besprochen sind, welche aber auch in dieser vierten Reihe wieder zum Vorschein kommen. Auch hier wurden die zwei Endpunkte der Linien vorzugsweise empfunden und zwar weit häufiger als in der vorigen Reihe. Dies wird seinen Grund in den veränderten Versuchsbedingungen haben. Denn hier kann unter Umständen die Erwartung eine gewisse Rolle spielen, da die Versuchsperson bei sonst unwissentlichen Versuchen doch im allgemeinen wusste, dass zuweilen wirklich zwei Spitzen verwandt wurden und diese nun auch erwartete, wenn das objective Reizmittel eine Linie war. — Bei beiden Reizarten sind zunächst stumpfe Berührungsempfindungen das erste Stadium nach dem Auftreten des punktartigen Eindruckes. Die stumpf empfundene Berührung zieht sich in ihrer einen Achse länglich aus, bis schließlich die Vorstellung einer Linie auftritt. Die zwei Spitzen wurden fast regelmäßig als Linie empfunden, bevor ihre Zweiheit deutlich erkannt wurde. Dieselbe wird aber dann nicht als lange deutliche Linie empfunden, sondern ist vielmehr als die ebenmerkliche Wahrnehmung einer Ausdehnung aufzufassen. Bei weiteren Abständen der beiden Punkte wird zuweilen in der Mitte derselben schwach eine Linie empfunden. Diese Verwechslung von zwei Punkten mit einer Linie erklärt sich vielleicht theilweise durch peripherische Ursachen, wie dies schon oben (S. 428) bei der zweiten Reihe ausgeführt wurde; denn ohne Zweifel breitet sich der von einem Punkte aus gereizte Bezirk ziemlich aus. Diese Verwechslung kann aber auch bei sehr großen Distanzen vorkommen, die eine solche Erklärung sehr zweifelhaft machen. Nach unserer Auffassung von der Entstehung der extensiven Schwelle ist es nicht nöthig, dass wir uns auf eine solche Erklärung beschränken. Nach dieser Auffassung wird die extensive Schwelle dann erreicht, wenn qualitative Unterschiede zweier Punkte deutlich erkannt werden. Die Deutlichkeit dieser Unterschiede wird aber in einer unendlich langen Reihe von Uebergangsstufen vorkommen.

Man wird anfangs nur allgemein wahrnehmen, dass mehr als ein Punkt gereizt wurde. Wir haben aber gesehen, dass die dem Urtheil Linie zu Grunde liegenden Empfindungen eben diejenigen Empfindungen sind, welche das Vorhandensein von Localzeichen anzeigen, die gerade nicht mehr gleich sind, aber auch noch nicht so verschieden, dass sie als getrennt wahrgenommen werden können. Diese Reihe zeigt demnach ganz deutlich den großen Unterschied zwischen den zwei von Fechner unterschiedenen Schwellen, der Schwelle der erkennbaren Größe und der Schwelle der erkennbaren Distanz, wenn die letztere nach der Weber'schen Methode bestimmt ist.

Fassen wir nun das Gefundene nochmals zusammen, so ergibt sich, dass die ganze Raumwahrnehmung im Gebiet des Tastsinnes dadurch zu Stande kommt, dass die einzelnen Empfindungspunkte der Haut qualitative Unterschiede aufweisen, die wir als räumliche Verschiedenheiten interpretiren. Fassen wir nun die in einem Falle empfundenen, als sogenannte Localzeichen bekannten Empfindungsinhalte als qualitativ gleich auf, sei es wegen der Verschmelzung der gereizten Hautbezirke oder in Folge der Unmöglichkeit, dieselben unter den gegebenen psychischen Bedingungen zu unterscheiden, so erscheinen uns die Reize als eine räumliche Einheit. Diese Einheit nennen wir Punkt, womit aber nicht mehr ausgedrückt ist als die Abwesenheit jeglicher Ausdehnung. Fassen wir dagegen die Localzeichen als eben nicht gleich auf, so ordnen wir sie in unserer Raumanschauung neben einander und zwar zunächst ohne dass wir von der Richtung, die sie zu einander einnehmen, eine klare Vorstellung haben. Vermögen wir dieselben aber als deutlich von einander verschieden aufzufassen, so betrachten wir sie als getrennte Punkte. Wenn dagegen innerhalb der Distanz, die sich zwischen diesen zwei Punkten befindet, alle möglichen Uebergangsstufen empfunden werden, so werden wir eine continuirliche Linie wahrnehmen. Die Richtung ist endlich in allen Fällen nur dann wahrnehmbar, wenn mindestens zwei Localzeichen in ihren qualitativen Unterschieden deutlich erkannt werden. Die psychische Bedingung, welche die Auffassung von Localzeichen am meisten erschwert, ist in erster Linie das gleichzeitige Auftreten mehrerer Localzeichen im Bewusstsein. Hierauf ist es

hauptsächlich zurückzuführen, warum die zwei simultan aufgesetzten punktuellen Reize einen so großen Zwischenraum zwischen sich nehmen müssen, bevor sie als Zweiheit erkannt werden.

