

Ueber den Tastsinn. Von *Ernst Heinrich Weber*,
Prof. der Anatomie in Leipzig.

Meine Schrift: *De pulsu, resorptione, auditu et tactu annotationes anatomicae et physiologicae.* Lipsiae apud Köhler. 1834. 4., besteht aus 23 zu einem fortlaufenden Texte zusammengearbeiteten Programmen. Ausser den Abhandlungen, die den Puls, den Nutzen der elastischen Haut der Arterien, die Verschiedenheit, welche zwischen dem Einsaugungsvermögen der Lymphgefässe und der Blutgefässe Statt findet, und das Gehör betreffen, ist darin eine Untersuchung über den Tastsinn enthalten, die mich mehrere Jahre hindurch beschäftigt hat.

Die Lehre von den Sinnen ist ein Punkt, in welchem einmal in Zukunft die Forschungen der Physiologen, der Psychologen und der Physiker zusammenstossen müssen. Denn es ist vorauszusehen, dass wenn man die Naturkräfte gehörig definirt und die Gesetze, nach welchen sie wirken, aufgefunden haben wird, es ein sehr dringendes Bedürfniss werden wird einzusehen, wie nun die in der Natur Statt findenden Bewegungen auf unsere Sinnorgane einwirken und die Vorstellungen von den Erscheinungen in der Welt in uns erzeugen.

Der Tastsinn eignet sich aber ganz vorzüglich dazu, um durch eine Reihe von Versuchen auszumitteln, auf welche Weise wir zu den Vorstellungen gelangen, die wir ihm verdanken. Denn das Organ desselben hat eine so grosse Ausdehnung auf der Oberfläche des Körpers, und die Versuche sind so unschädlich, dass man viele Experimente machen kann, welche sich an anderen Sinnorganen nicht anstellen lassen. Mehreres was man auf diese Weise beim Tastsinn findet, lässt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit auf andere Sinne anwenden.

Zu dieser Untersuchung gab mir folgende Beobachtung den ersten Anstoss: Wenn man einen Menschen auf dem Rücken an zwei Stellen zugleich berührt, z. B. mit den bei-

den abgerundeten Spitzen der von einander entfernten Schenkel eines Cirkels, so scheinen ihm die Spitzen, auch wenn sie 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll von einander abstehen, sehr nahe an einander zu liegen. An manchen Stellen der Haut scheinen beide so weit von einander abstehende Cirkelspitzen sogar nur die Empfindung einer einzigen Berührung hervorzubringen, z. B. an der Mitte des Oberschenkels oder des Oberarms, wenn der Cirkel so gehalten wird, dass eine Linie, durch die man sich beide Spitzen verbunden denken kann, nach der Länge des Schenkels oder des Arms liegt. Dieses ist nicht nur an solchen Stellen der Haut der Fall, die man nicht sehen kann, sondern auch an solchen, die wir recht gut besehen können und wo wir uns also eine Kenntniss über die Lage aller Punkte durch das Auge verschafft haben, wenn wir nur während wir berührt werden nicht hinsehen. Ich fand nun, dass je nervenreicher und daher schärfer fühlend ein Theil der Haut ist, man desto deutlicher und richtiger die Entfernung der beiden berührten Stellen wahrnimmt. Je weniger dagegen die Zahl und Grösse der Nerven ist, die ein Theil der Haut besitzt, desto kleiner scheint der Zwischenraum zwischen ihnen, desto mehr scheinen beide Eindrücke in einen Punkt zusammen zu fliessen. Aber sogar dann, wenn wirklich beide Eindrücke in einen Punkt zusammenzufließen anfangen und als ein einziger Eindruck wahrgenommen werden, nimmt man, wenn das Zusammenfließen noch nicht vollständig ist, noch eine Verschiedenheit wahr, aus welcher man allenfalls die Lage der Cirkelspitzen gegen den Körper vermuthen kann: der Punkt erscheint uns nämlich, wenn beide Eindrücke nicht völlig zusammenfließen, länglich, so dass sein längerer Durchmesser die Richtung der Linie hat, durch die man sich beide Cirkelspitzen verbunden denken kann. Dadurch nun, dass man einen Menschen, ohne dass er es sieht, mit den abgerundeten Spitzen eines Cirkels gleichzeitig berührt und den Abstand der Cirkelspitzen so lange ändert, bis er beide Berührungen als eine einzige empfindet und nicht mehr zu bestimmen im Stande ist, ob die Linie durch die man sich die Cirkelspitzen verbunden denken kann, in der Richtung der Länge oder der Quere des Gliedes sich befinde, mit welchem der Cirkel in Berührung gebracht wird, hat man ein Mittel, durch Versuche zu finden, wie fein der Tastsinn an verschiedenen Stellen des Körpers ist und ob die nämlichen Verhältnisse der Feinheit des Tastsinnes auch bei verschiedenen Menschen Statt finden. Ich habe eine Masse solcher Versuche bei mir und Anderen gemacht und gefunden, dass ich die Eindrücke als zwei zu unterscheiden anfangte bei folgendem Abstände der Cirkelspitzen:

