

(Aus dem Institut für Anthropologie und experimentelle Psychologie
der Universität Rom.)

Über einige Eigentümlichkeiten des Tastsinns.

Von

G. SERGI.

BLOCH machte im Jahre 1875 (bei Gelegenheit von Messungen der Geschwindigkeit des sensitiven Nervenstroms) einige Versuche, die Nachdauer von Tastempfindungen zu bestimmen.¹ Er bediente sich dazu mechanischer Stöße auf die Haut, von verschiedener Geschwindigkeit und auf verschiedenen Teilen des Körpers, und fand, daß die Nachdauer eines Stoßes auf den Finger zwischen 0,0210 u. 0,0236 (also $\frac{1}{48}$ — $\frac{1}{42}$) Sekunde betrug. Außerdem fand er, daß die Nachdauer größer zu sein schien, wenn der Stoß plötzlicher war, und daß sie wuchs, je mehr die Sensibilität des gereizten Teiles abnahm.

Im Jahre 1877 machte derselbe BLOCH neue Versuche und glaubte versichern zu können, „daß für mechanische Stöße die Nachdauer der Empfindung sich vergrößert, je weniger die untersuchte Stelle für gewöhnliche Berührung empfänglich ist.“ Für das Fleisch der Finger würde sie ein Minimum von $\frac{1}{45}$ Sekunde erreichen. Als er aber vermitteltst einer dazu konstruierten Vorrichtung mit elektrischen Reizen experimentierte, fand er, daß jene Dauer sich auf $\frac{1}{83}$ Sekunde reduzierte.²

In den folgenden Jahren verfuhr BLOCH nach einer anderen Methode, um die Nachdauer der Tastempfindungen zu ermitteln, indem er nämlich eine Reihe successiver Stöße auf dieselbe Stelle der Haut einwirken ließ und dabei das eben notwendige

¹ *Archives de Physiologie*. 1875.

² *Travaux du Laboratoire de M. Marey*, III, 1876—77.

Intervall suchte, bei welchem die Fusion solcher Reize eintrete. Zu diesem Zwecke liefs er eine Stimmgabel mit beweglichen Gewichten konstruieren, durch deren Verschiebung man die Zahl der Doppelschwingungen und demgemäfs auch die Zahl der successiven Stöfsse auf die Haut von 40 auf 70 per Sekunde variieren konnte.¹ Auf diese Weise fand er, dafs die Fusion zwischen successiven, regulären und gleichen Reizen, d. h. den Stöfsen der Stimmgabel, eintrat bei 60 Schwingungen auf Daumenballen und Kleinfingerballen, bei 58 und 59 auf dem Vorderarm, bei 64 auf dem Rücken der zweiten Phalanx, während er auf der Volarseite der Finger (letzte Phalanx) die Fusion mit 70 Schwingungen noch nicht erreichen konnte, sein Instrument aber ein Hinausgehen darüber nicht gestattete. Auf jeden Fall glaubte er sich, wie vorher, zu dem Schlusse berechtigt, dafs die Nachdauer je nach den verschiedenen Stellen der Haut veränderlich und um so geringer ist, je empfindlicher der gereizte Teil. Er fand dann, dafs man je nach den Methoden des Experimentes eine verschiedene Zeit für die Nachdauer bekäme, wie z. B. zwischen $\frac{1}{40}$ und $\frac{1}{56}$ Sekunde, um die Fusion der Eindrücke auf den Zehen zu erreichen, und schlofs, dafs es schwer sei, eine Erklärung für diese verschiedenen Resultate zu finden.

Diese Schlüsse BLOCHS haben mich nicht überzeugt, besonders nicht die Behauptung einer um so gröfseren Nachdauer, je geringer die Sensibilität der Haut ist. Um daher diese Vorgänge und das Verhalten der taktilen Sensibilität besser zu erkennen, beschlofs ich, die Experimente mit successiven Stimmgabelstöfsen aufs neue anzustellen. Ich benutzte dazu elektrisch getriebene Schreib-Stimmgabeln konstruiert von KÖNIG, an denen ich statt der flexiblen Messinglamelle, welche zum Schreiben dient, eine abgestumpfte starre Messingspitze einsetzte, und zwar von demselben Gewicht wie die Lamelle, um die Oscillation der Stimmgabel nicht zu verändern. Die Spitze stand aber in lateraler Richtung zum Aste der Stimmgabel, damit sie ihren Zweck besser erfüllte, sich nämlich der Haut applicieren zu lassen. Bisweilen habe ich sie noch mit einer feinen Korkspitze versehen, damit der Stofs sanfter und weniger hart wäre. Eine Stimmgabel mit beweg-