Die vorliegende Abhandlung erhebt nicht den Anspruch, den Ursprung der Localzeichen erklären zu wollen, sondern setzt das Vorhandensein derselben erfahrungsgemäß einfach voraus. Von diesem Gesichtspunkte lassen die zahlreichen Resultate, die im Gebiete des Hautsinnes seit Weber's Arbeiten gesammelt worden sind, die folgenden kurzen Betrachtungen zu. Dieselben lassen sich ohne Zwang in die oben erörterte Anschauung einfügen und liefern so zugleich eine weitere Bestätigung für die Richtigkeit derselben.

III. Historischer Ueberblick.

Zunächst müssen einige Fälle besprochen werden, in denen durch die jeweils vorausgesetzten Bedingungen die Schwellenwerthe verringert oder vergrößert werden. Als normale Werthe sind diejenigen zu betrachten, die unter den gleichen Bedingungen gewonnen wurden, unter denen Weber¹⁾ arbeitete. Pathologische Abweichungen sollen hierbei außer Betracht bleiben, obwohl auch in dieser Beziehung eine Menge von Material vorliegt; da dasselbe aber meistens nicht einmal diagnostisch verwerthbar ist, so werden wir auch für unsern Zweck keinen neuen Nutzen daraus ziehen können.

Als wichtigstes Moment für die Verkleinerung der Schwellenwerthe muss das der Uebung angesehen werden. Dies ist gemeinsam mit Fechner von Volkman²⁾ untersucht worden. Letzterer stellte fest, dass die Schwelle schon nach wenigen Stunden durch fortgesetzte Uebung beträchtlich herabgesetzt werde. Auch fand er die Herabsetzung des Schwellenwerthes durch die Uebung nicht nur auf denjenigen Hautstellen, auf denen die Versuche ausgeführt wurden, sondern auch auf solchen, die symmetrisch zu diesen

1) Annotationes anat. et physiol. Lipsiae 1851. Wagner's Handwörterbuch, III, 2. Braunschweig 1846.

2) Ueber den Einfluss der Uebung auf das Erkennen räumlicher Distanzen. Sitzungsber. d. sächs. Ges. d. Wiss. 1858. S. 38 ff.

gelegen waren. Auch Dressler¹⁾ hat hierüber einen Monat lang täglich Versuche angestellt. Er fand nach kurzer Zeit Resultate, die den von Volkmann veröffentlichten ganz entsprechen. Der Einfluss der Uebung ist dann noch von anderen Forschern, obwohl nicht in dem gleichen Maße wie von Volkmann und Dressler, constatirt worden. Es ist jedoch bemerkenswerth, dass in den langen Reihen, welche die Schüler von Vierordt, sowie Camerer ausgeführt haben, dieser Factor keine hervorragende Rolle spielt. Bei Blinden ist erst von Czermak²⁾ und nach ihm von mehreren Forschern, nämlich von Goltz³⁾, Gärtner⁴⁾, Miss Washburn⁵⁾, Heller⁶⁾ beobachtet worden, dass die Schwellenwerthe kleiner sind als bei Sehenden. Dies ist dem weit häufigeren Gebrauch des Tastsinnes bei Blinden und somit der Uebung zugeschrieben worden. Heller glaubt, dass die Verkleinerung der Schwelle hier keine so bedeutende ist, als man früher anzunehmen pflegte, sondern dass die früheren Resultate durch die Tastzuckungen der Blinden bedingt sind. Bei den kurz dauernden Reihen, die Volkmann und Dressler anstellten, kann von peripherischen Veränderungen keine Rede sein. Die Uebung ist hier somit wie auch in anderen Sinnesgebieten als ein rein psychisches Moment aufzufassen. Die häufige Wiederkehr in der Wahrnehmung der gleichen qualitativen Unterschiede bewirkt demnach eine Verfeinerung der Unterschiedsempfindlichkeit überhaupt. Einen weiteren Einfluss bietet die Hyperämie dar. Dies ist zuerst von Brown-Séguard⁷⁾ beobachtet worden. Alsberg⁸⁾ fand freilich in diesem Falle eine Vergrößerung des Schwellenwerthes, aber seine Methode wurde von Klinkenberg⁹⁾ als unbrauchbar zurückgewiesen. Brown-Séguard's Resultate sind später

1) Studies in the Psychology of Touch. Amer. Journ. VI, S. 313 f.