an der Zungenspitze	bei	$\frac{1}{2}$ Lin.	Par.
— den Fingerspitzen	—	1	—
— dem rothen Theile der Lippen	—	2	—
— der Hohlhandseite des 2ten Fingergliedes	—	2	—
— der Rückenseite des 3ten Fingergliedes	—	3	—
— dem Ballen der Finger	—	3	—
— der Nasenspitze	—	3	—
— dem Rücken der Zunge	—	4	—
— dem nicht rothen Theile der Lippen	—	4	—
— der Spitze der grossen Zehen	—	5	—
— den Backen	—	5	—
— dem Rücken des 2ten Gliedes der Finger	—	5	—
— der Mitte der Hohlhand	—	5	—
— dem harten Gaumen	—	6	—
— den Jochbeinen	—	7	—
— dem Rücken der Knöchel an der Hand	—	8	—
— der innern Oberfläche der Lippen	—	9	—
— der Stirn	—	10	—
— dem behaarten Hinterhaupte	—	12	—
— dem Rücken der Hand	—	14	—
— dem Halse unter dem Kinn	—	15	—
— den Kniescheiben und in ihrer Nähe	—	16	—
— dem Kreuzbein	—	18	—
— dem Brustbein	—	18	—
— den Lendenwirbeln	—	24	—
— der Mitte des Oberarms	—	30	—
— der Mitte des Oberschenkels	—	30	—

Ich glaube diese hier aus mehreren ausgehobenen Bestimmungen reichen hin um einen Begriff zu geben, wie sehr verschieden die Feinheit des Tastsinnes an verschiedenen Stellen des Körpers ist. Diese Messungen sind neuerlich in England wiederholt und die Resultate im Wesentlichen übereinkommend gefunden worden *). Wenn man jene angegebenen Entfernungen der Cirkelspitzen durch Linien bildlich ausdrückt, welche dem Abstände beider Spitzen von einander gleichkommen, so erhält man die anschauliche Uebersicht über die Feinheit des Tastsinnes, die ich S. 58 gegeben habe.

Oeffnet man den Cirkel $1\frac{1}{4}$ Zoll weit und berührt damit das Gesicht nahe vor dem Ohre so, dass beide Cirkelspitzen in einer senkrechten Linie liegen, und bewegt dann den Cirkel in steter Berührung mit der Haut, aber ohne dieselbe zu verletzen, bis zu den Lippen und von da bis zum andern Ohre, so scheinen sie anfangs, weil die Haut nahe dem Ohre

*) Account of some new experiments on the sensibility of the skin by Dr. Weber by Allen Thomson. Edinburgh méd. and surg. Journal No. 116.

fühlloser ist, eng an einander zu liegen. je mehr sie sich aber der feinfühlenden Unter- und Oberlippe nähern, desto mehr scheinen sie sich von einander zu entfernen, und auf gleiche Weise scheinen sie sich wieder, während sie auf der andern Seite des Gesichts nach dem Ohre hin bewegt werden, einander näher zu kommen. Man glaubt während der Bewegung des Cirkels sogar die Gestalt der krummen Linie, in der sich jeder Schenkel des Cirkels zu bewegen scheint, wahrzunehmen. Um diese Erscheinung zu erklären nehme ich an, dass wir ein dunkles Bewusstseyn von der Existenz aller fühlenden Punkte in der Haut durch oftmaliges Tasten erworben haben. Wenn zwischen zwei berührten Stellen viel fühlende Punkte liegen, so scheint uns der Zwischenraum grösser, liegen aber weniger dazwischen, so scheint er uns kleiner. Es kommt hierbei also auf die Zahl der Nervenenden in einem bestimmten Raume an. Eine für die Anatomie und Physiologie nicht uninteressante Bemerkung ist die, dass an solchen Stellen, wo die Nerven, wie an den Armen und Beinen, der Länge nach laufen, die Cirkelspitzen deutlicher und leichter zwei zu unterscheidende Eindrücke machen, wenn man die Glieder so berührt, dass eine die Cirkelspitzen verbindende Linie am Gliede quer liegt, als wenn sie der Länge nach liegt.