¹ *Travaux etc.*, IV, 1878—79.

lichen Gewichten läßt nur ziemlich beschränkte Variationen zu, wie ja in der That die von BLOCH nur zwischen 40 und 70 Doppelschwingungen gestattete. Ich benutzte daher eine Reihe von Stimmgabeln mit stabiler Schwingungszahl und wählte folgende sechs, nämlich von 50, 100, 250, 435, 500, 1000 Doppelschwingungen in der Sekunde.

Die Versuche wurden zu verschiedenen Zeiten im Verlauf der beiden Monate Januar und Februar 1891 ausgeführt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Zusammenstellung enthalten:

I. Stimmgabel (KÖNIG) von 50 D.-S. mit abgestumpfter starrer Messingspitze.

Die Frequenz an allen Teilen der Hand wahrgenommen; deutliche Empfindung der successiven Stöße.

Am hinteren Teile des Vorderarmes muß die Spitze stark in die Haut gedrückt werden, damit der successive Stoß zur Wahrnehmung gelangt; dieser wird daher halb kontinuierlich, halb successiv wahrgenommen, d. h. man fühlt den kontinuierlichen Kontakt, aber auch die Succession der Stöße, welche tiefer gehen; wenn die Spitze auf die Oberfläche der Haut gestellt wird, so wird der Reiz als ganz leicht und successiv empfunden.

II. Obige Stimmgabel mit Korkspitze.

Die Succession der Stöße deutlich wahrgenommen, an den Fingerspitzen, Daumenballen und Kleinfingerballen, auf der Rückseite der Finger, auf der Mittelhand.

III. Stimmgabel von 100 D.-S. mit Messingspitze.

Die Succession deutlich wahrgenommen an den Fingerspitzen Daumenballen, Kleinfingerballen, auf dem Rücken der Fingerglieder, Mittelhand, Handwurzel, auf Vorderarm, Stirn, mittlerem Teil der Glabella, Crista der Schläfen, Nasenspitze, Zungenspitze, roten Lippen.

Am Vorderarm, hintere Mittellinie, wird die Frequenz nicht wahrgenommen.

An der Eichel wird, wenn man die vibrierende Spitze der Stimmgabel laufen läßt, eine frequente Empfindung von schmerzhaftem Kitzel wahrgenommen; wenn man die Spitze an derselben Stelle läßt, wird die Succession nicht wahrgenommen.

IV. Stimmgabel von 250 D.-S. mit Messingspitze.

Die Succession deutlich wahrgenommen an der Volarseite der Hand und der Finger, ferner am Daumenballen, Kleinfingerballen und Handrücken; undeutlich wahrgenommen an der Handwurzel.

Am Vorderarm ist die Empfindung der Succession abgestumpft.

Deutlich ist die Succession am Fuß an den beiden letzten Gliedern der großen, zweiten und mittleren Zehe, dunkel an den andern Zehen (vielleicht wegen der etwas niedrigen Temperatur).

Am Bein die Succession wahrgenommen auf der Kniescheibe und den umliegenden Teilen, auf der äußeren Seite des Beines, auf der Crista des Schienbeins.

Im Gesicht: auf dem mittleren Teile der Stirn, Crista der Schläfen, auf dem Nasenknochen, auf den Wangen, unter der Augenhöhle die Succession wahrgenommen, aber nicht deutlich; — auf dem mittleren Teile der Wangen deutlich wahrgenommen; auf den roten Lippen deutlicher wahrgenommen; auf der Nasenspitze wahrgenommen; — auf der Zungenspitze gut wahrgenommen.

V. Stimmgabel von 435 D.-S.

Die Frequenz wahrnehmbar an den Enden der letzten Fingerglieder; — deutlicher am letzten Gliede des Zeigefingers und dem Daumen; — wahrgenommen auch um die Finger herum; — auf der interdigitalen Fläche; — auf der Handfläche, deutlicher auf dem Kleinfingerballen — am Metakarpus des Daumens und den andern Metakarpen deutlich.