2) Sitzungsber. d. W. Akad. 1855. XV. S. 482.

3) De spatii sensu cutis. Inaug.-Diss. Lipsiae 1858. S. 9.

4) Versuche über den Raumsinn der Haut an Blinden. Zeitschr. für Biol. XVII. S. 56 ff.

5) Phil. Stud. XI, S. 190 ff.

6) Phil. Stud. XI, S. 226 ff.

7) Archives de phys. 1858. S. 344 ff.

8) Untersuchungen über den Raum- und Temperatursinn bei verschiedenen Graden der Blutzufuhr. Inaug.-Diss. Marburg 1863.

9) Der Raumsinn der Haut. Inaug.-Diss. Bonn 1883.

vielfach bestätigt worden. So von Rumpf¹⁾, Klinkenberg²⁾, Serebrenni³⁾, Schmey⁴⁾. In ähnlicher Weise stellte Klinkenberg fest, dass durch Zufuhr von Wärme die Schwellenwerthe verkleinert werden. Wir können diese Beobachtung von unserem Standpunkte aus völlig verstehen, denn durch Hyperämie wird die Haut empfindlicher und die einzelnen Empfindungen werden daher relativ stärker und deutlicher. Czermak⁵⁾ hat beobachtet, dass die Schwellenwerthe beim Kinde kleiner sind als bei Erwachsenen. Diese Resultate sind von Goltz⁶⁾, Camerer⁷⁾ und Gärtner bestätigt worden. Vielleicht kann man als theilweise Erklärung für diese Erscheinung die größere Anzahl der nervösen Elemente in der Quadratinheit bei Kindern annehmen. Denn die größere Anzahl von Nerven bedingt eine größere Empfindlichkeit der Haut. Czermak selbst aber hat bereits zugegeben, dass diese Erklärung keine ausreichende sei, indem er nach einigen Rechnungen fand, »dass die Knaben zum Theil in riesigen Dimensionen ausgewachsen müssten, um die gewöhnlichen Feinheitgrade Erwachsener zu bekommen«⁸⁾. Vierordt⁹⁾ hat die Czermak'sche Erklärung auf Grund von Czermak's eigenen Werthen ebenfalls abgelehnt. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass die kindliche Haut weit dünner und zarter als die Erwachsener ist, und gerade diese Momente bewirken eine Verkleinerung der Schwellenwerthe, wie Volkmann¹⁰⁾ durch künstliche Mittel bewiesen hat. Sind nun die Reize von solcher Art, dass sie deutliche Empfindungen hervorzurufen vermögen, wie es der Fall ist, wenn sie scharf und nicht stumpf sind (Camerer¹¹⁾, Goldscheider¹²⁾ u. a.), so sind sie

1) Verhandl. des zweiten med. Congr. zu Wiesbaden. 1883. S. 302 ff.

2) a. a. O. S. 26 ff.

3) Ueber den Einfluss der Hautreize auf die Sensibilität der Haut. Inaug.-Diss. Bern 1876.

4) Ueber die Modification der Tastempfindung. Du Bois-Reymond's Archiv. 1884. S. 309 ff.

5) a. a. O. S. 466 ff. 6) a. a. O. S. 6.

7) Zeitschr. f. Biol. XVII, S. 1 ff.

8) Sitzungsber. d. W. Akad. 1855. XV. S. 499.

9) Phys. des Kindesalters. Gerhard's Kinderkrankheiten. Bd. I. Tübingen 1877. S. 199.

10) Sitzungsber. d. sächs. Ges. d. Wiss. 1858.

11) Zeitschr. für Biol. XXI. S. 528.

12) Archiv für Anat. u. Phys. 1885. Suppl.

auch leichter von einander zu unterscheiden. Ebenso ist dies der Fall, wenn man die Reize auf besonders empfindliche Hautpunkte, die sogenannten Goldscheider'schen¹⁾ Druckpunkte setzt. Eine andere ähnliche interessante Beobachtung ist von James²⁾ gemacht worden. Er konnte feststellen, dass zwei Spitzen, welche noch nicht als zwei empfunden werden, sofort deutlich als zwei wahrgenommen werden, wenn man die eine derselben in Rotation versetzt. Rumpf³⁾ fand den gleichen Erfolg nach Einnahme von Coffein, Fräulein Suslowa⁴⁾ fand diese Schwellenverringering beim Eintauchen der Hand in Wasser oder Oel, wenn dasselbe auf den physiologischen Nullpunkt gebracht war. Von derselben Verfasserin rührt die Mittheilung her, dass auch beim Durchgang des elektrischen Stromes an Stelle der Anode eine Verkleinerung der Raumschwelle stattfand, die aber Bernhardt⁵⁾ nicht bestätigen konnte.