Aehnliche Untersuchungen über die Feinheit des Tastsinnes wie diese, habe ich nun auch über die Wahrnehmung und Vergleichung des Drucks zweier Gewichte, und der Temperatur zweier mit unserer Haut in Berührung kommenden Körper gemacht, und habe mich überzeugt, dass man an den nämlichen Theilen, wo man den Abstand jener Cirkelspitzen am genauesten wahrnimmt, auch den Druck der Gewichte und den Unterschied der Temperatur der uns berührenden Körper am feinsten empfindet.

Was zuerst den Druck der Gewichte betrifft, so hat man zur Wahrnehmung desselben zwei ganz verschiedene Organe, die Haut, die ihn vermöge ihres Tastsinnes empfinden lässt und die Muskeln, in welchen wir vermöge des Gemeingefühls die Anstrengung wahrnehmen, welche wir anwenden müssen um einen Widerstand zu überwinden. Um zu bestimmen, ob wir der Haut oder den Muskeln mehr das feine Unterscheidungsvermögen der Gewichte verdanken, experimentirte ich unter Umständen, wo die Hand, auf welche ich Gewichte stellen liess, völlig durch ein Kissen auf welchem sie ruhte unterstützt war. Unter diesen Verhältnissen, wo die Muskeln unthätig waren, war das Unterscheidungsvermögen viel geringer, als wenn man auch das Gemeingefühl der Muskeln zu Hülfe nahm, indem man die Gewichte mit der Hand in die Höhe hob.

Interessant ist es, dass dasselbe Gewicht, wenn es auf eine weniger fein empfindende Stelle der Haut drückt, die Empfindung von einem geringern Drucke verursacht, und dass zwei in gewissem Grade ungleiche Gewichte die Empfindung eines gleich grossen Drucks verursachen können, wenn das grössere auf eine weniger fein fühlende, das kleinere auf eine feiner fühlende Stelle der Haut drückt. Wenn man sich z. B. horizontal hinlegt und ein Anderer ein Gewicht auf die Hohlhandseite der letzten Fingerglieder und ein gleich grosses auf die Stirn legt, so scheint uns das auf den Fingerspitzen liegende grösser, denn die Fingerspitzen sind mit einem feinem Gefühle versehen, und das auf der Stirn liegende Gewicht muss um $\frac{1}{4}$ oder um $\frac{1}{3}$ grösser seyn, damit es die Empfindung eines gleich grossen Druckes hervorrufe. Es scheint hierbei darauf nichts anzukommen, ob zufälliger Weise ein in der Haut der Stirn liegender Nerv gedrückt wird oder nicht, und man muss daher wohl annehmen, dass nur die Nervenenden, nicht die Stämme, den Druck zum Bewusstseyn zu bringen vermögen.

Unter den günstigsten Umständen nimmt man eine zwischen zwei Gewichten Statt findende Gewichtsverschiedenheit noch dann wahr, wenn der Unterschied auch nur $\frac{1}{30}$ oder $\frac{1}{15}$ des einen Gewichts beträgt, d. h. wenn das eine Gewicht 15, das andere 14 Unzen oder Lothe oder Quentchen schwer ist, denn es kommt hierbei nicht auf die absolute, sondern auf die relative Grösse des Gewichtsunterschiedes an. Diese letztere Bemerkung verdient die Aufmerksamkeit des Psychologen und Physiologen, denn sie gilt auch von anderen Sinnen. Ich habe in meiner Schrift gezeigt, dass man allenfalls noch einen Unterschied wahrnimmt zwischen zwei Linien, von denen die eine 100, die andere 101 Millimeter lang ist, wo denn der Unterschied = $\frac{1}{100}$ der Länge der constanten Linie ist, dass uns aber die Linien gleich lang zu seyn scheinen, wenn die Verschiedenheit der Länge noch geringer ist, z. B. wenn die eine Linie 100, die andere $100 + \frac{1}{2}$ Millimeter lang ist. Unter diesen Umständen nimmt man $\frac{1}{2}$ Millimeter, um welches die eine Linie länger ist, nicht wahr. Aber unter anderen Verhältnissen nimmt man den Unterschied von $\frac{1}{2}$ Millimeter sehr deutlich wahr, z. B. wenn die eine Linie 4, die andere $4\frac{1}{2}$ Millimeter lang ist. Es erhellt hieraus, dass wir auch bei Linien ebenso, wie bei Gewichten bei der Vergleichung nicht den absoluten Unterschied, sondern den relativen wahrnehmen, ein Factum, welches sich auch beim Gehör bestätigt und aus welchem man mehrere Schlüsse machen kann, wie wir es anfangen, um zwei Grössen mittelst unserer Sinne zu vergleichen.