An der Handwurzel kaum wahrgenommen, besser auf der Volarseite ungleichmäßig auf dem Rücken; — an der Apophysis styloides des Cubitus nicht wahrgenommen, aber um sie herum wahrgenommen.

Am Vorderarm, oberhalb der Handwurzel gar nicht oder kaum wahrgenommen.

Am Fuß, untere Seite der großen Zehe, deutlich wahrgenommen; — am Knie kaum wahrgenommen; — am Hüftgelenke, ebenso an den inneren Tuberositäten wahrgenommen.

An den roten Lippen wahrgenommen; — an der Zungenspitze mit Kitzelempfindung wahrgenommen; — an der Nasenspitze nicht wahrgenommen; — an der Stirn, auf der rechten Augenbraue wahrgenommen, auf dem mittleren Teile nicht wahrgenommen, an der Crista der Schläfe wahrgenommen.

VI. Stimmgabel von 500 D.-S.

Die Succession der Stöße an den Fingerspitzen wahrgenommen; — auf der ganzen Handfläche; am vorderen Teile der Handwurzel; — nicht wahrgenommen auf dem Rücken der Finger oder der Hand; — kaum wahrgenommen auf der Rückenseite der Metakarpo-Phalangealgelenke; — wahrgenommen am zweiten Gliede des Daumens, innen: am Metacarpale des Daumens, — an der Handwurzel vorn; — kaum wahrgenommen hinten.

Nicht wahrgenommen am hinteren Teile des Vorderarms.

Wahrgenommen auf den roten Lippen und an der Zungenspitze.

VII. Stimmgabel von 1000 D.-S.

Die Succession auf der Volarseite der Fingerspitzen wahrgenommen; — kaum wahrnehmbar an den seitlichen und inneren Partien derselben Fingerglieder; — kaum wahrnehmbar am Daumenballen; — nicht wahrgenommen am Kleinfingerballen; nicht wahrgenommen an andern untersuchten Teilen der Hand und des Armes.

Aus diesen Daten ergibt sich als erstes Resultat, daß auf dem Fingerfleisch die Succession der Stöße bis zu einem Intervall von $\frac{1}{1000}$ Sekunde wahrgenommen wird, daß bei $\frac{1}{500}$ Sekunde die Frequenz an vielen anderen Teilen der Hand, an der Zungenspitze, an den roten Lippen zur Wahrnehmung kommt, daß sie bei $\frac{1}{435}$ Sekunde an andern Stellen und über eine große Hautoberfläche fühlbar ist, deren Sensibilität für die Succession der Stöße zunimmt, je mehr ihre Zahl per Sekunde sich vermindert, bis zu $\frac{1}{50}$ Sekunde. So beweisen meine Versuche, daß das zwischen einer Empfindung und der anderen gefühlte Intervall veränderlich ist, je nach den verschiedenen Punkten der Hautoberfläche, daß es aber bedeutend kleiner ist als das von BLOCH gefundene, bis es ganz winzig, nämlich $\frac{1}{1000}$ Sekunde wird. Hierüber hinaus bin ich nicht gegangen, weil ich glaube, daß dies das Minimalintervall taktiler Reize ist, welches eine intermittierende Empfindung hervorrufen kann, da die Succession bei einem so kleinen Intervall kaum noch wahrgenommen wird, und auch hier nicht immer, wenn einmal für einen Augenblick die Hauttemperatur sich nicht auf einer gewissen Höhe befindet.

Aus dieser ersten Thatsache glaube ich nun aber nicht, daß man mit BLOCH schließen kann, die Nachdauer der Empfindung vermindere sich mit der Vermehrung der Sensibilität, und die Fusion der Reizungen (der Stöße) werde leichter erreicht an einem weniger empfindlichen Punkte der Haut und mit einer geringeren Zahl von Stößen in der Sekunde. Um hierüber zur Klarheit zu gelangen, muß man vor allem zwei Bedingungen ins Auge fassen, nämlich:

1. die Intensität der Reize;

2. die spezielle Sensibilität des gereizten Organs.