Eine Herabsetzung der Empfindlichkeit ist in folgenden Fällen beobachtet worden. Schon Weber bemerkt, dass man die Ermüdung zu vermeiden habe, da durch dieselbe falsche Resultate erzeugt würden. Schmey⁶⁾ und Griesbach⁷⁾ haben diesen Einfluss experimentell näher untersucht. Der Erstere fand eine beträchtliche Vergrößerung der Schwelle auf dem Arme nach Bewegungen dieses Gliedes. Auch constatirte er, dass die Schwellenwerthe im allgemeinen am Abend größer seien als am Morgen. Griesbach⁷⁾ hat eine große Anzahl von Versuchen an Gymnasiasten und anderen Personen über den Einfluss der geistigen Ermüdung angestellt. Er fand eine starke Herabsetzung der Empfindlichkeit schon nach einer Stunde geistiger Anstrengung, die sich nach einer Ruhepause wieder verringerte. Wundt⁸⁾ gibt an, dass die wahrgenommene Distanz zwischen zwei Punkten sich bei der psychischen Ermüdung zu verringern und in anderen Fällen zu verschwinden scheint. Diese

1) Archiv für Anat. und Phys. 1885. Suppl. S. 84 ff.

2) The Principles of Psychology. New York 1890. Vol. II. S. 170.

3) a. a. O. S. 306.

4) Zeitschr. f. rat. Med. Dritte Reihe. XVII. 1863. S. 155 ff.

5) Die Sensibilitätsverhältnisse der Haut. Berlin 1874.

6) Du Bois-Reymond's Archiv. 1884. S. 309 ff.

7) Ueber Beziehungen zwischen geistiger Ermüdung und Empfindungsvermögen der Haut. Archiv für Hygiene. XXIV. 1895. Heft 2.

8) Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung. S. 37.

Erscheinung ist nach Wundt von einer Abnahme in der »Deutlichkeit der Empfindung« begleitet.

Im Gegensatz zur Hyperämie ist die Anämie von einer Herabsetzung der Empfindlichkeit begleitet, wie Alsberg¹⁾, Klinkenberg²⁾, Rumpf³⁾ und Eulenburg⁴⁾ gezeigt haben. In analoger Weise äußert sich nach Klinkenberg, Schmey und Eulenburg die Wirkung der Kälte. Ebenso wirkt die Narkose im Sinne einer Herabsetzung der Empfindlichkeit. Dies ist von Lichtenfels⁵⁾ und Rumpf⁶⁾ beobachtet worden. Das Gleiche zeigt nach Schmey⁷⁾ ein Druck auf den betreffenden Sinnesnerv. Fr. Suslowa⁸⁾ beobachtete, dass, wenn man die Fläche zwischen zwei verschiedenen Punkten mit einem Pinsel reizt, diese Punkte nicht mehr als zwei wahrgenommen wurden. Diese Angabe steht in keinem Widerspruch zu unserer Beobachtung, dass kontinuierliche Reize weit unter der Schwelle für die Wahrnehmung von zwei Spitzen als solche empfunden werden, sondern der Pinselreiz ist vielmehr als ein störendes Moment zu betrachten. Die Verfasserin bemerkt hierüber selbst: »Der Versuch — — — erweckt unwillkürlich den Gedanken, der Erfolg möge vielleicht darin seinen Grund haben, dass unsere Aufmerksamkeit durch die spätere Reizung der Haut mit dem Pinsel von der früheren mit den Zirkelspitzen abgewendet wird«⁹⁾.

Wir sehen ganz deutlich, dass alle hier in Betracht kommenden Bedingungen in ihrem Einfluss auf die Größe der extensiven Schwelle darauf zurückgeführt werden können, dass durch dieselben die zwei punktartigen Eindrücke in ihrer Deutlichkeit mehr oder weniger beeinflusst werden, oder dass die Aufmerksamkeit im allgemeinen durch dieselben verstärkt oder verringert wird.

Es sei ferner das sogenannte Vierordt'sche Gesetz einer kurzen Betrachtung unterzogen. Dasselbe lautet: »Die Feinheit des Ortsinnes der verschiedenen Hautbezirke einer Körperregion, die immer als Ganzes bewegt wird, verhält sich proportional den mittleren

1) a. a. O. S. 518 f.

2) a. a. O. S. 24.

3) a. a. O. S. 304.

4) Berliner klin. Wochenschr. 1865. S. 510 ff.

5) Sitzungsber. d. W. Akad. 1851. S. 338.

6) a. a. O. S. 303 ff.

7) a. a. O. S. 311.

8) a. a. O. S. 158.