Andere Untersuchungen beziehen sich auf die Wahr-

nehmung der Temperatur durch den Tastsinn. Diese Wahrnehmung geht sehr ins Feine. Da nun die nämlichen Theile des Tastorgans, mittelst deren wir den Druck der aufgelegten Gewichte am genauesten empfinden und die berührenden Cirkelspitzen bei dem kleinsten Abstände von einander unterscheiden, auch für die feinste Unterscheidung der Temperaturverschiedenheiten am geeignetesten sind, so kann man wohl nicht daran zweifeln, dass alle diese Empfindungen in dem nämlichen Sinnorgane und in den nämlichen Nerven ihren Sitz haben. Ich habe die Feinheit dieses Vermögens durch Versuche bestimmt und Experimente auch darüber angestellt, bei welchem Grade der Wärme sich die objective Empfindung der Temperatur in eine subjective des Wärmeschmerzes verwandle und dabei gefunden, dass es nicht bloss auf den hohen Grad der Wärme ankomme, damit das Gefühl des Verbrennens entstehe, sondern auch auf die Zeit, während welcher die Wärmemittheilung Statt findet und auf die Grösse der Oberfläche, welche mit dem uns Wärme mittheilenden Körper in Berührung kommt. Ueberhaupt verdient es bemerkt zu werden, dass wenn wir einen Finger der einen Hand in ein Gefäss mit warmem Wasser und gleichzeitig die ganze andere Hand in ein Gefäss mit Wasser, das ein wenig kühler ist, tauchen, dieses letztere uns wärmer zu seyn scheint. Die Eindrücke, welche die Wärme auf die vielen Punkte der grössern Oberfläche der ganzen Hand macht, summiren sich nämlich und bringen einen einzigen heftigern Eindruck hervor. Wegen dieses Zusammenfliessens der Empfindungen gleichzeitiger Eindrücke können wir auch ungleichzeitige, schnell auf einander folgende Eindrücke besser unter einander vergleichen, als gleichzeitige. Man unterscheidet die Gewichtsunterschiede genauer, wenn man erst das eine Gewicht und dann nach Wegnahme desselben das andere auf die Hand legt, als wenn man gleichzeitig die Gewichte auf beide Hände oder auf die eine Hand setzt. Ebenso unterscheidet man die Temperaturunterschiede der mit unserer Haut in Berührung kommenden Materien genauer, wenn erst die eine und schnell darauf die andere untersucht wird, als wenn beide gleichzeitig empfunden werden, und dadurch, dass man sich bemühet seine Aufmerksamkeit erst nur auf die eine und dann auf die andere Materie zu richten, verhütet man es nicht ganz, dass nicht die Eindrücke doch einigermaassen zusammenfliessen, und dass dadurch die Vergleichung gestört wird, wenn die Temperatur zweier Materien zu gleicher Zeit wahrgenommen wird.

Allerdings ist es überraschend, dass man einen noch fortdauernden Eindruck besser mit einem so eben vergange-

nen Eindrücke solle vergleichen können, als zwei gegenwärtige Eindrücke unter einander, auf die man abwechselnd seine Aufmerksamkeit richten kann. Denn im ersten Falle ist man genöthigt, einen noch fortdauernden Eindruck mit einer Phantasievorstellung, mit einem durch die Erinnerung wiederholten Eindrücke zu vergleichen, was sehr schwierig zu seyn scheint; und doch verhält es sich wirklich so. Am vollkommensten ist die Vergleichung, wenn der eine Eindruck so eben vorüber ist und der zweite Eindruck sogleich auf den ersten folgt. Vergeht ein in Betracht kommender Zeitraum zwischen der Wahrnehmung des ersten und des zweiten Eindrucks, so wird die genaue Vergleichung erschwert und zwar desto mehr, je mehr Zeit vergeht, ehe der zweite Eindruck dem ersten folgt. Man kann durch Experimente finden, wie die Deutlichkeit der Vorstellung des Eindrucks abnimmt, während 3, 4, 5, 6, 8, 10, 20 und mehr Secunden vergehen, z. B. wenn man Jemanden, der in der Unterscheidung der Gewichte geübt ist, erst 15 Unzen auf die Hand legt und 3, 4, 6, 8, 10, 20 und mehr Secunden, nachdem dieses Gewicht wieder weggenommen worden, 14 Unzen auf die nämliche Stelle der Hand legt, damit er sage, welches Gewicht das schwerere sey. Man findet auf diese Weise den Zeitraum, in welchem die Vorstellung von dem gehabten Eindrücke so undeutlich wird, dass keine genaue Vergleichung mehr möglich ist. Dasselbe kann man mit mehreren gleich schwarzen und gleich dicken Linien ausführen, von welchen man Jemanden erst die eine und dann, nachdem eine kürzere oder längere Zeit vergangen, die andere vorhält und ihn bestimmen lässt, ob die Linien gleich oder ungleich lang wären. Es lassen sich auf diese Weise wirklich Messungen über die Abnahme der Stärke der Vorstellungen gehabter Eindrücke machen.