Beide Bedingungen gehören zusammen, um eine Nachdauer zu bestimmen, und besonders eine Nachdauer von einiger Erheblichkeit. Es ist bekannt, daß die Nachdauer des Eindruckes ohne eine gewisse Intensität des Reizes nicht möglich ist, und nach RICHTER entspricht die Größe der Nachdauer der Größe des Reizes.¹ Das Faktum ist evident nachgewiesen für die Eindrücke der Retina: HELMHOLTZ schreibt, daß das

¹ CH. RICHTER, *Recherches expérim. et cliniques sur la sensibilité*. Paris 1877, S. 192.

positive Nachbild desto heller ist und desto länger andauert, je größer die Intensität des primären Lichtes ist, und daß beim Verschwinden der positiven Nachbilder die weniger hellen Objekte zuerst verschwinden, die helleren länger beharren, daß folglich wenig beleuchtete Gegenstände im positiven Nachbild oft absolut dunkel werden, während die helleren allein für längere Zeit sichtbar bleiben.¹ Dies Phänomen gilt nicht ausschließlich für das Gesichtsorgan, sondern ist allen andern Sinnesorganen gemeinsam; es würde kein Grund vorliegen für die Annahme, daß der Tastsinn eine Ausnahme mache.

Um die Intensität der Reize kennen zu lernen, haben wir in unserm Falle ein sehr einfaches Mittel, weil sie durch Oscillationen von Stimmgabeln mit einer bestimmten Schwingungszahl in der Sekunde hervorgerufen werden. Diese Vibrationen besitzen nämlich eine meßbare Amplitude, und die Amplitude mißt in diesem Falle die Intensität des Stofses und demnach des Reizes. Graphisch ist diese Größe ersichtlich an der Linie, welche die Stimmgabeln zeichnen, wenn man sie auf geschwärztem Glas oder Papier schreiben läßt, die Stimmgabel mit 50 Doppelschwingungen in der Sekunde beschreibt eine Linie mit größeren Ausbuchtungen als die mit 100 Schwingungen, und die Stimmgabel mit 1000 Schwingungen eine dem unbewaffneten Auge nur als gerade erscheinende Linie.

Ich habe von meinen, durch eine galvanische Batterie in Schwingung gesetzten Stimmgabeln diese Linien aufzeichnen lassen, habe aber von den sechs, mit welchen ich experimentiert habe, nur die beiden ersten von 50 und 100 Doppelschwingungen und die beiden letzten von 500 und 1000 Doppelschwingungen per Sekunde ausgewählt. Diese beiden letzten geben, mit unbewaffnetem Auge gesehen, eine anscheinend gerade und nicht gewundene Linie, zeigen aber ihre Wellenform, wenn mit der Linse oder unter dem Mikroskop vergrößert. Wenn man also bei diesen 4 Stimmgabeln die Schwingungsamplituden nach den auf den Gläsern hinterlassenen Spuren mißt, so findet sich in abgerundeten Zahlen:

Stimmgabel	von	50	D.-S.	mm.	3,12
"	"	100	"	"	1,30
"	"	500	"	"	0,26
"	"	1000	"	"	0,104.

¹ V. HELMHOLTZ, *Physiol. Optik.*¹ S. 358–360.

Natürlich muß der Schlag oder Stoß, welcher von der an dem Aste der Stimmgabel befestigten Spitze der Hautoberfläche erteilt wird, der Schwingungsamplitude entsprechen; es muß also eine Stimmgabel von 50 Doppelschwingungen per Sekunde einen stärkeren Schlag geben als eine andere von 100 Doppelschwingungen, da letztere schwächere Exkursionen macht. Bei der Stimmgabel von 1000 Doppelschwingungen, deren Amplitude wenig mehr als $\frac{1}{10}$ mm beträgt, ist der Stoß auf die Haut höchst schwach, und zwar so schwach, daß der leiseste Druck auf die Hautoberfläche die Oscillation fast augenblicklich aufhebt, während die Stimmgabeln von 50 und von 100 Doppelschwingungen bis zu einer gewissen Tiefe in die Haut eindringen können, ohne ihre Hin- und Herbewegung zu verlieren, und die Succession der gleichen Stöße fühlbar machen.