9) a. a. O. S. 157.

Abständen dieser Bezirke von ihren sämmtlichen gemeinsamen Drehachsen¹⁾.

Dieses Gesetz ist an sich nicht mehr als die Constatirung eines empirisch gefundenen Verhältnisses. Es kann nur verwerthet werden, wenn es mit einer sonst begründeten Theorie in Einklang gebracht wird. In diesem Sinne ist es nach Funke²⁾ und Wundt³⁾ als ein Gesetz der Uebung bei Bewegungen aufzufassen.

Eine andere Beobachtung Weber's, die für seine Theorie von besonderer Bedeutung gewesen ist, sei hier kurz erwähnt. Dieselbe ist von Weber selbst mit den folgenden Worten beschrieben worden: »Wenn man mit den Spitzen des geöffneten Zirkels auf der Haut eines Anderen zwei parallele Linien zieht und zugleich dafür sorgt, dass beide Spitzen mit gleicher Kraft auf die Haut drücken, so glaubt der Beobachter zu fühlen, dass die Bahnen auf manchen Theilen der Haut sich einander nähern, auf andern sich voneinander entfernen. Sie scheinen an den Theilen der Haut zu divergiren, wo die Zirkelspitzen bei ihrer Bewegung von stumpfer fühlenden Hauttheilen auf feiner fühlende übergehen, sie scheinen dagegen dann zu convergiren, wenn sie von feiner fühlenden Hauttheilen auf stumpfer fühlende übergehen⁴⁾.

Von Lichtenfels⁵⁾ ist dieses Auseinanderrücken und Zusammenziehen der Punkte im Weber'schen Sinne gelegnet worden. Er beschreibt dasselbe vielmehr so, dass die zwei Punkte während der Bewegung auf empfindlichen Theilen deutlich als verschieden von einander und auf mehr unempfindlichen Theilen nur als Einheit wahrgenommen würden, wobei außerdem alle möglichen Grade von Zwischenstufen in der Deutlichkeit der Zweiheit vorhanden seien, und eben aus diesem letzteren Umstande schließe man auf ein scheinbares Aneinander- und Auseinandergehen derselben zurück. Lichtenfels' Anschauung findet eine Stütze in der folgenden Beobachtung Wundt's: »Bei stärkerem Druck scheint die Entfernung zwischen zwei Spitzen eine weitere als bei schwächerem

1) Pfüger's Archiv. II. 1869. S. 298.

2) Hermann's Handbuch der Phys. III, 2, S. 384.

3) Grundzüge der Physiol. Psychol. 4. Aufl. S. 17.

4) Sitzungsber. d. sächs. Ges. d. Wiss. 1852. S. 93.

5) Sitzungsber. d. W. Akad. 1851. VI. S. 348 f.

Druck. Hier wird offenbar das Qualitative der Wahrnehmung, ihre größere Deutlichkeit, auf das Quantitative derselben unwillkürlich übertragen¹⁾.

Uebrigens zeigen die Resultate, die Camerer²⁾ bei Anwendung seiner Methode nach Aequivalenten gewonnen hat, dass die Urtheile über Distanzen sich auf die reellen objectiven Abstände beziehen und nicht etwa von der Anzahl der dazwischenliegenden Nerven-elemente abhängig sind. Er fand, dass zwei von Punkten begrenzte Strecken auf verschiedenen Theilen der Hautoberfläche dann als gleich beurtheilt wurden, wenn auch die objectiven Reize annähernd gleich entfernt waren. Die Feinheit des Raumsinnes im gewöhnlichen Sinne spielt hierbei keine besondere Rolle; denn Versuche, die an Körperstellen ausgeführt wurden, deren Empfindlichkeit sehr differirt, ergaben, dass die betreffenden Distanzen auf den empfindlichsten Körperstellen nicht immer als größer, sondern in manchen Fällen sogar als kleiner angegeben wurden. Diese Erscheinung dürfte darin ihre Erklärung finden, dass man, nachdem man die Zweiheit als solche wahrgenommen, nun aus dem Grade des Qualitätsunterschiedes der beiden Punkte die Entfernung derselben von einander zu schätzen versucht. Diese Schätzung bezieht sich aber auf die Vorstellung des reizenden Objectes und nicht auf die nervösen Elemente, die in der Haut erregt werden. Camerer fand ferner eine Zunahme in der Genauigkeit der Schätzung bei der Verlängerung der Strecken. Dies erklärt sich daraus, dass mit dem Größerwerden der Strecken auch die qualitativen Unterschiede ihrer Endpunkte deutlicher erscheinen und so ihre Abstände richtiger beurtheilt werden können. Alle diese Thatsachen zeigen, wie eng die Deutlichkeit der Empfindungen mit ihrer räumlichen Vorstellung zusammenhängt. Wir dürfen daher Lichtenfels zustimmen, wenn er behauptet, dass diese Weber'sche Beobachtung nur als eine mehr oder minder große Deutlichkeit der Zweiheit aufzufassen ist.