Vergleicht man den Gesichtssinn, den Gehörsinn und den Tastsinn unter einander, so findet man, dass wer ein gutes Augenmaass hat, zwei ihm vorgehaltene Linien als verschieden lang erkennt, welche nur um den hundertsten Theil ihrer Länge von einander verschieden sind, dass wer ein gutes Gehör hat, noch zwei nach einander hervorgebrachte Töne als verschieden hoch unterscheidet, wenn sie auch nur um den zweihundertsten Theil der Schwingung von einander unterschieden sind. Mit diesen beiden Sinnen verglichen ist freilich der Tastsinn ziemlich unvollkommen, denn mit dem Tastsinne unterscheidet man zwei Körper, die uns nach einander auf die nämliche Stelle der Hand gesetzt worden, nicht mehr als verschieden schwer, wenn sie weniger von einander verschieden sind, als um $\frac{1}{36}$ ihres Gewichts. Es mag diese geringere Feinheit des Tastsinnes von der gerin-

gern Zahl der Nervenfäden abhängen, die sich auf einer gleich grossen Fläche der Haut, der Nervenhaut des Auges und der Nervenausbreitung im Labyrinth des Ohrs endigen. Die Nervenhaut des Auges besteht fast aus reiner Nervensubstanz, in der Haut dagegen ist bei weitem der grössere Theil der Materie eine vom Nervenmarke verschiedene. An der Fingerspitze, wo der Tastsinn vorzüglich fein und die Nerven vorzüglich zahlreich sind, fliessen zwei gleichzeitige Eindrücke schon zusammen und verursachen eine einzige Empfindung, wenn die berührten Stellen um $\frac{1}{4}$ Linie von einander abstehen. In Smiths Optik dagegen findet man die Beobachtungen und Berechnungen, aus welchen hervorgeht, dass im Auge zwei gleichzeitige Eindrücke erst dann zusammenfliessen und eine einzige Empfindung verursachen, wenn sie auf Theile der Nervenhaut geschehen, die nur um $\frac{1}{600}$ Pariser Linie von einander abstehen. Es verhält sich aber $\frac{1}{4}$ Linie zu $\frac{1}{600}$ Linie wie 1 : 150, d. h. die beiden Eindrücke können im Auge 150mal einander näher gemacht werden, als auf der Haut der Fingerspitze, ohne zu einer einzigen Empfindung zusammenzufließen. Man darf daher vermuthen, dass die Enden der Nerven 150 Mal dichter in der Nervenhaut, als in der Haut liegen und dass folglich auf einer kleinen quadratförmigen Stelle der Nervenhaut des Auges 150 Mal mehr Nervenenden vorhanden sind, als auf einem eben so grossen Theile der Haut der Fingerspitze *).

Bemerkung über die Unabhängigkeit der Flimmerbewegungen der Wirbelthiere von der Integrität des centralen Nervensystems. Von Prof. Dr. *Purkinje* und Dr. *Valentin* in Breslau.

In unserer Schrift: de phaenomeno generali motus vibratorii continui p. 77., haben wir gezeigt, dass die heftigsten auf das gesammte Nervensystem einwirkenden Stoffe, wie Blausäure, Strychnin, Morphinum etc., local applicirt durchaus keine Wirkung auf die Flimmerbewegungen äussern. Obwohl nun viele andere von uns wahrgenommene Erscheinun-

*) Ich bemerke hierbei, dass in meiner Schrift Seite 171 Zeile 21 statt der Zahlen 1 : 2400 zu lesen sey 1 : 150.