Es ist also sicher, daß die Reizungen, welche von den vibratorischen Bewegungen der Stimmgabeln von 50 bis 1000 Doppelschwingungen hervorgerufen werden, durchaus nicht von gleicher Intensität sind, und daß man diejenigen der Stimmgabel von 1000 Doppelschwingungen als das Minimum ansehen kann, welches für die Unterseite der Fingerspitzen noch eben fühlbar ist. Nun scheint es mir unmöglich, daß so winzige Intensitäten noch eine Nachdauer der Empfindungen hinterlassen können. Ich glaube vielmehr, daß es nicht der Effekt der Fusion der kleinen Reizungen in eine einzige durch die Nachdauer der Eindrücke sei, wenn selbst die Fingerspitzen die Succession von Stößen mit einem kleineren Intervall als $\frac{1}{1000}$ Sekunde nicht mehr wahrnehmen, sondern der Effekt der Unempfindlichkeit gegen kleinere Reize als solche Stöße von $\frac{1}{10}$ mm Amplitude. Dies Faktum wird evident, wenn wir die zweite Bedingung, d. h. die Sensibilität des gereizten Organs, in unserem Falle der Haut, in Erwägung ziehen.

Daß die taktile Sensibilität nicht auf der ganzen Hautoberfläche gleich ist, daran ist nach den grundlegenden Arbeiten WEBERS nicht zu zweifeln; aber ich möchte die Aufmerksamkeit auf ein an sich ziemlich einfaches Faktum lenken, das gleichwohl sehr instruktiv für die Natur der eigentlichen taktilen Sensibilität ist, nämlich auf die Feinheit des Tastsinnes auf einigen sehr begrenzten Gebieten, wenn sie nur durch eine abgestumpfte Spitze ohne irgendwelchen Druck geprüft wird, und auf die Stumpfheit dieses Sinnes auf der größeren übrigen Oberfläche

der Haut. Man nehme einen Bleistift mit abgestumpfter Spitze und untersuche die Fingerspitzen auf der Volarseite; man wird eine höchst genaue Empfindung, eine ganz klare Perzeption der Spitze finden. Viele andere Partien der Hand sind in gleicher Weise empfindlich. Man untersuche aber mit derselben Spitze und mit derselben Sorgfalt den Vorderarm oder den Arm, und man wird eine dumpfe oder verschwindende Empfindung mit dunkler Perzeption der Spitze haben; um eine deutlichere zu gewinnen, muß man die Spitze in die Haut eindrücken, dies aber verwandelt die Tastempfindung in die des Druckes.

Wir stehen also vor dem sicher konstatierten Faktum, daß die taktile Sensibilität nicht in gleichartiger Weise auf der Hautoberfläche entfaltet ist, und besonders die Sensibilität, welche eine klare und deutliche Perzeption giebt. Unterwerfen wir nun eine weniger empfindliche Partie der Haut dem Experimente mit den Stimmgabeln von verschiedener Schwingungszahl und folglich verschiedenen Graden der Intensität des Stosses, so gelangen wir offenbar zu dem Resultat, daß, wenn die Oscillation die die Reizung bewirkende Spitze um mehr als 1 mm entfernt und nähert und demnach diese Spitze in die Haut eindringen kann, die Succession der Stöße wahrgenommen wird; wenn dagegen die Spitze nur um den Bruchteil eines Millimeter oscilliert und also stets auf der äußersten Oberfläche der Haut bleiben muß, daß dann die Succession nicht wahrgenommen wird. Mit der Stimmgabel von 50 Doppelschwingungen nimmt man die Succession der Stöße am Vorderarm wahr, wenn man die starre Spitze in die Oberfläche der Haut einstößt, und man hat eine halb kontinuierliche, halb successive Empfindung; eine kontinuierliche, weil die Spitze immer in Kontakt steht; eine successive, weil dieser Kontakt nicht gleichmäßig in der Succession der Stöße ist, bald tiefer, bald oberflächlicher, je nach dem Kommen und Gehen der oscillierenden Spitze, was in diesem Falle mit einer Amplitude von mehr als 3 mm geschieht. Mit der Stimmgabel von 500 Doppelschwingungen hat man die alleinige deutliche Empfindung einer unbeweglichen Spitze, wenn sich diese ein wenig in die Haut des Vorderarmes selbst einbohrt; denn dies löscht fast augenblicklich die winzige Oscillation der Stimmgabel aus. Oder man hat eine beinahe verschwindende Wahrnehmung wieder nur allein von der Spitze, wenn diese an der

äußersten Oberfläche der Haut erhalten wird, denn die geringe Intensität des Stofses einer Spitze, welche nur um $\frac{1}{4}$ mm oscilliert, ist in diesem Falle ungenügend, um eine Empfindung hervorzurufen. Bei einer für eine Empfindung so ungenügenden Intensität ist dann auch eine Nachdauer unmöglich, welche doch eine bestimmte Empfindung von einer gewissen Intensität verlangt.