Schließlich verdienen noch zwei Arbeiten eine Erwähnung, die über das Gedächtniss im Gebiete des Raumsinnes der Haut ange-

1) Beiträge zur Theorie d. Sinnesw. S. 41.

2) Zeitschr. f. Biol. XXIII. S. 509 ff.

stellt worden sind. Die erste rührt von Loewenton¹⁾ her und ist nach der ersten Weber'schen Methode ausgeführt. Er ließ zwei durch Punkte begrenzte Abstände bei variabler Zwischenzeit mit einander vergleichen. Die Resultate zeigen, dass »das Gedächtniss für Entfernungsschätzungen vermittelt der Haut geringgradig ist«. Da die Schätzung überhaupt aber ein sehr complicirter Vorgang ist, so war dieses Resultat schon a priori zu erwarten. Die Methode ist für die Prüfung des Gedächtnisses wenig geeignet. Die zweite Arbeit stammt von Lewy²⁾ und ist nach der zweiten Weber'schen Methode ausgeführt worden. Trotz der Nachtheile, die dieser Methode, wie bereits früher (S. 411 f.) nachgewiesen, anhängen, lieferte diese Arbeit genauere Resultate als die von Loewenton. Im allgemeinen drücken dieselben jedoch nur die auch in anderen Sinnesgebieten gefundene Thatsache aus, dass das Erinnerungsvermögen zu der Länge der Zeit im umgekehrten Verhältniss steht, und dass störende Factoren das Behalten erschweren.

IV. Kritik der Theorie von den Empfindungskreisen.

Bei der Besprechung der Methoden haben wir auseinandergesetzt, dass fast alle die Arbeiten, welche im Gebiete des Tastsinnes angestellt wurden, nach der ersten Weber'schen Methode ausgeführt sind. Ebenso ist der Einfluss der Weber'schen Theorie von den Empfindungskreisen in allen in diesen Arbeiten hervortretenden Theorien zu spüren. Diese Theorie leidet aber an dem Fehler, dass Weber zwei ganz verschiedenartige Begriffe nicht deutlich voneinander unterschieden hat. Von diesen hängt der erste von der Versuchsmethode ab und ist die Folge ihrer falschen Voraussetzungen. Nach dieser Methode soll die Feinheit des Raumsinnes dadurch bestimmt werden, dass man das eben merkliche Auseinandersein von zwei gleichzeitig gereizten Hautpunkten wahrnimmt. Wenn man nun den Empfindungskreis als denjenigen Bezirk definirt, der durch jene beiden simultanen Eindrücke be-

1) Versuche über das Gedächtniss im Bereiche des Raumsinnes der Haut. Inaug.-Diss. Dorpat 1893.

2) Zeitschr. f. Psychol. und Physiol. der Sinnesorg. VIII. S. 231 ff.

grenzt wird, und alle Empfindungen innerhalb dieses Bezirkes als räumlich gleichwertig betrachtet, so hat man den Begriff der Einheit augenscheinlich aus der Versuchsmethode entlehnt. Weber hat den Empfindungskreis nicht immer in diesem Sinne verstanden, dagegen hat Czermak sich vorzugsweise an diese Auffassung gehalten, indem er ausdrücklich hervorhebt, dass Differenzen innerhalb dieses Bezirkes keine räumlichen Verschiedenheiten zum Bewusstsein bringen können. Funke nennt dieselben physiologische Empfindungskreise. Seine Worte lauten: »Allerdings kann man auch das durch die kleinste wahrnehmbare Distanz umschriebene Hautgebiet als eine elementare Größe, als eine physiologische Einheit für den Raumsinn auffassen und mit dem an sich sehr unbestimmten Ausdruck eines Empfindungskreises bezeichnen«¹⁾.

Im selben Sinne deckt sich das, was Camerer unter Raumschwelle versteht, im wesentlichen mit dieser ersten Bedeutung des Weber'schen Empfindungskreises, wie schon oben bei der Kritik der Methode der Aequivalente (S. 413) gezeigt wurde; dass aber der Empfindungskreis in diesem Sinne keine Erklärung, sondern nur ein Wort ist, hat Wundt bereits folgendermaßen hervorgehoben: »Der Begriff des Empfindungskreises, wie er hier aufgestellt worden, ist bloß ein anderer Ausdruck für die Thatsache der räumlichen Schwelle und ihrer Größenverschiedenheiten²⁾«

Alles, was gegen die Methode gesagt wurde, gilt auch für diesen Begriff der Einheit.

Die zweite Definition des Empfindungskreises, die bei Weber zu finden ist, zeigt ganz deutlich seine nativistische Neigung, aus rein anatomischen Bedingungen die von ihm entdeckten Thatsachen zu erklären. Diese Stelle heißt bei Weber: »Duabus impressionibus in unam eandemque fibram nerveam simul factis unus tantum et communis sensus, impressionibus autem in duas fibras factis duplex et diversus sensus oritur«³⁾.

Die Einwände, welche Kölliker⁴⁾ und Lotze⁵⁾ bald gegen

1) Hermann's Handbuch d. Phys. III, 2. S. 392.

2) Grundzüge d. Physiol. Psychol. 4. Aufl. II. S. 14.

3) Annotat. anat. et phys. S. 149.

4) Mikroskopische Anatomie. Bd. II. S. 39 ff.

5) Med. Psych. S. 402 ff.

die Weber'sche Theorie erhoben, machen klar, dass dieser anatomische Begriff der Einheit der Empfindung keineswegs dem eben erwähnten und aus der Methode gewonnenen entspricht. Trotzdem aber sieht man, wie beide Begriffe auch in den späteren Arbeiten Weber's miteinander verwechselt werden. Er schreibt an verschiedenen Stellen in folgender Weise: »Eine Hauptsache bei den für den Raumsinn getroffenen Einrichtungen besteht daher darin, dass die empfindliche Haut dieses Sinnorgans gleichsam ein Mosaik von empfindlichen Theilen (Empfindungskreisen) ist, von welchen jeder seine eigenthümliche Empfindlichkeit hat, vermöge welcher zwei Einwirkungen auf zwei Theile dieses Mosaiks stets zwei verschiedene Empfindungen hervorbringen, welche nicht in eine Empfindung verschmelzen, auch dann, wenn jene Einwirkungen übrigens ganz gleich sind«¹⁾. »Es scheint nämlich, dass die Empfindungen, die gleichzeitig durch zwei Aeste eines und desselben elementaren Nervenfadens hervorgebracht werden, untereinander zu einer einzigen Empfindung verschmelzen, weil sie nur auf einen und denselben Theil des Gehirns einen Eindruck machen, dass dagegen gleichzeitige Empfindungen, die durch mehrere elementare, zu verschiedenen Punkten des Gehirns gehende Nervenfasern vermittelt werden, voneinander unterscheidbar sind«²⁾.

»Empfindungen, welche durch irgend welche Reizung der Haut innerhalb des Rayons eines Empfindungskreises, also durch Reizung einer bestimmten Nervenfasern erzeugt werden, verknüpfen sich im Sensorium mit einer ganz bestimmten Ortsvorstellung von bestimmtem, wie wir uns einstweilen kurz ausdrücken wollen, Raumwerth, welcher genau derselbe ist, mag der Reiz in der Mitte oder irgend wie am Rande den Empfindungskreis treffen, mag er einen ganzen Umfang oder nur einen Theil desselben einnehmen, mag er einfach oder in eine beliebige Anzahl getrennter, verschiedene Punkte des Kreises treffender Einzelreize gespalten sein.«

Bei Czermak spielt der anatomische Begriff nur eine untergeordnete Rolle. Seine »einfachen Raumelemente« bestimmen keineswegs die »Raumeinheiten höherer Ordnung«, sondern

1) Sitzungsber. d. sächs. Ges. d. Wiss. 1852. S. 103. 104.

2) l. c. S. 104.

man muss Wundt durchaus zustimmen, wenn er ausführt (Beiträge S. 19), dass diese einfachen Raumelemente Czermak's allmählich immer mehr der Auffassung von Lotze's Localzeichen angenähert worden sind.

Von Funke ist der Versuch gemacht worden, anatomische und physiologische Empfindungskreise zu unterscheiden. Er führt dies in folgenden Worten aus: »Dann muss man aber diesen Begriff eines physiologischen Empfindungskreises (der durch die kleinste wahrnehmbare Distanz gemessen wird) streng von demjenigen eines anatomischen Empfindungskreises, wie ihn Weber definirt hat, auseinanderhalten und darf beide nicht schlechthin identificiren. Auf einer Verwechslung oder fälschlichen Identificirung beider Begriffe beruhen die meisten Angriffe, welche gegen Weber's Lehre geführt worden sind. Weber selbst hat denselben gewissermaßen Vorschub geleistet, indem er selbst beide nicht immer streng genug auseinander gehalten hat«¹⁾. Funke's Definition der physiologischen Empfindungskreise ist bereits oben angeführt worden; die anatomischen Empfindungskreise beschreibt er folgendermaßen: »Der unanfechtbare Vordersatz, von welchem Weber ausgeht, lautet, dass eine und dieselbe Nervenfasern, wenn sie gleichzeitig von mehreren gesonderten Reizen von verschiedenen Orten aus in Erregung versetzt wird, unter allen Umständen nur eine in jeder Beziehung einfache Empfindung, nicht mehrere gleichzeitige discrete Empfindungen, an welche sich verschiedene Ortsvorstellungen anknüpfen können, hervorzubringen vermag«²⁾.