Aus diesen Ergebnissen geht hervor, daß die Minimalgrenze des Reizes veränderlich ist je nach der verschiedenen Sensibilität der Hautpartien. Und wie bei den Fingerspitzen die Minimalgrenze nach meinen Ergebnissen der von einer Oscillation von 0,104 mm herrührende kleine Stofs ist, entsprechend einem Intervall von $\frac{1}{1000}$ Sekunde, so liegt für andere Hautpartien diese Grenze bei höheren Werten, nämlich bei 0,25, 0,50, 1,00, 2,00, 3,00 mm Amplitude. Dies würde die taktile Sensibilität der Haut messen, wie der Zirkel Webers je nach den verschiedenen Öffnungen ihre Raumempfindung mißt.

Die Hauptresultate dieser experimentellen Beobachtungen über den Tastsinn können folgendermaßen formuliert werden:

1. Die Hautoberfläche ist nicht überall in gleicher Weise empfindlich gegen Tastreize von geringer Intensität; die empfindlichsten Teile sind immer die Fingerspitzen auf der Volarseite, wo auch die schwächste Reizung deutlich empfunden wird.

2. Viele Teile der Haut geben zwar eine bestimmte Tastempfindung, geben sie aber nicht so klar und deutlich wie die Fingerspitzen.

3. Das Minimum der Energie des Reizes ist veränderlich je nach den verschiedenen Punkten der Hautoberfläche, und bei den successiven isochronen Reizen, wie denen der Stimmgabel, ist die einheitliche Empfindung, welche etwa daraus hervorgeht, nicht die Wirkung der Fusion der Eindrücke durch ihre Nachdauer, sondern die Wirkung der Unempfindlichkeit gegen schwache Stöße; daher wird die Spitze gleichsam als feststehend empfunden, wenn sie in unmittelbarem Kontakt mit der Haut steht.

4. Bei den eigentlichen Tastempfindungen, d. h. den an der Oberfläche ausgelösten, scheint keine Nachdauer der Eindrücke zu bestehen, wenn die Reize begrenzt und hervorgerufen sind von einer stumpfen Spitze; auch scheint keine Summation kleiner Eindrücke zu einem einzigen Effekt stattzufinden, wie bei einigen anderen Sinnen und für die Haut auch bei elek-

trischer Reizung konstatiert ist (RICHTET). Diese Phänomene treten hingegen ein, wenn man die Tastempfindung in Druckempfindung umgewandelt hat, wenn man nämlich durch Druck eine abgestumpfte Spitze in die Hautoberfläche eindringen läßt, und wenn also ein breiter, über eine große Oberfläche ausgedehnter Reiz von speziellem Charakter vorliegt.

5. Es scheint, daß für Tastreize jenes primäre Stadium einer mehr oder weniger langen Entwicklung, wie man es z. B. als Anklingen der Gesichtsempfindungen kennt, nicht vorhanden ist. Vielmehr scheint es, daß ein Reiz von rein mechanischem Charakter hier den Effekt unmittelbar hervorbringt, und daß, wenn er ihn nicht im ersten Augenblick hervorbringt, überhaupt gar kein Nutzeffekt zu stande kommt. So würde auch das Fehlen der Nachdauer, abgesehen von der Schwäche der Reizung, noch durch die Abwesenheit eines Entwicklungsstadiums in den Endorganen der Tastnerven erklärlich werden.

Wenn aber doch eine Art Anklingen im Spiele ist, so kann es nur eine geradezu unmeßbare Zeitdauer in Anspruch nehmen, da man eine Reihe von Empfindungen noch bei einem Intervall von $\frac{1}{1000}$ Sekunde wahrnehmen kann.

6. Auf der Schleimhaut der Eichel giebt es keine Empfindung von rein taktilem Charakter, wie sie sich auf der übrigen Haut findet.¹

¹ Diese meine Beobachtungen waren im Druck, als ich von den Versuchen von RUMPF und SCHWANER in Marburg erfuhr, welche zu klinischen Zwecken mit der Stimmgabel-Methode angestellt wurden. Ich habe sogleich von den Versuchen SCHWANERS (die Prüfung der Hautsensibilität vermittelt Stimmgabeln bei Gesunden und Kranken, Marburg, 1890) Kenntnis nehmen können und habe gefunden, daß sie mir zu einer Abänderung meiner Schlüsse keinen Anlaß geben.