Obwohl die Existenz von solchen anatomischen Empfindungskreisen durch den Fortschritt der anatomischen Erkenntniss stark in Frage gestellt worden ist, so braucht man dieselbe doch noch nicht endgültig zu leugnen, sondern kann annehmen, dass die von Blitz³⁾ und Goldscheider⁴⁾ gefundenen Empfindungspunkte als solche aufzufassen sind. Es ist jedoch sehr fraglich, ob diese Empfindungspunkte mit jenen einfachen Empfindungsqualitäten, welche Lotze als Localzeichen bezeichnet hat, ohne weiteres zu identificiren

1) Hermann's Handbuch d. Physiol. III, 2. S. 393.

2) Ebend. S. 388.

3) Zeitschr. f. Biol. XX. 1884. S. 141 ff.

4) Arch. f. Anat. u. Phys. Suppl. 1885.

sind, sondern es ist weit wahrscheinlicher, dass die Empfindungsqualitäten der letzteren aus mehreren durch solche anatomische Einheiten vermittelten Empfindungen zusammengesetzt sind.

Um die Resultate der Weber'schen Versuche durch die anatomischen Empfindungskreise zu erklären, nimmt man an, dass die Seele eine dunkle Vorstellung von diesen Empfindungskreisen in sich trage und die Anzahl der zwischen zwei Hauteindrücken gelegenen Empfindungskreise gewissermaßen zu zählen vermöge, wobei die Anzahl der letzteren, die zur Erkennung des eben wahrnehmbaren Zwischenraumes nöthig ist, eine sehr verschiedene sein könne. Doch wird wenigstens ein solcher Kreis unbedingt als nothwendig angenommen. Diese Ansicht, dass ein ungereiztes Element zwischen den beiden gereizten liegen muss und gewissermaßen als leerer Raum empfunden wird, stammt von Weber und ist von späteren Forschern vielfach wiederholt worden. Die Widerlegung dieser Anschauung ist bereits von Wundt geliefert worden. Die betreffende Stelle lautet bei ihm: »Dass Nichtempfundenes zur Wahrnehmung kommt, ist ein Widerspruch, denn wir können wohl von Empfindungen reden, die nicht wahrgenommen werden, nie aber von Wahrnehmungen, die nicht aus Empfindungen stammen. Haltbar ist diese Ansicht daher nur, wenn man annimmt, dass von den zwischen den beiden Eindrücken liegenden, nicht empfundenen Empfindungskreisen aus der Erinnerung ein Phantasiebild entsteht, und wenn wir hier statt der Empfindungskreise, die weder je in unserer Anschauung, noch in unserer Erinnerung vorkommen, die zwischen den Eindrücken liegende nicht empfundene Hautstrecke setzen, so entspricht dies in der That unseren eigenen Beobachtungen; aber man sieht leicht ein, dass bei dieser neuen Fassung der Theorie die Annahme der festen Empfindungskreise in der Haut und im Sensorium, auf die man doch so großes Gewicht legt, ganz bedeutungslos wird, indem man ja schließlich darauf hinauskommt, dass nur durch die Erfahrung die Eindrücke getrennt und die Entfernungen, die zwischen ihnen befindlich sind, abgeschätzt werden«¹⁾.

Wir sehen also, wie sich die beiden von Weber zusammengeworfenen Begriffe im Laufe der weiteren Forschungen immer

1) Beiträge zur Theorie d. Sinneswahrn. S. 50. Vergl. auch S. 147.

deutlicher voneinander gesondert haben. Die anatomischen Empfindungskreise werden kleiner und kleiner gedacht und gleichen so immer mehr den Meißner'schen Irradiationskreisen. In diesem Sinne kann man dieselben als Einheiten betrachten und so die in der Haut vorhandenen anatomischen Verschiedenheiten insofern als Bedingungen für die Raumwahrnehmung auffassen, als sie die Bedingungen für die Verschiedenheiten der sinnlichen Empfindungen sind. Dagegen ist der andere Begriff des Empfindungskreises gänzlich zu verwerfen und an dessen Stelle ein complicirter Vorgang der Unterscheidung und Vergleichung von Empfindungsqualitäten zu setzen.
